



SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Odbor Monitorovanie kvality ovzdušia

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

2017

Verzia 1
Bratislava, november 2018

AIR POLLUTION ASSESSMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC – 2017

RESUME

Slovak air protection legislation is fully identical with the relevant EU legislation. The results of air pollution monitoring in Slovakia in 2017 are summarized in the presented report.

Content

1. *Partition of the Slovak territory – Status to 31. 12. 2017*
 - 1.1 *Zones and agglomerations*
 - 1.2 *List of zones and agglomerations*
 - 1.3 *List of air quality management areas*
2. *Monitoring network – Status in 2017*
3. *Air pollution assessment in zones and agglomerations*
 - 3.1 *Introduction*
 - 3.2 *Agglomerations and zones for SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzene and CO*
 - 3.2.1 *Agglomeration Bratislava*
 - 3.2.2 *Agglomeration Košice*
 - 3.2.3 *Zone – Banská Bystrica Region*
 - 3.2.4 *Zone – Bratislava Region*
 - 3.2.5 *Zone – Košice Region*
 - 3.2.6 *Zone – Nitra Region*
 - 3.2.7 *Zone – Prešov Region*
 - 3.2.8 *Zone – Trenčín Region*
 - 3.2.9 *Zone – Trnava Region*
 - 3.2.10 *Zone – Žilina Region*
 - 3.3 *Agglomeration and zone for Pb, As, Cd, Ni, BaP and O₃*
 - 3.3.1 *Agglomeration Bratislava*
 - 3.3.2 *Zone Slovakia*
 - 3.4 *Summary*
4. *Ground level ozone*
 - 4.1 *Results*
 - 4.2 *Summary*
5. *Results of air pollution modelling completed to 31. 12. 2017*
 - 5.1 *Description of the applied models*
 - 5.2 *Results*
 - 5.3 *Summary*
6. *Air quality assessment - conclusions*
 - 6.1 *Proposal of the air quality management areas for 2018*
 - 6.2 *Summary of the air quality assessment according to the requirements of Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe.*

Annex 1 Monitoring network – meta data

The territory of Slovakia was delimited into 8 zones (identical with the administrative regions) and 2 agglomerations (the largest cities Bratislava and Košice). In 2017 the 12 air quality management areas (Fig. 1.1) were specified, which totally include 1 444 km² and 1 141 561 inhabitants (21% of population). The national air pollution monitoring network in Slovakia is maintained by the Slovak Hydrometeorological Institute (SHMÚ). In 2017, it consisted of 38 monitoring stations, 4 of them are rural stations belonging to the EMEP monitoring network (Tab. 2.1). The monitoring network was built in accordance with the rules given in EU directives.

The results of measurements in 2017 are summarised in Tab. 3.1–3.14. With respect to limit values the main problem in Slovakia is represented by the high level of PM₁₀ concentrations. The daily limit values was exceeded more frequently than 35 days at 12 stations. The limit value for PM_{2,5} was exceeded at two stations. However, it should be emphasized that long-range transboundary transport in Slovakia plays very important role resulting in high regional background PM concentrations. The SO₂ limit values and alert threshold were not exceeded at any station (Tab. 3.5). NO₂ concentrations did not exceed annual limit at any station. The CO concentrations were below the lower assessment threshold at all monitoring stations. The annual average concentrations of benzene were below the limit value 5 µg.m⁻³. Ground level ozone data are summarized in Chapter 4. Ozone represents a specific problem in Slovakia. The concentration level is mostly controlled by the downward mixing and transboundary transport (advective type). The ozone target values (25 days, three years average) was overstepped at 3 stations, and the AOT40 (five years average) was overstepped at 4 stations. The ground level ozone alert information threshold to the public was exceeded 6 times in 2017. The national ozone level reduction potential is very small.

In Chapter 5 some results of air pollution modelling are presented. Two models were developed or modified at SHMÚ for the use in Slovakia:

- CEMOD for countrywide modelling of SO₂, NO_x, NO₂, CO and benzene (combination of Gaussian and segment approaches, linear SO₂ chemistry, NO_x chemistry according German TA Luft, empirical CO/benzene ratios).
- IDWA (3D anisotropic inverse distance interpolation, empirical altitude dependence function of concentrations based on background measurements) for countrywide modelling of PM₁₀, PM_{2,5} and heavy metals.

In Chapter 6 the classification of zones and agglomerations and specification of air quality management areas for 2018, based on 2017 monitoring and modelling results, are presented. Detailed meta data for all monitoring stations is given in ANNEX I.

OBSAH

ÚVOD.....	7
1 POPIS ÚZEMIA – STAV K 31. 12. 2017	7
1.1 Rozdelenie územia.....	7
1.2 Zoznam aglomerácií a zón	7
1.3 Zoznam oblastí riadenia kvality ovzdušia	8
2 STAV MONITOROVACEJ SIETE V ROKU 2017	17
3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ Z MONITOROVACÍCH STANÍC	24
3.1 Úvod.....	24
3.2 Aglomerácie a zóny pre SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , benzén a CO	24
3.2.1 Aglomerácia Bratislava.....	24
3.2.2 Aglomerácia Košice.....	24
3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj	24
3.2.4 Zóna Bratislavský kraj	24
3.2.5 Zóna Košický kraj	24
3.2.6 Zóna Nitriansky kraj.....	24
3.2.7 Zóna Prešovský kraj.....	25
3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj.....	25
3.2.9 Zóna Trnavský kraj.....	25
3.2.10 Zóna Žilinský kraj	25
3.3 Aglomerácia a zóna pre Pb, As, Cd, Ni, BaP, Hg a O ₃	25
3.3.1 Aglomerácia Bratislava.....	25
3.3.2 Zóna Slovensko	25
3.4 Zhrnutie	26
4 PRÍZEMNÝ OZÓN.....	34
4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní.....	35
4.2 Záver	39
5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31.12.2017	40
5.1 Použité metódy a ich stručný popis	40
5.2 Výsledky a výstupy	43
5.3 Záver	60
6 HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA – ZÁVER.....	61
6.1 Návrh vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia na rok 2018.....	61
6.2 Hodnotenie kvality ovzdušia v členení podľa zón a aglomerácií podľa požiadaviek Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/50/ES	63

PRÍLOHA 1 – Meracie stanice monitorovacích sietí kvality ovzdušia

ÚVOD

Kvalitu ovzdušia vo všeobecnosti určuje obsah znečisťujúcich látok vo vonkajšom ovzduší. V § 6 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov je stanovený postup pre jej hodnotenie. Kritériá kvality ovzdušia (limitné a cieľové hodnoty, medze tolerancie, horné a dolné medze na hodnotenie a ďalšie) sú uvedené vo vyhláske MŽP SR č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhláske č. 296/2017 Z. z. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) na staniách Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia (NMSKO), ktorej súčasťou sú aj 4 stanice s monitorovacím programom EMEP. V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania.

1 POPIS ÚZEMIA – STAV K 31. 12. 2017

1.1 Rozdelenie územia

Na základe výsledkov hodnotenia z roku 2016 súlade s § 8 ods. 3 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov, SHMÚ, ako poverená organizácia, navrhol na rok 2017 12 oblastí riadenia kvality ovzdušia v 6 zónach a v 2 aglomeráciách. Vymedzené oblasti zaberajú rozlohu 1 444 km². Na tomto území v roku 2017 žilo 1 141 561 obyvateľov, čo predstavuje 21 % z celkového počtu obyvateľov SR (5 443 120).

1.2 Zoznam aglomerácií a zón

V Prílohe č. 11 k vyhláske č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhláske č. 296/2017 Z. z. je uvedený zoznam aglomerácií a zón nasledovne:

- I. pre oxid siričitý, oxid dusičitý a oxidy dusíka, častice PM₁₀, častice PM_{2,5}, benzén a oxid uhoľnatý

AGLOMERÁCIE	Vymedzenie územia
BRATISLAVA	územie hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy
KOŠICE	územie mesta Košice

Zóny	Vymedzenie územia
Banskobystrický kraj	územie kraja
Bratislavský kraj	územie kraja okrem územia hlavného mesta SR Bratislavy
Košický kraj	územie kraja okrem územia mesta Košíc
Nitriansky kraj	územie kraja
Prešovský kraj	územie kraja
Trenčiansky kraj	územie kraja
Trnavský kraj	územie kraja
Žilinský kraj	územie kraja

- II. pre arzén, kadmium, nikel, olovo, polycyklické aromatické uhľovodíky, ortuť a ozón

AGLOMERÁCIE	Vymedzenie územia
BRATISLAVA	územie hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy

Zóny	Vymedzenie územia
Slovensko	územie Slovenskej republiky okrem územia hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy

1.3 Zoznam oblastí riadenia kvality ovzdušia

V roku 2017 bolo na Slovensku 12 oblastí riadenia kvality ovzdušia (Obr. 1.1).

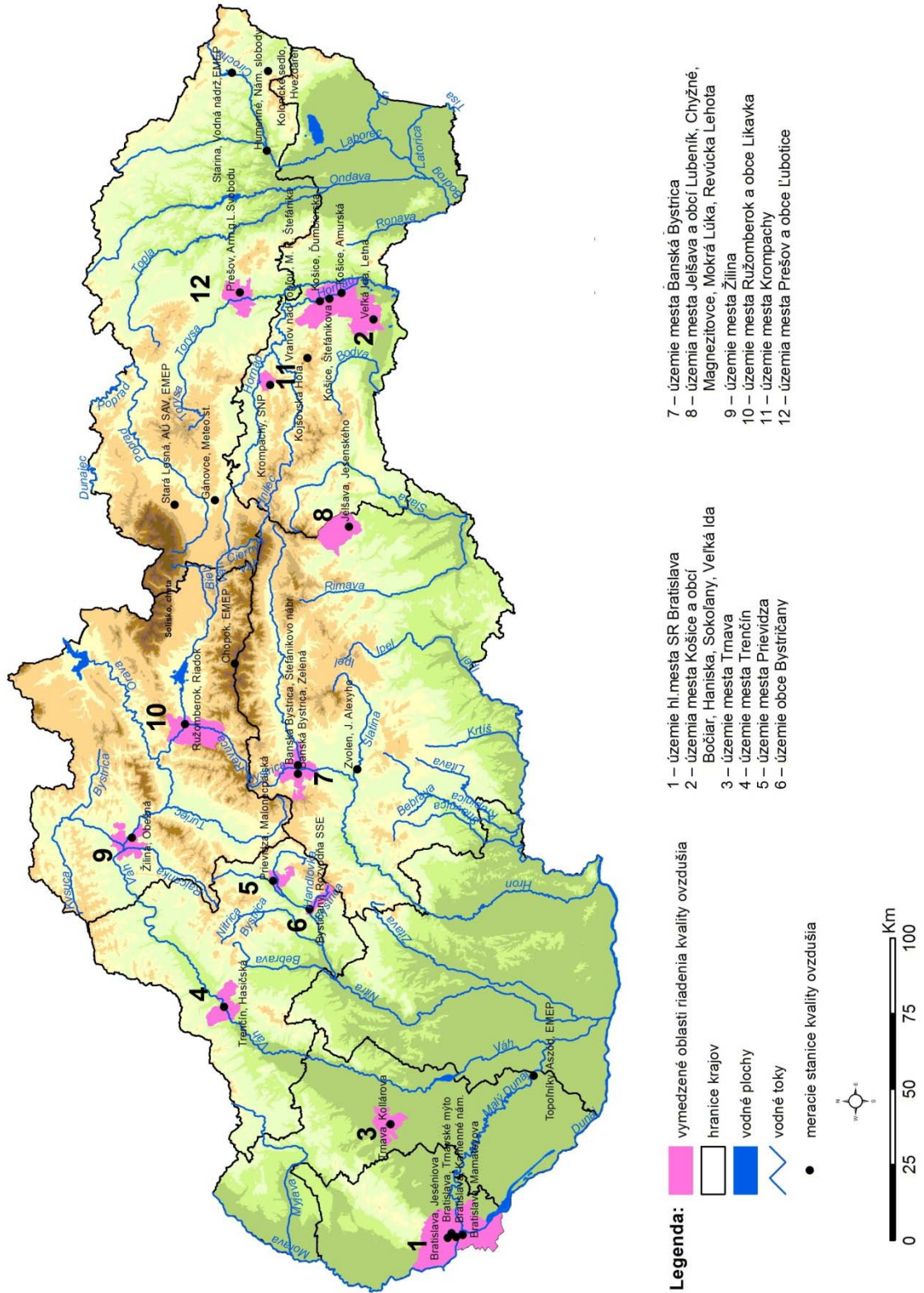
AGLOMERÁCIA Zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	Plocha [km ²]	Počet ¹⁾ obyvateľov
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀ , NO ₂ , BaP	368	429 564
KOŠICE Košícký kraj	územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokofany, Veľká Ida	PM ₁₀ , BaP	302	245 892
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀	103	78 484
	územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrú Lúka, Revúcka Lehota	PM ₁₀	109	6 261
Košický kraj	územie mesta Krompachy	PM ₁₀ , BaP	23	8 828
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce Ľubotice	PM ₁₀ , NO ₂	79	92 530
Trenčiansky kraj	územie mesta Prievidza	BaP	43	46 408
	obec Bystričany	PM ₁₀	38	1 801
	územie mesta Trenčín	PM ₁₀	82	55 537
Trnavský kraj	územie mesta Trnava	NO ₂	72	65 382
Žilinský kraj	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀	145	29 896
	územie mesta Žilina	PM ₁₀	80	80 978

* PM₁₀ – častice s aerodynamickým priemerom rovným alebo menším ako 10 μm

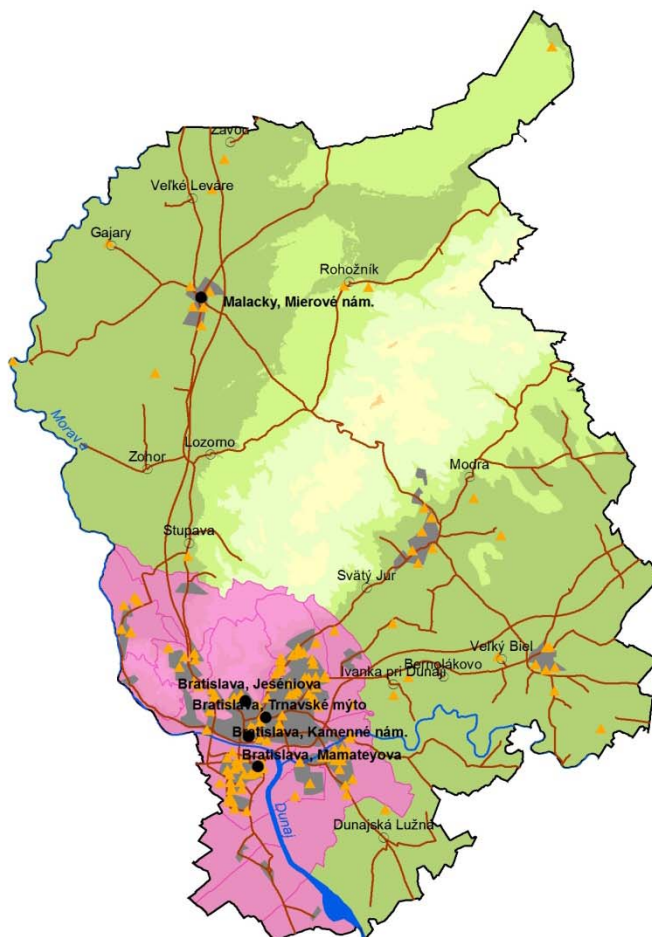
** PM_{2,5} – častice s aerodynamickým priemerom rovným alebo menším ako 2,5 μm

1) Stav k 31. 12. 2017






Obr. 1.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2017

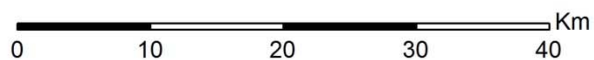


AGLOMERÁCIA BRATISLAVA a Zóna Bratislavský kraj

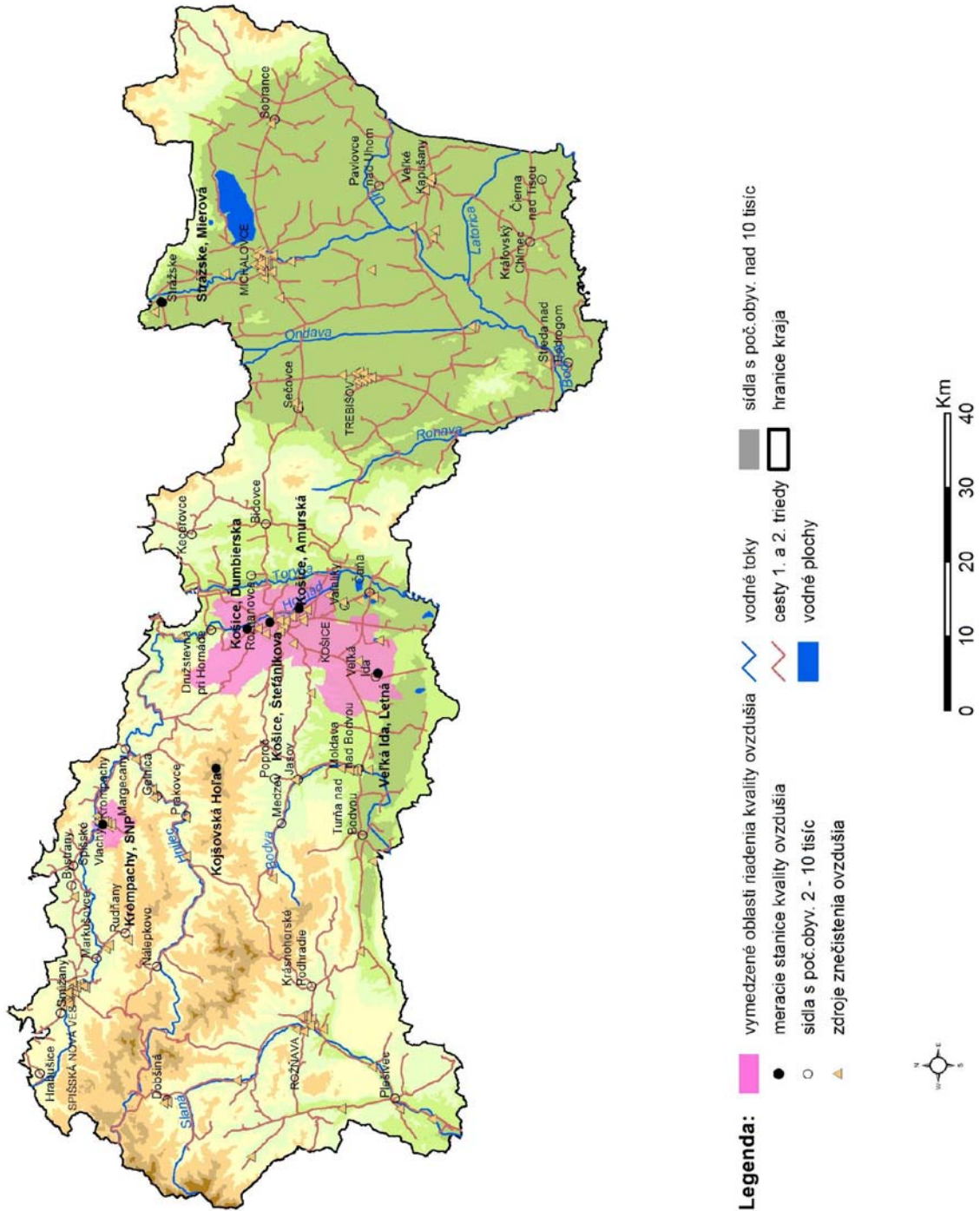


Legenda:

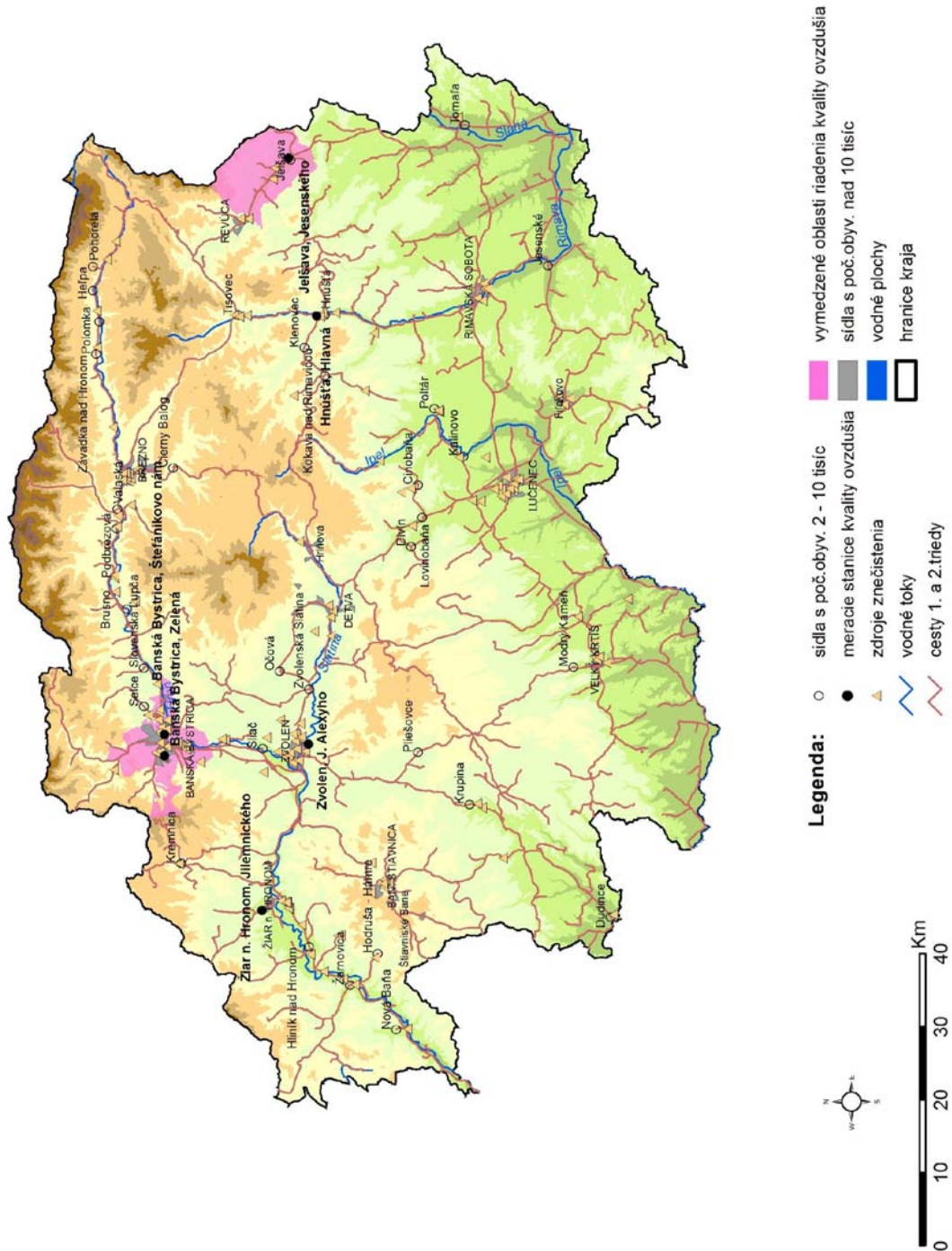
- | | | |
|---|---|--|
|  vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia |  zdroje znečistenia ovzdušia |  sídla s poč.obyv. nad 10 tisíc |
|  meracie stanice kvality ovzdušia |  vodné toky |  vodné plochy |
|  sídla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc |  cesty 1. a 2.triedy |  hranice kraja |



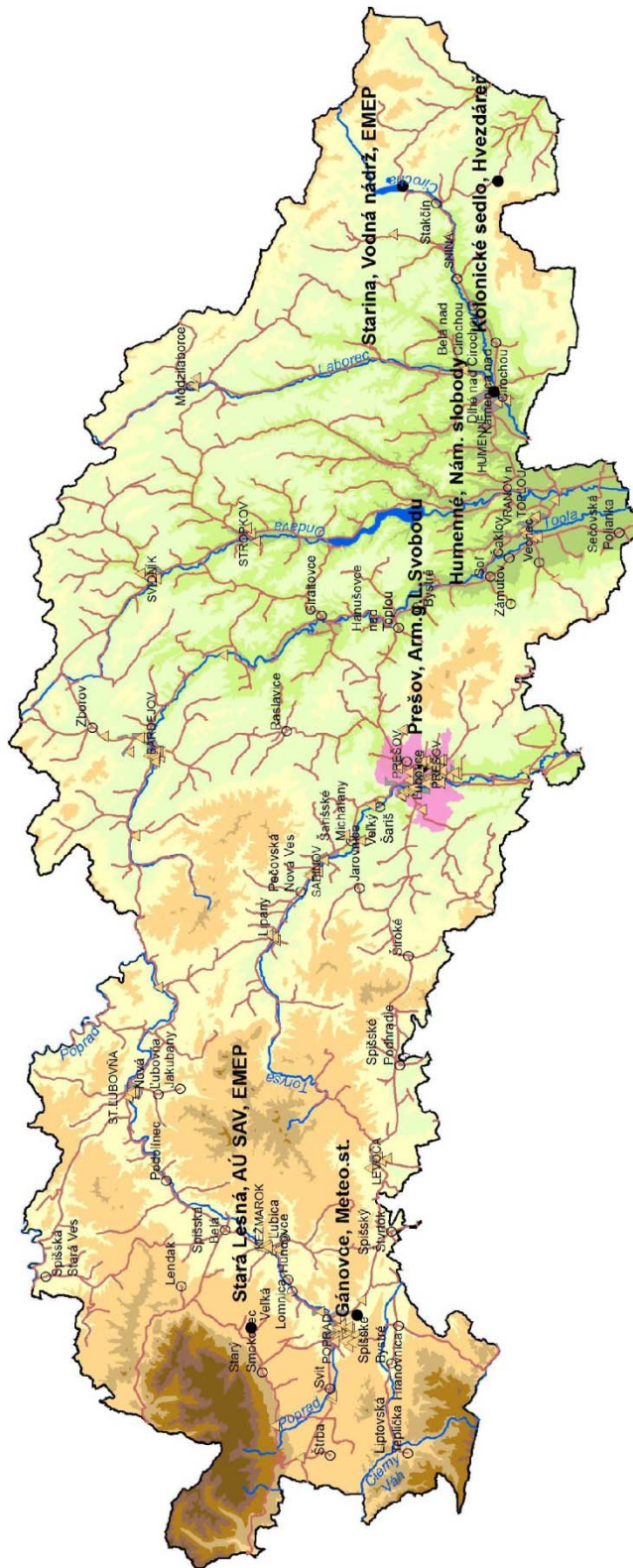
AGLOMERÁCIA KOŠICE a Zóna Košický kraj



Zóna Banskobystrický kraj



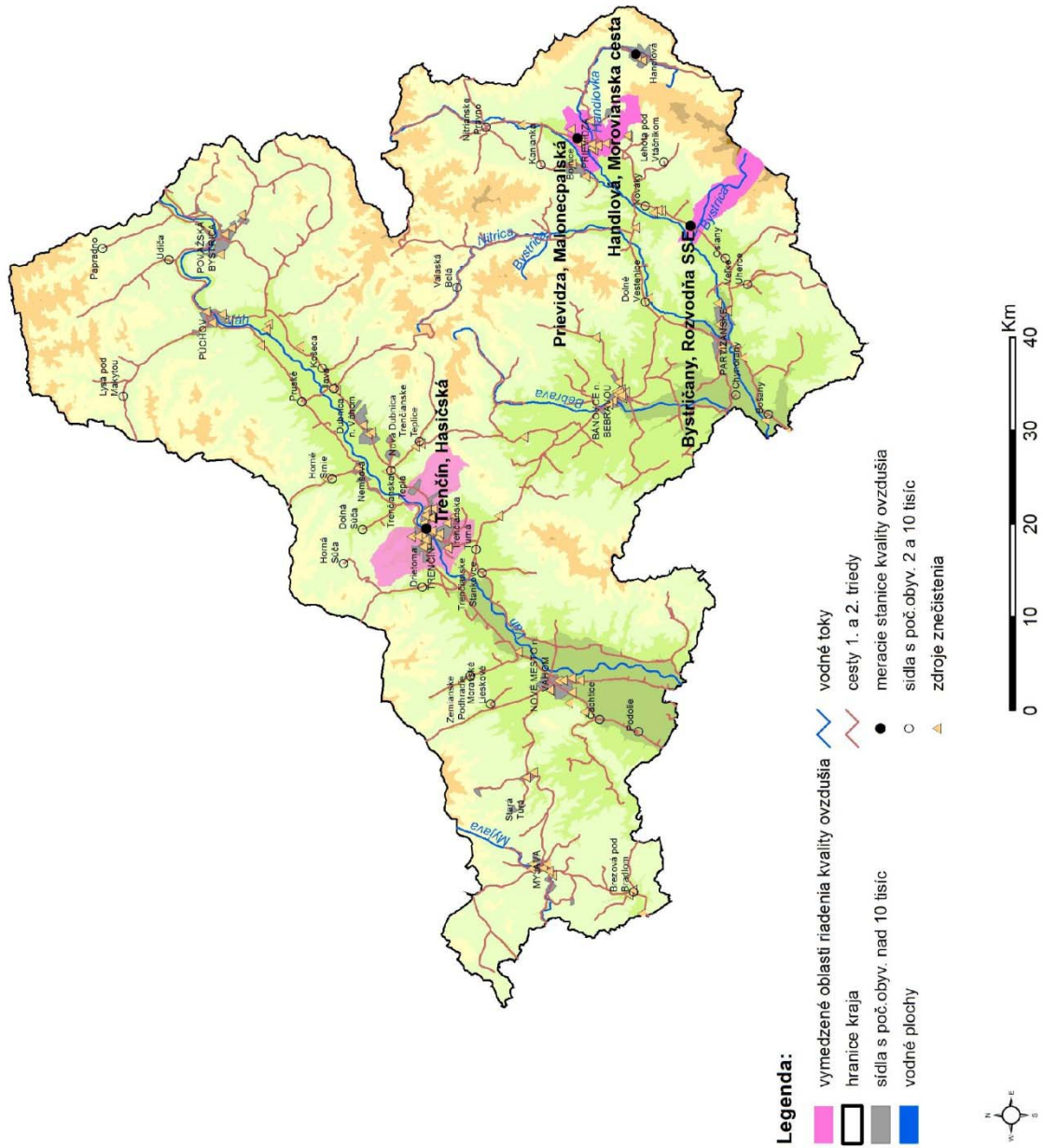
Zóna Prešovský kraj



- Legenda:**
- meracie stanice kvality ovzdušia
 - sídlá s poč. obyv. 2. - 10. tisíc
 - ▲ zdroje znečistenia ovzdušia
 - vodné toky
 - cesty 1. a 2. triedy
 - vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia
 - vodné plochy
 - sídlá s poč. obyv. nad 10 tisíc
 - hranice kraja



Zóna Trenčiansky kraj

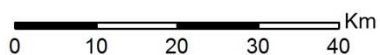


Zóna Trnavský kraj

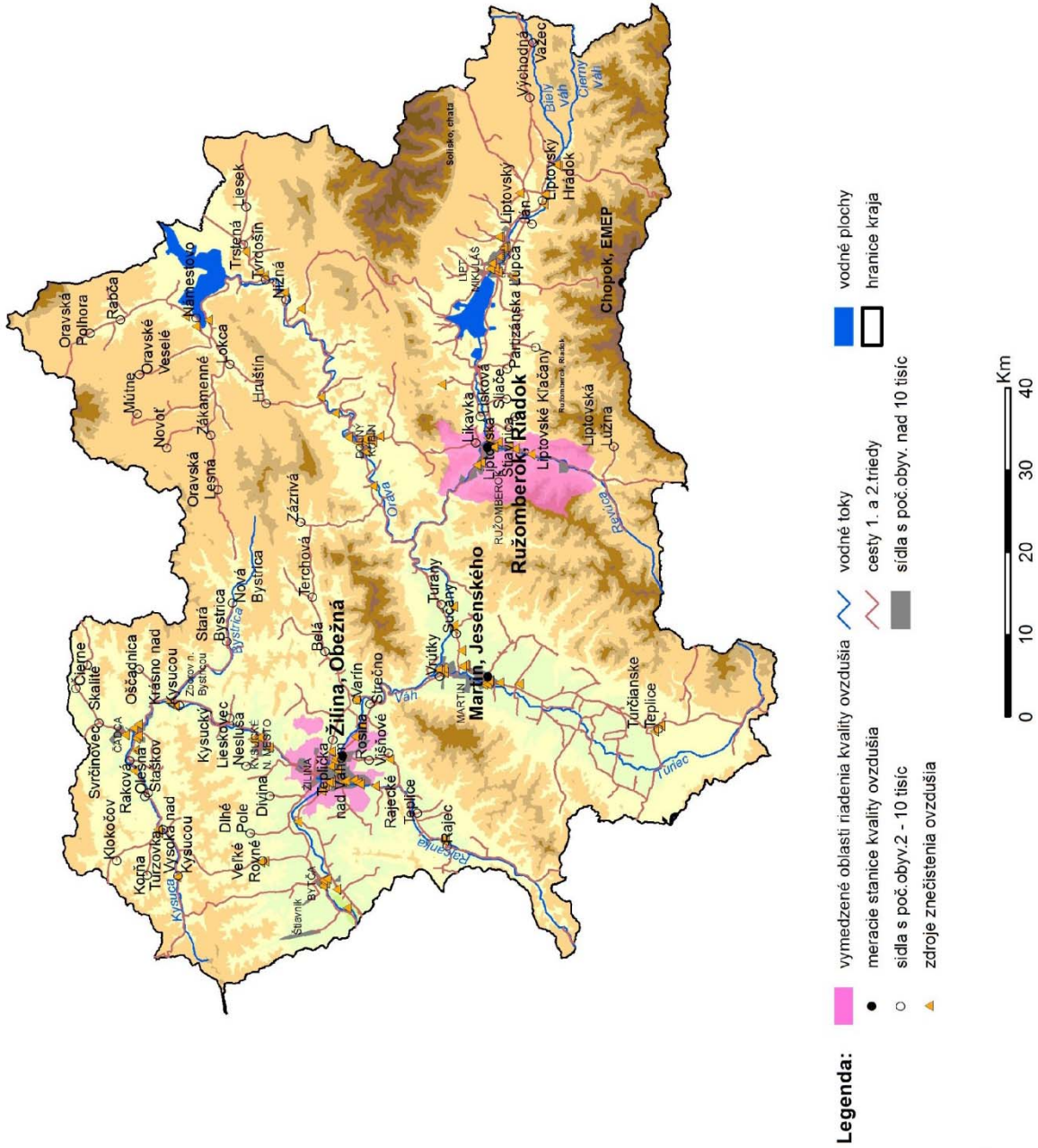


Legenda:

- | | | | |
|---|---|--|--------------------------------|
| | vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia | | cesty 1. a 2. triedy |
| | meracie stanice kvality ovzdušia | | vodné plochy |
| | sidla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc | | sidla s poč.obyv. nad 10 tisíc |
| | zdroje znečistenia | | hranice kraja |
| | vodné toky | | |



Zóna Žilinský kraj



2 STAV MONITOROVACEJ SIETE V ROKU 2017

Tab. 2.1 Monitorovacie siete kvality ovzdušia v SR podľa vlastníkov – stav v roku 2017
(umiestnenie staníc v aglomeráciách a zónach, kódy staníc, názvy staníc, ich charakteristika a zemepisné súradnice).

Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (NMSKO) – vlastník SHMÚ

	Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
BRATISLAVA	Bratislava I	SK0004A	Bratislava Kamenné nám.	U	B	17°06'48"	48°08'41"	139
	Bratislava III	SK0002A	Bratislava Trnavské mýto	U	T	17°07'43"	48°09'30"	136
	Bratislava III	SK0048A	Bratislava Jeséniova	S	B	17°06'22"	48°10'05"	287
	Bratislava V	SK0001A	Bratislava Mamateyova	U	B	17°07'32"	48°07'30"	138
KOŠICE	Košice I	SK0015A	Košice Amurská	U	B	21°17'11"	48°41'28"	201
	Košice I	SK0267A	Košice Štefánikova	U	T	21°15'33"	48°43'34"	209
	Košice I	SK0016A	Košice Ďumbierska	S	B	21°14'42"	48°45'11"	240
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica	SK0214A	Banská Bystrica Štefánikovo nábr.	U	T	19°09'16"	48°44'07"	346
	Banská Bystrica	SK0236A	Banská Bystrica Zelená	U	B	19°06'55"	48°44'00"	425
	Revúca	SK0025A	Jelšava Jesenského	U	B	20°14'26"	48°37'52"	289
	Rimavská Sobota	SK0022A	Hnúšťa Hlavná	U	B	19°57'06"	48°35'02"	320
	Zvolen	SK0262A	Zvolen J. Alexyho	U	B	19°09'24"	48°33'29"	321
	Žiar nad Hronom	SK0268A	Žiar nad Hronom Jilemnického	U	B	18°50'32"	48°35'58"	296
Bratislavský kraj	Malacky	SK0407A	Malacky Mierove nám.	U	T	17°01'11"	48°26'12"	197
Košický kraj	Gelnica	SK0042A	Kojšovská hoľa	R	B	20°59'13"	48°46'57"	1253
	Košice okolie	SK0018A	Veľká Ida Letná	S	I	21°10'30"	48°35'32"	209
	Michalovce	SK0030A	Strážske Mierová	U	B	21°50'15"	48°52'26"	133
	Spišská Nová Ves	SK0267A	Krompachy SNP	U	T	20°25'26"	48°54'57"	372
Nitriansky kraj	Nitra	SK0269A	Nitra Štúrova	U	T	18°04'10"	48°18'00"	143
	Nitra	SK0134A	Nitra Janíkovce	U	B	18°08'27"	48°17'00"	149
Prešovský kraj	Humenné	SK0037A	Humenné Nám. slobody	U	B	21°54'50"	48°55'51"	160
	Kežmarok	SK0004R	Stará Lesná AÚ SAV, EMEP	R	B	20°17'28"	49°09'10"	808
	Poprad	SK0041A	Gánovce Meteo.st.	R	B	20°19'24"	49°02'05"	706
	Prešov	SK0266A	Prešov , Arm. gen. L. Svobodu	U	T	21°16'03"	48°59'36"	252
	Snina	SK0006R	Starina Vodná nádrž, EMEP	R	B	22°15'35"	49°02'32"	345
	Snina	SK0406A	Kolonické sedlo Hvezdáreň	R	B	22°16'25"	48°56'06"	431
	Vranov nad Topľou	SK0031A	Vranov nad Topľou M. R. Štefánika	U	B	21°41'15"	48°53'11"	133

	Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
Trenčiansky kraj	Prievidza	SK0013A	Bystričany Rozvodňa SSE	S	B	18°30'51"	48°40'01"	261
	Prievidza	SK0027A	Handlová Morovianska cesta	U	B	18°45'23"	48°43'59"	448
	Prievidza	SK0050A	Prievidza Malonecpalská	U	B	18°37'40"	48°46'58"	276
	Trenčín	SK0047A	Trenčín Hasičská	U	T	18°02'28"	48°53'47"	214
Trnavský kraj	Dunajská Streda	SK0007R	Topoľníky Aszód, EMEP	R	B	17°51'38"	47°57'36"	113
	Senica	SK0021A	Senica Hviezdoslavova	U	T	17°21'48"	48°40'50"	212
	Trnava	SK0045A	Trnava Kollárova	U	T	17°35'06"	48°22'16"	152
Žilinský kraj	Liptovský Mikuláš	SK0002R	Chopok EMEP	R	B	19°35'32"	48°56'38"	2008
	Martin	SK0039A	Martin Jesenského	U	T	18°55'17"	49°03'35"	383
	Ružomberok	SK0008A	Ružomberok Riadok	U	B	19°18'10"	49°04'44"	475
	Žilina	SK0020A	Žilina Obežná	U	B	18°46'15"	49°12'41"	356

Monitorovacie stanice ostatných prevádzkovateľov – veľkých zdrojov znečistenia ovzdušia (VZZO)

	Okres	Názov stanice	Vlastník	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
BRATISLAVA	Bratislava II	Bratislava Vičie Hrdlo	Slovnaft, a.s., Bratislava	S	I	17°10'10"	48°08'00"	134
	Bratislava II	Bratislava Pod. Biskupice	Slovnaft, a.s., Bratislava	U	B	17°12'20"	48°08'05"	132
KOŠICE	Košice II	Košice USS Haniska	U.S. Steel, s.r.o.	U	B	20°28'33"	48°30'40"	121
	Košice II	Košice Poľov	U.S. Steel, s.r.o.	U	B	21°11'54"	48°39'40"	270
Bratislavský kraj	Senec	Rovinka	Slovnaft, a.s., Bratislava	S	B	17°13'40"	48°06'15"	133
Košický kraj	Košice - okolie	Veľká Ida	U.S. Steel, s.r.o.	S	I	20°18'23"	48°33'24"	205
	Trebišov	Leles	Slovenské elektrárne, a.s.	S	B	22°01'24"	48°27'46"	98
Nitriansky kraj	Šaľa	Trnovec nad Váhom	Duslo, a.s., Šaľa	S	B	17°55'44"	48°09'00"	122
Trenčiansky kraj	Prievidza	Oslany	Slovenské elektrárne, a.s.	S	B	18°28'10"	48°37'59"	228
Žilinský kraj	Ružomberok	Ružomberok	Supra SCP, Ružomberok	U	I	19°19'11"	49°04'43"	462

Typ oblasti: U – mestská, S – predmestská, R – vidiecka
 Typ stanice: B – pozad'ová, I – priemyselná, T – dopravná

Merací program v monitorovacích sieťach kvality ovzdušia v SR v roku 2017

Tab. 2.2 Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (vlastník SHMÚ).

	Názov stanice	Kontinuálne							Manuálne	
		PM ₁₀	PM _{2,5}	Oxidy dusíka NO, NO ₂ , NO _x	Oxid siričitý SO ₂	Ozón O ₃	Oxid uhoľnatý CO	Benzén	Ťažké kovy As, Cd, Ni, Pb	Polyaromatické uhľovodíky BaP
Bratislava	Bratislava, Kamenné nám	x	x							
	Bratislava, Trnavské mýto	x		x			x	x	x	x
	Bratislava, Jeséniova	x	x	x		x				
	Bratislava, Mamateyova	x	x	x	x	x				
	Spolu 4 stanice	4	3	3	1	2	1	1	1	1
Košice	Košice, Amurská	x	x							
	Košice, Štefánikova	x	x	x	x		x	x		
	Košice, Ďumbierska					x				
	Spolu 3 stanice	2	2	1	1	1	1	1		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	x	x	x	x		x	x	x	x
	Banská Bystrica, Zelená	x	x	x		x				
	Jelšava, Jesenského	x	x	x		x				
	Hnúšťa, Hlavná	x	x							
	Žiar nad Hronom, Jilemnického	x	x							
	Zvolen, J. Alexyho	x	x							
Spolu 6 staníc	6	6	3	1	2	1	1	1	1	
Bratislavský kraj	Malacky, Mierové nám.	x	x	x	x		x	x		
	Spolu 1 stanica	1	1	1	1		1	1		
Košický kraj	Kojšovská hoľa			x		x				
	Veľká Ida, Letná	x	x				x		x	x
	Strážske, Mierová	x	x							
	Krompachy, SNP	x	x	x	x		x	x		
	Spolu 4 stanice	3	3	2	1	1	2	1	1	1
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	x	x	x	x		x	x		x
	Nitra, Janikovce	x	x	x		x				
	Spolu 2 stanice	2	2	2	1	1	1	1		1
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody	x	x	x		x				
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	x	x	x		x				
	Gánovce, Meteo. st.			x		x				
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	x	x	x			x	x		
	Starina, Vodná nádrž, EMEP			x		x				
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	x	x		x					
	Kolonické sedlo	x	x							
Spolu 7 staníc	5	5	5	1	4	1	1			
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	x	x	x	x	x				
	Bystričany, Rozvodňa SSE	x	x		x					
	Handlová, Morovianska cesta	x	x		x					
	Trenčín, Hasičská	x	x	x	x		x	x		
	Spolu 4 stanice	4	4	2	4	1	1	1		
Trnavský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP	x	x	x	x	x				
	Senica, Hviezdoslavova	x	x		x					
	Trnava, Kollárova	x	x	x			x	x		
	Spolu 3 stanice	3	3	2	2	1	1	1		
Žilinský kraj	Chopok, EMEP			x		x				
	Martín, Jesenského	x	x	x			x	x		
	Ružomberok, Riadok	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Žilina, Obežná	x	x	x		x	x			
	Spolu 4 stanice	3	2	4	1	2	3	2	1	
NMSKO spolu 38 monitorovacích staníc		33	32	25	14	16	13	11	4	4

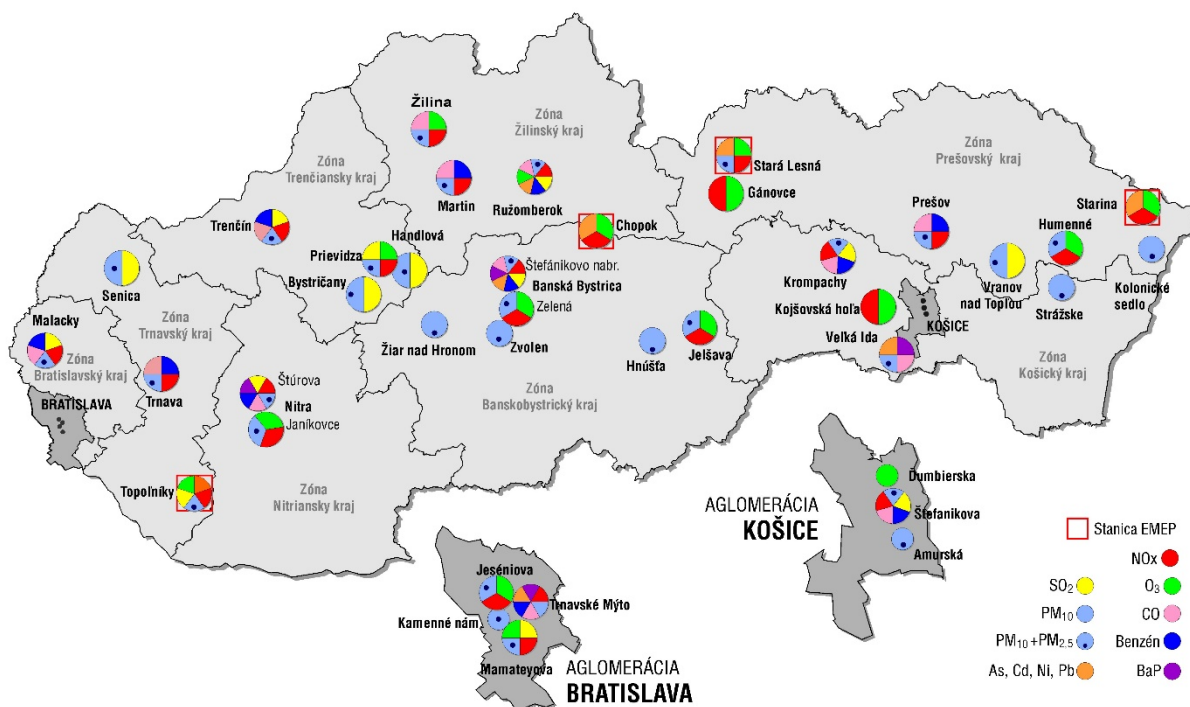
Tab. 2.3 Monitoring kvality ovzdušia a zrážok na staniach NMSKO – program EMEP.

OVZDUŠIE		Oxid siričitý SO ₂	Oxidy dusíka NO _x	Sířany SO ₄	Dusičnany NO ₃	Kyselina dusičná HNO ₃	Amoniak, amónne kationy NH ₃ , NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Ozón O ₃	VOC	PM ₁₀ ¹	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn
Prešovský kraj	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP								X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Starina Vod. nádrž, EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trnavský kraj	Topoľníky Aszód, EMEP								X		X	X	X	X	X	X	X	X
Žilinský kraj	Chopok EMEP	X	X	X	X	X			X		X ²	X	X	X	X	X	X	X

¹ týždenné vzorkovanie ² TSP – celkové suspendované častice v ovzduší

ATMOSFÉRIKÉ ZRÁŽKY		pH	Vodivosť	Sířany SO ₄	Dusičnany NO ₃	Amónne kationy NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Chloridy Cl	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn
Prešovský kraj	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Starina Vod. nádrž, EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trnavský kraj	Topoľníky Aszód, EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Žilinský kraj	Chopok EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Obr. 2.1 Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia.



Tab. 2.4 Merací program na monitorovacích staniciach ostatných prevádzkovateľov – veľkých zdrojov znečistenia ovzdušia (VZZO).

Vlastník	NUTS	Názov stanice	PM ₁₀	Oxidy dusíka NO, NO ₂ , NO _x	Oxid siričitý SO ₂	Ozón O ₃	Oxid uhoľnatý CO	Benzén
Slovnaft, a.s. Bratislava	BRATISLAVA	Bratislava, Vičie Hrdlo	x	x	x	x	x	
		Bratislava Podunajské Biskupice	x	x	x	x	x	
	Bratislavský kraj	Rovinka	x	x	x	x	x	x
	Spolu	3 stanice	3	3	3	3	3	1
Duslo, a.s. Šaľa	Nitriansky kraj	Trnovec nad Váhom	x	x	x			
	Spolu	1 stanica	1	1	1			
U.S. Steel, s.r.o., Košice	KOŠICE	Košice Poľov	x	x	x		x	
	KOŠICE	Košice USS Haniska	x	x	x		x	
	Košický kraj	Veľká Ida	x	x	x		x	
	Spolu	3 stanice	3	3	3		3	
Slovenské elektrárne, a.s.,	Košický kraj	Leles		x	x			
	Trenčiansky kraj	Oslany		x	x			
	Spolu	2 stanice		2	2			
Supra SCP, Ružomberok	Žilinský kraj	Ružomberok	x					
	Spolu	1 stanica	1					

Zhodnotenie monitorovacej siete

Zoznam monitorovacích staníc kvality ovzdušia SHMÚ (NMSKO) ako aj ostatných prevádzkovateľov a ich merací program v roku 2017 je v tabuľkách 2.1 až 2.4 a na obrázku 2.1. Podrobný popis staníc (všetky požadované meta údaje) sa nachádza v Prílohe k hodnoteniu.

Monitorovacia sieť kvality ovzdušia SHMÚ (NMSKO) v roku 2017

Zabezpečenie monitorovania kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach SR

Monitorovanie kvality ovzdušia bolo v roku 2017 zabezpečené vo všetkých aglomeráciách a zónach SR.

Monitorovací program

Oxid siričitý SO₂

Minimálny rozsah monitorovania SO₂ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.9 k vyhláške č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie oxidu siričitého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 14 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 11 monitorovacích staniciach. Monitorovanie SO₂ prebiehalo na 2 EMEP staniciach v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Oxidy dusíka NO₂ a NO_x

Minimálny rozsah monitorovania NO₂ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.9 k vyhláške č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie oxidov dusíka bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 25 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 24 monitorovacích staniciach. Monitorovanie NO_x prebiehalo na 2 EMEP staniciach v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Častice PM₁₀

Minimálny rozsah monitorovania PM₁₀ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.9 k vyhláške č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie PM₁₀ bolo zabezpečené ekvivalentnou, kontinuálnou metódou oscilačnej mikrováhy, prístrojmi TEOM a metódou absorpcie beta žiarenia, prístrojmi BAM na 33 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 32 monitorovacích staniciach. Na 4 EMEP staniciach bolo realizované meranie TSP/PM₁₀ v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Test ekvivalencie prístrojov typu TEOM s gravimetrickou metódou sa vykonal na mestských staniciach Košice-Štefánikova a Banská Bystrica-Štefánikovo nábregie. Výsledky sa analyzujú.

Častice PM_{2,5}

Rozsah monitorovania PM_{2,5} (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 9 k vyhláške č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie PM_{2,5} bolo zabezpečené rovnakou metódou ako merania PM₁₀, prístrojmi TEOM a BAM na 32 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 29 monitorovacích staniciach.

Oxid uhoľnatý CO

Minimálny rozsah monitorovania CO (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.9 k vyhláške č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie oxidu uhoľnatého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 13 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 11 monitorovacích staniciach.

Ozón O₃

Minimálny rozsah monitorovania O₃ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.9 k vyhláske č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhláske č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie ozónu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 16 staniciach. Požadovaný podiel platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na 12 monitorovacích staniciach.

Benzén

Minimálny rozsah monitorovania benzénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.9 k vyhláske č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhláske č. 296/2017 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie benzénu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 11 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 11 monitorovacích staniciach.

Ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni)

Vzorky na analýzu ťažkých kovov sa odoberajú každý druhý deň počas 24 hodín na nitrocelulózový filter, následne sú analyzované v Skúšobnom laboratóriu na SHMÚ metódou indukčne viazanej plazmy s hmotnostnou detekciou (ICP-MS). V roku 2017 boli vzorky na analýzu ťažkých kovov odoberané na jednej predmestskej a troch mestských monitorovacích staniciach (Pb, As, Cd, Ni) a 4 staniciach s monitorovacím programom EMEP (Pb, As, Cd, Ni, Cr, Zn, Cu).

Polyaromatické uhľovodíky – benzo(a)pyrén

V roku 2017 bol zabezpečený monitoring benzo(a)pyrénu na 4 monitorovacích staniciach. Odber vzoriek prebiehal každý tretí deň počas 24 hodín na kremenný filter. Vzorky sú v Skúšobnom laboratóriu na SHMÚ po extrakcii analyzované metódou plynovej chromatografie s hmotnostným spektrometrom (GC-MS).

VOC

Prchavé organické zlúčeniny, C₂–C₆ alebo tzv. ľahké uhľovodíky, sa začali odoberať na stanici Starina na jeseň v roku 1994. Starina je jednou z mála európskych staníc, zaradených do siete EMEP, s pravidelným monitorovaním prchavých organických zlúčenín. Vyhodnocujú sa v súlade s metodikou EMEP podľa NILU. Ich koncentrácie sa pohybujú rádovo v desatinách až jednotkách ppb.

Monitorovacie siete kvality ovzdušia ostatných prevádzkovateľov monitoringu kvality ovzdušia v roku 2017

Z ostatných prevádzkovateľov monitorovacích staníc – VZZO na Slovensku merajúcich na základe rozhodnutia príslušného OU (merajú znečisťujúce látky referenčnými metódami okrem PM₁₀). V roku 2017 bolo takýchto staníc 10 (Tab. 2.4). Namerané údaje z predmetných meracích staníc boli použité ako doplnkové pre hodnotenie KO.

3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ Z MONITOROVACÍCH STANÍC

3.1 Úvod

Spracovanie a vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt (LH) na ochranu zdravia ľudí je pre jednotlivé monitorovacie stanice a znečisťujúce látky uvedené v tabuľkách 3.4, 3.7 a 3.8. Kvalita ovzdušia je považovaná za dobrú (podľa §5 odseku 4 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov), ak úroveň znečistenia neprekračuje limitné hodnoty, cieľové hodnoty a záväzok zníženia expozície.

Za účelom stanovenia spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach Slovenska, bolo spracované 5-ročné obdobie rokov 2013–2017, podľa horných (HMH) a dolných (DMH) medzí na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia. Výsledky pre jednotlivé znečisťujúce látky (ZL) sú uvedené v tabuľkách 3.6 a 3.9.

3.2 Aglomerácie a zóny pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén a CO

3.2.1 Aglomerácia Bratislava

V roku 2017 neboli prekročené denné limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ ani pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén a CO.

3.2.2 Aglomerácia Košice

V roku 2017 boli priemerné ročné koncentrácie na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na staniciach Košice-Štefánikova a Košice-Amurská pod limitnými hodnotami. Denná limitná hodnota pre PM₁₀ bola prekročená na oboch staniciach. Ostatné ZL boli tiež pod limitnými hodnotami.

3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj

Priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ nebola prekročená na žiadnej stanici. Denná limitná hodnota pre PM₁₀ bola prekročená na stanici Jelšava-Jesenského s celkovým počtom prekročení 82 (najväčšia hodnota na Slovensku v roku 2017) na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie bol počet prekročení 67 a na stanici Hnúšťa-Hlavná bol 42. Limitná hodnota pre PM_{2,5} bola prekročená na monitorovacej stanici Jelšava. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.4 Zóna Bratislavský kraj

Výsledky meraní v roku 2017 poukazujú na celkový pokles znečistenia už štvrtý rok. Žiadne ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.5 Zóna Košický kraj

V tejto zóne bola prekročená denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na stanici Veľká Ida-Letná, počet prekročení bol 62 a na stanici Krompachy-SNP, počet prekročení bol 38 krát. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.6 Zóna Nitriansky kraj

V zóne nebola prekročená ročná a ani denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ a rovnako neboli prekročené limitné hodnoty pre PM_{2,5}. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.7 Zóna Prešovský kraj

V roku 2017 bola prekročená denná limitná hodnota pre PM₁₀ len na stanicích Prešov-Arm. gen. L. Svobodu a stanici Humenné-Nám. slobody. Počet prekročení bol 51 a 36. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj

Limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre priemerné denné koncentrácie PM₁₀ bola v roku 2017 prekročená na AMS Trenčín-Hasičská. Limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu PM₁₀ nebola v tejto zóne prekročená, rovnako ako limitné hodnoty pre PM_{2,5}, SO₂, NO₂, NO_x, benzén a CO.

3.2.9 Zóna Trnavský kraj

Koncentrácie SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, benzénu a CO neprekročili v tejto zóne limitné hodnoty.

3.2.10 Zóna Žilinský kraj

V roku 2017 bola prekročená limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na stanicích Ružomberok-Riadok a Žilina-Obežná. Na oboch stanicích bol počet prekročení 44. Limitná hodnota pre PM_{2,5}, bola prekročená na stanici Žilina-Obežná. Ostatné ZL neprekročili limitné alebo cieľové hodnoty.

3.3 Aglomerácia a zóna pre Pb, As, Cd, Ni, BaP, Hg a O₃

3.3.1 Aglomerácia Bratislava

Cieľová hodnota ozónu (8 h koncentrácia prízemného ozónu 120 µg.m⁻³, povolený počet prekročení je 25 dní v priemere za 3 roky) bola prekročená na monitorovacej stanici Bratislava-Jeséniova. V roku 2017 bol prekročený informačný prah na stanici Bratislava-Jeséniova a Bratislava-Mamateyova, Výstražný prah nebol prekročený.

Limitná hodnota pre Pb, ani cieľové hodnoty pre As, Cd, Ni, BaP neboli v aglomerácii Bratislava prekročené.

3.3.2 Zóna Slovensko

Zóna vymedzuje územie Slovenskej republiky okrem územia hlavného mesta SR Bratislavy. V zóne Slovensko bola cieľová hodnota ozónu prekročená na monitorovacej stanici Nitra-Janíkovce a Chopok. V roku 2017 nebol prekročený informačný prah a ani výstražný prah pre ozón na žiadnej stanici v zóne Slovensko.

V zóne Slovensko bola cieľová hodnota ozónu prekročená na monitorovacej stanici Nitra-Janíkovce a Chopok. V roku 2017 nebol prekročený informačný prah a ani výstražný prah pre ozón na žiadnej stanici v zóne Slovensko.

Limitná hodnota pre Pb, ani cieľové hodnoty pre As, Cd, Ni, BaP neboli v zóne Slovensko prekročené. Priemerné ročné koncentrácie Hg sú na úrovni zodpovedajúcej požadovným koncentráciám.

3.4 Zhrnutie

SO₂

Koncentrácie SO₂ neprekročili v roku 2017 limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí na žiadnej monitorovacej stanici. Príslušné limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí neboli prekročené vo väčšom počte, ako stanovuje vyhláška č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia, v znení vyhlášky č. 296/2017 Z. z.. V roku 2017 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu.

Kritická úroveň znečistenia ovzdušia na ochranu vegetácie je 20 µg.m⁻³ za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto kritická úroveň nebola prekročená v priebehu roku 2017 na žiadnej z EMEP staníc, ani za kalendárny rok, ani za zimné obdobie. Všetky hodnoty boli pod DMH úrovne znečistenia ovzdušia, ktorá sa týka ochrany vegetácie.

NO₂

Koncentrácie NO₂ neprekročili v roku 2017 limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí na žiadnej monitorovacej stanici. V roku 2017 nenastal žiaden prípad prekročenia výstražného prahu.

Kritická úroveň znečistenia ovzdušia na ochranu vegetácie (30 µg.m⁻³ za kalendárny rok vyjadrená ako NO_x) nebola v roku 2017 prekročená na žiadnej z EMEP staníc. Hodnoty boli hlboko pod DMH na ochranu vegetácie.

PM₁₀

V roku 2017 sa vyskytli prekročenia limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre 24 hodinové priemerovacie obdobie na 12 automatických monitorovacích staniciach: Košice-Štefánikova, Košice-Amurská, Banská Bystrica-Štefánik. nábr., Jelšava-Jesenského, Hnúšťa-Hlavná, Veľká Ida-Letná, Krompachy-SNP, Humenné-Nám. Slobody, Prešov-Arm. gen. L. Svobodu, Trenčín-Hasičská, Ružomberok-Riadok, Žilina-Obežná. Limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre ročné priemerovacie obdobie nebola v roku 2017 prekročená na žiadnej monitorovacej stanici. Monitorovanie PM₁₀ dostatočne pokrýva celé územie Slovenska. V roku 2017 bol počas chladného polroku prekročený informačný a výstražný prah pre prachové častice PM₁₀. V prípade, že na základe meteorologickej predpovede bolo možné predpokladať, že kvalita ovzdušia sa v priebehu najbližších 24 hodín nezlepší, bola informovaná verejnosť.

PM_{2,5}

Pre častice PM_{2,5} je stanovený len ročný limit 25 µg.m⁻³, ktorý vstúpil do platnosti 1. 1. 2015. (Commission implementing Decision 2011/850/EU, ANNEX 1, bod 5). V roku 2017 táto hodnota bola prekročená dvoch monitorovacích staniciach, a to na stanici Žilina-Obežná a Jelšava-Jesenského.

Zdravotné dôsledky vyplývajúce zo znečistenia ovzdušia závisia od veľkosti aj zloženia častíc a sú tým závažnejšie, čím sú častice menšie. Európska a po implementácii aj slovenská legislatíva preto presúva ťažisko pozornosti na PM_{2,5}. Jedným z ukazovateľov, ktorý má charakterizovať zaťaženie obyvateľstva zvýšenými koncentraciami PM_{2,5} je indikátor priemernej expozície (IPE), ktorý je pre daný rok definovaný ako nepretržitá stredná hodnota koncentrácie spriemerovaná za všetky vzorkovacie miesta za posledné 3 roky. Podľa prílohy č. 4 k vyhláške MŽP SR č. 244/2016 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky č. 296/2017 je záväzok zníženia koncentrácie expozície pre častice PM_{2,5} 20 µg.m⁻³. V dolu uvedenej tabuľke uvádzame hodnoty tohto ukazovateľa od roku 2010, ktorý je pre IPE referenčným rokom.

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
IPE [µg.m ⁻³]	23,8	24,6	24,0	23,2	20,7	19,1	18,4	18,3

CO

Na žiadnej z monitorovacích staníc nebola prekročená limitná hodnota a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2012–2017 je pod DMH úrovne znečistenia ovzdušia.

Benzén

Najvyššia priemerná ročná koncentrácia benzénu bola v roku 2017 nameraná na staniaciach Krompachy- SNP a Prešov-Arm. Gen. Ľ. Svobodu, namerané hodnoty sú však hlboko pod limitnou hodnotou $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Pb, As, Ni, Cd

Limitná ani cieľová hodnota neboli v roku 2017 prekročené.

Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov namerané na staniaciach NMSKO sú väčšinou len zlomkom cieľovej, resp. limitnej hodnoty.

BaP

Priemerná hodnota ročnej koncentrácia pre BaP na staniaciach Veľká Ida-Letná, Nitra-Štúrova a Banská Bystrica-Štefánikovo nábr. prekročila cieľovú hodnotu na ochranu zdravia ľudí a vegetácie $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, čo môžeme na AMS vo Veľkej Ide pripísať priemyselnej činnosti (najmä výroba koksu) a čiastočne aj vykurovaniu domácností a na ostatných monitorovacích staniaciach vplyvu vykurovania domácností pevným palivom a cestnej doprave, najmä dieselovým motorom.

Tab. 3.1 Limitné hodnoty plus medze tolerancie pre jednotlivé roky a cieľové hodnoty.

	Priemerovacie obdobie	Limitná hodnota* [µg/m³]	Dátum, ku ktorému treba dosiahnuť limitnú hodnotu	Medza tolerancie	Limitná hodnota + medza tolerancie [µg/m³]														
					Do 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013, 2014	2015-2017
SO ₂	1h	350 (24)	1.1.2005	150 µg/m³	500	470	440	410	380	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
SO ₂	24h	125 (3)	1.1.2005	-															
SO ₂ ^v	1r, W ¹	20 (-)	1.1.2003	-															
NO ₂	1h	200 (18)	1.1.2010	50 %	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200	200	200	200	200
NO ₂	1r	40 (-)	1.1.2010	50 %	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	40	40	40	40
NO _x ^v	1r	30 (-)	1.1.2003	-															
PM ₁₀	24h	50 (35)	1.1.2005	50 %	75	70	65	60	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
PM ₁₀	1r	40 (-)	1.1.2005	20 %	48	46	45	43	42	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Pb	1r	0.5 (-)	1.1.2005	100 %	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
CO	max. 8 h denná hodnota	10000 (-)	1.1.2005	6000 µg/m³	16000	16000	16000	14000	12000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Benzén	1r	5 (-)	1.1.2010	100 %	10	10	10	10	10	10	9	8	7	6	5	5	5	5	5
PM _{2,5}	1r	25	1.1.2008	5 µg/m³										30	29	28	27	26	25
PM _{2,5}	1r	25	1.1.2015	-															

¹ zimné obdobie (1. október – 31. marec)

^v kritické úrovne pre ochranu vegetácie

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

	Priemerovacie obdobie	Cieľová hodnota [ng/m³]	Dátum, ku ktorému bolo treba dosiahnuť cieľovú hodnotu
As	1r	6	31. 12. 2012
Cd	1r	5	31. 12. 2012
Ni	1r	20	31. 12. 2012
BaP	1r	1	31. 12. 2012

Tab. 3.2 Limitné hodnoty, horné a dolné medze na hodnotenie.

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota [µg/m³]	Medza na hodnotenie [µg/m³]	
				Horná*	Dolná*
SO ₂	Ľudské zdravie	1h	350 (24)		
SO ₂	Ľudské zdravie	24h	125 (3)	75 (3)	50 (3)
SO ₂	Vegetácia	1r, 1/2r	20 (-)	12 (-)	8 (-)
NO ₂	Ľudské zdravie	1h	200 (18)	140 (18)	100 (18)
NO ₂	Ľudské zdravie	1r	40 (-)	32 (-)	26 (-)
NO _x	Vegetácia	1r	30 (-)	24 (-)	19,5 (-)
PM ₁₀	Ľudské zdravie	24h	50 (35)	35 (35)	25 (35)
PM ₁₀	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 _{2,5}	Ľudské zdravie	1r	25**	17	12

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách ** ako limitná hodnota platí od 1. 1. 2015

Tab. 3.3 Podiel platných údajov* v % v roku 2017.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	Benzén
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.			83	51		
	Bratislava, Trnavské mýto		91	90		72	90
	Bratislava, Jeséniova		94	97	97		
	Bratislava, Mamateyova	96	95	99	98		
KOŠICE	Košice, Štefánikova	35	95	99	99	97	99
	Košice, Amurská			97	99		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánik.nábr.	98	94	97	98	96	98
	Banská Bystrica, Zelená		93	98	96		
	Jelšava, Jesenského		96	96	94		
	Hnúšťa, Hlavná			98	96		
	Zvolen, J. Alexyho			100	100		
	Žiar n/H, Jilemnického			100	100		
Bratislavský kraj	Malacky, Mierove nám.	97	99	98	92	99	100
Košícký kraj	Kojšovská hola		97				
	Veľká Ida, Letná			99	98	97	
	Strážske, Mierová			98	99		
	Krompachy, SNP	92	97	98	99	92	100
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce		95	98	97		
	Nitra, Štúrova	83	96	94	85	96	92
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.		96				
	Humenné, Nám. slobody		96	99	100		
	Prešov, Arm. gen. L.Svobodu		95	99	99	88	99
	Vranov n/T, M. R. Štefánika	96		99	98		
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP 3)		96	100	99		
	Starina, Vodná nádrž, EMEP		96				
Trenčiansky kraj	Kolonické sedlo, Hvezdáreň 3)			98	97		
	Prievidza, Malonecpalská	94	97	99	99		
	Bystričany, Rozvodňa SSE	95		95	96		
	Handlová, Morovianska cesta	88		96	99		
Trnavský kraj	Trenčín, Hasičská	94	96	98	98	95	99
	Senica, Hviezdoslavova	93		95	97		
	Trnava, Kollárova		98	94	97	95	99
Žilinský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP 3)	97	98	97	97		
	Chopok, EMEP		51				
	Martin, Jesenského		97	99	84	96	95
	Ružomberok, Riadok	91	97	99	98	94	99
Žilinský kraj	Žilina, Obežná		98	100	100	98	

Podiel platných údajov je pomer počtu platných nameraných hodnôt k počtu možných hodnôt za kalendárny rok vyjadrený v percentách.

Označenie : ≥ 90 % platných meraní

Tab. 3.4 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2017.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia									VP ²⁾	
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	SO ₂	NO ₂
		1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	1 rok	8 hod ¹⁾	1 rok	3 hod po sebe	3 hod po sebe
	Doba Spriemerovania											
	Limitná hodnota [µg.m⁻³] (počet prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	25	10000	5	500	400
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.					0	19	11				
	Bratislava, Trnavské mýto			0	39	24	25		1004	0,5		0
	Bratislava, Jeséniova			0	14	25	20	14				0
	Bratislava, Mamateyova	2	0	0	24	25	23	15			0	0
KOŠICE	Košice, Štefánikova	0	0	0	31	55	33	23	2148	1,6	0	0
	Košice, Amurská					36	28	19				
Banskobystrický Kraj	Banská Bystrica, Štefánik.nábr.	0	0	0	38	67	33	23	2238	1,4	0	0
	Banská Bystrica, Zelená			0	13	19	20	16				0
	Jelšava, Jesenského			0	10	82	37	27				0
	Hnúšťa, Hlavná					42	27	19				
	Zvolen, J. Alexyho					32	24	18				
	Žiar n/H, Jilemnického					20	19	15				
Bratislavský kraj	Malacky, Mierové nam.	0	0	0	29	20	23	17	1601	1,2	0	0
Košický kraj	Kojšovská hola			0	3							0
	Veľká Ida, Letná					62	36	25	2470			
	Strážske, Mierová					30	27	22				
	Krompachy, SNP	0	0	0	18	38	27	21	2033	2,6	0	0
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce			0	14	25	24	19				0
	Nitra, Štúrova	0	0	0	35	27	28	14	1466	0,5	0	0
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.			0	9							0
	Humenné, Nám. slobody			0	11	36	26	22				0
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu			0	38	51	34	24	2214	2,5		0
	Vranov n/T, M. R. Štefánika	0	0			29	26	20			0	
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP 3)			0	4	2	13	11				0
	Starina, Vodná nádrž, EMEP			0	3							0
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň 3)					13	18	11				
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	0	0	0	19	24	26	18			0	0
	Bystričany, Rozvodňa SSE	0	0			30	27	19			0	
	Handlová, Morovianska cesta	0	0			25	23	18			0	
	Trenčín, Hasičská	0	0	0	31	41	30	13	3686	1,1	0	0
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	0	0			25	25	16			0	
	Trnava, Kollárova			0	37	29	24	17	1584	1,1		0
	Topoľníky, Aszód, EMEP 3)	0	0	0	8	27	24	16			0	0
Žilinský kraj	Chopok, EMEP			0	3							0
	Martin, Jesenského			0	26	29	28	22	2136	1,5		0
	Ružomberok, Riadok	0	0	0	21	44	30	24	3091	0,8	0	0
	Žilina, Obežná			0	25	44	30	26	2156			0

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ limitné hodnoty pre výstražné prahy

³⁾ stanice indikujú regionálnu pozadovú úroveň

Znečisťujúce látky, ktoré prekročili limitnú hodnotu sú zvýraznené hrubým písmom

Označenie: ≥ 90 % platných meraní

Výskyt a dobu trvania znečistenia na úrovni výstražných prahov pre NO₂ a SO₂ za ostatných päť rokov uvádza tabuľka 3.5.

Tab. 3.5 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia SO₂ podľa výskytu a trvania prekročenia Výstražného prahu hodnoty v rokoch 2013 – 2017.

Stanica	Počet prekročení					Dĺžka trvania v hodinách				
	Výstražný prah					Výstražný prah				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
Bystričany, Rozvodňa SSE	2	0	0	0	0	7	0	0	0	0

Tab. 3.6 Zaradenie AMS podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) na hodnotenie pre určenie spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia za roky 2013 až 2017.

AGLOMERÁCIA/ zóna	Stanica	HMH a DMH s ohľadom na ochranu zdravia ľudí																	
		SO ₂		NO ₂				PM ₁₀				PM _{2,5}		CO		Benzén			
		24h priemer		1h priemer		ročný priemer		24h priemer		ročný priemer		ročný priemer		8hod maximum		ročný priemer			
		>HMH	≤HMH; >DMH	>DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>DMH
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.																		
	Bratislava, Trnavské mýto				A	A			A									A	A
	Bratislava, Jeséniova					A			A										
KOŠICE	Bratislava, Mamateyova			A	A				A										
	Košice, Štefánikova			A	A				A									A	A
KOŠICE	Košice, Amurská								A										
	Košice, Amurská								A										
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.			A		A	A		A									A	A
	Banská Bystrica, Zelená					A			A										
	Zvolen, J. Alexyho								A										
	Jelšava, Jesenského					A			A										
	Hnúšťa, Hlavná								A										
	Žiar nad Hronom, Jilemnického																		
Bratislavský kraj	Malacky, Mierova			A		A			A									A	A
	Malacky, Mierova			A		A			A									A	A
Košícký kraj	Veľká Ida, Letná								A									A	
	Kojšovská hoľa*					A			A										
	Strážske, Mierová								A									A	
	Kropachy, SNP			A		A			A									A	A
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce					A			A									A	
	Nitra, J. Štúrova			A		A	A		A									A	A
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody					A			A										
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu					A	A		A									A	A
	Gánovce, MS SHMÚ*					A			A										
	Starina, Vodná nádrž, EMEP*					A			A										
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika			A					A										
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP					A			A										
Trenčiansky kraj	Kolonické sedlo, Hvezdáreň								A										
	Prievidza, Malonecpalská			A		A			A										
	Bystričany, Rozvodňa SSE			A					A										
	Handlová, Morovianska cesta			A					A										
Trnavský kraj	Trenčín, Hasičská			A		A			A									A	A
	Senica, Hviezdoslavova			A					A										
	Trnava, Kollárova					A	A		A									A	A
Žilinský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP			A		A			A										
	Martin, Jesenského					A			A									A	A
	Chopok*					A			A										
	Ružomberok, Riadok			A		A			A									A	A
Žilinský kraj	Žilina, Obežná					A			A									A	
	Žilina, Obežná					A			A									A	

A – áno * -stanice indikujú regionálnu pozadovú úroveň

Tab. 3.7 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia ťažkými kovmi(As, Cd, Ni a Pb) podľa cieľových a limitných hodnôt na ochranu zdravia ľudí.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	As	Cd	Ni	Pb
	Cieľová hodnota [ng.m ⁻³]	6,0	5	20	
	Limitná hodnota [ng.m ⁻³]				500
	Horná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]	3,6	3	14	350
	Dolná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]	2,4	2	10	250
Bratislava	Bratislava, Trnavské mýto	0,2	0,3	1,1	7,1
Slovensko	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	1,1	0,5	0,8	9,7
	Veľká Ida, Letná	0,7	0,7	1,0	123,0
	Ružomberok, Riadok	0,5	0,2	0,3	5,8

Tab. 3.8 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia benzo(a)pyrénom (BaP) podľa cieľovej hodnoty na ochranu zdravia ľudí.

AGLOMERÁCIA Zóna		2013	2014	2015	2016	2017	
		Cieľová hodnota [ng.m ⁻³]		1,0	1,0	1,0	1,0
		Horná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]		0,6	0,6	0,6	0,6
		Dolná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]		0,4	0,4	0,4	0,4
BRATISLAVA	Bratislava, Jeséniova	1,0	0,7	0,6			
	Bratislava, Trnavské mýto	1,1	0,6	0,8	1,2	0,4	
Slovensko	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.				4,4	2,9	
	Veľká Ida, Letná	5,3	4,1	6,2	3,8	4,3	
	Krupčany, SNP	2,8	2,1	1,9			
	Prievidza, Malonecpalská	1,9	1,5	1,4			
	Trnava, Kollárova	1,3	0,7	0,8			
	Nitra, Štúrova				1,3	1,3	

Tab. 3.9 Zaradenie monitorovacích staníc, na ktorých sa monitorovali ťažké kovy a benzo(a)pyrén, podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) na hodnotenie pre určenie spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia za roky 2013 až 2017.

AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	As			Cd			Ni			Pb			BaP		
		>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH
BRATISLAVA	Bratislava, Jeséniova															A
	Bratislava, Trnavské mýto			A		A		A		A		A	A			
Bratislava	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.			A		A		A		A		A	A			
	Veľká Ida, Letná			A		A		A		A		A	A			
	Krupčany, SNP					A		A		A		A				
	Prievidza, Malonecpalská	A				A		A		A		A				
	Trnava, Kollárova													A		
	Ružomberok, Riadok			A		A		A		A		A				
	Nitra, Štúrova													A		

A – áno

Tab. 3.10 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2017 z priemyselných staníc ostatných prevádzkovateľov - VZZO.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia							
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		CO	
		Doba spriemerovania	1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	8 hod ¹⁾
		Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] (počet prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	10000
BRATISLAVA	Bratislava, Pod. Biskupice	1	0	0	19	15	19	1470	
	Bratislava, Vlčie Hrdlo	3	0	0	21	20	22	1389	
KOŠICE	Poľov	0	0	0	12	53	33	6202	
	USS Haniska	0	0	2	18	32	25	4148	
Bratislavský kraj	Rovinka	3	1	0	16	9	19	1182	
Košícký kraj	Veľká Ida	0	0	0	15	69	38	3152	
	Leles	0	0	0	7				
Nitriansky kraj	Trnovec nad Váhom	0	0	0	17	32	25		
Trenčiansky kraj	Oslany	1	0	0	13				
Žilinský kraj	Ružomberok Supra SCP					22	23		

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia ²⁾ Limitné hodnoty pre výstražné hraničné prahy
Znečisťujúce látky, ktoré prekročili limitnú hodnotu sú zvýraznené hrubým písmom

V tabuľkách 3.11 až 3.14 sú vyhodnotené výsledky meraní z vidieckych požad'ových staníc (program EMEP) podľa kritických hodnôt na ochranu vegetácie.

Tab. 3.11 Priemerné ročné koncentrácie SO₂ v ovzduší [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na EMEP staniách.

	Priemerné ročné koncentrácie SO ₂					Priemerné koncentrácie SO ₂ v zimnom období				
	2013	2014	2015	2016	2017	zima 2012-13	zima 2013-14	zima 2014-15	zima 2015-16	zima 2016-17
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	20					20				
Horná medza na hodnotenie	12					12				
Dolná medza na hodnotenie	8					8				
Chopok, EMEP	0,5	0,6	0,9	0,5	0,6	0,4	0,6	0,9	0,7	0,5
Starina, Vodná nádrž, EMEP	1,5	1,2	1,5	1,0	1,8	2,6	2,1	2,1	1,7	1,6

Tab. 3.12 Priemerné ročné koncentrácie NO_x (vyjadrené ako NO₂) v ovzduší [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na EMEP staniách.

	2013	2014	2015	2016	2017
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	30				
Horná medza na hodnotenie	24				
Dolná medza na hodnotenie	20				
Chopok, EMEP	2,9	3,1	3,0	2,4	2,5
Starina, Vodná nádrž, EMEP	4,3	3,7	3,8	4,4	5,5

Tab. 3.13 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov na EMEP staniách [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$].

	Pb	As	Ni	Cd	Cu	Cr	Zn
Chopok, EMEP	1,32	0,11	0,25	0,04	0,65	0,28	4,54
Topoľníky, Aszód, EMEP	6,06	0,34	0,40	0,11	2,12	0,46	12,29
Starina, Vodná nádrž, EMEP	4,16	0,25	0,30	0,11	1,22	0,35	7,21
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	3,69	0,22	0,26	0,09	1,39	0,22	9,51

Tab. 3.14 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín (ppb) – Starina 2017

etán	etén	propán	i-bután	n-bután	acetylén	n-pentán	butén	pentén	izoprén	n-hexán	benzén	toluén	o-xylén
1,465	1,194	0,591	0,469	0,162	0,023	0,283	0,600	0,022	0,051	0,057	0,296	0,811	0,208

4 PRÍZEMNÝ OZÓN

Výsledky výskumu z posledných rokov viedli k významným zmenám v interpretácii problematiky troposférického ozónu v Európe. Štúdie jednoznačne dokumentujú uplatnenie veľkorozmerových procesov (prenos na veľké vzdialenosti, vertikálna výmena, vzťah ozón – klíma a iné) pri formovaní lokálnej úrovne prízemného ozónu. Ozón, resp. jeho prekurzory prenesené horizontálne z mimoeurópskych zdrojov, ďalej ozón prenesený vertikálne z voľnej troposféry a ozón pochádzajúci z prirodzených zdrojov (izoprén a terpény z lesov, ich emisie závisia hlavne od teploty) samotná európska environmentálna politika už ovplyvniť nemôže. Dokladom toho je skutočnosť, že Európa za posledných 20 rokov masívne (o cca 40 %) znížila emisie prekurzorov ozónu (NO_x , NMVOC, CO) bez zodpovedajúcej odozvy na úroveň prízemného ozónu.

Formovanie úrovne prízemného ozónu je veľmi zložitý proces. Lokálne efekty, ako titrácia ozónu v mestských centrách a produkcia ozónu v mestských vlečkách sú v interakcii z mezo- a veľkomezometeorologickými procesmi (diaľkový prenos a vertikálne premiešavanie ozónu a jeho prekurzorov). Denný chod rýchlosti vetra a vertikálne premiešavanie, slnečné žiarenie, teplota vzduchu, konvekcia, termálna cirkulácia v členitom teréne a depozícia na povrch sú veľmi významné faktory v ozónovom cykle. Výsledky rozsiahleho monitoringu potvrdili existenciu zóny s akumulovaným ozónom v hornej časti hraničnej vrstvy atmosféry nad priemyslovými kontinentmi (napr. projekty EUROTRAC v Európe, NARSTO v USA). Táto regionálna akumulácia často predstavuje hlavnú frakciu koncentrácie prízemného ozónu v dňoch, v ktorých sú prekročené limitné hodnoty.

V rámci projektu EUROTRAC-2 sa prvýkrát kvantifikoval prenos ozónu a jeho prekurzorov zo Severnej Ameriky. Antropogénne emisie zo Severnej Ameriky prispievajú $4\text{--}8\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ k priemernej koncentrácii prízemného ozónu v Európe (občas až do $20\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Počas TOR-2 experimentov sa zistil nový aspekt chémie troposférického ozónu. Merania na observatóriu Jungfraujoch vo Švajčiarsku (3 454 m n.m.) priniesli dôkazy o veľkej, možno dominantnej úlohy in-situ fotochemickej tvorby ozónu v spodnej troposfére nad Alpami, ktorá narastá od zimy k jari. Potvrďuje to aj marcové maximum ročného chodu ozónu na stanici Lomnický štít (vysokohorská výskumná stanica 2 634 m n.m.).

Biogénne emisie prchavých organických látok (BVOC) a oxidov dusíka z prírodných zdrojov môžu hrať v procese tvorby ozónu v Európe oveľa významnejšiu rolu ako sa pôvodne predpokladalo. Lesy sú dominantným zdrojom BVOC. Ich emisie sú zatiaľ stanovené s veľkou neurčitou. Väčšina izoprénu a viac ako polovica terpénov sú emitované v období od mája do augusta, pričom ich emisia rastie exponenciálne s rastúcou teplotou. V teplých slnečných dňoch BVOC významne prispievajú k formovaniu vysokej úrovne prízemného ozónu. Tvorbe ozónu napomáha aj emisia NO_x z pôd (odhaduje sa až na 15 % celkovej emisie oxidov dusíka v Európe). Lesy pokrývajú 41 % plochy Slovenska, pričom priľahlé časti okolitých krajín sú v širokej miere zalesnené.

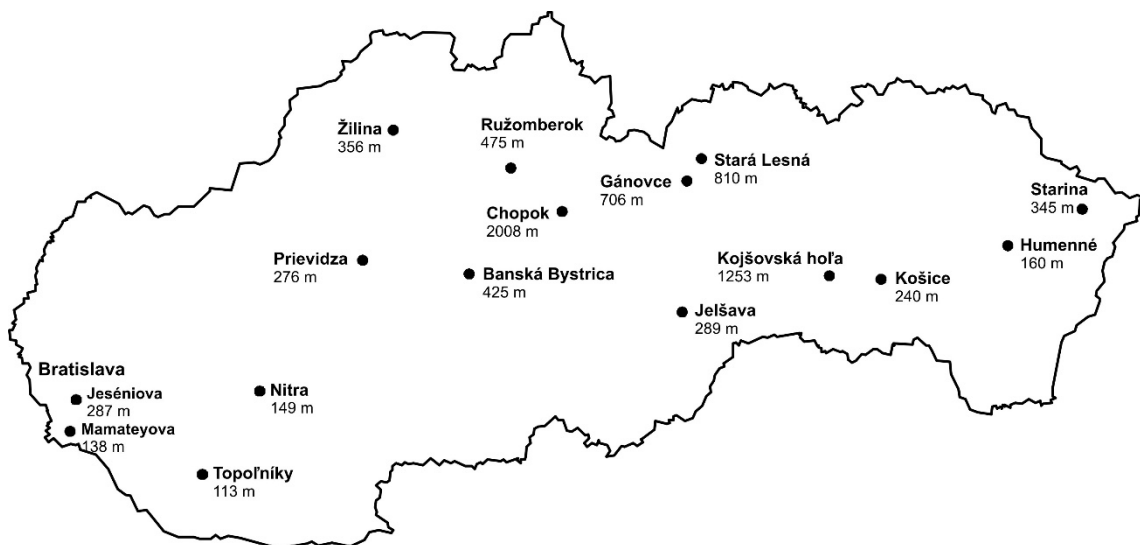
Popis denného režimu vertikálneho transportu ozónu schematicky rozoznáva tri vrstvy (prízemnú, medzivrstvu a subsynoptickú). Prízemná vrstva siaha od povrchu do výšky asi 200 m, medzivrstva je daná hrúbkou vrstvy premiešavania počas dňa (v priemere asi 1000 m) a subsynoptická vrstva, ktorá prechádza do voľnej troposféry. V prízemnej vrstve dominujú lokálne hydrodynamické procesy, ovplyvnené drsnosťou a nerovnomerným ohrevom povrchu. Medzivrstva je čiastočne ovplyvňovaná lokálnymi efektmi, čiastočne konvekciou a čiastočne procesmi synoptického meradla. V dôsledku vertikálneho gradientu vetra sú vzduchové hmoty v jednotlivých vrstvách horizontálne prenášané rôznymi smermi. V dôsledku denného cyklu premiešavania sú cez deň všetky tri vrstvy vo vzájomnej interakcii. Ozón a jeho prekursorzy majú tendenciu sa premiešať cez všetky tri vrstvy. Počas noci je táto interakcia slabá. V noci absen-tuje fotochemická produkcia ozónu. Ozón v spodnej vrstve sa rozkladá na povrchu (depozícia), alebo reakciou s NO, vyššie koncentrácie ozónu zostávajú izolované v medzivrstve (nočnej reziduálnej časti hraničnej vrstvy s nízkou koncentráciou NO). Vrstva s akumulovaným ozónom je prenášaná vetrom a má potenciál premiešať sa nadol v priebehu nasledujúceho dňa. Druhý významný proces v meteorológii medzivrstvy predstavuje termálna cirkulácia v horských oblastiach. Ozón a jeho prekursorzy zo vzdialených zdrojov (transportované synoptickou cirkuláciou) môžu splynúť s údolnou cirkuláciou a významne prispieť k lokálnej úrovni koncentrácií.

4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní

Národná monitorovacia sieť staníc znečistenia ovzdušia SHMÚ (Obr. 4.1) sa buduje od roku 1992. V rámci tejto siete postupne narastal počet analyzátorov ozónu. Merania ozónu prebiehajú aj na 4 vidieckych pozad'ových staniciach (EMEP). Na všetkých staniciach sa používajú automatické analyzátory, ktoré pracujú na princípe absorpcie UV žiarenia (referenčná metóda podľa EN 14625). Národný ozónový kalibračný štandard SHMÚ je pravidelne každý rok nadviazaný na primárny NIST štandard č. 17 v ČHMÚ Praha.

Počet chýbajúcich meraní bol v roku 2017 na väčšine staníc menší ako 10 % (Tab. 4.1).

Obr. 4.1 Sieť monitorovacích staníc prízemného ozónu SHMÚ (stav v r. 2017)



Tab. 4.1 Počet chýbajúcich meraní 1h koncentrácií prízemného ozónu [%].

Stanica	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bratislava, Jeseniouva	16,8	0,6	1,64	0,1	0,2	1,3	1,6	0,3	8,3	20,1	2,7	6,6
Bratislava, Mamatyova	2,3	0,8	1,07	7,2	6,2	4,9	3,9	21,3	9,0	24,6	2,7	5,4
Košice, Ďumbierska	44,4	1,1	0,14	2,1	0,4	0,1	3,3	3,9	0,8	1,2	5,9	2,3
Banská Bystrica, Zelená				42,5	0,03	0,1	0,6	8,8	4,0	32,5	8,0	9,3
Jelšava, Jesenského	8,2	5,0	0,13	3,0	2,8	61,6	73,1	31,8	5,6	13,2	6,3	8,6
Kojšovská hoľa	6,3	0,7	1,98	0,1	14,2	2,5	4,2	1,5	13,4	30,8	19,1	5,0
Nitra, Janíkovce				13,7	22,5	63,3	11,8	26,7	10,2	17,6	9,7	13,5
Humenné, Nám. slobody	10,3	9,5	0,47	0,1	3,8	7,5	0,7	0,3	34,5	12,1	4,5	7,6
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	10,9	0,2	0,31	0,6	0,4	2,2	3,2	0,8	10,8	13,8	2,6	4,9
Gánovce, Meteo. st.	7,8	0,01	1,71	0,1	0,4	0,2	2,4	16,1	0,3	59,2	17,6	5,3
Starina, Vodná nádrž, EMEP	24,8	6,6	2,56	0,8	0,1	0,2	1,6	5,0	0,7	45,2	27,5	7,2
Prievidza, Malonecpalská		1,9	0,40	3,4	0,5	4,6	1,9	11,3	0,8	36,0	29,6	17,5
Topoľníky, Aszód, EMEP	1,7	1,4	0,59	0,6	2,9	-	18,9	30,1	0,1	19,2	6,7	5,5
Chopok, EMEP	29,0	1,0	1,67	0,3	2,6	2,2	3,4	22,0	47,6	30,6	18	53,8
Žilina, Obežná	0,5	1,0	0,05	1,5	0,1	0,4	3,1	25,4	10,1	14,4	4,9	10,9
Ružomberok, Riadok											5,3	9,7

- dlhodobá porucha

Tab. 4.2 Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 2003, 2007–2017.

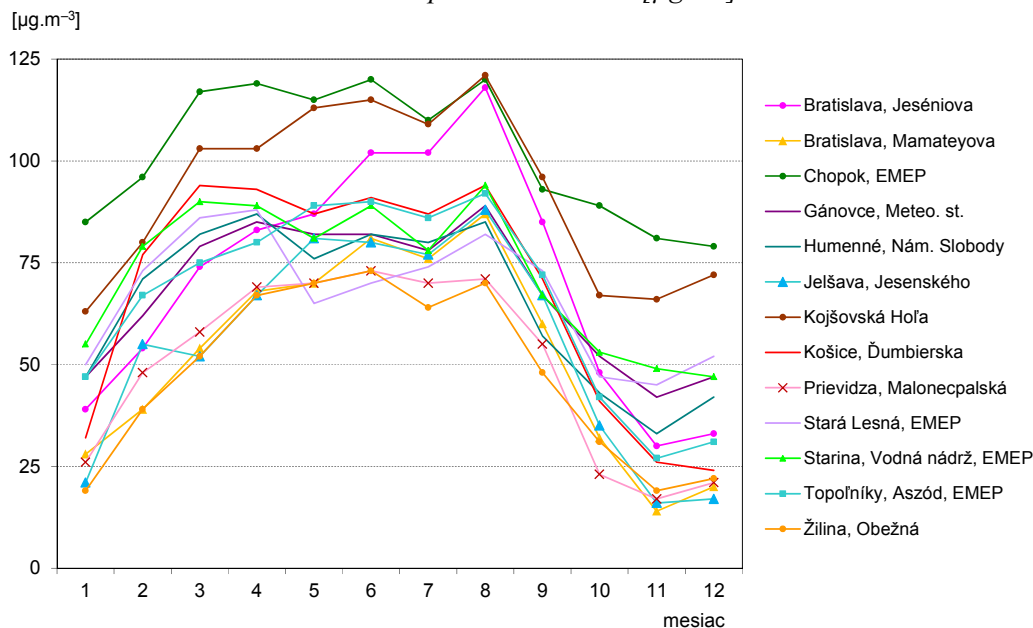
Stanica	2003	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bratislava, Jeseniouva	71	59	59	60	61	63	65	62	60	^a 71	56	64
Bratislava, Mamatyova	53	49	48	48	46	51	53	^a 48	46	^a 54	36	51
Košice, Ďumbierska	68	57	56	81	63	73	62	61	55	57	55	55
Banská Bystrica, Zelená				^b 53	56	60	66	66	58	^b 48	45	57
Jelšava, Jesenského	55	56	51	49	44	^c -	^c -	^b 41	36	^a 45	48	49
Kojšovská hoľa	91	79	76	85	^a 90	87	83	78	^a 75	^b 61	^a 81	80
Nitra, Janíkovce				^a 74	^a 53	^c -	^a 62	^b 58	^a 52	^a 63	43	^a 60
Humenné, Nám. slobody	66	56	55	59	53	53	55	60	^b 40	^a 41	50	52
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	67	68	74	61	67	65	63	71	^a 56	^a 66	58	63
Gánovce, Meteo. st.	68	60	65	62	63	64	66	^a 67	58	^c 66	^a 38	53
Starina, Vodná nádrž, EMEP	73	62	59	58	51	59	60	64	55	^b 64	^b 58	60
Prievidza, Malonecpalská		48	53	50	49	51	52	^a 50	53	^b 54	^b 39	^a 51
Topoľníky, Aszód, EMEP	67	58	60	59	55	-	^a 59	64	51	^a 51	49	47
Chopok, EMEP	^b 109	91	92	90	87	96	93	96	52	^b 88	^a 91	^c 98
Žilina, Obežná	48	44	46	48	47	48	49	53	^a 42	^a 36	43	^a 38
Ružomberok, Riadok											37	37
Priemer	65	62	61	62	59	61	63	63	53	58	52	57

viac ako 90 %, ^a 75–90 %, ^b 50–75 %, ^c menej ako 50 % platných meraní

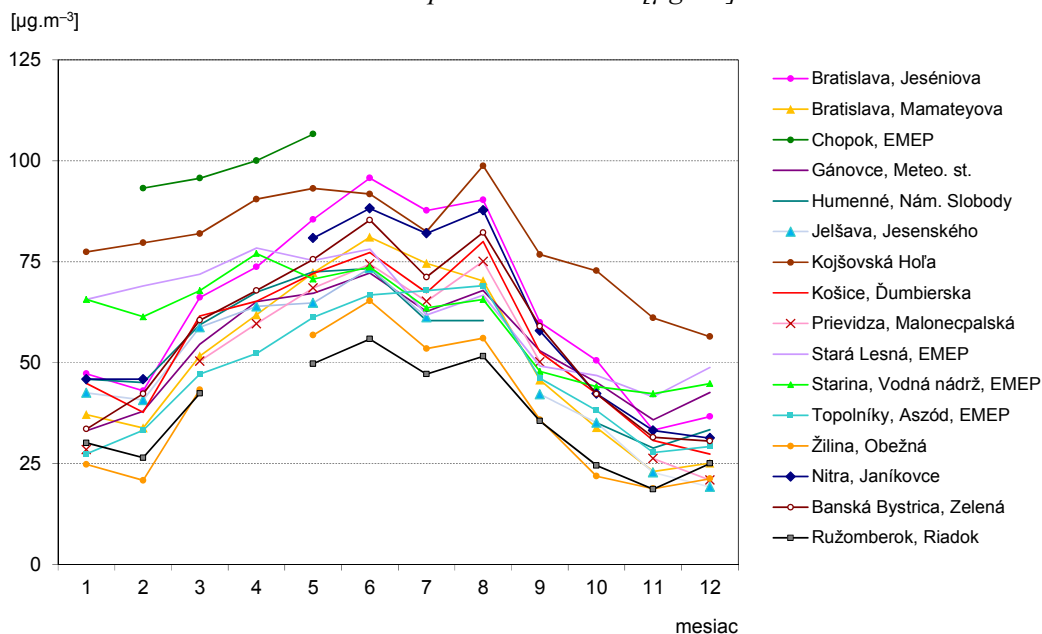
V tabuľke 4.2 sú zhrnuté priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu zo všetkých staníc NMSKO za obdobie 2003, 2007 až 2017. Celosieťový priemer z roku 2003 je najvyšší za celé toto obdobie. Koncentrácie ozónu na Slovensku narastajú s nadmorskou výškou. V letnom období cez deň sa výšková závislosť do značnej miery stráca. Koncentrácie sa v čase najväčšej vertikálnej výmeny v spodnej atmosfére (popoludní) v celom profile prakticky vyrovnávajú.

Obrázok 4.2 ilustruje variabilitu mesačných priemerov koncentrácie ozónu zo všetkých staníc v roku 2003. Najvyššie figurujú pozadové horské stanice (Chopok, Kojšovská hoľa), po nich nasledujú regionálne, predmestské a nakoniec mestské stanice. Podobný priebeh priemerných mesačných koncentrácií ako v roku 2003, ktorý bol extrémne teplý, sa pozoroval aj v roku 2017 (Obr. 4.3).

Obr. 4.2 Priemerné mesačné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na Slovensku v roku 2003.



Obr. 4.3 Priemerné mesačné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na Slovensku v roku 2017.



Tabuľka 4.3 uvádza počty dní, v ktorých bola prekročená priemerná 8h koncentrácia prízemného ozónu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za obdobie 2015–2017, vrátane 3-ročného priemeru. Podľa legislatívy SR (EÚ) sa táto charakteristika vyhodnocuje v priemere za 3 roky. Povolený počet 25 dní v priemere za tri roky bol prekročený na troch staniciach, viac na stanici Bratislava-Jeséniova (36 dní). Počet prekročení informačného prahu (IP) 1 h koncentrácie $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a výstražného prahu (VP) (1 h koncentrácie $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) uvádza tabuľka 4.4. Prahová koncentrácia pre varovanie obyvateľstva bola v roku 2017 nebola prekročená. V roku 2017, v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi bolo na dvoch staniciach prekročenie informačného prahu.

Tab. 4.3 Počet dní s prekročením cieľovej hodnoty na ochranu zdravia ľudí (8h koncentrácia prízemného ozónu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Cieľová hodnota povoleného počtu prekročení je 25 dní v priemere za 3 roky.

Stanica	2015	2016	2017	Priemer 2015 – 17
Bratislava, Jeséniova	60	11	38	36
Bratislava, Mamateyova	38	6	22	22
Košice, Ďumbierska	24	8	10	14
Banská Bystrica, Zelená	*6	2	17	10
Jelšava, Jesenského	2	9	11	7
Kojšovská hoľa	*2	20	23	22
Nitra, Janíkovce	39	17	42	33
Humenné, Nám. Slobody	0	3	7	3
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	15	4	3	7
Gánovce, Meteo. st.	*1	0	0	0
Starina, Vodná nádrž, EMEP	*4	5	3	4
Prievidza, Malonecpalská	24	*0	19	22
Topoľníky, Aszód, EMEP	7	7	8	7
Chopok, EMEP	27	28	*31	28
Žilina, Obežná	0	6	3	3
Ružomberok, Riadok	-	0	0	0

* rok sa nezapočítal do priemeru, z dôvodu nedostatku údajov v letnom období

Tab. 4.4 Počet prekročení (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) prízemného ozónu pre oznámenie o vzniku smogovej situácie a výstrahu pred závažnou smogovou situáciou

Stanica	IP _{th} = 180 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			VP _{th} = 240 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Bratislava, Jeséniova	12	2	6	1	0	0
Bratislava, Mamateyova	2	0	6	0	0	0
Košice, Ďumbierska	0	0	0	0	0	0
Banská Bystrica, Zelená	0	0	0	0	0	0
Jelšava, Jesenského	0	0	0	0	0	0
Kojšovská hoľa	0	0	0	0	0	0
Nitra, Janíkovce	0	0	0	0	0	0
Humenné, Nám. slobody	0	0	0	0	0	0
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	0	0	0	0	0	0
Gánovce, Meteo. st.	0	0	0	0	0	0
Starina, Vodná nádrž, EMEP	0	0	0	0	0	0
Prievidza, Malonecpalská	0	0	0	0	0	0
Topoľníky, Aszód, EMEP	0	0	0	0	0	0
Chopok, EMEP	0	0	0	0	0	0
Žilina, Obežná	0	0	0	0	0	0
Ružomberok, Riadok		0	0		0	0

Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie sa nachádzajú v tabuľke 4.5. AOT40 je suma prekročení úrovne $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ z 1h koncentrácií počas dňa (od 8 00 do 20 00 h SEČ) od 1. mája do 31. júla. Cieľová hodnota je $18\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ (priemer za 5 rokov). Táto hodnota bola v priemere za roky 2013 – 2017 prekročená na štyroch staniciach.

V spolupráci s Holandskom sa pomocou modelu LOTOS-EUROS rekalkulovali koncentrácie prízemného ozónu nad Európou pre roky 1999 a 2003, a to v oboch rokoch pre dva varianty – so slovenskými a bez slovenských emisií antropogénnych prekursorov ozónu. Výsledky potvrdili veľmi malý vplyv emisií Slovenska na stredoeurópsku úroveň koncentrácií ozónu a tým

aj veľmi malé možnosti jej ovplyvnenia národnými opatreniami. Lokálna produkcia ozónu na Slovensku je veľmi malá (podľa modelu LOTOS-EUROS, na základe výsledkov meraní zo staníc umiestnených v rôznych nadmorských výškach a pozadovej úrovne koncentrácií NO₂). Ročný priemer slovenské emisie prakticky neovplyvňujú, maximálne hodnoty v lete zvyšujú o niekoľko percent a v zime o približne rovnakú hodnotu znižujú.

Tab. 4.5 Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj – júl).
Cieľová hodnota AOT je 18 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ v priemere za 5 rokov.

Stanica	2015	2016	2017	Priemer 2013–17
Bratislava, Jeséniova	28166	13612	25042	21677
Bratislava, Mamateyova	20418	4450	21525	15932
Košice, Ďumbierska	15111	15560	11557	14025
Banská Bystrica, Zelená	*2526	*9771	17198	21263
Jelšava, Jesenského	6111	14597*	12756	9434
Kojšovská hoľa	4098*	18259	13056	14750
Nitra, Janíkovce	21800	18684	25925	21315
Humenné, Nám. slobody	315	13008	14209	10580
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	9441	13151	13197	11360
Gánovce, Meteo. st.	*13719	2678	7020	7766
Starina, Vodná nádrž, EMEP	*10528	10235	12154	11627
Prievidza, Malonecpalská	*16823	*5835	16167	16976
Topoľníky, Aszód, EMEP	9545	11812	9334	14060
Chopok, EMEP	15557	23014	29820	19286
Žilina, Obežná	5269	14359	10956	11387
Ružomberok, Riadok		3875	2801	3338

* rok sa nezapočítal do priemeru, z dôvodu nedostatku údajov v letnom období

4.2 Záver

Slovensko je malá krajina v strede Európy. Prízemný ozón na jeho území má prevažne advektívny pôvod. Dominuje prenos smerom k povrchu z vrstvy akumulácie ozónu nad európskym kontinentom a horizontálny (cezhraničný) prenos, hlavne z južných smerov. Potenciál národných opatrení na zníženie úrovne koncentrácií prízemného ozónu na území Slovenska je veľmi malý. Potvrdzujú to nasledujúce skutočnosti:

1. Masívne zníženie národných emisií prekursorov ozónu za posledné roky neprinieslo zníženie úrovne koncentrácií prízemného ozónu na území Slovenska. Niektoré charakteristiky koncentrácií prízemného ozónu v 2017 zotrvali na relatívne vysokej úrovni z predchádzajúcich rokov.
2. Výsledky meraní z monitorovacích staníc umiestnených v rôznych nadmorských výškach umožnili kvantifikovať prenos ozónu smerom k povrchu ako dominantný vplyv a odhadnúť význam lokálnej produkcie ozónu na Slovensku na menej ako 10 %. Zodpovedá tomu aj úroveň vidieckych pozadových koncentrácií NO₂.
3. Výsledky výpočtov pomocou holandského modelu LOTOS-EUROS pre roky 1999 a 2003 (vždy pre dva varianty – so slovenskými a bez slovenských antropogénnych emisií prekursorov ozónu) poukázali na veľmi malý vplyv Slovenska na stredoeurópsku úroveň koncentrácií prízemného ozónu.
4. Veľmi sporadické prekračovanie informačného (180 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a výstražného (240 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) prahu pre verejnosť (hlavne na juhozápadnom Slovensku) malo vždy advektívny (cezhraničný) charakter. Lokálne regulačné opatrenia (napr. obmedzovanie autodopravy v Bratislave) by spôsobili len zníženie titračného účinku oxidov dusíka a tým zvýšenie koncentrácií ozónu v centre mesta. Pozadová úroveň koncentrácií by sa nezmenila.

5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31.12.2017

5.1 Použité metódy a ich stručný popis

Matematické modely, v zmysle slovenskej aj európskej legislatívy ochrany ovzdušia, patria medzi základné nástroje na hodnotenie kvality ovzdušia. Modely umožňujú (v rôznych priestorových mierkach) najmä plošné vyjadrenie požadovaných charakteristík znečistenia ovzdušia, analýzu podielu významných zdrojov znečisťovania ovzdušia na základe nameraných koncentrácií znečisťujúcich látok a výpočet očakávaných zmien pre rôzne scenáre vývoja emisií. Podľa legislatívy EÚ je samostatná aplikácia modelu možná len pre koncentrácie znečisťujúcich látok pod dolnou medzou na hodnotenie kvality ovzdušia. Pri vyšších úrovniach znečistenia ovzdušia sa musí použiť kombinácia stálych meraní a modelovacích techník alebo aj indikatívnych meraní. Proces harmonizácie disperzných modelov v EÚ ešte nie je ukončený. V členských štátoch sa zatiaľ odporúča aplikácia národných modelov. Európska regionálna (požadová) úroveň znečistenia ovzdušia, vrátane cezhraničných prenosov sa hodnotí pomocou modelov (aj meraní) programom EMEP, a to pre acidifikáciu, eutrofizáciu, prízemný ozón, ťažké kovy aj pre POPs (Persistent Organic Pollutants – perzistentné organické látky).

Zákon o ochrane ovzdušia č. 137/2010 Z.z. v znení neskorších predpisov stanovuje postup pre hodnotenie a kritériá na hodnotenie kvality ovzdušia v plnom súlade so smernicami EÚ a umožňuje využiť okrem meraní na hodnotenie kvality ovzdušia aj matematické modelovanie. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje SHMÚ na staniaciach NMSKO. V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania. Aplikácia modelov však má svoje limity. Legislatíva predpisuje maximálnu prípustnú neistotu (neurčitosť) modelovania pre jednotlivé znečisťujúce látky. Modelovanie znečistenia ovzdušia na Slovensku komplikuje mimoriadna členitosť územia, ktoré je komplikované rovnomerne pokrytím monitorovacou sieťou.

Pri tomto hodnotení kvality ovzdušia boli použité 2 typy modelov

- **CEMOD** – modelovanie základných znečisťujúcich látok (SO₂, NO_x, NO₂, benzén a CO) na celom území Slovenska.
- **IDWA** – priestorová interpolácia koncentrácií vybraných látok (PM₁₀, PM_{2,5}, ťažké kovy a ozón) na celom území Slovenska.

Modely CEMOD a IDWA slúžia pre hodnotenie znečistenia ovzdušia na území celého štátu. Model CEMOD môže byť využitý aj pre riešenie lokálnych problémov ochrany ovzdušia (priemyselný zdroj, mesto, ulica a pod.).

Uvedené modely pre hodnotenie kvality ovzdušia boli vyvinuté na SHMÚ. Cieľom bolo získať účinné nástroje pre celoplošné hodnotenie znečistenia ovzdušia požadované našou legislatívou a smernicami EÚ pre riadenie kvality ovzdušia v aglomeráciách (Bratislava a Košice) a v zónach (všetky kraje Slovenska okrem aglomerácií). Pomocou týchto modelov je možné v kombinácii s výsledkami z monitorovacích staníc NMSKO hodnotiť kvalitu ovzdušia na celom území Slovenska, a to všetkých požadovaných indikátorov. Samozrejme v rámci prípustnej neistoty (neurčitosti) modelových výpočtov.

Model pre celoplošné hodnotenie koncentrácií plynných znečisťujúcich látok na Slovensku (CEMOD)

CEMOD pracuje na báze metodiky US EPA-ISC pre výpočet znečistenia ovzdušia zo stacionárnych zdrojov a metodiky US EPA-CALINE pre líniové (mobilné) zdroje, a to do vzdialenosti 30 km od zdrojov. Pre väčšie vzdialenosti používa sektorový prístup, pričom uhol sektoru narastá so vzdialenosťou od zdroja. Komplexný terén sa zohľadňuje v súlade s metodikou ISC. Metodika zahrňuje korekčný faktor pre pokles koncentrácie s nadmorskou výškou, ktorý je stanovený na základe meraní regionálnych pozad'ových staníc. Modelové výpočty pre líniové zdroje obsahujú algoritmy, pomocou ktorých sa zohľadňuje vplyv hustoty a štruktúry zástavby (drsnosť povrchu) na rozptyl znečisťujúcich látok v mestskej aglomerácii. Model neobsahuje chemický modul (pre rýchle reakcie). CEMOD sa v súčasnosti aplikuje len pre oxidy dusíka (NO_x), oxid dusičitý (NO_2), oxid uhoľnatý (CO), benzén a oxid siričitý (SO_2). Chemická transformácia NO na NO_2 pre všetky stacionárne zdroje v mimo mestského prostredia a v mestskom prostredí pre zdroje s efektívnou výškou zdrojov viac ako dvojnásobok výšky priemernej zástavby sa počíta v súlade s metodikou TA-Luft 2002. Citovaná metodika je doplnená korekčným koeficientom pre zohľadnenie hustoty a štruktúry zástavby (drsnosti povrchu) v mestskom prostredí pre mobilné zdroje a stacionárne zdroje s efektívnou výškou zdrojov menšou ako je dvojnásobok priemernej výšky zástavby. CEMOD vyžaduje sekvenčné meteorologické aj emisné vstupné údaje (po hodinách). Vypočítaný rad hodinových koncentrácií (8 760 hodnôt ročne pre každý uzlový bod) umožňuje stanoviť 8h, 24h a ročné koncentrácie a percentily ich prekročenia.

Funkčnosť modelu CEMOD sa overila pre uvedené znečisťujúce látky pre rok 2000. Výpočty sa vykonali pre všetkých osem zón a dve aglomerácie SR. Zo sekvenčných vstupných hodnôt pre každý referenčný, resp. uzlový bod boli vypočítané všetky charakteristiky znečistenia ovzdušia požadované v smerniciach EÚ, resp. zákonom o ovzduší. Príslušné smernice pre uvedené znečisťujúce látky vyžadujú neistotu výstupov modelovania pre ročný priemer 30 %, pre denný priemer 50 % a pre hodinový priemer 50 až 60 %. Predbežne sa výsledky modelových výpočtov a odvodené parametre porovnali s nameranými hodnotami z automatických monitorovacích staníc (AMS) pre oxid siričitý. Pre ostávajúce znečisťujúce látky sa porovnali výsledky modelových výpočtov len s hodnotami zo staníc AMS v dvoch aglomeráciách, nakoľko pre ostávajúce mestá nie sú k dispozícii dostatočné informácie o intenzite automobilovej dopravy.

Štruktúra programu (CEMOD):

- Riadiaci modul zabezpečujúci koordináciu behu programu na základe definovaných požiadaviek na modelovú simuláciu, vstupné údaje, formy a rozsah výstupov.
- Moduly na predspracovanie emisných a meteorologických dát podľa požiadaviek pre model.
- Moduly disperzného modelu.
- Modul pre výpočet požadovaných štatistických výstupov z vypočítaných údajov.
- Modul pre zabezpečenie výstupov v tabuľkovej a grafickej forme.

Vstupné údaje pre model:

- **Geografické údaje**, t.j. nadmorské výšky, súradnice uzlových a referenčných bodov, štruktúra zástavby mestských častí, geometrické charakteristiky vybratých ulíc.
- **Emisné údaje** predstavujú výstupy z databázy veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia inventarizačného systému NEIS (kedysi REZZO), intenzita dopravy od firmy AUREX alebo Slovenskej správy ciest, skladba vozidiel a špecifické emisie podľa kategorizácie EHK, údaje o rýchlosti v dopravných úsekoch a typy ciest.
- **Meteorologické údaje** predstavujú sekvenčné meteorologické vstupné údaje, ktoré sa získavajú z meteorologických staníc (databáza KMIS) a mezometeorologického modelu.
- **Pozad'ové koncentrácie** z diaľkového (cezhraničného) prenosu sa získajú zo staníc NMSKO s monitorovacím programom EMEP.

Výstupy z modelu:

- Pomocou modelu sa vypočítajú koncentrácie pre všetky zvolené referenčné, resp. uzlové body. Z vypočítaných hodnôt pre každý referenčný bod sa odvodí všetky charakteristiky znečistenia ovzdušia požadované zákonom o ovzduší (limitné hodnoty pre príslušné priemerné obdobia).
- Pri dostatočnej hustote uzlových bodov možno jednoducho spracovať mapy izočiari vypočítaných charakteristík (GIS).
- Výsledky výpočtov pre referenčné alebo sieťové body sú k dispozícii aj vo forme tabuľkových výstupov.

Anizotropná vážená inverzná distančná interpolácia pre celoplošné hodnotenie kvality ovzdušia v SR (IDW-A)

Aplikácia disperzných modelov pre znečisťujúce látky s dlhším zotrvaním v atmosfére, pre ktoré chýbajú emisné údaje v požadovanej disagregovanej forme, pre ktoré je typické vysoké regionálne pozadie a významne sa uplatňuje diaľkový prenos, prípadne prírodné zdroje (PM₁₀, PM_{2,5}, olovo, benzo(a)pyrén (BaP), atď.), je často obmedzená. V takýchto prípadoch môžu byť veľmi úspešné interpolačné metódy. Na SHMÚ bola navrhnutá interpolačná metóda IDW-A, v ktorej miera vplyvu monitorovacích staníc na koncentrácie v uzlových bodoch siete je nepriamo závislá od ich vzájomnej vzdialenosti.

Interpolačný model bol použitý napríklad pre celoslovenské hodnotenie úrovne koncentrácií PM₁₀. Jeho aplikácia vyplynula z vysokého stupňa neurčitosti vstupných emisných údajov (suspenzia a resuspenzia minerálnych častíc, elementárny a organický uhlík, sekundárne častice, častice biogénneho pôvodu a fugitívne emisie). V interpolačnej schéme sa aplikoval faktor anizotropie prostredia, ktorý zohľadňuje vplyv orografie na šírenie znečisťujúcich látok v danej lokalite. Ako vstupné hodnoty pre výpočet slúžili namerané údaje, alebo z nich odvodené hodnoty (napr. priemery, percentily). Na základe významných atribútov prostredia boli pre každú vstupnú hodnotu definované: vyhladzovacie parametre (smoothing) a exponent horizontálnej reprezentatívnosti. Zaviedla sa aj regionalizácia (priestorová reprezentatívnosť) meraní (vstupných hodnôt). Vstupné hodnoty sa transformovali na referenčnú hladinu na základe empiricky odvodených výškových závislostí z meraní staníc NMSKO s monitorovacím programom EMEP. Interpolačná schéma umožňuje na základe nameraných údajov určiť aj priestorové rozloženie (3D) jednotlivých odvodených charakteristík znečistenia ovzdušia.

Vstupné údaje pre výpočet:

- Namerané alebo odvodené údaje z monitorovacích staníc kvality ovzdušia.
- Faktory anizotropie prostredia, ktoré zohľadňujú vplyv orografie na šírenie znečisťujúcich látok v danej lokalite.
- Atribúty v závislosti od charakteru prostredia pre každý merací bod (prítomnosť a významnosť zdrojov – váhy, geografická integrita – výber podmnožiny, rozmer zastavanej plochy, mesta – vyhladzovací parameter).

Výstupy z modelových výpočtov:

- Vypočítané hodnoty ľubovoľne zadanej charakteristiky kvality ovzdušia pre sieť uzlových bodov na následné mapové spracovanie (priemery, prekračovanie limitov, ...).
- Vypočítané hodnoty ľubovoľne zadanej charakteristiky kvality ovzdušia pre zvolené referenčné body na následné tabuľkové spracovanie (priemery, prekračovanie limitov, ...).

5.2 Výsledky a výstupy

Výsledky modelových výpočtov

Modelové výpočty pre hodnotenie kvality ovzdušia boli uskutočnené aplikáciou hore uvedených modelov CEMOD a IDW-A. Pre znečisťujúce látky SO₂, NO₂, NO_x, CO a benzén bol použitý model CEMOD.

Verifikované vstupné údaje pre rok 2017 budú k dispozícii až v poslednom štvrtroku 2018. Vzhľadom na tento technický problém modelové výpočty boli doteraz vždy uvedené s ročným sklzom. Na základe vykonaných analýz upresnených emisných tokov v ostatných rokoch boli zistené len nevýznamné rozdiely, ktoré by výsledky modelových výstupov prakticky neovplyvnili. Na základe tohto zistenia pre zabezpečenie aktuálnosti celkového hodnotenia kvality ovzdušia na Slovensku budú použité predbežne aktualizované emisné údaje za hodnotený rok z databázy NEIS. V prípade prízemného ozónu (O₃), suspendovaných častíc PM₁₀ a PM_{2,5} bola pre modelový výpočet použitá interpolácia IDW-A. Model CEMOD sa v prípade PM₁₀ nedá používať vzhľadom na vysokú neurčitost' vstupov. Pre výpočet koncentrácií použitím IDW-A sú potrebné len namerané údaje zo siete NMSKO, preto sú výsledky uvedené už za aktuálny hodnotený rok, t.j. modelové výpočty budú vykonávané za to isté hodnotiace obdobie.

V priebehu roka 2017 už bola zabezpečená komplexná funkčnosť rozšíreného meracieho programu a obnoveného meracieho systému v rámci siete NMSKO, ktoré boli realizované v rokoch 2015 a 2016.

■ Oxid siričitý – SO₂

Výpočet plošného rozloženia všetkých charakteristík úrovne koncentrácií SO₂ v zónach, aglomeráciách, oblastiach riadenia kvality ovzdušia a na celom území štátu sa používa model **CEMOD**. Tento model vyžaduje vstupné meteorologické aj emisné údaje v sekvenčnej forme (t.j. v postupnosti po hodinách). Prípravy meteorologických vstupov z celého územia Slovenska za každý rok (úprava údajov z meteorologických staníc, výstupy z meteorologického modelu) sú veľmi náročné. Emisné vstupné údaje sú z databázy NEIS (Národný emisný informačný systém), pre tieto bol určený ročný chod emisných tokov, a to na základe charakteru a typu zdroja (celoročná, sezónna prevádzka, energetika, atď.). Ako doplnkové údaje pre priestorové hodnotenie územia sa používajú namerané údaje koncentrácií oxidu siričitého z vidieckych požadových staníc NMSKO s programom EMEP. Výsledky meraní z NMSKO slúžia na validáciu modelových výpočtov.

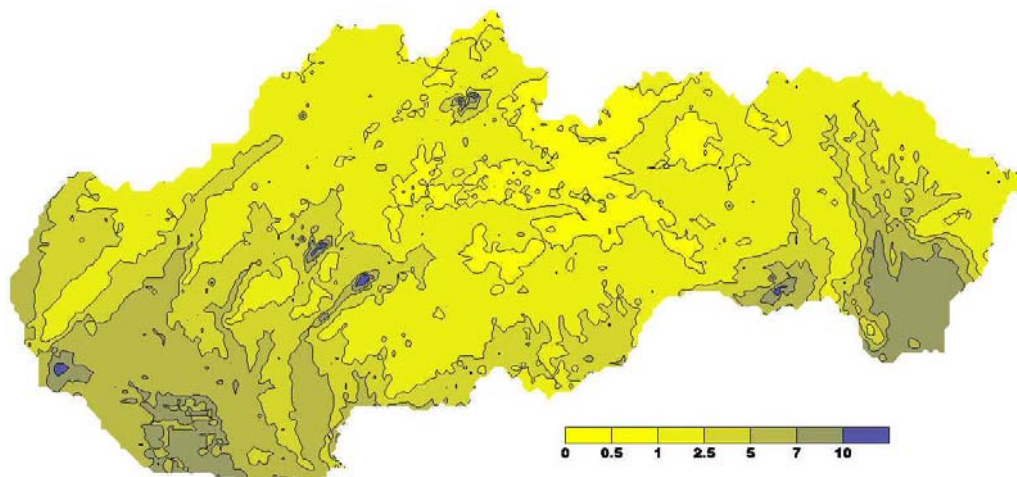
Emisie – Zo zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým, ktoré patria do skupiny veľkých a stredných zdrojov bolo pre rok 2017 do modelových výpočtov zaradených 259 komínov (výduchov). pričom v databáze NEIS je pre toto obdobie evidovaných 9324 komínov a výduchov s emisiami SO₂. Z celkového počtu komínov len v prípade 277 je celoročná emisia je nad 1 t (v roku 2006 to bolo 898). Z uvedeného je zrejmé, že aj v roku 2017, obdobne ako v posledných rokoch, je výrazný podiel komínov (výduchov), ktoré majú nižší ročný emisný tok. V roku 2017 sme zaznamenali výrazný pokles emisií oxidu siričitého, ktorý predstavoval rozdiel až o 41 044 t v porovnaní s rokom 2015. Takmer celý tento pokles bol zaznamenaný od zdroja znečisťovania ovzdušia ENO (Slovenské Elektrárne, a.s.). Pokles emisií tohto zdroja sa prejavil už v roku 2016. Emisie z 259 komínov vstupujúcich do modelového výpočtu reprezentujú až 99,2 % z celkovej emisie (22 921 t) z veľkých a stredných zdrojov vstupujúcich do modelových výpočtov. Z tohto množstva štyri dominantné zdroje predstavujú okolo 79,0 % podiel – ENO 29,9 %, U.S. Steel Košice 28,2 %, Slovnaft Bratislava 10,3 % a Slovalco, a.s., Žiar nad Hronom 10,6 %. Množstvo emisií z malých zdrojov (medzi malé zdroje patrí najmä vykurovanie domácností) je oproti priemyselným zdrojom menej významné. V modelových výpočtoch boli malé zdroje, ako aj stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované 35 plošnými zdrojmi.

Výsledky modelovania – Matematické modelovanie potvrdilo mierne zvýšenie znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v roku 2017 v porovnaní s rokom 2016 v dôsledku mierne zhoršených podmienok pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší. Na území okresu Prievidza, ako dôsledok výrazného zníženia emisných tokov zo zdroja znečisťovania ovzdušia ENO, sú už druhým rokom namerané hodnoty porovnateľné s nameranými hodnotami na lokálnych monitorovacích staniciach v rámci systému NMSKO. V lokalite priameho dosahu zdroja znečisťovania ovzdušia ENO absolútne rozdiely v hodinových percentiloch¹ poukazujú na zrážanie dymovej vlečky z komínov zdroja do údolia. Na staniciach v lokalite s priamym dosahom zdroja znečisťovania ovzdušia ENO boli zistené z nameraných hodnôt aj najväčšie hodnoty hodinových aj denných percentilov v rámci siete staníc NMSKO. Modelovo simulovať tento mechanizmus šírenia dymovej vlečky bez relevantných meteorologických informácií z vyšších hladín atmosféry, resp. z údolno-dolinných cirkulácií je veľmi obtiažne, resp. takmer nemožné. Prekročenie 1 hodinovej limitnej hodnoty bolo zaznamenané v dvoch prípadoch na stanici Bratislava-Mamateyova (legislatíva dovoľuje 24 prekročení za kalendárny rok). V prípade 24 hodinovej limitnej hodnoty v roku 2017 nebolo zaznamenané žiadne prekročenie limitnej hodnoty v rámci siete staníc NMSKO (legislatíva v tomto prípade povoľuje 3 prekročenia dennej limitnej hodnoty za kalendárny rok).

Model CEMOD podhodnotil v porovnaní s meraním 1 hodinové percentily v okolí zdroja ENO, čo je dôsledkom rôzneho charakteru výškového a prízemného vetra. Vzhľadom na efektívnu výšku komína ENO (300m + tepelný vznos) je dymová vlečka ovplyvnená skôr výškovým ako prízemným vetrom, ktorý vstupuje ako parameter do modelových výpočtov.

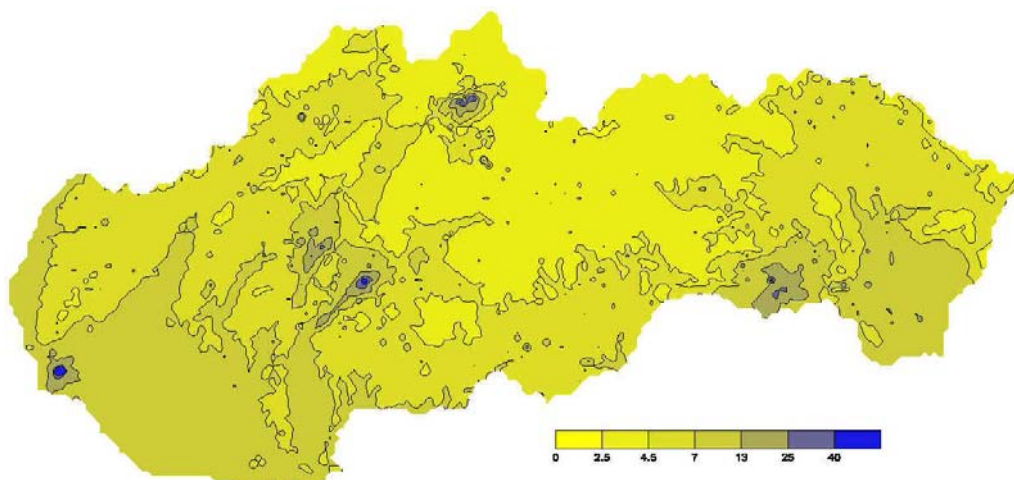
Z Obr. 5.1, Obr. 5.2 a Obr. 5.3 je zjavné, že oblasti najviac zaťažené oxidom siričitým (pokiaľ ide o rozlohu) súvisia s najvýznamnejšími (najvýdatnejšími) zdrojmi znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým. Lokalizácia dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia touto znečisťujúcou látkou (ENO, U.S. Steel Košice a Slovnaft) a niektorých zdrojov znečisťovania ovzdušia s obmedzeným dosahom na obrázkoch je zjavná.

Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia SO_2 [$\mu g \cdot m^{-3}$], rok 2017.

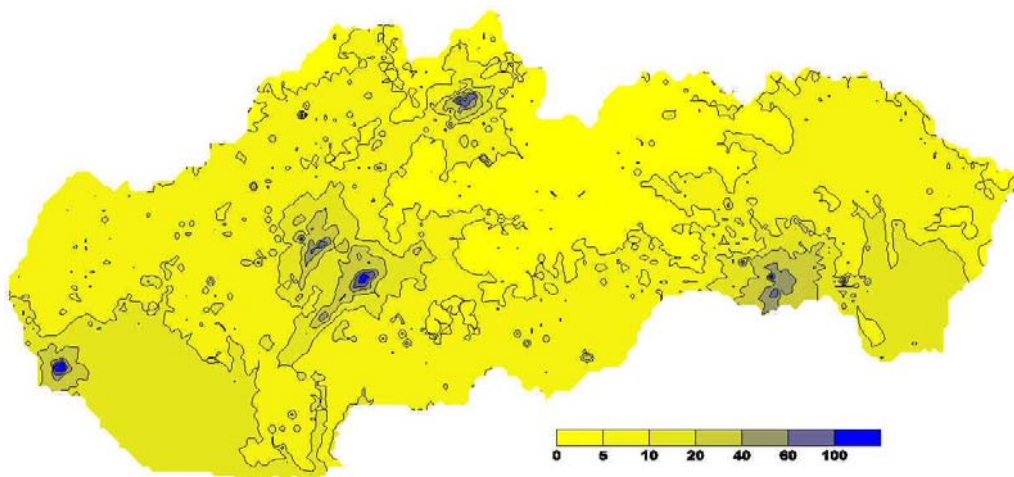


¹ Legislatíva stanovuje, že priemerná hodinová koncentrácia SO_2 môže prekročiť hodnotu $350 \mu g \cdot m^{-3}$ maximálne 24 krát za kalendárny rok. Ak usporiadame hodnoty priemerných hodinových koncentrácií na určitom mieste podľa veľkosti, 25-tej najvyššej koncentrácií bude zodpovedať 99,7 percentil. Ak je táto hodnota vyššia ako $350 \mu g \cdot m^{-3}$, v danom mieste je prekročená limitná hodnota pre priemerné hodinové koncentrácie SO_2 .

Obr. 5.2 99,2 percentil priemernej dennej koncentrácie SO_2 [$\mu g \cdot m^{-3}$], rok 2017.



Obr. 5.3 99,7 percentil priemernej hodinovej koncentrácie SO_2 [$\mu g \cdot m^{-3}$], rok 2017.



Tab. 5.1 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid siričitý (SO_2) v sieti NMSKO SR za rok 2017 a ich percentuálny rozdiel [%].

AGLOMERÁCIA/ Zóna	Stanica	(SO_x) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu g \cdot m^{-3}$]			99,2-percentil z 24 hodinových údajov oxidu siričitého			99,7-percentil z 1 hodinových údajov oxidu siričitého		
		AMS	CEMOD	%	AMS	CEMOD	%	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Mamateyova	7.5	7.1	-6	15	14	-9	38	34	-10
KOŠICE	Košice, Štefánikova	13.3*	5.0	-62	20*	11	-46	41*	25	-39
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	4.2	3.8	-10	11	9	-21	27	15	-43
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	5.2	5.5	5	13	9	-29	20	13	-34
Košický kraj	Krompachy, SNP	5.9	6.4	9	11	14	23	18	27	47
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	8.0**	7.5	-6	13**	11	-17	21**	14	-32
Prešovský kraj	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	8.0	8.1	2	19	14	-25	36	20	-44
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	4.8	6.0	26	17	15	-13	41	31	-25
	Bystričany, Rozvodňa SSE	6.3	8.5	34	30	23	-24	77	63	-18
	Handlová, Morovianska cesta	5.4	6.9	27	40	17	-58	64	36	-44
	Trenčín, Hasičská	7.1	6.9	-2	16	11	-33	20	19	-5
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	4.2	5.7	26	20	9	-55	26	14	-46
Žilinský kraj	Ružomberok, Riadok	4.6	5.2	13	12	12	-2	24	23	-2

* podiel platných údajov menej ako 50 %, ** podiel platných údajov menej ako 85 %,

Tab. 5.1 obsahuje vypočítané a namerané indikátory pre hodnotenie kvality ovzdušia. Z tabuľky vyplýva, že prezentovať úspešnosť modelových výpočtov v porovnaní s nameranými hodnotami je tým obtiažnejšie, čím je táto hodnota menšia. Platí to hlavne v prípade priemerných ročných koncentrácií, keď absolútny rozdiel $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ predstavuje percentuálny podiel až 15 % (čo je bežná tolerancia pre meracie prístroje), pričom predpísaná úspešnosť pre modelový odhad je 30%! Absolútna hodnota rozdielov v prípade denných a hodinových percentilov medzi nameranými a namodelovanými koncentraciami je relatívne malá. V posledných rokoch boli podľa očakávania dve lokality najproblematickejšie v prípade znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým a to Krompachy a lokalita elektrárne ENO – Prievidza. Výsledky modelových výpočtov pre priemerné ročné koncentrácie uvedené v tabuľke 5.1 v porovnaní s nameranými hodnotami čiastočne poukazujú na problematiku malých nevidovaných zdrojov znečisťovania ovzdušia (najmä domáce vykurovacie systémy) v danej lokalite. V oblasti lokalít Prievidza, Bystričany, na rozdiel od ostatných lokalít, miestne vykurovacie systémy do roku 2016 nemali dominantný podiel na priemernej ročnej koncentrácii, v porovnaní so zdrojom ENO. Z uvedeného dôvodu modelové výsledky, týkajúce sa veľkých a stredných zdrojov boli dokonca vyššie ako namerané hodnoty. Od roku 2016 v dôsledku výrazného zníženia množstva emisií oxidu siričitého z ENO majú miestne lokálne zdroje dominantný podiel na priemernom ročnom znečisťovaní ovzdušia oxidom siričitým. V ostatných lokalitách väčšinou chýbajúce vstupné informácie pre výpočet majú za následok menšie hodnoty modelových odhadov priemerných ročných koncentrácií v porovnaní s nameranými.

Priemerná ročná pozad'ová koncentrácia nameraná v roku 2017 mala na vidieckych pozad'ových staniaciach NMSKO s programom EMEP hodnotu $1,65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a menej, čo predstavuje podiel do 8,3 % z limitnej hodnoty. Nárast tejto hodnoty v porovnaní s rokom 2016 bol pozorovaný len na stanici EMEP s nižšou nadmorskou výškou. Táto skutočnosť majú na zreteli aj mierny pokles emisií (o takmer 5 %) potvrdzuje, že v roku 2017 boli podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok zhoršené v porovnaní s rokom 2016. Zároveň poukazuje na nezmenenú situáciu v medzi-ročnom cezhraničnom prenose tejto znečisťujúcej látky.

■ **Oxid dusičitý, oxidy dusíka – NO_2 , NO_x**

Pre plošné hodnotenie úrovne koncentrácií NO_2 sa tiež používa model CEMOD. Postup je rovnaký ako pri SO_2 . Model však zohľadňuje transformácie NO na NO_2 a je náročnejší na vstupy, najmä týkajúce sa mobilných zdrojov, vrátane hustoty (štruktúry) zástavby v okolí ciest. Model pracuje s informáciou, ktorá je obdobná ako využitie pôdy („land use“). Tento parameter je používaný aj v chemicko-transportných modeloch. Emisné vstupné údaje pre stacionárne zdroje sú z databázy NEIS. Bol určený ročný chod emisných tokov zo stacionárnych zdrojov rôznych typov (celoročná, sezónna prevádzka, energetika atď.). Emisie z mobilných zdrojov boli priestorovo modelované pre 2679 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 634 km obdobne ako pre oxid uhoľnatý a benzén na základe vstupných údajov zo sčítania dopravy SSC v roku 2015. Pre modelový výpočet kontrolných bodov (viď Tab.5.2), boli pre rozšírenú dopravnú sieť o lokálne komunikácie (3258 úsekov) použité okrem vstupov zo sčítania dopravy 2015 aj rastové koeficienty podľa prognózovanie výhľadových intenzít SSC. Pre modelovanie v kontrolných bodoch sme použili aj plošné zdroje, ako vplyv automobilovej dopravy mimo hlavnej cestnej siete, blízkych parkovísk a čerpacích staníc pohonných hmôt pre kalibráciu modelu na základe nameraných hodnôt. V modelových výpočtoch boli fugitívne emisie a známe lokálne vplyvy reprezentované 53 plošnými zdrojmi. Ako doplnkové údaje pri priestorovom hodnotení územia slúžia výsledky meraní oxidu dusičitého z pozad'ových staníc NMSKO s programom EMEP.

Emisie – Emisie z mobilných zdrojov (delené na osobné a nákladné automobily) boli modelované pre dopravnú sieť na území SR o celkovej dĺžke 10 634 km. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom dusičitým spadajúcich do skupiny veľké a stredné zdroje bolo do modelových výpočtov zaradených 902 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 870 v roku 2017. Tento zredukovaný počet reprezentuje až 98,6 % (21 946 t) z celkového množstva emisií 22 261 t z veľkých a stredných zdrojov vstupujúcich do modelových výpočtov. Z tohto

celkového množstva štyri významnejšie zdroje predstavujú asi 34,7 % podiel (ENO 7,7 %, U.S. Steel 17,9 %, Mondi SCP, a.s. 5,0 % a Slovnaft Bratislava 4,1 %). Emisie oxidov dusíka nie sú tak výrazne závislosťou niekoľkých dominantných zdrojov, ako v prípade oxidu siričitého. Dokazuje to aj počet komínov (výduchov) v porovnaní s CO alebo benzénom zaradených do modelových výpočtov. Väčšiu časť zvyšného podielu predstavujú lokálne vykurovacie systémy - teplárne. Z celkového počtu 9 870 komínov len v prípade 919 je celoročná emisná nad 1 t. Malé zdroje znečisťovania (hlavne vykurovacie domácnosti) emitovali až tretinu množstva emisií stredných a veľkých zdrojov. Z uvedeného množstva až 2/3 podiel pripadá spaľovaniu palivového dreva. V modelových výpočtoch pre kalibráciu modelu v referenčných bodoch (stanice NMSKO) boli malé, stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi, ako aj vplyv automobilovej dopravy pre lokality s nekompletnou informáciou o intenzite dopravy a blízkych parkovísk reprezentované plošnými zdrojmi. Výsledky výpočtov v týchto bodoch slúžia predovšetkým na zistenie príčin nepriamych vplyvov (parkoviská, fugitívne emisie, krátkodobé hospodárske aktivity, atď.). Analýza týchto výsledkov je cennou informáciou na návrh opravných opatrení v procese riadenia kvality ovzdušia.

Tab. 5.2 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid dusičitý (NO_2) v NMSKO SR za rok 2017 a ich percentuálny rozdiel [%].

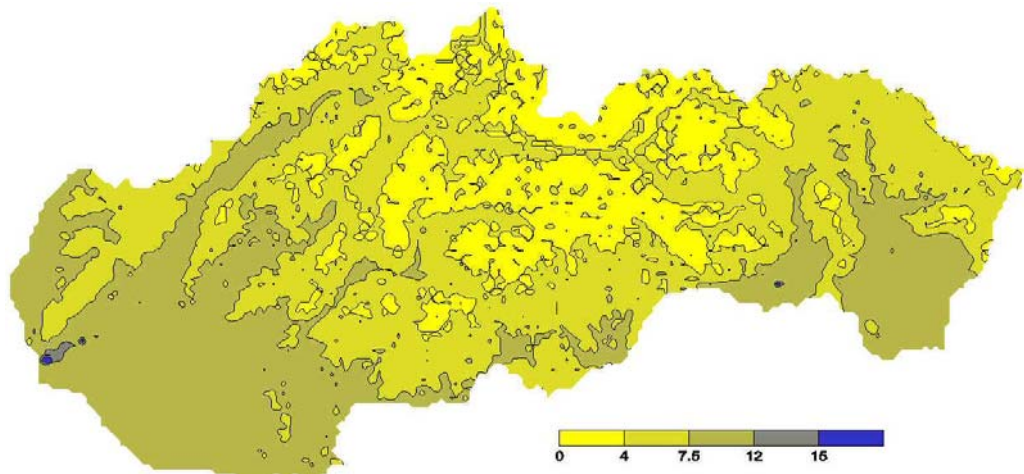
AGLOMERÁCIA/ Zóna	Stanica	(NO ₂) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]			99,8-percentil z 1 hodinových údajov oxidu dusičitého		
		AMS	CEMOD	%	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	39	36	-8	132	145	10
	Bratislava, Jeséniova	14	21	50	77	66	-14
	Bratislava, Mamateyova	24	26	8	116	102	-12
KOŠICE	Košice, Štefánikova	31	33	6	119	131	10
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	38	33	-13	132	146	11
	Banská Bystrica, Zelená	13	13	0	77	50	-35
	Jelšava, Jesenského	10	10	0	50	41	-18
Bratislavský kraj	Malacky, Mierové nám.	29	25	-14	97	103	6
Košický kraj	Krompachy, SNP	18	19	6	73	71	-3
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce	14	17	21	87	81	-7
	Nitra, Štúrova	35	31	-11	116	161	39
Prešovský kraj	Humenné, nám. slobody	11	13	18	82	47	-43
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	38	37	-3	107	144	35
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	19	21	11	94	70	-26
	Trenčín, Hasičská	31	34	10	108	123	14
Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	37	35	-5	118	155	31
Žilinský kraj	Martin, Jesenského	26	23	-12	85	74	-13
	Ružomberok, Riadok	21	21	0	89	98	10
	Žilina, Obežná	25	19	-24	103	132	28

Výsledky modelovania – Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie pre oxid dusičitý v rámci siete NMSKO nebola v roku 2017 prekročená. V roku 2017 nebola prekročená limitná hodnota pre priemernú hodinovú koncentráciu (legislatíva dovoľuje 18 prekročení 1hodinovej limitnej hodnoty za kalendárny rok). Na stanicích Bratislava-Trnavské Mýto, Banská Bystrica-Štefánikovo nábr., Prešov a Trnava sa priemerné ročné koncentrácie pohybovali málo pod limitnou hodnotou (37 až $39 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Priemerné ročné koncentrácie oxidu dusičitého, ktoré prekročili hornú medzu na hodnotenie ročného priemeru ($32 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) boli namerané na piatich stanicích dopravného typu prakticky s najväčšími intenzitami automobilovej dopravy. Rok 2017 z pohľadu ročnej sumy slnečného žiarenia patril medzi roky s zvýšenou mierou fotochemických reakcií. Fotochemická aktivita v ovzduší je funkciou globálneho žiarenia a podporuje rýchlosť chemickej transformácie NO na NO_2 . Namerané hodnoty oxidu dusičitého na stanici Bratislava-Trnavské mýto sú toho dôkazom. Napriek dočasnému odklonu automobilovej dopravy sme nepozorovali taký prepad koncentrácií ako v prípade oxidu uhoľnatého (CO) a benzénu. Pokles koncentrácií v dôsledku zvýšenej vzdialenosti bola kompenzovaná postupnou

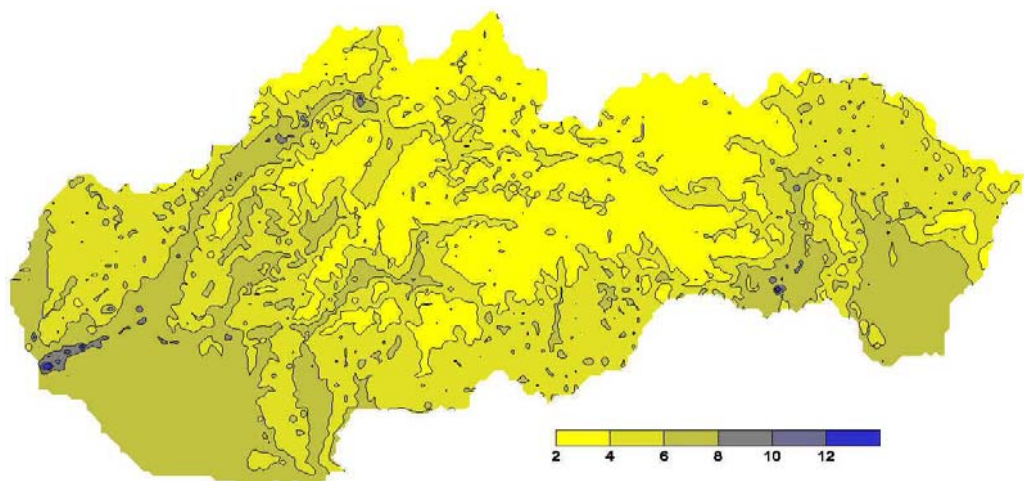
chemickou transformáciou. V roku 2017 neboli na žiadnej monitorovacej stanici prekročené 1 hodinové limitné hodnoty (povolených 18 prekročení). Najväčšie priemerné hodinové koncentrácie boli namerané na staniciach Bratislava-Trnavské mýto a na stanici Banská Bystrica-Štefánikove nábrežie s rovnakými hodnotami $132 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Tieto hodnoty ale neprekročili ani hornú medzu na hodnotenie kvality ovzdušia, ktorá predstavuje 70 % hodinovej limitnej hodnoty ($140 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$).

Namerané hodnoty koncentrácií oxidu dusičitého poukazujú na mierne zvýšenie znečistenia ovzdušia v roku 2017 v porovnaní s rokom 2016 v dôsledku menej priaznivých podmienok pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší. Modelové výpočty pre priemernú ročnú koncentráciu boli okrem oxidu dusičitého (NO_2) vykonané aj pre oxidy dusíka (NO_x), ktoré sú ako znečisťujúca látka hlavným ukazovateľom pre ochranu vegetácie. Obdobne ako pre priemernú ročnú koncentráciu SO_2 , má to len informatívnu hodnotu, pretože táto hodnota predstavuje kritickú úroveň znečistenia ovzdušia na ochranu vegetácie. Modelové výpočty, ako aj ich mapové zobrazovanie sú len informatívne a slúžia len pre overenie funkčnosti modelu CEMOD. Namerané údaje pre NO_x neuvádzame, nakoľko monitoring automatickými stanicami NMSKO nie je určený pre účely ochrany vegetácie. Na tento účel slúži meranie EMEP staníc, popísané v kapitole 3.4.

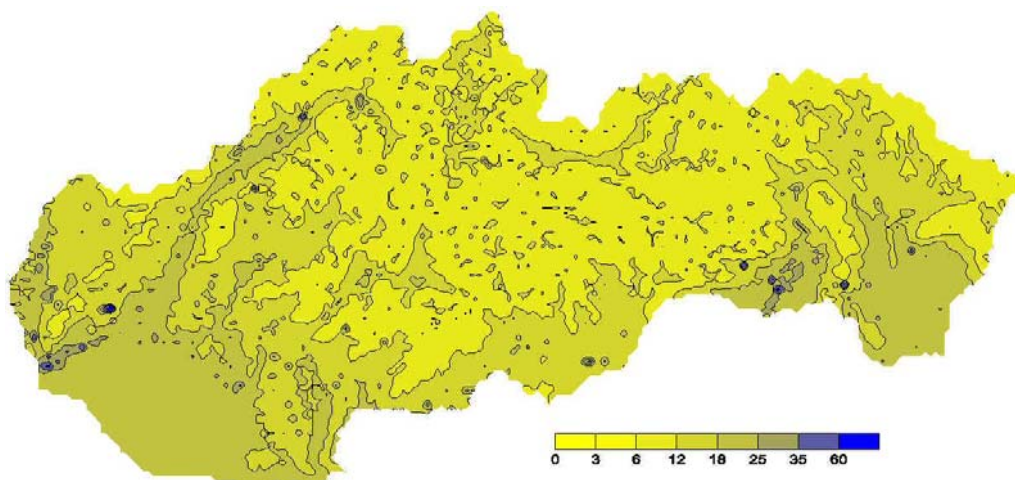
Obr. 5.4 Priemerná ročná koncentrácia NO_x [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2017.



Obr. 5.5 Priemerná ročná koncentrácia NO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2017.



Obr. 5.6 99,8 percentil hodinovej koncentrácie NO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), rok 2017.



Na Obr. 5.4 je priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií oxidov dusíka (NO_x), na Obr. 5.5 je priestorové rozloženie priemerných ročných koncentrácií oxidu dusičitého a na Obr. 5.6 je 99,8 percentil hodinovej koncentrácie NO_2 , (99,8 percentil zodpovedá v poradí 18. najvyššej hodinovej koncentrácií, 1 hodinová limitná hodnota NO_2 $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ nesmie byť prekročená viac ako 18-krát za kalendárny rok). V prípade oxidu dusičitého vplyv mobilných zdrojov (cestná sieť) celoplošne vidieť len nevýrazne v dôsledku postupnej transformácie emitovaného oxidu dusnatého na oxid dusičitý, čo je funkciou času, resp. v dôsledku rozptylu a prúdenia vzduchu funkciou vzdialenosti. Výsledný obrazec je výsledkom kombinácie vplyvov automobilovej dopravy, stacionárnych zdrojov a pozad'ovej koncentrácie na úroveň znečistenia ovzdušia. V prípade CO je podiel automobilovej dopravy výraznejší, nakoľko okrem niekoľkých dominantných stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia ostatné sú málo významné (čo v prípade stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia NO_2 neplatí). 1 km krok siete uzlových bodov použitých pre mapové spracovanie modelových výpočtov neumožňuje detailnejšie znázornenie. To platí aj pre priemerné hodinové koncentrácie oxidu dusičitého.

Priemerná ročná pozad'ová koncentrácia nameraná v roku 2017 mala na vidieckych pozad'ových staniaciach NMSKO s programom EMEP hodnotu $5,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a menej, čo predstavuje podiel do 18,3 % z kritickej úrovne znečistenia ovzdušia na ochranu vegetácie. Nárast tejto hodnoty v porovnaní s rokom 2016 bol pozorovaný len na stanici EMEP s nižšou nadmorskou výškou. Majúc na zreteli aj mierny pokles emisií, táto skutočnosť potvrdzuje, že v roku 2017 boli podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok zhoršené v porovnaní s rokom 2016. Zároveň poukazuje na nezmenenú situáciu v medziročnom cezhraničnom prenose tejto znečisťujúcej látky. Táto situácia je obdobná ako v prípade oxidu siričitého.

■ Oxid uhoľnatý – CO

Pre plošné hodnotenie úrovne koncentrácií CO sa tiež používa model CEMOD obdobne ako pre oxidy dusíka. Postup je rovnaký, ako sme to opísali v kapitole pre NO_2 . Model však počíta maximálne 8 hodinové kľzavé priemery za deň v priebehu celého roka. Vstupné informácie o parametroch mobilných, ako aj stacionárnych zdrojov vstupujúcich do modelového výpočtu sú totožné ako v prípade oxidu dusičitého.

V roku 2015 v rámci reorganizácie a inovácie meracej siete NMSKO meracie stanice Košice, Ružomberok a Žilina boli rozšírené o sledovanie úrovne znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým. V roku 2017 bolo celkovo 13 monitorovacích staníc v sieti NMSKO na nameranie koncentrácie oxidu uhoľnatého v ovzduší.

Emisie – Emisie z mobilných zdrojov (delené na osobné a nákladné automobily) boli modelované pre 3 258 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 401 km obdobne ako pre oxid dusičitý. Pri modelovom výpočte uvažujeme o tzv. štandardnom vozidle. Emisné faktory sú dané pre celú škálu automobilov delených podľa hmotnosti a splnení EURO I-VI noriem. V prípade nákladných automobilov bola použitá mierne pesimistickejšia kombinácia emisných faktorov poznajúc technický stav našich vozidiel voči európskemu štandardu. Na druhej strane emisie oxidu uhoľnatého sú výraznejšie závislé na pracovnom režime motora, t.j. priemernej rýchlosti vozidla, podobne ako v prípade oxidu dusičitého. Nehovoriac o studenom štarte, resp. jazde so studeným motorom v mestách (jazda na krátke vzdialenosti). Emisie z mobilných zdrojov (delené na osobné a nákladné automobily) boli priestorovo modelované pre 2 679 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 634 km obdobne ako pre oxid uhoľnatý na základe vstupných údajov z sčítania dopravy SSC v roku 2015. Pre modelový výpočet kontrolných bodov (Tab.5.4), bola doplnená dopravná sieť o lokálne komunikácie. Okrem vstupov zo sčítania dopravy 2015 boli použité aj rastové koeficienty podľa prognózovanie výhľadových intenzít SSC.

V modelových výpočtoch pre kalibráciu modelu boli malé, stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované plošnými zdrojmi, obdobne aj vplyv automobilovej dopravy pre lokality s nekompletnou informáciou o intenzite dopravy a blízkyh parkovísk. V modelových výpočtoch boli fugitívne emisie a známe lokálne vplyvy reprezentované 29 plošnými zdrojmi.

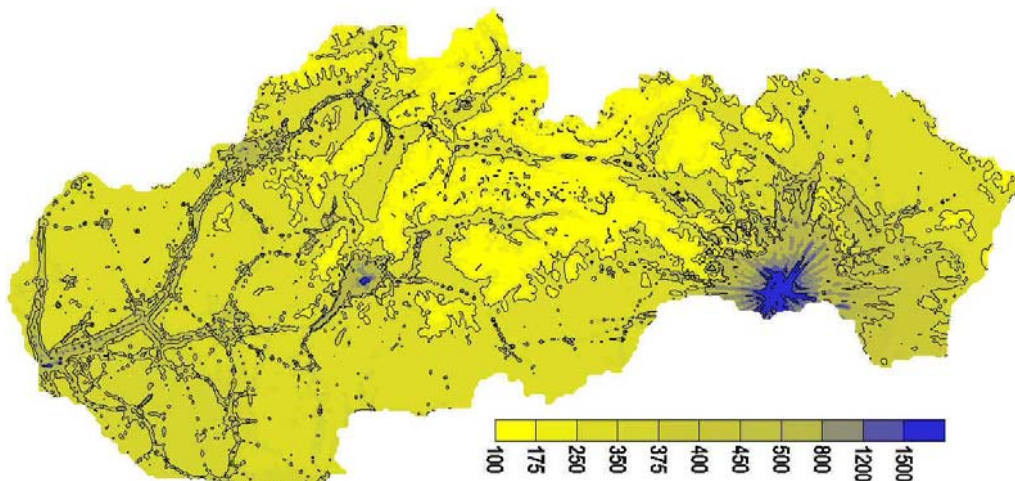
Celkové emisie oxidu uhoľnatého z veľkých a stredných stacionárnych zdrojov v roku 2017 použité pre modelový výpočet boli 152 431 t. V emisiách CO z veľkých a stredných zdrojov sme zaznamenali mierne zvýšenie za ostatné tri roky. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom uhoľnatým, ktoré spadajú do skupiny veľké a stredné zdroje, bolo do modelových výpočtov zaradených 188 komínov (výduchov) z celkového počtu až 9 823. Tento zredukovaný počet reprezentuje takmer 97,3 % z celkového emitovaného množstva v roku 2017. Z tohoto množstva pre modelový výpočet len dva dominantné zdroje predstavujú 85,2 % – podiel U.S. Steel Košice, 74,3 % a Slovalco a.s., Žiar nad Hronom 10,9 %. Ďalšími významnejším prispievateľom je metalurgia a výroba cementu a vápna.

Tab. 5.3 *Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid uhoľnatý v sieti NMSKO SR za rok 2017 a ich percentuálny rozdiel [%].*

		(CO) – 8-hodinový kĺzavý priemer [$\mu\text{g.m}^{-3}$]					(CO) – 8-hodinový kĺzavý priemer [$\mu\text{g.m}^{-3}$]		
AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%	AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	1004*	1590	58	Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	1466	1604	9
KOŠICE	Košice, Štefánikova	2148	2228	4	Prešovský kraj	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	2214	2321	5
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	2238	2189	-2	Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	3686	3421	-7
Bratislavský kraj	Malacky, Mierové nám.	1601	1823	14	Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	1584	1710	8
Košický kraj	Veľká Ida, Letná	2470	2426	-2	Žilinský kraj	Martin, Jesenského	2136	2193	3
	Krompachy, SNP	2033	1848	-9		Ružomberok, Riadok	3091	2906	-6
						Žilina, Obežná	2156	2234	4

*Dočasná zmena v organizácii dopravy.

Obr. 5.7 Maximálne denné 8-hodinové kľzavé priemerné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] oxidu uhoľnatého (CO), rok 2017.



Pozn.: Pod pojmom maximálne denné 8-hodinové kľzavé priemerné koncentrácie sa rozumie najväčšia denná 8-hodinová stredná hodnota

Výsledky modelovania – Pre oxid uhoľnatý v roku 2017 nebola prekročená ani limitná hodnota ($10\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ani dolná medza na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia – 50 % limitnej hodnoty ($5\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Už roky sa javí táto znečisťujúca látka ako neproblematická. Výsledky meraní v roku 2017 potvrdzujú pozorovaný trend celoplošného medziročného mierneho poklesu nameraných hodnôt na území Slovenska za ostatné roky. Výraznejší nárast koncentrácií oxidu uhoľnatého bol zaznamenaný na stanicích Trenčín-Hasičská a Ružomberok-Riadok. Zrejme sa na dopravnej monitorovacej stanici prejavuje vplyv problémov s plynulosťou dopravy. Na druhej strane najvýraznejší pokles koncentrácií bol zaznamenaný na stanicích Bratislava-Trnavské myto, Nitra-Štúrova a Trnava-Kollárova. Pokles zaznamenaný na stanici Bratislava-Trnavské myto je zrejme ovplyvnený dočasnou zmenou v organizácii dopravy v roku 2017.

Na Obr. 5.7 je uvedené celoplošné rozloženie maximálnych 8-hodinových kľzavých priemerov. Na väčšine územia zjavne vidieť dominantný vplyv cestnej dopravy. Vzhľadom na premenlivosť intenzity dopravy a už spomínané priestorové rozlíšenie použité pre výpočet (1 km) je veľmi obtiažne situáciu výstižnejšie zobrazit'. Zvýšený vplyv automobilovej dopravy na úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým vidieť vo väčšine dopravných monitorovacích staníc kvality ovzdušia. V týchto lokalitách sa výraznejšie prejavuje aj miestny charakter automobilovej dopravy vrátane lokálnych problémov s plynulosťou dopravy a s parkovaním. V okolí zdroja U.S. Steel, Košice vidieť prevládajúci vplyv tohto zdroja nad mobilnými zdrojmi. Vplyv spomínaného priemyselného zdroja sa však prejavuje aj na väčšie vzdialenosti (Obr. 5.7). Na stanici Veľká Ida-Letná úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým zodpovedá mohutnosti zdroja U.S. Steel. Priemerná ročná požadovaná koncentrácia (bez vplyvu lokálnych zdrojov znečisťovania ovzdušia) odhadovaná pre rok 2017 mala hodnotu asi 150 až $350\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

■ **Benzén**

V roku 2017 bola prekročená dolná medza na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia ($2\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) pre benzén – 40 % limitnej hodnoty na dvoch monitorovacích staniciach kvality ovzdušia (Krompachy, Prešov). Horná medza na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia – 70 % limitnej hodnoty ($3,5\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebola v roku 2017 prekročená. V roku 2017 počet analyzátorov pre benzén, toluén a xylén (BTX) v sieti NMSKO vzrástol o jeden, celkový počet bol 11, čo v porovnaní s rokom 2005 (4 analyzátory BTX) znamená výrazný nárast. Vzhľadom na vysokú potenciálnu nebezpečnosť tejto látky pre ľudské zdravie je potrebné venovať problematike benzénu zvýšenú pozornosť. Obsah benzénu v pohonných látkach poznáme len približne a určiť emisný faktor pre reprezentatívny automobil je problematické, resp. dá sa stanoviť len s vyso-

kou mierou neurčitosti. Preto sme sa rozhodli v tomto štádiu vývoja využiť poznatky zo zahraničia (Nemecko, Česká republika). Bolo zistené, že existuje významná štatistická závislosť medzi koncentraciami benzénu a oxidu uhoľnatého meranými súbežne. Tesná väzba medzi koncentraciami oboch znečisťujúcich látok odzrkadľuje podobnosť podmienok pri ich emitovaní do ovzdušia. Do roku 2003 sme použili ako modelovací nástroj interpolačný model IDW-A využívajúc uvedené poznatky. Po rozšírení modelu CEMOD, pre celoplošné hodnotenie kvality ovzdušia je od roku 2004 použitý už len model CEMOD aj pre túto znečisťujúcu látku.

Emisie – Podľa údajov z databázy NEIS v roku 2017 vypustili stacionárne zdroje do ovzdušia benzén v celkovom množstve 43 272,4 t (čo predstavuje pokles takmer o 40 % od roku 2015). Z tohto množstva približne 96 % emitovali len dva zdroje a to Slovnaft a.s., Bratislava (takmer 50 %) a U.S. Steel Košice (46 %). Toto množstvo sa zdá málo významné, ak uvedieme, že benzín obsahuje objemovo asi 1 % benzénu. Množstvo emisií benzénu z predaného množstva benzínu pre cestnú dopravu na území Slovenska v roku 2017 je asi stokrát vyššie ako množstvo emisií z evidovaných stacionárnych zdrojov. Produkty zo spaľovania benzínu v cestnej doprave sú emitované priamo v dýchacej zóne človeka a v čase maximálnej aktivity ľudí. Vzhľadom na vysoké potenciálne nebezpečenstvo, ktoré predstavuje táto látka pre ľudské zdravie je zrejme, že je potrebné venovať problematike benzénu zvýšenú pozornosť. Hlavnými zdrojmi emisií týchto látok je doprava a spaľovacie procesy, a to najmä neúplné spaľovanie fosílnych palív a iných pohonných hmôt.

Emisie z mobilných zdrojov (rozdelené na osobné a nákladné automobily) boli pri príprave vstupov pre model CEMOD priestorovo modelované pre 2 679 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 634 km obdobne ako pre oxid uhoľnatý na základe vstupných údajov z sčítania dopravy SSC v roku 2015. Pre modelový výpočet kontrolných bodov (viď Tab.5.4), sme pre dopravnú sieť pozostávajúcu z diaľnic a ciest 1 až 3 triedy, rozšírenú o lokálne komunikácie (3 258 úsekov). Okrem údajov zo sčítania dopravy v roku 2015 boli použité aj rastové koeficienty podľa prognózovania výhľadových intenzít dopravy z SSC. Pre modelovanie v kontrolných bodoch sme použili aj plošné zdroje, ako vplyv automobilovej dopravy mimo hlavnej cestnej siete, blízkych parkovísk a čerpacích staníc pohonných hmôt pre kalibráciu modelu na základe nameraných hodnôt. V modelových výpočtoch boli fugitívne emisie a známe lokálne vplyvy reprezentované 56 plošnými zdrojmi.

Výsledky modelovania – Na Obr. 5.8 sú znázornené výsledky výpočtov pre benzén. Vzhľadom na skutočnosť, že ide o priemerné ročné údaje a celoplošné modelové výpočty robené s krokom 1 km, na obrázku vidíme len fragmenty cestnej siete. V blízkosti ciest príspevok cestnej dopravy v prípade benzénu mimo mesta predstavuje len do 0.1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v ročnom priemere. Obrázok aj napriek tomu dáva dobrú predstavu o plošnom rozložení priemernej ročnej koncentrácie tejto znečisťujúcej látky, ak si uvedomíme, že emisie z dopravy sú rádovo väčšie ako zo stacionárnych zdrojov. V aglomerácii Bratislava sa napriek intenzívnej automobilovej doprave prejavuje vplyv dominantných stacionárnych zdrojov (Slovnaft). Pozad'ová koncentrácia na základe doterajších meraní na stanici EMEP predstavuje menej ako 10 % limitnej hodnoty. Na pozad'ových stanicach bol za ostatné roky zaznamenaný pokles o 20 až 30 %. Zdá sa, že je to celoeurópsky trend.

Podľa výsledkov matematického modelovania v roku 2017 nebola prekročená limitná hodnota pre benzén na území Slovenska, čo je v súlade s meraniami. Podľa meraní v sieti NMSKO bola v roku 2017 najvyššia priemerná ročná koncentrácia benzénu zistená v Krompachoch ($2,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Táto relatívne vysoká hodnota je zrejme odozva na parkovanie vozidiel s vyšším vekovým priemerom medzi obytnými domami v blízkosti meracej stanice, prejavuje sa aj vplyv neďalekej čerpacej stanice pohonných hmôt (asi 200m od monitorovacej stanice). Obdobne, na monitorovacej stanici v Prešove sa každoročne na zvýšenej priemernej ročnej koncentracie benzénu (v roku 2017 - $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) prejavuje významný vplyv blízkej čerpacej stanice pohonných hmôt. Na monitorovacej stanici v Martine je pozorovaný návrat priemernej ročnej koncentracie benzénu na hodnotu $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ po dvojročnom poklese. Predpokladanou príčinou nárastu koncentrácií, ktorý bol zaznamenaný na tejto stanici, môže byť aj zvýšený nárast počtu

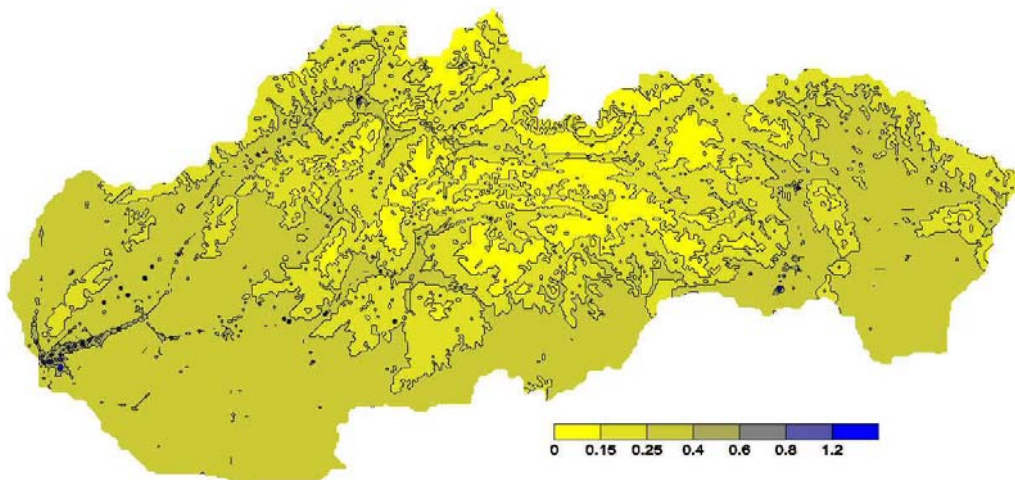
parkovaných vozidiel v blízkosti monitorovacej stanice. Na monitorovacej stanici v Nitre a za ostatné roky vidíme klesajúcu tendenciu. Hodnoty namerané na stanici v Bratislave. Trnavské mýto zrejme odrážajú dočasnú zmenu v organizácii cestnej dopravy v roku 2017. Úroveň znečistenia ovzdušia benzénom celoplošne (na území Slovenska) má v posledných rokoch miernu medziročnú klesajúcu tendenciu, ktorá pokračuje aj v roku 2017, ako sa dá usúdiť aj napriek zníženej štatistickej významnosti nameraných údajov v dôsledku prestavby staničnej siete NMSKO v rokoch 2015 a 2016.

Tab. 5.4 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre benzén v sieti NMSKO SR za rok 2017 a ich percentuálny rozdiel [%].

		Benzén – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]					Benzén – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		
AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%	AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	0,5*	0,7	40	Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	0,5	0,5	0
KOŠICE	Košice, Štefánikova	1,6	2,1	31	Prešovský kraj	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	2,5	2,7	8
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	1,4	1,4	0	Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	1,1	1,2	9
Bratislavský kraj	Malacky, Mierové nám.	1,2	1,3	8	Tmavský kraj	Trnava, Kollárova	1,1	1,2	9
Košický kraj	Krompachy, SNP	2,6	2,7	4	Žilinský kraj	Martin, Jesenského	1,5	1,7	13
					Žilinský kraj	Ružomberok, Riadok	0,8	0,9	12

*Dočasná zmena v organizácii dopravy.

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia benzénu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2017.



■ Prízemný ozón – O_3

Je známe, že koncentrácie prízemného ozónu v Európe v súvislosti s rastom antropogénnych emisií prekursorov ozónu (NO_x , VOC, CO) rástli až do roku 1990. (Závodský, 2001, Lin, 2017) Zdá sa, že tento nárast nepokračuje a po extrémne teplom roku 2003 sa indikátory úrovne prízemného ozónu vrátili do rámca bežných predošlých hodnôt. (Wilson, 2012, SHMU, 2016) Aj keď sa už vyskytli na území Slovenska prekročenia výstražného prahu, Slovensko nemá lokálny potenciál ovplyvniť tieto zvýšené hodnoty koncentrácií prízemného ozónu.

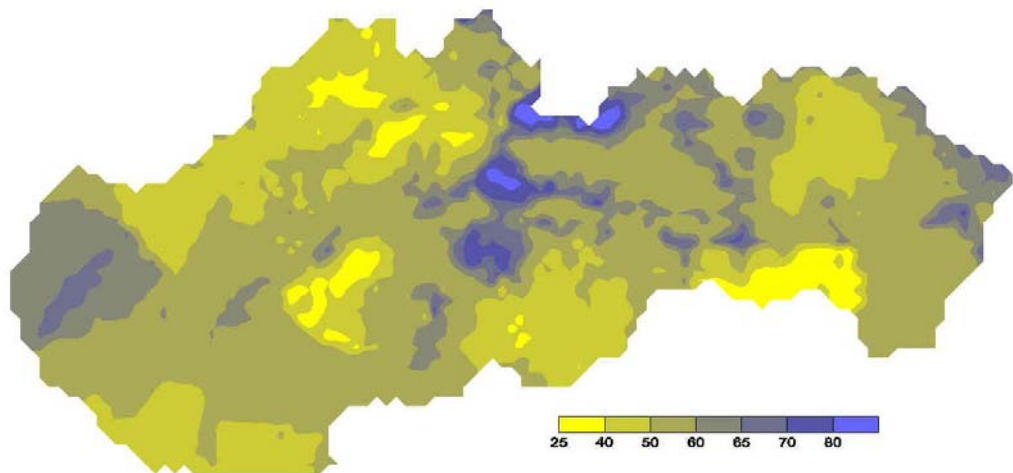
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-3-6-2.html

Pre vizualizáciu rozloženia indikátorov úrovne prízemného ozónu na území Slovenska sme využili interpolačný model IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO a parametre stanovené v zmysle metodiky pre IDW-A. Na Obr. 5.9 sú znázornené priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu za rok 2017, na Obr. 5.10 počet dní, v ktorých priemerná osemhodinová koncentrácia prízemného O_3 prekročila $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

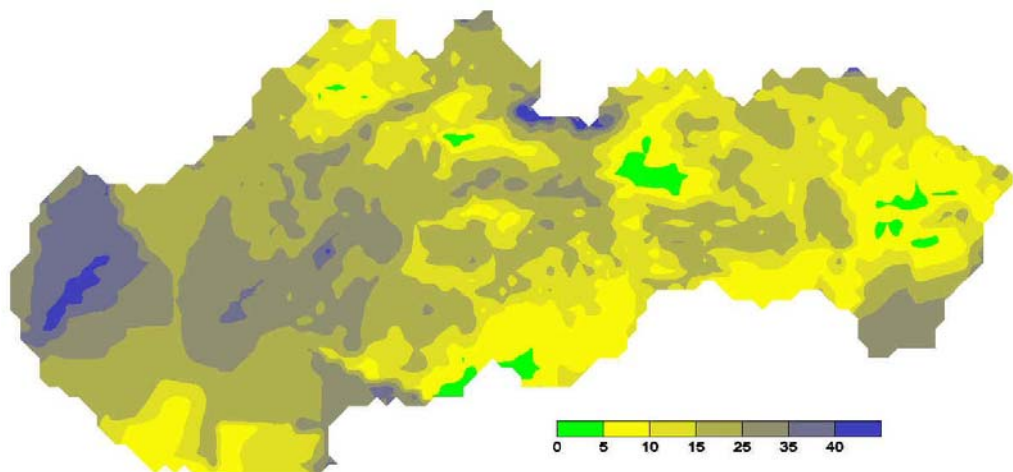
(cieľová hodnota na ochranu ľudského zdravia) a na Obr. 5.11 hodnoty AOT40 korigované na chýbajúce merania (podľa Vyhláška MŽP SR č. 244/2016 Z.z. o kvalite ovzdušia, v znení vyhlášky č. 296/2017 Z.z.).

Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu vo všeobecnosti narastajú s nadmorskou výškou. V roku 2017, obdobne ako v predchádzajúcich rokoch, boli najvyššie hodnoty namerané na najvyššie položených miestach a najnižšie na staniciach v centrách miest. Rok 2017 možno podľa priemerných hodnôt nameraných počas vegetačného obdobia zaradiť medzi fotochemicky mierne aktívne roky. V roku 2017 sme zaznamenali celoplošne nárast priemerných ročných koncentrácií v priemere o 10 % oproti roku 2016. Najväčšie nárasty boli v roku 2017 zaznamenané na staniciach vo väčších mestských aglomeráciách, resp. priemyselných zónach (Bratislava-Jeséniova, Banská Bystrica-Zelená.)

Obr. 5.9 Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2017.



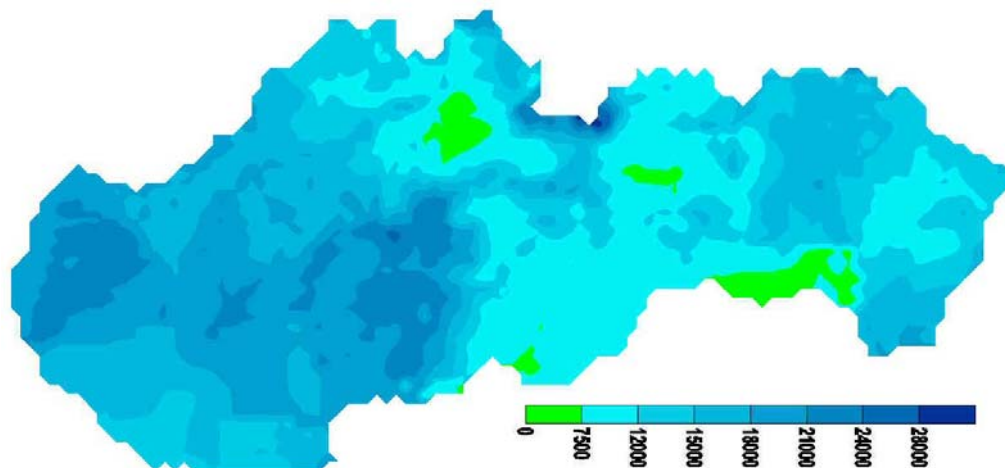
Obr. 5.10 Počet dní, v ktorých bola prekročená cieľová hodnota ozónu pre ochranu ľudského zdravia [$120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] počas rokov 2015–2017. (svetlejšia čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Cieľové hodnoty na ochranu ľudského zdravia sa prekračujú na celom území Slovenska. Na troch zo šestnástich meracích staníc bol tento limit (priemer za roky 2015–2017) prekročený vo viac ako povolených 25 dňoch za kalendárny rok v priemere troch rokov. Najväčšie prekročenia boli zaznamenané v lokalitách, kde boli namerané aj najväčšie priemerné ročné koncentrácie (okrem vysokohorských staníc – Kojšova hoľa, Chopok). Na dopravných staniciach bolo O_3

merané v minulosti indikatívne, pričom sa potvrdila skutočnosť, že emisie z cestnej dopravy spôsobujú aj rozklad prízemného O₃ (titrácia ozónu). Skutočnosť, že k prekročeniam limitnej hodnoty môže prísť na predmestí (Bratislava-Jeséniova) naznačuje aj význam prekursorov pri znečistení ovzdušia ozónom.

Obr. 5.11 Priemerné hodnoty AOT40 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$] za obdobie piatich rokov (2013–2017) pre ochranu vegetácie korigované na chýbajúce obdobie. (žltá čiara ohraňuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj–júl) (priemer za roky 2013–2017) prekročili cieľovú hodnotu pre ochranu vegetácie len na štyroch monitorovacích staniciach z pätnástich, podobne ako v období 2012–2016. V poslednom období na hodnotenie na ochranu vegetácie (máj–júl, priemer za roky 2013–2017) bola nameraná hodnota AOT40 v celoplošnom priemere na Slovensku o 6,8 % vyššia ako v predchádzajúcom období. Zaujímavosťou je, že meracie stanice na ktorých boli zaznamenané prekročenia limitu pre AOT40 sú tie isté ako v prípade najvyšších priemerných ročných koncentrácií, resp. prekračovanie cieľových hodnôt na ochranu ľudského zdravia. Táto skutočnosť len zvyrazňuje zrejmu úlohu prekursorov pri znečistení ovzdušia ozónom.

Na základe meraní slnečného žiarenia na meteorologických staniciach Bratislava, Hurbanovo, Banská Bystrica, Milhostov a Gánovce možno konštatovať, že hodnoty globálneho žiarenia na Slovensku v roku 2017 vykazovali nárast o 3 % oproti roku 2016. Medziročná zmena globálneho žiarenia a emisie prekursorov sú zrejme základnými faktormi, ktoré ovplyvňujú znečistenie ovzdušia ozónom na Slovensku.

■ **Jemné suspendované častice – PM₁₀ a PM_{2,5}**

Pre priestorové hodnotenie lokalít s prekročením limitných hodnôt sme použili model (interpoláčnu schému) IDW-A. Táto metodika bola zvolená na hodnotenie zaťaženia územia časticami PM₁₀ a PM_{2,5} práve pre vysoký stupeň neurčitosti emisných vstupných údajov pre model CEMOD. Pri hodnotení modelom CEMOD by bolo potrebné započítať tvorbu PM₁₀ a PM_{2,5} chemickými reakciami v atmosfére a kondenzáciou horúcich spalín unikajúcich z komínov, vypočítať resuspenziu prachu usadeného na vozovke, započítať fugitívne emisie, prípadne zohľadniť výskyt častíc biogénneho pôvodu. Keďže je pre takýto komplexný výpočet komplikované získať relevantné emisné vstupy s vysokým priestorovým rozlíšením, použili sme uvedenú interpoláčnu schému IDW-A.

Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní PM₁₀ a PM_{2,5} z NMSKO získané kontinuálnym meraním. Meranie koncentrácie PM_{2,5} v sieti NMSKO sa začalo v roku 2005 na troch staniciach. V roku 2017 bolo PM_{2,5} monitorované kontinuálne na 32 meracích staniciach. Ako doplnkové údaje pri priestorovom hodnotení územia slúžia výsledky meraní

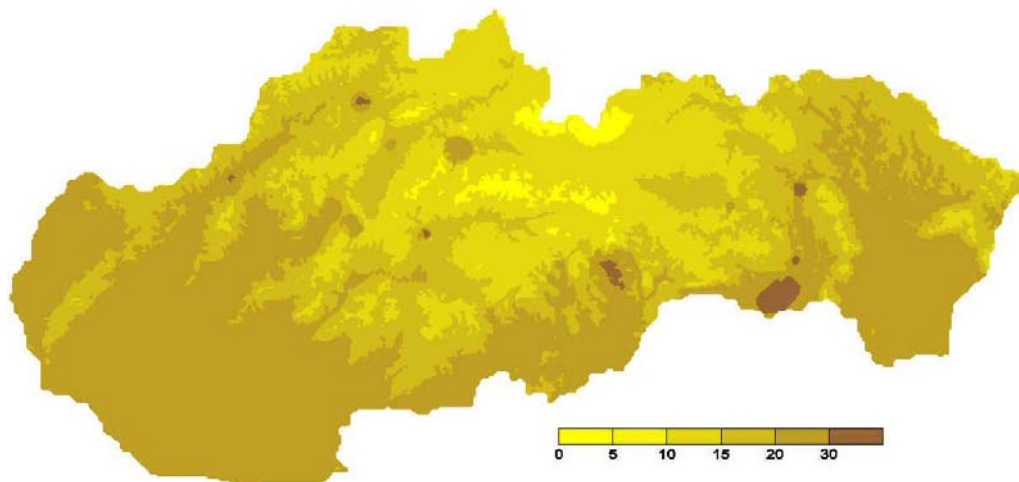
PM₁₀ (priame alebo odvodené z TSP pre EMEP stanicu na Chopku) zo staníc s programom EMEP. Pre modelovacie účely boli použité ako doplnkové údaje pomery koncentrácií PM_{2,5} / PM₁₀ pre jednotlivé typy monitorovacích staníc. Tento postup je v súlade s nameranými výsledkami z týchto staníc a výsledkami porovnávacích modelových výstupov. Pomery PM_{2,5} / PM₁₀ boli určené pre regionálne, mestské pozadové, priemyselné a dopravné stanice koeficientmi 0.85, 0.7, 0.6 a 0.5). Výsledky merania PM₁₀ zo staníc AMS z tejto oblasti boli konvertované na PM_{2,5} týmito koeficientmi a následne použité ako vstupné údaje pre model IDW-A.

Emisie – V roku 2017 sme zaznamenali pokles emisií TZL z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia asi o 5 % v porovnaní s rokom 2016. V prípade PM₁₀ je tento medziročný pokles 7 % a 6 % v prípade PM_{2,5}. Podľa predbežného hodnotenia v roku 2017 emitoval U.S. Steel, Košice 51,2 % z celkových emisií veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia. Okrem tohto zdroja mali emisie TZL viac ako 100 t/rok Duslo Šaľa (3,2 %), Fortischem (2,7 %) a Slovalco (2,5 %). Celkové emisie TZL z veľkých a stredných zdrojov v roku 2017 boli vypustené spolu 13 806 komínmi a výduchmi. Celkové emisie tuhých znečisťujúcich látok (TZL) zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) boli v roku 2017 približne 5 130 t. Podľa predbežného hodnotenia celkové emisie frakcie PM₁₀ zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) predstavovali v roku 2017 približne 2 200 t a PM_{2,5} približne 1 570 t. Zdroje znečisťovania ovzdušia zaradené do kategórie malé zdroje emitujú celkovo niekoľkonásobne viac ako veľké a stredné stacionárne zdroje a z tohto množstva zo spaľovania palivového dreva viac ako 90 %. Je na zamyslenie, že podiel spaľovanie drevnej hmoty predstavuje najväčšiu časť emisií tuhých častíc z malých zdrojov. Emisie z mobilných zdrojov (aj abrazívne) činia v roku 2017 z celového evidovaného množstva emisii tuhých látok menej ako štvrtinu.

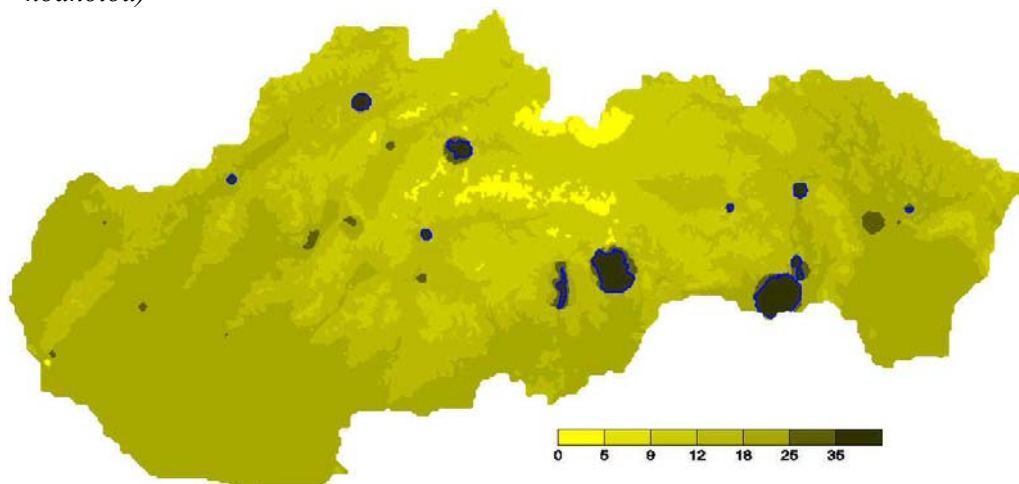
Výsledky modelovania (PM₁₀) – Najväčší problém na Slovensku, ale aj vo väčšine európskych krajín predstavuje v súčasnosti znečistenie PM₁₀. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie v roku 2017 nebola prekročená na žiadnej stanici NMSKO a od roku 2016 ani na stanici Veľká Ida-Letná v blízkosti najdominantnejšieho zdroja TZL – US Steel, Košice. Počet prekročení limitnej hodnoty pre 24 hodinové priemerné koncentrácie bol nad povolenou limitnou hodnotou na 12 staniách. Z uvedených 12 staníc najvýraznejšie prekročenie (nad 60) sme namerali na troch staniách (Jelšava – 82, Banská Bystrica – 67 a Veľká Ida – 62) rôzneho typu (mestská pozadová, dopravná a priemyselná stanica). Pričom je pozoruhodné aj to, že z 11 staníc dopravného typu len na piatich staniách bol povolený počet prekročení. Tieto stanice v prípade počtu prekročení dennej limitnej hodnoty z nameraných údajov nemôžeme deliť na skupiny tak jednoznačne ako to bolo v roku 2016. V roku 2016 bol výrazný rozdiel medzi stanicami dopravného a priemyselného typu a ostatnými. Na staniách dopravného a priemyselného typu tento počet v roku 2016 bol 2 až 3 krát väčší. Zvýšený počet prekročení bol zaznamenaný v lokalitách, ktoré sa nachádzajú v údolných polohách a vyznačujú sa významným podielom spaľovania tuhých palív, ako aj v blízkosti významných zdrojov znečisťovania ovzdušia, resp. v lokalitách so zvýšenou hospodárskou aktivitou. V prípade priemerných ročných koncentrácií rozdiel medzi jednotlivými typmi staníc až taký výrazný nie je. Príčinou tohto javu je zrejme relatívne vysoká úroveň regionálnej pozadovej koncentrácie, resp. jej vysoký podiel na celkovej úrovni znečisťovania ovzdušia PM₁₀ (40 až 90 %). Výsledky výpočtov celoplošného rozloženia vidíme na obrázkoch 5.12 a 5.13. Priemerná ročná koncentrácia na území Slovenska v roku 2017 narástla v celoplošnom priemere na základe nameraných údajov asi o 10 % v porovnaní s rokom 2016. Uvedený medziročný nárast celoplošnej imisnej zaťaženia Slovenska či už ide o priemernú ročnú koncentráciu, alebo počet povolených prekročení dennej limitnej hodnoty nemôžeme pripísať na vrub nárastu emisných tokov v roku 2017. V roku 2017 množstvo emisií z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia naďalej hoci miernejšie ako v roku 2016 klesali. Zvýšené nároky na vykurovanie domácností si vyžiadali studený, na niektorých miestach až veľmi studený január 2017. Okrem toho je ďalšou príčinou zhoršovania situácie v znečistení ovzdušia PM₁₀ (a pravdepodobne aj PM_{2,5}) v roku 2017 na jednej strane zmena meteorologických faktorov ovplyvňujúcich aj resuspenziu a vymývanie z ovzdušia (oproti roku 2016, ktorý bol mimoriadne daždivý a teplý) a na druhej strane nárast pozadovej koncentrácie v dôsledku diaľkového prenosu. Zo štatistickej analýzy

vyplýva aj vysoká štatistická významnosť závislosti medzi nameranými hodnotami zo staníc EMEP a hodnotami z ostatných lokálnych staníc v jednotlivých oblastiach v roku 2017. Skutočnosť, že medziročný nárast počtu povolených prekročení na pozadových staniciach (2,33 krát) je takmer totožný s nárastom na lokálnych staniciach (2,38 krát) len potvrdzuje významný príspevok diaľkového prenosu. Podľa modelových odhadov (LOTOS, Holandsko) podiel Slovenska na pozadovej koncentrácii predstavuje okolo 19 %. Z uvedených zistení vyplýva, že riešenie problematiky znečistenia ovzdušia tuhými časticami okrem prijatí lokálnych opatrení vyžaduje zohľadnenie aj regionálnych až kontinentálnych mechanizmov pre genézu a diaľkový prenos tuhých častíc s malým aerodynamickým priemerom.

Obr. 5.12 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2017.



Obr. 5.13 Počet dní s prekročením limitnej hodnoty pre 24-hodinovú koncentráciu PM_{10} [$50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v roku 2017. (modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Podiel zdrojov – Pomocou modelových výpočtov sme zisťovali podiel jednotlivých typov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkovej koncentrácii PM_{10} . Bolo zistené, že podiel veľkých a stredných zdrojov na nameraných priemerných ročných koncentráciách v sieti NMSKO je menší ako 2 % s výnimkou okolia US Steel, Košice (Veľká Ida okolo 30 %). V prípade mobilných zdrojov tento podiel v aglomeráciách Bratislava a Košice predstavujú podiel 10 až 20 %, v ostatných mestách 5 až 15 %. Do výpočtov boli zahrnuté aj príspevky z mobilných zdrojov, ktoré reprezentujú príspevok okrem emitovaných jemných častíc aj príspevky z opotrebovania bŕzd, pneumatík a povrchu vozovky (asfalt) ako aj resuspenziu prachu usadeného na vozovke.

Ako príspevok regionálneho pozadia boli započítané namerané údaje z vidieckych pozad'ových staníc NMSKO s programom EMEP. Modelové výpočty poukázali aj na tzv. podiel od neznámych zdrojov, ktoré predstavujú neevidované zdroje (fugitívne) a zdroje určované len bilančne.

V súčasnosti sú na Slovensku rozhodujúcimi lokálnymi zdrojmi prašného znečistenia ovzdušia:

- Lokálne vykurovacie systémy na tuhé palivá.
- Malé a stredné lokálne priemyselné zdroje bez náležitej odľučovanej techniky.
- Cestná doprava (oter povrchov ciest, pneumatík a brzdových obložení).
- Veterná erózia z nespevnených povrchov (zdroj najmä hrubej veľkostnej frakcie).
- Stavebné a búracie práce (priestorovo ohraničený zdroj najmä hrubej veľkostnej frakcie).
- Poľnohospodárske práce (časovo ohraničený zdroj najmä hrubej veľkostnej frakcie).
- Sekundárna prašnosť – jemné častice, ktoré vznikajú v ovzduší chemickou reakciou (napr. oxidov dusíka z cestnej dopravy a amoniaku z poľnohospodárstva).

Na tieto zdroje by sa mali orientovať lokálne opatrenia na znižovanie úrovne PM_{10} (znižovanie spotreby tuhých palív v lokálnom vykurovaní, zmeny v organizácii dopravy, pešie zóny, rozširovanie zelene, spevňovanie povrchov, kontrola technického stavu a znečistenia pneumatík vozidiel, čistenie ulíc a chodníkov miest, protierózne opatrenia na staveniskách, skládkach sypkých materiálov, skládkach odpadov, prísna kontrola lokálnych priemyselných zdrojov). Často je koncentrácia $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekročená už na návetrí miest, a to pri prúdení z juhu a východu (epizodicky) alebo pri niektorých poľnohospodárskych prácach, napr. suchej orbe, žatve alebo repnej kampani. V ostatných rokoch významne narástol podiel znečisťovanie ovzdušia spaľovaním drevnej hmoty pri vykurovaní domácností.

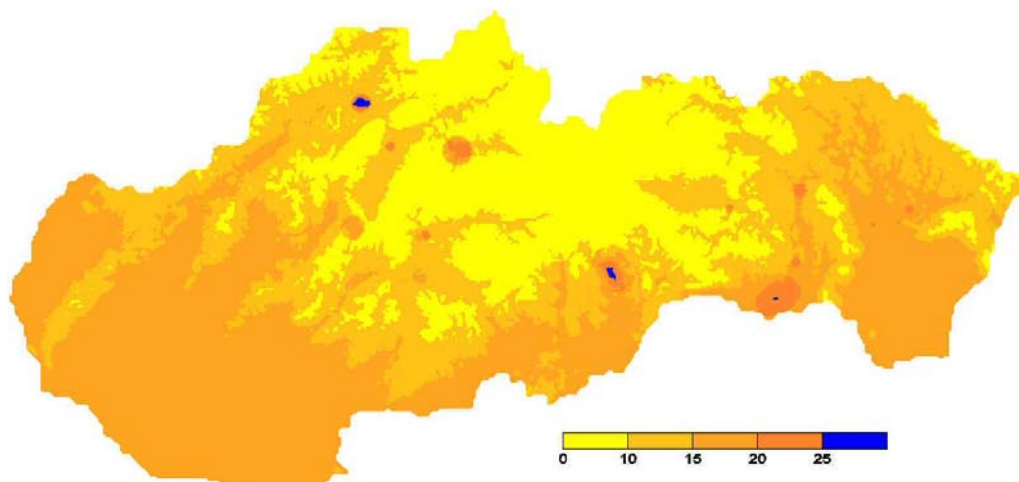
Navrhnuť lokálne opatrenia na redukciiu úrovne PM_{10} je s ohľadom na vysoké pozadie veľmi náročné. Kým pre ostatné hodnotené znečisťujúce látky úroveň požadovej koncentrácie predstavuje menej ako 30 % z limitnej hodnoty, pre PM_{10} je to až do 75 % a v prípade $PM_{2,5}$ je to ešte väčšie percento, čo znamená prekračovanie hornej medze na hodnotenie kvality ovzdušia už samotným pozadím. Mestské pozadie PM_{10} väčších miest na Slovensku (nad 50 000 obyvateľov) je pravdepodobne 20–30 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V posledných rokoch sa znížila pravdepodobnosť prekročenia limitnej hodnoty pre priemernú ročnú koncentráciu (40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Vzhľadom na relatívne krátku dobu trvania meracieho programu v prípade znečistenia ovzdušia $PM_{2,5}$ v porovnaní s PM_{10} , nemáme ešte dostatok informácií na zhodnotenie dlhodobého trendu.

Výsledky modelovania ($PM_{2,5}$) – Koncentrácie $PM_{2,5}$ v roku 2017 prekročili limitnú hodnotu. Pri znečistení ovzdušia časticami $PM_{2,5}$ sa zrejme v dôsledku menšieho aerodynamického priemeru významnejšie uplatňujú lokálne podmienky na rozptyl a extrémne podmienky pre resuspenziu (sucho, vietor). Takmer na všetkých monitorovacích staniciach meria PM_{10} paralelne s $PM_{2,5}$. Kým v prípade PM_{10} nebolo zaznamenané prekročenie limitnej hodnoty priemernej ročnej koncentrácie, v prípade $PM_{2,5}$ limitná hodnota bola prekročená na dvoch staniciach (Jelšava-Jesenského a Žilina-Obežná) a na jednej stanici (Veľká Ida-Letná) dosiahnutá. Na základe výsledkov matematického modelovania je možné usúdiť, že v roku 2017 bola limitná hodnota pre $PM_{2,5}$ prekročená takmer na 75 % územia. (V roku 2016 len 65,2 %). V prípade PM_{10} sme tiež zaznamenali nárast z 59 % v roku 2016 na 65 % v roku 2017.

Vzhľadom na menší aerodynamický priemer táto znečisťujúca látka s porovnaním s PM_{10} potrebuje viac energie na resuspenziu, ktorá má preto výrazne menší význam v prípade $PM_{2,5}$ ako v prípade PM_{10} .

Riešenie problematiky $PM_{2,5}$ nie je možné oddeliť od riešenia problematiky PM_{10} . Závery uvedené v predošlom odseku pre PM_{10} vo všeobecnosti sa vzťahujú aj na $PM_{2,5}$.

Obr. 5.14 Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2017.



Zimný posyp

Určenie pôvodu, resp. podielu jednotlivých zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkovej úrovni znečistenia ovzdušia časticami PM_{10} patrí k najkomplikovanejším úlohám. Jedným z najvýznamnejších zdrojov PM_{10} je automobilová doprava. Vplyv zimného posypu v mestách na kvalitu ovzdušia je v zimnom a jarnom období významný. V tejto oblasti sú faktory, ktoré v krátkom časovom horizonte prakticky nemožno ovplyvniť. K týmto patria priame emisie zo spaľovania, opotrebovanie brzd a pneumatík, ako aj oter povrchu vozovky. Základným problémom pre vyhodnotenie vplyvu zimného posypu je veľká neurčitosť vstupných informácií pre zimný posyp, resp. z toho plynúcich potrebných vstupných údajov pre výpočet. Z dostupných informácií vyplýva základný poznatok, že množstvo posypového materiálu aplikovaného cestné komunikácie závisí od klimatických podmienok jednotlivých zón – na východe a severe republiky sa aplikuje 2 až 3-krát viac ako v juhozápadnej časti. Množstvo posypového materiálu pritom závisí od rôznych lokálnych faktorov a vstupné údaje majú veľkú neurčitosť. Význam odpočítavania príspevku zimného posypu od priemernej ročnej koncentrácie, resp. od počtu prekročení limitnej hodnoty pre priemerné denné koncentrácie PM_{10} za rok spočíva v posúdení, či by došlo k prekročeniu limitnej hodnoty bez príspevku zimného posypu. Na toto posúdenie bol na základe modelových výpočtov a analýz, ktoré boli vykonané v predchádzajúcich rokoch (SHMU, 2007) použitý kvalitatívny odborný odhad. V roku 2017 bola vykonaná analýza snehových, teplotných a rozptylových pomerov prvého a posledného štvrtroku a podielu jednotlivých typov zdrojov na celkovom znečistení ovzdušia časticami PM_{10} . V zimnej sezóne 2016/2017 bol relatívne nízky počet dní so snehovou pokrývkou a jej výška bola relatívne nízka, s výnimkou niektorých horských oblastí na strednom, a predovšetkým východnom Slovensku (Pecho, 2017). Významnejší nárast výšky snehovej pokrývky bol zaznamenaný v druhej a tretej dekáde januára. V mesiacoch február, marec, október a november v lokalitách, kde sa nachádzajú monitorovacie stanice dopravného typu bola snehová pokrývka prakticky zanedbateľná a len koncom mesiaca december pribudla významnejšia hrúbka snehovej pokrývky v Prešovskom kraji. Zvýšené koncentrácie PM_{10} boli v zimnom období pozorované aj v takých lokalitách a obdobiach, ktoré sa nevyznačujú vysokou intenzitou cestnej dopravy. Meteorologické podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok sú v tomto prípade významné. Na celkovej úrovni znečistenia ovzdušia PM_{10} v roku 2017 sa významne podieľal aj diaľkový prenos. Bolo zistené, že v roku 2017 celoplošné teplotné a snehové pomery na Slovensku obdobne ako v roku 2016 kládli minimálne nároky na posypový materiál v zimnom období. Tieto pomery sa priaznivo prejavili aj na znížených požiadavkách na vykurovanie a na malej potrebe aplikácie zimného posypu okrem ciest v niektorých vysokohorských polohách. Pokiaľ ide o zvýšený počet prekročení limitnej hodnoty z dôvodu zimného posypu v roku 2017, na staniciach Trenčín (41) a Krompachy (38) možno predpokladať, že bez aplikácie zimného posypu by nedošlo k prekročeniu limitnej hodnoty pre priemernú 24-hodinovú hodnotu.

5.3 Záver

Slovenská legislatíva v oblasti ochrany ovzdušia, ktorá je v plnom súlade s legislatívou EÚ, vyžaduje odhad úrovni indikátorov znečisťujúcich látok pre jednotlivé zóny a aglomerácie v mapovej forme, t.j. celoplošné hodnotenie územia. Splnenie tejto úlohy nie je možné len pomocou meraní. Preto je nevyhnutná kombinácia meraní s modelovými výpočtami. EÚ pre jednotlivé znečisťujúce látky predpisuje len neurčitosť modelových výpočtov, samotné modelovanie (výber, vývoj, validáciu aj aplikáciu modelov) odporúča riešiť na národnej úrovni. Na SHMÚ boli vyvinuté dva modely (CEMOD a IDW-A) pre hodnotenie úrovne kvality ovzdušia na celom území štátu. Pomocou týchto modelov je možné v kombinácii s výsledkami automatických monitorovacích staníc a regionálnych požadových staníc hodnotiť kvalitu ovzdušia na celom území Slovenska, a to podľa všetkých požadovaných indikátorov, samozrejme v rámci prípustnej neurčitosti modelových výpočtov.

Pri hodnotení kvality ovzdušia rozhodujú výsledky meraní. Samotné merania, resp. ich vypočítacia schopnosť majú však svoje obmedzenia. Vymenujme len niektoré rozhodujúce:

1. Prakticky nie je možné zabezpečiť merania s dostatočnou hustotou meracích staníc, najmä pokiaľ ide o krajinu s komplikovanou orografiou, ako v prípade Slovenska..
2. Namerané hodnoty koncentrácií sami osebe nič nehovoria o ich pôvode (zdroje, mechanizmus šírenia).
3. Územnú reprezentatívnosť nameranej hodnoty je takmer nemožné odhadnúť bez hustej meracej siete.
4. Dopad zmien v štruktúre a parametroch zdrojov znečisťovania nie je možné namerať (zajtrajšiu hodnotu nenameriame).

Uvedené problémové okruhy sú riešiteľné len použitím vhodne zvolených matematických modelov. Ich aplikáciou možno objektívne zhodnotiť plošné, resp. priestorové rozloženie koncentrácií znečisťujúcej látky nad danou oblasťou, zistiť jej pôvod, odhadnúť podiel jednotlivých zdrojov a posúdiť mechanizmy šírenia znečistenia.

Modely sú nezastupiteľné pri prognózach očakávaného znečistenia ovzdušia pre rôzne emisné scenáre. Hlavným problémom pri aplikácii modelov je spravidla neúplnosť a nepresnosť vstupných údajov. Modelové výpočty poskytujú informáciu o tom, akú úroveň koncentrácií pre dané vstupné údaje (emisie, meteorológia) možno s veľkou pravdepodobnosťou očakávať. V prípade väčších odchýlok medzi nameranými a vypočítanými hodnotami je potrebné in situ hľadať príčiny zistených rozdielov. Môže to byť neevidovaný zdroj, podcenenie, resp. precenenie významu niektorých zdrojov, resp. skupín zdrojov, nedostatočné zhodnotenie lokálnych rozptylových podmienok a pod.

Predložené výsledky modelových výpočtov dokumentujú úroveň znečistenia ovzdušia Slovenska v roku 2017. Dosiiahnuté výsledky preukázali schopnosť matematických modelov v rámci predpísanej neurčitosti poskytnúť všetky informácie o kvalite ovzdušia požadované zákonom o ovzduší a ich mapové vyjadrenie pre celé územie Slovenska. Cieľom SHMÚ pre budúce obdobie je ďalšie zdokonaľovanie jestvujúcich modelových nástrojov, ich doplnenie o nové modely, upresňovanie vstupných údajov, znižovanie neurčitostí modelových výpočtov a modelovanie koncentrácií ďalších znečisťujúcich látok v ovzduší.

6 HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA – ZÁVER

6.1 Návrh vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia na rok 2018

SHMÚ na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v rokoch 2015–2017, 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 2018. Znečisťujúca látka bude vyňatá z oblastí riadenia kvality ovzdušia až potom, keď bude 3 roky pod limitnou hodnotou pri hodnotení nasledujúci rok.

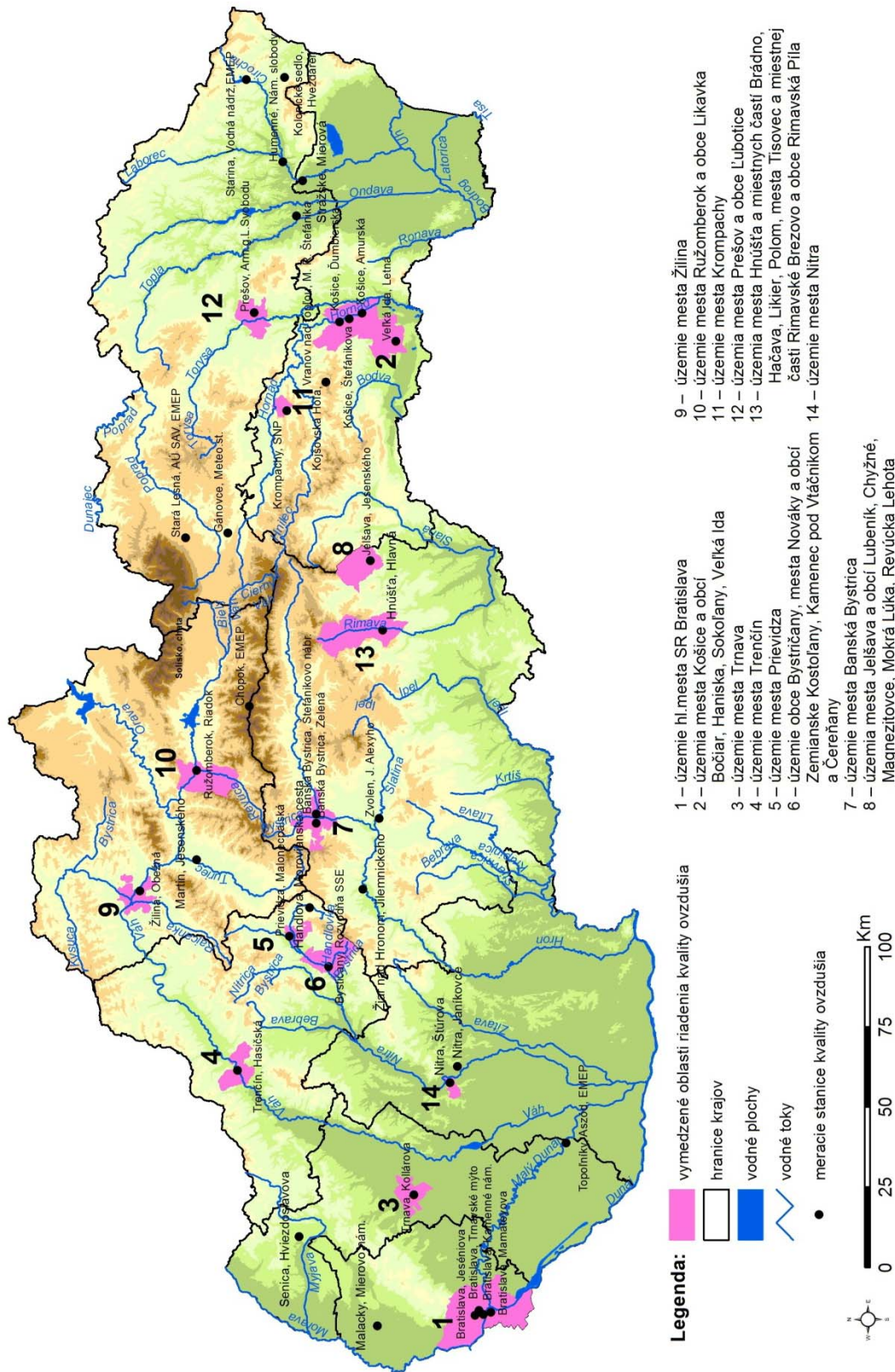
Tab. 6.1 *Oblasti riadenia kvality ovzdušia pre rok 2018, vymedzené na základe merania v rokoch 2015-2017 (s prihliadnutím na výsledky meraní v predchádzajúcich rokoch v prípade nedostatočného počtu platných meraní).*

	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀ , NO ₂ , BaP
KOŠICE Košícky kraj	územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokofany, Veľká Ida	PM ₁₀ , BaP
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀ , BaP
	územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrú Lúka, Revúcka Lehota	PM ₁₀ , PM _{2.5}
	územie mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier Polom, Mesta Tisovec a miestnej časti Rimavské Brezovo a obce Rimavská Píla	PM ₁₀
Košický kraj	územie mesta Krompachy	PM ₁₀ , BaP
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce Ľubotice	NO ₂ , PM ₁₀
Trenčiansky kraj	územie mesta Prievidza	BaP
	územie obce Bystričany, mesta Nováky a obcí Zemianske Kostofany, Kamenec pod Vtáčnikom a Čereňany*	PM ₁₀
	územie mesta Trenčín	PM ₁₀
Trnavský kraj	územie mesta Trnava	NO ₂
Nitriansky kraj	územie mesta Nitra	BaP
Žilinský kraj	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀
	územie mesta Žilina	PM ₁₀ , PM _{2.5}

- Poznámka: Na monitorovacej stanici Bystričany-Rozvodňa SSE bola prekročená limitná hodnota pre priemernú 24-hodinovú koncentráciu PM₁₀ v rokoch 2012 a 2013 a hoci rokoch 2014–2017 už nebola limitná hodnota pre PM₁₀ na tejto monitorovacej stanici prekročená, v rokoch 2014–2016 nebol na tejto stanici dosiahnutý požadovaný počet platných meraní, navrhujeme preto Bystričany ponechať ako Oblasť riadenia kvality ovzdušia, ktorú z dôvodu podobných zdrojov emisií (vplyv tepelnej elektrárne a vykurovania domácností), ako aj podobných rozptylových podmienok, navrhujeme rozšíriť o Nováky, Zemianske Kostofany, Kamenec pod Vtáčnikom a Čereňany.

Naopak, hoci na monitorovacej stanici Humenné-Nám. slobody bola v roku 2017 prekročená limitná hodnota pre PM₁₀ (bolo tu nameraných 36 prekročení priemernej 24-hodinovej koncentrácie 50 µg.m⁻³, pričom legislatíva povoľuje 35 prekročení), navrhujeme územie mesta Humenné nezaraďovať medzi Oblasť riadenia kvality ovzdušia, keďže prekročenie limitnej hodnoty bolo zapríčinené stavebnou činnosťou, ktorá je v súčasnosti už ukončená.

Obr. 6.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2018



6.2 Hodnotenie kvality ovzdušia v členení podľa zón a aglomerácií podľa požiadaviek Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2008/50/ES

Z legislatívy EÚ² vyplýva povinnosť hodnotiť kvalitu ovzdušia v členení na zóny a aglomerácie. V Tab. 6.2 sú uvedené aglomerácie a zóny, v ktorých bola v hodnotených rokoch prekročená limitná hodnota pre PM₁₀, PM_{2,5} alebo NO₂.

Tab. 6.2 Hodnotenie zón a aglomerácií podľa limitných hodnôt pre PM₁₀, PM_{2,5} a NO₂ na základe merania v rokoch 2015-2017 (s prihliadnutím na výsledky meraní v predchádzajúcich rokoch v prípade nedostatočného počtu platných meraní).

Aglomerácia / zóna	Znečisťujúca látka	AMS/rok prekročenia limitnej hodnoty pre PM ₁₀	AMS/rok prekročenia limitnej hodnoty pre PM _{2,5}	AMS/rok prekročenia limitnej hodnoty pre NO ₂
BRATISLAVA	PM ₁₀ , NO ₂	Bratislava-Trnavské mýto/2012-2015		Bratislava-Trnavské mýto/2015
KOŠICE	PM ₁₀	Košice, Štefánikova, Košice, Amurská /2017		
Banskobystrický kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5}	Banská Bystrica-Štefánikovo nábr./2017, Jelšava/2017, Hnúšťa/2017	Jelšava/2017	
Košický kraj	PM ₁₀	Veľká Ida/2016-2017, Krompachy/2017		
Prešovský kraj	NO ₂ , PM ₁₀	Prešov/2017		Prešov/2014-2015
Trenčiansky kraj	PM ₁₀	Trenčín-Hasičská/2017		
Žilinský kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5}	Ružomberok-Riadok/2017 Žilina-Obežná/2017	Žilina-Obežná/2017	

Cieľová hodnota pre BaP a limitná hodnota pre ochranu ľudského zdravia pre O₃ bola v hodnotených rokoch 2015–2017 prekročená v aglomerácii Bratislava aj v zóne Slovensko (Tab. 3.6, Tab. 3.14.)

² Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2008/50/ES a <http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/guidanceunderairquality.pdf>