

**OKRESNÝ ÚRAD ŽILINA**  
**ODBOR STAROSTLIVOSTI O ŽIVOTNÉ PROSTREDIE**  
Oddelenie štátnej správy vôd a vybraných zložiek životného prostredia kraja  
Vysokoškolákov 8556/33B, 010 08 Žilina

**Informácia o kvalite ovzdušia  
a o podiele jednotlivých zdrojov znečisťovania ovzdušia  
na jeho znečisťovaní  
v Žilinskom kraji za rok 2020**



## OBSAH

<b>A. Informácie o kvalite ovzdušia</b>	<b>3</b>
1. Úvod .....	3
2. Popis územia a vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia .....	4
3. Stav monitorovacej siete v kraji.....	7
4. Zhodnotenie znečistenia ovzdušia v zóne Žilinský kraj .....	9
5. Zdravotné účinky vybraných znečisťujúcich látok .....	11
6. Modelovanie kvality ovzdušia .....	13
6.1 Výsledky a výstupy.....	14
6.2 Záver.....	18
7. Kritéria na hodnotenie kvality ovzdušia.....	19
8. Hodnotenie znečistenia ovzdušia v rámci Slovenskej republiky .....	21
9. Návrh vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia v roku 2021.....	24
<b>B. Podiel jednotlivých zdrojov znečisťovania ovzdušia na jeho znečisťovaní</b>	<b>27</b>
<b>C. Informácia o programoch na zlepšenie kvality ovzdušia</b>	<b>30</b>
<b>D. Informácia o akčných plánoch</b>	<b>31</b>

# A. INFORMÁCIE O KVALITE OVZDUŠIA

## 1. Úvod

Okresný úrad Žilina, odbor starostlivosti o životné prostredie, oddelenie štátnej správy vôd a vybraných zložiek životného prostredia kraja (ďalej len Okresný úrad v sídle kraja Žilina) v zmysle § 25 ods. 1 písm. a) zákona č. 137/2010 Z.z. o ovzduší v znení neskorších predpisov (ďalej len zákon o ovzduší) sprístupňuje informácie o kvalite ovzdušia a o podiele jednotlivých zdrojov znečisťovania ovzdušia na jeho znečisťovaní za svoj územný obvod.

Základným právnym dokumentom, ktorý vymedzuje ciele v kvalite ovzdušia a hodnotenie kvality ovzdušia je zákon č. 137/2010 Z.z. o ovzduší. Kvalita ovzdušia je vo všeobecnosti určovaná obsahom znečisťujúcich látok vo vonkajšom ovzduší.

Podľa § 5 a § 6 zákona o ovzduší je

- *cieľom v kvalite ovzdušia*, udržať kvalitu ovzdušia v miestach, kde je dobrá kvalita ovzdušia a zlepšiť kvalitu ovzdušia v miestach, kde kvalita ovzdušia nie je dobrá
- *úrovňou znečistenia ovzdušia*, koncentrácia znečisťujúcej látky v ovzduší alebo jej depozícia na zemskom povrchu v určitom čase
- *hodnotením kvality ovzdušia*, zisťovanie úrovne znečistenia ovzdušia použitím metód merania, výpočtu, predpovedania alebo odhadu.

Pravidelné sledovanie a hodnotenie kvality ovzdušia na celom území Slovenskej republiky *zabezpečuje ministerstvom poverená organizácia* v zriaďovateľskej pôsobnosti ministerstva (ďalej len „poverená organizácia“).

Kritéria kvality ovzdušia sú ďalej špecifikované vo vyhláske MŽP SR č. 244/2016 Z.z. o kvalite ovzdušia v znení neskorších predpisov, ktorá ustanovuje – limitné hodnoty, cieľové hodnoty, početnosť prekročenia limitnej hodnoty, horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia vybranými znečisťujúcimi látkami a ďalšie.

Hodnotenie kvality ovzdušia sa vykonáva pre znečisťujúce látky, pre ktoré sú určené limitné hodnoty alebo cieľové hodnoty. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na území Slovenskej republiky sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) prostredníctvom staníc Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia (NMSKO). V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania.

## 2. Popis územia

Na základe výsledkov hodnotenia kvality ovzdušia za predchádzajúci rok a v súlade s § 8 ods. 3 zákona o ovzduší, poverená organizácia, SHMÚ, navrhla na rok 2020, vymedzenie 11 oblastí riadenia kvality ovzdušia, v 8 zónach a v 2 aglomeráciách. Vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia zaberajú 1519 km<sup>2</sup>. Na tomto území žije 1 093 310 obyvateľov, čo predstavuje 20,02 % z celkového počtu obyvateľov žijúcich na území SR (5 459 781).

Podľa prílohy č. 11 k vyhláške MŽP SR č. 244/2016 Z.z. o kvalite ovzdušia v znení neskorších predpisov je územie kraja vymedzené ako zóna Žilinský kraj, v ktorej sú vymedzené nasledovné oblasti riadenia kvality ovzdušia:

Zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	Plocha [km <sup>2</sup> ]	Počet <sup>1)</sup> obyvateľov
Žilinský kraj	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM <sub>10</sub> *	145	29 386
	územie mesta Žiliny	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> *, BaP	80	80 386

\*PM<sub>10</sub> – častice s aerodynamickým priemerom rovným alebo menším ako 10 μm

<sup>1)</sup> Stav k 31.12.2020

Žilinský kraj zaberá severozápadnú časť územia Slovenska, na juhu susedí s Banskobystrickým krajom, na východe s Prešovským, na juhozápade s Trenčianskym krajom a je tretím najväčším krajom Slovenskej republiky. Má rozlohu 6 809 km<sup>2</sup>, čo je 13,9 % rozlohy štátu, počet obyvateľov je 691 139 (stav k 31.12.2020).

Na území kraja je 11 okresov: Žilina, Bytča, Kysucké Nové Mesto, Čadca, Martin, Turčianske Teplice, Dolný Kubín, Námestovo, Tvrdošín, Ružomberok a Liptovský Mikuláš. Najmenším okresom v rámci kraja je okres Kysucké Nové Mesto s rozlohou 174 km<sup>2</sup>, zaberá 2,6 % z celkovej rozlohy kraja a najväčším okresom v rámci kraja s rozlohou 1 341 km<sup>2</sup>, ktorý zaberá 19,7 % územia kraja, je okres Liptovský Mikuláš. V Žilinskom kraji sa nachádza 315 obcí, z toho 19 so štatútom mesta.

S hustotou obyvateľstva 102 obyvateľov/km<sup>2</sup>, patrí Žilinský kraj medzi husto osídlené kraje v SR. Najväčším mestom na území kraja je Žilina, s počtom obyvateľov 80 386 a tiež s najväčšou hustotou obyvateľstva 194 obyvateľov/km<sup>2</sup>. Najmenej obyvateľov na km<sup>2</sup> (40 obyvateľov/km<sup>2</sup>) žije v okrese Turčianske Teplice.

Územie kraja tvoria hlavne pohoria a pahorkatiny. Údolia popri riekach Váh, Kysuca, Turiec a Orava ležia v nadmorskej výške okolo 300 m a sú uzavreté významnými pohoriami – Západné Tatry, Nízke Tatry, Veľká a Malá Fatra, Chočské vrchy, Oravské Beskydy, Strážovské vrchy a Javorníky.

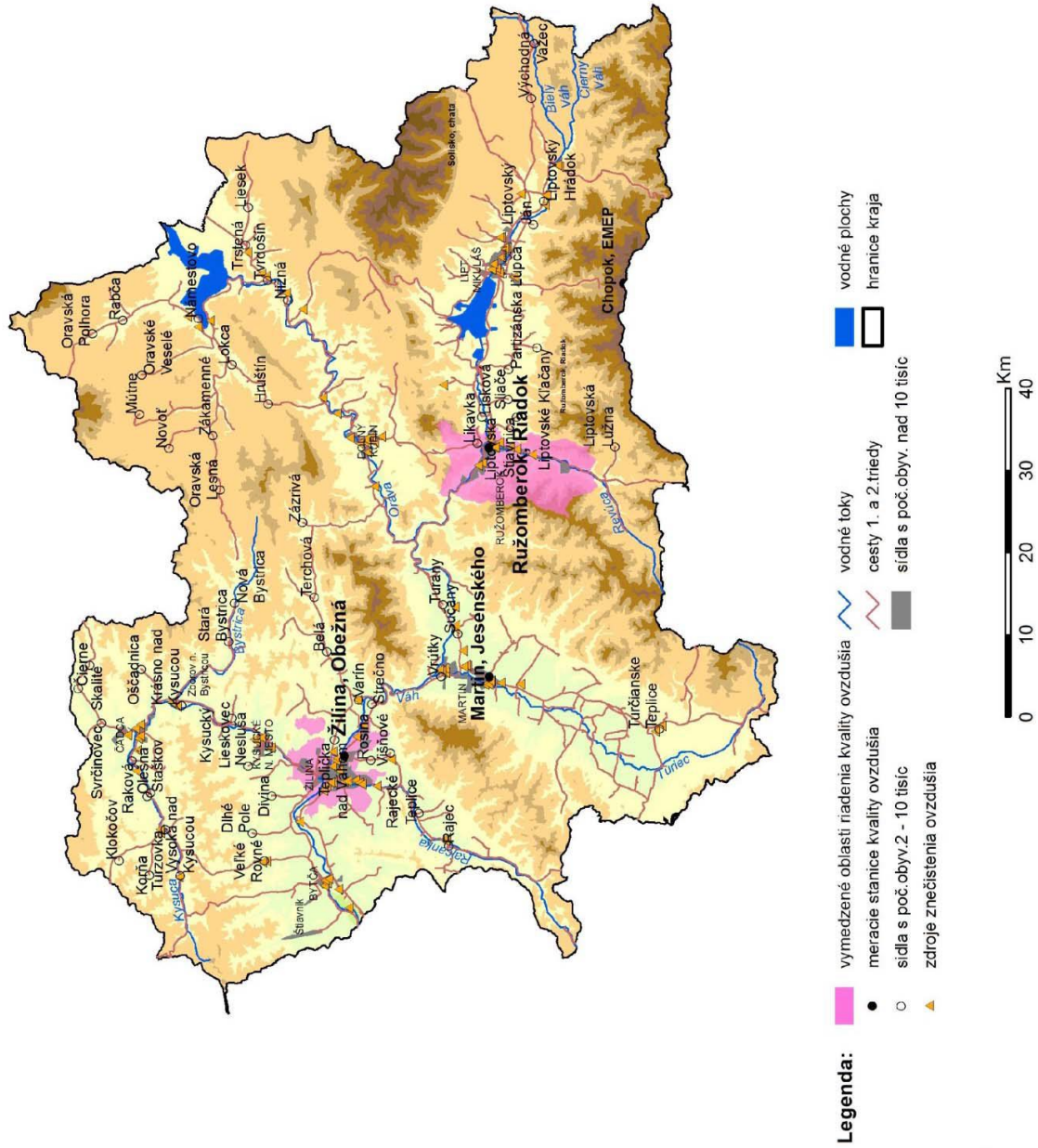
Územím kraja prechádzajú významné medzinárodné cestné ťahy E 50 Česká republika – Žilina – Košice – Ukrajina, E 75 Poľská republika – Čadca – Žilina – Maďarsko a Rakúsko, E 78 Poľská republika – Trstená – Dolný Kubín – Šahy – Maďarsko, E 442 Česká republika – Makov – Bytča – Žilina s pripojením na E 50 a E 75.

Oblasti riadenia kvality ovzdušia sa nachádzajú v kotlinách a údoliach riek, ktoré obklopujú vysoké pohoria a tým sú ovplyvnené klimatické pomery v týchto sídlach. Vyznačujú sa slabou veternosťou, v zimných mesiacoch sa tu vyskytuje často inverzia, čo vplýva najmä na rozptyl emisií znečisťujúcich látok produkovaných stacionárnymi i mobilnými zdrojmi. Najväčšími zdrojmi znečisťovania ovzdušia sú rozvinutý priemysel - výroba celulózy, vápna, teplárne, automobilový priemysel.

Oblasti riadenia kvality ovzdušia tvoria 3,30 % z rozlohy územia kraja. Počet obyvateľov, ktorí žijú v oblastiach riadenia kvality ovzdušia tvorí 15,88 % z počtu obyvateľov kraja.

<b>ORKO</b>	<b>% z rozlohy kraja</b>	<b>% z počtu obyvateľov kraja</b>
Územie mesta Žilina	1,17	11,63
Územie mesta Ružomberok a obce Likavka	2,13	4,25

# Zóna Žilinský kraj



Obr. 1 Zóna Žilinský kraj

### 3. Stav monitorovacej siete v Žilinskom kraji

Tabuľka 1. Monitorovacie siete kvality ovzdušia, stav v roku 2020 (umiestnenie staníc v aglomeráciách a zónach, kódy staníc, názvy staníc ich charakteristika a zemepisné súradnice)

#### Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (NMSKO) – vlastníci SHMÚ – v roku 2020

Zóna	Okres	Kód EoI	Názov stanice	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
Žilinský kraj	Liptovský Mikuláš	SK0002R	<b>Chopok</b> EMEP	R	B	19°35'21"	48°56'37"	2008
	Martin	SK0039A	<b>Martin</b> Jesenského	U	T	18°55'17"	49°03'35"	383
	Ružomberok	SK0008A	<b>Ružomberok</b> Riadok	U	B	19°18'09"	49°04'45"	475
	Žilina	SK0020A	<b>Žilina</b> Obežná	U	B	18°46'17"	49°12'41"	356

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

Typ stanice: B – pozad'ová, I – priemyselná, T – dopravná

Tabuľka 2. Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (vlastníci SHMÚ)

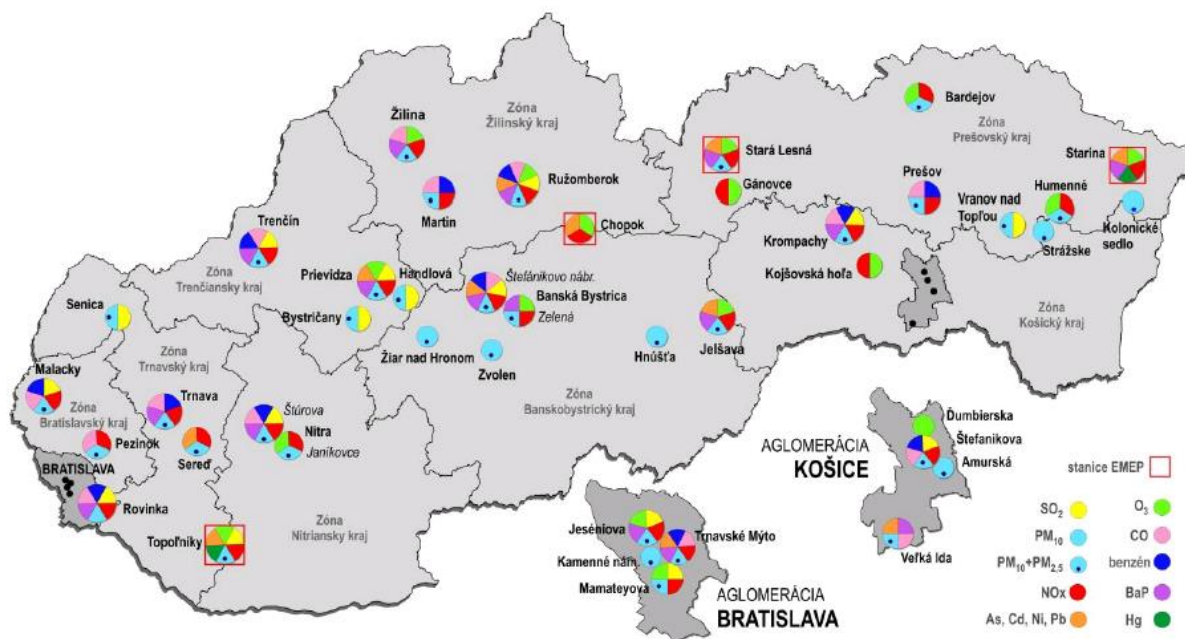
#### Merací program v monitorovacích sieťach kvality ovzdušia v roku 2020

Zóna	Názov stanice	Kontinuálne							Manuálne	
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Oxidy dusíka (NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> )	Oxid siričitý (SO <sub>2</sub> )	Ozón (O <sub>3</sub> )	Oxid uhoľnatý (CO)	Benzén	Ťažké kovy (As, Cd, Ni, Pb)	Polyaromatické uhľovodíky BaP
% Žilinský kraj	<b>Chopok</b> EMEP			x		x			x	
	<b>Martin</b> Jesenského	x	x	x			x	x		
	<b>Ružomberok</b> Riadok	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<b>Žilina</b> Obežná	x	x	x		x	x			x
	<b>Spolu</b> 4 stanice	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

V tabuľke 2. je uvedené, ktoré znečisťujúce látky sa monitorujú na AMS v Žilinskom kraji na staniciach v Žiline, Martine, Ružomberku a na Chopku.

## Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia v SR v roku 2020

Obr. 2 Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia v SR v roku 2020



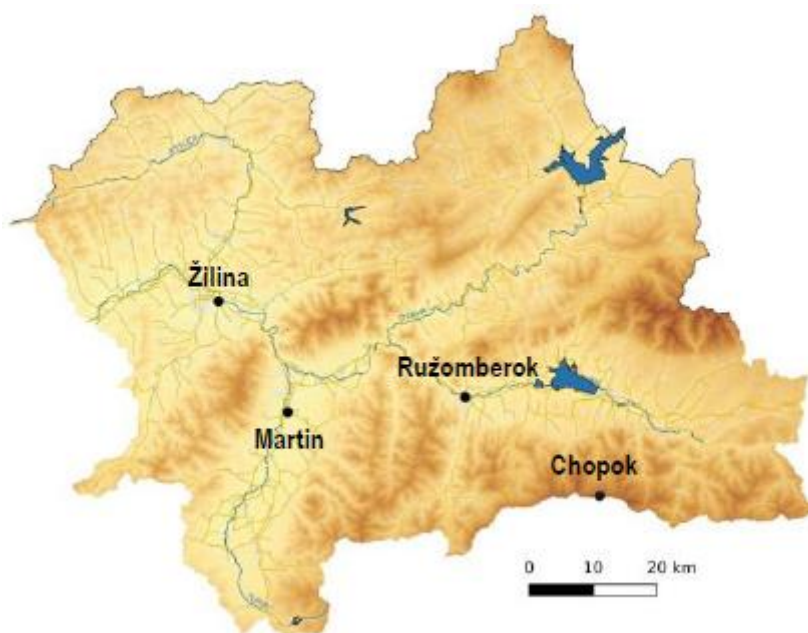
Na zabezpečenie podkladov pre hodnotenie kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach meraním prevádzkuje SHMÚ ako poverená organizácia pre zákon o ovzduší Národnú monitorovaciu sieť kvality ovzdušia (NMSKO). V roku 2020 bolo do uvedenej siete zahrnutých 40 monitorovacích staníc (MS) s rôznym meracím programom, ktorý je závislý na druhu a lokalizácii MS. Počet MS zohľadňuje požiadavky vyhlášky č. 244/2016 Z.z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 Z.z. na určenie najmenšieho počtu vzorkovacích miest na stále merania koncentrácií jednotlivých znečisťujúcich látok vo vonkajšom ovzduší.

V roku 2020 boli, z celkového počtu 40 monitorovacích staníc NMSKO, 4 stanice (Chopok, Topoľníky, Stará Lesná a Starina) v európskej sieti EMEP a stanica Chopok aj v celosvetovej sieti GAW (Global Atmosphere Watch) WMO.

Aktuálne údaje o kvalite ovzdušia sa nachádzajú na webovej stránke SHMÚ [http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko\\_imis](http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=oko_imis)



#### 4. Zhodnotenie znečistenia ovzdušia v zóne Žilinského kraja a zhodnotenie kvality ovzdušia na základe výsledkov meraní z monitorovacích staníc



Hlavné lokálne zdroje na území Žilinského kraja sú:

- automobilová doprava,
- lokálne kúreniská na tuhé palivá, vzhľadom na nárast cien zemného plynu začal návrat k používaniu tuhých palív,
- minerálny prach zo stavebnej činnosti,
- veterná erózia z nespevnených povrchov, skládok sypkých materiálov,
- suspenzia tuhých častíc z dopravy, posypový materiál z povrchov ciest,
- veľké priemyselné stacionárne zdroje,
- malé a stredné lokálne priemyselné zdroje, obvykle umiestnené v priemyselných zónach miest,
- poľnohospodárstvo

Opatrenia na znižovanie úrovne  $PM_{10}$  si vyžadujú zamerať sa na:

- zmenu v organizácii dopravy,
- znižovanie spotreby tuhých palív v lokálnom vykurovaní a podporu modernizácie lokálneho vykurovania

- vybudovanie rozsiahlych peších zón, rozširovanie zelene,
- spevňovanie povrchov,
- kontrola technického stavu a znečistenia pneumatík vozidiel,
- čistenie mesta, opatrenia na zníženie prašnosti na staveniskách, skládkach sypkých materiálov, skládkach odpadov,
- prísna kontrola priemyselných zdrojov.

Limitná hodnota pre priemerné denné koncentrácie PM<sub>10</sub> ani pre priemernú ročnú koncentráciu PM<sub>10</sub> nebola v zóne Žilinský kraj prekročená, rovnako ako limitné hodnoty pre SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, benzén a CO. Zároveň v tejto zóne neprišlo ani k prekročeniu cieľovej hodnoty pre PM<sub>2,5</sub>.

Od 01.01.2020 je pre PM<sub>2,5</sub> stanovená limitná hodnota 20 µg.m<sup>-3</sup> (pre priemernú ročnú koncentráciu). V roku 2020 táto hodnota nebola prekročená na žiadnej monitorovacej stanici na zemi Slovenskej republiky, vrátane Žilinského kraja.

**Tabuľka 3. Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt (LH) na ochranu zdravia ľudí za rok 2020**

Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia									VHP <sup>2)</sup>	
		SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		PM <sub>2,5</sub>	CO	Benzén	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
		1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	1 rok	8 hod <sup>1)</sup>	1 rok	3 hod po sebe	3 hod po sebe
		Limitná hodnota [µg.m <sup>-3</sup> ] (počet prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	25	10 000	5	500
Žilinský kraj	Chopok, EMEP			0	2							
	Martin, Jesenského			0	19	12	22	15	1 788	0,8		0
	Ružomberok, Riadok	0	0	0	17	21	24	19	2 550	1,0	0	0
	Žilina, Obežná			0	16	14	23	17	1 664			0

<sup>1)</sup> maximálna osemhodinová koncentrácia

<sup>2)</sup> limitné hodnoty pre výstražné prahy

Znečisťujúce látky, ktoré prekročili LH sú zvýraznené hrubým písmom (v roku 2020 neboli v Žilinskom kraji prekročené LH)

## 5. Zdravotné účinky vybraných znečisťujúcich látok

### *Tuhé častice v ovzduší (prašnosť) – PM<sub>10</sub>*

Biologické účinky prachových častíc na organizmus závisia od ich koncentrácie, zloženia, fyzikálnych vlastností a dĺžky expozície. Polietavý prach predstavuje zmes častíc rôznej veľkosti, ktoré sú voľne rozptýlené v ovzduší. Ich pôvod je v rôznych prírodných procesoch, ako aj antropogénnej činnosti. Zo zdravotného hľadiska sú najnebezpečnejšie častice s rozmermi 2,5 – 0,1 µm, ktoré prenikajú hlboko do dýchacích ciest a ukladajú sa v pľúcach. Negatívne účinky prachu sú rôznorodé:

- \* mechanické: dráždia očný spojivkový vak, sliznice, lymfatické cesty v pľúcach
- \* toxické: môžu obsahovať toxické chemikálie, kovy
- \* alergizujúce: biologické aerosóly, niektoré chemikálie a kovy
- \* karcinogénne: niektoré chemikálie a kovy, azbest, sadze

Negatívny účinok prachových častíc môže byť synergicky zosilnený prítomnosťou niektorých plyných škodlivín, napr. oxidu siričitého.

### *Oxidy dusíka (NO, NO<sub>2</sub>)*

Oxid dusičitý je oveľa toxickejší ako oxid dusnatý. Pôsobí dráždivo na oči a horné cesty dýchacie. V pľúcach s vodou vytvára zmes kyselín HNO<sub>2</sub> a HNO<sub>3</sub>, ktoré narúšajú normálnu funkciu pľúc. Vo vysokých koncentráciách (vo vonkajšom prostredí sa nevyskytujú) môžu vyvolať edém pľúc. NO<sub>2</sub> má vyššiu afinitu k hemoglobínu ako kyslík, čím zhoršuje prenos kyslíka do tkanív. Pri extrémnych koncentráciách môže spôsobiť cyanózu. Oxidy dusíka zhoršujú choroby srdca, znižujú obranné schopnosti organizmu voči infekciám, najmä dýchacích ciest. Oxid dusičitý pôsobí predovšetkým ako iritant dolných dýchacích ciest a pľúc.

*Základným zdrojom oxidov dusíka sú emisie z automobilovej dopravy a zo stacionárnych zdrojov spaľujúcich fosílnu palivá za vysokých teplôt. Rovnakým zdrojom z hľadiska kontaminácie vnútorného prostredia je používanie plynu ako energetického zdroja pre varenie a vykurovanie alebo ohrev teplej vody.*

### *Oxid siričitý (SO<sub>2</sub>)*

Oxid siričitý všeobecne zhoršuje choroby dýchacieho aparátu, srdcovo-cievneho systému, dráždi pľúca, oči a pokožku. Negatívny účinok SO<sub>2</sub> zvyšuje jeho synergizmus s inými látkami, prítomnými v ovzduší (aerosolové častice obsahujúce napr. NaCl, Fe, Mn, U, As a niektoré uhľovodíky). Pôsobenie SO<sub>2</sub>

v organizme je komplexné. Môže priamo alebo v následnej radikálovej forme reagovať s molekulami iných látok.  $\text{SO}_2$  oxiduje na  $\text{SO}_3$  a sírany. Kyselina sírová a sírany (najmä síran amónny) tiež vysoko agresívne pôsobia na organizmus. K hlavným zdravotným účinkom oxidov siričitého patrí dráždenie horných dýchacích ciest prejavujúci sa kašľom a zvýšená chorobnosť respiračnými chorobami horných ciest dýchacích.

Zdrojom oxidu siričitého sú aj domáce ohniská – kachle na uhlie, kerozín a nafta, aj keď *prevažujúcim komponentom jeho zvýšenej koncentrácie v bytoch je vonkajšie ovzdušie.*

### **Ozón ( $\text{O}_3$ )**

Prízemný ozón je hlavnou zložkou fotochemického smogu – (letného typu vysokého znečistenia ovzdušia). Zvýšené koncentrácie ozónu dráždia oči a dýchací aparát. V extrémnych koncentráciách (aké sa vo vonkajšom ovzduší nevyskytujú) môže vyvolať edém pľúc. Ozón reaguje s nenasýtenými uhlíkovodíkmi za produkcie vysoko reaktívnych voľných radikálov. Zvýšené koncentrácie ozónu znižujú fyzický výkon, zvyšujú citlivosť organizmu na bakteriálne infekcie, poškodzujú vegetáciu, rôzne materiály.

Zvýšený vznik prízemného ozónu pozorujeme najmä počas horúcich letných dní v lokalitách s vysokou koncentráciou výfukových plynov spaľovacích motorov, kde dochádza k nárastu obsahu oxidov dusíka a plynných uhlíkovodíkov vo vzduchu.

### **Oxid uhoľnatý ( $\text{CO}$ )**

Oxid uhoľnatý pôsobí toxicky na ľudský organizmus tak, že ľahko reaguje s hemoglobínom, pričom vzniká pomerne stabilný komplex karbonylhemoglobín. Väzba medzi hemoglobínom a  $\text{CO}$  je asi 300 – krát pevnejšia ako väzba hemoglobínu s kyslíkom. Krvné farbivo tým stráca schopnosť prenášať kyslík, ktorý je nevyhnutný pre životné procesy. Množstvo viazaného  $\text{CO}$  na hemoglobín závisí od jeho koncentrácie v ovzduší, od doby pôsobenia a činnosti osoby. Napr. koncentrácia 0,37 %  $\text{CO}$  v ovzduší spôsobuje po dvojhodinovom vdychovaní smrť. Koncentrácie 15 – 30  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v ovzduší spôsobuje zníženie mentálnej pohotovosti, čo dokazujú autonehody zapríčinené profesionálnymi vodičmi. Pri koncentráciách 60 – 70  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (zle vetrané dopravné tunely) spôsobuje bolesti hlavy a nutkanie na vracanie. Človek v čistom prostredí má asi 0,5 %  $\text{CO}$  v krvi. Obyvatelia miest majú až 5 %. Silný fajčiar až 15 %. Pri otravách sa zisťuje obsah 60 – 70 %.

Oxid uhoľnatý je *bezfarebný plyn bez chuti a zápachu.* Hlavným zdrojom tohto plynu vo vnútornom prostredí je *nedostatočné spaľovanie za spotrebúvania kyslíka – kachle na pevné palivo, plynové spotrebiče bez odťahu, krby, nevetrané kuchyne s plynovým*

sporákom, ale taktiež garáže vybudované v tesnej blízkosti obytných priestorov, nakoľko CO je súčasťou výfukových plynov motorových vozidiel.

## **6. Modelovanie kvality ovzdušia**

Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje SHMÚ na staniách NMSKO. V nadväznosti na merania sa pre priestorové hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania. Výpočty pre hodnotenie kvality ovzdušia pomocou matematického modelovania boli uskutočnené aplikáciou upravených modelov RIO a CMAQ. Tieto modely sú odlišné svojou metodikou od modelov, ktoré sa používali na hodnotenie kvality ovzdušia v predošlých rokoch. Túto skutočnosť treba brať na zreteľ pri porovnávaní aktuálnych výsledkov a výsledkov zo Správy o stave životného prostredia v SR v roku 2019 a starších.

### ***Chemicko-transportný model CMAQ v5.3***

Modelovací systém Community Multiscale Air Quality Modeling System – CMAQ16, je vyvíjaný a podporovaný vo vývojovom stredisku EPA National Exposure Research Laboratory v Research Triangle Park, NC. CMAQ predstavuje model kvality ovzdušia tretej generácie, čo znamená, že dokáže modelovať viaceré znečisťujúce látky naraz na veľkých škálach, ktoré môžu pokrývať celé kontinenty. Je to trojrozmerný eulerovský chemicko-transportný model, ktorý sa používa na simulovanie ozónu, atmosférických aerosólov (PM), oxidov síry, dusíka a iných znečisťujúcich látok v troposfére.

### ***Interpolačno-regresný model RIO***

Model RIO17 je pokročilý interpolačno-regresný model. Vstupmi sú namerané koncentrácie a rôzne pomocné priestorové polia, ktoré majú súvislosť s priestorovým rozložením danej znečisťujúcej látky - ako napríklad mapy nadmorskej výšky, intenzity dopravy, ventilačného indexu, gridovaných emisií z lokálnych kúrenísk - pričom súbor týchto tzv. driverov je špecifický pre konkrétnu znečisťujúcu látku.

### ***IDW-R***

Interpolačný model RIO patrí medzi tzv. aproximujúce interpolačné metódy, čo znamená, že pole koncentrácií vyhladzuje a v miestach monitorovacích staníc nevypočíta nutne rovnakú koncentráciu ako bola nameraná. Preto výstupy modelu RIO alebo CMAQ ešte upravujeme technikou IDW-R (inverse distance weighting - regresion).

## 6.1 Výsledky a výstupy

### *Modelovanie PM<sub>10</sub>*

Dominantným zdrojom emisií PM<sub>10</sub> je vykurovanie domácností hlavne tuhým palivom, ktoré predstavuje viac než 60 % celkových emisií PM<sub>10</sub>. Emisie PM<sub>10</sub> z cestnej prepravy predstavujú menej ako 10 %, napriek tomu je ich vplyv na kvalitu ovzdušia v blízkosti vyťažených cestných komunikácií nezanedbateľný. Veľké a stredné priemyselné zdroje a systémová energetika tvoria približne 10 % emisií PM<sub>10</sub>, menšou mierou sa podieľa nakladanie s odpadmi a poľnohospodárstvo. Problematika modelovania PM chemicko-transportným, či rozptylovým modelom je komplikovaná aj relatívne výrazným, aj keď časovo obmedzeným vplyvom aktivít, ktorých emisie je zložité vyčíslit' a aspoň približne lokalizovať v priestore a čase – napríklad stavebné a búracie práce, poľnohospodárske práce ako napríklad orba, či žatva a nedovolené spaľovanie poľnohospodárskych zvyškov aj odpadu. Priestorové rozloženie koncentrácií PM<sub>10</sub> na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom ako pomocné priestorové dáta boli použité emisie z lokálnych kúrenísk (13,7 %), ventilačný index (5,8 %), nadmorská výška (45,5 %), využitie krajiny (26 %), koncentrácie z modelu CMAQ (9 %). Po následnej úprave výsledkov metódou IDW-R a porovnaní s meraniami je RMSE = 0,2 µg·m<sup>-3</sup> a BIAS = 0,1 µg·m<sup>-3</sup>.

Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu (40 µg·m<sup>-3</sup>) nebola v tomto priestorovom rozlíšení modelu nikde prekročená. Najvyššie koncentrácie PM<sub>10</sub> sa vyskytujú v dolinách Gemera, Šariša, Spiša a na severozápade Slovenska. Pomerne vysoké koncentrácie na Východoslovenskej nížine sú do určitej miery podmienené relatívne nízkym ventilačným indexom v tejto oblasti, v roku 2020 tam však nebola žiadna reprezentatívna stanica. Či sú modelom predpovedané koncentrácie správne, alebo sú čiastočne spôsobené aj chybou použitej metódy, bude možné overiť v nasledujúcom roku, pretože medzitým bola nainštalovaná nová stanica NMSKO v Trebišove.

### *Modelovanie PM<sub>2,5</sub>*

Dominantným zdrojom emisií PM<sub>2,5</sub> je vykurovanie domácností prevažne tuhým palivom, ktoré dosahuje pre PM<sub>2,5</sub> každoročne až 80 % celkových emisií.

Priestorové rozloženie koncentrácií PM<sub>2,5</sub> na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom ako pomocné priestorové dáta boli použité emisie z lokálnych kúrenísk (12,1 %), ventilačný index (6,4 %), nadmorská výška (43,9 %), využitie krajiny (19,9 %), výsledky modelu CMAQ (6 %) a teplota v 2 m (10,7 %). Po následnej úprave výstupu modelu RIO metódou IDW-R pri porovnaní s meraniami je hodnota RMSE = 0,2 µg·m<sup>-3</sup> a BIAS = -0,2 µg·m<sup>-3</sup>. Priemerná ročná limitná hodnota 20 µg·m<sup>-3</sup> v roku 2020 v tomto priestorovom rozlíšení nie je prekročená na žiadnom mieste Slovenska, čo je pravdepodobne spôsobené najmä miernou až teplou zimou v danom

roku. Najvyššie koncentrácie sú obdobne ako v prípade PM<sub>10</sub> v lokalitách s veľkým počtom lokálnych kúrenísk na tuhé palivo, v uzavretých horských dolinách.

### ***Modelovanie BaP***

Najvýznamnejším zdrojom emisií benzo(a)pyrénu je podobne ako v prípade PM<sub>2,5</sub> vykurovanie domácností tuhým palivom. Podiel vykurovania domácností na celkových emisiách benzo(a)pyrénu sa blíži k 70 %, pričom napríklad v roku 2017 (kedy sa vyskytol teplotne silne podnormálny január), dosahoval tento podiel viac než 80 %. Z priemyselných zdrojov sa najvýraznejšie prejavuje výroba koksu, ktorej vplyv je vidno na vysokých koncentráciách z meraní na priemyselnej monitorovacej stanici Veľká Ida, Letná. Táto stanica je tiež v obci s lokálnymi kúreniskami a v blízkosti marginalizovanej rómskej komunity. Vykurovanie domácností sa takmer výlučne prejavuje na zhoršených koncentráciách benzo(a)pyrénu v horských dolinách s dobrou dostupnosťou palivového dreva a častým výskytom nepriaznivých rozptylových podmienok a teplotných inverzií najmä počas zimných mesiacov. Príkladom monitorovacej stanice umiestnenej v takejto oblasti je Jelšava, Jesenského. Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu v roku 2020 dosiahla na tejto stanici hodnotu 3 ng·m<sup>-3</sup>, pričom cieľová hodnota je 1 ng·m<sup>-3</sup>. Priemerná ročná koncentrácia benzo(a)pyrénu na stanici Veľká Ida, Letná mala v roku 2020 hodnotu 4,6 ng·m<sup>-3</sup>, najvyššie priemerné mesačné koncentrácie boli namerané v decembri. Pri hodnotení priestorového rozloženia bol použitý interpolačný model RIO a IDW-R, keďže použitie chemicko-transportného modelu je v prípade benzo(a)pyrénu spojené s veľkou neurčitnosťou v priestorovom a časovom rozložení emisií a situáciu komplikujú aj zložité chemické reakcie, ktoré sú ešte stále predmetom výskumu. Kvôli relatívne malému počtu staníc, ktorých monitorovací program zahŕňa túto látku je však tiež dosť problematické vykonať kvalitnú regresiu a interpoláciu modelom RIO. Keďže korelácia nameraných koncentrácií benzo(a)pyrénu a hodnôt priemerných ročných koncentrácií PM<sub>2,5</sub>, vypočítaných v miestach monitorovacích staníc kombináciou RIO a IDW-R je pomerne vysoká (korelačný koeficient  $r = 0,76$ ), ako vstup do modelu IDW-R boli použité už vypočítané hodnoty priemerných ročných koncentrácií PM<sub>2,5</sub>. Pri porovnaní s meraniami sú hodnoty RMSE = 0,1 ng·m<sup>-3</sup> a BIAS = 0,2 ng·m<sup>-3</sup>. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie benzo(a)pyrénu 1 ng·m<sup>-3</sup> bola prekročená na mnohých meracích miestach s výnimkou vidieckych požadovných staníc a miest v Podunajskej nížine. Túto skutočnosť odrážajú aj výsledky modelovania, pričom na východe krajiny sú koncentrácie najvyššie. Model môže koncentrácie benzo(a)pyrénu nadhodnocovať najmä v okolí Košíc a Východoslovenskej nížiny, pretože je silne ovplyvnený vysokou priemernou ročnou koncentráciou nameranou vo Veľkej Ide, ktorej hodnota bola až 4,6 ng·m<sup>-3</sup>.

### ***Modelovanie ozónu***

Priestorové rozloženie koncentrácií ozónu na Slovensku bolo vypočítané modelom RIO, pričom ako pomocné priestorové pole bola použitá len nadmorská výška.

Po následnej úprave vypočítaných koncentrácií metódou IDW-R a porovnaní s meraniami dostávame  $RMSE = 1,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $BIAS = 0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Do analýzy boli zobrať údaje z monitorovacích staníc s relevantnými dátami v roku 2020.

Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu vo všeobecnosti narastajú s nadmorskou výškou, čo je spôsobené prenikaním stratosférického ozónu do vrchných vrstiev troposféry. V roku 2020, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, boli maximálne hodnoty namerané na najvyššie položených miestach a minimálne hodnoty na staniách v centrách miest, kde je ozón odbúravaný vysokými koncentraciami NO. Zvýšené hodnoty ozónu sú aj v okrajových oblastiach väčších mestských aglomerácií, resp. v priemyselných zónach, kde ozón vzniká najmä fotochemickými reakciami oxidov dusíka s VOC a CO.

### **Prízemný ozón - O<sub>3</sub>**

Ročné priemery koncentrácie prízemného ozónu v SR sa v roku 2020 pohybovali v intervale 36 – 91  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Najvyššie priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu v roku 2020 mala stanica Chopok (91  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ).

**Tabuľka 4. Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu 2020 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )**

Stanica	Koncentrácie
Chopok, EMEP	91
Žilina, Obežná	36
Ružomberok, Riadok	35

**Cieľová hodnota koncentrácie prízemného ozónu pre ochranu ľudského zdravia** je podľa vyhlášky MŽP SR č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia 120  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (najväčšia denná 8-hodinová hodnota). Táto hodnota nesmie byť prekročená vo viac ako 25 dňoch v roku, a to v priemere za tri roky. Prehľad prekročení tejto cieľovej hodnoty za obdobie 2018 – 2020 uvádza nasledujúca tabuľka.

Výstražný hraničný prah (240  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a ani informačný hraničný prah (180  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pre upozornenie pre varovanie verejnosti neboli v roku 2020 prekročené.

**Tabuľka 5. Počet dní s prekročením cieľovej hodnoty na ochranu zdravia ľudí**

Stanica	2018	2019	2020	Priemer 2018 – 2020
Bratislava, Jeséniova	54	40	17	<b>37</b>
Bratislava, Mamatyova	33	32	12	<b>26</b>
Košice, Ďumbierska	16	6	0	7
Banská Bystrica, Zelená	20	2	0	7
Jelšava, Jesenského	11	4	2	6



Kojšovská hoľa	41	11	2	18
Nitra, Janíkovce	44	10	9	21
Humenné, Nám. slobody	2	3	3	3
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	33	3	5	14
Gánovce, Meteo. st.	4	0	0	1
Starina, Vodná nádrž, EMEP	7	3	4	5
Prievidza, Malonecpalská	9	1	2	4
Topoľníky, Aszód, EMEP	6	19	0	8
Chopok, EMEP	82	36	33	50
Žilina, Obežná	12	6	0	6
Ružomberok, Riadok	1	1	0	1

Poznámka:

Hodnoty vyznačené červenou farbou znamenajú prekročenie cieľovej hodnoty

Cieľová hodnota expozičného indexu pre ochranu vegetácie AOT40 je 18 000  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ . Táto hodnota sa vzťahuje na koncentrácie, ktoré sú počítané ako priemer za obdobie piatich rokov. Priemer za roky 2016 – 2020 bol prekročený na staniciach Bratislava-Jeséniova, Nitra-Janíkovce a Chopok.

Tabuľka 6. Hodnoty AOT 40 pre ochranu vegetácie ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ )

Stanica	Priemer 2016 – 2020	2020
Bratislava, Jeséniova	19 373	12 501
Bratislava, Mamateyova	15 726	10 655
Košice, Ďumbierska	11 305	3 269
Banská Bystrica, Zelená	12 550	7 723
Jelšava, Jesenského	9 242	5 191
Kojšovská hoľa	13 444	4 995
Nitra, Janíkovce	19 140	12 741
Humenné, Nám. slobody	11 471	5 981
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	13 068	7 890
Gánovce, Meteo. st.	5 476	3 251

Starina, Vodná nádrž, EMEP	10 436	5 072
Prievidza, Malonecpalská	11 639	6 198
Topoľníky, Aszód, EMEP	10 944	-
Chopok, EMEP	23 837	15 957
Žilina, Obežná	10 208	559

Poznámka:

Hodnoty vyznačené červenou farbou znamenajú prekročenie cieľovej hodnoty

Tabuľka 7. Cieľové a prahové hodnoty pre prízemný ozón

Cieľové, resp. prahové hodnoty	Cieľová hodnota O <sub>3</sub> [µg.m <sup>-3</sup> ]	Priemerované obdobie
Ochrana zdravia ľudí	120*	8 h
Ochrana vegetácie AOT40**	18 000 [µg.m <sup>-3</sup> .h]	1. máj až 31. júl

\* Maximálny denný 8-hodinový priemer 120 µg.m<sup>-3</sup> sa nesmie prekročiť viac ako 25 dní za kalendárny rok, v priemere troch rokov

\*\* AOT40 vyjadrené v µg.m<sup>-3</sup>.h znamená súčet všetkých rozdielov medzi hodinovými koncentraciami prízemného ozónu väčšími ako 80 µg.m<sup>-3</sup> (= 40 ppb) a 80 µg.m<sup>-3</sup> v čase medzi 8,00 h a 20,00 h stredo európskeho času od 1. mája do 31. júla, a to v priemere za 5 rokov

## 6.2 Záver

Koncentrácie základných znečisťujúcich látok na väčšine lokalít na území Slovenska v roku 2020 poklesli, čo je dôsledkom aj meteorologicky priaznivejšej situácie (nižšie emisie z vykurovania počas teplejších zím, priaznivejšie rozptylové podmienky). Najvýraznejším problémom zostáva znečistenia ovzdušia PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a benzo(a)pyrénom, pričom podstatnú úlohu tu zohráva vykurovanie domácností tuhým palivom. Situácia je najkomplikovanejšia v horských údoliach, v oblastiach s dobrou dostupnosťou palivového dreva a častým výskytom nepriaznivých rozptylových podmienok, najmä počas vykurovacej sezóny. Finančné podmienky miestnemu obyvateľstvu často neumožňujú používať na vykurovanie zemný plyn ani nákup moderných nízkoemisných vykurovacích zariadení.

## 7. Kritéria na hodnotenie kvality ovzdušia

Tabuľka 8. Limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí a kritické úrovne na ochranu vegetácie, horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia vonkajšieho ovzdušia pre znečisťujúce látky:

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota* [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]		Medza na hodnotenie [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]			
					Horná*		Dolná	
SO <sub>2</sub>	Ľudské zdravie	1h	350	(24)				
SO <sub>2</sub>	Ľudské zdravie	24h	125	(3)	75	(3)	50	(3)
SO <sub>2</sub>	Vegetácia	1r, zimné obdobie	20	(-)	12	(-)	8	(-)
NO <sub>2</sub>	Ľudské zdravie	1h	200	(18)	140	(18)	100	(18)
NO <sub>2</sub>	Ľudské zdravie	1r	40	(-)	32	(-)	26	(-)
NO <sub>x</sub>	Vegetácia	1r	30	(-)	24	(-)	19,5	(-)
PM <sub>10</sub>	Ľudské zdravie	24h	50	(35)	35	(35)	25	(35)
PM <sub>10</sub>	Ľudské zdravie	1r	40	(-)	28	(-)	20	(-)
Pb	Ľudské zdravie	1r	0,5	(-)	0,35	(-)	0,25	(-)
CO	Ľudské zdravie	8h (maximálna)	10 000	(-)	7 000	(-)	5 000	(-)
Benzén	Ľudské zdravie	1r	5	(-)	3,5	(-)	2	(-)
PM <sub>2,5</sub>	Ľudské zdravie	1r	25**		17		12	

\* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

\*\* limitná hodnota pre PM<sub>2,5</sub> do 1.1.2020: 25  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

limitná hodnota pre PM<sub>2,5</sub> od 1.1.2020: 20  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Tabuľka 9. Cieľové hodnoty na ochranu zdravia ľudí a vegetácie pre As, Cd, Ni a BaP:

	Priemerované obdobie	Cieľová hodnota [ $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
As	1r	6
Cd	1r	5
Ni	1r	20
BaP	1r	1

Kvalita ovzdušia (podľa §5 odseku 4 Zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov) je považovaná za dobrú, ak je úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako limitná hodnota alebo cieľová hodnota.

Limitnou hodnotou (v súlade s §5 odsekom 5 Zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov – ďalej len zákon o ovzduší) je úroveň znečistenia ovzdušia určená na základe vedeckých poznatkov s cieľom zabrániť, predchádzať alebo znížiť škodlivé účinky na zdravie ľudí alebo životné prostredie ako celok, ktorá sa má dosiahnuť v danom čase a od toho času nesmie byť prekročená; limitné hodnoty a podmienky ich platnosti sú ustanovené vykonávacím predpisom podľa § 33

písm. b) pre oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, olovo, benzén, častice PM<sub>10</sub> a častice PM<sub>2,5</sub>.

*Cieľovou hodnotou* je, v súlade s §5 odsekom 11 zákona o ovzduší, úroveň znečistenia ovzdušia určená s cieľom zabrániť, predchádzať alebo znížiť škodlivé účinky na zdravie ľudí alebo na životné prostredie ako celok, ktorá sa má dosiahnuť v danom čase, ak je to možné; cieľová hodnota je ustanovená vykonávacím predpisom podľa § 33 písm. b) pre ozón, arzén, kadmium, nikel a benzo(a)pyrén.

*Výstražným prahom* (podľa §12 odseku 6 zákona o ovzduší) je úroveň znečistenia ovzdušia, pri prekročení ktorej existuje už pri krátkodobej expozícii riziko poškodenia zdravia ľudí. Pri prekročení výstražného prahu je potrebné vydať výstrahu pred závažnou smogovou situáciou. Výstražné prahy sú ustanovené vykonávacím predpisom podľa § 33 písm. b) pre oxid siričitý, oxid dusičitý, ozón a častice PM<sub>10</sub>.

*Kritickou úrovňou* na účely hodnotenia kvality ovzdušia je (podľa §5 odseku 10 zákona o ovzduší) úroveň znečistenia ovzdušia určená na základe vedeckých poznatkov, pri prekročení ktorej sa môžu okrem ľudí vyskytnúť priame nepriaznivé vplyvy na stromy, rastliny alebo prírodné ekosystémy; kritická úroveň je ustanovená vykonávacím predpisom podľa § 33 písm. b) pre oxid siričitý a oxid dusičitý.

Metóda, akú je potrebné použiť na hodnotenie kvality ovzdušia v určitej lokalite závisí od miery znečistenia ovzdušia na danej lokalite. Na tento účel bola zavedená pre každú sledovanú znečisťujúcu látku dolná a horná medza na hodnotenie úrovne znečistenia.

*Hornou medzou* na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia je, podľa §6 odseku 8 zákona o ovzduší, ustanovená úroveň znečistenia ovzdušia, pod ktorou možno na hodnotenie kvality ovzdušia použiť kombináciu stálych meraní a matematického modelovania alebo aj indikatívnych meraní.

*Dolnou medzou* na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia je, podľa §6 odseku 9 zákona o ovzduší, ustanovená úroveň znečistenia ovzdušia, pod ktorou možno na hodnotenie kvality ovzdušia použiť matematické modelovanie alebo techniky objektívneho odhadu

## 8. Hodnotenie znečistenia ovzdušia v rámci Slovenskej republiky pre jednotlivé znečisťujúce látky

### *Oxid siričitý*

Na rozdiel od PM, NO<sub>2</sub>, CO a benzo(a)pyrénu sa na emisiách SO<sub>2</sub> podieľajú najmä veľké priemyselné zdroje a systémová energetika (tepelné elektrárne). V roku 2020 nebola v žiadnej aglomerácii ani zóne prekročená limitná hodnota pre priemerné hodinové a denné hodnoty SO<sub>2</sub>. Zároveň sa v tomto roku na monitorovacích staniciach v SR nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu. Merané koncentrácie sú dlhodobo pod limitnou hodnotu. Kritická hodnota na ochranu vegetácie je 20 µg·m<sup>-3</sup> za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto limitná hodnota nebola prekročená v priebehu roku 2020 na žiadnej z EMEP staníc, ani za kalendárny rok, ani za zimné obdobie. Všetky hodnoty boli pod dolnou medzou pre hodnotenie na ochranu vegetácie.

### *Oxid dusičitý*

NO<sub>2</sub> vzniká v ovzduší oxidáciou NO, ktorý je emitovaný z cestnej dopravy a rôznych priemyselných zdrojov. So vzdialenosťou zdroja – napríklad od cestnej komunikácie – sa preto výrazne mení podiel NO/NO<sub>2</sub> v prospech NO<sub>2</sub>. V roku 2020 nebola prekročená ročná limitná hodnota pre NO<sub>2</sub> na žiadnej monitorovacej stanici. Takisto neprišlo k prekročeniu limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre hodinové koncentrácie tejto znečisťujúcej látky. V roku 2020 nenastal ani prípad prekročenia výstražného prahu pre NO<sub>2</sub>. Kritická úroveň znečistenia ovzdušia na ochranu vegetácie (30 µg·m<sup>-3</sup> za kalendárny rok vyjadrená ako NO<sub>x</sub>) nebola v roku 2020 prekročená na žiadnej z EMEP staníc. Hodnoty boli hlboko pod dolnou medzou na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia, ktorá je určená na ochranu vegetácie a prírodných ekosystémov.

### *PM<sub>10</sub>*

Cieľom monitoringu nielen PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, ale aj benzo(a)pyrénu je dostatočne pokrývať územie Slovenska berúc do úvahy možný vplyv rôznych zdrojov znečisťovania ovzdušia. Preto budú postupne pribúdať monitorovacie stanice, ktoré odrážajú aj vplyv vykurovania domácností.

V roku 2020, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, neprišlo na žiadnej monitorovacej stanici k prekročeniu limitnej hodnoty pre priemernú ročnú koncentráciu PM<sub>10</sub>. Prekročenie limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre 24 hodinové koncentrácie sa vyskytlo na jednej automatickej monitorovacej stanici (AMS) (Jelšava, Jesenského) oproti trom AMS v roku 2019 (Košice, Štefánikova; Jelšava, Jesenského a Veľká Ida, Letná), kým v roku 2018 bola okrem týchto troch staníc uvedená limitná hodnota prekročená aj na monitorovacích staniciach Trenčín, Hasičská a Banská Bystrica, Štefánikovo nábregie, t. j. v roku 2018 došlo k prekročeniu 24 hodinovej koncentrácie tejto znečisťujúcej látky na 5 AMS. Vo Veľkej Ide je dominantným znečisťovateľom ovzdušia priemyselný zdroj, ktorého vplyv sa epizodicky prejavuje popri emisiách z cestnej dopravy (týka sa to aj stanice Košice,

Štefánikova). V Jelšave je hlavným zdrojom znečistenia vykurovanie domácností tuhým palivom, pričom blízky priemyselný zdroj tu zohráva menšiu úlohu.

### ***PM<sub>2,5</sub>***

Pre PM<sub>2,5</sub> je stanovená limitná hodnota 20 µg·m<sup>-3</sup> (pre priemernú ročnú koncentráciu), ktorá vstúpila do platnosti 1. 1. 2020. (Vykonávacie rozhodnutie Komisie 2011/850/EU, Príloha 1, bod 5).

V roku 2020 táto hodnota nebola prekročená na žiadnej monitorovacej stanici. Zdravotné dôsledky vyplývajúce zo znečistenia ovzdušia časticami PM závisia od veľkosti aj zloženia tuhých znečisťujúcich látok (častíc) a sú tým závažnejšie, čím sú častice menšie.

### ***Oxid uhoľnatý***

Zdrojom emisií CO sú spaľovacie procesy v priemysle, energetike, vykurovanie domácností a cestná doprava. Na žiadnej z monitorovacích staníc na Slovensku nebola v roku 2020 prekročená limitná hodnota pre CO a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2012 – 2020 je pod dolnou medzou na hodnotenie úrovne znečistenia vonkajšieho ovzdušia. Koncentrácie CO sú dlhodobo pod limitnou hodnotou.

### ***Benzén***

Emisie benzénu pochádzajú z cestnej dopravy, v menšej miere z priemyselných zdrojov.

Najvyššia úroveň benzénu sa v roku 2020 namerala na stanici Krompachy, SNP. Hodnoty priemerných ročných koncentrácií však boli výrazne pod limitnou hodnotou 5 µg·m<sup>-3</sup>.

### ***Ozón***

Problematika troposférického ozónu má regionálny charakter, keďže ozón aj jeho prekursori podliehajú diaľkovému prenosu v horizontálnom aj vertikálnom smere. Situáciu komplikuje aj chemizmus jeho vzniku a degradácie v atmosfére – ozón vzniká za prítomnosti slnečného žiarenia napríklad z oxidu dusnatého (z cestnej dopravy) a prchavých organických uhlíkovodíkov (z rôznych spaľovacích procesov, náterov a rozpúšťadiel, ale aj z biogénnych zdrojov); za prítomnosti oxidu dusnatého sa však ozón rozkladá, preto je v blízkosti frekventovaných ciest väčšinou nízka koncentrácie ozónu. Vyššie koncentrácie je možné namerať na predmestiach, keďže oxid dusnatý rýchlo oxiduje na oxid dusičitý a preto sa vo väčšej vzdialenosti od ciest vyskytuje menej.

Prízemný ozón vzniká pri fotochemických reakciách napríklad z oxidu dusnatého alebo uhoľnatého a prchavých organických látok. Reakcia závisí od intenzity slnečného žiarenia (UV-B časť spektra). Vo vysokých horských polohách (napríklad na Chopku) sú koncentrácie ozónu najvyššie.

Cieľovú hodnotu prízemného ozónu prekročili merania na troch staniciach: Bratislava, Jeséniova; Bratislava, Mamateyova a Chopok, EMEP. V roku 2020 nebol prekročený výstražný ani informačný prah na žiadnej stanici.

### **Ťažké kovy – Pb, As, Ni, Cd**

Limitná (Pb) ani cieľová hodnota týchto ťažkých kovov (As, Cd, Ni) neboli v roku 2020 prekročené. Ich priemerné ročné koncentrácie namerané na staniciach NMSKO sú väčšinou len zlomkom cieľovej, resp. limitnej hodnoty.

### **Benzo(a)pyrén (BaP)**

Cieľová hodnota pre BaP bola prekročená na väčšine monitorovacích staníc. Preto je potrebné tejto znečisťujúcej látke venovať zvýšenú pozornosť. Prekročenie cieľovej hodnoty ( $1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$ ) bolo zaznamenané na staniciach Veľká Ida, Letná; Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.; Banská Bystrica, Zelená.; Žilina, Obežná; Jelšava, Jesenského; Krompachy, SNP a Prievidza, Malonecpalská. Na monitorovacej stanici Ružomberok, Riadok, boli tiež namerané vysoké koncentrácie benzo(a)pyrénu, meranie však začalo v decembri, preto nemôžeme výsledky porovnávať s cieľovou hodnotou, ktorá sa vzťahuje na priemernú ročnú koncentráciu.

Vo Veľkej Ide môžeme prekročenie pripísať priemyselnej činnosti (najmä výrobe koksu) a z časti vykurovaniu domácností. V Jelšave sa prejavil najmä vplyv vykurovania domácností tuhým palivom. Na ostatných staniciach ide o kombináciu vplyvu cestnej dopravy a vykurovania domácností tuhým palivom (situácia je komplikovanejšie pri vykurovaní uhlím). Výrazne zvýšené hodnoty benzo(a)pyrénu bývajú preto obvykle namerané najmä v chladnom polroku na všetkých staniciach s výnimkou Veľkej Idy. Chladnejšie mesiace sú navyše charakteristické častejšie sa vyskytujúcimi teplotným inverziami.

## 9. Návrh vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia v roku 2021

SHMÚ na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v rokoch 2018 – 2020, podľa § 8 ods. 3 Zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov navrhuje aktualizáciu vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia SR na rok 2021.

Oblasti riadenia kvality ovzdušia (ORKO) sa vymedzujú s cieľom identifikovať lokality, na ktoré je potrebné prioritne zamerať opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia. Opatreniami na zlepšenie kvality ovzdušia je potrebné pokryť čo najväčšiu časť územia, kde sa môžu vyskytovať vysoké koncentrácie znečisťujúcich látok.

Keďže monitorovacie stanice nemôžu svojim meraním pokryť celú krajinu s takým členitým terénom, ako má Slovensko, oblasti riadenia kvality ovzdušia, ktoré sú vymedzené podľa meraní, boli doplnené o rizikové oblasti, identifikované na základe matematického modelovania. V rizikových oblastiach sa môžu vyskytovať hlavne vyššie koncentrácie PM a benzo(a)pyrénu.

Vymedzenie rizikových oblastí je komplikovaný problém, preto bolo na ich identifikáciu použitých viacero metód – výstup chemicko-transportného modelu CMAQ s priestorovým rozlíšením 1,6 x 1,6 km a výstup interpolačného modelu RIO s rozlíšením 1 x 1 km. Vyčlenenie rizikových oblastí využíva simulácie vzťahujúce sa na rok 2017, ktorý bol z hľadiska kvality ovzdušia nepriaznivý. Z oboch modelov boli vybrané oblasti s hodnotami priemernej ročnej koncentrácie PM<sub>2,5</sub> vyššími ako 90. percentil z hodnôt vypočítaných (namodelovaných) pre celé územie SR.

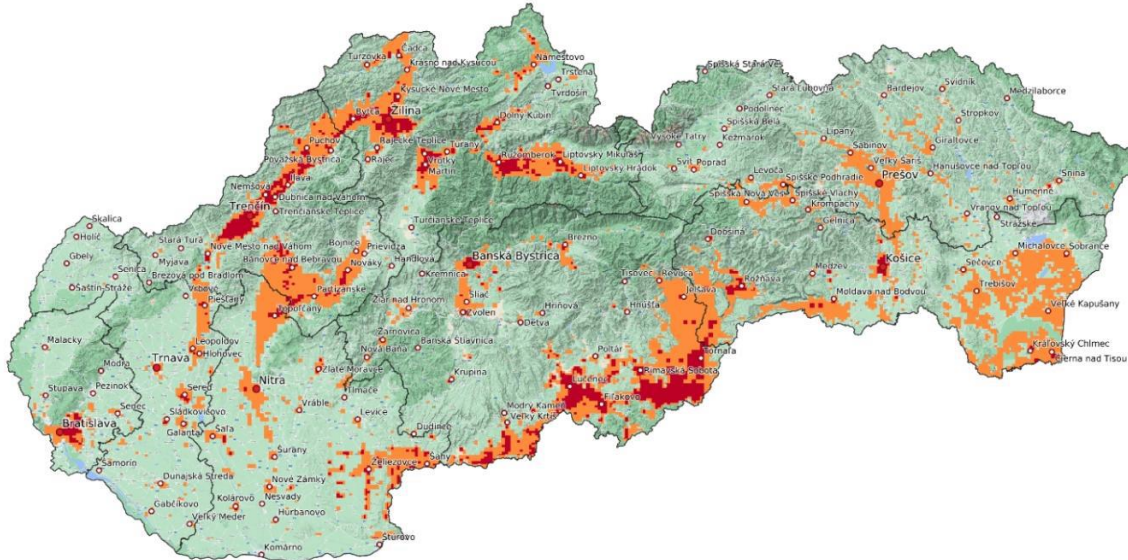
Kvalita ovzdušia môže byť zhoršená aj na miestach, ktoré nemusia žiaden zo spomínaných modelov identifikovať. Dôvody môžu byť rôzne – napr. meteorologické podmienky referenčného roku nie sú pre všetky oblasti úplne reprezentatívne v dlhodobejšom merítke napr. 10 rokov, v súčasnosti dostupné informácie o priestorovom rozložení a množstve emisií najmä z lokálneho vykurovania sa vyznačujú dosť veľkou neurčitou, priestorové rozlíšenie modelov je nedostatočné na zachytenie lokálnych extrémov a pod. Preto boli vymedzené aj oblasti s možným výskytom zhoršenej kvality ovzdušia (Obr. 4). Tieto oblasti pokrývajú miesta, ktoré môžu mať nepriaznivé rozptylové podmienky (priemerná rýchlosť vetra v roku 2020 menšia než 2 m·s<sup>-1</sup> podľa výstupu modelu ALADIN s rozlíšením 2 x 2 km). Ak sa v takejto oblasti vyskytujú zdroje emisií, tieto môžu spôsobovať vyššie koncentrácie znečisťujúcich látok v ovzduší ako rovnaké emisie uvoľnené do ovzdušia na miestach s lepšími roz-ptylovými podmienkami. Táto doplnková metóda tiež nie je úplne reprezentatívna, pretože na určenie priemerných rýchlostí vetra bol použitý iba jeden rok. (Výstupy z modelu ALADIN s takýmto vysokým rozlíšením nie sú dostupné za predchádzajúce roky.)

Nedostupnosť dostatočne podrobných údajov o vykurovaní domácností, ktoré sú dôležitým vstupom pre matematické modely, značne ovplyvňuje neurčitosť vypočítaných koncentrácií. Súčasťou opatrení na zlepšenie kvality ovzdušia by preto malo byť upresňovanie údajov o využívaní rôznych palív pri vykurovaní domácností



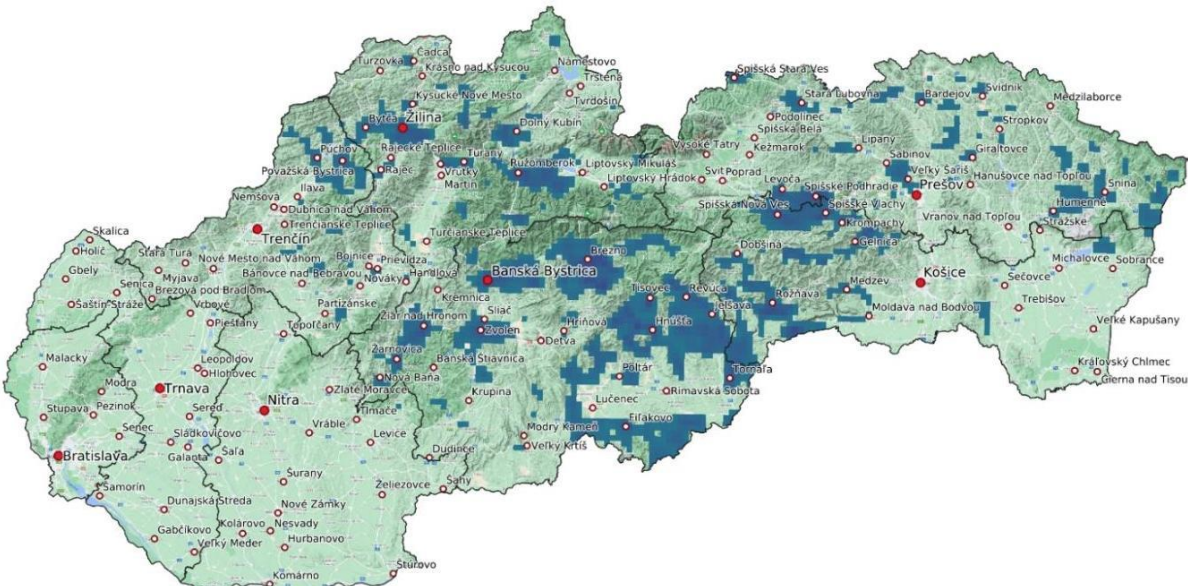
najmä v rizikových oblastiach a v závislosti od miestnych podmienok aj v oblastiach s možným výskytom zhoršenej kvality ovzdušia.

**Obr. 3 Rizikové oblasti vymedzené na základe výsledkov modelovania kvality ovzdušia.**



*Poznámka: Rizikové oblasti boli vymedzené na základe výstupu interpolačného modelu RIO a chemicko-transportného modelu CMAQ. Tmavšou farbou (červenou) sú zvýraznené oblasti, kde sa maximálne koncentrácie na výstupoch oboch modelov prekrývajú, pravdepodobnosť výskytu vyšších koncentrácií PM je tu preto vyššia. Oranžovou farbou sú vyznačené oblasti indikované iba jedným z modelov (CMAQ alebo RIO).*

**Obr. 4 Oblasti s možným výskytom zhoršenej kvality ovzdušia.**



*Poznámka: Ako oblasti s možnou zhoršenou kvalitou vzdušia boli vybrané lokality, kde je priemerná rýchlosť vetra menšia než 2 m·s<sup>-1</sup> (podľa výstupu modelu ALADIN, priestorové rozlíšenie 2 x 2 km). Na mape sú tieto oblasti vyznačené modrou farbou.*

**Tabuľka 10. Oblasť riadenia kvality ovzdušia pre rok 2020, vymedzené na základe merania v rokoch 2018-2020 doplnené o rizikové oblasti ohrozené možnými vysokými koncentraciami PM a BaP na základe matematického modelovania**

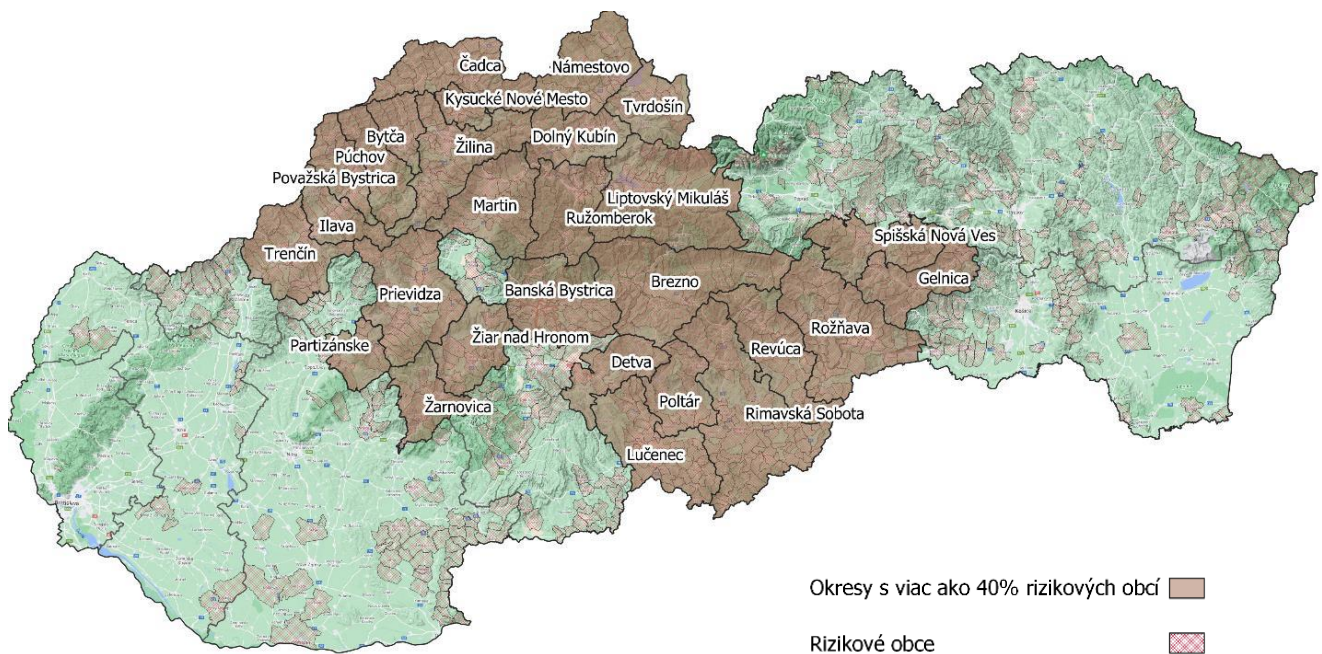
Aglomerácia/zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	AMS a rok prekročenia limitnej/cieľovej hodnoty
Žilinský kraj	Územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM <sub>2,5</sub>	Ružomberok, Riadok 2018 (20,7 µg·m <sup>-3</sup> )
	Územie mesta Žilina	PM <sub>2,5</sub> , BaP	PM <sub>2,5</sub> Žilina, Obežná 2018 (21,7 µg·m <sup>-3</sup> ) BaP Žilina, Obežná 2019-2020)
	V zóne boli určené rizikové oblasti na základe modelovania*	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	

\*Tieto oblasti sú vyznačené na mape rizikových obcí a okresov (Obr. 5)

Poznámka: Koncentrácie PM<sub>2,5</sub> boli hodnotené vzhľadom k limitnej hodnote pre priemernú ročnú koncentráciu, ktorá je platná od 1.1.2020 (20 µg·m<sup>-3</sup>)

Zdroj: SHMÚ

**Obr. 5 Mapa rizikových obcí a okresov**



## **B. PODIEL JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV ZNEČIŠŤOVANIA OVZDUŠIA NA JEHO ZNEČIŠŤOVANÍ**

### ***1. Počet zdrojov znečisťovania ovzdušia v roku 2020.***

V Žilinskom kraji bolo v roku 2020 evidovaných v databáze Národného emisného informačného systému (NEIS) 1584 veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia. Ich členenie podľa okresov je uvedené v tabuľke 11. Hoci sa celkový počet veľkých a stredných zdrojov znižuje, zvyšuje sa počet veľkých zdrojov.

*Tabuľka 11. Počet zdrojov znečisťovania ovzdušia (ZZO) v roku 2020*

Okres	Počet ZZO		
	Veľké zdroje (VZ)	Stredné zdroje (SZ)	Spolu VZ a SZ
1. Bytča	5	49	54
2. Čadca	2	112	114
3. Dolný Kubín	7	130	137
4. Kysucké Nové Mesto	4	97	101
5. Liptovský Mikuláš	6	226	232
6. Martin	15	234	249
7. Námestovo	4	98	102
8. Ružomberok	19	114	133
9. Turčianske Teplice	3	41	44
10. Tvrdošín	4	67	71
11. Žilina	24	323	347
<b>Žilinský kraj spolu</b>	<b>93</b>	<b>1491</b>	<b>1584</b>

*Zdroj: SHMÚ, NEIS*

### ***2. Prehľad emisií základných znečisťujúcich látok v roku 2020***

*Tabuľka 12. Prehľad emisií v Žilinskom kraji za rok 2020 (Emisie t/rok) podľa okresov*

Okres	TZL	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	TOC
Bytča	6,546	8,458	8,521	1,080	12,261
Čadca	3,766	46,198	181,900	37,391	16,550
Dolný Kubín	63,302	454,322	647,796	391,669	21,890
Kysucké Nové Mesto	9,831	43,770	25,910	1,296	9,573

Liptovský Mikuláš	28,170	234,791	288,778	1,554	40,176
Martin	27,483	243,115	116,280	240,024	67,803
Námestovo	14,474	19,943	54,724	11,357	25,836
Ružomberok	117,782	1272,282	712,425	142,447	97,421
Turčianske Teplice	1,907	36,304	32,573	11,934	67,220
Tvrdošín	11,320	25,569	19,713	2,852	32,470
Žilina	109,587	265,770	125,474	142,320	267,915
<b>Žilinský kraj spolu</b>	<b>394,169</b>	<b>2660,521</b>	<b>2214,095</b>	<b>983,924</b>	<b>659,115</b>

Zdroj: SHMU, NEIS

### 3. Emisie základných znečisťujúcich látok zo stacionárnych zdrojov za roky 2018 – 2020\*

Tabuľka 13. Vývoj emisií v Žilinskom kraji za roky 2018 – 2020 (Emisie t/rok)

Rok	TZL	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	TOC
<b>2018</b>	349,175	1515,060	2611,195	2405,205	901,155
<b>2019</b>	358,708	1438,525	2660,550	2326,811	815,168
<b>2020</b>	394,169	2660,521	2214,095	983,924	659,115

\* veľké a stredné zdroje, údaje centrálnej databázy NEIS

**4. Najvýznamnejšie zdroje znečisťovania ovzdušia – pre základné znečisťujúce látky v Žilinskom kraji, ich emisie a podiel na celkových emisiách ZL v kraji a SR (NEIS – veľké a stredné zdroje) za rok 2020.**

*Tabuľka 13.*

TZL			Oxid siričitý - SO <sub>2</sub>		
Prevádzkovateľ Okres	t/rok	(%) Kraj/ SR	Prevádzkovateľ Okres	t/rok	(%) Kraj/SR
Mondi SCP, a.s. Ružomberok	108,11	27,43/4,02	OFZ, a.s. Dolný Kubín	389,80	39,62/3,27
DOLVAP, s.r.o. Žilina	45,17	11,46/1,68	Martinská teplárenská, a.s. Martin	153,32	15,58/1,29
OFZ, a.s. Dolný Kubín	37,17	9,43/1,38	Mondi SCP, a.s. Ružomberok	140,01	14,23/1,17

Oxidy dusíka - NO <sub>x</sub>			Oxid uhoľnatý - CO		
Prevádzkovateľ Okres	t/rok	(%) Kraj/ SR	Prevádzkovateľ Okres	t/rok	(%) Kraj/ SR
Mondi SCP, a.s. Ružomberok	1184,86	44,70/5,23	Mondi SCP, a.s. Ružomberok	610,50	27,57/0,60
OFZ, a.s. Dolný Kubín	416,41	15,71/1,84	OFZ, a.s. Dolný Kubín	596,44	26,94/0,58
Martinská teplárenská, a.s. Martin	204,72	7,72/0,90	LMT, a.s. Liptovský Mikuláš	147,40	6,66/ 0,14

*Zdroj SHMÚ, NEIS*

## **C. INFORMÁCIA O PROGRAMOCH NA ZLEPŠENIE KVALITY OVZDUŠIA**

### **Programy na zlepšenie kvality ovzdušia**

Program na zlepšenie kvality ovzdušia (ďalej len „program“) obsahuje opatrenia dlhodobejšieho charakteru na zlepšenie kvality ovzdušia v oblastiach riadenia kvality ovzdušia na účel dosiahnutia dobrej kvality ovzdušia v určenom čase. Zásady na vypracovanie programu sú ustanovené v § 10 zákona o ovzduší.

Okresný úrad v sídle kraja vypracúva program v oblastiach riadenia kvality ovzdušia, ak sa prekračuje limitná hodnota niektorej znečisťujúcej látky, po prerokovaní s obcou, vyšším územným celkom, prevádzkovateľmi zdrojov, poverenou organizáciou a s dotknutými orgánmi. Okresný úrad v sídle kraja vydá program do 18 mesiacov od uverejnenia zoznamu vymedzených oblastí riadenia kvality ovzdušia.

Program obsahuje najmä:

- a) názov okresného úradu v sídle kraja, ktorý program vydal
- b) informácie o lokalizácii znečistenia ovzdušia
- c) všeobecné informácie o oblasti riadenia kvality ovzdušia
- d) údaje o orgánoch a osobách zodpovedných za realizáciu programu
- e) informácie o pôvode znečistenia ovzdušia vrátane zoznamu zdrojov ovplyvňujúcich kvalitu ovzdušia v danej lokalite
- f) informácie a podrobnosti opatreniach, ktoré už boli zrealizované na zlepšenie kvality ovzdušia
- g) informácie a podrobnosti o plánovaných opatreniach na zlepšenie kvality ovzdušia aj termínoch ich realizácie

V Žilinskom kraji boli vypracované 2 programy na zlepšenie kvality ovzdušia pre vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia

- Program na zlepšenie kvality ovzdušia v oblasti riadenia kvality ovzdušia – územie mesta Žilina
- Program na zlepšenie kvality ovzdušia v oblasti riadenia kvality ovzdušia – územie mesta Ružomberok a obce Likavka

Programy sú zverejnené na webovej stránke Okresného úradu Žilina, adresa:

<https://www.minv.sk > okresny-urad-zilina>

Boli vypracované podľa hodnotenia kvality ovzdušia pre rok 2013. Opatrenia uskutočňujú jednak prevádzkovatelia zahrnutí v programe, orgány samosprávy a nimi riadené organizácie, ako aj orgány štátnej správy.

## **D. INFORMÁCIA O AKČNÝCH PLÁNOCH**

Podľa ustanovenia §11 zákona o ovzduší, ak v aglomerácii alebo zóne existuje riziko, že úroveň znečistenia ovzdušia prekročí výstražný prah, limitnú hodnotu (LH), limitnú hodnotu vrátane príslušnej medze tolerancie v období jej platnosti alebo cieľovú hodnotu, okresný úrad v sídle kraja v spolupráci s dotknutými subjektmi vypracuje akčný plán, ktorý obsahuje krátkodobé opatrenia.

Opatrenia sa musia vykonať na zníženie rizika vzniku prekročenia daných hodnôt a na obmedzenie trvania tohto stavu. Akčné plány obsahujú identifikáciu činností a zdrojov znečisťovania ovzdušia, ktoré prispievajú alebo môžu prispievať k prekročovaniu limitných hodnôt tuhých častíc PM<sub>10</sub>, krátkodobé opatrenia na regulovanie činností a zdrojov znečisťovania ovzdušia a mechanizmus ich uplatňovania. V súvislosti s prekročením LH PM<sub>10</sub> sú dotknuté organizácie vyzývané, aby prijali nevyhnutné opatrenia na obmedzenie prašnosti.

Okresný úrad v sídle kraja v spolupráci s dotknutými subjektmi vypracoval akčné plány pre oblasti riadenia kvality ovzdušia – územie mesta Žilina a územie mesta Ružomberok a obce Likavka.

Tieto akčné plány obsahujú krátkodobé opatrenia, ktoré sa musia vykonať tam, kde je riziko prekročenia limitných hodnôt častíc PM<sub>10</sub>, aby sa riziko znížilo a obmedzilo trvanie výskytu.

V Žilinskom kraji boli vydané tieto akčné plány vyhláškou:

- Všeobecne záväzná vyhláška Obvodného úradu životného prostredia Žilina č. 1/2013, zo dňa 21.02.2013, ktorou sa vydáva Akčný plán na zabezpečenie kvality ovzdušia pre oblasť riadenia kvality ovzdušia katastrálne územie mesta Žilina a znečisťujúcu látku PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>
- Všeobecne záväzná vyhláška Obvodného úradu životného prostredia Žilina č. 2/2013, zo dňa 21.02.2013, ktorou sa vydáva Akčný plán na zabezpečenie kvality ovzdušia pre oblasť riadenia kvality ovzdušia katastrálne územie mesta Ružomberok a obce Likavka a znečisťujúcu látku PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>

Vyhlášky sú zverejnené na webovom sídle Okresného úradu Žilina, odboru starostlivosti o životné prostredie <https://www.minv.sk> > [okresny-urad-zilina](https://www.minv.sk)