



SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Odbor Monitorovanie kvality ovzdušia

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

2016

Verzia 1
Bratislava, október 2017

AIR POLLUTION ASSESSMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC – 2016

RESUME

Slovak air protection legislation is fully identical with the relevant EU legislation. The results of air pollution monitoring in Slovakia in 2016 are summarized in the presented report.

Content

1. *Partition of the Slovak territory – Status to 31. 12. 2016*
 - 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 2016*
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. 2016*
 - 5.1 *Description of the applied models*
 - 5.2 *Results*
 - 5.3 *Summary*

Annex1 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 2016 the 12 air quality management areas (Fig. 1.1) were specified, which totally include 1 444 km² and 1 139 843 inhabitants (21% of population). The national air pollution monitoring network in Slovakia is maintained by the Slovak Hydrometeorological Institute (SHMÚ). In 2016, 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 2016 are summarised in Tab. 3.1–3.15. 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 1 stations. The limit value for PM_{2.5} was not exceeded at none of the station. 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 2 stations, and the AOT40 (five years average) was overstepped at 4 stations. The ground level ozone alert information threshold to the public was exceeded 2 times in 2016. 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 2017, based on 2016 monitoring and modelling results, are presented. Detailed meta data for all monitoring stations is given in ANNEX 1.

OBSAH

ÚVOD.....	7
1 POPIS ÚZEMIA – STAV K 31. 12. 2016	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 2016	17
3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ Z MONITOROVACÍCH STANÍC	25
3.1 Úvod	25
3.2 Aglomerácie a zóny pre SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} , benzén a CO	25
3.2.1 Aglomerácia Bratislava	25
3.2.2 Aglomerácia Košice	25
3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj	25
3.2.4 Zóna Bratislavský kraj	25
3.2.5 Zóna Košický kraj	25
3.2.6 Zóna Nitriansky kraj	25
3.2.7 Zóna Prešovský kraj	26
3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj	26
3.2.9 Zóna Trnavský kraj	26
3.2.10 Zóna Žilinský kraj	26
3.3 Aglomerácia a zóna pre Pb, As, Cd, Ni, BaP, Hg a O ₃	26
3.3.1 Aglomerácia Bratislava	26
3.3.2 Zóna Slovensko	26
3.4 Zhmutie	26
4 PRÍZEMNÝ OZÓN	35
4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní	36
4.2 Záver	41
5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31.12.2016	43
5.1 Použité metódy a ich stručný popis	43
5.2 Výsledky a výstupy	46
5.3 Záver	62
6 HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA – ZÁVER	65
6.1 Návrh na zaradenie zón a aglomerácií do skupín	65
6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia	66
6.3 Záver	67

PRÍLOHA 1 – Meracie stanice monitorovacích sietí kvality ovzdušia

ÚVOD

Kvalitu ovzdušia vo všeobecnosti určuje obsah znečisťujúcich látok vo vonkajšom ovzduší. V § 7 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 vyhláške MŽP SR č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje Slovenský hydro-meteorologický ústav na staniciach 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. 2016

1.1 Rozdelenie územia

Na základe výsledkov hodnotenia z roku 2015 súlade s § 9 ods. 3 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov, SHMÚ, ako poverená organizácia, navrhol na rok 2016 12 oblastí riadenia kvality ovzdušia v 6 zónach a v 2 aglomeráciách. Vymedzené oblasti zaberajú rozlohu 1 444 km². Na tomto území v roku 2016 žilo 1 139 843 obyvateľov, čo predstavuje 21 % z celkového počtu obyvateľov SR (5 435 343).

1.2 Zoznam aglomerácií a zón

V Prílohe č. 17 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia 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 Košíc

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 2016 bolo na Slovensku 12 oblastí riadenia kvality ovzdušia (Obr. 1.1).

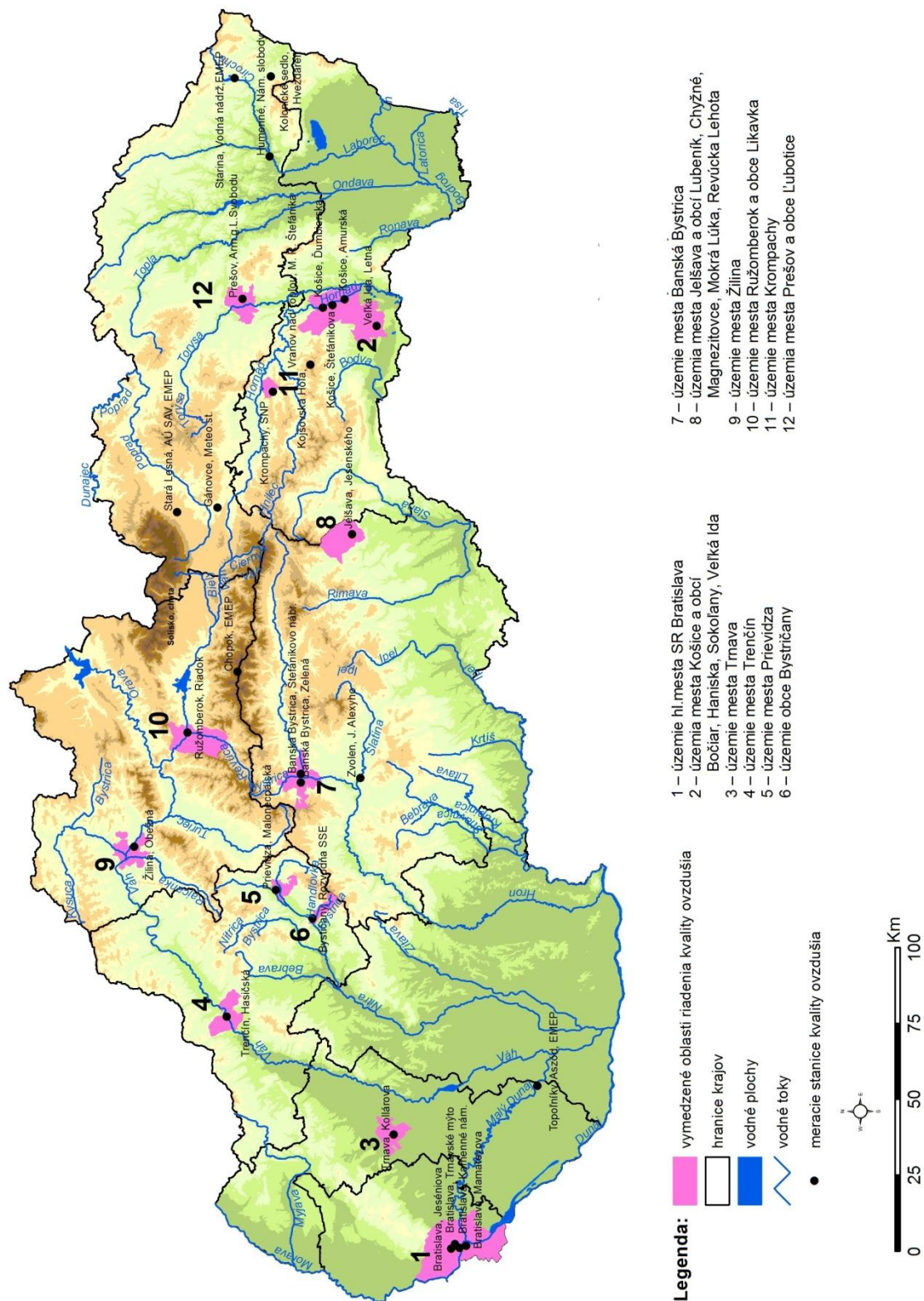
AGLOMERÁCIA Zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	Plocha [km ²]	Počet ¹⁾ obyvateľov
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀ , NO ₂ , BaP	368	425 923
KOŠICE Košícký kraj	územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida	PM ₁₀ , BaP	302	245 873
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀	103	78 735
	územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrá Lúka, Revúcka Lehota	PM ₁₀ , PM _{2,5}	109	6 647
Košický kraj	územie mesta Krompachy	PM ₁₀ , PM _{2,5} , BaP	23	8 848
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce Ľubotice	PM ₁₀ , NO ₂	79	92 892
Trenčiansky kraj	územie mesta Prievidza	BaP	43	46 830
	obec Bystričany	PM ₁₀	38	1 791
	územie mesta Trenčín	PM ₁₀	82	55 593
Trnavský kraj	územie mesta Trnava	NO ₂ , BaP	72	65 536
Žilinský kraj	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀	145	30 134
	územie mesta Žilina	PM ₁₀	80	81 041

* PM₁₀ – častice v ovzduší, ktoré prejdú zariadením selektujúcim častice s aerodynamickým priemerom 10 µm s 50 % účinnosťou

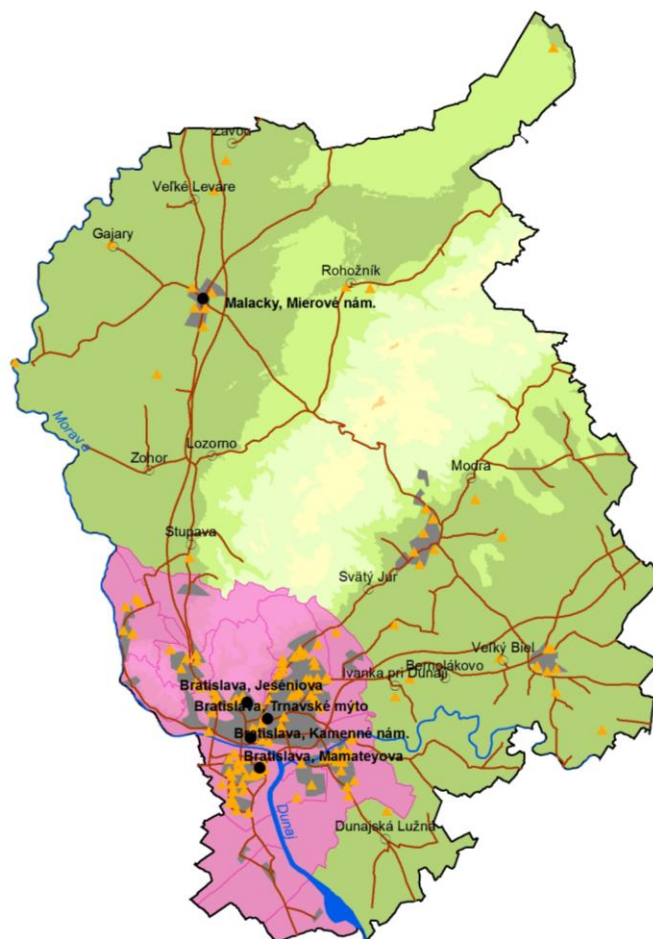
** PM_{2,5} – častice v ovzduší, ktoré prejdú zariadením selektujúcim častice s aerodynamickým priemerom 2,5 µm s 50 % účinnosťou

¹⁾ Stav k 31. 12. 2016

Obr. 1.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2016

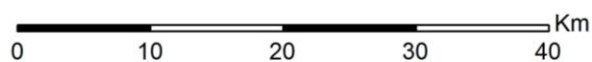


AGLOMERÁCIA BRATISLAVA a Zóna Bratislavský kraj



Legenda:

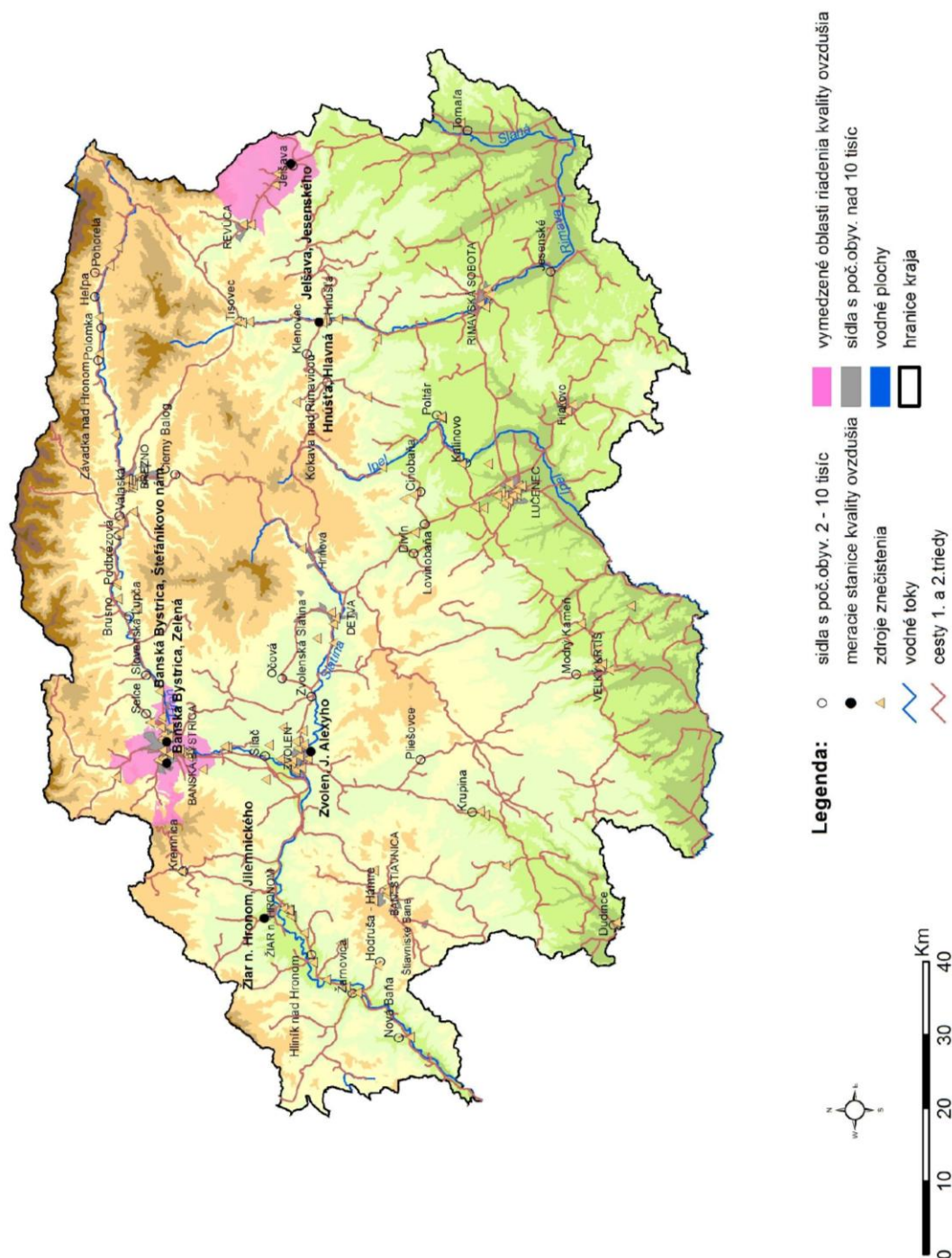
- | | | |
|--|--|---|
| vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia | zdroje znečistenia ovzdušia | sídla s poč.obyv. nad 10 tisíc |
| meracie stanice kvality ovzdušia | vodné toky | vodné plochy |
| sídla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc | cesty 1. a 2. triedy | hranice kraja |



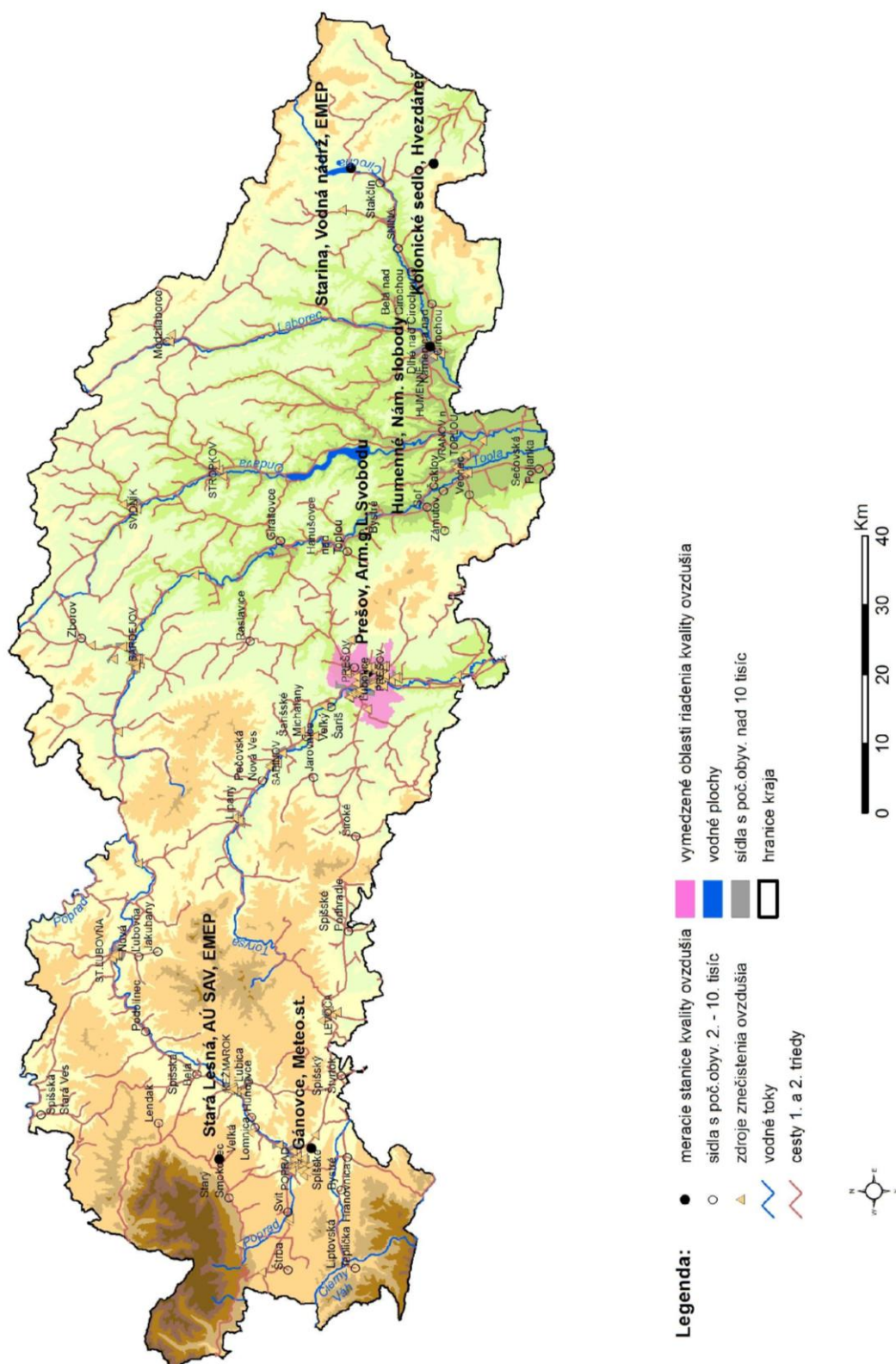
Legenda:

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

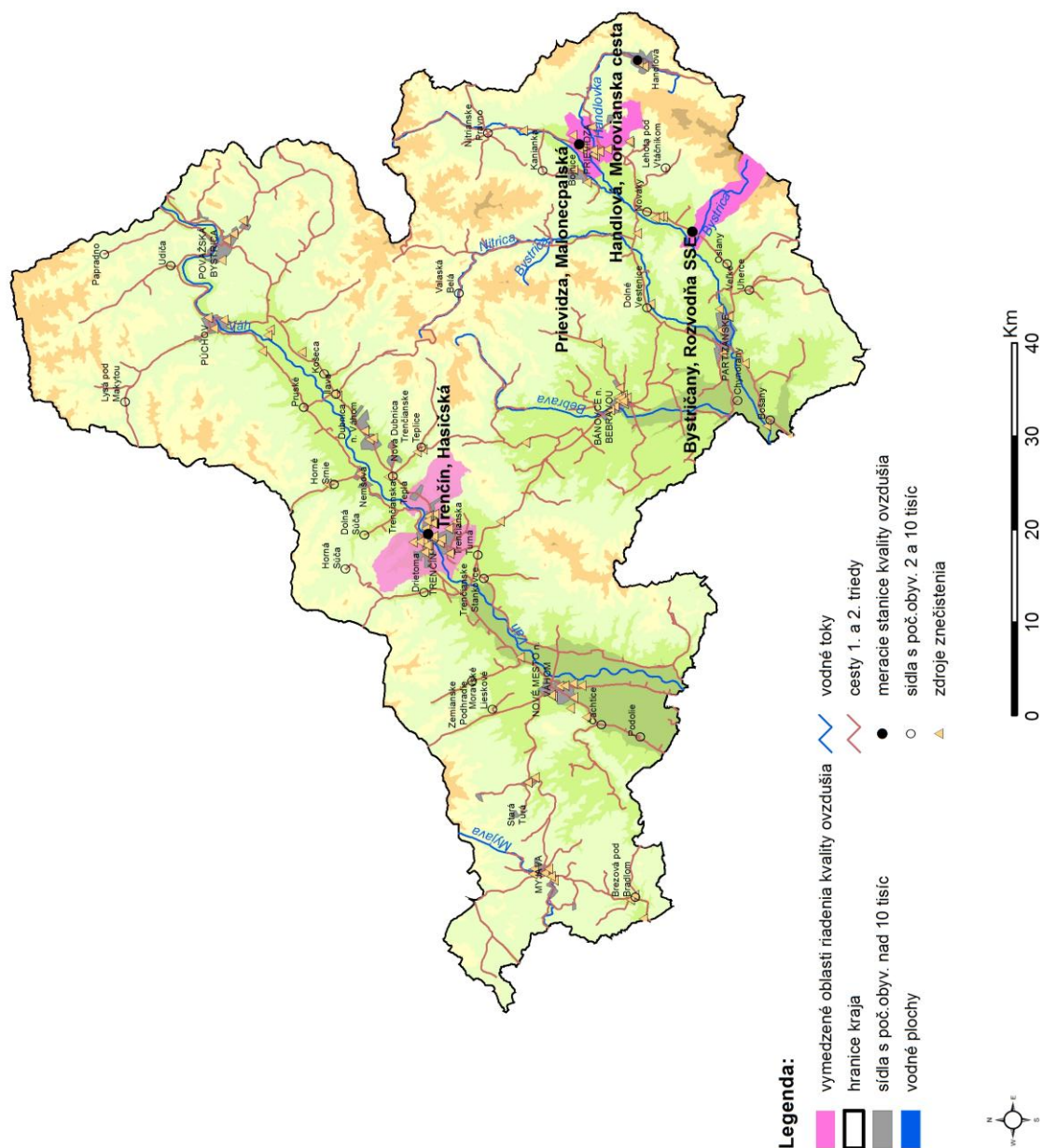
Zóna Banskobystrický kraj



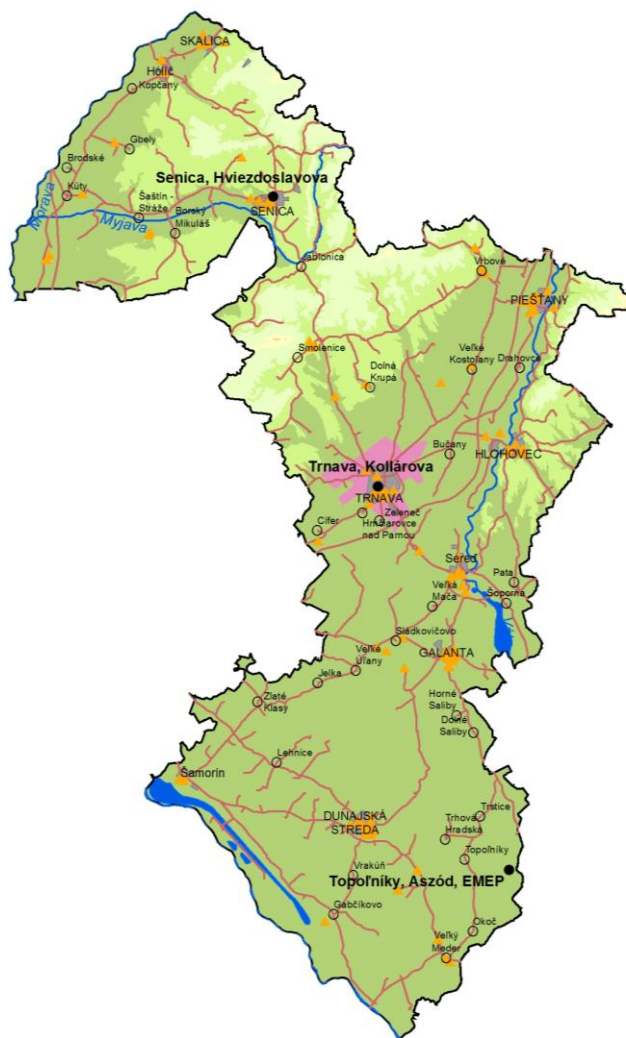
Zóna Prešovský kraj



Zóna Trenčiansky kraj



Zóna Trnavský kraj



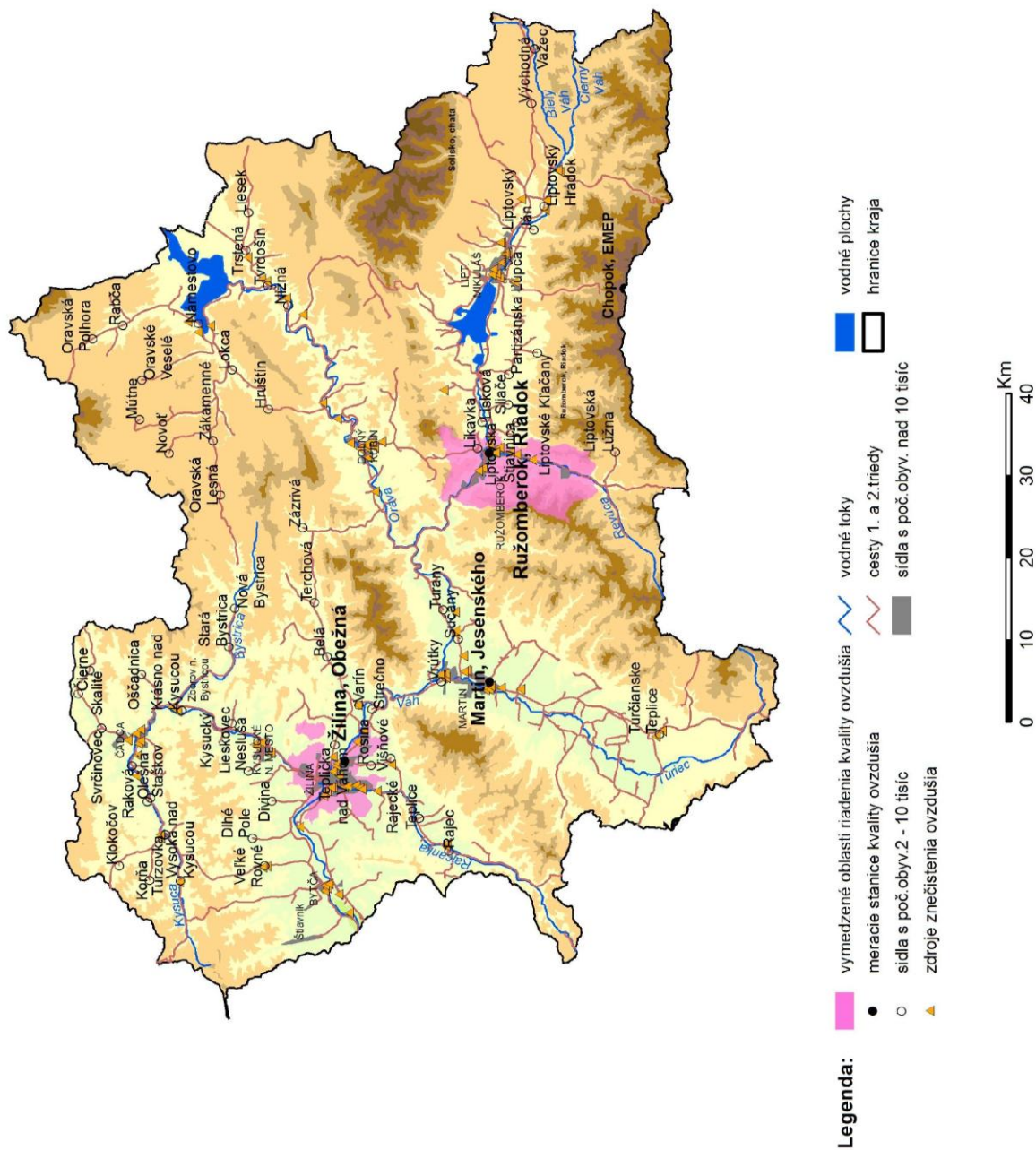
Legenda:

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



0 10 20 30 40 Km

Zóna Žilinský kraj



2 STAV MONITOROVACEJ SIETE V ROKU 2016

Tab. 2.1 Monitorovacie siete kvality ovzdušia v SR podľa vlastníkov – stav v roku 2016
(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 EoI	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. g. 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	Kolonicke 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 EoI	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	Mondi a.s., 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 2016

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								
	Bratislava, Trnavské mýto	x		x			x	x		x
	Bratislava, Jeséniova	x	x	x		x				
	Bratislava, Mamateyova	x	x	x	x	x				
	Spolu 4 stanice	4	2	3	1	2	1	1		1
Košice	Košice, Amurská	x	x							
	Košice, Štefánikova	x	x	x			x	x		
	Košice, Ďumbierska					x				
	Spolu 3 stanice	2	2	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							
Bratislavský kraj	Spolu 6 staníc	6	6	3	1	2	1	1	1	1
	Malacky, Sasinkova	x	x	x	x		x	x		
Košický kraj	Spolu 1 stanica	1	1	1	1		1	1		
	Kojšovská hoľa			x		x				
	Veľká Ida, Letná	x	x				x		x	x
	Strážske, Mierová	x	x							
	Krompachy, SNP	x	x	x	x		x	x		
Nitriansky kraj	Spolu 4 stanice	3	3	2	1	1	2	1	1	1
	Nitra, Štúrova	x	x	x	x		x	x		x
	Nitra, Janíkovce	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					
	Kolonicke sedlo	x	x							
Trenčiansky kraj	Spolu 7 staníc	5	5	5	1	4	1	1		
	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		
Trnavský kraj	Spolu 4 stanice	4	4	2	4	1	1	1		
	Topoľníky, Aszód, EMEP	x	x	x	x	x				
	Senica, Hviezdoslavova	x	x		x					
	Trnava, Kollárova	x	x	x			x	x		
Žilinský kraj	Spolu 3 stanice	3	3	2	2	1	1	1		
	Chopok, EMEP			x		x				
	Martin, Jesenského	x	x	x			x	x		
	Ružomberok, Riadok	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Žilina, Obežná	x	x	x		x	x			
NMSKO spolu 38 monitorovacích staníc	Spolu 4 stanice	3	2	4	1	2	3	2	1	
		33	31	25	13	16	13	11	3	4

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

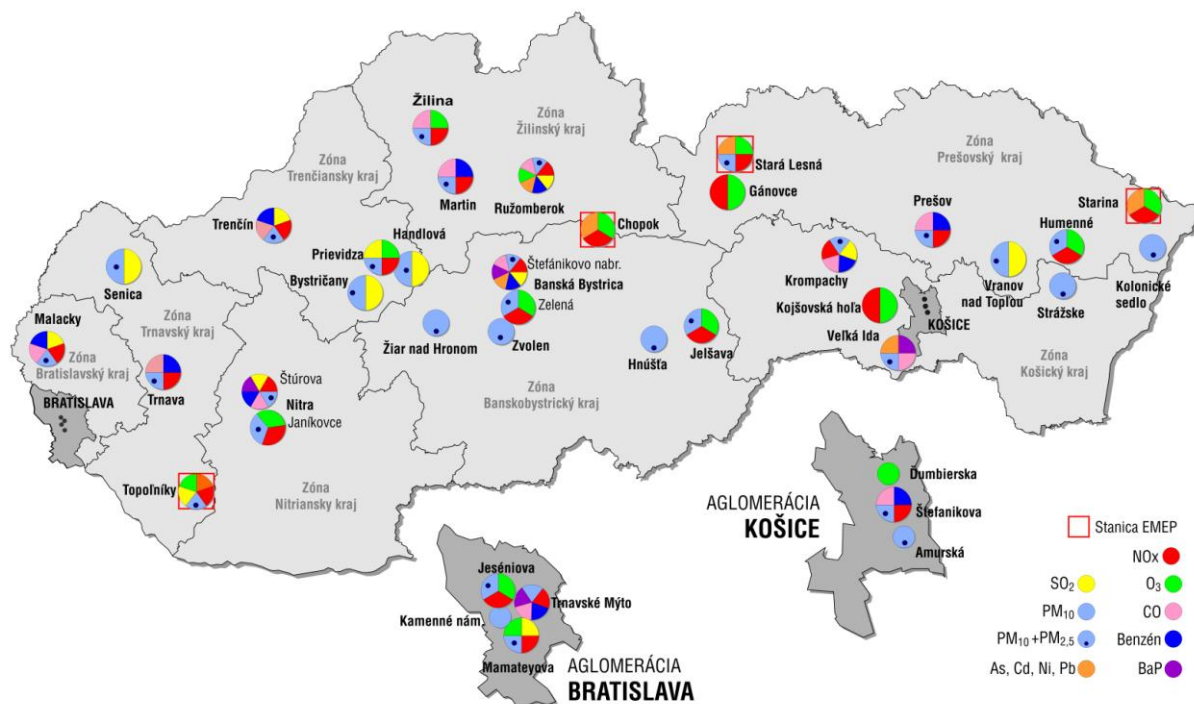
OVZDUŠIE		Oxid siričitý SO ₂	Oxidy dusíka NO _x	Síraný SO ₄	Dusičnaný NO ₃	Kyselina dusičná HNO ₃	Amoniak, amonné kationy NH ₃ , NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Ozón O ₃	VOC	PM ₁₀ ¹	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chrómov Cr	Meď Cu	Zinok Zn
Prešovský kraj	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP								x		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

ATMOSFÉRICKE ZRÁŽKY		pH	Vodivosť	Síraný SO ₄	Dusičnaný NO ₃	Amonné kationy NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Chloridy Cl	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chrómov 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
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
	Spolu	3 stanice	3	3	3	3	3
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		
Mondi a.s., 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 2016 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 2016

Zabezpečenie monitorovania kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach SR

Monitorovanie kvality ovzdušia bolo v roku 2016 zabezpečené vo všetkých aglomeráciách a zónach SR.

Monitorovací program

Oxid siričitý SO₂

Minimálny rozsah monitorovania SO₂ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) nebol splnený z dôvodu chýbajúceho merania v aglomerácii Košice. Monitorovanie oxidu siričitého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 13 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (85 %) bol dosiahnutý na 12 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. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie oxidov dusíka bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 25 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (85 %) bol dosiahnutý na 19 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. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) 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 (85 %) bol dosiahnutý na 10 monitorovacích staniciach. Na 4 EMEP staniciach bolo realizované meranie TSP/PM₁₀ v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP. počet platných nameraných údajov bol nedostatočný z dôvodu dlhodobej inovácie monitorovacej siete.

Test ekvivalencie s gravimetrickou metódou sa vykonal na viacerých mestských staniciach, v súčasnosti sa výsledky analyzujú a cieľom je celý postup zautomatizovať.

Častice PM_{2,5}

Rozsah monitorovania PM_{2,5} (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie PM_{2,5} bolo zabezpečené rovnakou metódou ako merania PM₁₀, prístrojmi TEOM a BAM na 31 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (85 %) bol dosiahnutý na 7 monitorovacích staniciach.

Oxid uhoľnatý CO

Minimálny rozsah monitorovania CO (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie oxidu uhoľnatého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 13 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (85 %) bol dosiahnutý na 12 monitorovacích staniciach.

Ozón O₃

Minimálny rozsah monitorovania O₃ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie ozónu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 16 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na 11 monitorovacích staniciach.

Benzén

Minimálny rozsah monitorovania benzénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie benzénu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 11 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (85 %) bol dosiahnutý na 10 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 sú v Skúšobnom laboratóriu na SHMÚ metódou indukčne viazanej plazmy s hmotnostnou detekciou (ICP-MS). V roku 2016 boli vzorky na analýzu ťažkých kovov odoberané na 3 mestských monitorovacích staniciach a 4 staniciach s monitorovacím programom EMEP (Pb, As, Cd, Ni, Cr, Zn, Cu).

Polyaromatické uhľovodíky – benzo(a)pyrén

V roku 2016 bol zabezpečený monitoring benzo(a)pyrénu na 4 monitorovacích staniciach. Odber vzoriek prebiehal každý druhý až tretí deň počas 24 hodín na kremenný filter. Vzorky sú v Skúšobnom laboratóriu na SHMÚ po extrakcii analyzované metódou plynovej chromatografie s hmotnostnou detekciou (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. Analýzy VOC za rok 2016 sú v tabuľke 3.15.

Monitorovacie siete kvality ovzdušia ostatných prevádzkovateľov monitoringu kvality ovzdušia v roku 2016

Z ostatných prevádzkovateľov monitorovacích staníc – VZZO na Slovensku merajúcich na základe rozhodnutia príslušného OUŽP (merajú znečisťujúce látky referenčnými metódami okrem PM₁₀). V roku 2016 bolo takýchto staníc 10 (Tab. 3.10). 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

Inštalovanie nových prístrojov v rámci projektu obnova NMSKO pokračovala aj začiatkom roka 2016. Toto spôsobilo nižšiu výťažnosť PM_{10} a $PM_{2,5}$.

Spracovanie a vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt (LH) a limitných hodnôt zvýšených o medzu tolerancie (LH + MT) 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, ak úroveň znečistenia neprekračuje limitné hodnoty. Výskyt a dobu trvania znečistenia na úrovni výstražných prahov pre NO_2 a SO_2 za ostatných 5 rokov uvádza tabuľka 3.5. V tabuľkách 3.11 až 3.14 sú vyhodnotené výsledky meraní z vidieckych pozadových staníc (program EMEP) podľa kritických hodnôt na ochranu vegetácie.

Za účelom stanovenia spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach Slovenska, bolo spracované 5-ročné obdobie rokov 2012–2016, podľa horných (HMH) a dolných (DMH) medzí pre hodnotenie znečistenia ovzdušia. Výsledky pre jednotlivé znečisťujúce látky (ZL) sú uvedené v tabuľkách 3.6 a 3.9.

3.2 Aglomerácie a zóny pre SO_2 , NO_2 , NO_x , PM_{10} , $PM_{2,5}$, benzén a CO

3.2.1 Aglomerácia Bratislava

V roku 2016 neboli prekročené denné limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre PM_{10} na dopravnej stanici Bratislava-Trnavské mýto. Priemerná ročná koncentrácia NO_2 tu bola $40 \mu g \cdot m^{-3}$, čo predstavuje mierny pokles približne o $9 \mu g \cdot m^{-3}$ oproti roku 2015. Úroveň ostatných ZL bola pod limitnými hodnotami.

3.2.2 Aglomerácia Košice

V roku 2016 boli priemerné ročné koncentrácie na ochranu zdravia ľudí pre PM_{10} na staniciach Košice-Štefánikova a Košice-Amurská pod limitnými hodnotami. Neboli prekročené ani denné limitné hodnoty pre PM_{10} , ostatné ZL boli tiež pod limitnými hodnotami.

3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj

Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} nebola prekročená na žiadnej stanici. Cieľová hodnota pre $PM_{2,5}$ prekročená nebola prekročená a ani ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.4 Zóna Bratislavský kraj

Výsledky meraní v roku 2016 poukazujú na celkový pokles znečistenia už tretí 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 PM_{10} na stanici Veľká Ida-Letná. Na monitorovacej stanici dosiahol počet prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty PM_{10} na ochranu zdravia 38, čo je najväčšia hodnota na Slovensku v roku 2016. Na stanici Krompachy-SNP v roku 2016 klesol počet prekročení na 14. 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 PM_{10} a rovnako neboli prekročené cieľové hodnoty pre $PM_{2,5}$. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.7 Zóna Prešovský kraj

V roku 2016 nebola prekročená limitná alebo cieľová hodnota na ochranu zdravia ľudí pre žiadnu meranú znečisťujúcu látku.

3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj

Celkovo sa zachoval klesajúci trend počtu prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty z roku 2012. Úroveň znečistenia PM_{10} neprekročila dennú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí. Cieľová hodnota pre $PM_{2.5}$ nebola prekročená na žiadnej stanici. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.9 Zóna Trnavský kraj

Na žiadnej stanici nebola prekročená denná a ani ročná limitná hodnota na ochranu ľudského zdravia pre PM_{10} a úroveň znečistenia frakciou $PM_{2.5}$ bola hlboko pod cieľovou hodnotou $25 \mu g.m^{-3}$ na všetkých staniciach. Ostatné ZL neprekročili limitné alebo cieľové hodnoty.

3.2.10 Zóna Žilinský kraj

V roku 2016 nebola prekročená limitná alebo cieľová hodnota na ochranu zdravia ľudí pre žiadnu meranú znečisťujúcu látku.

3.3 Aglomerácia a zóna pre Pb, As, Cd, Ni, BaP, Hg a O_3

3.3.1 Aglomerácia Bratislava

Cieľová hodnota ozónu (8 h koncentrácia prízemného ozónu $120 \mu g.m^{-3}$, povolený počet prekročení je 25 dní v priemere za 3 roky) bola prekročená na monitorovacej stanici Bratislava-Jeséniova. V roku 2016 bol prekročený informačný prah na stanici Bratislava-Jeséniova. Výstražný prah nebol prekročený.

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 Chopok. V roku 2016 nebol prekročený informačný prah a ani výstražný prah pre ozón na žiadnej stanici v zóne Slovensko.

3.4 Zhrnutie

SO_2

V roku 2016 nebola v žiadnej aglomerácii a zóne prekročená úroveň znečistenia pre hodinové a ani pre denné hodnoty. Príslušné limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí neboli prekročené vo väčšom počte, ako stanovuje vyhláška č. 360/ 2010 Z. z. o kvalite ovzdušia. V roku 2016 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu.

Kritická hodnota na ochranu vegetácie je $20 \mu g.m^{-3}$ za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto limitná hodnota nebola prekročená v priebehu roku 2016 na žiadnej z EMEP staníc, ani za kalendárny rok, ani za zimné obdobie. Všetky hodnoty boli pod DMH na ochranu vegetácie.

NO_2

V roku 2016 nebola prekročená ročná limitná hodnota ani na jednej monitorovacej stanici. Prekročenie limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre hodinové koncentrácie sa nevyskytlo prekročené na žiadnej monitorovacej stanici. V roku 2016 nenastal žiaden prípad prekročenia výstražného prahu.

Kritická úroveň na ochranu vegetácie ($30 \mu g.m^{-3}$ za kalendárny rok vyjadrená ako NO_x) nebola v roku 2016 prekročená na žiadnej z EMEP staníc. Hodnoty boli hlboko pod DMH na ochranu vegetácie.

PM₁₀

V roku 2016 sa vyskytli prekročenia limitnej hodnoty na ochranu ľudského zdravia pre 24-hodinové koncentrácie len na Veľkej Ide 38 krát. Na ostatných staniciach nebolo žiadne ďalšie prekročenie limitnej hodnoty PM₁₀ a ani priemernej ročnej hodnoty. Monitorovanie PM₁₀ dostatočne pokrýva územie Slovenska.

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 2016 táto hodnota nebola prekročená na žiadnej monitorovacej stanici.

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. 11 k vyhláške 360/2010 Z. z. má byť v roku 2020 dosiahnutá limitná hodnota 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
IPE [µg.m ⁻³]	24	24	24	23	21	19	18

CO

Na žiadnej z monitorovacích staníc nebola prekročená limitná hodnota a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2010–2016 je pod DMH.

Benzén

Najvyššia úroveň benzénu sa v roku 2016 namerala na staniciach Bratislava-Trnavské mýto, Krompachy- SNP a Martin-Jesenského 1,0 µg.m⁻³, čo je hlboko pod limitnou hodnotou 5 µg.m⁻³.

Pb, As, Ni, Cd

V roku 2016 kvôli dokončovaniu prestavby monitorovacej siete monitoring ťažkých kovov začal na AMS Veľká Ida-Letná od polovice marca, na AMS Ružomberok, Riadok od druhej februárovej dekády a v Banskej Bystrici na Štefánikovom nábreží od druhého týždňa februára 2016 do konca roka. Z tohto dôvodu možno usudzovať, že priemerná ročná koncentrácia zodpovedá hodnote o niečo vyššej, ako je aritmetický priemer nameraných hodnôt, je však možné predpokladať, že pre žiadnu látku z monitorovaných ťažkých kovov nebola na spomínaných lokalitách prekročená cieľová ani limitná hodnota.

Vo všeobecnosti možno skonštatovať, že priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov sú na staniciach NMSKO väčšinou len zlomkom cieľovej, resp. limitnej hodnoty. Sporadicky sa vyskytuje prekročenie cieľovej hodnoty pre arzén na stanici Prievidza-Malonecpalská.

BaP

Podobne ako v prípade ťažkých kovov, aj pre BaP nebol monitoringom pokrytý celý rok a všetky AMS, z dôvodu prestavby monitorovacej siete. Aritmetický priemer nameraných koncentrácií možno považovať za nižší, ako je reálna priemerná ročná hodnota s výnimkou Banskej Bystrice, kde sa začalo vzorkovať koncom novembra 2016 a priemerná ročná hodnota je pravdepodobne značne nižšia ako priemer koncentrácií nameraných v prípade tejto AMS väčšinou v decembri. Na monitorovacej stanici Veľká Ida-Letná, začal v roku 2016 monitoring BaP v marci, v Nitre v júli s výpadkom počas októbra, odber vzoriek na AMS Bratislava-Trnavské Mýto začal vo februári a pokračoval do konca roka (okrem výpadku počas júla – septembra).

Priemerná hodnota koncentrácie BaP na spomínaných staniciach prekročila cieľovú hodnotu 1 ng.m^{-3} , čo môžeme na AMS vo Veľkej Ide pripísať pravdepodobne priemyselnej činnosti (najmä výroba koksu) a čiastočnej aj vykurovaniu domácností a na ostatných monitorovacích staniciach vplyvu cestnej dopravy.

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

	Priemerované obdobie	Limitná hodnota* [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dátum, ku ktorému treba dosiahnuť limitnú hodnotu	Medza tolerancie	Limitná hodnota + medza tolerancie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]																
					Do 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
SO ₂	1h	350 (24)	1.1.2005	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500	470	440	410	380	350	350	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	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	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	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	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	0,5	0,5
CO	max. 8 h denná hodnota	10000 (-)	1.1.2005	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16000	16000	16000	14000	12000	10000	10000	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	5	5
PM _{2.5}	1r	25	1.1.2008	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$										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

** cieľová hodnota

	Priemerované obdobie	Cieľová hodnota [ng/m^3]	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 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Medza na hodnotenie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
				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 Výťažnosť údajov* v % v roku 2016.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	Benzén
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.			61			
	Bratislava, Trnavské mýto		91	90		89	60
	Bratislava, Jeséniova		95	96	98		
	Bratislava, Mamateyova	94	89	99	98		
KOŠICE	Košice, Štefánikova		96	72	72	77	98
	Košice, Amurská			73	73		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánik.nábr.	88	94	68	67	94	96
	Banská Bystrica, Zelená		97	37	55		
	Jelšava, Jesenského		99	77	75		
	Hnúšťa, Hlavná			75	70		
	Zvolen, J. Alexyho			92	92		
	Žiar n/H, Jilemnického			70	70		
Bratislavský kraj	Malacky, Mierove nám.	96	97	82	39	98	100
Košický kraj	Kojšovská hola		63				
	Veľká Ida, Letná			73	73	94	
	Strážske, Mierová			71	71		
	Krompachy, SNP	95	75	71	49	90	98
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce		89	97	98		
	Nitra, Štúrova	96	97	96	55	93	99
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.		96				
	Humenné, Nám. slobody		94	64	66		
	Prešov, Arm. gen. L.Svobodu		96	72	63	92	98
	Vranov n/T, M. R. Štefánika	95		70	68		
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP 3)		95	98	70		
	Starina, Vodná nádrž, EMEP		74				
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň 3)			77	77		
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	70	68	40	49		
	Bystričany, Rozvodňa SSE	97		47	91		
	Handlová, Morovianska cesta	97		91	82		
	Trenčín, Hasičská	97	95	97	99	94	99
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	96		56	69		
	Trnava, Kollárova		95	98	72	95	98
	Topoľníky, Aszód, EMEP 3)	96	95	93	93		
Žilinský kraj	Chopok, EMEP		82				
	Martin, Jesenského		98	66	68	88	98
	Ružomberok, Riadok	91	95	69	58	95	97
	Žilina, Obežná		97	67	57	88	

* Výťažnosť je pomer počtu platných nameraných hodnôt k počtu možných hodnôt za kalendárny rok vyjadrený v percentách.

Označenie výťažnosti: ≥ 85 % platných meraní. Výťažnosť 85 % zaviedlo Nariadenia 2011/850/ES.

Tab. 3.4 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2016.

AGLOMERÁCIA Zóna		Ochrana zdravia									VP ²⁾	
	Znečisťujúca látka	SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	CO	Benzén	SO ₂	NO ₂
	Doba Spriemerovania	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
	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	17					
	Bratislava, Trnavské mýto			0	40	23	29		2093	1,0		0
	Bratislava, Jeséniova			0	14	9	20	13				0
	Bratislava, Mamateyova	1	0	0	22	7	21	15			0	0
KOŠICE	Košice, Štefánikova			0	29	19	28	19	1332	0,6		0
	Košice, Amurská					12	22	16				
Banskobystrický Kraj	Banská Bystrica, Štefánik.nábr.	0	0	0	33	28	29	19	1651	0,9	0	0
	Banská Bystrica, Zelená			0	10	10	22	14				0
	Jelšava, Jesenského			0	8	35	28	19				
	Hnúšťa, Hlavná					15	23	14				
	Zvolen, J. Alexyho					7	20	14				
	Žiar n/H, Jilemnického					2	15	12				
Bratislavský kraj	Malacky, Mierové nám.	0	0	0	26	5	19	18	1535	0,4	0	0
Košícký kraj	Kojšovská hola			0	2							
	Veľká Ida, Letná					38	34	21	1426			
	Strážske, Mierová					10	22	19				
	Krompachy, SNP	0	0	0	11	14	23	12	1613	1,0	0	0
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce			0	11	9	22	17				0
	Nitra, Štúrova	0	0	0	31	12	26	16	1374	0,4	0	0
Prešovský kraj	Gánovce, Meteo. st.			0	6							
	Humenné, Nám. slobody			0	10	7	22	18				
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu			0	37	18	24	13	1173	0,9		0
	Vranov n/T, M. R. Štefánika	0	0			10	23	17			0	
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP 3)			0	4	0	14	12				
	Starina, Vodná nádrž, EMEP			0	3							
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň 3)					3	17	9				
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	0	0	0	16	7	23	21			0	
	Bystričany, Rozvodňa SSE	2	0			15	30	16			0	
	Handlová, Morovianska cesta	0	0			12	23	16			0	
	Trenčín, Hasičská	0	0	0	27	35	29	18	1328	0,3	0	0
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	0	0			13	25	15			0	
	Trnava, Kollárova			0	37	15	27	18	1982	0,3		0
	Topoľníky, Aszód, EMEP 3)	0	0	0	7	15	23	15				
Žilinský kraj	Chopok, EMEP			0	2							
	Martin, Jesenského			0	24	15	24	16	1847	1,0		0
	Ružomberok, Riadok	0	0	0	20	16	25	20	2499	0,4	0	
	Žilina, Obežná			0	20	17	30	23	1987			0

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ limitné hodnoty pre výstražné prahy

³⁾ stanice indikujú regionálnu požadovú úroveň-

Znečisťujúce látky, ktoré prekročili limitnú hodnotu sú zvýraznené hrubým písmom

Označenie výťažnosti: ≥ 85 % platných meraní

Tab. 3.5 *Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia SO₂ podľa výskytu a trvania prekročenia Výstražnej hodnoty v rokoch 2012 – 2016.*

Stanica	Počet prekročení					Dĺžka trvania v hodinách				
	Výstražný prah					Výstražný prah				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Bystričany, Rozvodňa SSE	0	2	0	0	0	0	7	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 2012 až 2016.*

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	>HMH	≤HMH; >DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	>HMH	≤HMH; >DMH
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.							A		A							
	Bratislava, Trnavské mýto			A		A		A		A					A		A
	Bratislava, Jeséniova				A		A	A		A			A				
	Bratislava, Mamateyova		A	A			A	A		A			A				
KOŠICE	Košice, Štefánikova			A		A		A		A		A					A
	Košice, Amurská							A		A		A					
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.		A		A	A		A		A		A			A		A
	Banská Bystrica, Zelená				A		A		A			A					
	Zvolen, J. Alexyho							A		A		A					
	Jelšava, Jesenského				A		A	A		A		A					
	Hnúšťa, Hlavná							A		A		A					
	Žiar nad Hronom, Jilemnického							A		A		A					
Bratislavský kraj	Malacky, Mierova		A		A		A	A		A		A			A		A
Košický kraj	Veľká Ida, Letná							A		A		A			A		
	Kojšovská hoľa*				A		A										
	Štrážske, Mierová							A		A		A					
	Krompachy, SNP		A		A		A	A		A		A			A		A
Nitriansky Kraj	Nitra, Janíkovce				A		A	A		A		A					
	Nitra, J. Štúrova		A		A	A		A		A		A			A		A
Prešovský Kraj	Humenné, Nám. slobody				A		A	A		A		A					
	Prešov, A. g. L. Svobodu				A	A		A		A		A			A		A
	Gánovce, MS SHMÚ*				A		A										
	Starina, Vodná nádrž, EMEP*				A		A										
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika		A					A		A		A					
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP				A		A	A		A		A					
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň							A		A		A					
Trenčiansky Kraj	Prievidza, Malonepalská		A		A		A	A		A		A					
	Bystričany, Rozvodňa SSE	A						A		A		A					
	Handlová, Morovianska cesta		A					A		A		A					
	Trenčín, Hasičská		A		A		A	A		A		A			A		A
Trnavský Kraj	Senica, Hviezdoslavova		A					A		A		A					
	Trnava, Kollárova				A	A		A		A		A			A		A
	Topoľníky, Aszód, EMEP		A		A		A	A		A		A					
Žilinský kraj	Martin, Jesenského				A		A	A		A		A			A		A
	Chopok*				A		A										
	Ružomberok, Riadok		A		A		A	A		A		A					A
	Žilina, Obežná				A		A	A		A		A					

A – áno * -stanice indikujú regionálnu požadovú 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
Slovensko	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	0,9	0,6	3,2	9,0
	Veľká Ida, Letná	0,7	0,6	10,0	120,4
	Ružomberok, Riadok	0,8	0,2	1,5	6,7

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

AGLOMERÁCIA Zóna		2014	2015	2016
	Cieľová hodnota [ng.m ⁻³]	1,0	1,0	1,0
	Horná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]	0,6	0,6	0,6
	Dolná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]	0,4	0,4	0,4
BRATISLAVA	Bratislava, Jeséniova	0,7	0,6	
	Bratislava, Trnavské mýto	0,6	0,8	1,2
Slovensko	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.			4,4
	Veľká Ida, Letná	4,1	6,2	3,8
	Krupá, SNP	2,1	1,9	
	Prievidza, Malonecpalská	1,5	1,4	
	Trnava, Kollárova	0,7	0,8	
	Nitra, Štúrova			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 2012 až 2016.

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															
	Bratislava, Trnavské mýto													A		
Bratislava	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.						A			A			A			
	Veľká Ida, Letná						A			A			A	A		
	Krupá, SNP															
	Prievidza, Malonecpalská															
	Trnava, Kollárova															
	Ružomberok, Riadok						A			A			A			
	Nitra, Štúrova															

A – áno

Tab. 3.10 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2016 z priemyselných staníc ostatných prevádzkovateľov - VZZO.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia						
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		CO
		1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	8 hod ¹⁾
		Limitná hodnota [µg.m ⁻³] (počet prekročení)						
BRATISLAVA	Bratislava, Pod. Biskupice	0	0	0	20	2	19	1248
	Bratislava, Vlčie Hrdlo	2	0	0	21	4	21	1047
KOŠICE	Poľov	0	0	1	17	13	26	2040
	USS Haniska	0	0	6	24	18	24	1404
Bratislavský kraj	Rovinka	0	0	0	15	1	17	980
Košický kraj	Veľká Ida	3	0	0	20	82	43	2477
	Leles	0	0	0	6			
Nitriansky kraj	Trnovec nad Váhom	0	0	0	9	16	26	
Trenčiansky kraj	Oslany	0	0	0	10			
Žilinský kraj	Ružomberok Supra SCP					18	23	

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

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

Tab. 3.11 Priemerné ročné koncentrácie SO_2 v ovzduší [$\mu g \cdot m^{-3}$] na EMEP staniách.

	Priemerné ročné koncentrácie SO_2					Priemerné koncentrácie SO_2 v zimnom období				
	2012	2013	2014	2015	2016	zima 2011–2012	zima 2012–2013	zima 2013–2014	zima 2014–2015	zima 2015–2016
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	20					20				
Horná medza na hodnotenie	12					12				
Dolná medza na hodnotenie	8					8				
Chopok, EMEP	0,5	0,5	0,6	0,9	0,5	0,5	0,4	0,6	0,9	0,7
Starina, Vodná nádrž, EMEP	1,7	1,5	1,2	1,5	1,0	2,3	2,6	2,1	2,1	1,7

Tab. 3.12 Priemerné ročné koncentrácie NO_x (vyjadrené ako NO_2) v ovzduší [$\mu g \cdot m^{-3}$] na EMEP staniách.

	2012	2013	2014	2015	2016
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	30				
Horná medza na hodnotenie	24				
Dolná medza na hodnotenie	20				
Chopok, EMEP	2,7	2,9	3,1	3,0	2,4
Starina, Vodná nádrž, EMEP	4,1	4,3	3,7	3,8	4,4

Tab. 3.13 Priemerná ročná koncentrácia suspendovaných častíc (PM_{10} a TSP) v ovzduší [$\mu g \cdot m^{-3}$] na EMEP staniách.

	2012	2013	2014	2015*	2016*
Chopok, EMEP	5,7	3,5	4,8		
Topoľníky, Aszód, EMEP	20,6	16,4	15,5		
Starina, Vodná nádrž, EMEP	14,2	11,2	12,6		
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	15,2	10,7	13,3		

Nedostatok údajov z dôvodu inovácie siete

Tab. 3.14 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov na EMEP staniách [$ng \cdot m^{-3}$].

	Pb	As	Ni	Cd	Cu	Cr	Zn
Chopok, EMEP	1,64	0,04	0,61	0,04	1,15	0,41	5,09
Topoľníky, Aszód, EMEP	4,68	0,21	0,36	0,09	1,66	0,59	9,79
Starina, Vodná nádrž, EMEP	3,42	0,12	0,71	0,10	1,57	0,59	6,78
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	4,29	0,16	0,32	0,08	1,22	0,38	6,83

Tab. 3.15 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín (ppb) – Starina 2016

etán	etén	propán	i-bután	n-bután	acetylén	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén	toluén	o-xylén
3,116	0,973	1,100	0,427	0,448	0,093	0,052	0,147	0,074	0,023	1,082	1,027

4 PRÍZEMNÝ OZÓN

Výsledky výskumu z posledných rokov viedli k významným zmenám v interpretácii problematiky troposférického ozónu v Európe. Štúdie jednoznačne dokumentujú uplatnenie veľkorožmerových procesov (prenos na veľké vzdialenosti, vertikálna výmena, vzťah ozón – klíma a iné) pri formovaní lokálnej úrovne prízemného ozónu. Ozón, resp. jeho prekursorov 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 prekursorov 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 veľkomezoklimatickými procesmi (diaľkový prenos a vertikálne premiešavanie ozónu a jeho prekursorov). 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 prekursorov zo Severnej Ameriky. Antropogénne emisie zo Severnej Ameriky prispievajú $4\text{--}8\text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$ k priemernej koncentrácii prízemného ozónu v Európe (občas až do $20\text{ }\mu\text{g.m}^{-3}$). Počas TOR-2 experimentov sa zistil nový aspekt chémie troposférického ozónu. Merania na observatóriu Jungfraujoch vo Švajčiarsku (3 450 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. Potvrdzuje to aj marcové maximum ročného chodu ozónu na stanici Lomnický štít (vysokohorská výskumná stanica 2 632 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 neurčitosťou. Väčšina izoprénu a viac ako polovica terpenov 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 prekursorov 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 prekursorov 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 pozadových 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 2016 na takmer všetkých staniciach menší ako 10 % (Tab. 4.1).

Obr. 4.1 Sieť monitorovacích staníc prízemného ozónu SHMÚ (stav v r. 2016)



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

Stanica	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bratislava, Jeséniova	16,8	0,6	1,64	0,1	0,2	1,3	1,6	0,3	8,3	20,1	2,7
Bratislava, Mamatayova	2,3	0,8	1,07	7,2	6,2	4,9	3,9	21,3	9,0	24,6	2,7
Košice, Ďumbierska	44,4	1,1	0,14	2,1	0,4	0,1	3,3	3,9	0,8	1,2	5,9
Banská Bystrica, Zelená				42,5	0,03	0,1	0,6	8,8	4,0	32,5	8,0
Jelšava, Jesenského	8,2	5,0	0,13	3,0	2,8	61,6	73,1	31,8	5,6	13,2	6,3
Kojšovská hoľa	6,3	0,7	1,98	0,1	14,2	2,5	4,2	1,5	13,4	30,8	19,1
Nitra, Janíkovce				13,7	22,5	63,3	11,8	26,7	10,2	17,6	9,7
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
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
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
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
Prievidza, Malonecpalská		1,9	0,40	3,4	0,5	4,6	1,9	11,3	0,8	36,0	29,6
Topoľníky, Aszód, EMEP	1,7	1,4	0,59	0,6	2,9	-	18,9	30,1	0,1	19,2	6,7
Chopok, EMEP	29,0	1,0	1,67	0,3	2,6	2,2	3,4	22,0	47,6	30,6	18
Žilina, Obežná	0,5	1,0	0,05	1,5	0,1	0,4	3,1	25,4	10,1	14,4	4,9
Ružomberok, Riadok											5,3

- dlhodobá porucha

Tab. 4.2 Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 2003, 2007–2016.

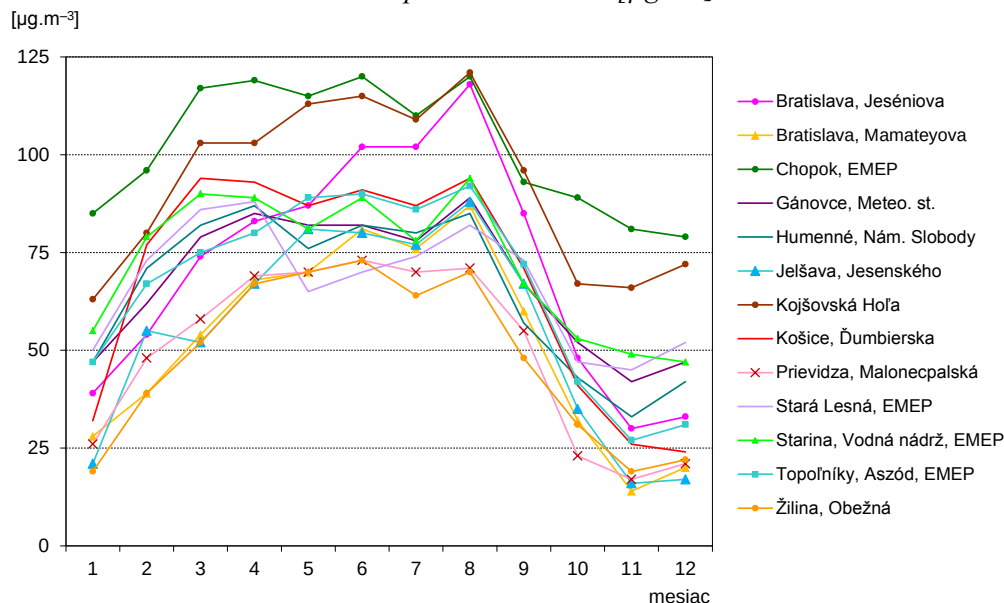
Stanica	2003	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Bratislava, Jeséniova	71	59	59	60	61	63	65	62	60 ^a	71	56
Bratislava, Mamatayova	53	49	48	48	46	51	53 ^a	48	46 ^a	54	36
Košice, Ďumbierska	68	57	56	81	63	73	62	61	55	57	55
Banská Bystrica, Zelená				^b 53	56	60	66	66	58 ^b	48	45
Jelšava,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

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

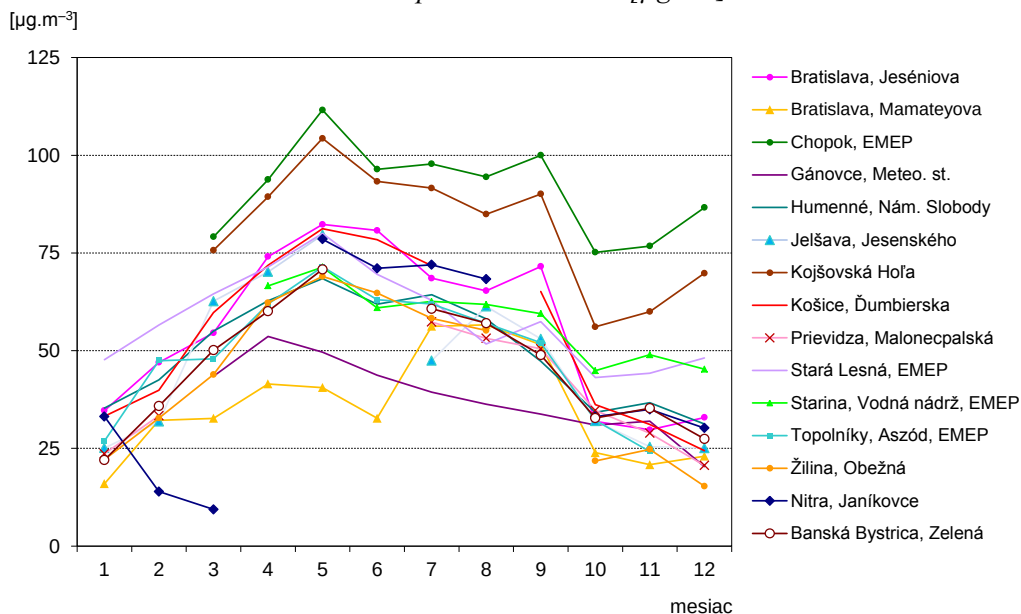
V tabuľke 4.2 sú zhrnuté priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu zo všetkých staníc NMSKO za obdobie 2003, 2007 až 2016. Celosieťový priemer z roku 2003 je najvyšší za celé toto obdobie. Ročné priemery nenaznačujú žiadny dlhodobý trend. Referenčná hodnota ročného priemeru pre ochranu materiálov $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ bola v posledných 3 rokoch prekročená na celom území Slovenska. 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 pozad'ové 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 2016 (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 2016.



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 2014–2016, 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 dvoch staniciach, viac na stanici Bratislava- Jeséniova (30 dní). Počet prekročení informačného prahu (IP) pre signál „Upozornenie“ (1 h koncentrácie $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a výstražného prahu (VP) pre signál „Výstraha“ (1 h koncentrácie $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) uvádza tabuľka 4.4. Prahová koncentrácia pre varovanie obyvateľstva bola v roku 2016 nebola prekročená. V roku 2016, v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi sa vyskytli dva prípady prekročenia prahovej koncentrácie pre informáciu obyvateľstva.

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	2014	2015	2016	Priemer 2014 – 16
Bratislava, Jeséniova	20	60	11	30
Bratislava, Mamateyova	16	38	6	20
Košice, Ďumbierska	11	24	8	14
Banská Bystrica, Zelená	30	*6	2	16
Jelšava, Jesenského	0	2	9	4
Kojšovská hofa	*3	*2	20	20
Nitra, Janíkovce	11	39	17	22
Humenné, Nám. slobody	*0	0	3	2
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	0	15	4	6
Gánovce, Meteo. st.	5	*1	0	3
Starina, Vodná nádrž, EMEP	3	*4	5	4
Prievidza, Malonecpalská	12	24	*0	18
Topoľníky, Aszód, EMEP	16	7	7	10
Chopok, EMEP	*7	27	28	28
Žilina, Obežná	8	0	6	5
Ružomberok, Riadok	-	-	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 upozornenie a varovanie obyvateľstva.

Stanica	IP _{1h} = $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			VP _{1h} = $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Bratislava, Jeséniova	0	12	2	0	1	0
Bratislava, Mamateyova	0	2	0	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 hofa	^a 0	0	0	^a 0	0	0
Nitra, Janíkovce	^a 0	0	0	^a 0	0	0
Humenné, Nám. slobody	^b 0	0	0	^b 0	0	0
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	^a 0	0	0	^a 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	^b 0	0	0	^b 0	0	0
Žilina, Obežná	^a 0	0	0	^a 0	0	0
Ružomberok, Riadok			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 2012–2016 prekročená na štyroch staniciach.

Hodnoty AOT40 na ochranu lesov uvádza tabuľka 4.6. Táto charakteristika sa počíta rovnako ako AOT40 na ochranu vegetácie, avšak za obdobie od 1. apríla do 30. septembra. Referenčná úroveň pre spravodajstvo do EK je $20\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$. Táto hodnota platí len pre predmestské, vidiecke a poľnohospodárske stanice. Na týchto staniciach na celom Slovensku hodnoty AOT40 pre ochranu lesov pravidelne prekračujú referenčnú úroveň, na niektorých staniciach vo fotochemicky aktívnych rokoch dokonca viac ako dvojnásobne.

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	2014	2015	2016	Priemer 2012–16
Bratislava, Jeséniova	*23690	28166	13612	21524
Bratislava, Mamateyova	17336	20418	4450	15389
Košice, Ďumbierska	15591	15111	15560	15444
Banská Bystrica, Zelená	26688	2526*	9771*	24726
Jelšava, Jesenského	*8974	6111	14597*	6111
Kojšovská hoľa	*16676	4098*	18259	17186
Nitra, Janíkovce	*22478	21800	18684	19779
Humenné, Nám. slobody	*6116	315	13008	10365
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	6880	9441	13151	11268
Gánovce, Meteo. st.	13600	13719*	2678	9412
Starina, Vodná nádrž, EMEP	11568	10528*	10235	10946
Prievidza, Malonecpalská	17785	16823*	5835*	16972
Topoľníky, Aszód, EMEP	18024	9545	11812	15190
Chopok, EMEP	*22647	15557	23014	23157
Žilina, Obežná	14965	5269	14359	13718
Ružomberok, Riadok			3875	-

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

Tab. 4.6 Hodnoty AOT40 na ochranu lesov (apríl – september).
Referenčná úroveň pre ročné spravodajstvo do EK je 20 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$.

Stanica	2013	2014	2015	2016
Bratislava, Jeséniova	35963	30491	54307	22057
Bratislava, Mamateyova	30840	23193	38098	12646
Košice, Ďumbierska	27304	24908	30762	25389
Banská Bystrica, Zelená	46448	35473	15236	14376
Jelšava, Jesenského	18180	11139	13824	25611
Kojšovská hoľa	26524	26550	8182	30593
Nitra, Janíkovce	36198	26282	40595	30656
Humenné, Nám. slobody	32442	6608	467	21263
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	33529	10417	23756	20120
Gánovce, Meteo. st.	31949	21515	25221	3910
Starina, Vodná nádrž, EMEP	28658	20116	21815	18642
Prievidza, Malonecpalská	22395	25434	30113	10431
Topoľníky, Aszód, EMEP	39501	26684	17563	19117
Chopok, EMEP	48233	30632	32525	39574
Žilina, Obežná	41515	25001	10266	25983
Ružomberok, Riadok				6017

- dlhodobá porucha analyzátora

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 prekurzorov ozónu za posledné roky neprinieslo zníženie úrovne koncentrácií prízemného ozónu na území Slovenska. Niektoré charakteristiky koncentrácií prízemného ozónu v 2015 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 prekurzorov ozónu) poukázali na veľmi malý vplyv Slovenska na stredoeurópsku úroveň koncentrácií prízemného ozónu.
4. Veľmi sporadické prekročovanie 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 31.12.2016

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 meradlách) najmä plošné vyjadrenie požadovaných charakteristík znečistenia ovzdušia, analýzu podielu významných zdrojov na znečistení a výpočet očakávaného znečistenia ovzdušia 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 sa musí kombinovať modelovanie s monitoringom. 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 transhraničných prenosov sa hodnotí pomocou modelov (aj meraní) programom EMEP, a to pre acidifikáciu, eutrofizáciu, prízemný ozón, ťažké kovy a v súčasnosti sú už prvé výsledky aj pre POPs (Persistent Organic Pollutants – perzistentné organické látky).

Zákon o ochrane ovzdušia č. 137/2010 Z. z. stanovuje postup pre hodnotenie a kritériá kvality ovzdušia v plnom súlade so smernicami EÚ a umožňuje využiť okrem meraní imisií aj matematické modelovanie na hodnotenie kvality ovzdušia. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje SHMÚ na staniciach NMSKO. V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania. Aplikácia modelov však má svoje limity. Legislatíva predpisuje neurčitost' modelovania pre jednotlivé znečisťujúce látky. Tieto v požadovanom rozsahu, resp. priestorovom a časovom členení spravidla nie sú k dispozícii. Platí to najmä pre sofistikovanejšie typy modelov. Modelovanie znečistenia ovzdušia na Slovensku komplikuje mimoriadna členitosť územia a nedostatočná hustota monitorovacej siete.

SHMÚ v súčasnosti pracuje s 2 typmi modelov

- **CEMOD**– modelovanie základných znečisťujúcich látok (SO_2 , NO_x , NO_2 , benzén a CO) na celom území Slovenska.
- **IDWA**– priestorová interpolácia koncentrácií vybraných látok (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, 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 zónach (všetky kraje Slovenska) a aglomeráciách (Bratislava a Košice) Slovenska. 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 neurčitosti modelových výpočtov.

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

CEMOD pracuje na báze metodiky US EPA-ISC pre výpočet znečistenia ovzdušia od 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 zahŕňa korekčný faktor pre pokles koncentrácie s nadmorskou výškou, stanovený na základe meraní regionálnych pozadových 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 mimomestskom prostredí 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 výšky priemernej výšky zástavby. CEMOD vyžaduje sekvenčné meteorologické aj emisné vstupné údaje (po hodinách). Vypočítaný rad hodinových koncentrácií (8760 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 presnosť odhadu pre ročný priemer 30 %, 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 ostatné znečisťujúce látky sa porovnali výsledky modelových výpočtov len s hodnotami zo staníc AMS v dvoch aglomeráciách, nakoľko pre ostatné mestá nie sú k dispozícii dostatočné informácie o intenzite automobilovej dopravy.

Štruktúra programu:

- 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 inventarizačného systému NEIS (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 získajú z meteorologických staníc (databáza KMIS) a mezometeorologického modelu.
- **Pozadové koncentrácie** z diaľkového (transhraničného) 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 (maximálne hodinové a priemerné denné koncentrácie, prekročenie imisných limitov a ročné koncentrácie, počet prekročenia medzných hodnôt, resp. príslušné percentily a priemerné ročné koncentrácie).
- 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, ako možné vstupy tabuľkových editorov. Ako tabuľkový formát si možno zvoliť EXCEL, resp. výstupy v binárnom alebo ASCII kóde.

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 napr. použitý pre celoslovenské hodnotenie úrovne koncentrácií PM₁₀. Jeho aplikácia vyplynula z vysokého stupňa neurčitosti vstupných emisných údajov (suspensia a resuspensia minerálnych častíc, elementárny a organický uhlík, sekundárne častice, častice biologického 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 signifikantných 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 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. Nakoľko vstupné údaje pre rok 2016 budú k dispozícii až v poslednom štvrtroku 2017, modelové výpočty budú vždy uvedené s ročným sklzom. V prípade prízemného ozónu (O₃), suspendovaných častíc PM₁₀ bola pre modelový výpočet použitá interpolácia IDW-A. Pre výpočet koncentrácií použitím IDW-A sú potrebné len namerané údaje zo siete NMSKO, preto výsledky sú uvedené už za rok 2016.

V priebehu roka 2015 došlo k rozšíreniu meracieho programu a k výmene opotrebovaných prístrojových zariadení v rámci siete NMSKO. Z uvedeného dôvodu v roku 2015 niektoré rady merania znečisťujúcich látok na monitorovacích staniciach sú štatisticky menej významné, ale sú dostačujúce na poskytnutie základnej informácie o úrovne znečistenia ovzdušia. Výťažnosť platných nameraných údajov v roku sú vyznačené v tabuľkovej interpretácii nameraných a namodelovaných údajov.

■ Oxid siričitý – SO₂

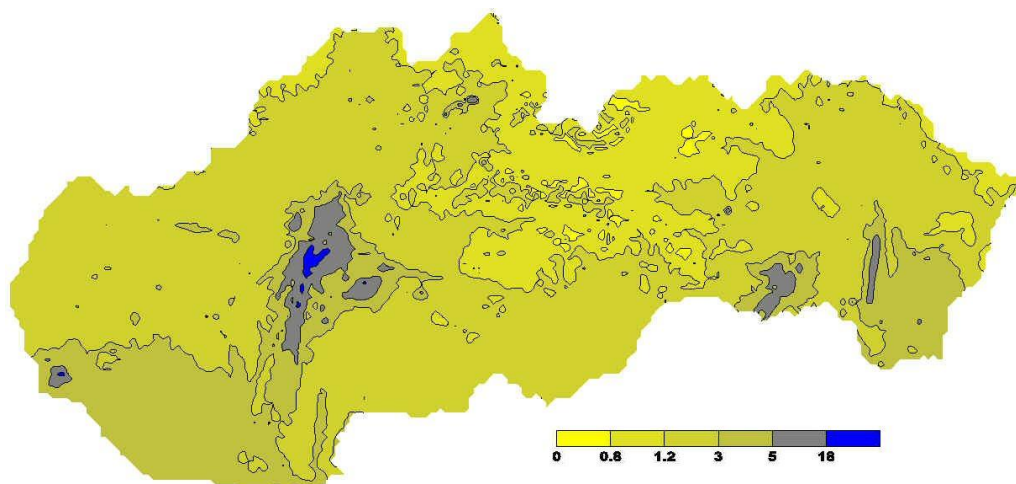
Výpočet plošného rozloženia všetkých charakteristík úrovne koncentrácií SO₂ v zónach, aglomeráciách, oblastiach riadenia kvality ovzdušia a na celom území štátu sa používa model **CEMOD**. Tento model vyžaduje vstupné meteorologické aj emisné údaje v sekvenčnej forme (t.j. v postupnosti po hodinách). 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 ktoré 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 pozadových 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 do modelových výpočtov zaradených 207 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 136 evidovaných v databázovom systéme NEIS. Z celkového počtu komínov len v prípade 278 (v roku 2006 to bolo 898) je celoročná emisná vyššia ako 1 t. Z uvedeného je zrejmé, že aj v roku 2015, obdobne ako v roku 2014, je výrazný podiel komínov (výduchov), ktoré majú nízky emisný tok. V roku 2015 pozorujeme nárast emisií oxidu siričitého až o 22 536 t v porovnaní s rokom 2014. Takmer celý tento nárast bol zaznamenaný od zdroja znečisťovania ovzdušia ENO (Slovenské elektrárne, a.s.).

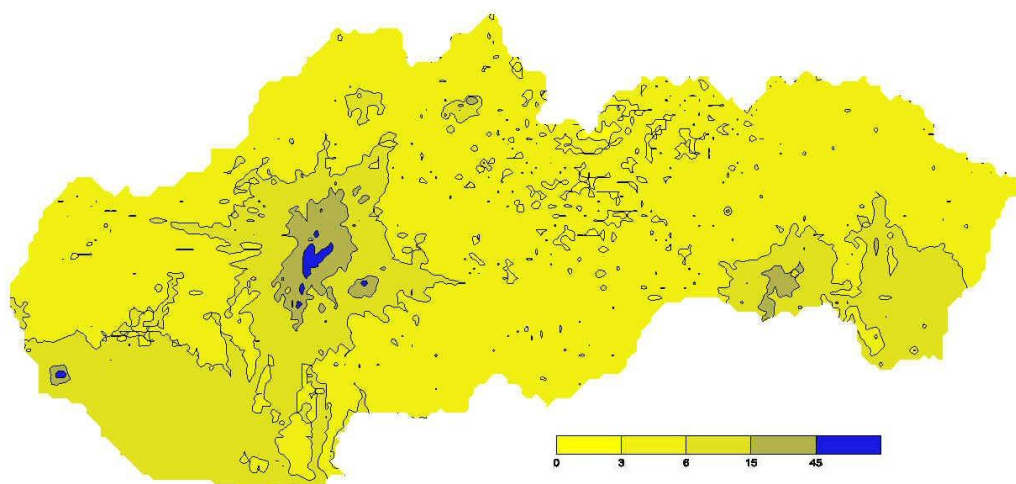
Emisie z 207 komínov, vstupujúcich do modelového výpočtu, reprezentujú až 99,1 % z celkových emisií (65 142 t) z veľkých a stredných zdrojov (42 606 – v roku 2014). Z tohto množstva štyri dominantné zdroje predstavujú okolo 88,1 % – ENO 71,8 %, U.S. Steel Košice 11,4 %, Slovnaft Bratislava 2,4 % a Slovalco, a.s., Žiar nad Hronom 2,5 %. Množstvo emisií z malých zdrojov (2 326 t) v roku 2015 narástlo v porovnaní s rokom 2014 o 7,3 %. V modelových výpočtoch boli malé zdroje, ako aj stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované 28 plošnými zdrojmi.

Imisie – Modelový výpočet (CEMOD) potvrdil zvýšenie koncentrácií oxidu siričitého v ovzduší v roku 2015 v porovnaní s rokom 2014 na území okresu Prievidza ako dôsledok zvýšenia emisných tokov zo zdroja znečisťovania ovzdušia ENO. Prekročenie 1 hodinovej, resp. 24 hodinovej limitnej hodnoty v roku 2015 nebolo zaznamenané na žiadnej stanici NMSKO. V roku 2014 bolo zaznamenané prekročenie limitnej hodnoty pre 1 hodinovú koncentráciu na stanici Bystričany len raz. Prekročenie limitnej hodnoty pre 24 hodinovú koncentráciu nebolo v roku 2015 namerané.

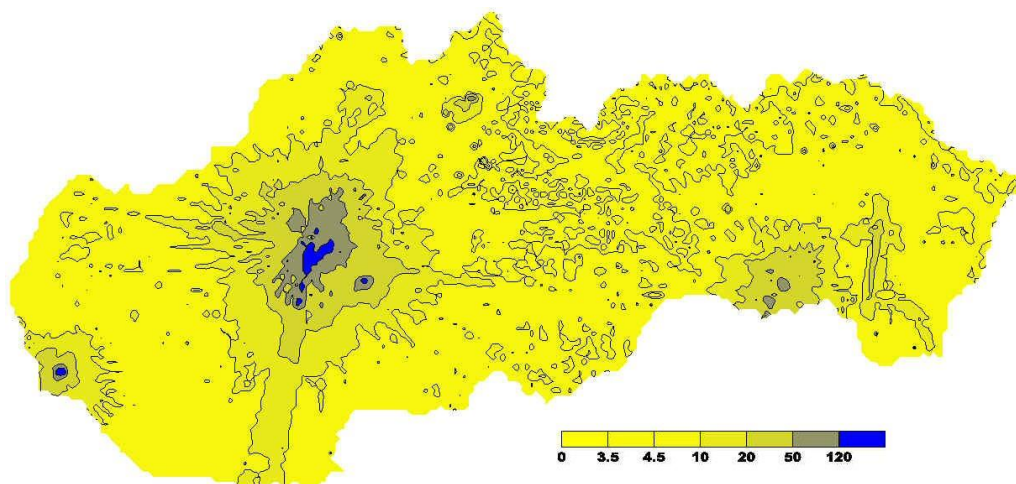
Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia SO_2 [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2015.



Obr. 5.2 99,2 percentil priemernej dennej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2015.



Obr. 5.3 99,7 percentil priemernej hodinovej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2015.



Rok 2015 bol z pohľadu rozptylových podmienok plynných znečisťujúcich látok v ovzduší mierne priaznivejší, ako rok 2014. Rok 2015 bol teplotne nadnormálny, čo podporilo zvýšenia intenzity termickej turbulencie. Pri porovnaní nameraných hodnôt a výsledkov modelovania priemerných hodinových koncentrácií oxidu siričitého vidíme pravdepodobne vplyv rôzneho charakteru výškového a prízemného vetra v okolí zdroja znečisťovania ovzdušia ENO. Vzhľadom na efektívnu výšku 300 m komína ENO, dymová vlečka je ovplyvnená skôr výškovým ako prízemným vetrom, ktorý vstupuje ako parameter do modelových výpočtov.

Z obrázkov 5.1 až 5.3 je zjavné, že najväčšia rozloha oblastí s vyššími koncentraciami oxidu siričitého je v okolí najvýdatnejších zdrojov znečisťovania oxidom siričitým. Podľa výsledkov matematického modelovania, v ostatných osídlených lokalitách dosahuje 25. najvyššia hodnota, čiže 99,7 percentil priemerných hodinových koncentrácií zväčša 10 – 30 % limitnej hodnoty, iba na troch staniciach v okrese Prievidza okolo 80 %.

V prípade priemerných denných koncentrácií sú tieto hodnoty nižšie. Priemerné ročné koncentrácie oxidu siričitého sa môžu na niektorých miestach priblížiť hodnote $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je limitná hodnota pre ochranu ekosystémov. Lokalizácia dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia touto znečisťujúcou látkou (ENO, U.S. Steel a Slovnaft) a niektorých zdrojov znečisťovania ovzdušia s obmedzeným dosahom je zjavná.

Tab. 5.1 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid siričitý (SO_2) v sieti NMSKO SR za rok 2015 a ich percentuálny rozdiel [%].

AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	(SO _x) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]			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	6,7*	4,4	-34	13*	13	-3	24*	30	28
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	7,2	5,9	-18	14	12	-12	20	25	24
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	8,5*	6,5	-24	17*	18	5	22*	31	44
Košický kraj	Krompachy, SNP	13,3	7,8	-41	17	21	27	24	40	70
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	14,0	8,9	-36	21	19	-11	30	40	32
Prešovský kraj	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	6,0	6,4	7	16	17	9	32	28	-12
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	8,7	10,9	25	36	34	-6	157	81	-48
	Bystričany, Rozvodňa SSE	14,5	17,9	23	41	57	39	171	140	-18
	Handlová, Morovianska cesta	11,3*	11,5	2	40*	32	-19	111*	83	-25
	Trenčín, Hasičská	7,8	6,4	-18	16	12	-26	24	25	5
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	4,2*	4,5	7	12*	8	-30	20*	16	-20
Žilinský kraj	Ružomberok, Riadok	4,6**	4,3	-7	13**	10	-24	23**	19	-18

* výťažnosť platných údajov nad 75 %, ** výťažnosť platných údajov nad 85 %

Tabuľka 5.1 obsahuje vypočítané a namerané indikátory pre hodnotenie kvality ovzdušia. Z tabuľky vyplýva aj skutočnosť, že prezentovať úspešnosť modelových výpočtov v porovnaní s nameranými hodnotami je tým náročnejšie, 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 medzi nameranými a namodelovanými koncentraciami v prípade denných a hodinových percentilov je relatívne malá. Podľa očakávania, v posledných rokoch boli z hľadiska znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým najproblematickejšie lokality Krompachy a lokalita v blízkosti elektrárne ENO – Prievidza. Porovnanie priemerných ročných koncentrácií z meraní a modelových výpočtov, ktoré sú uvedené v tabuľke 5.1, čiastočne poukazujú na problematiku malých neevidovaných zdrojov znečisťovania ovzdušia (domáce vykurovacie systémy) v danej lokalite. V oblasti lokalít Prievidza, Bystričany, na rozdiel od ostatných lokalít Slovenska, miestne vykurovacie systémy nemajú dominantný podiel na priemernej ročnej koncentrácii. Prejavuje sa vplyv Elektrárne Nováky. Z uvedeného dôvodu sú výstupy matematického modelovania od evidovaných zdrojov dokonca vyššie ako namerané hodnoty. V ostatných lokalitách väčšinou chýbajúce vstupné informácie pre výpočet majú za následok menšie hodnoty modelových odhadov priemerných

ročných koncentrácií v porovnaní s nameranými. V lokalite priameho dosahu zdroja znečisťovania ovzdušia ENO absolútne rozdiely v hodinových percentiloch poukazujú na zrážanie dymovej vlečky z komínov zdroja do údolia. Modelovo simulovať tento mechanizmus šírenia dymovej vlečky bez relevantných meteorologických informácií z vyšších vertikálnych hladín, resp. z údolno-dolinných cirkulácií je veľmi náročné, resp. nemožné.

Priemerná ročná požadovaná koncentrácia nameraná v roku 2015 mala na vidieckych požadových staniciach NMSKO s monitorovacím programom EMEP hodnotu menej ako $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje menej ako 8 % limitnej hodnoty. V roku 2015 úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v porovnaní s rokom 2014 významnejšie narástla v dôsledku výraznému nárastu emisie zo zdroja znečisťovania ovzdušia ENO. Kvôli nižšiemu počtu platných meraní v roku 2015, spôsobenému prestavbou monitorovacej siete NMSKO, tento nárast nebudeme kvantitatívne hodnotiť.

■ **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“) – parameter používaný aj v chemicko-transportných modeloch. Emisné vstupné údaje pre veľké a stredné stacionárne zdroje sú z databázy NEIS. V procese prípravy vstupných údajov pre matematické modelovanie bol určený ročný chod emisných tokov zo stacionárnych zdrojov rôznych typov (celoročná, sezónna prevádzka, energetika atď.). Emisie z mobilných zdrojov boli priestorovo modelované pre 2 679 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 634 km, obdobne ako pre oxid uhoľnatý a benzén na základe vstupných údajov z sčítania dopravy SSC v roku 2015. Pre modelový výpočet kontrolných bodov (Tab. 5.2), sme pre rozšírenú dopravnú sieť o lokálne komunikácie (3 258 úsekov) okrem vstupov zo sčítania dopravy v roku 2015 použili aj rastové koeficienty podľa prognóz výhľadových intenzít zo Slovenskej správy ciest. Pre modelovanie v kontrolných bodoch sme použili aj plošné zdroje, charakterizujúce blízke parkoviská a čerpacie stanice pohonných hmôt kvôli kalibrácii modelu na základe nameraných hodnôt. V modelových výpočtoch boli fugitívne emisie a známe lokálne zdroje znečisťovania ovzdušia reprezentované 26 plošnými zdrojmi. Ako doplnkové údaje pri priestorovom hodnotení územia slúžia výsledky meraní oxidu dusičitého z požadových staníc NMSKO s programom EMEP.

Emisie – Emisie z mobilných zdrojov (v členení 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 898 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 673 v roku 2015. Tento zredukovaný počet reprezentuje až 95,3 % (27 717 t) z celkového množstva 29 092 t. Z tohto celkového množstva tri významnejšie zdroje predstavujú asi 37,6 % podiel (ENO 13,1 %, U.S. Steel 22,9 % a Mondi SCP, a.s. 3,6 %). Emisie oxidov dusíka nie sú do takej miery záležitosťou 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 ostatných zdrojov predstavujú lokálne vykurovacie systémy - teplárne. Z celkového počtu 9 673 komínov len v prípade 916 je celoročná emisia je nad 1 t. Malé zdroje znečisťovania (hlavne domáce vykurovacie systémy) emitovali až 28,3 % množstva stredných a veľkých zdrojov. Z uvedeného množstva je až 2/3 podiel spaľovania palivového dreva. V modelových výpočtoch kalibráciu modelu v referenčných bodoch (stanice NMSKO) boli malé, stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované plošnými zdrojmi (38) ako aj vplyv automobilovej dopravy pre lokality s nekompletnou informáciou o intenzite dopravy a blízke parkoviská. Výsledky výpočtov v týchto bodoch slúžia predovšetkým na zistenie príčin nepriamych vplyvov (parkoviská, fugitívne emisie, krátkodobé hospodárske aktivity ...). Analýza týchto výsledkov je cennou informáciou na návrh opravných opatrení v procese riadenia kvality ovzdušia.

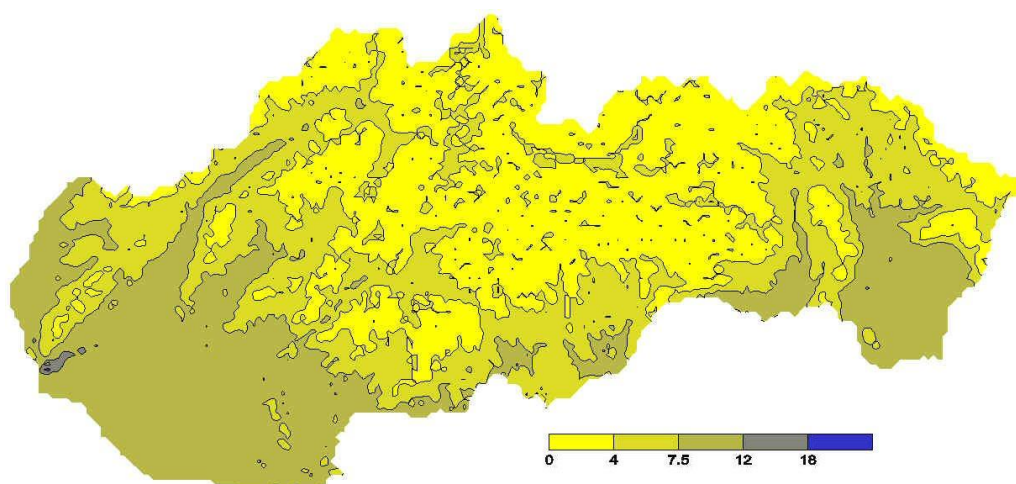
Imisie – Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie v rámci siete NMSKO pre oxid dusičitý bola v roku 2015 prekročená na staniciach Bratislava – Trnavské Mýto, Trnava a Prešov. V roku 2015 nebolo namerané prekročenie limitnej hodnoty pre priemernú hodinovú koncentráciu (18 povolených prekročení limitnej hodnoty). V roku 2014 bola priemerná ročná koncentrácia prekročená len na stanici Prešov. V roku 2014 boli na monitorovacích staniciach Bratislava-Trnavské Mýto a Trnava priemerné ročné koncentrácie boli pod limitnou hodnotou (okolo $37 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Ročné sumy slnečného žiarenia v roku 2015 vykazovali celkovo o 2–5 % vyššie hodnoty globálneho žiarenia ako v roku 2014. V roku 2015 bol na území Slovenska najvyšší rozdiel hodnoty globálneho slnečného žiarenia oproti roku 2014 v mesiaci február (v nížinách v južnej časti Slovenska boli v roku 2015 hodnoty globálneho žiarenia o 27–29 % vyššie než v roku 2014). Fotochemická aktivita v ovzduší je funkciou globálneho žiarenia. Predpokladáme, že na staniciach Bratislava-Trnavské Mýto a Trnava bol jednou z príčin prekročenia ročnej limitnej hodnoty práve fotochemicky aktívnejší rok, čo mohlo podporiť rýchlosť chemickej transformácie NO na NO₂. Prekročenie limitnej hodnoty pre priemernú hodinovú koncentráciu bolo namerané len na stanici Trnava (14 prekročení, pričom povolených je 18). To zodpovedá umiestneniu meracej stanice (v blízkosti veľmi frekventovanej križovatky, rozsiahleho parkoviska) a už spomínanej zvýšenej fotochemickej aktivity v roku 2015. Na týchto staniciach boli namerané aj zvýšené hodnoty 1 hodinového percentilu. V Prešove zvýšené hodnoty priemernej ročnej koncentrácie už pozorujeme niekoľko rokov. Na tejto stanici bol nameraný výrazný nárast koncentrácií v poslednom štvrtroku. Od tejto meracej stanice južne sa nachádza mestská centrálna kotolňa. Je vysoká pravdepodobnosť, že pri vzniku inverzných situácií advekčného typu pri južnom prúdení vzduchu typickom pre toto obdobie v týchto lokalitách sa zvýši jej vplyv na kvalitu ovzdušia v oblastiach severne od tohto zdroja znečisťovania. Posúdiť stav znečistenia ovzdušia oxidom dusičitým celoplošne v roku 2015 s porovnaním s rokom 2014 je problematická (Tab. 5.2), pre zníženú výťažnosť platných nameraných údajov v roku 2014 ako aj 2015, ale aj výsledky týchto meraní so štatisticky menšou významnosťou poskytujú dostatočnú informáciu o vývoji znečistenia ovzdušia. Modelové výpočty pre priemernú ročnú koncentráciu boli okrem oxidu dusičitého (NO₂) vykonané aj pre oxidy dusíka (NO_x), ktoré sú ako znečisťujúca látka hlavným ukazovateľom pre ochranu vegetácie. Obdobne ako pre priemernú ročnú koncentráciu SO₂, má toto porovnanie len informatívnu hodnotu, nakoľko limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu platí len pre 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 automatické stanice NMSKO nie sú určené pre účely ochrany vegetácie.

Tab. 5.2 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid dusičitý (NO₂) v NMSKO SR za rok 2015 a ich percentuálny rozdiel [%].

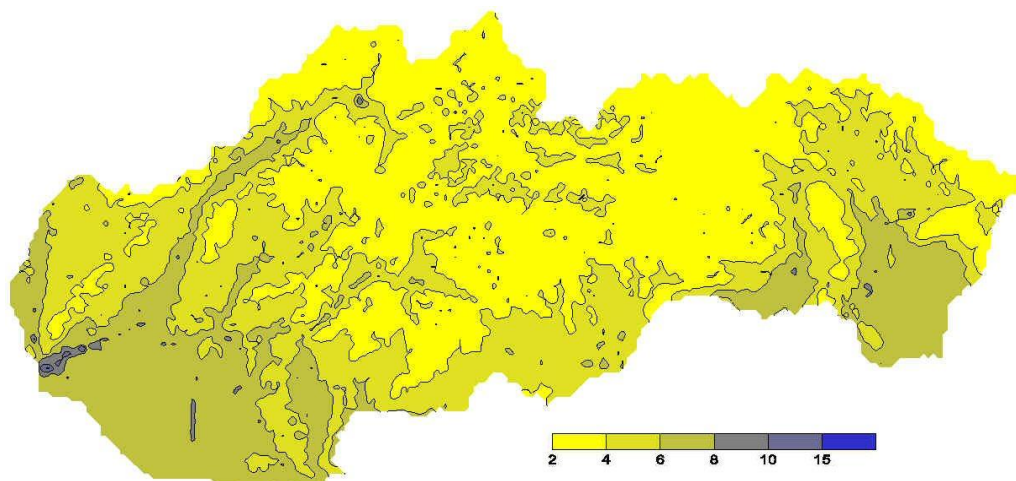
AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	(NO ₂) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]			99,8-percentil z 1 hodinových údajov oxidu dusičitého		
		AMS	CEMOD	%	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	49**	36,3	-26	149**	185	24
	Bratislava, Jeséniova	17,2*	12,8	-26	68*	53	-22
	Bratislava, Mamateyova	26,4*	25,7	-3	120*	128	7
KOŠICE	Košice, Štefánikova	18	25,8	43	78	127	63
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	36,5	30,7	-16	100	187	87
	Banská Bystrica, Zelená	8,9	9,1	2	44	54	23
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	19	16,4	-14	75	65	-13
Košický kraj	Krompachy, SNP	11,6	10,4	-10	50	48	-4
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce	11,3	10,4	-8	56	33	-41
	Nitra, Štúrova	32,3	35,6	10	104	127	22
Prešovský kraj	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	42,2	30,4	-28	112	130	16
Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	24*	17,4	-28	77*	85	10
Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	41,4	24,3	-41	203	127	-37
Žilinský kraj	Martin, Jesenského	24,9**	21,6	-13	91**	82	-10
	Žilina, Obežná	17,8	16,3	-8	63	108	71

* výťažnosť platných údajov nad 75 %, ** výťažnosť platných údajov nad 85 %

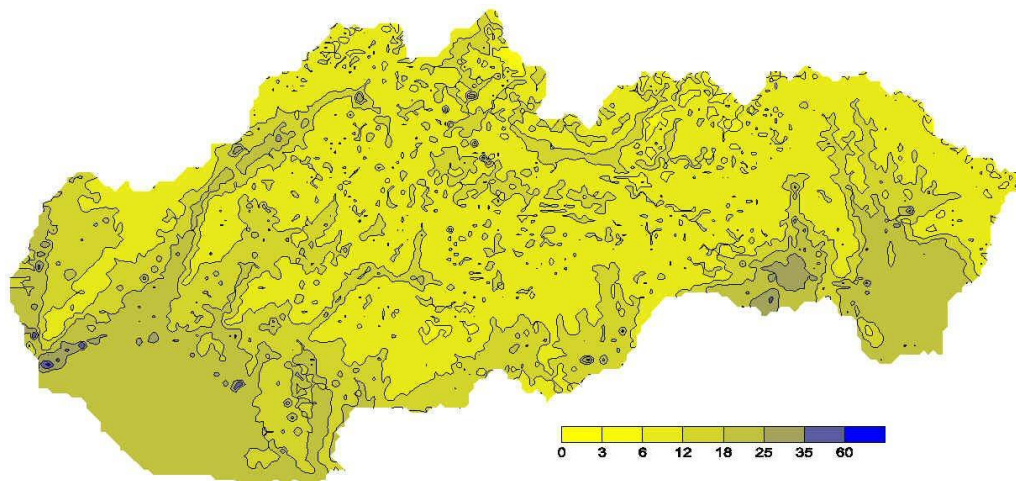
Obr. 5.4 Priemerná ročná koncentrácia NO_x [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2015.



Obr. 5.5 Priemerná ročná koncentrácia NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$), rok 2015.



Obr. 5.6 99,8 percentil hodinovej koncentrácie NO_2 [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2015.



Na obrázkoch 5.4 až 5.6 je vidieť celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií oxidu dusičitého, ako aj oxidov dusíka. V prípade oxidu dusičitého je vplyv mobilných zdrojov (cestná sieť) celoplošne vidieť len nevýrazne, čo je spôsobené postupnou transformáciou emitovaného oxidu dusnatého na oxid dusičitý, ktorá je funkciou času, resp. v dôsledku rozptylu a prúdenia vzduchu aj funkciou vzdialenosti. Celkové priestorové rozloženie koncentrácií je výsledkom kombinácie vplyvov automobilovej dopravy, stacionárnych zdrojov a pozadovej koncentrácie. V prípade CO podiel cestnej dopravy je výraznejší, nakoľko okrem niekoľkých dominantných stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia sú ostatné málo významné (čo v prípade stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia NO₂ neplatí). 2 km krok siete uzlových bodov použitých pre mapové spracovanie modelových výpočtov neumožňuje detailnejšie znázornenie. Obdobne to platí aj pre priemerné hodinové koncentrácie oxidu dusičitého.

Priemerná ročná pozadová koncentrácia nameraná v roku 2015 mala hodnotu na staniciach NMSKO s programom EMEP do 3,8 µg.m⁻³, čo predstavuje podiel 12,7 % z limitnej hodnoty pre ochranu vegetácie.

■ **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 NO₂. 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 bol v rámci reorganizácie a inovácie meracej siete NMSKO merací program na AMS v Košiciach, Ružomberku a Žiline rozšírený o sledovanie úrovne znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým. Pre krátky rad meraní na týchto staniciach výsledky merania neboli zahrnuté do hodnotenia.

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. My sme zvolili v prípade nákladných automobilov mierne pesimistickejšiu kombináciu 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 ako v prípade oxidu dusičitého. Nehovoriac o studenom štarte, resp. jazde so studeným motorom v mestách (jazda na krátke vzdialenosti). Emisie z mobilných zdrojov (v členení na osobné a nákladné automobily) boli priestorovo modelované pre 2679 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 634 km, obdobne ako pre oxid uhoľnatý na základe vstupných údajov zo sčítania dopravy Slovenskou správou ciest v roku 2015. Pre modelový výpočet kontrolných bodov (Tab. 5.4), sme pre dopravnú sieť rozšírenú o lokálne komunikácie (3258 úsekov) použili okrem vstupov zo sčítania dopravy 2015 aj rastové koeficienty podľa prognózovania výhľadových intenzít z 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 blízkych parkovisk. V modelových výpočtoch boli fugitívne emisie a známe lokálne vplyvy reprezentované 29 plošnými zdrojmi.

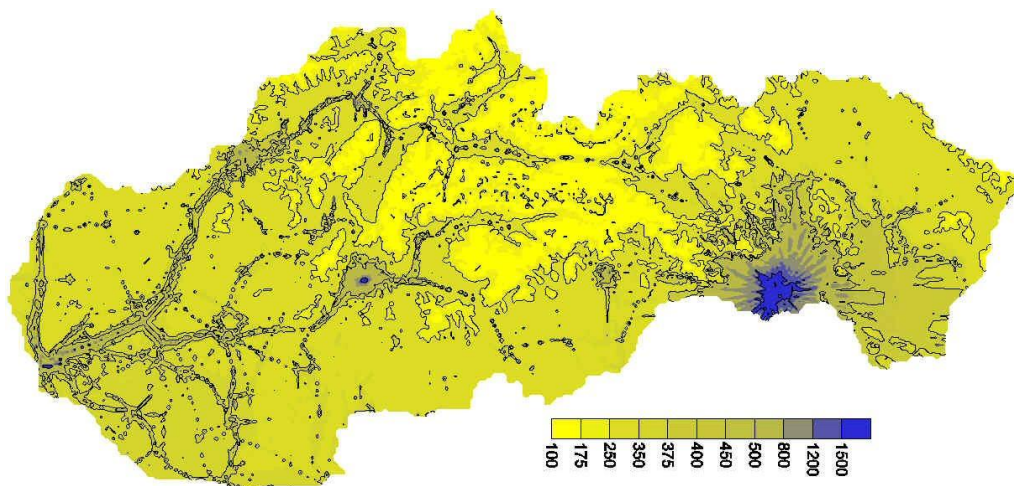
Celkové emisie oxidu uhoľnatého z veľkých a stredných stacionárnych zdrojov v roku 2015 použité pre modelový výpočet boli 150 418 t. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom uhoľnatým, ktoré spadajú do skupiny veľké a stredné zdroje, bolo do modelových výpočtov zaradených 193 komínov (výduchov) z celkového počtu až 96043. Tento zredukovaný počet reprezentuje takmer 98,3 % z celkového emitovaného množstva v roku 2015. Z emisií, použitých pre modelový výpočet dva dominantné zdroje predstavujú takmer 85 % podiel – U.S. Steel s.r.o. Košice, 75 % a Slovalco a.s., Žiar nad Hronom 9,5 %. Ďalšími významnejšími prispievateľmi je metalurgia a výroba cementu a vápna.

Tab. 5.3 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid uhoľnatý (CO) v sieti NMSKO SR za rok 2015 a ich percentuálny rozdiel [%].

		(CO) – 8-hodinový kľzavý priemer [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]					(CO) – 8-hodinový kľzavý priemer [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		
AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%	AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	2155**	1911	-11	Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	2023	1832	-9
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	1877	1896	1	Prešovský kraj	Prešov, Arm.gen.L. Svobodu	1770	1848	4
Bratislavský kraj	Malacký, Sasinkova	2123*	2050	-3	Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	1750*	1848	6
Košícký kraj	Veľká Ida, Letná	3564	3259	-9	Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	2449	2729	11
	Krompachy, SNP	2239	1629	-27	Žilinský kraj	Martin, Jesenského	1961	1983	1

* výťažnosť platných údajov nad 75 %, ** výťažnosť platných údajov nad 85 %

Obr. 5.7 Maximálne denné 8-hodinové kľzavé priemerné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] oxidu uhoľnatého (CO), rok 2015.



Imisie – Pre oxid uhoľnatý v roku 2015 nebola prekročená ani limitná hodnota ($10\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ani dolná medza na hodnotenie ($5\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Už roky sa javí táto znečisťujúca látka ako neproblematická. V ostatných rokoch je pozorovaný trend celoplošného medziročného poklesu nameraných hodnôt na území Slovenska. Posúdiť stav znečistenia ovzdušia touto znečisťujúcou látkou v roku 2015 s porovnaním s rokom 2014 je problematické pre nižší počet platných nameraných údajov v roku 2014 aj 2015. Najvyššia nameraná hodnota s požadovanou výťažnosťou platných údajov je na stanici Bratislava a má hodnotu $2\,155\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je menej ako 22 % limitnej hodnoty. Na obrázku 5.7 je uvedené celoplošné rozloženie maximálnych 8-hodinových kľzavých priemerov. Na väčšine území zjavne vidieť cestnú sieť ako líniový zdroj vzhľadom na dominantnosť mobilných zdrojov. Vzhľadom na premenlivosť intenzity dopravy a už spomínaný 1 km krok pre výpočet je veľmi náročné priestorové rozloženie koncentrácií v tomto rozlíšení výstižnejšie zobrazit'. Zvýšený vplyv automobilovej dopravy na úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým vidieť vo väčšine lokalít meracích staníc, ktoré boli zriadené ako dopravné. V týchto lokalitách sa aj výraznejšie prejavuje lokálny charakter automobilovej dopravy vrátane lokálnych problémov s plynulosťou dopravy a s parkovaním. V oblasti lokality zdroja U.S. Steel, Košice vidieť prevládajúci vplyv tohto zdroja nad mobilnými zdrojmi, pričom vidieť vplyv tohto zdroja na väčšie vzdialenosti. Na stanici Veľká Ida, Letná úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým odpovedá mohutnosti zdroja U.S. Steel. Priemerná ročná požadovaná koncentrácia odhadovaná pre rok 2015 mala hodnotu asi $150\text{ až }350\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

■ **Benzén**

Pre benzén v roku 2015 bola prekročená dolná medza na hodnotenie ($2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) na dvoch staniaciach merania kvality ovzdušia (Nitra, Trnava). Horná medza na hodnotenie ($3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v roku 2015 nebola prekročená. V roku 2015 v činnosti bolo 11 analyzátorov BTX, čo v porovnaní s rokom 2005 (4 analyzátory) znamená výrazný nárast. Stanica Ružomberok, Riadok nebola použitá na hodnotenie kvôli malej výťažnosti platných meraní. Vzhľadom na vysokú potenciálnu nebezpečnosť tejto látky pre ľudské zdravie je potrebné venovať problematike benzénu zvýšenú pozornosť. Obsah benzénu v pohonnej látke poznáme len približne a určiť emisný faktor pre reprezentatívny automobil je problematické, resp. dá sa určiť len s vysokou 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 meraných 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 – V roku 2015 evidované veľké a stredné stacionárne zdroje emitovali benzén do ovzdušia v celkovom množstve 72,4 t (predstavuje nárast o 14 % v porovnaní s rokom 2014). Z tohto množstva takmer 99 % emitovali len dva zdroje a to Slovnaft a.s., Bratislava (79 %) a U.S. Steel Košice s.r.o., Košice (20 %). Toto množstvo sa zdá málo významné, ak uvedieme, že benzín obsahuje objemovo asi 1 % benzénu. Množstvo vzniknutých emisií benzénu z predaného množstva benzínu na území Slovenska v roku 2015 je asi stokrát vyššie, než množstvo emisií z evidovaných stacionárnych zdrojov. Produkty zo spaľovania benzínu sú emitované priamo v dýchacej zóne človeka a v čase maximálnej aktivity. 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 pohonných hmôt. 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), sme pre cestnú sieť rozšírenú o lokálne komunikácie (3 258 úsekov) použili okrem vstupov zo sčítania dopravy v roku 2015 aj rastové koeficienty podľa prognózovania výhľadových intenzít zo 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 26 plošnými zdrojmi.

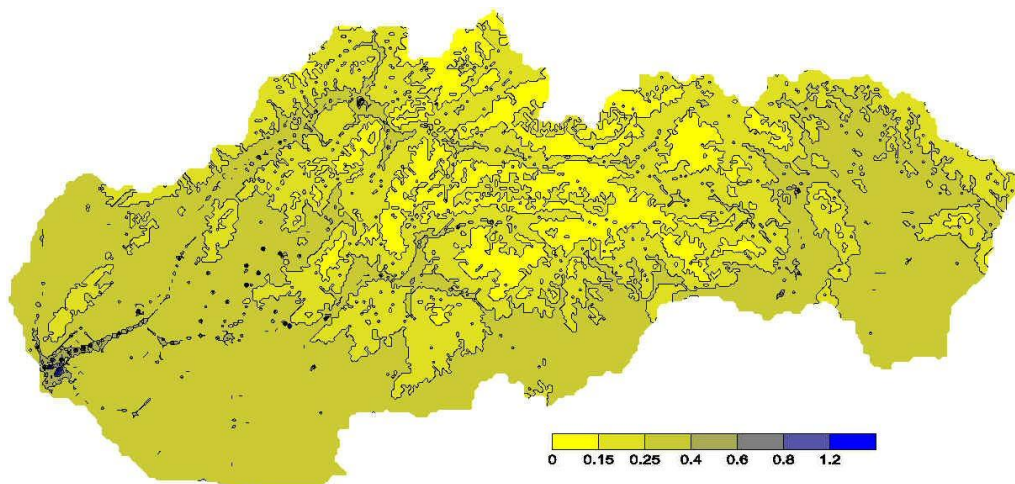
Imisie – Na obrázku 5.8 sú znázornené výsledky výpočtov pre benzén. Vzhľadom na skutočnosť, že ide o priemerné ročné údaje a celoplošné modelové výpočty robené s krokom 1 km, na obrázku vidíme len fragmenty cestnej siete. V blízkosti ciest príspevok cestnej dopravy v prípade benzénu mimo mesta predstavuje 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). Požadovaná koncentrácia na základe doterajších meraní na stanici EMEP predstavuje menej ako 10 % limitnej hodnoty. Na požadovaných staniaciach bol za ostatné roky zaznamenaný pokles o 20 až 30 %. Zdá sa, že podobný pokles je celoeurópskym trendom.

Tab. 5.4 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre benzén v sieti NMSKO SR za rok 2015 a ich percentuálny rozdiel [%].

		Benzén – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g.m}^{-3}$]					Benzén – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g.m}^{-3}$]		
AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%	AGLOMERÁCIA zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	1.6	1.5	-4	Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	2.1*	1.5	-29
KOŠICE	Košice, Štefánikova	2	1.9	-5	Prešovský kraj	Prešov, Arm. Gen. L. Svobodu	1.6	1.3	-19
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	1.3*	1.2	-8	Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	0.7	0.5	-29
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	1.2	1.1	-8	Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	2.1	1.9	-10
Košický kraj	Krompachy, SNP	1.8	1.5	-17	Žilinský kraj	Martin, Jesenského	0.7**	0.5	-29

* výťažnosť platných údajov nad 75 %, ** výťažnosť platných údajov nad 85 %

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia benzénu [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2015.



Podľa modelových výsledkov v roku 2015 nebola na území Slovenska prekročená limitná hodnota pre benzén, čo je v súlade s meraniami. Najvyššia hodnota bola nameraná na stanici v Krompachoch, kde bola v roku 2014 nameraná priemerná ročná koncentrácia $3,2 \mu\text{g.m}^{-3}$ a v roku 2015 už len $1,8 \mu\text{g.m}^{-3}$. Obdobne, na staniciach Trnava a Martin tiež pozorujeme pokles z hodnoty $2,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ na $2,1 \mu\text{g.m}^{-3}$, resp. zo $1,6 \mu\text{g.m}^{-3}$ na $0,7 \mu\text{g.m}^{-3}$. Na monitorovacích staniciach v Nitre a v Prešove boli namerané o $0,4 \mu\text{g.m}^{-3}$ väčšie hodnoty ako v roku 2014. V rámci siete NMSKO na staniciach v Nitre a v Trnave boli namerané najvyššie hodnoty a to $2,1 \mu\text{g.m}^{-3}$. Na stanici v Krompachoch má zjavný podiel na zvýšení priemernej ročnej koncentrácie predovšetkým vyšší vekový priemer domácich vozidiel, ako aj parkovanie vozidiel medzi obytnými domami neďaleko meracej stanice. Na stanici v Bratislave po náraste v roku 2014 bol zaznamenaný pokles priemernej ročnej koncentrácie o $0,3 \mu\text{g.m}^{-3}$. Hodnoty na staniciach Košice a Malacky nehodnotíme pre výrazne malú výťažnosť platných nameraných hodnôt. Zrejme tomu napomáhala aj zvýšená plynulosť dopravy, resp. obmedzenie na státie vozidiel v blízkosti meracích staníc. Na druhej strane, predpokladanou príčinu významnejšieho nárastu imisíí, ktorý bol zaznamenaný na monitorovacích staniciach môže byť aj zvýšený nárast počtu parkovaných vozidiel v blízkosti monitorovacích staníc. Úroveň znečistenia ovzdušia benzénom má celoplošne na území Slovenska za posledné roky miernu medziročnú klesajúcu tendenciu, ktorá, ako sa zdá pokračuje roku 2015, ak tak môžeme usudzovať napriek zníženej výťažnosti platných meraní.

■ *Prízemný ozón – O₃*

Na skutočné modelovanie ozónu existujú veľmi sofistikované a mohutné modely, ale využitie takýchto modelov pre celoplošné hodnotenie nášho územia je nereálne vzhľadom na náročnosť z pohľadu ľudských zdrojov, ako aj vstupných údajov. Preto sme na hodnotenie rozloženia indikátorov úrovne prízemného ozónu na území Slovenska využili interpolačný model IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO a stanovené parametre v zmysle metodiky pre IDW-A. Na obrázkoch 5.9 až 5.11 sú znázornené priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu za rok 2016, počet dní, v ktorých bola prekročená priemerná osemhodinová koncentrácia prízemného O₃ 120 µg.m⁻³ (cieľová hodnota pre ochranu ľudského zdravia) a hodnoty AOT40 korigované na chýbajúce merania (podľa vyhlášky MPŽPaRR SR 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia). Aj keď sa už vyskytli a vyskytujú na území Slovenska prekročenia informačného a výstražného hraničného prahu, Slovensko nemá lokálny potenciál ovplyvniť tieto zvýšené hodnoty koncentrácií prízemného ozónu.

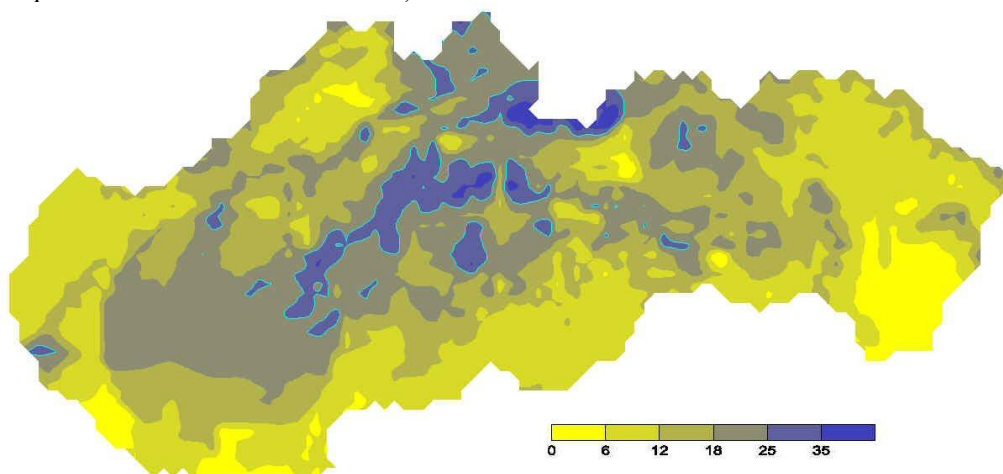
Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu narastajú s nadmorskou výškou. V roku 2016 obdobne ako v predchádzajúcich rokoch boli najvyššie koncentrácie namerané na najvyššie položených miestach a najnižšie na staniciach v centrách miest. Rok 2016 možno podľa priemerných hodnôt za vegetačné obdobie zaradiť medzi fotochemicky aktívnejšie roky. Priemerná ročná koncentrácia v roku 2016 je celoplošne až o 7 % nižšia ako hodnota v roku 2015, a je najnižšia od roku 2003. Z vyššie položených staniciach len na stanici Kojšovská hoľa bol pozorovaný významnejší nárast priemernej ročnej koncentrácie a na staniciach Gánovce a Stará Lesná bol zaznamenaný mierny pokles priemernej ročnej koncentrácie v porovnaní s rokom 2015. Nad 10 % poklesu priemernej ročnej koncentrácie sme zaznamenali na staniciach Nitra-Janíkovce, Prievidza, Bratislava-Mamateyova a Bratislava-Jeséniova,

Prekročenie cieľovej hodnoty pre ochranu ľudského zdravia podľa modelového odhadu je znázornené na obrázku 5.9. Na dvoch (v roku 2015 na štyroch staniciach) zo pätnástich bol limit (priemer za roky 2014–2016) prekročený vo viac ako v povolených 25 dňoch. Po poklese v počte prekročení za roky 2013–2015 s porovnaním s obdobím 2012–2014 pozorujeme znovu pokles počtu prekročení aj za roky 2014–2016. Pokles prekročení za hodnotené obdobie bol pozorovaný na väčšine monitorovacích staníc (až 11). Zaujímavé sú poklesy prekročení limitnej hodnoty na vyššie položených staniciach, resp. stagnácia na staniciach EMEP v porovnaní s rokmi 2013–2015. Na staniciach bratislavskej aglomerácie (Jeséniova, Mamateyova), kde bol v roku 2015 pozorovaný mierny nárast prekročení, sme už v období rokov 2014–2016 zaznamenali pokles, a vďaka tomuto poklesu na stanici Bratislava-Mamateyova už nebola prekročená limitná hodnota.

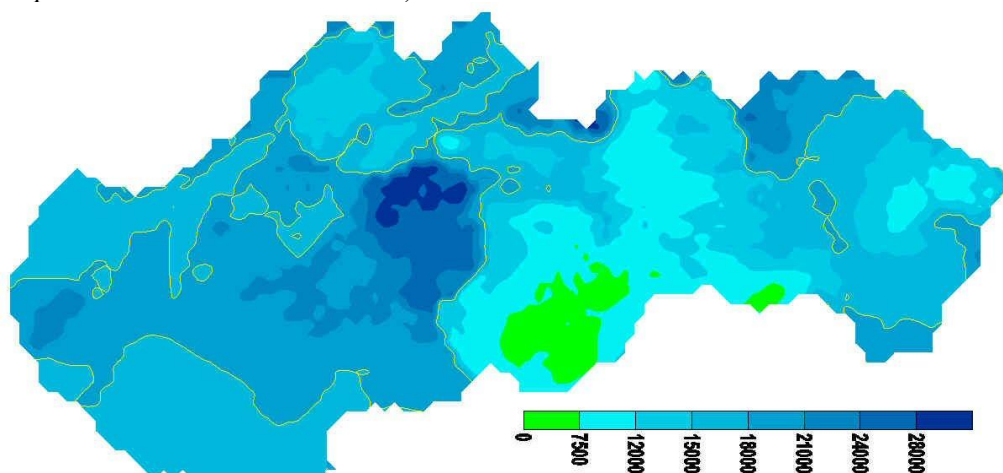
Dôležité informácie nám poskytujú aj údaje o prekročení (priemerné hodinové koncentrácie) informačného (180 µg. m⁻³) a výstražného (240 µg. m⁻³) prahu prízemného ozónu pre upozornenie a varovanie obyvateľstva. V predchádzajúcom hodnotenom období (2013 – 2015) boli prahové hodnoty prekročené. V roku 2015 bola prekročená prahová hodnota pre výstrahu jeden raz (Bratislava, Jeséniova) a pre upozornenie až dvanásť krát (Bratislava-Jeséniova, resp. raz na stanici Bratislava-Mamateyova). V roku 2016 bola už len dva krát prekročená prahová hodnota pre upozornenie. Monitorovacia stanica Bratislava-Jeséniova sa nachádza na náveternej strane od miesta vzniku prekursorov ozónu. Miera dopadu na zvýšenie koncentrácie ozónu zrejme závisí aj od fotochemickej aktivity v tom ktorom roku.

Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj–júl) (priemer za roky 2012–2016) prekročili cieľovú hodnotu pre ochranu vegetácie z 15 pozorovacích staníc na štyroch staniciach (pokles o tri stanice v porovnaní v predchádzajúcom období). V hodnotenom období pozorujeme celkový pokles hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj – júl) v porovnaní s predošlým obdobím (až o 6,8 %). Pokles hodnoty AOT40 bol pozorovaný celoplošne až na siedmich staniciach za hodnotené obdobie v porovnaní s predchádzajúcim obdobím (roky 2011–2015). Najvýznamnejší pokles bol zaznamenaný na staniciach Bratislava-Mamateyova, Košice-Podhradová a Gánovce. Na rozdiel od porovnaní s predchádzajúceho obdobia, na žiadnej stanici nedošlo k prekročeniu limitnej hodnoty.

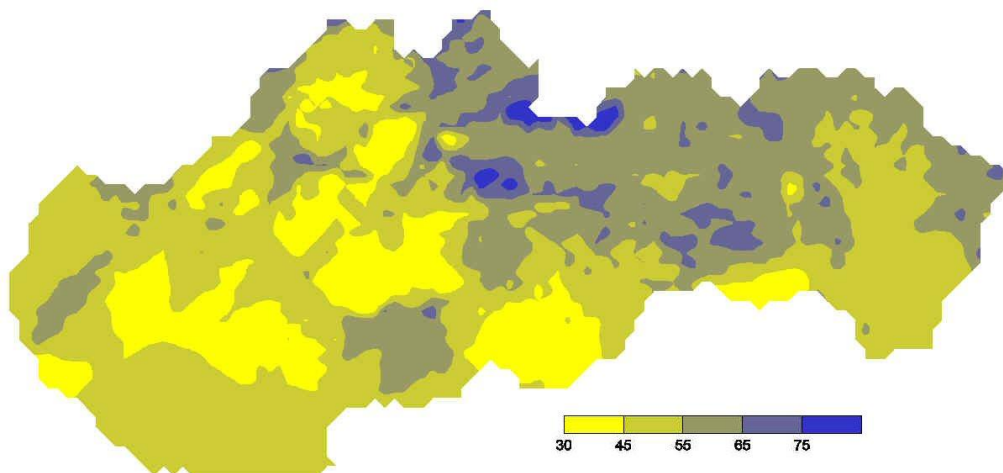
Obr. 5.9 Počet dní, v ktorých bola prekročená cieľová hodnota ozónu pre ochranu ľudského zdravia ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) počas rokov 2014–2016 (svetlejšia čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou).



Obr. 5.10 Priemerné hodnoty AOT40 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$] za obdobie piatich rokov (2012–2016) pre ochranu vegetácie korigované na chýbajúce obdobie. (žltá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Obr. 5.11 Priemerné ročné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] prízemného ozónu (O_3), rok 2016.

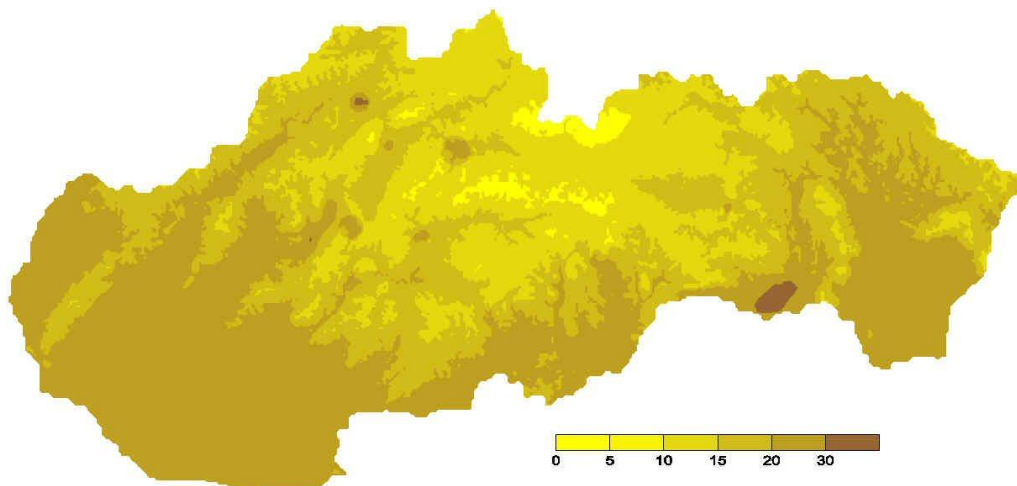


Hodnoty globálneho žiarenia na Slovensku (priame a rozptýlené žiarenie spolu) boli merané na staniciach Bratislava, Hurbanovo, Milhostov a Gánovce. Ročné sumy slnečného žiarenia v roku 2015 vykazovali celkovo o 2–5 % vyššie hodnoty globálneho žiarenia ako v roku 2014 a vo vyšších polohách (Gánovce) až o 9 % vyššie. Ročné sumy slnečného žiarenia v roku 2016 taktiež boli o 4–7 % vyššie oproti roku 2014. Najvyššie hodnoty globálneho slnečného žiarenia v roku 2015 boli zaznamenané v mesiaci júl, v Hurbanove v mesiaci jún, v roku 2016 v letných mesiacoch na juhu a severovýchode územia v mesiaci jún, v Bratislave v júli a v Milhostove dokonca už v mesiaci máj. V ročnom chode v roku 2016 boli percentuálne najvyššie hodnoty globálneho žiarenia septembri na Podunajskej nížine a v Bratislave, Kolibe (to až o 36–41 % vyššie oproti roku 2014) a na Východoslovenskej nížine v auguste (o 17 % vyššie) a na severovýchode v januári (o 29 %).

■ **Jemné suspendované častice – PM_{10} a $PM_{2.5}$**

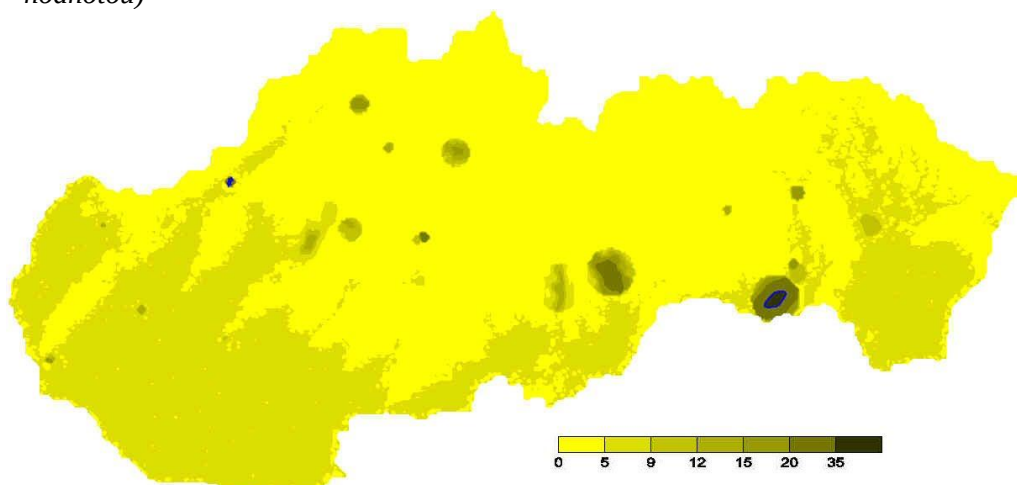
Pre priestorové hodnotenie lokalít s prekročením limitných hodnôt sme použili model (interpoláčnú schému) IDW-A. Táto metodika bola zvolená na hodnotenie zaťaženia územia časticami PM_{10} a $PM_{2.5}$ práve pre vysoký stupeň neurčitosti vstupných emisných údajov (suspenzia a resuspenzia minerálnych častíc, elementárny a organický uhlík, sekundárne častice, častice biologického pôvodu a fugitívne emisie) použili sme uvedenú interpoláčnú schému. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní PM_{10} a $PM_{2.5}$ z NMSKO získané kontinuálnym meraním. Meranie koncentrácie $PM_{2.5}$ sa začalo v roku 2005 na troch staniciach. V roku 2016 tento počet je už 30 okrem meracích staníc s programom EMEP a okrem staníc s odbermi pre gravimetrické stanovenie a porovnávacie merania. Ako doplnkové údaje pri priestorovom hodnotení územia slúžia výsledky meraní PM_{10} (priame alebo odvodené z TSP) zo staníc s programom EMEP získané manuálnym vzorkovaním. V roku 2015 v oblasti Bratislavy sa začalo s monitorovaním $PM_{2.5}$ kontinuálnym meraním až vo IV. štvrtroku v rámci prestavby a inovácie meracej siete NMSKO. V súvislosti s prestavbou došlo k obmedzeniu meracieho programu na väčšine meracích staníc koncom roka 2015. V roku 2016, v dôsledku zmien v monitorovacej sieti realizovaných v roku 2016, ešte na 22 staniciach s monitorovaním PM_{10} nebola splnená požiadavka na počet platných údajov. V oblasti Bratislavy na staniciach Kamenné námestie a Trnavské Mýto nebolo znečistenie ovzdušia $PM_{2.5}$ monitorované. Pre modelovacie účely sme použili ako doplnkové údaje pomer koncentrácií $PM_{2.5}/PM_{10}$ pre jednotlivé typy monitorovacích staníc. Tento postup je v súlade s nameranými výsledkami z týchto staníc, výsledkami porovnávacích modelových výstupov a informáciami zo zodpovedajúcich odborných publikácií. Pomery $PM_{2.5}/PM_{10}$ boli určené pre regionálne, mestské pozadové, priemyselné a dopravné stanice koeficientmi 0.85, 0.7, 0.6 a 0.5. Výsledky merania PM_{10} zo staníc AMS z tejto oblasti boli konvertované na $PM_{2.5}$ týmito koeficientmi a následne použité ako vstupné údaje pre model IDW-A.

Obr. 5.12 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2016.

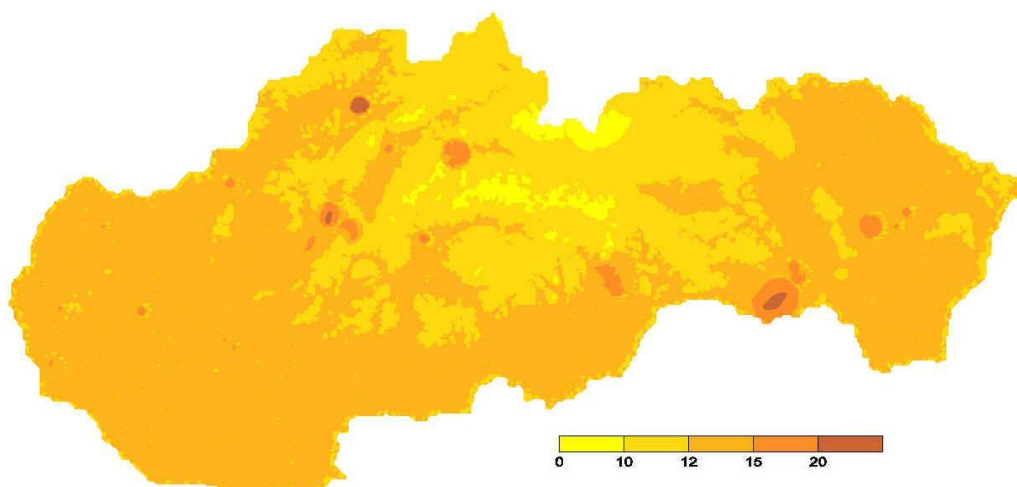


Emisie – V roku 2016 v porovnaní s rokom 2015 sme zaznamenali pokles emisií TZL z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia o 11,7 %. V prípade PM_{10} tento medziročný pokles je 14,2 %, resp. 15,1 v prípade $PM_{2,5}$. Medziročný pokles v množstve emisií TZL od roku 2009 zaznamenávame aj naďalej (v rokoch 2005 až 2009 bol zaznamenaný najvýraznejší pokles a to až o takmer 74 %). V roku 2016 z celkovej emisií veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia 50 % emitoval U.S. Steel Košice, s.r.o.. Nad hranicou 100 t/rok emitovali (okrem U.S. Steel, s.r.o.) Slovenské elektrárne a.s.(Zemianske Kostol'any) a to 2,8 % a Slovalco, a.s. 1,9 %. Celková emisia TZL v roku 2016 bola rozložená medzi 13655 komínmi a výdychmi. Celkové emisie tuhých znečisťujúcich látok (TZL) zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) boli v roku 2016 približne 5 400 t. Celkové emisie frakcie PM_{10} zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) predstavovali v roku 2016 približne 2 400 t a $PM_{2,5}$ približne 1700 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 môže dosahovať až 90 %. Je na zamyslenie tá skutočnosť, že podiel spaľovania drevnej hmoty predstavuje najväčšiu časť emisií tuhých častíc z malých zdrojov. Emisie z mobilných zdrojov (aj abrazívne) činia v roku 2016 z celkového evidovaného množstva emisii tuhých látok menej ako štvrtinu.

Obr. 5.13 Počet dní s prekročením limitnej hodnoty pre 24-hodinovú koncentráciu PM_{10} ($50 \mu g \cdot m^{-3}$) v roku 2016. (modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Obr. 5.14 Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ [$\mu g \cdot m^{-3}$], rok 2016.



Imisie (PM₁₀) – Najväčší problém na Slovensku, ale aj vo väčšine európskych krajín predstavuje v súčasnosti znečistenie PM₁₀. Úroveň znečistenia ovzdušia PM₁₀ v roku 2016 by bolo možné charakterizovať už ako menej závažnú v porovnaní s ostatnými rokmi. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie v roku 2016 nebola prekročená na žiadnej stanici NMSKO a prvý krát ani na stanici Veľká Ida, Letná v blízkosti najdominantnejšieho zdroja TZL – U.S. Steel, Košice, s.r.o.. Počet prekročení limitnej hodnoty pre 24 hodinové priemerné koncentrácie bol nad povolenou limitnou hodnotou len na stanici Veľká Ida, Letná a to v 38 prípadoch. Pri porovnaní priemerných denných koncentrácií nameraných na jednotlivých monitorovacích staniciach, vidieť výrazný rozdiel medzi stanicami dopravného (a priemyselného typu) a mestskými, (resp. predmestskými) pozadovými stanicami.. Na stanicach dopravného a priemyselného typu tento počet prekročení je 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 nie je až taký výrazný. 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 2016 poklesla v celoplošnom priemere na základe nameraných údajov o takmer 12 % v porovnaní s rokom 2015. Tento údaj je len informatívny nakoľko v roku v dôsledku rekonštrukcie siete NMSKO došlo k prerušeniu niektorých meracích programov, ako aj k zníženiu vyťaženia platných nameraných údajov. Uvedený výrazný medziročný pokles celoplošnej imisnej zaťaženia Slovenska nemôžeme pripísať len nižším emisným tokom z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia v roku 2016. Rok 2016 bol na väčšine územia Slovenska v porovnaní s klimatickým normálom 1961–1990 hodnotený ako veľmi až mimoriadne teplý, okrem toho patrí medzi desať najdaždivejších rokov aspoň od roku 1881. Táto skutočnosť mala určite vplyv na zníženie emisie z domácich vykurovacích systémov, resp. na zníženie resuspenzie tuhých znečisťujúcich látok do ovzdušia.

Imisie (PM_{2,5}) – Úroveň znečistenia ovzdušia časticami PM_{2,5} môžeme charakterizovať podobne ako v prípade PM₁₀ ako menej závažnú, než v posledných rokoch. Takmer na všetkých monitorovacích staniciach, na ktorých sa meria PM₁₀ sa meria zároveň aj PM_{2,5}. Je to významný nástroj na kontrolu merania aj výstupov matematického modelovania. Celoplošná zaťaženosť časticami PM_{2,5} v ovzduší na Slovensku v roku 2016 predstavuje 65,2 % (v roku 2015 až 74 %) vo vyjadrení podielu z ročnej limitnej hodnoty (v prípade PM₁₀ je to –59 %). V prípade znečisťujúcej látky PM_{2,5} je stanovená len limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu.

Rok 2015 je bol rokom, kedy cieľová limitná hodnota (25 µg.m⁻³) vstúpila do platnosti. V roku 2015 nebolo namerané prekročenie ročnej limitnej hodnoty na žiadnej stanici NMSKO na území Slovenska a tento trend pokračuje aj v roku 2016. Obdobne, ako v prípade PM₁₀ aj pre PM_{2,5} bol v roku 2016 zaznamenaný pokles v celoplošnom vývoji znečistenia ovzdušia PM_{2,5} v porovnaní s rokom 2015 a to o 12,5 %. Pri interpretácii nameraných hodnôt však treba mať na myli zníženu výťažnosť dát na niektorých monitorovacích staniciach.

Vzhľadom na menší aerodynamický priemer táto znečisťujúca látka s porovnaním s PM₁₀ potrebuje viac energie na resuspenziu. Z uvedeného dôvodu resuspenzia častíc (zimný posyp) a rôzne epizódy významné pre resuspenziu majú výrazný menší význam v prípade PM_{2,5} ako v prípade PM₁₀.

Podiel zdrojov – Pomocou modelových výpočtov sme zisťovali podiel jednotlivých typov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkovej koncentrácii PM₁₀. Bolo zistené, že podiel veľkých a stredných zdrojov na nameraných priemerných ročných koncentráciách v sieti NMSKO je menší ako 2 % s výnimkou okolia U.S. Steel, a.s., Košice (Veľká Ida okolo 25 %). V prípade mobilných zdrojov tento podiel v aglomeráciách Bratislava a Košice predstavujú podiel 10 až 25 %, v ostatných mestách 5 až 15 %. Do týchto výpočtov boli zahrnuté aj príspevky od mobilných zdrojov, ktoré okrem emitovaných jemných častíc zahŕňajú aj príspevky z opotrebovania

bŕzd, pneumatík a povrchu vozovky (asfalt) a resuspenziu. Ako príspevok regionálneho pozadia boli započítané namerané údaje z vidieckych pozadových 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 v mestách:

- Lokálne vykurovacie systémy na tuhé palivá.
- Cestná doprava
 - Resuspenzia tuhých častíc z povrchov ciest (znečistené automobily, posypový materiál, prach, špina na krajnici ciest, ...).
 - Abrázia (oter pneumatík, brzdových obložení a povrchov ciest...).
 - Výfukové emisie z automobilov.
- Minerálny prach zo stavebnej činnosti.
- Veterná erózia z nespevnených povrchov.
- Malé a stredné lokálne priemyselné zdroje bez náležitej odľučovanej techniky.

Na tieto zdroje by sa mali orientovať lokálne opatrenia na znižovanie koncentrácií PM_{10} v ovzduší (zmeny v organizácii dopravy, pešie zóny, rozširovanie zelene, spevňovanie povrchov, znižovanie spotreby tuhých palív v lokálnom vykurovaní, 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.

Možnosti lokálnych opatrení na redukcii úrovne PM_{10} sú s ohľadom na vysoké pozadie často veľmi obmedzené. Kým pre ostatné hodnotené znečisťujúce látky úroveň požadovej koncentrácie predstavuje menej ako 30 % limitnej hodnoty, pre PM_{10} je to až do 75 % a v prípade $PM_{2,5}$ je to ešte viac, čo znamená prekračovanie hornej medze na hodnotenie kvality ovzdušia už samotným pozadím. Mestské pozadie PM_{10} väčších miest na Slovensku (nad 50 000 obyvateľov) sa predpokladá medzi $20 - 30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Vo všetkých týchto mestách narastá pravdepodobnosť dosiahnutia priemernej ročnej koncentrácie $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a najmä prekračovanie priemerných denných koncentrácií $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v blízkosti ciest. Vplyv na koncentrácie častíc v atmosfére má aj väčšia rozostavanosť.

Zimný posyp

Určenie pôvodu, resp. podielu jednotlivých zdrojov znečisťovania ovzdušia k celkovej úrovni znečistenia ovzdušia časticami PM_{10} patrí k najproblematickejším úlohám. Jedným z najzávažnejších prispievateľov je automobilová doprava. Vplyv zimného posypu v mestách na kvalitu ovzdušia je v zimnom období významný. V tejto oblasti sú faktory, ktoré v krátkom časovom horizonte prakticky nemožno ovplyvniť. K týmto patria priame emisie zo spaľovania, opotrebovanie bŕzd 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 informácií o aplikovanom množstve posypového materiálu je základným poznatkom, že množstvá porovnané s dostupnými údajmi odpovedajú potrebe a aplikované množstvo na jednotku 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 na jednotku plochy závisí od rôznych faktorov. Vstupné údaje majú veľkú neurčitosť. Význam odpočítavania príspevku zimného posypu od priemernej ročnej koncentrácie, resp. od počtu prekročenia priemerných denných koncentrácií PM_{10} za rok spočíva v posúdení, či by došlo k prekročeniu limitnej hodnoty bez príspevku od zimného posypu. Na toto posúdenie vzhľadom na vysokú neistotu vstupov a na základe modelových výpočtov a analýz, ktoré boli urobené za rok 2009 postačí kvalitatívny odborný odhad. V roku 2016 bola vykonaná analýza snehových, teplotných

a rozptylových pomerov prvého a posledného štvrt'roku a podiely jednotlivých typov zdrojov na celkovom znečistení ovzdušia časticami PM₁₀ namerané na jednotlivých monitorovacích staniciach. V zimnej sezóne 2015/2016 bol znížený počet dní so snehovou pokrývkou podobne ako v predchádzajúcom období, pričom táto sa vyznačovala relatívne malou výškou. Významnejší nárast snehovej pokrývky bol zaznamenaný v druhej dekáde januára. V mesiacoch február, marec, október a november bola snehová pokrývka v lokalitách, kde sa nachádzajú monitorovacie stanice dopravného typu prakticky zanedbateľná a len koncom mesiaca december pribudla významnejšia hrúbka snehovej pokrývky v Prešovskom kraji. V chladnom polroku v prípade sneženia, resp. výskytu snehovej pokrývky možno pozorovať zvýšenie priemerných denných koncentrácií PM₁₀ aj na ostatných staniciach mimo dopravných špičiek, napr. v nočných hodinách. Meteorologické podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok majú v tomto prípade významný vplyv. Bolo zistené, že v roku 2016 celoplošné teplotné a snehové pomery na Slovensku, obdobne ako v roku 2015, znižovali nároky na posypový materiál v zimnom období. Tieto pomery sa priaznivo prejavili aj na znížených požiadavkách na vykurovanie a na malej potrebe uplatnenia zimného posypu ciest mimo niektorých vysokohorských polohách. O znížení počtu prekročení limitnej hodnoty pre priemernú 24-hodinovú koncentráciu PM₁₀ z titulu aplikácie zimného posypu podľa odborného odhadu v roku 2016 nemožno uvažovať.

Prekročenie limitnej hodnoty pre priemernú 24 hodinovú koncentráciu PM₁₀ bolo zaznamenané v roku 2016 len na stanici Veľká Ida, Letná, ktorá nie je dopravnou stanicou. Odpočet prípadných prekročení dennej limitnej hodnoty významne neovplyvní hodnotenie vplyvu koncentrácie PM₁₀ na ľudské zdravie, ak nebola prekročená limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu.

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 neurčitost' 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 všetkých požadovaných indikátorov. Samozrejme v rámci prípustnej neurčitosti modelových výpočtov.

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

1. Prakticky nie je možné zabezpečiť merania s dostatočnou hustotou meracích staníc.
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, ktorá hovorí 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. preceňovanie významu niektorých zdrojov, resp. skupín zdrojov, nedostatočné zhodnotenie lokálnych rozptylových podmienok a pod.

Predložené výsledky modelových výpočtov dokumentujú úroveň znečistenia ovzdušia Slovenska v roku 2015, resp. 2016. Dosiahnuté 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 na zaradenie zón a aglomerácií do skupín

SHMÚ, v zmysle § 7 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov, na základe výsledkov hodnotenia kvality ovzdušia SR v roku 2016 navrhuje nasledujúce zaradenie zón a aglomerácií do skupín:

1. skupina - V prvej skupine sú aglomerácie a zóny, v ktorých je úroveň znečistenia ovzdušia jednou látkou alebo viacerými znečisťujúcimi látkami vyššia ako limitná hodnota, prípadne limitná hodnota zvýšená o medzu tolerancie, ak je určená. V prípade ozónu zóny a aglomerácie, v ktorých je koncentrácia ozónu vyššia ako cieľová hodnota pre ozón.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 1. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	PM ₁₀ , NO ₂ , BaP
KOŠICE	PM ₁₀ , BaP
Zóny	
Banskobystrický kraj	PM ₁₀ ,
Košický kraj	PM ₁₀ , BaP
Nitriansky kraj	
Prešovský kraj	NO ₂ , PM ₁₀
Trenčiansky kraj	PM ₁₀
Trnavský kraj	NO ₂
Žilinský kraj	PM ₁₀

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 1. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	Ozón, BaP
ZÓNA	
SLOVENSKO	
Celé územie	Ozón
Veľká Ida	BaP
Nitra	BaP
Banská Bystrica	BaP

2. skupina – V druhej skupine sú aglomerácie a zóny, v ktorých je úroveň znečistenia ovzdušia jednou látkou alebo viacerými znečisťujúcimi látkami medzi limitnou hodnotou a limitnou hodnotou zvýšenou o medzu tolerancie. Ak ide o znečistenie ovzdušia ozónom, v druhej skupine sú aglomerácie a zóny, v ktorých je koncentrácia ozónu vyššia ako dlhodobý cieľ pre ozón, ale nižšia alebo rovná sa cieľovej hodnote pre ozón.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 2. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	
AGLOMERÁCIE	
SLOVENSKO	

3. skupina – Zóny a aglomerácie, v ktorých je úroveň znečistenia ovzdušia pod limitnými resp. cieľovými hodnotami. V prípade ozónu zóny a aglomerácie, v ktorých je koncentrácia ozónu nižšia ako dlhodobá cieľová hodnota pre ozón.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 3. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid uhoľnatý, benzén
KOŠICE	PM _{2,5} , oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Zóny	
Banskobystrický kraj	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Bratislavský kraj	PM _{2,5} , PM ₁₀ , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Košický kraj	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Nitriansky kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Prešovský kraj	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid uhoľnatý, benzén
Trenčiansky kraj	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Trnavský kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid uhoľnatý, benzén
Žilinský kraj	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 3. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	
ZÓNA	
SLOVENSKO	
Celé územie okrem oblastí zaradených do 1. skupiny	BaP

6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia

SHMÚ na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v rokoch 2014–2016 podľa § 9 ods. 3 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov navrhuje aktualizáciu vymedzenia oblastí riadenia kvality ovzdušia SR na rok 2017. Znečisťujúca látka bude vyňatá z oblastí riadenia kvality ovzdušia až potom, keď bude 3 roky pod limitnou hodnotou pri hodnotení nasledujúci rok.

	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀ , NO ₂ , BaP
KOŠICE Košický kraj	územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokoľany, Veľká Ida	PM ₁₀ , BaP
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀
	územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrý Lúka, Revúcka Lehota	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
	obec Bystričany	PM ₁₀
	územie mesta Trenčín	PM ₁₀
Trnavský kraj	územie mesta Trnava	NO ₂
Žilinský kraj	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀
	územie mesta Žilina	PM ₁₀

6.3 Záver

Všetky úlohy odboru Monitoring emisií a kvality ovzdušia SHMÚ v oblasti monitorovania a hodnotenia kvality ovzdušia riešené v roku 2016 vyplývajú zo zákona 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov a jeho vykonávacích predpisov, legislatívy ochrany ovzdušia EÚ a CLRTAP. SHMÚ túto činnosť zabezpečuje na základe uvedeného zákona a poverenia MŽP SR. Výsledky hodnotenia sú každoročne zasielané do Európskej komisie prostredníctvom záväzných reportov o kvalite ovzdušia.

Obr. 6.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2017.

