



SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Odbor Monitorovanie emisií a kvality ovzdušia

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V SLOVENSKEJ REPUBLIKE 2012

Bratislava december 2014

AIR POLLUTION ASSESSMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC – 2012

RESUME

Slovak air protection legislation is fully identical with the relevant EU legislation. The results of air pollution monitoring in Slovakia in 2012 are summarized in the presented report.

Content

1. *Partition of the Slovak territory – Status to 31. 12. 2012*
 - 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 2012*
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. 2012*
 - 5.1 *Description of the applied models*
 - 5.2 *Results*
 - 5.3 *Summary*

Annex1 Monitoring network – meta data

The territory of Slovakia was partitioned into 8 zones (identical with the administrative regions) and 2 agglomerations (the largest cities Bratislava and Košice). In 2012 the 18 air quality management areas (Fig. 1.1) were specified, which totally include 2 882 km² and 1 448 417 inhabitants (27% of population). The national air pollution monitoring network in Slovakia is maintained by the Slovak Hydrometeorological Institute (SHMÚ). In 2012, 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 2012 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. At 29 on-line urban monitoring stations. The daily limit values were in 2012 exceeded more frequently than 35 days at 14 stations from which 2 exceeded also annual limit value. The limit value plus margin of tolerance for PM_{2.5} was exceeded at 6 stations as well. 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 exceeded annual limit at the station Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie. 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. The annual concentrations for benzo(a)pyrene were above the target value at the Veľká Ida-Letná, Prievidza-Malonecpalská and Krompachy-SNP. Target value for As, annual average 6 ng.m⁻³, was exceeded at station Prievidza-Malonecpalská. 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), as well as AOT40 (five years average) were overstepped at seven stations. The ground level ozone alert information threshold to the public was not exceeded at any station. 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 2013, based on 2012 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. 2012	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 2012	19
3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ Z MONITOROVACÍCH STANÍC.....	26
3.1 Úvod.....	26
3.2 Aglomerácie a zóny pre SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} , benzén a CO	26
3.2.1 Aglomerácia Bratislava.....	26
3.2.2 Aglomerácia Košice.....	26
3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj	26
3.2.4 Zóna Bratislavský kraj	26
3.2.5 Zóna Košický kraj.....	27
3.2.6 Zóna Nitriansky kraj.....	27
3.2.7 Zóna Prešovský kraj.....	27
3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj.....	27
3.2.9 Zóna Trnavský kraj.....	27
3.2.10 Zóna Žilinský kraj	27
3.3 Aglomerácia a zóna pre Pb, As, Cd, Ni, BaP, Hg a O ₃	28
3.3.1 Aglomerácia Bratislava.....	28
3.3.2 Zóna Slovensko	28
3.4 Zhrnutie	28
4 PRÍZEMNÝ OZÓN.....	37
4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní.....	38
4.2 Záver	43
5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31.12.2012.....	44
5.1 Použité metódy a ich stručný popis	44
5.2 Výsledky a výstupy	47
5.3 Záver	66
6 HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA – ZÁVER.....	67
6.1 Návrh na zaradenie zón a aglomerácií do skupín	67
6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia	68
6.3 Záver	69
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. 2012

1.1 Rozdelenie územia

Na základe výsledkov hodnotenia roku 2011 súlade s § 9 ods. 3 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov, SHMÚ, ako poverená organizácia, navrhol na rok 2012 18 oblastí riadenia kvality ovzdušia v 8 zónach a v 2 aglomeráciách. Vymedzené oblasti zaberajú rozlohu 2 882 km². Na tomto území v roku 2012 žilo 1 448 417 obyvateľov, čo predstavuje 27 % z celkového počtu obyvateľov SR (5 410 836).

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 uhl'ovodíky, 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 2012 bolo na Slovensku 18 oblastí riadenia kvality ovzdušia (obr. 1.1), z toho 5 určených pre PM_{10} , 11 pre PM_{10} a $PM_{2,5}$, 1 pre PM_{10} a NO_2 a 1 pre PM_{10} , $PM_{2,5}$ a NO_2

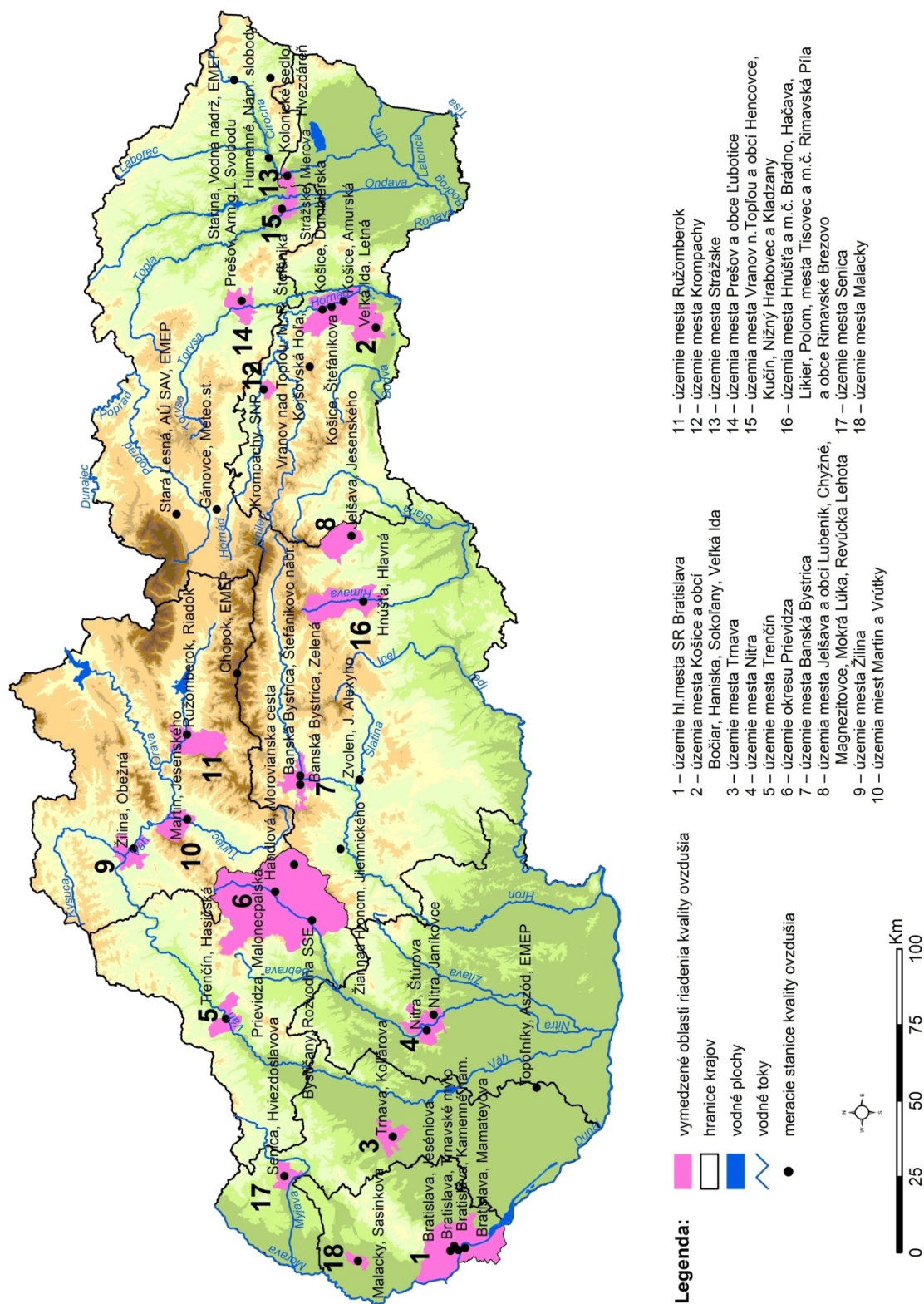
AGLOMERÁCIA / Zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	Plocha [km ²]	Počet ¹⁾ obyvateľov
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM_{10} , NO_2	368	415 589
KOŠICE Košícký kraj	územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida	PM_{10} , $PM_{2,5}$	302	246 493
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM_{10} , $PM_{2,5}$	103	79 583
	územia mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier, Polom, mesta, Tisovec a miestnej časti Rimavská Píla a obce Rimavské Brezovo	PM_{10}	206	12 526
	územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrý Lúka, Revúcka Lehota	PM_{10} , $PM_{2,5}$	109	6 283
Bratislavský kraj	územie mesta Malacky	PM_{10}	27	17 061
Košícký kraj	územie mesta Krompachy	PM_{10} , $PM_{2,5}$	23	8 820
	územie mesta Strážske	PM_{10}	25	4 421
Nitriansky kraj	územie mesta Nitra	PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2	100	78 607
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce Ľubotice	PM_{10} , $PM_{2,5}$	79	94 510
	územia mesta Vranov nad Topľou a obce Hencovce, Kučín, Majerovce, Nižný Hrabovec a Kladzany	PM_{10} , $PM_{2,5}$	65	27 618
Trenčiansky kraj	územie okresu Prievidza	PM_{10} , $PM_{2,5}$	960	137 380
	územie mesta Trenčín	PM_{10} , $PM_{2,5}$	82	55 883
Trnavský kraj	územie mesta Senica	PM_{10}	50	20 330
	územie mesta Trnava	PM_{10}	72	66 073
Žilinský kraj	územie mesta Martin a Vrútky	PM_{10} , $PM_{2,5}$	86	64 668
	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM_{10} , $PM_{2,5}$	145	31 190
	územie mesta Žilina	PM_{10} , $PM_{2,5}$	80	81 382

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

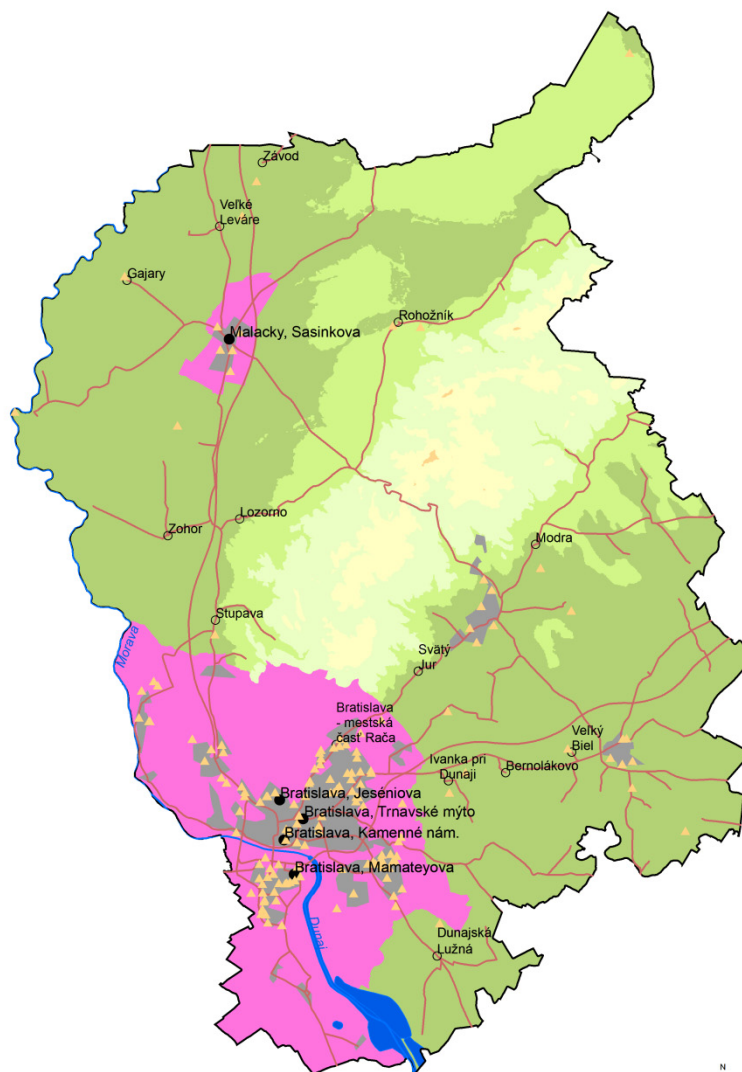
** $PM_{2,5}$ – častice v ovzduší, ktoré prejdú zariadením selektujúcim častice s aerodynamickým priemerom 2,5 μm s 50 % účinnosťou

¹⁾ Stav k 31. 12. 2012

Obr. 1.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2012.

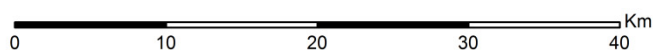


AGLOMERÁCIA BRATISLAVA a Zóna Bratislavský kraj



Legenda:

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

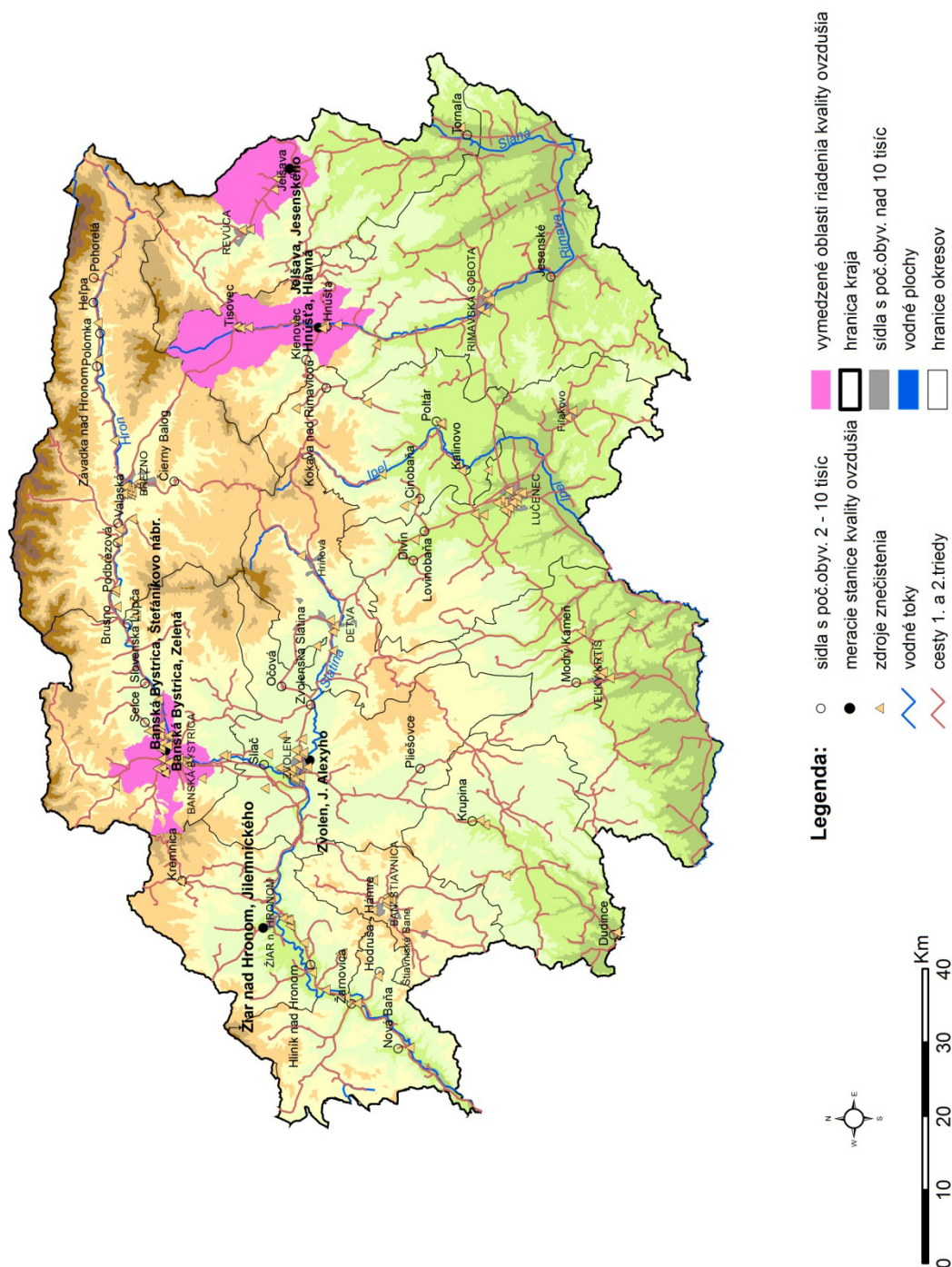


Legenda:

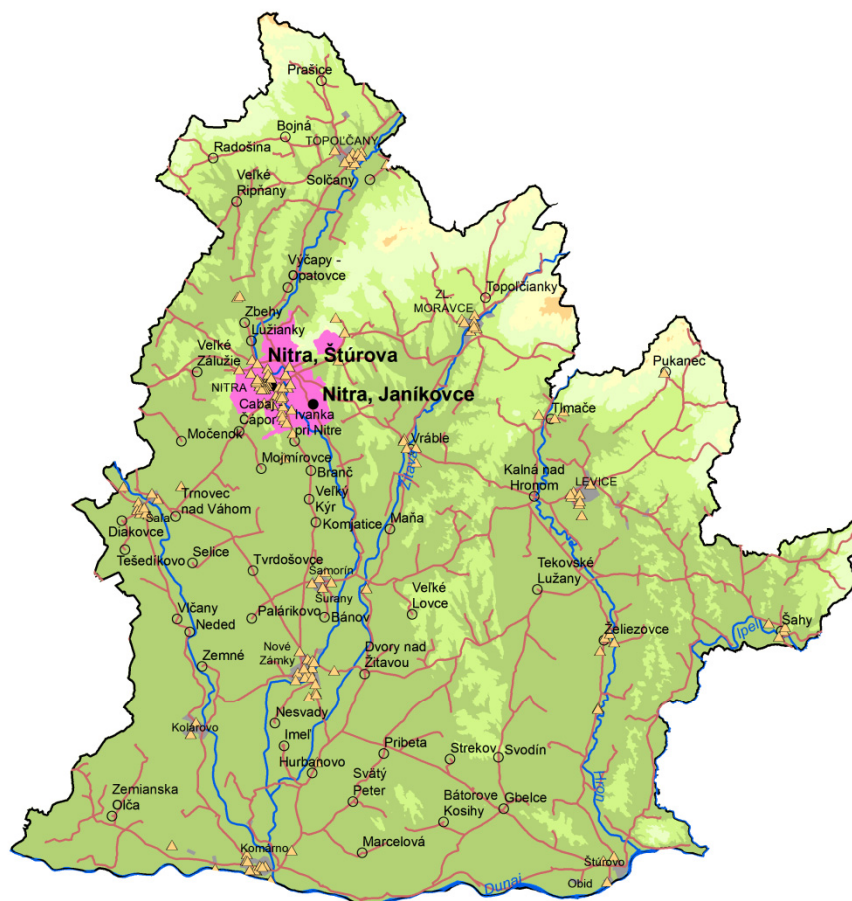
- vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia
- meracie stanice kvality ovzdušia
- sídla s poč. obyv. 2 - 10 tisíc
- zdroje znečistenia ovzdušia
- vodné toky
- cesty 1. a 2. triedy
- vodné plochy
- sídla s poč. obyv. nad 10 tisíc
- hranice kraja
- hranice okresov

0 10 20 30 40 Km

Zóna Banskobystrický kraj



Zóna Nitriansky kraj

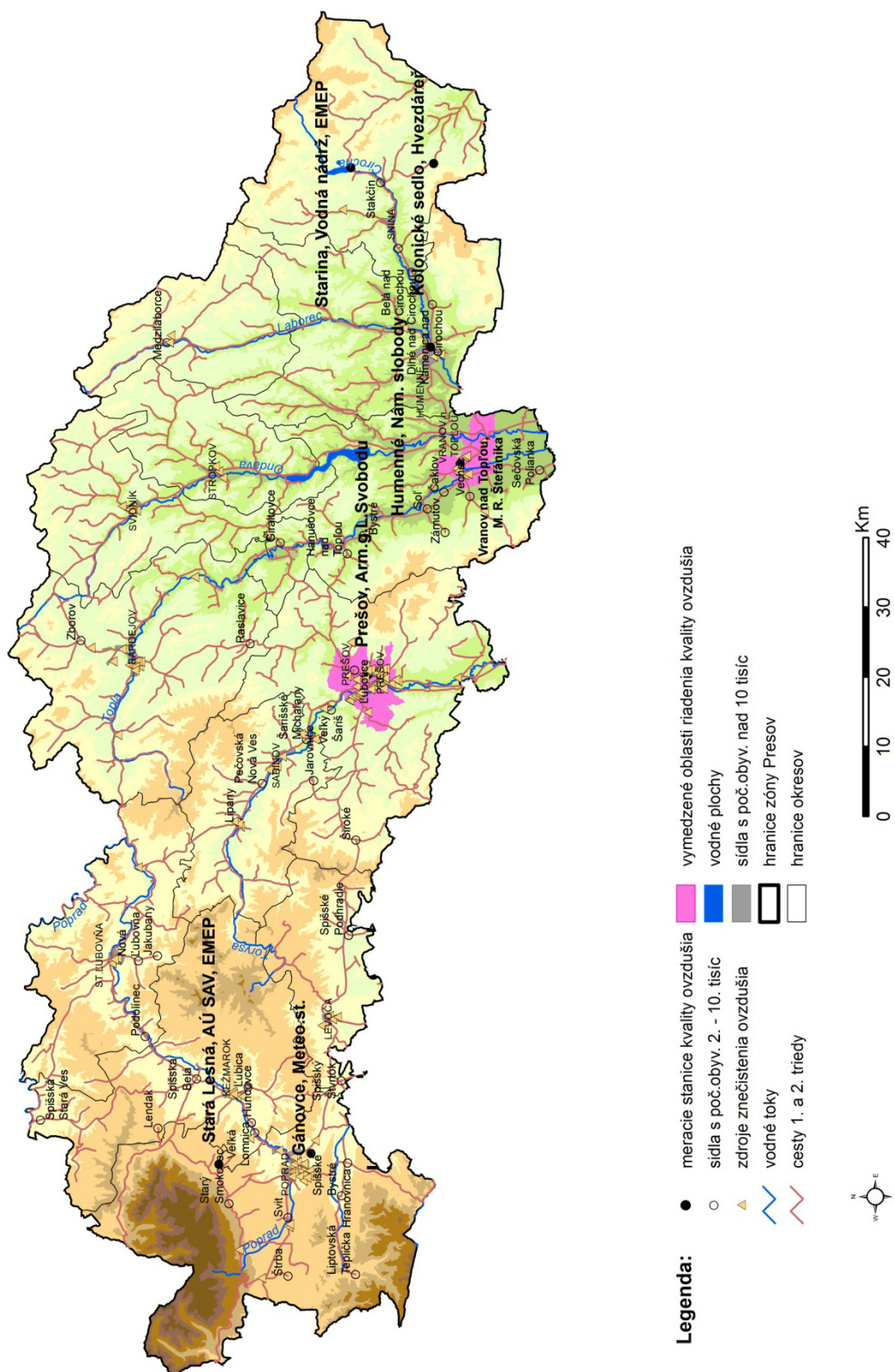


- Legenda:**
- vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia
 - cesty 1. a 2. triedy
 - vodné plochy
 - meracie stanice kvality ovzdušia
 - sídla s poč.obyv. nad 10 tisíc
 - sídla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc
 - zdroje znečistenia
 - hranice zóny Nitra
 - hranice okresov
 - vodné toky

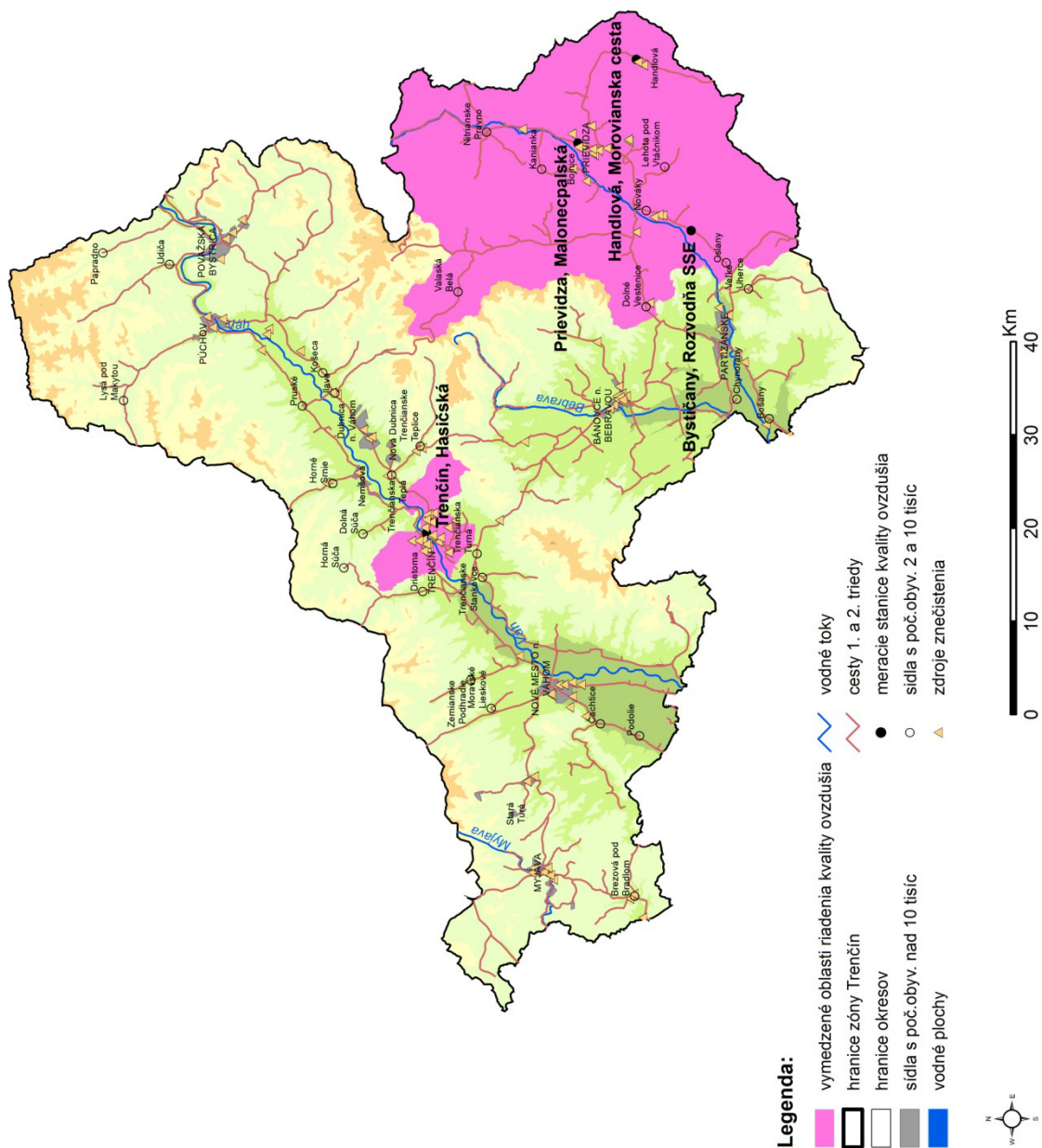


0 10 20 30 40 Km

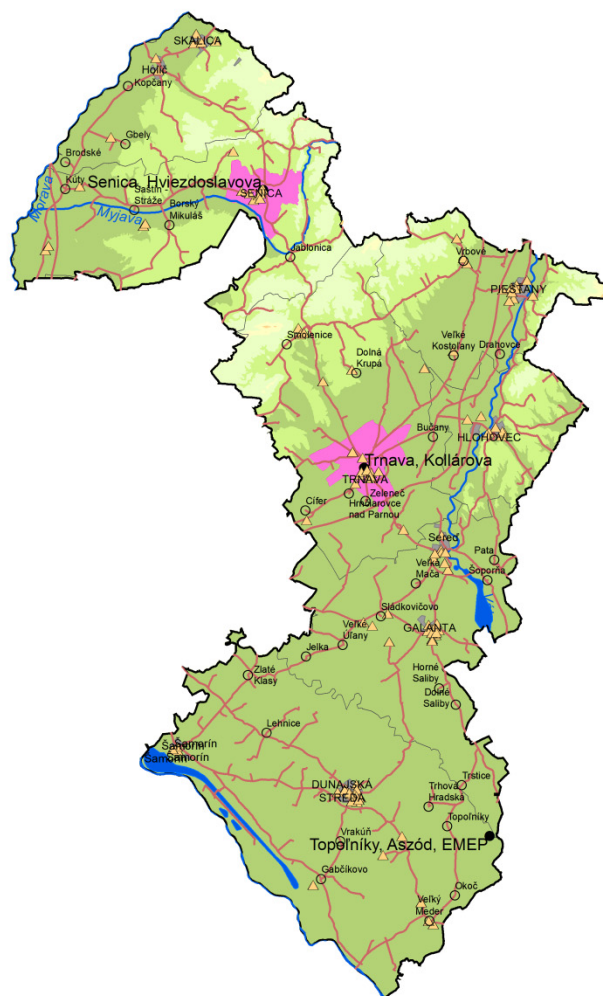
Zóna Prešovský kraj



Zóna Trenčiansky kraj



Zóna Trnavský kraj

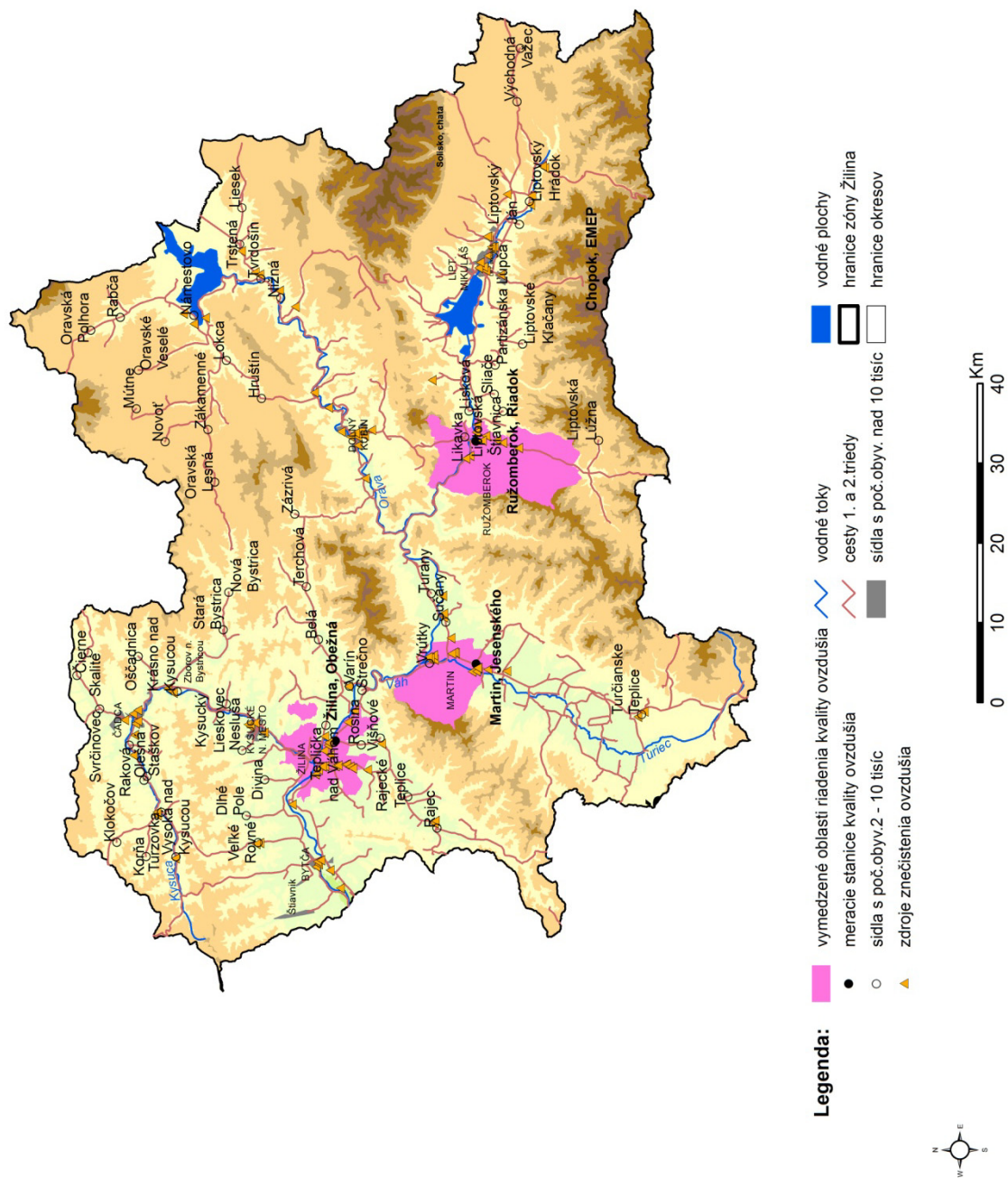


- Legenda:**
- vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia
 - meracie stanice kvality ovzdušia
 - sídla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc
 - zdroje znečistenia
 - vodné toky
 - cesty 1. a 2. triedy
 - vodné plochy
 - sídla s poč.obyv. nad 10 tisíc
 - hranice zóny Trnava
 - hranice okresov



0 10 20 30 40 Km

Zóna Žilinský kraj



2 STAV MONITOROVACEJ SIETE V ROKU 2012

Tab. 2.1 Monitorovacie siete kvality ovzdušia v SR podľa vlastníkov – stav v roku 2012
(umiestnenie staníc v aglomeráciách a zónach, kódy staníc, názvy staníc, ich charakteristika a zemepisné súradnice).

Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (NMSKO) – vlastník SHMÚ

	Okres	Kód Eol*	Názov stanice	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
BRATISLAVA	Bratislava I	SK0004A	Bratislava Kamenné nám.	U	B	17°06'48"	48°08'41"	139
	Bratislava III	SK0002A	Bratislava Trnavské mýto	U	T	17°07'43"	48°09'30"	136
	Bratislava III	SK0048A	Bratislava Jeséniova	S	S	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	SK0052A	Malacky Sasinkova	U	T	17°01'11"	48°26'15"	198
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	SK0265A	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 Eol*	Názov stanice	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
Trenčiansky kraj	Prievidza	SK0013A	Bystričany Rozvodňa SSE	S	B	18°30'51"	48°40'01"	261
	Prievidza	SK0027A	Handlová Morovianska cesta	U	B	18°45'23"	48°43'59"	448
	Prievidza	SK0050A	Prievidza Malonecpalská	U	B	18°37'40"	48°46'58"	276
	Trenčín	SK0047A	Trenčín Hasičská	U	T	18°02'28"	48°53'47"	214
Trnavský kraj	Dunajská Streda	SK0007R	Topoľníky Aszód, EMEP	R	B	17°51'38"	47°57'36"	113
	Senica	SK0021A	Senica Hviezdoslavova	U	T	17°21'48"	48°40'50"	212
	Trnava	SK0045A	Trnava Kollárova	U	T	17°35'06"	48°22'16"	152
Žilinský kraj	Liptovský Mikuláš	SK0002R	Chopok EMEP	R	B	19°35'32"	48°56'38"	2008
	Martin	SK0039A	Martin Jesenského	U	T	18°55'17"	49°03'35"	383
	Ružomberok	SK0008A	Ružomberok Riadok	U	B	19°18'10"	49°04'44"	475
	Žilina	SK0020A	Žilina Obežná	U	B	18°46'15"	49°12'41"	356

*) Medzinárodný kód, pod ktorým sú údaje zasielané do EK

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 Vlčie 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 Poľov	U.S. Steel, s.r.o.	U	B	17°10'10"	17°10'10"	365
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

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 2012

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 uhľohľatý CO	Benzén	Ťažké ovy 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				
	Spolu 4 stanice	4		3	1	2	1	1		2
Košice	Košice, Amurská	x	x							
	Košice, Štefánikova	x	x	x				x		
	Košice, Ďumbierska					x				
	Spolu 3 stanice	2	2	1		1		1		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	x		x	x		x	x	x	
	Banská Bystrica, Zelená		x	x		x				
	Jelšava, Jesenského	x	x			x				
	Hnúšťa, Hlavná	x	x							
	Žiar nad Hronom, Jilemnického	x	x							
	Zvolen, J. Alexyho	x	x							
Bratislavský kraj	Spolu 6 staníc	5	5	2	1	2	1	1	1	
	Malacky, Sasinkova	x		x	x		x	x		
Košický kraj	Spolu 1 stanica	1		1	1		1	1		
	Kojšovská hoľa					x				
	Veľká Ida, Letná	x	x				x		x	x
	Strážske, Mierová	x	x							
	Krompachy, SNP	x	x	x	x		x	x	x	x
Nitriansky kraj	Spolu 4 stanice	3	3	1	1	1	2	1	2	2
	Nitra, Štúrova	x		x	x		x	x		x
	Nitra, Janíkovce	x	x	x		x				
	Spolu 2 stanice	2	1	2	1	1	1	1		1
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody	x	x			x				
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	x	x			x			x	
	Gánovce, Meteo. st.					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	1	1	4	1	1	2	
	Prievidza, Malonecpalská	x	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	1	4	1	1	1	1	1
	Topoľníky, Aszód, EMEP	x	x			x			x	
	Senica, Hviezdoslavova	x	x		x					
	Trnava, Kollárova	x	x	x			x	x		x
Žilinský kraj	Spolu 3 stanice	3	3	1	1	1	1	1	1	1
	Chopok, EMEP					x			x	
	Martin, Jesenského	x	x	x			x	x		
	Ružomberok, Riadok	x	x		x				x	
	Žilina, Obežná	x	x	x		x				
NMSKO spolu 38 monitorovacích staníc	Spolu 4 stanice	3	3	2	1	2	1	1	2	
		32	26	15	12	15	10	10	9	7

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

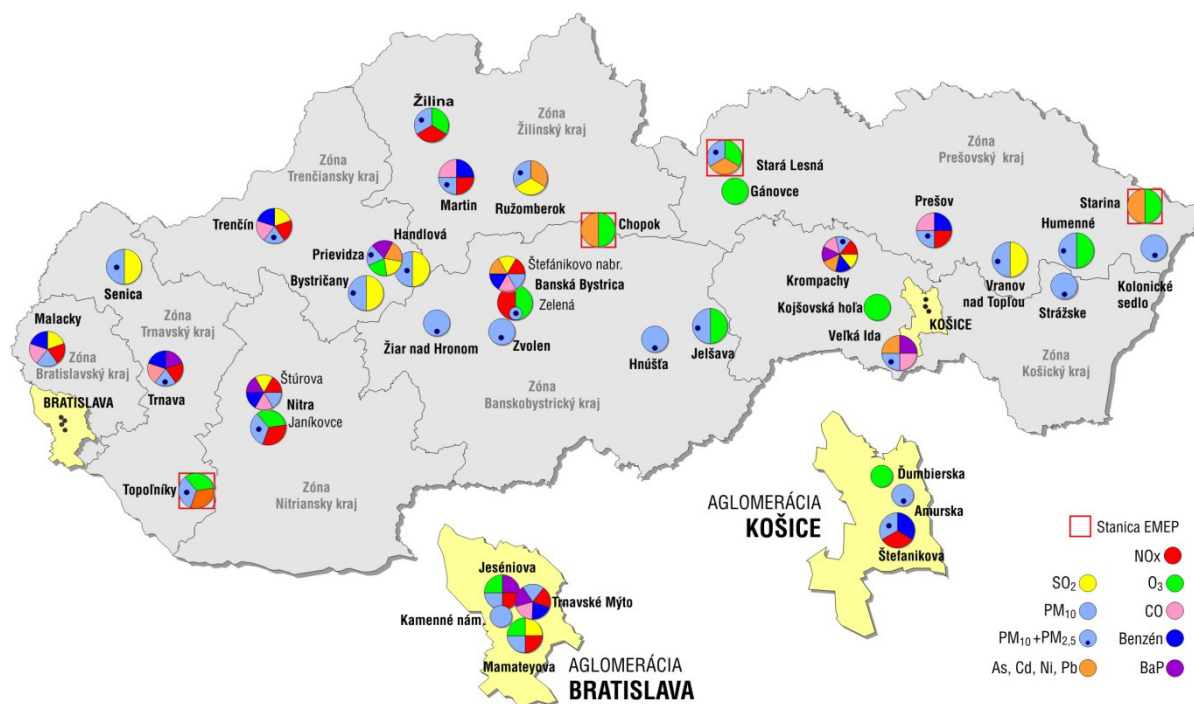
OVZDUŠIE		Oxid siričitý SO ₂	Oxidy dusíka NO _x	Sířany SO ₄	Dusičnany NO ₃	Kyselina dusičná HNO ₃	Amoniak, amonné kationy NH ₃ , NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Ozón O ₃	VOC	PM ₁₀ ¹	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chrómov Cr	Meď Cu	Zinok Zn
Prešovský kraj	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP								X		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	Sířany SO ₄	Dusičnany 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 - 2012.



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
	Košický kraj	Veľká Ida	x	x	x		x
	Spolu	2 stanice	2	2	2		2
Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava	Košický kraj	Leles	x	x	x		
	Trenčiansky kraj	Oslany	x	x	x		
	Spolu	2 stanice	2	2	2		

Zhodnotenie monitorovacej siete

Zoznam monitorovacích staníc kvality ovzdušia SHMÚ (NMSKO) ako aj ostatných prevádzkovateľov a ich merací program v roku 2012 je v tab. 2.1 až 2.4 a na obr. 2.1. Podrobný popis staníc (všetky požadované meta údaje) sa nachádza v Prílohe k hodnoteniu..

Monitorovacia sieť kvality ovzdušia SHMÚ (NMSKO) v roku 2012

Zabezpečenie monitorovania kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach SR

Monitorovanie kvality ovzdušia bolo v roku 2012 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 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 12 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý 7 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 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia.) bol splnený. Monitorovanie oxidov dusíka bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 15 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý 9 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 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie PM₁₀ bolo zabezpečené ekvivalentnou, kontinuálnou metódou oscilačnej mikrováhy, prístrojmi TEOM na 32 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 19 monitorovacích staniciach. Na 4 EMEP staniciach bolo realizované meranie TSP/PM₁₀ v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

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 360/ 2010 Z. z. o kvalite ovzdušia.) bol splnený. Monitorovanie PM_{2,5} bolo zabezpečené rovnakou metódou ako merania PM₁₀, prístrojmi TEOM na 26 staniciach. Na stanici Bratislava-Kamenné nám. sa využili výsledky z gravimetrických meraní. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na 8 staniciach.

Oxid uhoľnatý CO

Minimálny rozsah monitorovania CO (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) nebol splnený z dôvodu chýbajúceho merania v aglomerácii Košice. Monitorovanie oxidu uhoľnatého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 10 staniciach.. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na 6 monitorovacích staniciach.

Ozón O₃

Minimálny rozsah monitorovania O₃ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 9 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie ozónu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 15 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na väčšine monitorovacích staníc. Na 3 staniciach nebola požadovaná výťažnosť dát dosiahnutá (Nitra-Janíkovce 88,2 %, Jelšava-Jesenského 26,9 % a Topoľníky Aszód 81,1%).

Benzén

Minimálny rozsah monitorovania benzénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie benzénu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 10 staniciach. Požadovaný počet platných nameraných údajov (90 %) bol dosiahnutý na polovici monitorovacích staníc.

Ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni)

Okrem priemernej ročnej koncentrácie As na stanici Prievidza-Malonecpalská žiadna ZL patriaca do tejto skupiny neprekročila cieľovú ani limitnú hodnotu.

Polyaromatické uhl'ovodíky – benzo(a)pyrén

Minimálny rozsah monitorovania benzo(a)pyrénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. V roku 2012 bol zabezpečený monitoring benzo(a)pyrénu na 7 staniciach. Cieľová hodnota bola prekročená na staniciach Veľká Ida-Letná, Krompachy-SNP and Prievidza-Malonecpalská.

VOC

Prchavé organické zlúčeniny, C₂–C₆ alebo tzv. ľahké uhl'ovodíky, 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. Avšak od októbra 2008 až do poloviny septembra roku 2011 neboli VOC k dispozícii kvôli pretrvávajúcim problémom s prevádzkou nového plynového chromatografu v Skúšobnom laboratóriu. Merania VOC boli opätovne začaté 15. 9. 2011. Analýzy VOC za rok 2012 sú v tabuľke 3.15.

Monitorovacie siete kvality ovzdušia ostatných prevádzkovateľov monitoringu kvality ovzdušia v roku 2012

Z ostatných prevádzkovateľov monitorovacích staníc – VZZO na Slovensku merajúcich na základe rozhodnutia príslušného OUŽP (merajú znečisťujúce látky referenčnými metódami okrem PM₁₀). V roku 2012 bolo takýchto staníc 8 (tab. 3.11). Namerané údaje z predmetných meracích staníc boli použité ako doplnkové pre hodnotenie KO.

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

3.1 Úvod

Spracovanie a vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt (LH) 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 doba trvania znečistenia na úrovni signálov Upozornenie a Regulácia a od roku 2010 Výstražných prahov pre NO₂ a SO₂ 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 úrovní na ochranu vegetácie.

Za účelom stanovenia spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach Slovenska, bolo spracované 5-ročné obdobie rokov 2008–2012, podľa horných (HMH) a dolných medzí pre hodnotenie znečistenia ovzdušia (DMH). Výsledky pre jednotlivé znečisťujúce látky (ZL) sú uvedené v tabuľkách 3.6 a 3.9.

3.2 Aglomerácie a zóny pre SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, benzén a CO

3.2.1 Aglomerácia Bratislava

V roku 2012 boli prekročené denné limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na dopravnej stanici Bratislava-Trnavské mýto a Bratislava-Mamateyova. Priemerná ročná koncentrácia NO₂ na Mamateyovej bola 38,8 µg.m⁻³, čo predstavuje mierny pokles (približne 3 µg.m⁻³) oproti roku 2011. V porovnaní s rokom 2011 sa pozorovala tendencia poklesu znečistenia PM₁₀ na celom území mesta. Úroveň ostatných ZL bola pod limitnými hodnotami.

3.2.2 Aglomerácia Košice

V roku 2012 boli priemerné ročné koncentrácie na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na staniciach Košice-Štefánikova a Košice-Amurská pod limitnými hodnotami. Denné limitné hodnoty pre PM₁₀ boli prekročené na stanici Košice-Štefánikova. Úroveň znečistenia PM_{2.5} neprekročila cieľovú hodnotu a ani limitnú hodnotu na žiadnej stanici. Ostatné ZL boli tiež pod limitnými hodnotami.

3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj

V roku 2012 bola prekročená denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na dvoch monitorovacích staniciach: Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie a Jelšava-Jesenského. Na druhej z uvedených staníc sa vyskytla priemerná ročná koncentrácia 54,9 µg.m⁻³, avšak táto hodnota sa môže považovať za neplatnú pre nízky počet meraní (28 %). Na tejto stanici bola prekročená aj cieľová hodnota plus medza tolerancie pre PM₅ avšak počet meraní bol ešte nižší, 20 %.. Na celom Slovensku bola prekročená priemerná ročná koncentrácia NO₂ len na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie 50,4 µg.m⁻³. Toto bolo v značnej miere spôsobené stavebnými prácami spojenými s budovaním cestného obchvatu. Oproti roku 2011 úroveň znečistenia časticami PM₁₀ výrazne poklesla, v celej zóne. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.4 Zóna Bratislavský kraj

Výsledky meraní v roku 2012 poukazujú na pokles znečistenia časticami PM₁₀ oproti roku 2011. 24-hodinovú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí nebola prekročená vo väčšom počte ako povoľuje limit a priemerná ročná koncentrácia bola tiež pod limitnou hodnotou 40 µg.m⁻³. Ostatné 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 77, čo je najvyššia hodnota na Slovensku, avšak oproti predošlému roku ide o výrazný pokles. Rovnaký trend vykazuje aj stanica Krompachy-SNP, s poklesom prekročení na 63 a priemernou ročnou hodnotou pod $40 \mu g.m^{-3}$ a tiež stanica Strážske-Mierová, kde klesol počet prekročení na 38 a ročný priemer na $30,2 \mu g.m^{-3}$. Cieľová hodnota pre $PM_{2,5}$ bola prekročená na staniciach Veľká Ida-Letná a Krompachy-SNP. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.6 Zóna Nitriansky kraj

V zóne bola prekročená denná limitná hodnota ochrany zdravia ľudí pre PM_{10} len na stanici Nitra-Štúrova. Cieľové hodnoty pre $PM_{2,5}$ neboli prekročené na žiadnej stanici. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.7 Zóna Prešovský kraj

V roku 2012 došlo k poklesu znečistenie časticami PM_{10} v celej zóne. Bolo zaznamenané prekročenie dennej limitnej hodnoty v počte 51 krát len na stanici Prešov-arm. gen. I. Svobodu. Úroveň $PM_{2,5}$ sa na všetkých staniciach pohybovala pod cieľovou hodnotou $25 \mu g.m^{-3}$. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj

Celkovo sa znížil počet prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty oproti roku 2011. Úroveň znečistenia PM_{10} prekročila dennú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí na dvoch staniciach. Najväčší pokles takmer o 40 % bol zaznamenaný na stanici Trenčín-Hasičská. Denná limitná hodnota $PM_{2,5}$, zvýšená o medzu tolerancie, bola prekročená len na stanici Prievidza-Malonec-palská. Na ostatných staniciach sa úroveň znečistenia časticami $PM_{2,5}$ pohybovala pod cieľovou hodnotou $25 \mu g.m^{-3}$. Pre SO_2 bola hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí 3 krát prekročená na monitorovacej stanici Bystričany, Rozvodňa SSE, avšak tento počet je nižší, ako je povolený počet prekročení - 24 krát. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.9 Zóna Trnavský kraj

V porovnaní s rokom 2011 nastalo v tejto zóne k najvýraznejšiemu poklesu znečistenia ovzdušia prachom. V roku 2012 na žiadnej stanici nebola prekročená denná a ani ročná limitná hodnota na ochranu ľudského zdravia a úroveň znečistenia frakciou $PM_{2,5}$ bola 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 2012 bola prekročená denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM_{10} na staniciach Ružomberok-Riadok a Žilina-Obežná. V porovnaní s rokom 2011 sa v celej zóne pozorovala výrazná tendencia poklesu znečistenia časticami PM_{10} , hoci na stanici Ružomberok-Riadok sa v priemerná ročná koncentrácia $40,1 \mu g.m^{-3}$ pohybovala tesne nad limitnou hodnotou. Na oboch staniciach bola prekročená aj limitnej hodnoty plus medza tolerancie pre $PM_{2,5}$. Ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

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

3.3.1 Aglomerácia Bratislava

Cieľová hodnota ozónu (8 h koncentrácia prízemného ozónu 120 $\mu\text{g.m}^{-3}$, povolený počet prekročení je 25 dní v priemere za 3 roky) bola prekročená na monitorovacích staniciach Bratislava-Jeséniova a Bratislava-Mamateyova. V roku 2012 nebol prekročený ani informačný ani výstražný prah pre ozón. Priemerná ročná koncentrácia BaP na stanici Bratislava-Trnavské mýto a Koliba-Jeséniova je menšia, ako cieľová hodnota, ktorá vstúpila do platnosti 31. 12. 2012.

3.3.2 Zóna Slovensko

Ročná priemerná hodnota 6,9 ng.m^{-3} prekročila cieľovú hodnotu As na stanici Prievidza-Malonecpalská a na viacerých staniciach je úroveň tejto ZL nad hornou medzou na hodnotenie. Ostané ťažké kovy sú pod cieľovými a limitnými hodnotami. Priemerná ročná koncentrácia BaP prekročila cieľovú hodnotu 1 ng.m^{-3} na staniciach Veľká Ida-Letná, Krompachy-SNP a Prievidza-Malonecpalská.

V zóne Slovensko bola cieľová hodnota ozónu prekročená na 7 staniciach. V roku 2012 sa nezaznamenalo prekročenie informačného alebo výstražného prahu pre ozón na žiadnej stanici v zóne Slovensko. Priemerná ročná koncentrácia BaP prekročila cieľovú hodnotu 1 ng.m^{-3} na staniciach Veľká Ida-Letná, Krompachy-SNP a Prievidza-Malonecpalská.

3.4 Zhrnutie

SO₂

V roku 2012 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 2012 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu (tab. 3.5). Počas rokov 2008–2012 bola najvyššia úroveň znečistenia ovzdušia na Slovensku medzi hornou a dolnou medzou na hodnotenie v zóne Trenčiansky kraj (tab. 3.6). V ostatných aglomeráciách a zónach bola úroveň znečistenia v predchádzajúcich piatich rokoch pod dolnou medzou na hodnotenie.

Kritická hodnota na ochranu vegetácie je 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto limitná hodnota nebola prekročená v priebehu roku 2012 na žiadnej z EMEP staníc, ani za kalendárny rok, ani za zimné obdobie. Všetky hodnoty boli pod DMH na ochranu vegetácie (tab. 3.11).

NO₂

V roku 2012 bola prekročená ročná limitná hodnota len na monitorovacej stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie 50,4 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Prekročenie limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre hodinové koncentrácie nebolo prekročené na žiadnej monitorovacej stanici vo väčšom počte, ako stanovuje Vyhláška č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia. V roku 2012 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu. Výsledky z predošlých piatich rokov dokumentujú, že v aglomeráciách Bratislava aj Košice a v zónach Banskobystrický, Prešovský, Trenčiansky a Trnavský kraj bola úroveň znečistenia nad HMH.

Kritická úroveň na ochranu vegetácie (30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ za kalendárny rok vyjadrená ako NO_x) nebola v roku 2012 prekročená na žiadnej z EMEP staníc a hodnoty boli hlboko pod DMH na ochranu vegetácie.

PM₁₀

Najväčší problém kvality ovzdušia na Slovensku, ako aj vo väčšine európskych krajín, predstavuje v súčasnosti znečistenie ovzdušia časticami PM₁₀. V roku 2012 bola prekročená 24h limitná hodnota na 14 mestských staniciach. Na 2 AMS bola súčasne prekročená aj ročná limitná hodnota. Oproti roku 2011 došlo k výraznému poklesu znečistenia časticami PM₁₀. Nasledujúce roky ukážu či ide o klesajúci trend emisií PM₁₀, alebo dôsledok medziročných meteorologických variácií.

PM_{2,5}

Pre častice PM_{2,5} je ustanovený len ročný limit 25 µg.m⁻³, ktorý vstúpi do platnosti 1. 1. 2015. Pre rok 2012 platí limitná hodnota plus medza tolerancie 27 µg.m⁻³ (Commission implementing Decision 2011/850/EU, ANNEX 1, bod 5). V roku 2012 bola táto hodnota prekročená na 4 staniciach a cieľová hodnota 25 µg.m⁻³ na 6 staniciach, čo je pokles oproti roku 2011.

CO

Na žiadnej z monitorovacích staníc nebola prekročená limitná hodnota a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2008 – 2012 je pod DMH.

Benzén

Najvyššia úroveň benzénu sa v roku 2012 namerala na stanici v Krompachoch 3,3 µg.m⁻³, čo je hlboko pod limitnou hodnotou 5 µg.m⁻³.

Pb, As, Ni, Cd

Okrem priemernej ročnej koncentrácie As na stanici Prievidza-Malonecpalská žiadna ZL neprekročila cieľovú ani limitnú hodnotu.

BaP

Cieľová hodnota bola prekročená na staniciach Veľká Ida-Letná, Krompachy-SNP a Prievidza-Malonecpalská .

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

	Priemerované obdobie	Limitná hodnota* [µg/m³]	Dátum, ku ktorému treba dosiahnuť limitnú hodnotu	Medza tolerancie	Limitná hodnota + medza tolerancie [µg/m³]												
					D0 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
SO ₂	1h	350 (24)	1.1.2005	150 µg/m³	500	470	440	410	380	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
NO ₂	1r	40 (-)	1.1.2010	50 %	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	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
PM ₁₀	1r	40 (-)	1.1.2005	20 %	48	46	45	43	42	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
CO	max. 8 h denná hodnota	10000 (-)	1.1.2003 (1.1.2005)	6000 µg/m³	16000	16000	16000	14000	12000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Benzén	1r	5 (-)	1.1.2006 (1.1.2010)	100 %	10	10	10	10	10	10	9	8	7	6	5	5	5
PM _{2.5}	1r	25	1.1.2015	5 µg/m³											29	28	27
PM _{2.5} **	1r	25	1.1.2010												25	25	25

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/m³]	Dátum, ku ktorému treba dosiahnuť cieľovú hodnotu
As	1r	6	31. 12. 2012
Cd	1r	5	31. 12. 2012
Ni	1r	20	31. 12. 2012
BaP	1r	1	31. 12. 2012

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

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota [µg/m³]	Medza na hodnotenie [µg/m³]	
				Horná*	Dolná*
SO ₂	Ľudské zdravie	1h	350 (24)		
SO ₂	Ľudské zdravie	24h	125 (3)	75 (3)	50 (3)
SO ₂	Vegetácia	1r, 1/2r	20 (-)	12 (-)	8 (-)
NO ₂	Ľudské zdravie	1h	200 (18)	140 (18)	100 (18)
NO ₂	Ľudské zdravie	1r	40 (-)	32 (-)	26 (-)
NO _x	Vegetácia	1r	30 (-)	24 (-)	19,5 (-)
PM ₁₀	Ľudské zdravie	24h	50 (35)	35 (35)	25 (35)
PM ₁₀	Ľudské zdravie	1r	40 (-)	28 (-)	20 (-)
Pb	Ľudské zdravie	1r	0,5 (-)	0,35 (-)	0,25 (-)
CO	Ľudské zdravie	8h (maximálna)	10 000 (-)	7 000 (-)	5 000 (-)
Benzén	Ľudské zdravie	1r	5 (-)	3,5 (-)	2 (-)
PM _{2.5}	Ľudské zdravie	1r	25**	17	12

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

** ako limitná hodnota platí od 1. 1. 2015

Tab. 3.3 Výťažnosť údajov* v % v roku 2012.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	Benzén
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.			98,6	49,0		
	Bratislava, Trnavské Mýto		94,2	88,1		93,6	90,4
	Bratislava, Jeséniova		58,8	98,8			
	Bratislava, Mamateyova	89,9	79,6	89,5			
KOŠICE	Košice, Štefánikova		97,5	98,0	61,8		79,7
	Košice, Amurská			98,2	57,4		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánik. nám.	92,4	92,4	93,6	0,0	92,4	93,4
	Banská Bystrica, Zelená		93,9		87,8		
	Jelšava, Jesenského			27,9	18,7		
	Hnúšťa, Hlavná			98,6	82,6		
	Zvolen, J. Alexyho			93,5	45,3		
	Žiar nad Hronom, Jilemnického			98,4	75,2		
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	91,8	93,5	98,5		75,2	84,5
Košický kraj	Veľká Ida, Letná			98,4	99,1	43,2	
	Strážske, Mierová			98,7	98,2		
	Krompachy, SNP	83,5	79,3	97,8	98,3	91,3	98,7
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce		86,6	83,8	61,1		
	Nitra, Štúrova	82,5	96,2	93,9		96,1	84,1
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody			81,3	90,1		
	Prešov, arm. gen. L. Svobodu		75,6	77,5	90,2	45,7	99,4
	Vranov nad Top., M.R.Štefánika	96,5		72,9	87,4		
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP			96,9	97,2		
	Kolonické sedlo			37,8	40,5		
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	47,2		49,7	51,7		
	Bystričany, Rozvodňa SSE	98,3		95,9	98,5		
	Handlová, Morovianska cesta	97,1		93,5	46,4		
	Trenčín, Hasičská	96,3	95,1	97,8	88,2	95,4	93,5
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	99,3		79,4	58,6		
	Trnava, Kollárova		97,2	76,0	55,7	98,2	83,4
	Topoľníky, Aszód, EMEP			75,0	42,9		
Žilinský kraj	Martin, Jesenského		75,9	86,2	75,9	69,5	82,0
	Ružomberok, Riadok	87,4		94,7	81,3		
	Žilina, Obežná		97,0	96,7	96,3		

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

Tab. 3.4 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2012.

AGLOMERÁCIA Zóna		Ochrana zdravia									vp 2)	
	Znečisťujúca látka	SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5} +MT	CO	Benzén	SO ₂	NO ₂
	Doba Spremerovania	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	27	10000	5	500	400
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.					28	25,8	c 13,7				
	Bratislava, Trnavské mýto			0	38,8	a 65	a 35,9		2479	0,9		0
	Bratislava, Jeséniova			b 0	b 24,7	22	25,1					0
	Bratislava, Mamateyova	a 0	a 0	a 1	a 22,9	a 36	a 27,4				0	0
KOŠICE	Košice, Štefánikova			0	32,3	58	34,9	b 22,1		a 1,7		0
	Košice, Amurská					31	28,7	b 19,3				
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánik.nábr.	0	0	1	50,4	62	35,4		1841	1,0	0	0
	Banská Bystrica, Zelená			0	5,5			a 18,2				0
	Jelšava, Jesenského					c 55	c 54,9	c 44,8				
	Hnúšťa, Hlavná					34	28,4	a 18,4				
	Zvolen, J. Alexyho					30	27,1	c 22,3				
	Žiar n/H, Jilemnického					9	22,4	a 16,8				
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	0	0	0	24,8	25	25,6		a 5552	a 0,9	0	0
Košický kraj	Veľká Ida, Letná					77	38,6	26,3	c 2013			
	Strážske, Mierová					38	30,2	21,1				
	Krompachy, SNP	a 0	a 0	a 0	a 7,4	63	33,9	26,4	4037	3,3	0	0
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce			a 0	a 17,0	a 22	a 26,4	b 19,3				0
	Nitra, Štúrova	a 0	a 0	0	26,6	37	30,0		2017	a 1,1	0	0
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody					a 33	a 30,5	22,7				
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu			a 0	a 36,7	a 51	a 35,6	23,7	c 4109	1,6		0
	Vranov n/T, M. R. Štefánika	0	0			b 22	b 27,3	a 21,5			0	
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP 3)					2	19,3	11,6				
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň 3)					c 7	c 23,1	c 18,2				
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	c 1	c 0			c 26	c 34,4	b 28,8			0	
	Bystričany, Rozvodňa SSE	3	0			60	35,2	21,7			0	
	Handlová, Morovianska cesta	0	0			32	23,2	c 24,4			0	
	Trenčín, Hasičská	0	0	0	24,5	47	31,8	a 21,4	2288	1,3	0	0
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	0	0			a 26	a 27,1	b 20,8			0	
	Trnava, Kollárova			0	20,8	a 28	a 27,9	b 22,0	4190	a 1,5		0
	Topoľníky, Aszód, EMEP 3)					a 15	a 24,5	c 20,7				
Žilinský kraj	Martin, Jesenského			a 0	a 21,9	a 25	a 29,1	a 18,3	b 3169	a 0,6		0
	Ružomberok, Riadok	a 0	a 0			72	40,1	a 29,0			0	
	Žilina, Obežná			0	26,5	64	34,9	28,3				0

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ limitné hodnoty pre výstražné prahy

³⁾ stanice indikujú regionálnu požadovú úroveň

⁴⁾ gravimetria

Znečisťujúce látky, ktoré prekročili limitnú hodnotu sú zvýraznené hrubým písmom

Označenie výraznosti: > 90 %, ^a 75 – 90 %, ^b 50 – 75 %, ^c < 50 % platných meraní

Tab. 3.5 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia SO₂ podľa výskytu a trvania prekročenia limitnej hodnoty na varovanie, pre signál „Upozornenie“ a výstražného hraničného prahu pre signál „Regulácia“ v rokoch 2007 – 2012.

Stanica	Počet prekročení / Dĺžka trvania v hodinách									
	Signál upozornenie					Signál regulácia				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
Prievidza, Malonecpalská	1/2	0	0	0	0	1/1	0	0	0	0

Tab. 3.6 Zaradenie AMS podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) na hodnotenie pre určenie spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia za roky 2008 až 2012.

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			ročný priemer		8hod maximum		ročný priemer		
		>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH; >DMH	≤DMH	>HMH
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.							A			A						
	Bratislava, Trnavské mýto				A		A		A		A				A		A
	Bratislava, Jeséniova					A		A	A		A						
	Bratislava, Mamateyova			A	A			A	A		A						
KOŠICE	Košice, Štefánikova				A		A		A		A						A
	Košice, Amurská								A		A	A					
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.			A	A		A		A		A				A		A
	Banská Bystrica, Zelená					A		A			A						
	Zvolen, J. Alexyho							A			A	A					
	Jelšava, Jesenského							A			A	A					
	Hnúšťa, Hlavná							A			A	A					
	Žiar nad Hronom, Jilemnického							A			A	A					
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova			A	A			A	A		A				A		A
Košický kraj	Veľká Ida, Letná							A			A				A		
	Strážske, Mierová							A			A						
	Krompachy, SNP			A		A		A	A		A	A			A		A
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce					A		A	A		A						
	Nitra, J. Štúra			A		A		A			A	A			A		A
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody							A			A	A					
	Prešov, A. g. L. Svobodu					A		A			A				A		A
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika			A				A			A						
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP								A			A	A				
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň							A			A		A				
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská		A					A			A	A					
	Bystričany, Rozvodňa SSE			A				A			A						
	Handlová, Morovianska cesta			A				A			A						
	Trenčín, Hasičská			A	A		A		A		A				A		A
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova			A				A			A	A					
	Trnava, Kollárova					A		A			A				A		A
	Topoľníky, Aszód, EMEP							A			A	A					
Žilinský kraj	Martin, Jesenského					A		A			A				A		A
	Ružomberok, Riadok			A				A			A						
	Žilina, Obežná					A		A			A						

A – áno

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.	2,7	0,9	2,3	35,2
	Veľká Ida, Letná	2,2	0,8	1,7	31,1
	Krompachy, SNP	2,9	2,1	1,4	135,9
	Prievidza, Malonecpalská	6,9	0,3	0,9	8,9
	Ružomberok, Riadok	3,3	0,5	1,3	14,9

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

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	BaP
	Cieľová hodnota [ng.m ⁻³]	1,0
	Horná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]	0,6
	Dolná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³]	0,4
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	0,8
	Bratislava, Jeséniova	0,9
Slovensko	Veľká Ida, Letná	3,3
	Krompachy, SNP	2,9
	Nitra, Štúrova	0,7
	Prievidza, Malonecpalská	1,7
	Trnava, Kollárova	0,9

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 2008 až 2012.

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

A – áno

Tab. 3.10 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2012 z priemyselných staníc ostatných prevádzkovateľov - VZZO.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia							VHP ²⁾	
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		CO	SO ₂	NO ₂
		1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	8 hod ¹⁾	3 hod klzavý priemer	3 hod klzavý priemer
		Limitná hodnota [µg.m ⁻³] (počet prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	10000	500 400
BRATISLAVA	Bratislava, Pod. Biskupice	0	0	0	23.3	0	21.8	2225	0	0
	Bratislava, Vlčie Hrdlo	0	0	0	28.3	0	21.3	915	0	0
KOŠICE	Poľov	0	0	0	26.4	55	33.3	1624	0	0
Bratislavský kraj	Rovinka	0	0	0	20.3	0	20.4	801	0	0
Košícký kraj	Veľká Ida	12	3	0	36.2	59	35.7	2447	0	0
	Leles	0	0	0	9,1	73	38.5		0	0
Nitriansky kraj	Trnovec nad Váhom	0	0	0	9.8	22	24.9		0	0
Trenčiansky kraj	Oslany	0	0	0	13.1	54	33.4		0	0

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				
	2008	2009	2010	2011	2012	zima 2007–2008	zima 2008–2009	zima 2009–2010	zima 2010–2011	zima 2011–2012
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	20					20				
Horná medza na hodnotenie	12					12				
Dolná medza na hodnotenie	8					8				
Chopok, EMEP	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,2	0,6	0,6	0,5	0,4
Starina, Vodná nádrž, EMEP	1,3	1,2	1,4	1,4	1,7	2,2	1,9	2,0	2,3	2,6

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

	2008	2009	2010	2011	2012
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	30				
Horná medza na hodnotenie	24				
Dolná medza na hodnotenie	20				
Chopok, EMEP	1,8	2,2	2,5	3,0	2,7
Starina, Vodná nádrž, EMEP	4,2	3,6	3,7	4,2	4,1

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

	2008	2009	2010	2011	2012
Chopok, EMEP	3,5	4,9	4,9	5,8	5,7
Topoľníky, Aszód, EMEP	18,0	22,7	23,8	21,4	20,6
Starina, Vodná nádrž, EMEP	13,9	15,0	15,5	15,7	14,2
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	11,6	13,3	13,2	15,1	15,2

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

	Pb	As	Ni	Cd	Cu	Cr	Zn
Chopok, EMEP	1,28	0,20	0,38	0,04	1,35	0,72	5,44
Topoľníky, Aszód, EMEP	9,71	1,15	0,76	0,28	3,36	1,27	23,49
Starina, Vodná nádrž, EMEP	6,08	0,64	3,57	0,20	1,77	7,05	12,97
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	5,83	0,62	0,72	0,18	2,16	1,19	14,13

Tab. 3.15 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín (ppb) – Starina 2012

etán	etén	propán	propén	i-bután	n-bután	acetylén	i-pentán	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén
2,125	0,840	0,813	0,351	0,479	0,383	0,266	0,171	0,087	0,134	0,081	0,133

4 PRÍZEMNÝ OZÓN

Výsledky výskumu z posledných rokov viedli k významným zmenám v interpretácii problematiky troposférického ozónu v Európe. Štúdie jednoznačne dokumentujú uplatnenie veľkorozmerových procesov (prenos na veľké vzdialenosti, vertikálna výmena, vzťah ozón – klíma a iné) pri formovaní lokálnej úrovne prízemného ozónu. Ozón, resp. jeho prekurzory prenesené horizontálne z mimoeurópskych zdrojov, ďalej ozón prenesený vertikálne z voľnej troposféry a ozón pochádzajúci z prirodzených zdrojov (izoprén a terpény z lesov, ich emisie závisia hlavne od teploty) samotná európska environmentálna politika už ovplyvniť nemôže. Dokladom toho je skutočnosť, že Európa za posledných 20 rokov masívne (o cca 40 %) znížila emisie prekurzorov ozónu (NO_x , NMVOC, CO) bez zodpovedajúcej odozvy na úroveň prízemného ozónu. V období 1990–2010 poklesla antropogénna emisia prekurzorov ozónu na Slovensku: NMVOC z 136 kt na 62 kt; NO_x z 226 kt na 89 kt a CO z 515 kt na 221 kt.

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 veľkomeradlovými procesmi (diaľkový prenos a vertikálne premiešavanie ozónu a jeho prekurzorov). Denný chod rýchlosti vetra a vertikálne premiešavanie, slnečné žiarenie, teplota vzduchu, konvekcia, termálna cirkulácia v členitom teréne a depozícia na povrch sú veľmi významné faktory v ozónovom cykle. Výsledky rozsiahleho monitoringu potvrdili existenciu zóny s akumulovaným ozónom v hornej časti hraničnej vrstvy atmosféry nad priemyslovými kontinentmi (napr. projekty EUROTRAC v Európe, NARSTO v USA). Táto regionálna akumulácia často predstavuje hlavnú frakciu koncentrácie prízemného ozónu v dňoch, v ktorých sú prekročené limitné hodnoty.

V rámci projektu EUROTRAC-2 sa prvý krát kvantifikoval prenos ozónu a jeho prekurzorov 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. Potvrďuje 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 prekursor 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 prekursor zo vzdialených zdrojov (transportované synoptickou cirkuláciou) môžu splynúť s údolnou cirkuláciou a významne prispieť k lokálnej úrovni koncentrácií.

4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní

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

Počet chýbajúcich meraní bol v roku 2012 na väčšine staníc nižší ako 5 %, vyššia poruchovosť bola na staniciach Jelšava, Nitra Janíkovce a Topoľníky (tab. 4.1).

Obr. 4.1 Sieť monitorovacích staníc prízemného ozónu SHMÚ (stav v r. 2012)



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

Stanica	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bratislava, Jeséniova	3,0	2,5	2,2	5,8	16,8	0,6	1,64	0,1	0,2	1,3	1,6
Bratislava, Mamateyova	1,6	3,6	2,7	6,3	2,3	0,8	1,07	7,2	6,2	4,9	3,9
Košice, Ďumbierska	4,1	1,4	0,5	8,6	44,4	1,1	0,14	2,1	0,4	0,1	3,3
Banská Bystrica, Zelená								42,5	0,03	0,1	0,6
Jelšava, Jesenského	8,2	4,1	0	0,3	8,2	5,0	0,13	3,0	2,8	61,6	73,1
Kojšovská hoľa	1,1	9,9	1,1	9,9	6,3	0,7	1,98	0,1	14,2	2,5	4,2
Nitra, Janíkovce								13,7	22,5	63,3	11,8
Humenné, Nám. slobody	2,5	1,9	0,3	0,3	10,3	9,5	0,47	0,1	3,8	7,5	0,7
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	0,8	4,7	0,5	0,3	10,9	0,2	0,31	0,6	0,4	2,2	3,2
Gánovce, Meteo. st.	4,7	1,4	24,9	15,9	7,8	0,01	1,71	0,1	0,4	0,2	2,4
Starina, Vodná nádrž, EMEP	0,5	2,2	17,3	7,1	24,8	6,6	2,56	0,8	0,1	0,2	1,6
Prievidza, Malonecpalská						1,9	0,40	3,4	0,5	4,6	1,9
Topoľníky, Aszód, EMEP	1,1	1,4	3,6	6,6	1,7	1,4	0,59	0,6	2,9	-	18,9
Chopok, EMEP	6,0	45,5	9,6	1,9	29,0	1,0	1,67	0,3	2,6	2,2	3,4
Žilina, Obežná	6,8	2,7	0,3	0,5	0,5	1,0	0,05	1,5	0,1	0,4	3,1

-dlhodobá porucha

Tab. 4.2 Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g.m}^{-3}$] v rokoch 2002 – 2012.

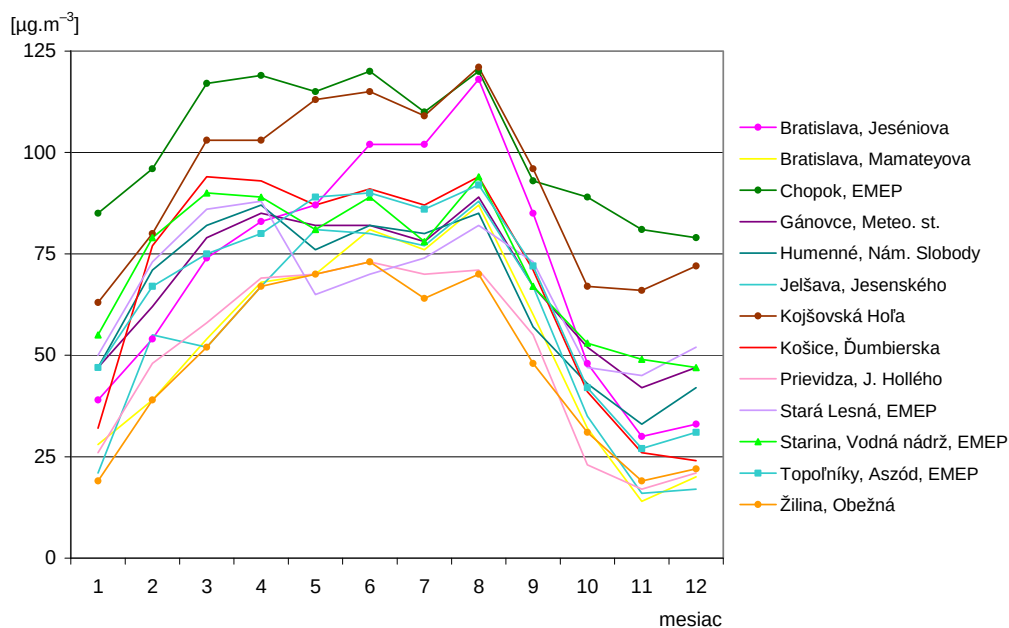
Stanica	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bratislava, Jeséniova	56	71	64	68 ^a	66	59	59	60	61	63	65
Bratislava, Mamateyova	49	53	48	53	50	49	48	48	46	51	53
Košice, Ďumbierska	64	68	60	67 ^b	49	57	56	81	63	73	62
Banská Bystrica, Zelená								^b 53	56	60	66
Jelšava, Jesenského	48	55	51	52	55	56	51	49	44 ^c	-	-
Kojšovská hoľa	86	91	86	86	84	79	76	85 ^a	90	87	82
Nitra, Janíkovce								^a 74	^a 53	-	^a 62
Humenné, Nám. slobody	56	66	58	60 ^a	62	56	55	59	53	53	55
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	56	67	62	70 ^a	73	68	74	61	67	65	63
Gánovce, Meteo. st.	59	68 ^a	66 ^a	67	68	60	65	62	63	64	66
Starina, Vodná nádrž, EMEP	64	73 ^a	66 ^a	66 ^b	62	62	59	58	51	59	60
Prievidza, Malonecpalská						48	53	50	49	51	52
Topoľníky, Aszód, EMEP	47	67	59	60	60	58	60	59	55	-	^a 59
Chopok, EMEP	97 ^b	109	91	95 ^b	96	91	92	90	87	96	93
Žilina, Obežná	46	48	42	41	44	44	46	48	47	48	49
Priemer	56	65	59	61	60	62	61	62	59	61	63

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

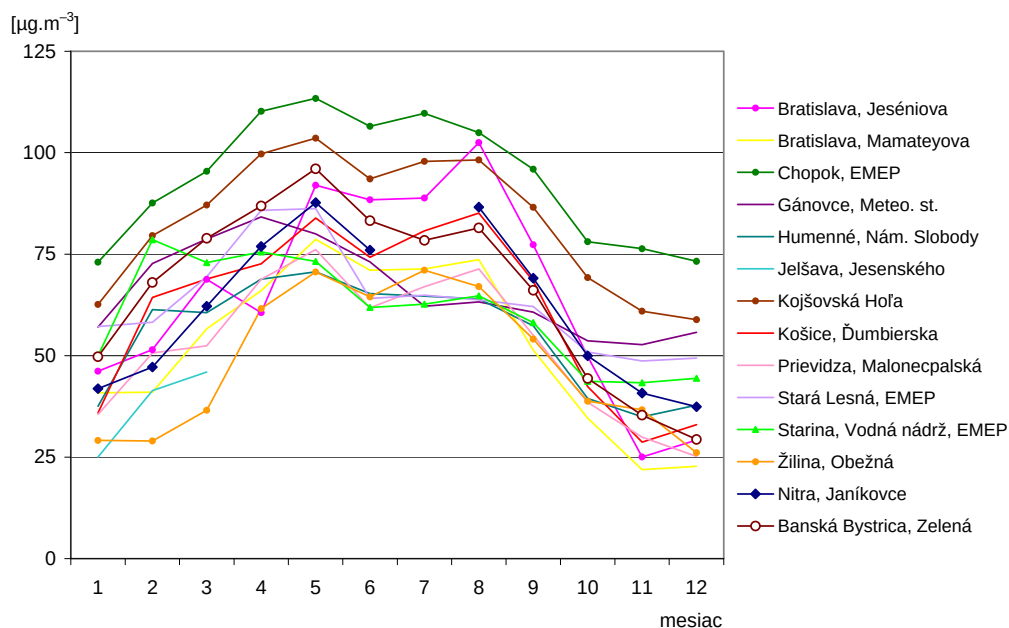
V tabuľke 4.2 sú zhrnuté priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu zo všetkých staníc NMSKO za obdobie 2002 až 2012. Celosieťový priemer z roku 2003 je najvyšší za celé toto obdobie. Ročné priemery nenaznačujú žiaden dlhodobý trend. Referenčná hodnota ročného priemeru pre ochranu materiálov $40 \mu\text{g.m}^{-3}$ 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 2012 (obr. 4.3).

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



Obr. 4.3 Priemerné mesačné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g.m}^{-3}$] na Slovensku v roku 2012.



Tabuľka 4.3 uvádza počty dní, v ktorých bola prekročená priemerná 8h koncentrácia prízemného ozónu $120 \mu\text{g.m}^{-3}$ za obdobie 2010–2012, 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 deviatich staniciach, najviac na vysokohorských staniciach Chopok (59 dní) a Kojšovská hoľa (50 dní). Počet prekročení informačného prahu (IP) pre signál „Upozornenie“ (1 h koncentrácie $180 \mu\text{g.m}^{-3}$) a výstražného prahu (VP) pre signál „Výstraha“ (1 h koncentrácie $240 \mu\text{g.m}^{-3}$) uvádza tabuľka 4.4. Prahová koncentrácia pre varovanie obyvateľstva v roku 2012 nebola prekročená. V roku 2012, v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi sa nevyskytli prekročenia prahovej koncentrácie pre informáciu obyvateľstva.

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

Stanica	2010	2011	2012	Priemer 2010 – 12
Bratislava, Jeséniova	24	24	48	32
Bratislava, Mamateyova	21	27	35	28
Košice, Ďumbierska	14	70	25	36
Banská Bystrica, Zelená	17	32	53	34
Jelšava, Jesenského	4	^c 13	^c -	
Kojšovská hoľa	^a 55	58	37	50
Nitra, Janíkovce	^a 16	^c -	^a 43	30
Humenné, Nám. slobody	8	10	10	9
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	15	17	14	15
Gánovce, Meteo. st.	7	25	12	15
Starina, Vodná nádrž, EMEP	2	7	7	5
Prievidza, Malonecpalská	9	14	12	12
Topoľníky, Aszód, EMEP	23	^c -	^a 31	27
Chopok, EMEP	36	68	74	59
Žilina, Obežná	20	34	34	29

 viac ako 90 %, ^a 75 – 90 %, ^b 50 – 75 %, ^c menej ako 50 % platných meraní
-dlhodobá porucha analyzátoru

Tab. 4.4 Počet prekročení (v hodinách) informačného prahu (IP) a výstražného prahu (VP) prízemného ozónu pre upozornenie a varovanie obyvateľstva.

Stanica	IP _{1h} = $180 \mu\text{g.m}^{-3}$			VP _{1h} = $240 \mu\text{g.m}^{-3}$		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Bratislava, Jeséniova	39	3	0	12	0	0
Bratislava, Mamateyova	3	0	0	0	0	0
Košice, Ďumbierska	0	0	0	0	0	0
Banská Bystrica, Zelená	0	0	0	0	0	0
Jelšava, Jesenského	0	^c 0	^c 0	0	^c 0	^c 0
Kojšovská hoľa	^a 0	0	0	^a 0	0	0
Nitra, Janíkovce	^a 0	-	^a 0	^a 0	-	^a 0
Humenné, Nám. slobody	0	0	0	0	0	0
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	0	0	0	0	0	0
Gánovce, Meteo. st.	0	0	0	0	0	0
Starina, Vodná nádrž, EMEP	0	0	0	0	0	0
Prievidza, Malonecpalská	0	0	0	0	0	0
Topoľníky, Aszód, EMEP	0	-	^a 0	0	-	^a 0
Chopok, EMEP	0	0	0	0	0	0
Žilina, Obežná	0	0	0	0	0	0

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

Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie sa nachádzajú v tabuľke 4.5. AOT40 je suma prekročení úrovne $80 \mu\text{g.m}^{-3}$ z 1h koncentrácií počas dňa (od 8 00 do 20 00 h SEČ) od 1. mája do 31. júla. Cieľová hodnota je $18\,000 \mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$ (priemer za 5 rokov). Táto hodnota bola v priemere za roky 2008 – 2012 prekročená na siedmich 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 $20\,000 \mu\text{g.m}^{-3}.\text{h}$. Táto hodnota platí len pre predmestské, vidiecke a pozadové 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	2010	2011	2012	Priemer 2008–12
Bratislava, Jeséniova	21253	17584	24255	20300
Bratislava, Mamateyova	14712	16534	19200	16764
Košice, Ďumbierska	12496	29975	18487	22399
Banská Bystrica, Zelená	15110	19748	27387	20748
Jelšava, Jesenského	8542	24358	—	13896
Kojšovská hoľa	23077	25597	20181	22788
Nitra, Janíkovce	12991	—	25206	23436
Humenné, Nám. slobody	9606	17635	13214	15866
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	12894	15314	12607	14439
Gánovce, Meteo. st.	12786	19025	11819	15438
Starina, Vodná nádrž, EMEP	5107	10153	9320	10289
Prievidza, Malonecpalská	11874	13961	16014	14289
Topoľníky, Aszód, EMEP	16764	—	14871	19390
Chopok, EMEP	20815	29298	30666	28169
Žilina, Obežná	16248	17661	20120	17922

-dlhodobá porucha analyzátora

*stanica nemerala dostatočný počet rokov

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	2009	2010	2011	2012
Bratislava, Jeséniova	36825	30188	32947	41517
Bratislava, Mamateyova	29137	22298	29167	33720
Košice, Ďumbierska	80619	24329	56836	33465
Banská Bystrica, Zelená	32426	26376	38620	47950
Jelšava, Jesenského	30320	16869	49427	—
Kojšovská hoľa	53961	44866	48494	40121
Nitra, Janíkovce	65796	20111	—	46148
Humenné, Nám. slobody	45321	20319	29133	25546
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	25253	24833	27713	24956
Gánovce, Meteo. st.	27766	23406	34819	23720
Starina, Vodná nádrž, EMEP	31460	11059	19769	19990
Prievidza, Malonecpalská	27027	18393	25989	28026
Topoľníky, Aszód, EMEP	41658	26451	—	31137
Chopok, EMEP	51943	38550	52742	56922
Žilina, Obežná	37040	26240	32515	35095

— stanica v sledovanom období nemerala, resp. 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 prekursorov ozónu za posledné roky neprinieslo zníženie úrovne koncentrácií prízemného ozónu na území Slovenska. Niektoré charakteristiky koncentrácií prízemného ozónu v 2012 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 pozad'ových koncentrácií NO₂.
3. Výsledky výpočtov pomocou holandského modelu LOTOS-EUROS pre roky 1999 a 2003 (vždy pre dva varianty – so slovenskými a bez slovenských antropogénnych emisií prekursorov ozónu) poukázali na veľmi malý vplyv Slovenska na stredoeurópsku úroveň koncentrácií prízemného ozónu.
4. Veľmi sporadické prekračovanie informačného (180 µg.m⁻³) a výstražného (240 µg.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. Pozad'ová úroveň koncentrácií by sa nezmenila.

5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31.12.2012

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 plynných 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 zahrňuje 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 ostávajúce znečisťujúce látky sa porovnali výsledky modelových výpočtov len s hodnotami zo staníc AMS v dvoch aglomeráciách, nakoľko pre ostávajúce mestá nie sú k dispozícii dostatočné informácie o intenzite automobilovej dopravy.

Štruktúra programu:

- 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 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 zvolit' EXCEL, resp. výstupy v binárnom alebo ASCII kóde.

Anizotropna 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, prekročovanie limitov, ...).
- Vypočítané hodnoty ľubovoľne zadanej charakteristiky kvality ovzdušia pre zvolené referenčné body na následné tabuľkové spracovanie (priemery, prekročovanie 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 2012 budú k dispozícii až v septembri 2013, modelové výpočty budú vždy uvedené s ročným sklzom. V prípade prízemného ozónu (O₃), suspendovaných častíc PM₁₀, olova (Pb), arzenu (As), kadmia (Cd), niklu (Ni) a benzo(a)pyrénu (B(a)P) 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 2012.

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 pozadňových staníc NMSKO s programom EMEP. Výsledky meraní z NMSKO slúžia na validáciu modelových výpočtov.

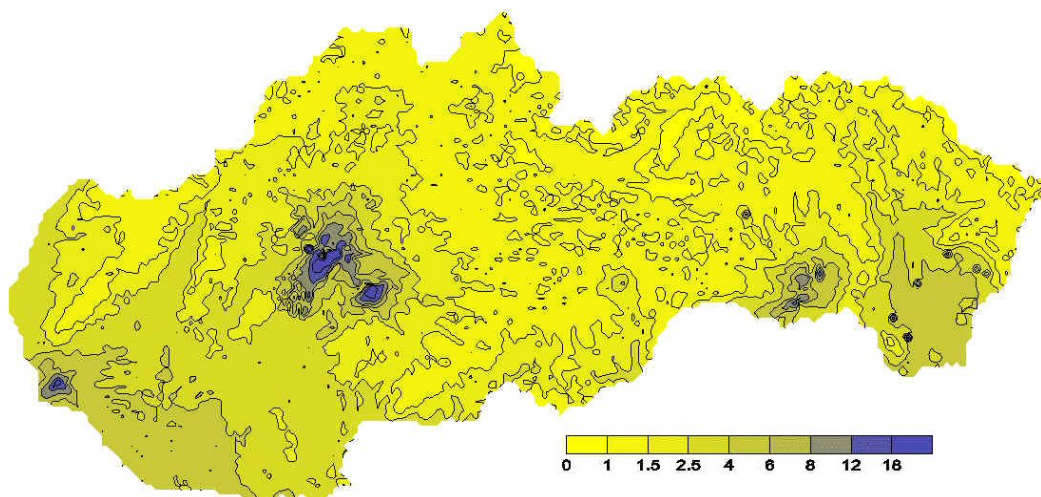
Emisie – Zo zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým, ktoré patria do skupiny veľkých a stredných zdrojov bolo do modelových výpočtov zaradených 220 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 5 113 (v roku 2004 okolo 8 000) evidovaných v databázovom systéme NEIS. Z celkového počtu komínov len v prípade 240 (v roku 2006 to bolo 898) je celoročná emisia je nad 1 t. Z uvedeného je zrejmý, že aj v roku 2011 (obdobne ako už to bolo v roku 2010) je výrazný podiel komínov (výduchov), ktoré majú malý ročný emisný tok. V roku 2011 pozorujeme mierny pokles evidovaných zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým v porovnaní s rokom 2010. Emisie z 220 komínov vstupujúcich do modelového výpočtu reprezentujú až 98,5 % (64 162) emisií z veľkých a stredných zdrojov (65 149 t) v roku 2011. Z tohto množstva štyri dominantné zdroje predstavujú okolo 78,3 % podiel – ENO (Elektrárne Nováky) 60,7 %, U.S. Steel Košice 11,8 %, CM European power Slovakia 8,8 %, Slovnaft Bratislava 2,4 % a Slovalco, a.s., Žiar nad Hronom 3,4 %. U zdroja znečisťovania ovzdušia U.S. Steel Košice v roku 2011 bolo zaznamenané mierne zníženie a u zdroja ENO (Elektrárne Nováky) bol zaznamenaný nárast celkovej emisie oxidu siričitého v porovnaní s rokom 2010. Malé zdroje znečisťovania (hlavne domáce vykurovacie systémy) sa podieľali na celkovej emisii oxidu siričitého v roku 2011 cca 4,53 % (3102 t). V modelových výpočtoch boli malé zdroje ako aj stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované 33 plošnými zdrojmi.

Imisie – Modelový výpočet (CEMOD) potvrdil obmedzenie plochy prekročení krátkodobých koncentrácií len na územie okresu Prievidza. Prekročenie 1 hodinovej limitnej hodnoty bolo zaznamenané na stanici Prievidza (10-krát), Bystričany (1-krát) a Handlová (3-krát), je však z pohľadu prípustnosti prekročenia tejto limitnej hodnoty (prípustné 24 prekročenia) tolerované. Prekročenie 24 hodinovej limitnej hodnoty bolo zaznamenané na tých istých staniaciach (2, 1, resp. 1-krát). Tieto 24-hodinové prekročenia limitnej hodnoty sú z pohľadu prístupnosti (povolený počet 3) tolerované. Rok 2011 bol z pohľadu rozptylových podmienok znečisťujúcich látok v ovzduší menej priaznivý rok ako rok 2010, čo sa prejavilo aj na celoplošnom zvýšení hodnôt hodinových a 24-hodinových percentilov. Pričom, celoplošne k zvýšeniu priemerných ročných koncentrácií nedošlo. Nepriaznivé podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší

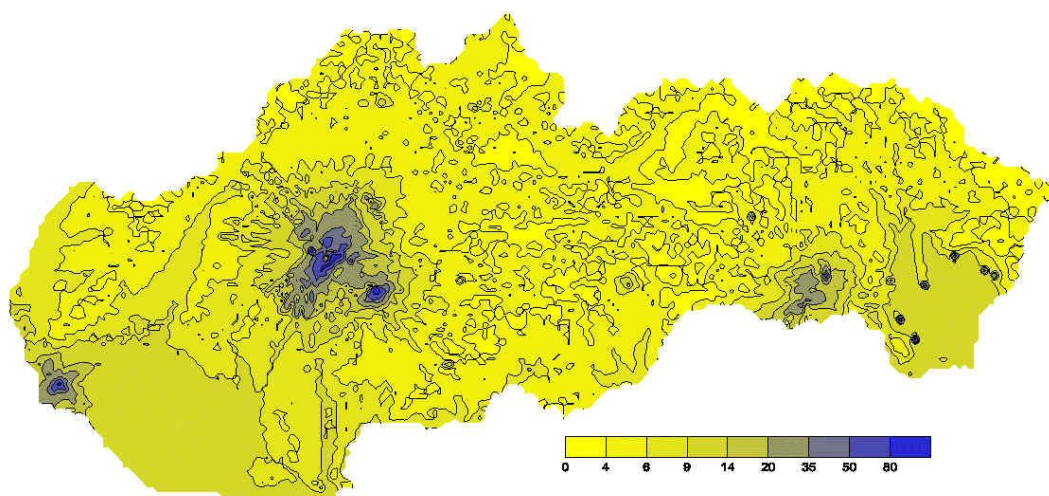
sa prejavili významne v prípade krátkodobých koncentrácií - zrejme to súvisí s pozorovanými extrémnymi výkyvmi, resp. zmenami meteorologických situácií počas roka.

Z obrázkov 5.1 až 5.3 je zjavné, že najviac zaťažené oblasti čo do rozlohy v súlade s emisiami sú lokality najvýznamnejších (najvýdatnejších) zdrojov znečisťovania oxidom siričitým. V ostatných lokalitách (osídlených) v prípade hodinových percentilov sú hodnoty pod 20 % limitnej hodnoty a v niektorých lokalitách dokonca pod 10 %. Priemerné ročné koncentrácie oxidu siričitého sa môžu v dôsledku lokálnych podmienok pre rozptyl v niektorých miestach priblížiť hodnote $20 \mu\text{g.m}^{-3}$, čo je limitná hodnota pre ochranu ekosystémov. Rozloha plôch so zvýšenými hodnotami sa podľa modelových výpočtov z roka na rok výrazne zmenšovala do roku 2010. V roku 2011 pozorujeme nárast rozlohy plôch so zvýšenými hodnotami. Lokalizácia týchto plôch zodpovedá lokalitám dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia touto znečisťujúcou látkou (ENO, U.S. Steel a Slovnaft) a niektorých zdrojov znečisťovania ovzdušia vo Východoslovenskom regióne s obmedzeným dosahom.

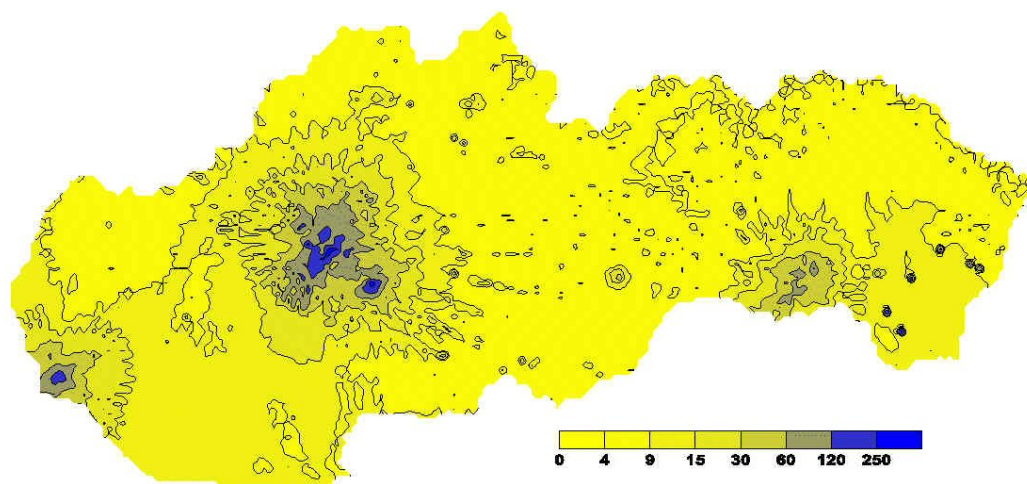
Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia SO_2 [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2011.



Obr. 5.2 99,2 percentil priemernej dennej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2011.



Obr. 5.3 99,7 percentil priemernej hodinovej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2011.



Tab. 5.1 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid siričitý (SO_2) v sieti NMSKO SR za rok 2011 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	10,7	8,0	-25	46,8	29	-38	122,0	88	-28
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	7,8	8,1	4	23,3	20	-14	33,5	35	4
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	6,2	5,2	-17	13,1	13	-1	25,7	29	13
Košický kraj	Krompachy, SNP	11,8	9,2	-22	18,8	24	28	33,9	50	47
Prešovský kraj	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	5,3	6,5	23	15,6	16	3	42,5	24	-44
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	14,6	12,0	-18	60,6	41	-32	221,0	103	-53
	Bystričany, Rozvodňa SSE	11,5	16,0	39	59,0	68	15	196,0	164	-16
	Handlová, Morovianska cesta	18,2	16,7	-8	60,9	45	-26	194,0	119	-39
	Trenčín, Hasičská	5,2	5,5	5	19,2	11	-43	32,1	17	-47
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	6,4	7,1	11	22,9	14	-39	34,3	25	-27
Žilinský kraj	Ružomberok, Riadok	7,1	6,1	-14	20,0	14	-30	34,2	28	-18

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 obtiažnejšie, čím je táto hodnota menšia. Platí to hlavne v prípade priemerných ročných koncentrácií, keď absolútny rozdiel $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ predstavuje percentuálny podiel až 15 % (čo je bežná tolerancia pre meracie prístroje). Pričom predpísaná úspešnosť pre modelový odhad je 30 %! Na druhej strane, nesúlad medzi nameranými a vypočítanými hodnotami priemernej ročnej koncentrácie poukazuje na existenciu nevidovaných zdrojov (napr. fugitívne) alebo miestne špecifiká, ktoré je veľmi obtiažne modelovo simulovať. Rozdiel merania a modelového výpočtu v prípade priemernej ročnej koncentrácie na stanici Bystričany, Rozvodňa SSE dáva hodnotu nad predpísanú neistotu (30 %). Na tejto stanici nameraná hodnota priemernej ročnej koncentrácie bola na úrovni nameranej hodnoty na stanici Bratislava, Mamateyova. Na druhej strane, percentily nameraných krátkodobých koncentrácií na stanici Bystričany sú na úrovni staníc Prievidza a Handlová. Kalibráciou modelových výpočtov možno určiť podiel týchto nevidovaných zdrojov na celkovom znečistení ovzdušia.

Priemerná ročná požadovaná koncentrácia nameraná v roku 2011 mala na vidieckych pozad'ových staniciach NMSKO s programom EMEP hodnotu menej ako $1,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje podiel do 7 % z limitnej hodnoty. V ostatných rokoch pozorovaný takmer sústavný pokles tejto hodnoty sa v roku 2011 pokračuje po stagnácii v roku 2010. V roku 2011 úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v porovnaní s rokom 2010 celoplošne mierne vzrástla.

Oxid dusičitý, oxidy dusíka – NO₂, NO_x

Pre plošné hodnotenie úrovne koncentrácií NO₂ sa tiež používa model CEMOD. Postup je rovnaký ako pri SO₂. Model však zohľadňuje transformácie NO na NO₂ 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 známy parameter používaný v modeloch ako „land use“. Emisné vstupné údaje pre stacionárne zdroje sú z databázy NEIS a bol určený ročný chod emisných tokov zo stacionárnych zdrojov rôznych typov (celoročná, sezónna prevádzka, energetika atď.). Ďalej sa použili výsledky sčítania dopravy z roku 2005 a 2010 (vykonáva sa každých 5 rokov) uverejnené Slovenskou správou ciest, resp. odborné odhady parametrov dopravy na úsekoch bez spočítania dopravy na základe intenzít z predchádzajúcich rokov. Pre mobilné zdroje sa používa pre každý rok tzv. medziročný koeficient nárastu dopravy. Ako doplnkové údaje pri priestorovom hodnotení územia slúžia výsledky meraní oxidu dusičitého z vidieckych pozadňových staníc NMSKO s programom EMEP. Výsledky meraní automatických monitorovacích staníc sa využívajú pri validácii modelových výpočtov.

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. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom dusičitým spadajúcich do skupiny veľké a stredné zdroje bolo do modelových výpočtov zaradených 711 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 204 v roku 2011. Tento zredukovaný počet reprezentuje až 95,5 % (33 359 t) z celkového množstva 34 915 t. Z tohto celkového množstva dva dominantné zdroje predstavujú takmer 30 % podiel (ENO 12,1 %, U.S. Steel 16,3 %. Ďalších takmer 7 % prispievajú kompresorové stanice plynárenského priemyslu. Emisie oxidov dusíka nie sú až tak výrazne záležitosťou niekoľkých dominantných zdrojov ako v prípade oxidu siričitého. Dokazuje to aj počet komínov (výduchov) zaradených do modelových výpočtov. Väčšiu časť zvyšného podielu predstavujú lokálne vykurovacie systémy. Malé zdroje znečisťovania (hlavne domáce vykurovacie systémy) sa podieľali na celkovej emisii oxidu dusičitého zo všetkých stacionárnych zdrojov cca 26 %. V modelových výpočtoch pre kalibráciu modelu boli malé, stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované plošnými zdrojmi, obdobne aj vplyv automobilovej dopravy pre lokality s nekompletnou informáciou o intenzite dopravy a blízkyh parkovísk.

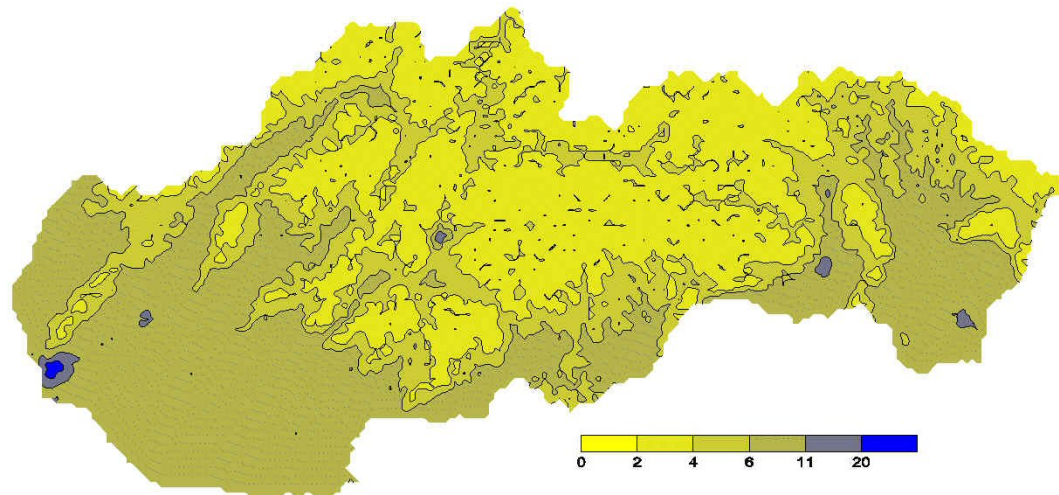
Imisie – Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie pre oxid dusičitý bola v roku 2011 prekročená na staniciach Bratislava, Trnavské mýto, Nitra, Štúrova a Banská Bystrica, Štefánikova nábrežie. V roku 2011 vidíme mierny nárast priemernej ročnej koncentrácie na stanici Bratislava, Trnavské mýto a na staniciach Malacky, Sasinkova Nitra, Janíkovce významnejší nárast v porovnaní s rokom 2010. Na staniciach Banská Bystrica, Štefánikova nábrežie a Trnava, Kolárova mierny pokles a na stanici Žilina, Obežná výrazný pokles priemerných ročných koncentrácií v porovnaní s rokom 2010. V Nitre bola premiestnená meracia stanica na Štúrovu a bola nameraná vyššia koncentrácia ako na stanici Janka Kráľa v roku 2010. V roku 2011 bolo zaznamenaných v prípade priemerných hodinových koncentrácií limitná hodnota na staniciach Banskej Bystrica, Štefánikovo nábrežie (8-krát), Bratislava, Trnavské Mýto (1-krát), Nitra, Štúrova (4-krát) a Nitra, Janíkovce (3-krát), ktoré sú však z pohľadu prípustnosti prekročenia tejto limitnej hodnoty (prípustných je 18 prekročení) ešte tolerované. Na uvedených staniciach boli zaznamenané aj najvyššie percentily hodinových údajov v roku 2011 v sieti staníc NMSKO. V prípade hodinových koncentrácií po zohľadnení prípustných prekročení bola prekročená horná medza na hodnotenie kvality ovzdušia na troch staniciach a dolná medza na piatich staniciach. Najvýraznejšie prekročenie hornej medze tejto hodnoty v roku 2011 bolo práve na stanici Banská Bystrica, Štefánikova nábrežie (180). V roku 2011 pozorujeme na staniciach NMSKO celoplošne mierny nárast s porovnaním s rokom 2010.

Modelové výpočty pre priemernú ročnú koncentráciu boli okrem oxidu dusičitého (NO_2) vykonané aj pre oxidy dusíka (NO_x), ktoré sú ako znečisťujúca látka hlavným ukazovateľom pre ochranu vegetácie. Obdobne ako pre priemernú ročnú koncentráciu SO_2 má to len informatívnu hodnotu, nakoľko táto hodnota ako limitná platí len pre vegetáciu. Modelové výpočty, ako aj namerané údaje pre NO_x uvedené v tabuľke 5.2. slúžia len pre overenie funkčnosti modelu CEMOD, 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 (NO_2) v NMSKO SR za rok 2011 a ich percentuálny rozdiel [%].

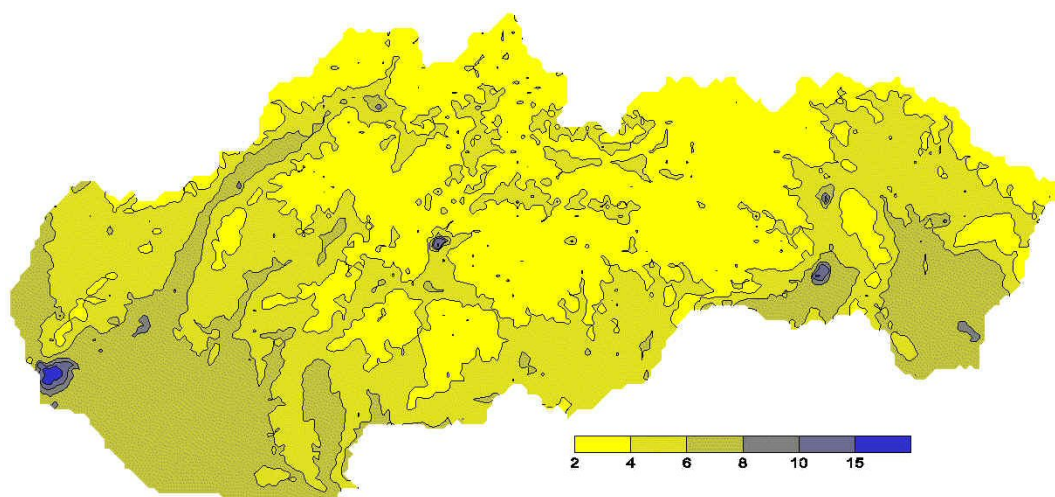
AGLOMERÁCIA/ Zóna	Stanica	(NO ₂) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]			99,8-percentil z 1 hodinových údajov oxidu dusičitého		
		AMS	CEMOD	%	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	51,2	41,7	169,1	-19	186	10
	Bratislava, Jeseniova	14,3	14,5	76	1	72	-5
	Bratislava, Mamateyova	22,2	20,4	117	-8	87	-26
KOŠICE	Košice, Štefánikova	32,7	29,8	136	-9	134	-1
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	56,3	45,7	180	-19	302	68
	Banská Bystrica, Zelená	9,8	11,2	61	14	51	-16
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	30,3	23,7	106	-22	107	1
Košický kraj	Krompachy, SNP	15,8	16,5	61	5	76	25
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	47,3	34,9	174	-26	171	-2
	Nitra, Janíkovce	14,6	12,9	123	-12	52	-58
Prešovský kraj	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu	36,4	28,9	98	-21	122	24
Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	32,3	33,7	109	4	134	23
Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	22,4	17,6	93	-21	93	0
Žilinský kraj	Martin, Jesenského	25,5	19,8	96	-22	79	-18
	Žilina, Obežná	30,0	22,6	114	-25	116	2

Obr. 5.4 Priemerná ročná koncentrácia NO_x [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2011.

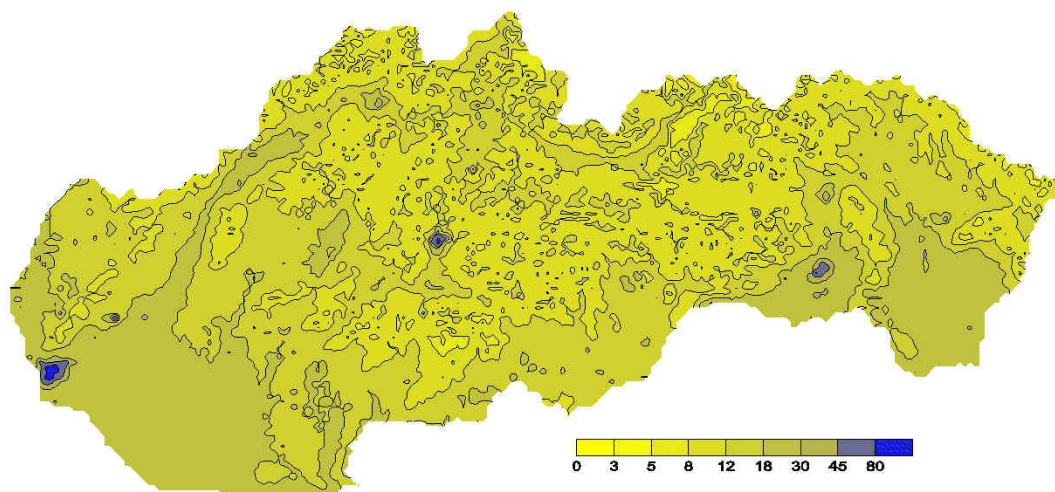


Na obrázkoch 5.4 až 5.6 je uvedené celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií oxidu dusičitého, ako aj oxidov dusíka. V prípade oxidu dusičitého vplyv mobilných zdrojov (cestná sieť) celoplošne vidieť len nevýrazne v dôsledku postupnej transformácie emitovaného oxidu dusnatého na oxid dusičitý, čo je funkciou času, resp. v dôsledku rozptylu a prúdenia vzduchu funkciou vzdialenosti. V prípade oxidov dusíka (NO_x) tento obraz je výraznejší (predpoklad okamžitej transformácie - okamžitá hodnota). V oboch prípadoch sa prejavuje aj vplyv stacionárnych zdrojov a pozadia. 1 km krok siete uzlových bodov neumožňuje detailnejšie znázornenie. Obdobne to platí aj pre priemerné hodinové koncentrácie oxidu dusičitého.

Obr. 5.5 Priemerná ročná koncentrácia NO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2011 na území Slovenskej republiky.



Obr. 5.6 99,8 percentil hodinovej koncentrácie NO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2011.



Priemerná ročná pozad'ová koncentrácia nameraná v roku 2011 mala hodnotu na staniciach NMSKO s programom EMEP do $4,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje podiel do 14 % z limitnej hodnoty pre ochranu vegetácie.

Oxid uhoľnatý – CO

Pre plošné hodnotenie úrovně koncentrácií CO sa tiež používa model CEMOD obdobne ako pre oxidy dusíka. Postup je rovnaký ako sme to opísali v kapitole pre NO_2 . Model však počíta jedine maximálne 8 hodinové klzavé 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.

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-IV 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).

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 parkovísk.

Celkové emisie oxidu uhoľnatého z veľkých a stredných stacionárnych zdrojov v roku 2011 použité pre modelový výpočet boli 141 294 t. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom uhoľnatým, ktoré spadajú do skupiny veľké a stredné zdroje, bolo do modelových výpočtov zaradených 185 komínov (výduchov) z celkového počtu až 9 015. Tento zredukovaný počet reprezentuje takmer 97 % z celkového emitovaného množstva v roku 2011. Z množstva pre modelový výpočet dva dominantné zdroje predstavujú takmer 80,3 % – podiel U.S. Steel s.r.o. Košice, 70,7 % a Slovalco a.s., Žiar nad Hronom 9,6 %. Ďalšími významnejším prispievateľom je metalurgia a výroba cementu a vápna.

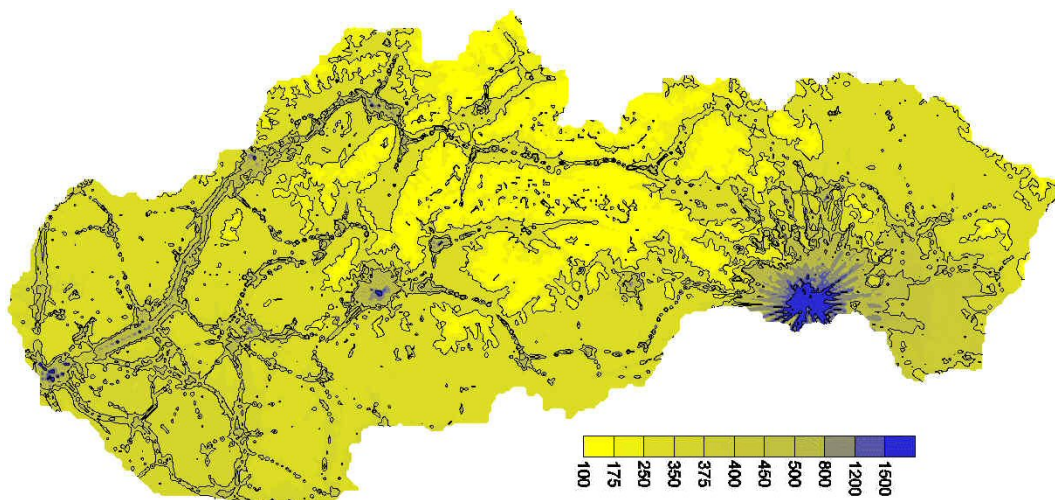
Tab. 5.3 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid uhoľnatý (CO) v sieti NMSKO SR za rok 2011 a ich percentuálny rozdiel [%].

		(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	3574	3693	3	Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	2223	2087	-6
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	2592	2411	-7	Prešovský kraj	Prešov, Arm. g. L. Svobodu	2070	2100	1
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	2312	2068	-11	Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	2863	2221	-22
Košický kraj	Veľká Ida, Letná	2365	2876	22	Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	3061	2414	-21
	Krompachy, SNP	3030	2607	-14	Žilinský kraj	Martin, Jesenského	2747	3306	20

Imisie – Pre oxid uhoľnatý v roku 2011 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. 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 obtiažne to výstižnejšie zobrazit'. V bratislavskej aglomerácii v dôsledku vysokej koncentrácie automobilovej dopravy vidieť zvýšenú zaťaženosť kvality ovzdušia touto znečisťujúcou látkou. Zvýšený vplyv na úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým bol zaznamenaný aj na staniciach v Trnave a v Krompachoch, kde sa výraznejšie prejavuje lokálny charakter automobilovej dopravy. V oblasti lokality zdroja U.S. Steel, Košice vidieť prevládajúcu dominantnosť tohto zdroja nad mobilnými a vidieť vplyv tohto zdroja aj na väčšie vzdialenosti.

Priemerná ročná požadovaná koncentrácia odhadovaná pre rok 2011 mala hodnotu asi 150 až $350\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 5.7 Maximálne denné 8-hodinové kľzavé priemerné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] oxidu uhoľnatého (CO), rok 2011.



Benzén

Pre benzén v roku 2010 bola prekročená dolná medza na hodnotenie ($2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) kvality ovzdušia na troch staniciach. Horná medza na hodnotenie ($3,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) nebola prekročená. V roku 2011 v činnosti bolo 10 analyzátorov BTX, čo v porovnaní s rokom 2005 (4 analyzátory) znamená výrazný nárast. Vzhľadom na vysokú potenciálnu nebezpečnosť tejto látky na 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. V modelových výpočtoch boli fugitívne emisie a známe lokálne vplyvy reprezentované 23 plošnými zdrojmi.

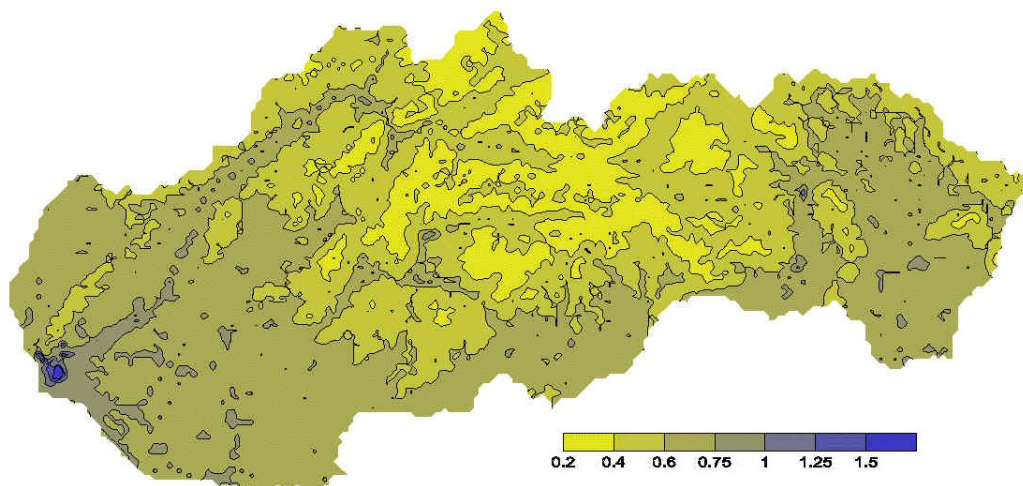
Emisie – V roku 2011 evidované stacionárne zdroje emitovali benzén do ovzdušia v celkovom množstve 64 t (je to výrazný pokles v porovnaní s rokom 2010). Z tohto množstva 97,2 % emitovali len tri zdroje a to Slovnaft a.s., Bratislava (60,3 %), a U.S. Steel Košice s.r.o., Košice (17,0 %) a Slovnaft Petrochemicals, s.r.o. (19,8 %). 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 2011 predstavujú asi stokrát viac ako množstvo 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 zřejmé, 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 modelované pre 3 258 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 401 km obdobne ako pre oxid uhoľnatý. Pre modelový výpočet, okrem pravidelnej cestnej siete, sme použili plošné zdroje ako vplyv automobilovej dopravy mimo hlavnej cestnej siete, blízkyh parkovísk a čerpacích staníc pohonných hmôt pre kalibráciu modelu na základe nameraných hodnôt.

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 $0.1 \mu\text{g.m}^{-3}$ 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 napriek intenzívnej automobilovej doprave sa prejavuje vplyv dominantných stacionárnych zdrojov (Slovnaft). Pozad'ová koncentrácia na základe doterajších meraní predstavuje podiel okolo 11 až 13 % limitnej hodnoty.

Tab. 5.4 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre benzén v sieti NMSKO SR za rok 2011 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	1,8	1,9	6	Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	1,2	1,0	-17
KOŠICE	Košice, Štefánikova	2,1	1,9	-10	Prešovský kraj	Prešov, Arm. g. L. Svobodu	1,9	2,1	11
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	1,0	1,7	70	Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	2,3	2,2	-4
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	1,0	1,0	0	Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	0,9	1,0	11
Košický kraj	Krompachy, SNP	3,1	2,7	-13	Žilinský kraj	Martin, esenského	0,7	0,9	29

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia benzénu [$\mu\text{g.m}^{-3}$], rok 2011.



Podľa modelových výsledkov v roku 2011 nebola prekročená limitná hodnota pre benzén na území Slovenska, čo je v súlade s meraniami. Najvyššia nameraná hodnota bola $3,1 \mu\text{g.m}^{-3}$ na stanici v Krompachoch čo predstavuje 62 % limitnej hodnoty. Monitorovacie stanice v Krompachoch a v Prešove boli premiestnené do exponovanejších lokalít ako boli do roku 2009. Na stanici v Krompachoch (bola premiestnená) má zjavný podiel na zvýšení priemernej ročnej koncentrácie aj vyšší vekový priemer domácich vozidiel ako aj státie vekovo starších vozidiel medzi obytnými domami. Na stanici v Prešove má zrejme zjavný vplyv neďaleká čerpacia stanica pohonných hmôt. Na stanici v Banskej Bystrici modelovo vypočítaná priemerná ročná koncentrácia je výrazne vyššia ako nameraná hodnota (o 70 %). Je to však pod dolnou medzou hodnotenia a vzhľadom na celkovú zaťaženosť lokality automobilovou dopravou aj vypočítaná

hodnota je akceptovateľná. Na monitorovacích staniciach v Trnave, v Martine, a Banskej Bystrici boli namerané priemerné ročné koncentrácie menšie ako sa očakávalo. Čiastočne to možno pripísať aj skutočnosti, že vekový priemer vozidiel je priaznivejší ako celoštátny priemer. Vo všeobecnosti, namerané priemerné ročné koncentrácie na staniciach NMSKO v roku 2011 oproti roku 2010 vykazujú mierny nárast. Nárast bol zaznamenaný na staniciach Krompachy, Trenčín, Nitra a na stanici Bratislava, Trnavské Mýto. Celoplošne (na území Slovenska) úroveň znečistenia ovzdušia benzénom má miernu medziročnú klesajúcu tendenciu.

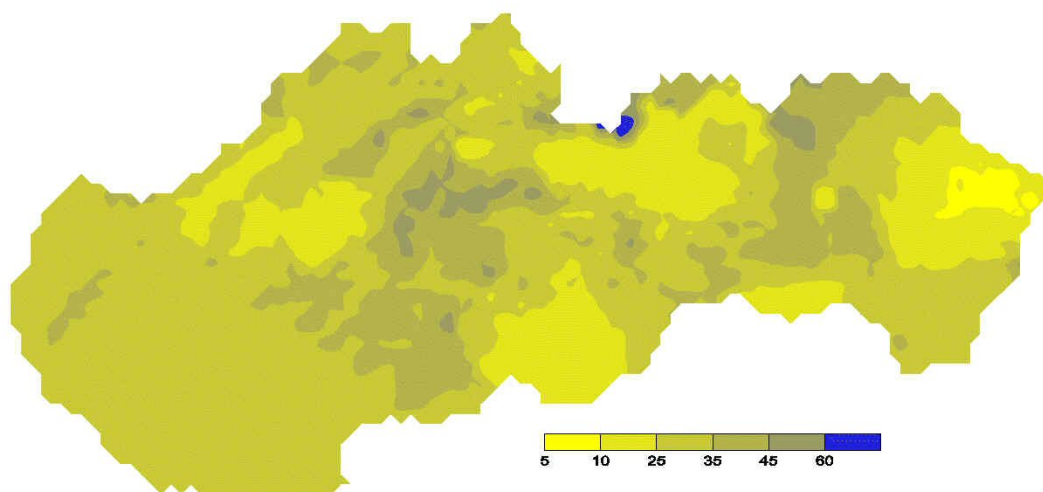
Prízemný ozón – O₃

Je známe, že koncentrácie prízemného ozónu v Európe v súvislosti s rastom antropogénnych emisií prekursorov ozónu (NO_x, VOC, CO) rástli až do roku 1990 približne o 1 µg.m⁻³ ročne. Tento nárast sa zdá, že nepokračuje a po extrémne teplom roku 2003 indikátory úrovne prízemného ozónu sa vrátili do rámca bežných predošlých hodnôt. Aj keď sa už vyskytli na území Slovenska prekročenia výstražného hraničného prahu, Slovensko nemá lokálny potenciál ovplyvniť tieto zvýšené hodnoty koncentrácií prízemného ozónu.

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 pre vizualizáciu rozloženia indikátorov úrovne prízemného ozónu na území Slovenska sme využili interpolačný model IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO a stanovené parametre v zmysle metodiky pre IDW-A. Na obrázkoch 5.9 až 5.11 sú znázornené priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu za rok 2012, 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).

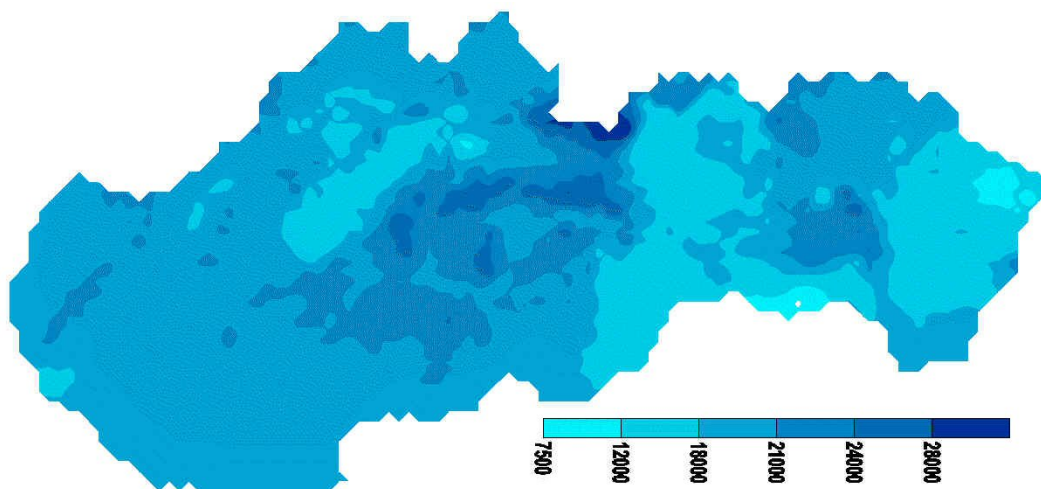
Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu narastajú s nadmorskou výškou. V roku 2012 obdobne ako v predchádzajúcich rokoch boli najvyššie na najvyššie položených miestach a najnižšie na staniciach v centrách miest. Rok 2012 možno podľa priemerných hodnôt za vegetačné obdobie zaradiť medzi fotochemicky mierne aktívne roky. Priemerné ročné koncentrácie v roku 2012 celoplošne sú mierne zvýšené ako hodnoty v roku 2011. Len na stanici Nitra v roku 2012 bol pozorovaný najvýraznejší nárast priemerných ročných koncentrácií v porovnaní s rokom 2011.

Obr. 5.9 Počet dní, v ktorých bola prekročená cieľová hodnota ozónu pre ochranu ľudského zdravia (120 µg.m⁻³) počas rokov 2010–2012.

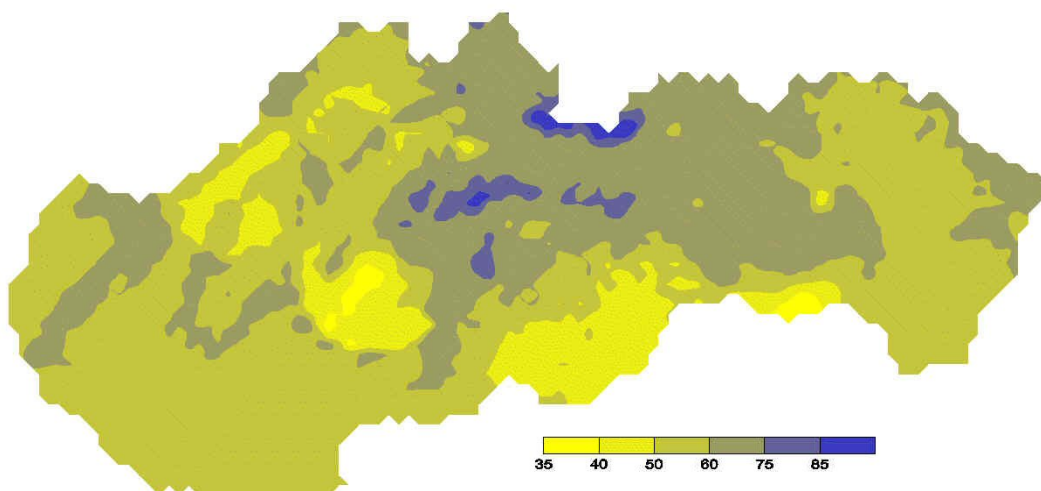


Cieľové hodnoty pre ochranu ľudského zdravia sa prekračujú na celom území Slovenska. Na siedmich staniciach z pätnástich bol tento limit (priemer za roky 2010–2012) prekročený vo viac ako povolených 25 dňoch. Po miernom poklese v počte prekročení v roku 2010 pozorujeme v roku 2012 znovu nárast. Pozorovaný nárast prekročení v roku 2012 je výraznejší v Stredoslovenskom regióne (Banská Bystrica, Jelšava) a výraznejší pokles na staniciach Podhradová, Košice a Nitra. Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj – júl) (priemer za roky 2008–2012) prekročili cieľovú hodnotu pre ochranu vegetácie z 14 pozorovacích staníc na piatich staniciach. Výraznejší nárast v roku 2012 pozorujeme len na stanici Banská Bystrica oproti roku 2011. V roku 2012 pozorujeme celkove mierny pokles v porovnaní s rokom 2011 (v roku 2011 bolo na siedmich staniciach).

Obr. 5.10 Priemerné hodnoty AOT40 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$] za obdobie piatich rokov (2008–2012) pre ochranu vegetácie korigované na chýbajúce obdobie.



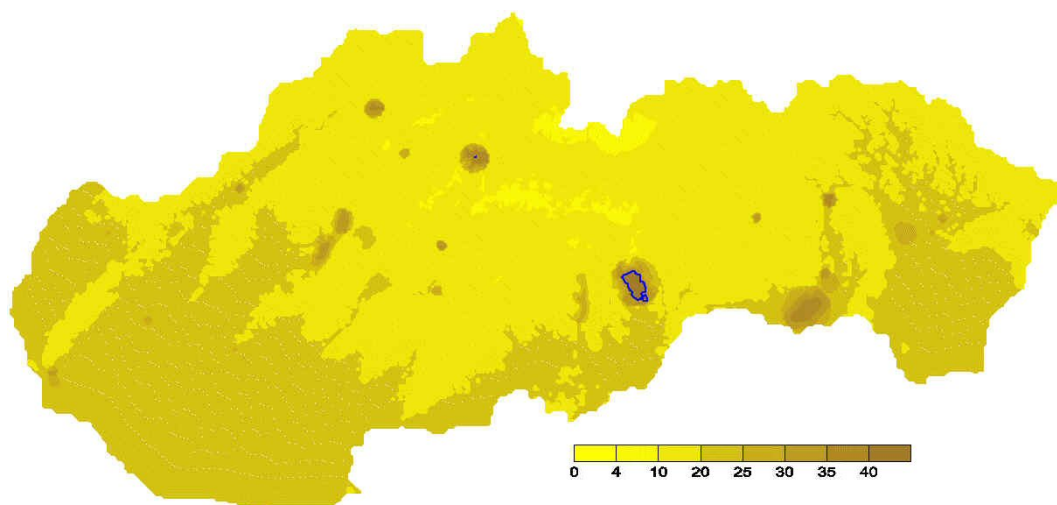
Obr. 5.11 Priemerné ročné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] prízemného ozónu (O_3), rok 2012.



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

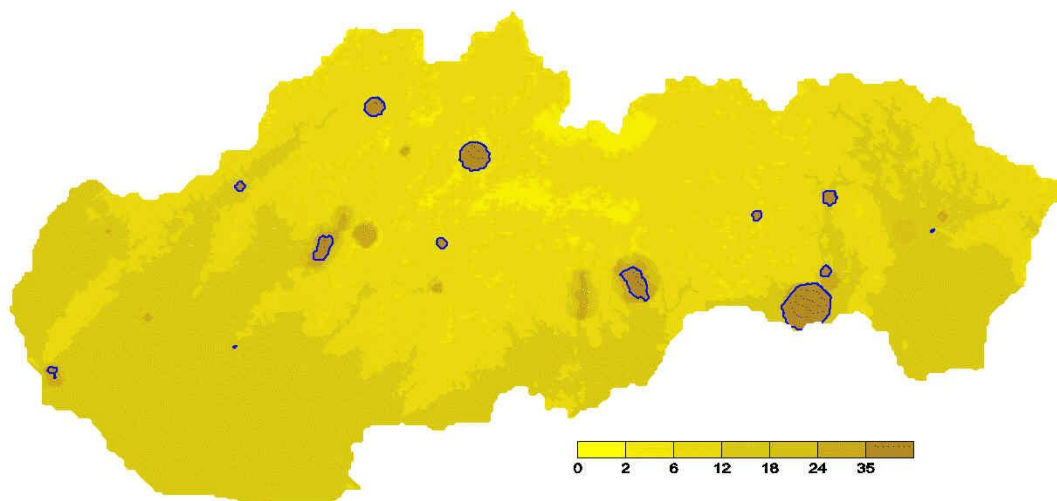
Pre priestorové hodnotenie lokalít s prekročením limitných hodnôt sme použili model (interpoláčnú schému) IDW-A. Táto metodika bola zvolená na hodnotenie zaťaženia územia časticami PM_{10} a $PM_{2.5}$ práve pre vysoký stupeň neurčitosti vstupných emisných údajov (suspensia a resuspensia minerálnych 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 2012 tento počet narástol na 25 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 2012 v oblasti Bratislavy nebola monitorovaná $PM_{2.5}$ kontinuálnym meraním. Preto sme použili pomer koncentrácií $PM_{2.5} / PM_{10}$ pre jednotlivé typy monitorovacích staníc ako doplnkové údaje pre túto oblasť. Tento postup je v súlade s nameranými výsledkami z týchto staníc, výsledkami porovnávacích modelových výstupov a informáciami zo zodpovedajúcich odborných publikácií. Pomer $PM_{2.5}/PM_{10}$ 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} [$\mu g \cdot m^{-3}$], rok 2012.
(modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)

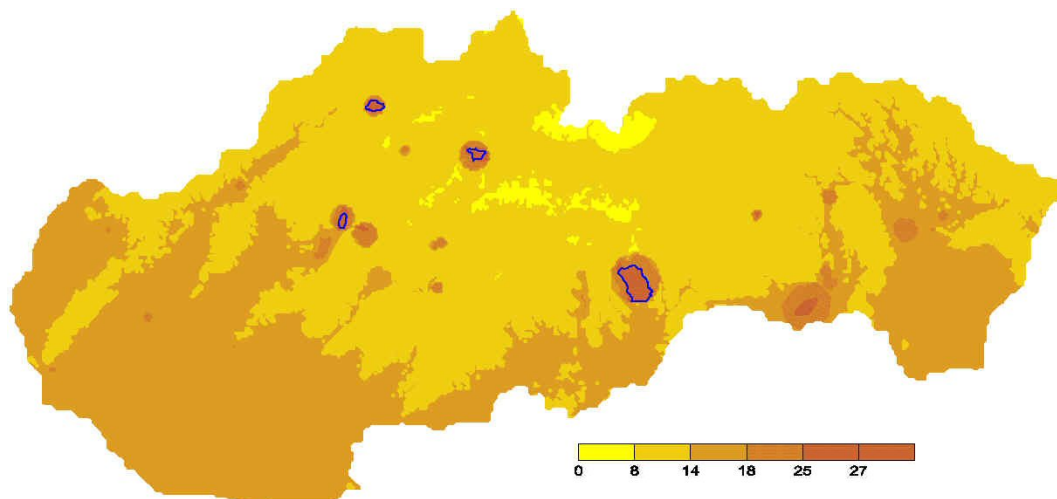


Emisie – V roku 2012 v porovnaní s rokom 2011 sme zaznamenali mierny nárast emisií TZL z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia len o 1,3 %. Medziročné zmeny v emisiách od roku 2009 sa výraznejšie nemenia (v rokoch 2005 až 2009 bol zaznamenaný najvýraznejší pokles a to až o takmer 74 %). V roku 2012 z emisií veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia 47 % emitoval U.S. Steel Košice, s.r.o.. Ostatné zdroje nepresahovali emisiu TZL 300 t/rok. Nad hranicou 100 t/rok emitovali (okrem U.S. Steel, s.r.o.) len piati znečisťovatelia (Elektrárne Nováky, Carmeuse Slovakia, s.r.o., DUSLO Šaľa, a.s., MONDI SCP, a.s. a Považská cementáreň, a.s.). Celkové emisie tuhých znečisťujúcich látok (TZL) zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) boli v roku 2012 približne 6630 t. Zdroje znečisťovania ovzdušia zaradené do kategórie malé zdroje emitujú celkovo viac ako veľké a stredné stacionárne zdroje. Je na zamyslenie tá skutočnosť, že podiel spaľovanie drevnej hmoty na emitovaní tuhých častíc z malých zdrojov predstavuje takmer 93 %. Emisie z mobilných zdrojov (aj abrazívne) činia v roku 2012 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} ($50 \mu g.m^{-3}$) v roku 2012. (modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Obr. 5.14 Priemerná ročná koncentrácia $PM_{2,5}$ [$\mu g.m^{-3}$], rok 2012. (modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou platnou pre rok 2012)



Imisie (PM_{10}) – Najväčší problém na Slovensku, ale aj vo väčšine európskych krajín predstavuje v súčasnosti znečistenie PM_{10} . Úroveň znečistenia ovzdušia PM_{10} môžeme charakterizovať ako závažnú. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie v roku 2012 bola prekračovaná na dvoch lokálnych staniciach NMSKO (Jelšava výrazne a Ružomberok len o $0,1 \mu g.m^{-3}$). Počet prekročení limitnej hodnoty pre 24 hodinové priemerné koncentrácie bol nad povolenou limitnou hodnotou takmer na 48 % meracích staniciach. Výsledky výpočtov vidíme na obrázkoch 5.12 a 5.14. Celoplošná priemerná ročná koncentrácia oproti roku 2011 výrazne klesla (takmer až o 16 %) ako aj počet prekročení 24 hodinových priemerných koncentrácií (na všetkých staniciach okrem Jelšavy - v priemere o 28 prekročení!). Najvýraznejšie poklesy priemernej ročnej koncentrácie oproti predošlému roku (viac ako 20 %) boli zaznamenané na siedmich staniciach NMSKO. Pokles počtov prekročení na niektorých staniciach mohol byť čiastočne spôsobený výpadkom meraní. Len na stanici Jelšava bol zaznamenaný nárast a to až o 17 %. Najvýraznejšie poklesy v počte prekročení 24 hodinových priemerných koncentrácií (viac ako 30) boli zaznamenané na desiatich staniciach (viac ako tretina staníc). Len na stanici Jelšava bol zaznamenaný nárast, a to o 7 prekročení. V súlade s poklesmi priemerných ročných koncentrácií a počtov prekročení denných limitných hodnôt poklesli aj plochy nadlimitne zaťažovaných plôch,

a to o 66 %, resp. 47 %. Priaznivejší vývoj znečistenia ovzdušia PM_{10} v roku 2012 v porovnaní s rokmi 2010 a 2011 zodpovedá zlepšeným podmienkam pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší. Je to zrejmé aj z nameraných hodnôt na staniciach EMEP. Podobný vývoj vidíme aj v prípade plyných znečisťujúcich látok ako v prípade PM_{10} .

Imisie ($PM_{2.5}$) – Vzhľadom na známe konverzačné faktora medzi PM_{10} a $PM_{2.5}$ na jednotlivých typoch staníc môžeme očakávať obdobné zaťaženie životného prostredia. Úroveň znečistenia ovzdušia $PM_{2.5}$ môžeme charakterizovať tiež ako závažnú. V prípade tejto znečisťujúcej látky je stanovená len limitná hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu. Cieľová limitná hodnota ($25 \mu g \cdot m^{-3}$) má byť dosiahnutá v roku 2015. Na rok 2012 platí limitná hodnota $27 \mu g \cdot m^{-3}$. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie v roku 2012 bola prekračovaná na štyroch staniciach NMSKO (Ružomberok, Žilina, Prievidza a Jelšava). Najvýraznejšie prekročenie priemernej limitnej hodnoty bolo zaznamenané na stanici Jelšava a to až o 66 %. Na ostatných troch staniciach toto prekročenie bolo len do 8 %. Obdobne ako v prípade PM_{10} bol zaznamenaný priaznivejší vývoj znečistenia ovzdušia $PM_{2.5}$ v roku 2012 v porovnaní s rokom 2011 a to takmer o 18 %. Významná závislosť medzi priemernou ročnou koncentráciou $PM_{2.5}$ a počtom prekročení dennej limitnej hodnoty PM_{10} nebola potvrdená tak ako v prípade priemernou ročnou koncentráciou PM_{10} a PM_{10} . Vzhľadom na menší aerodynamický priemer táto znečisťujúca látka sa chová ako plyná znečisťujúca látka s porovnaním s PM_{10} , resp. potrebuje viac energie na resuspenziu. Z uvedeného dôvodu resuspenzia častíc (zimný posyp) a rôzne epizódy majú výrazný menší význam v prípade $PM_{2.5}$.

Podiel zdrojov – Pomocou modelových výpočtov sme zisťovali podiel jednotlivých typov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkovej koncentrácii PM_{10} . Bolo zistené, že podiel veľkých a stredných zdrojov na nameraných priemerných ročných koncentráciách v sieti NMSKO je menší ako 2 % s výnimkou okolia US Steel, a.s., Košice (Veľká Ida okolo 39 % a mesto Košice do 3 %). V prípade mobilných zdrojov tento podiel v aglomeráciách Bratislava a Košice predstavujú podiel 10 až 20 %, v ostatných mestách 5 až 10 %. Do týchto výpočtov boli zahrnuté aj príspevky od mobilných zdrojov, ktoré reprezentujú príspevok okrem emitovaných jemných častíc aj príspevky z opotrebovania brzd, pneumatík a povrchu vozovky (asfalt) ako aj 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 nevidované zdroje (fugitívne) a zdroje určované len bilančne.

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

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

Na tieto zdroje by sa mali orientovať lokálne opatrenia na znižovanie úrovne PM_{10} (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 $50 \mu g \cdot m^{-3}$ prekročená už na návetrí miest, a to pri prúde 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 sú veľmi náročné. Kým pre ostatné hodnotené znečisťujúce látky úroveň požadovanej koncentrácie predstavuje podiel z limitnej hodnoty do 20 % pre PM_{10} je to až do 70 %, 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 $\mu g.m^{-3}$. Vo všetkých týchto mestách narastá pravdepodobnosť prekračovania priemernej ročnej koncentrácie 40 $\mu g.m^{-3}$ a najmä priemerných denných koncentrácií 50 $\mu g.m^{-3}$ v blízkosti ciest ako aj v prípade väčšej rozostavanosti vo väčšom počte ako v 35 dňoch.

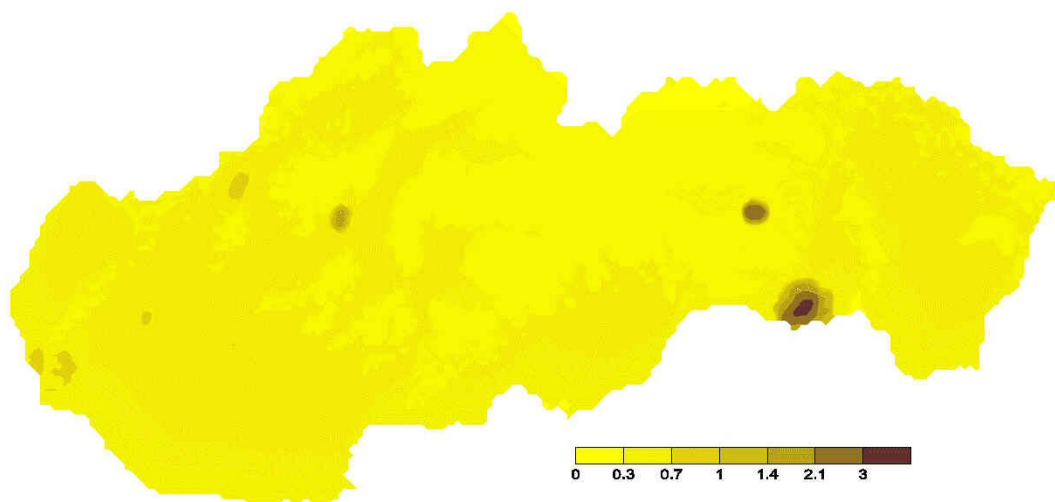
Zimný posyp

Určenie pôvodu, resp. podielu jednotlivých zdrojov znečisťovania ovzdušia k celkovej úrovni znečistenia ovzdušia s 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 prekročení 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 za rok 2009 postačí kvalitatívny odborný odhad. Bola vykonaná analýza snehových, teplotných a rozptylových pomerov prvého a posledného štvrťroku a podiely jednotlivých typov zdrojov na celkovom znečistení ovzdušia s PM_{10} namerané na tej - ktorej meracej stanici. Bolo zistené, že zhoršené podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok a zvýšené požiadavky na vykurovanie v prvom štvrťroku mohli vyvolať o 6 až 10 prekročení priemerných denných limitných hodnôt viac ako v poslednom štvrťroku. To dokazuje aj zvýšený počet dní s prekročením limitnej hodnoty v prvom štvrťroku aj na požadových staniaciach v sieti EMEP. Rok 2012 bolo z pohľadu rozptylu PM_{10} v ovzduší priaznivejší ako rok 2011. Na stanici EMEP - Topoľníky, Aszód bolo zaznamenaných rekordných 41 prekročení. Čo sa týka zvýšeného počtu prekročení z titulu zimného posypu, tento počet sa pohybuje v rozmedzí 6 až 8 prekročení. Priemerné ročné koncentrácie PM_{10} prekračovali limitnú hodnotu v roku 2012 len na dvoch staniaciach (Jelšava - 54,9 $\mu g.m^{-3}$ a Ružomberok - 40,1 $\mu g.m^{-3}$). Stanica Jelšava nie je ovplyvnená výraznou automobilovou dopravou. Na tejto stanici sa uplatňuje výrazný vplyv (podiel) stacionárnych zdrojov predovšetkým vykurovacie systémy na pevné palivo a historická záťaž spracovania magnezitu. Preto, v tomto prípade s podielom zimného posypu neuvažujeme. V vplyv automobilovej dopravy na stanicu Ružomberok predstavuje priemernú záťaž, ale výrazný vplyv (podiel) stacionárnych zdrojov predovšetkým vykurovacích systémov na pevné palivo (drevo). Štatisticky, štyri prekročenia predstavujú dopad na ročnú priemernú koncentráciu asi 1 $\mu g.m^{-3}$. V kontexte uvedených skutočností priemerná ročná hodnota na tejto stanici po odpočítaní príspevku z titulu zimného posypu sa môže dostať pod limitnú hodnotu, ale počet prekročení percentuálne významnejšie neovplyvní (72). Z ostatných staníc, na ktorých bol prekročení tolerovaný počet dennej limitnej hodnoty (okrem už hodnotených) z titulu zimného posypu môže byť maximálny počet 35 dodržaný až na troch staniaciach (Bratislava-Mamateyova, Nitra-Štúrova, Trenčín-Hasičská). V prípade prekračovania nad tolerovaný počet priemernej dennej limitnej hodnoty sú prekračovania výrazne vysoké alebo sú to stanice nie dopravného typu.

Benzo(a)pyrén

Medzi znečisťujúce látky, pre ktoré chýbajú sekvenčné neagregované emisné údaje patrí aj benzo(a)pyrén - BaP. V súlade s novými legislatívnymi požiadavkami sme rozšírili hodnotenie od roku 2007 aj o túto znečisťujúcu látku. Zdrojom BaP je spaľovanie uhlia a dreva, výfukové plyny predovšetkým z naftových motorov, použité zmäkčovadlá v pneumatikách. BaP sa vyskytuje aj v tabakovom dyme. Je to predovšetkým silne toxická a karcinogénna látka. Celkové emisie BaP sú uvedené v ročenke (Správa o kvalite ovzdušia ...) po sektoroch na základe produkcie pre celé Slovensko. Evidované emisie v NEIS-e od prevádzkovateľov zdrojov sú samozrejme výrazne nižšie a slúžia len ako podporné údaje. Navyše v odobratých vzorkách z monitorovacej siete NMSKO sa objavujú relatívne vysoké koncentrácie aj z takých miest, kde nie sú evidované žiadne zdroje znečisťovania ovzdušia pre BaP, ale sú známe ako miesta problematické z pohľadu výskytu organických látok obťažujúcich obyvateľstvo aj subjektívne (pachové látky). Také miesta sú samozrejme aj inde, kde sa momentálne nemeria, ale pripravuje sa dobudovanie systému v nasledujúcich rokoch. Polčas rozpadu tejto látky v ovzduší je asi 80 dní. Časový priebeh koncentrácií BaP má výrazný sínusový priebeh počas roka a to s výrazným prepacom v letnom období o dvoj až trojnásobok hodnôt oproti chladnému polroku, čo silne koreluje s vykurovaním. Podiel vykurovania domácností (vykurovanie uhlím a drevom) na celkových emisiách je viac ako 70 %, výroba koksu je okolo 15% a priemyselné technológie do 10 %. BaP v roku 2012 bol sledovaný na 7 lokálnych staniciach. Pre priestorové hodnotenie týchto znečisťujúcich látok sme použili model (interpolačnú schému) IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO. Vstupy len z relatívne malého počtu staníc aj v roku 2012 (obdobne ako v roku 2007) by dávali neúplný, skreslený obraz o znečistení ovzdušia s BaP na Slovensku. Oblasti bez meraní by sa stali zrazu „čistými“ na základe chýbajúcich informácií. Na doplnenie informácií v miestach budúcich meraní (staníc) sme využili už spomínané poznatky z problematických miest, resp. poznatkov, že domáce vykurovacie systémy majú výrazný podiel na celkovej emisii.

Obr. 5.15 Priemerná ročná koncentrácia B(a)P [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2012.



V roku 2012 bola prekročená cieľová hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu BaP na troch staniciach zo siedmich lokálnych staníc. Na základe nameraných výsledkov je zrejmé, že s dodržaním cieľovej limitnej hodnoty pre B(a)P budú v SR ťažkosti, obdobne ako aj v iných členských štátoch EÚ. Cieľová hodnota platná od 31.12.2012 je prekračovaná na troch staniciach. Na stanici Veľká Ida, Letná je toto prekračovanie najvýraznejšie, ale v porovnaní s rokom 2011 sme zaznamenali až 20 percentný pokles. Na tejto stanici pozorujeme postupný pokles už od roku 2010. Na stanici Krompachy v ostatných rokoch zaznamenávame zvýšené hodnoty

priemernej ročnej koncentrácia a to tesne pod hodnotou 3 ng.m^{-3} v roku 2012. Napriek celoplošnému poklesu priemernej ročnej koncentrácie na území Slovenska na všetkých lokálnych staniciach bola prekročená hodnota hornej medze na hodnotenie kvality ovzdušia. Celoplošný pokles priemernej ročnej koncentrácie v roku 2012 je pravdepodobne dôsledok zlepšených podmienok pre rozptyl v ovzduší v zimných mesiacoch oproti rokom 2010 a 2011. Podobný pokles z toho istého dôvodu bol zaznamenaný aj v prípade PM_{10} .

Z obrázku 5.15 je zjavné predbežné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií B(a)P v kontexte uvedených skutočností.

Ťažké kovy

Medzi znečisťujúce látky s dlhším zotrvaním v atmosfére, pre ktoré chýbajú neagregované emisné údaje patria všetky sledované ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni). Z ťažkých kovov sme do roku 2005 modelovo hodnotili len olovo (Pb). V súlade s novými legislatívnymi požiadavkami od roku 2006 sme rozšírili hodnotenie aj o arzén, kadmium a nikel (As, Cd, Ni). Celkové emisie ťažkých kovov sú uvedené v ročenke (Správa o kvalite ovzdušia ...) na základe inventúry po sektoroch na základe produkcie pre celé Slovensko. Evidované emisie v NEIS-e od prevádzkovateľov zdrojov sú samozrejme nižšie a slúžia len ako podporné údaje. Navyše v odobratých vzorkách z monitorovacej siete NMSKO sa objavujú relatívne vysoké koncentrácie aj z takých miest, kde nie sú evidované žiadne zdroje znečisťovania ovzdušia pre uvedené ťažké kovy. Ide zrejme o lokality historicky zaťažené olovom, kde sa rôznymi procesmi uvoľňuje sediment znovu do ovzdušia (Krompachy, Sereď). Tento predpoklad potvrdzujú aj pôdne rozbor z jednotlivých lokalít. Ťažké kovy v roku 2012 boli sledované na 5 lokálnych staniciach a 4 staniaciach EMEP. Pre priestorové hodnotenie týchto znečisťujúcich látok sme použili model (interpoláčnú schému) IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO. Na doplnenie týchto informácií sa využila celoplošná trendová analýza priemerných ročných koncentrácií sledovaných ťažkých kovov za roky od roku 2006. Vstupné údaje doplnené o tieto informácie za rok 2012 dávajú porovnateľný výsledok s predchádzajúcimi rokmi. Takýto postup umožňuje aj určitá zotrvačnosť v zaťaženosti jednotlivých lokalít. Priame emisie zo zdrojov znečisťovania ovzdušia predstavujú len určitý podiel na nameraných imisiách. Dôležitú úlohu zrejme zohrávali resuspenzované prachové častice obsahujúce kovy aj v predošlých obdobiach.

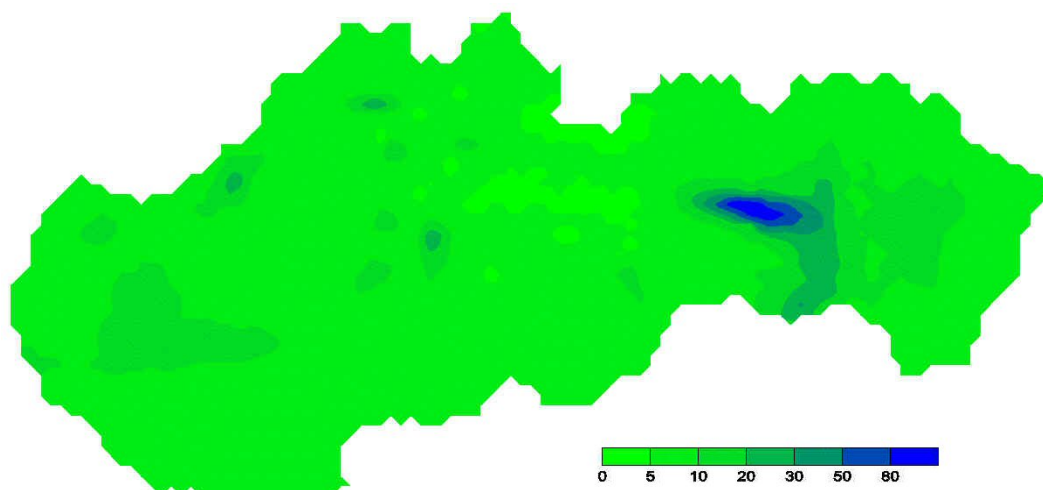
Olovo – Pb

Zdroje emisií olova (okrem najvýznamnejšieho evidovaného zdroja U.S. Steel, Košice) sú predovšetkým technológie na výrobu neželezných kovov a spaľovanie odpadu. Pozad'ová koncentrácia predstavuje na území Slovenska pre túto znečisťujúcu látku menej ako 2 % z limitnej hodnoty tejto látky. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia v roku 2012 predstavovala do 27 % z limitnej hodnoty (Krompachy). Na ostatných staniciach nepresiahla priemerná ročná koncentrácia 7 % z limitnej hodnoty. Na stanici Banská Bystrica, Štefánikovo nábrežie bola nameraná väčšia hodnota ako na stanici Veľká Ida v blízkosti zdroja U.S. Steel, Košice. Pokles priemernej ročnej koncentrácie na stanici Veľká Ida v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi je zrejme výsledok ekologickej politiky U.S. Steel, Košice.

V ostatných rokoch pozorujeme na staniciach EMEP ustálený stav v úrovni pozad'ovej koncentrácie. Namerané hodnoty na území Slovenska nedosahovali úroveň dolnej medze hodnotenia.

Z obrázku 5.16 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií olova v kontexte uvedených skutočností. Olovo ani v súčasnosti nepredstavuje vážnejší problém z pohľadu limitnej hodnoty.

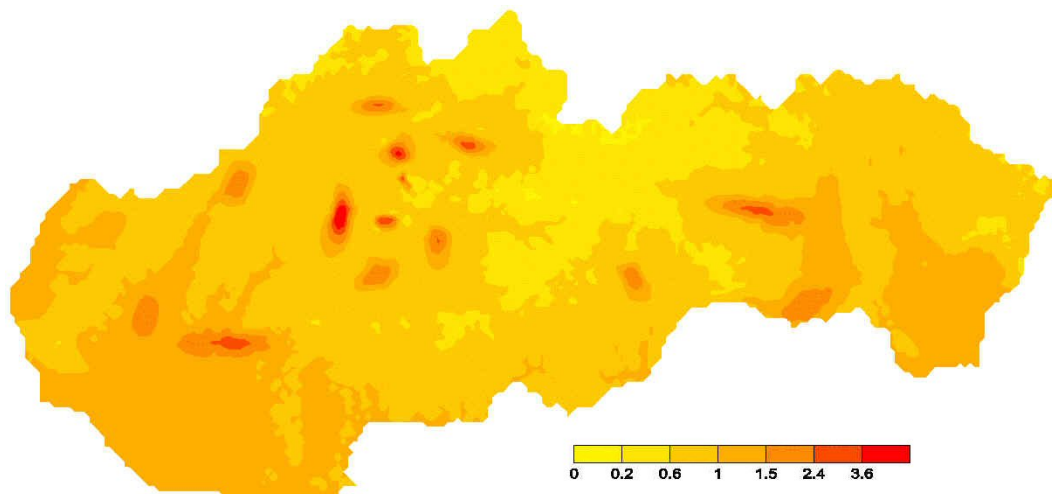
Obr. 5.16 Priemerná ročná koncentrácia olova (Pb) [ng.m^{-3}], rok 2012.



Arzén – As

Najvýznamnejšie zdroje emisií arzénu sú predovšetkým spaľovacie procesy v priemysle a v energetike (Slovenské elektrárne, a.s. Nováky, U.S. Steel s.r.o., Košice, Kovohuty, a.s., Krompachy). Pre túto znečisťujúcu látku požadová koncentrácia predstavovala okolo 18 % z cieľovej hodnoty. V Krompachoch, pozorujeme od roku 2004 trend výrazného poklesu priemernej ročnej koncentrácie (takmer na pätinu hodnoty z roku 2004). Na druhej strane, na stanici Prievdza, Malonecpalská po klesajúcom trende pozorujeme v roku 2012 nárast priemernej ročnej koncentrácie až nad úroveň cieľovej hodnoty. Na žiadnej stanici, okrem už spomenutej, nepresiahli priemerné ročné koncentrácie hranicu hornej medze hodnotenia ($3,6 \mu\text{g.m}^{-3}$). V roku 2012 v porovnaní s rokom 2010 na území Slovenska celoplošne pozorujeme mierny nárast imisií arzénu. Na staniciach EMEP k nárastu priemerných ročných požadových koncentrácií nedošlo. Dokonca, na stanici Chopok, pozorujeme v roku 2012 mierny pokles. Z obrázku 5.17 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií arzénu.

Obr. 5.17 Priemerná ročná koncentrácia arzénu (As) [ng.m^{-3}], rok 2012.

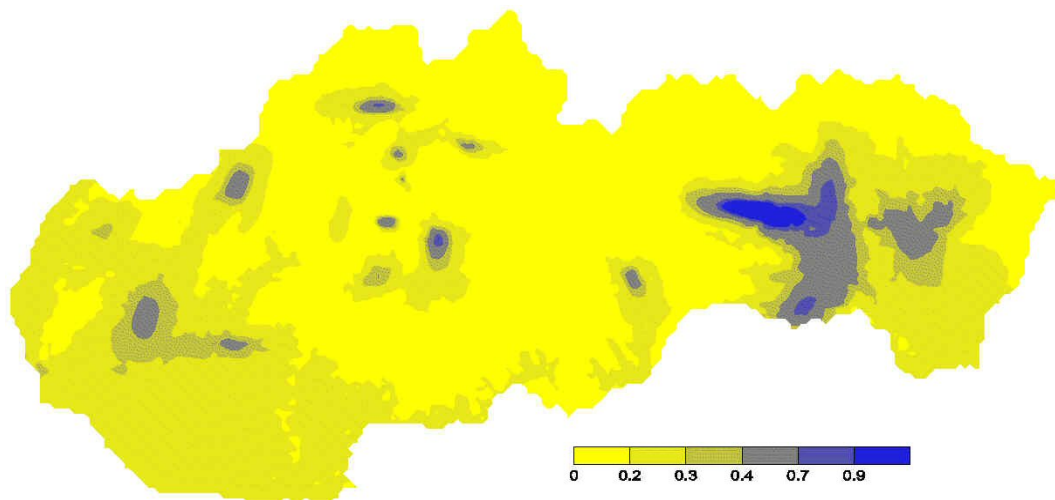


Kadmium – Cd

Zdrojom emisií kadmia je predovšetkým spaľovanie odpadu a výroba železa a neželezných kovov. Medzi najvýznamnejšie stacionárne zdroje patria Kovohuty, a.s, Krompachy U.S. Steel, s.r.o., Košice a spaľovne odpadov.

Požaďová koncentrácia predstavovala pre túto znečisťujúcu látku najviac 6 % z cieľovej hodnoty. Ročné evidované emisie prevádzkovateľov v roku 2012 významnejšie sa nemenili v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi. V roku 2012 najvyššia priemerná ročná koncentrácia predstavovala okolo 40 % z cieľovej hodnoty (Krompachy, SNP) a na dvoch staniciach priemerné ročné koncentrácie dosahovali do 18 % z cieľovej hodnoty (Veľká Ida, Letná a Banská Bystrica, Štefánikovo nábrežie). Porovnaní s predchádzajúcimi rokmi došlo k významnejšiemu nárastu imisie kadmia len na stanici Krompachy. Z obrázku 5.18 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií kadmia v kontexte uvedených skutočností.

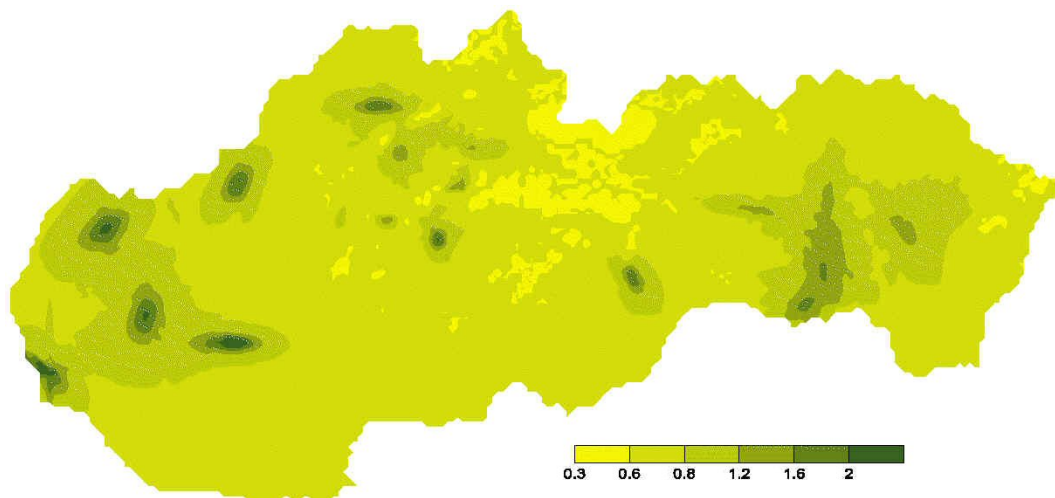
Obr. 5.18 Priemerná ročná koncentrácia kadmium (Cd) [ng.m^{-3}], rok 2012.



Nikel – Ni

Zdrojom emisií niklu sú predovšetkým spaľovacie procesy v priemysle, ako aj priemyselné technológie. Najvýznamnejšie stacionárne bodové zdroje sú U.S. Steel, s.r.o., Košice a Slovnaft, a.s., Bratislava.

Obr. 5.19 Priemerná ročná koncentrácia nikel (Ni) [ng.m^{-3}], rok 2012.



Pozad'ová koncentrácia pre túto znečisťujúcu látku predstavovala do 4 % z cieľovej hodnoty. V roku 2012 na stanici Banská Bystrica, Štefánikovo nábrehie bola nameraná najvyššia hodnota priemernej ročnej koncentrácie, ktorá ale predstavovala len necelých 12 % z cieľovej hodnoty. Na ostatných staniciach táto hodnota bola menšia ako 8,5 % z cieľovej hodnoty. Obdobne, ako v prípade olova ani nikel v súčasnosti nepredstavuje vážnejší problém z pohľadu limitnej hodnoty. Z obrázku 5.19 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií niklu v kontexte uvedených skutočností vrátane historických záťaží.

5.3 Záver

Slovenská legislatíva v oblasti ochrany ovzdušia, ktorá je v plnom súlade s legislatívou EÚ vyžaduje odhad úrovní indikátorov znečisťujúcich látok pre jednotlivé zóny a aglomerácie v mapovej forme, t.j. celoplošné hodnotenie územia. Splnenie tejto úlohy nie je možné len pomocou meraní. Preto je nevyhnutná kombinácia meraní s modelovými výpočtami. EÚ pre jednotlivé znečisťujúce látky predpisuje len neurčitosť modelových výpočtov, samotné modelovanie (výber, vývoj, validáciu aj aplikáciu modelov) odporúča riešiť na národnej úrovni. Na SHMÚ boli vyvinuté dva modely (CEMOD a IDW-A) pre hodnotenie úrovne kvality ovzdušia na celom území štátu. Pomocou týchto modelov je možné v kombinácii s výsledkami automatických monitorovacích staníc a regionálnych pozad'ových 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 vypočítacia 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 2012 s PM₁₀ a ozónom. 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 2012 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
KOŠICE	PM ₁₀
Zóny	
Banskobystrický kraj	*NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Košický kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Nitriansky kraj	PM ₁₀
Prešovský kraj	PM ₁₀
Trenčiansky kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Žilinský kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5}

Do 1. skupiny boli z praktického dôvodu zahrnuté aj hodnoty PM_{2,5} prekračujúce cieľové hodnoty

* Úroveň je značne ovplyvnená lokálnymi emisiami v súvislosti s budovaním cestného obchvatu.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 1. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	ozón
AGLOMERÁCIE SLOVENSKO	
Celé územie	ozón
Veľká Ida	BaP
Prievidza	BaP, As
Krompachy	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	oxid siričitý, oxid uhoľnatý, benzén
KOŠICE	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, benzén
Zóny	
Banskobystrický kraj	oxid siričitý, oxid uhoľnatý, benzén
Bratislavský kraj	PM ₁₀ , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Košický kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Nitriansky kraj	oxid siričitý, oxid uhoľnatý, benzén
Prešovský kraj	PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Trenčiansky kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Trnavský kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5} , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Žilinský kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén

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

6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia

SHMÚ na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v roku 2012 podľa § 9 ods. 3 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov navrhuje nasledujúce vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia SR na rok 2013.

	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀ , NO ₂
KOŠICE Košický kraj	územia mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida	PM ₁₀ , PM _{2,5} , BaP
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀ , PM _{2,5}
	územia mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier, Polom, mesta, Tisovec a miestnej časti Rimavská Píla a obce Rimavské Brezovo	PM ₁₀
	územia mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrý Lúka, Revúcka Lehota	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Bratislavský kraj	územie mesta Malacky	PM ₁₀
Košický kraj	územie mesta Krompachy	PM ₁₀ , PM _{2,5} , BaP
	územie mesta Strážske	PM ₁₀
Nitriansky kraj	územie mesta Nitra	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce L'ubotice	PM ₁₀ , PM _{2,5}
	územia mesta Vranov nad Topľou a obcí Hencovce, Kučín, Majerovce, Nižný Hrabovec a Kladzany	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Trenčiansky kraj	územie mesta Trenčín	PM ₁₀ , PM _{2,5}
	územie okresu Prievidza	PM ₁₀ , PM _{2,5} , BaP, As
Trnavský kraj	územie mesta Trnava	PM ₁₀
	územie mesta Senica	PM ₁₀
Žilinský kraj	územie mesta Žilina	PM ₁₀ , PM _{2,5}
	územie miest Martin a Vrútky	PM ₁₀ , PM _{2,5}
	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀ , PM _{2,5}

6.3 Záver

Všetky úlohy odboru Monitoring emisií a kvality ovzdušia SHMÚ v oblasti monitorovania a hodnotenia kvality ovzdušia riešené v roku 2012 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 2013.

