



SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV
Odbor Monitorovanie emisií a kvality ovzdušia

HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA

V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

2010

Bratislava september 2011

AIR POLLUTION ASSESSMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC – 2010

RESUME

Slovak air protection legislation is fully identical with the relevant EU legislation. The results of air pollution monitoring in Slovakia in 2010 are summarized in the presented report.

Content

1. *Partition of the Slovak territory – Status to 31. 12. 2010*
 - 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 2010*
 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, Hg 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. 2010*
 - 5.1 *Description of the applied models*
 - 5.2 *Results*
 - 5.3 *Summary*
 6. *Air quality assessment – conclusions*
 - 6.1 *Classification of zones and agglomeration*
 - 6.2 *Specification of air quality management areas*
 - 6.3 *Conclusions*
- Annex 1 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 2010 the 19 air quality management areas (Fig. 1.1) were specified, which totally include 2 904 km² and 1 494 197 inhabitants (27% of population). The national air pollution monitoring network in Slovakia is maintained by the Slovak Hydrometeorological Institute (SHMÚ). In 2010, 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 2010 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 21 on-line monitoring stations the daily limit values were in 2010 exceeded more frequently than 35 days from which 4 exceeded also annual limit value. The target value for PM_{2.5} was exceeded at 4 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 Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie, Bratislava-Trnavské mýto and Trnava-Kollárova stations. The CO as well as Pb 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. Air pollution by As, Ni and Cd was below the target values for all pollutants. The annual concentrations for benzo(a)pyrene were above the target value at the Veľká Ida-Letná, Prievidza-Malonec-palská, Krompachy-SNP and Bratislava-Trnavské mýto stations. 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 most of the stations. The ground level ozone alert information threshold to the public was exceeded in 2010 in 8 cases, all of them were at two stations in Bratislava. 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 2011, based on 2010 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. 2010.....	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 2010	19
3 ZHODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA V AGLOMERÁCIÁCH A ZÓNACH SLOVENSKA NA ZÁKLADE VÝSLEDKOV MERANÍ Z MONITOROVACÍCH STANÍC	27
3.1 Úvod.....	27
3.2 Aglomerácie a zóny pre SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , benzén a CO	27
3.2.1 Aglomerácia Bratislava.....	27
3.2.2 Aglomerácia Košice.....	27
3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj	27
3.2.4 Zóna Bratislavský kraj	28
3.2.5 Zóna Košický kraj.....	28
3.2.6 Zóna Nitriansky kraj.....	28
3.2.7 Zóna Prešovský kraj.....	28
3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj.....	28
3.2.9 Zóna Trnavský kraj.....	28
3.2.10 Zóna Žilinský kraj	28
3.3 Aglomerácia a zóna pre Pb, As, Cd, Ni, BaP, Hg a O ₃	29
3.3.1 Aglomerácia Bratislava.....	29
3.3.2 Zóna Slovensko	29
3.4 Zhrnutie	29
4 PRÍZEMNÝ OZÓN.....	39
4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní.....	40
4.2 Záver	45
5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31.12.2010.....	47
5.1 Použité metódy a ich stručný popis	47
5.2 Výsledky a výstupy	50
5.3 Záver	67
6 HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA – ZÁVER.....	69
6.1 Návrh na zaradenie zón a aglomerácií do skupín	69
6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia	70
6.3 Záver	71
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 vyhláske 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. Rok 2010 je už deviatym v poradí, ktorý sa hodnotil podľa požiadaviek platnej legislatívy v oblasti ochrany ovzdušia.

1 POPIS ÚZEMIA – STAV K 31.12.2010

1.1 Rozdelenie územia

Na základe výsledkov hodnotenia roku 2009, v súlade s § 9 ods. 3 zákona č. 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov, SHMÚ, ako poverená organizácia, navrhol na rok 2010 19 oblastí riadenia kvality ovzdušia v 8 zónach a v 2 aglomeráciách. Vymedzené oblasti zaberajú rozlohu 2 904 km². Na tomto území v roku 2010 žilo 1 494 197 obyvateľov, čo predstavuje 27 % z celkového počtu obyvateľov SR (5 435 273).

1.2 Zoznam aglomerácií a zón

V Prílohe č. 8 k vyhláske č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlásky 351/2007 Z. z. je uvedený zoznam aglomerácií a zón nasledovne:

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

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

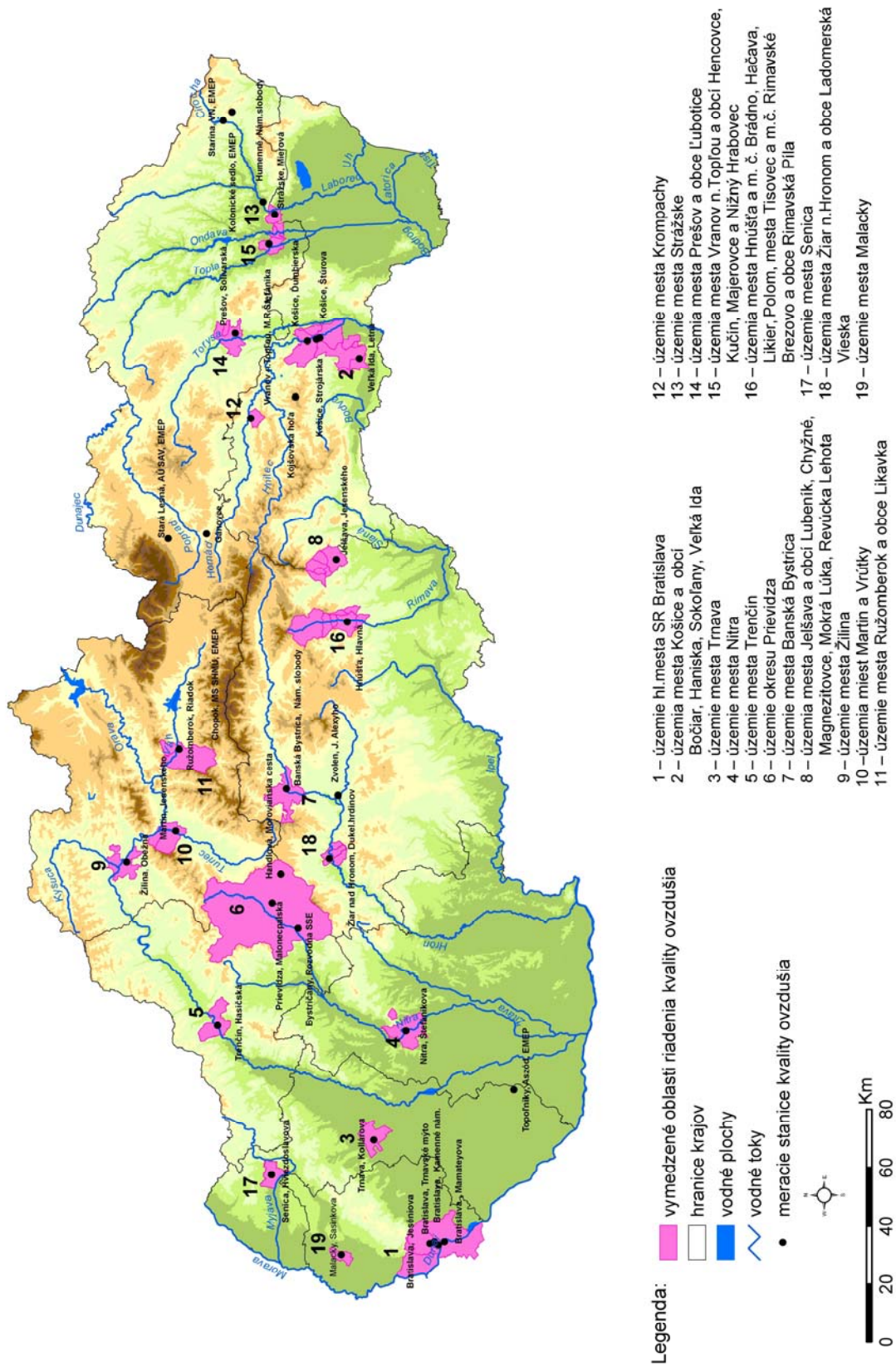
V roku 2010 bolo na Slovensku 19 oblastí riadenia kvality ovzdušia (obr. 1.1), z toho 18 len pre *PM₁₀ a 1 pre PM₁₀ a SO₂.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka	Plocha ¹⁾ [km ²]	Počet ¹⁾ obyvateľov
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀	368	432 801
KOŠICE Košícký kraj	územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida	PM ₁₀	295	239 942
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀	103	79 819
	územia mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier, Polom, mesta, Tisovec a miestnej časti Rimavské Brezovo a obce Rimavská Píla	PM ₁₀	191	12 064
	územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrá Lúka, Revúcka Lehota	PM ₁₀	109	6 246
	územia mesta Žiar nad Hronom a obce Ladomerská Vieska	PM ₁₀	50	20 098
Bratislavský kraj	územie mesta Malacky	PM ₁₀	27	18 132
Košícký kraj	územie mesta Krompachy	PM ₁₀	23	8 949
	územie mesta Strážske	PM ₁₀	25	4 564
Nitriansky kraj	územie mesta Nitra	PM ₁₀	100	83 444
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce Ľubotice	PM ₁₀	79	93 927
	územia mesta Vranov nad Topľou a obce Hencovce, Kučín, Majerovce a Nižný Hrabovec	PM ₁₀	59	26 957
Trenčiansky kraj	územie okresu Prievidza	PM ₁₀ , SO ₂	960	139 535
	územie mesta Trenčín	PM ₁₀	82	56 403
Trnavský kraj	územie mesta Senica	PM ₁₀	50	20 726
	územie mesta Trnava	PM ₁₀	72	67 368
Žilinský kraj	územie mesta Martin a Vrútky	PM ₁₀	86	65 444
	územie mesta Ružomberok a obce Likavka	PM ₁₀	145	32 649
	územie mesta Žilina	PM ₁₀	80	85 129

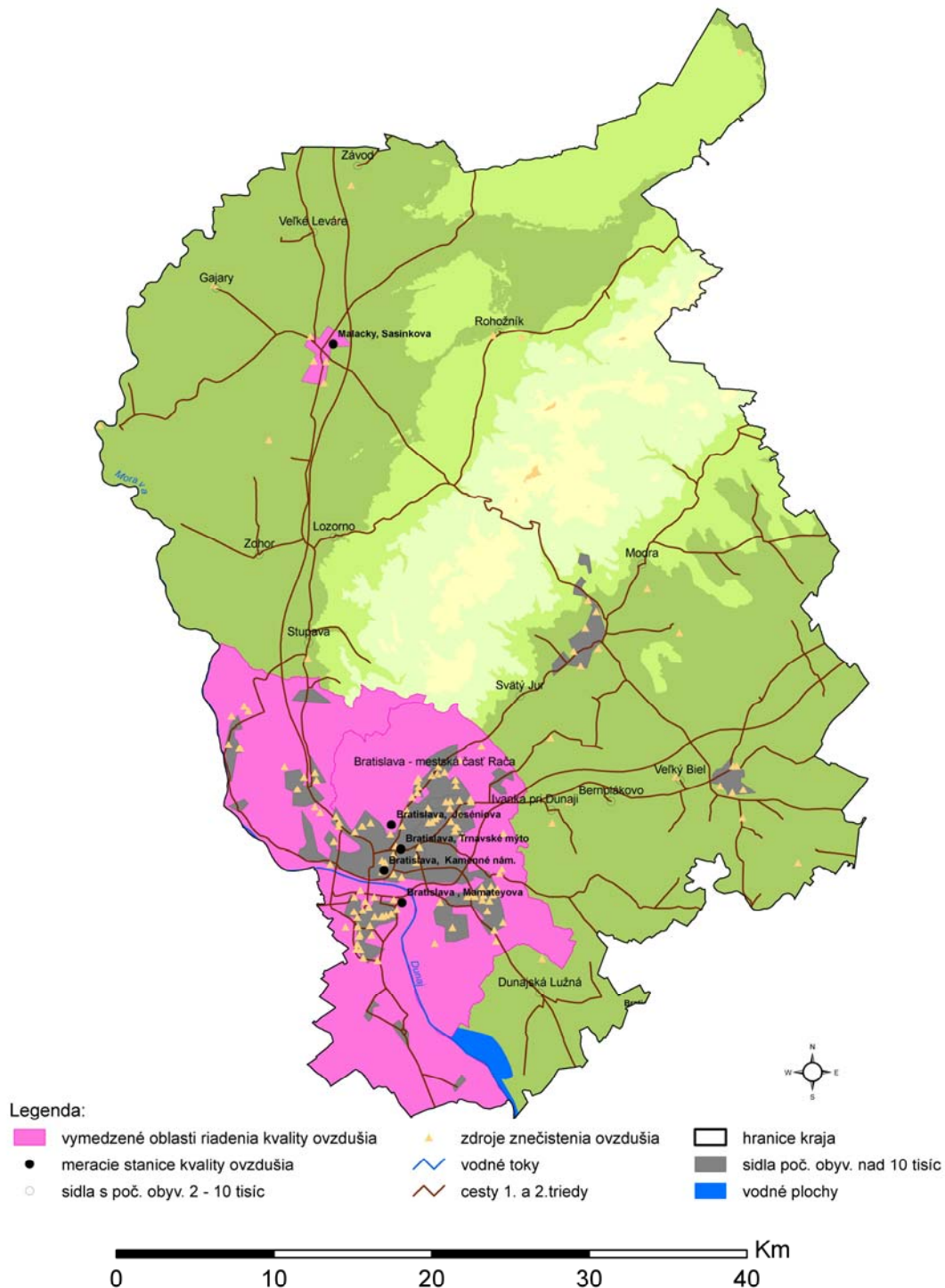
* PM₁₀ – suspendované častice v ovzduší, ktoré prejdú zariadením selektujúcim častice s aerodynamickým priemerom 10 μm s 50 % účinnosťou

¹⁾ Stav k 31. 12. 2010

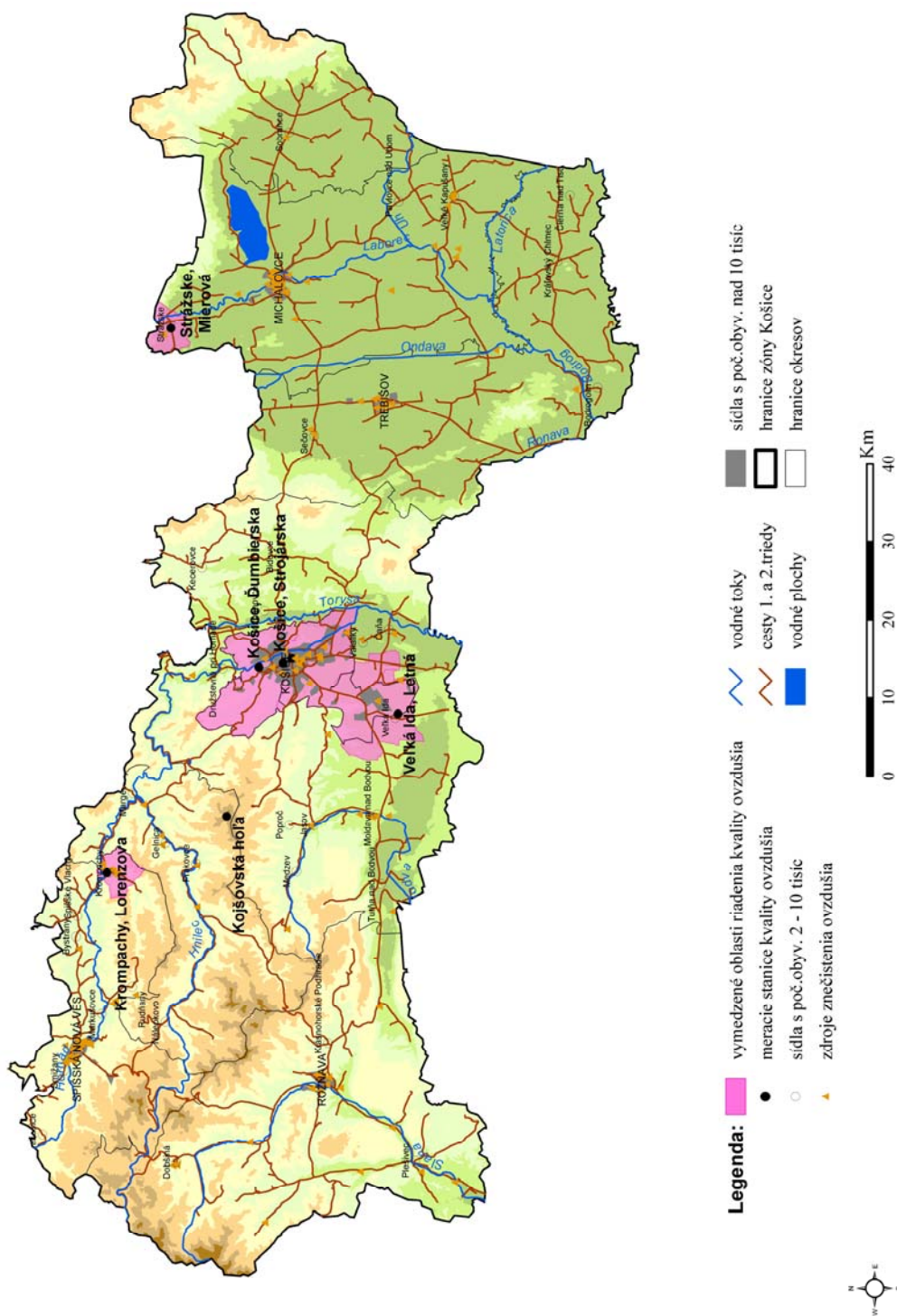
Obr. 1.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2010.



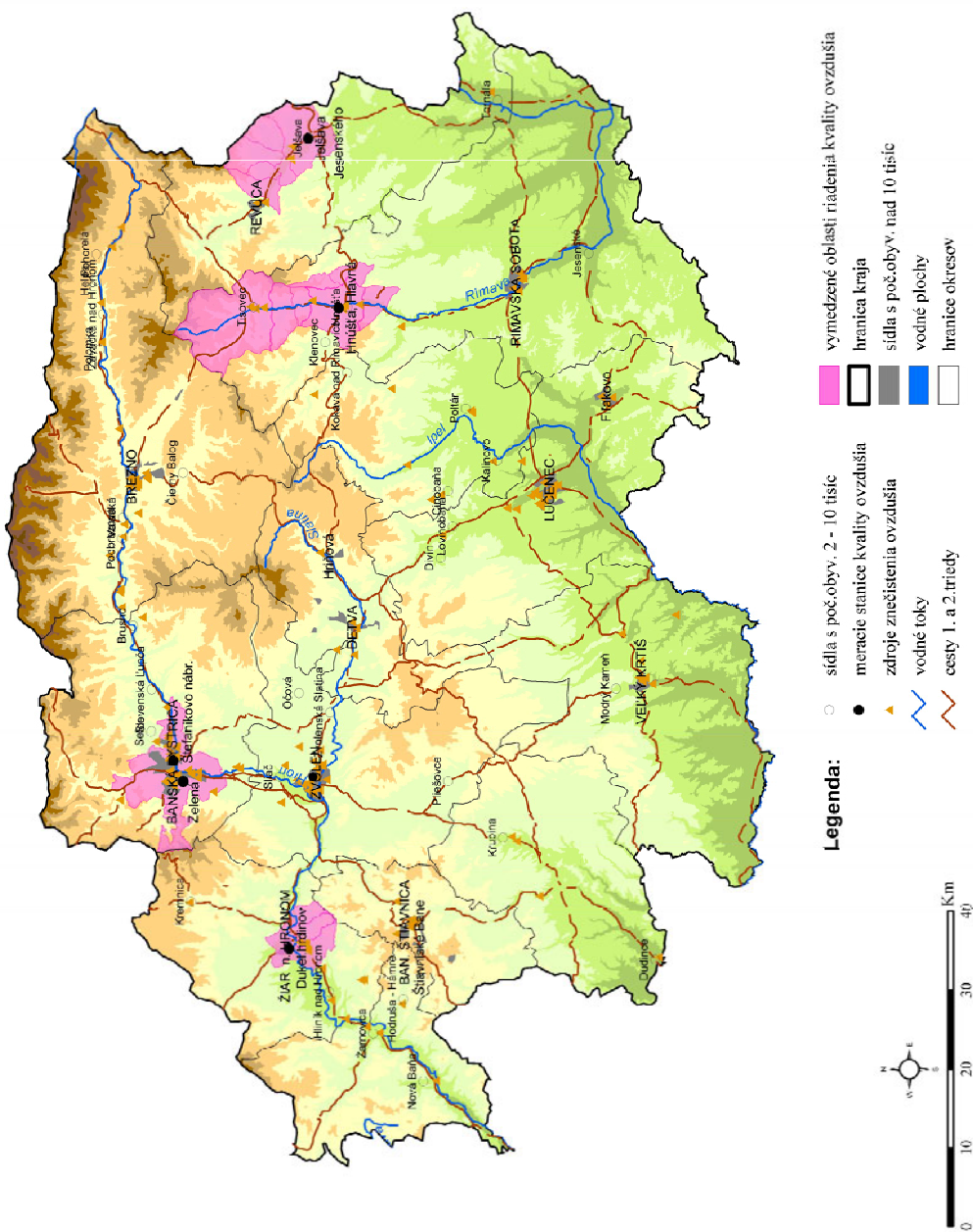
AGLOMERÁCIA BRATISLAVA a Zóna Bratislavský kraj



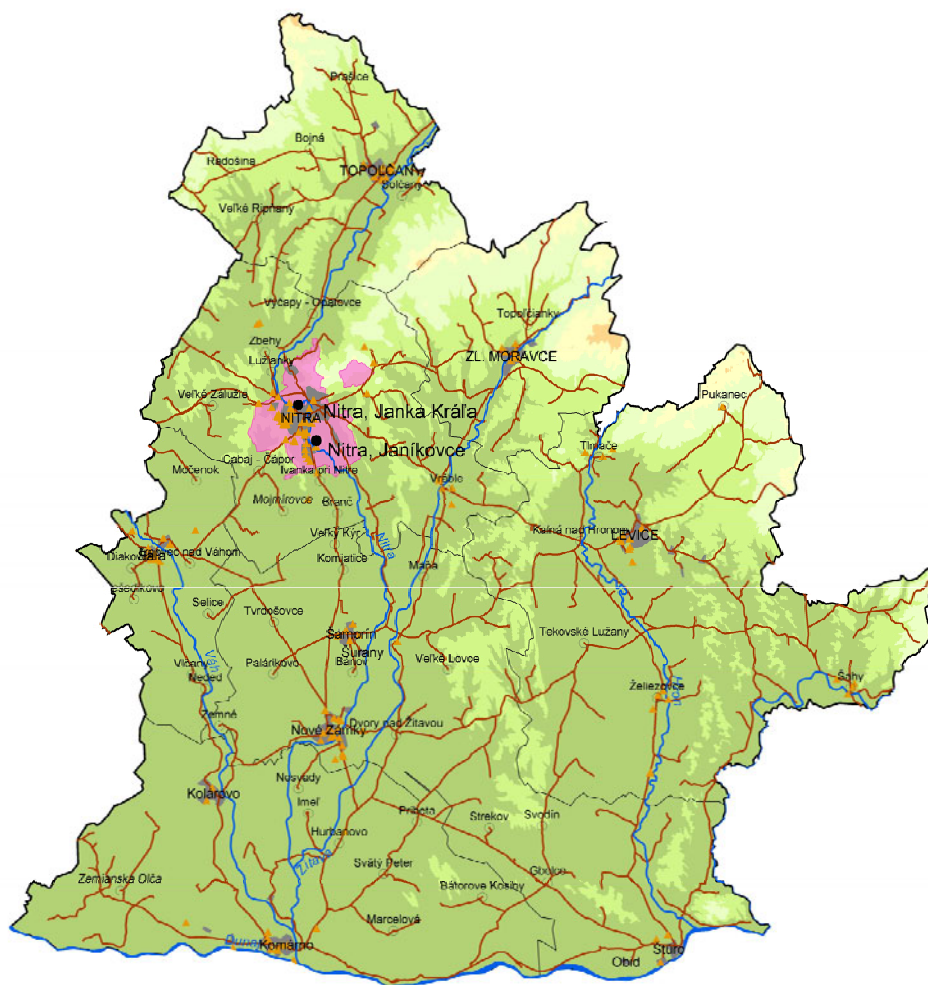
AGLOMERÁCIA KOŠICE a Zóna Košický kraj













Zóna Banskobystrický kraj

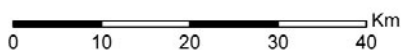


Zóna Nitriansky kraj

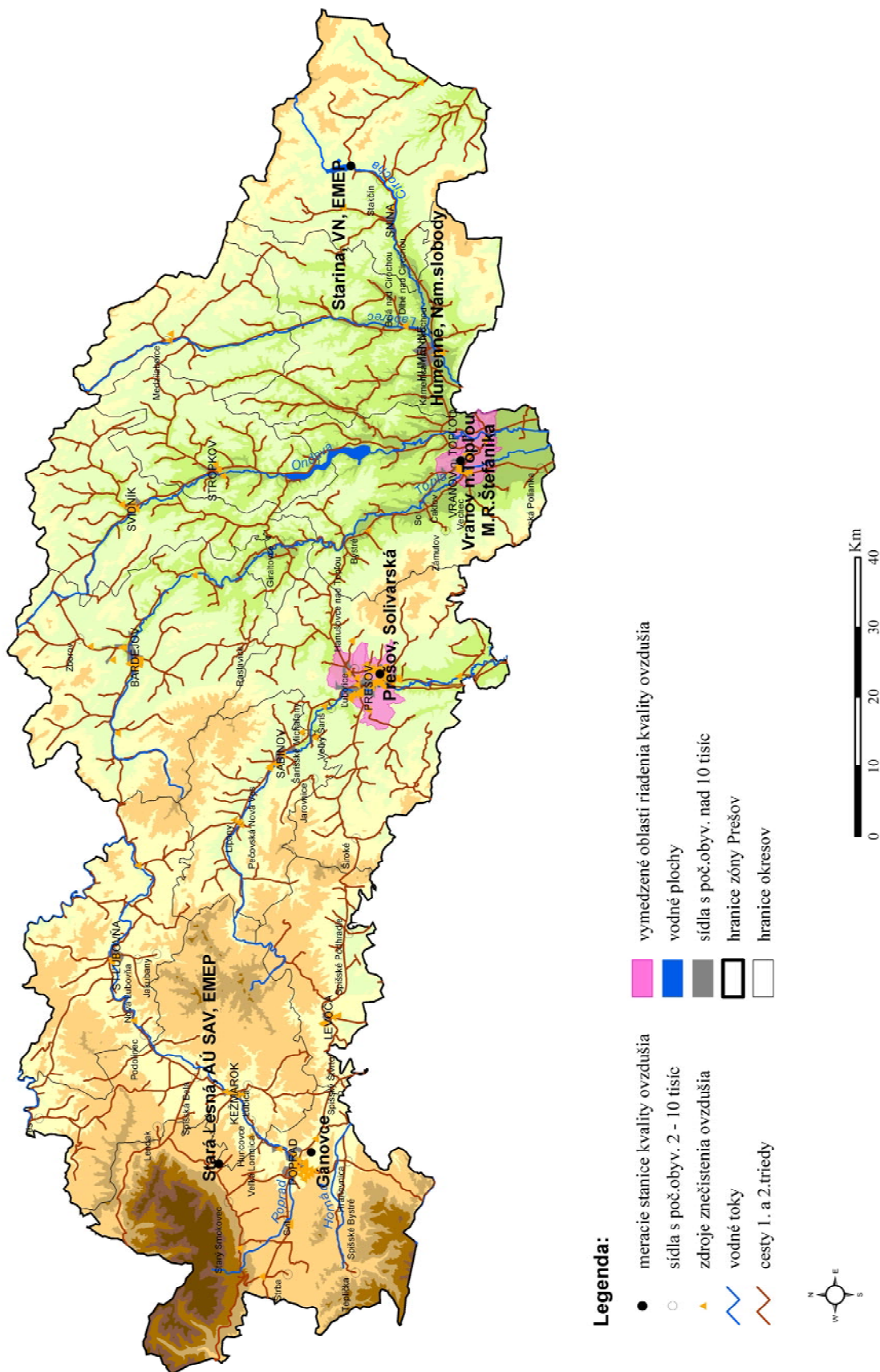


Legenda:

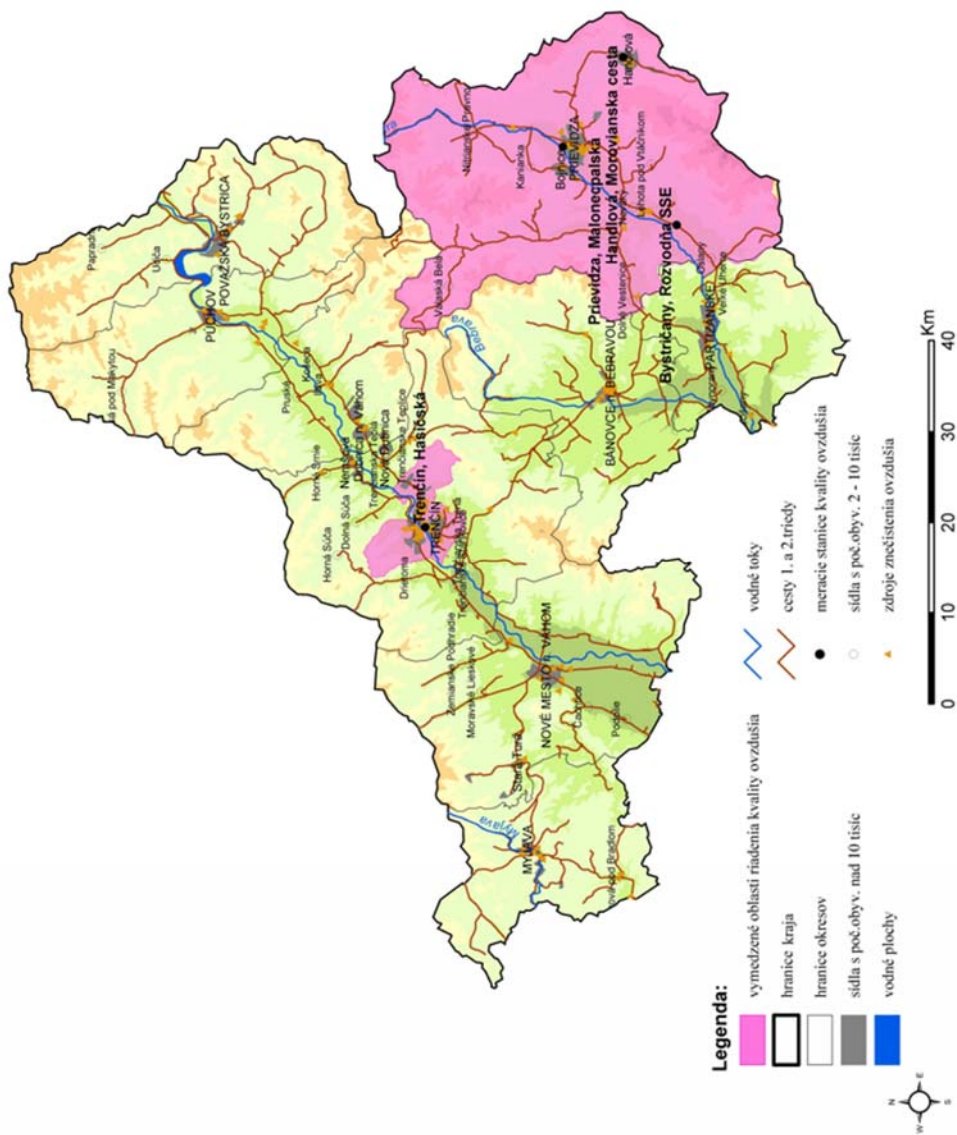
- | | | | |
|---|---|---|--------------------------------|
|  | vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia |  | cesty 1. a 2. triedy |
|  | meracie stanice kvality ovzdušia |  | vodné plochy |
|  | sídla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc |  | sídla s poč.obyv. nad 10 tisíc |
|  | zdroje znečistenia ovzdušia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



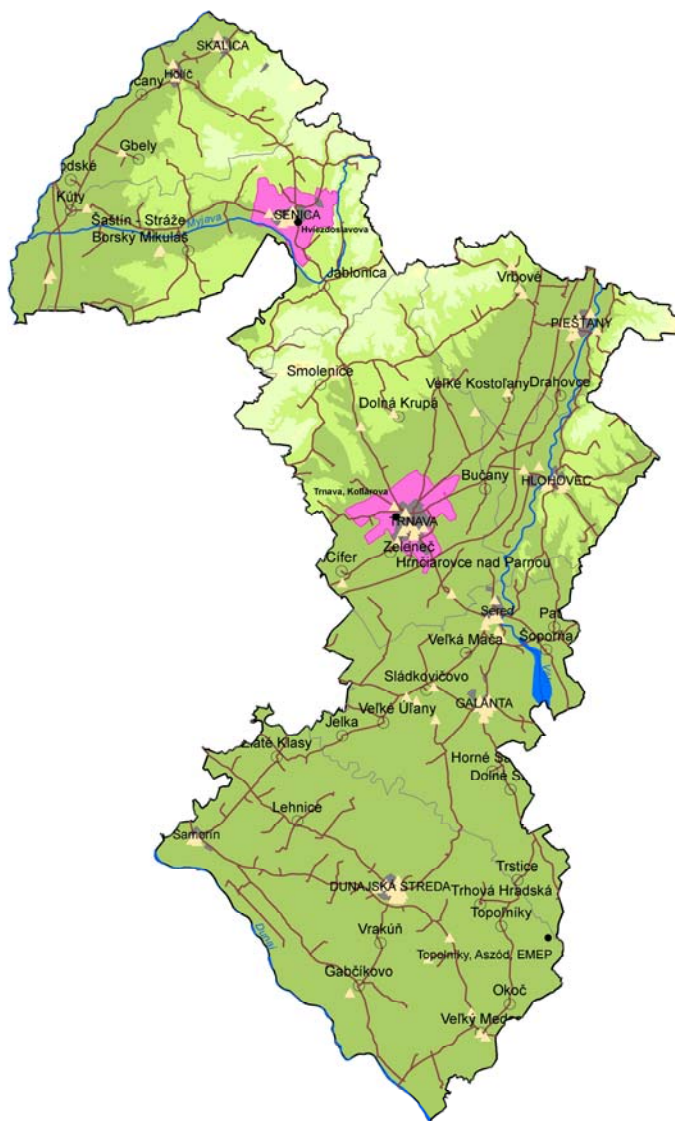
Zóna Prešovský kraj



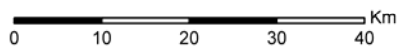
Zóna Trenčiansky kraj



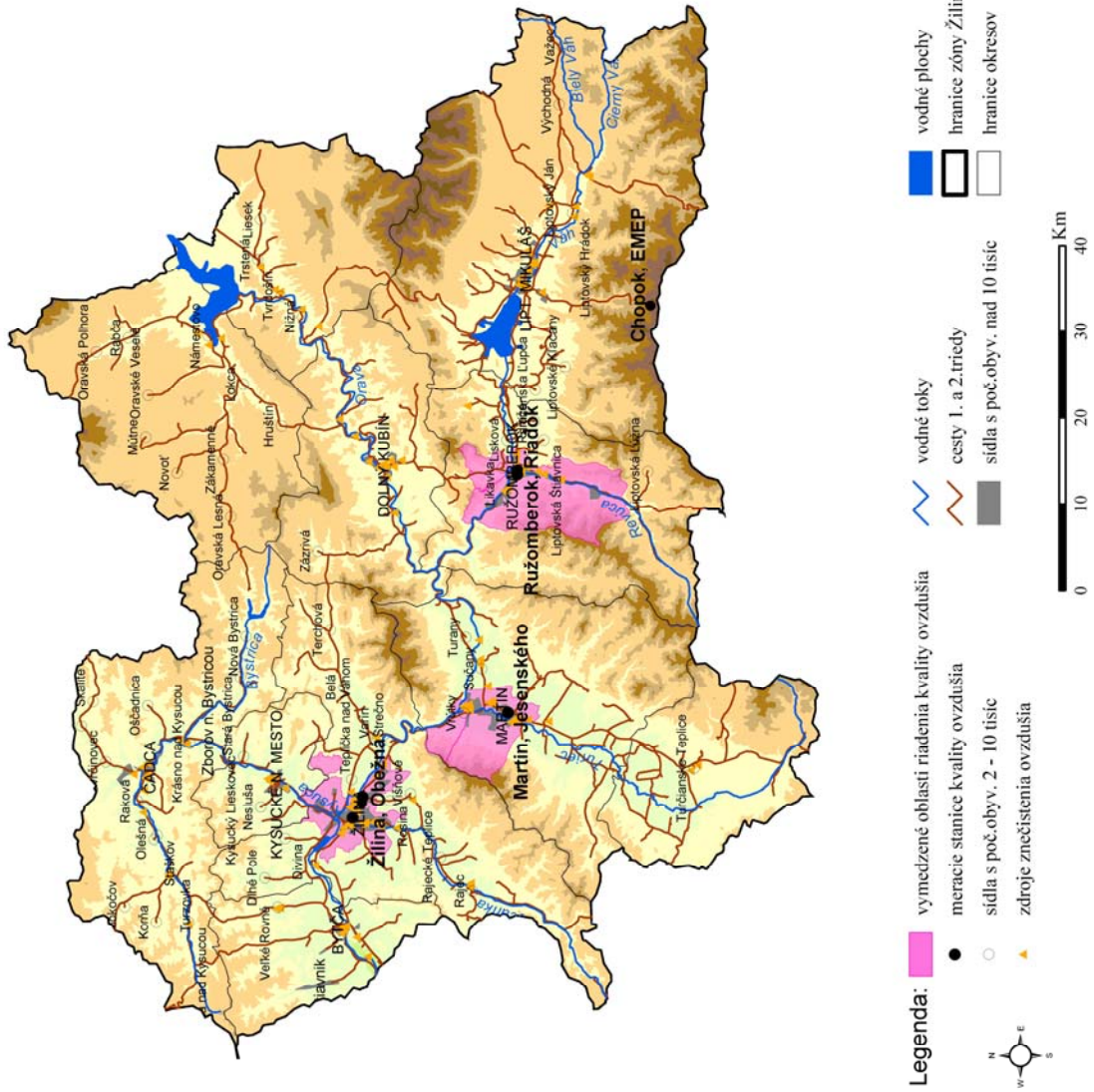
Zóna Trnavský kraj



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



Zóna Žilinský kraj



2 STAV MONITOROVACEJ SIETE V ROKU 2010

Tab. 2.1 Monitorovacie siete kvality ovzdušia v SR podľa vlastníkov – stav v roku 2010
(umiestnenie staníc v aglomeráciách a zónach, kódy staníc, názvy staníc, ich charakteristika a zemepisné súradnice).

Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia (NMSKO) – vlastník SHMÚ

	Okres	Kód Eol	Názov stanice	Typ oblasti	Typ stanice	Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadm. výška [m]
BRATISLAVA	Bratislava I	SK0004A	Bratislava Kamenné nám.	U	B	17°06'48"	48°08'41"	139
	Bratislava III	SK0002A	Bratislava Trnavské mýto	U	T	17°07'43"	48°09'30"	136
	Bratislava III	SK0048A	Bratislava Jeséniova	S	B	17°06'22"	48°10'05"	287
	Bratislava V	SK0001A	Bratislava Mamateyova	U	B	17°07'32"	48°07'30"	138
KOŠICE	Košice I	SK0015A	Košice Amurská	U	B	21°17'11"	48°41'28"	201
	Košice I	*	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	*	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	*	Krompachy, SNP	U	T	20°25'26"	48°54'57"	372
Nitriansky kraj	Nitra	SK0051A	Nitra, J. Kráľa	U	B	18°04'29"	48°18'38"	142
	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	*	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	*	Kolonické sedlo Hvezdáreň	R	B	22°16'25"	48°56'06"	431
	Vranov nad Topľou	SK0031A	Vranov nad Topľou M. R. Štefánika	U	B	21°41'15"	48°53'11"	133

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

* zatiaľ nemá pridelený kód (presťahovaná stanica, resp. novozriadená stanica)

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 USS Haniska	U.S. Steel, s.r.o.	U	B	20°28'33"	48°30'40"	121
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°1'24"	48°27'46"	98
Nitriansky kraj	Šaľa	Trnovec nad Váhom	Duslo, a.s., Šaľa	S	B	17°55'44"	48°09'00"	122
Trenčiansky kraj	Prievidza	Oslany	Slovenské elektrárne, a.s.	S	B	18°28'10"	48°37'59"	228
Žilinský kraj	Ružomberok	Ružomberok Celulóžka	Mondi SCP, a.s.	U	I	19°19'11"	49°04'43"	462

Typ oblasti: U – mestská, S – predmestská, R – vidiecka
 Typ stanice: B – požadová, I – priemyselná, T – dopravná

Merací program v monitorovacích sieťach kvality ovzdušia v SR v roku 2010

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

	Názov stanice	Kontinuálne							Manuálne	
		PM ₁₀	PM _{2,5}	Oxidy dusíka NO, NO ₂ , NOx	Oxid siričitý SO ₂	Ozón O ₃	Oxid uhľohľatý CO	Benzén	Ťažké kovy As, Cd, Ni, Pb	Polyaromatické uhľovodíky BaP
Bratislava	Bratislava, Kamenné nám	x								
	Bratislava, Trnavské mýto	x		x			x	x		x
	Bratislava, Jeséniova	x		x		x				x
	Bratislava, Mamateyova	x	x	x	x	x				
	Spolu 4 stanice	4	1	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	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							
Spolu 6 staníc	5	6	2	1	2	1	1	1		
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	x		x	x		x	x		
	Spolu 1 stanica	1		1	1		1	1		
Košický kraj	Kojšovská hoľa					x				
	Veľká Ida, Letná	x	x				x		x	x
	Strážske, Mierová	x	x							
	Kropáčiky, SNP	x	x	x	x		x	x	x	x
	Spolu 4 stanice	3	3	1	1	1	2	1	2	2
Nitriansky kraj	Nitra, J. Kráľa	x	x	x	x		x	x		x
	Nitra, Janíkovce	x	x	x		x				
	Spolu 2 stanice	2	2	2	1	1	1	1		1
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody	x	x			x				
	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					
	Kolonické sedlo	x	x							
Spolu 7 staníc	5	5	1	1	4	1	1	2		
Trenčiansky kraj	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		x
	Spolu 4 stanice	4	4	1	4	1	1	1	1	2
Trnavský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP	x	x			x			x	
	Senica, Hviezdoslavova	x	x		x					
	Trnava, Kollárova	x	x	x			x	x		x
	Spolu 3 stanice	3	3	1	1	1	1	1	1	1
Žilinský kraj	Chopok, EMEP					x			x	
	Martin, Jesenského	x	x	x			x	x		
	Ružomberok, Riadok	x	x		x		x		x	
	Žilina, Obežná	x	x	x		x				
	Spolu 4 stanice	3	3	2	1	2	2	1	2	
NMSKO spolu 38 monitorovacích staníc		32	29	15	12	15	11	10	9	8

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

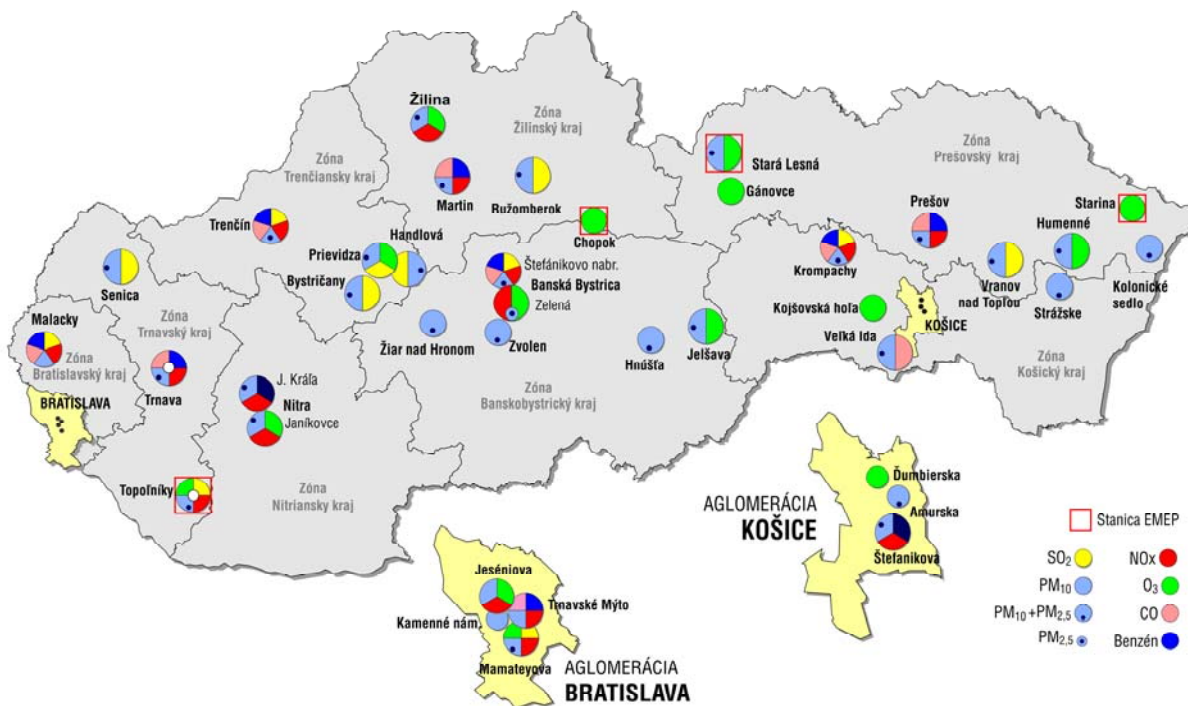
OVZDUŠIE		Oxid siričitý SO ₂	Oxidy dusíka NOx	Sírany SO ₄	Dusičnany NO ₃	Kyselina dusičná HNO ₃	Amoniak, amonné kationy NH ₃ , NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Ozón O ₃	VOC	PM ₁₀ ¹	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn
Prešovský kraj	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP								x	x	x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

¹ týždenné vzorkovanie

² TSP – celkové suspendované častice v ovzduší

ATMOSFÉRICKÉ ZRÁŽKY		pH	Vodivosť	Sírany 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	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn
Prešovský kraj	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Starina Vod. nádrž, EMEP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trnavský kraj	Topoľníky Aszód, EMEP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Žilinský kraj	Chopok EMEP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Obr. 2.1 Národná monitorovacia sieť kvality ovzdušia.



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

Vlastník	NUTS	Názov stanice	PM ₁₀	Oxidy dusíka NO, NO ₂ , NO _x	Oxid siričitý SO ₂	Ozón O ₃	Oxid uhoľnatý CO
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		
Mondi SCP, a.s. Ružomberok	Žilinský kraj	Ružomberok Celulóžka	x	x	x		
	Spolu	1 stanica	1	1	1		
U.S. Steel, s.r.o., Košice	KOŠICE	Košice USS Haniska	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 2010 je v tab. 2.1 až 2.4 a na obr. 2.1. Podrobný popis staníc (všetky požadované meta údaje) sa nachádza v Prílohe 1.

Monitorovacia sieť kvality ovzdušia SHMÚ (NMSKO) v roku 2010

Zabezpečenie monitorovania kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach SR

Monitorovanie kvality ovzdušia bolo v roku 2010 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) bol splnený. Monitorovanie oxidu siričitého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 13 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na väčšine monitorovacích staníc. Na troch staniciach nebola požadovaná výťažnosť dát dosiahnutá (Malacky-Sasinkova 86 %, Vranov n/T-M. R. Štefánika 86 % – poruchovosť meradla, Nitra-J. Kráľ – prekládka meracej stanice). 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 16 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na väčšine monitorovacích staníc. Na piatich staniciach nebola požadovaná výťažnosť dát dosiahnutá (Bratislava-Trnavské Mýto 83 %, Bratislava-Mamateyová 73 %, Prešov-Arm. gen. L. Svobodu 76 %, Trenčín-Hasičská 79 % – poruchovosť meradla, Nitra-J. Kráľ – prekládka meracej stanice). Monitorovanie NO_x prebiehalo na 2 EMEP staniciach v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Suspendované 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 nereferenčnou, kandidátskou, kontinuálnou metódou oscilačnej mikrováhy, prístrojmi TEOM na 32 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na väčšine monitorovacích staníc. Požadovaná výťažnosť nebola dosiahnutá len na stanici Nitra-J. Kráľ (prekládka stanice). Na 4 EMEP staniciach bolo realizované meranie TSP/PM₁₀ v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Prachomery TEOM nie je možné považovať za referenčnú ale len kandidátsku metódu. Ekvivalencia každej kandidátskej metódy musí byť overená testom ekvivalenčnej rovnocennosti s referenčnou metódou. Uvedené testy sú realizované na niekoľkých staniciach, ich spracovanie zatiaľ z prevádzkových dôvodov nie je vyhovujúce (nestabilné podmienky vo váhovní, poruchové prachomery).

Na monitorovacích staniciach ostatných prevádzkovateľov – VZZO bolo monitorovanie PM₁₀ realizované tiež len kandidátskou metódou (β -absorbcia), u ktorej bol pri funkčnej skúške vykonaný test ekvivalencie s výsledným korekčným koeficientom.

Suspendované častice PM_{2,5}

Minimálny 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 nereferenčnou, kandidátskou, kontinuálnou metódou oscilačnej mikrováhy, prístrojmi TEOM na 28 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá len na 4 celoročne merajúcich staniciach (Žilina-Obežná, Topoľníky-Aszód, Martin-Jesenského, Prievidza-Malonecpalská). Zostávajúce prachomery nedosiahli požadovanú výťažnosť údajov v roku, nakoľko boli len v polroku dodané, resp. inštalované.

Pokračovali merania koncentrácií PM_{2,5} referenčnou metódou, na staniciach Bratislava-Mama-teyova a Košice-Amurská, pre zistenie Indikátora priemernej expozície (IPE). Za účelom testov ekvivalencie kandidátskej metódy merania PM_{2,5} boli odoberané vzorky pre gravimetrické stanovenie ich koncentrácie. Chemické zloženie odobraných vzoriek PM_{2,5} z vidieckych pozadových miest (požiadavka v Prílohe č.4 B, hore uvedenej vyhlášky) bude realizované až po zabezpečení technického vybavenia, resp. dodávateľsky.

Oxid uhoľnatý CO

Minimálny rozsah monitorovania CO (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 5 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Monitorovanie oxidu uhoľnatého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 11 staniciach. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na väčšine monitorovacích staníc. Na 3 staniciach nebola požadovaná výťažnosť dát dosiahnutá (Krompachy-SNP 85 %, Prešov-Arm. gen. L. Svobodu 39 % – poruchovosť meradla, Nitra-J. Kráľ – prekládka meracej stanice).

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 2 staniciach nebola požadovaná výťažnosť dát dosiahnutá (Kojšová hoľa 86 %, Nitra-Janíkovce 78 % – poruchovosť meradiel).

Benzén

Minimálny rozsah monitorovania benzénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.5 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia) bol splnený. Požadovaná výťažnosť platných nameraných údajov (90 %) bola dosiahnutá na väčšine monitorovacích staníc. Monitorovanie benzénu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 10 staniciach. Na 2 staniciach nebola požadovaná výťažnosť dát dosiahnutá (Košice-Štefániková 80 %, Nitra-J. Kráľ 55,2 %).

Ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni)

Minimálny rozsah monitorovania pre Pb, As, Cd a Ni (počet a umiestnenie podľa Prílohy č.5 k vyhláške 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia, spolu s §7, ods. 4/d, zákona o ovzduší č. 137/2010 Z. z.) bol splnený. V roku 2010 bol zabezpečený monitoring uvedených ťažkých kovov na 9 staniciach. Na 5 mestských monitorovacích staniciach bolo zabezpečené vzorkovanie PM₁₀ na obsah ťažkých kovov 24 hodinovým odberom. Na 4 EMEP staniciach bolo zabezpečené vzorkovanie PM₁₀ na obsah ťažkých kovov (Pb, Cd, As, Cr, Cu, Ni a Zn) v týždenných intervaloch v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Polyaromatické uhľovodíky – 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 2010 bol zabezpečený monitoring benzo(a)pyrénu na 9 staniciach. Na týchto monitorovacích staniciach bolo zabezpečené vzorkovanie PM₁₀ na obsah benzo(a)pyrénu 24 hodinovým odberom.

VOC

Monitorovanie VOC sa na EMEP stanici Starina nerealizovalo pre pretrvávajúce problémy s prevádzkou plynového chromatografu v Skúšobnom laboratóriu SHMÚ.

Monitorovacie siete kvality ovzdušia ostatných prevádzkovateľov monitoringu kvality ovzdušia v roku 2010

Z ostatných prevádzkovateľov monitorovacích staníc – VZZO na Slovensku merajúcich na základe rozhodnutia príslušného OUŽP (merajú znečisťujúce látky referenčnými metódami okrem PM₁₀, ekvivalentná kandidátska metóda) boli vyhodnotené len stanice, ktoré mali vykonanú úplnú funkčnú, resp. periodickú skúšku. V roku 2010 bolo takýchto staníc 8 (tab. 3.11). Monitorovacia stanica prevádzkovaná MONDI a.s. v Ružomberku nemala v roku 2010 vykonanú periodickú skúšku ani priebežne nedostupné namerané údaje, preto nie je vyhodnocovaná. Namerané údaje z ostatných predmetných meracích staníc boli použité pre hodnotenie KO ako rovnocenné.

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, 3.8 a 3.9. V roku 2010 dostala SR od EK v súlade s článkom 22 smernice 2008/50/ES výnimku z povinnosti uplatňovať denné limitné hodnoty pre PM₁₀ stanovené v prílohe XI. Táto výnimka sa dá prakticky uplatniť pre zóny Trenčiansky, Trnavský a Prešovský kraj do 11. 6. 2011. Kvalita ovzdušia je považovaná za dobrú, ak úroveň znečistenia neprekračuje limitné hodnoty. Výskyt a doba trvania znečistenia na úrovni signálov Upozornenie a Regulácia pre NO₂ a SO₂ za ostatných 5 rokov uvádza tabuľka 3.5. V tabuľkách 3.12 až 3.15 sú vyhodnotené výsledky meraní z vidieckych požadových staníc (program EMEP) podľa kritických hodnôt na ochranu vegetácie.

Za účelom stanovenia spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach Slovenska, bolo spracované 5-ročné obdobie rokov 2006–2010, podľa horných (HMH) a dolných (DMH) medzí pre hodnotenie znečistenia ovzdušia. Výsledky pre jednotlivé znečisťujúce látky (ZL) sú uvedené v tabuľkách 3.6 a 3.10.

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

3.2.1 Aglomerácia Bratislava

V roku 2010 boli prekročené limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre NO₂ a PM₁₀ na dopravnej stanici Bratislava-Trnavské mýto. Priemerná ročná koncentrácia NO₂ bola na tejto stanici 48,9 µg.m⁻³, čo predstavuje nárast o približne 20 % oproti roku 2009. Denná limitná hodnota pre PM₁₀ bola prekročená aj na stanici Bratislava-Mamateyova. Na všetkých staniciach sa v porovnaní s rokom 2009 pozorovala tendencia nárastu počtu prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty pre PM₁₀. Úroveň ostatných ZL bola pod limitnými hodnotami.

3.2.2 Aglomerácia Košice

V roku 2010 bola prekročená denná limitná hodnota pre PM₁₀ na stanici Košice-Štefánikova. Na stanici Košice-Amurská bol počet prekročení pod limitom a rovnako ani ostatné ZL neprekročili limitné hodnoty.

3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj

V roku 2010 bola prekročená denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na všetkých monitorovacích staniciach okrem lokalít Zvolen-J.Alexyho a Žiar nad Hronom-Jilemnického. Celkovo je možno konštatovať, že v roku 2010 sa počet prekročení výraznejšie zvýšil oproti roku 2009. Najvyššia úroveň znečistenia PM₁₀ bola na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie, kde sa vyskytlo 141 prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty. Rovnako priemerná ročná koncentrácia 50 µg.m⁻³ výrazne prekročila ročnú limitnú hodnotu 40 µg.m⁻³. Približne o 5 µg.m⁻³ bola prekročená cieľová hodnota pre PM_{2.5} 25 µg.m⁻³. Zvýšená úroveň časticami PM je zapríčinená aj budovaním cestného obchvatu mesta. V súvislosti s výkopovými a zemnými prácami je na príľahlej cestnej komunikácii aj zvýšená intenzita nákladnej dopravy. Táto lokalita patrí k najviac znečisteným v rámci SR a preto sa tu v súčasnosti buduje predmetný cestný obchvat, od ktorého sa očakáva, že po jeho dobudovaní sa znížia lokálne maximálna koncentrácia znečisťujúcich látok z dopravy v meste.

3.2.4 Zóna Bratislavský kraj

Výsledky meraní v roku 2010 poukazujú na zvýšenú úroveň znečistenia časticami PM₁₀, ktoré prekročili 24-hodinovú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí 66 krát, čo je približne o 10 % viac, ako v roku 2009.

3.2.5 Zóna Košický kraj

V tejto zóne bola prekročená denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na staniaciach Veľká Ida-Letná a Krompachy-SNP. Na monitorovacej stanici Veľká Ida-Letná dosiahol počet prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty PM₁₀ na ochranu zdravia 132, čo je 3. najväčšia hodnota na Slovensku, avšak oproti predošlému roku to predstavuje približne 20 % pokles. Mierny poklesla aj priemerná ročná koncentrácia na 46,7 µg.m⁻³, čo je výrazne vyššia hodnota, ako limitná koncentrácia 40 µg.m⁻³. Ostatné ZL neprekročili ani limitné ani cieľové hodnoty.

3.2.6 Zóna Nitriansky kraj

V zóne bola prekročená denná limitná hodnota na stanici Nitra-Janíkovce, kde sa počet prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty zvýšil asi o 40 % oproti roku 2010.

3.2.7 Zóna Prešovský kraj

Na väčšine staníc sa počty prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ zvýšili v porovnaní s rokom 2009. Denná limitná hodnota bola prekročená len na staniaciach Prešov-Arm. gen. L. Svobodu a Vranov-M. R. Štefánika. Denná limitná hodnota zvýšená o medzu tolerancie nebola prekročená na žiadnej stanici. Hodnotenie PM₁₀ podľa medze tolerancie končí 11. 6. 20011, dotedy musí SR dosiahnuť súlad znečistenia s limitnou hodnotou. Ostatné ZL neprekročili ani limitné ani cieľové hodnoty.

3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj

Úroveň znečistenia PM₁₀ prekročila dennú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí na všetkých staniaciach. Celkovo sa zvýšil aj počet prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty oproti roku 2009, najväčší nárast takmer o 100 % bol zaznamenaný na stanici Trenčín Hasičská cesta. Denná limitná hodnota zvýšená o medzu tolerancie nebola prekročená na žiadnej stanici. Hodnotenie PM₁₀ podľa medze tolerancie končí 11.6.20011, dotedy musí SR dosiahnuť súlad znečistenia s limitnou hodnotou. Pre SO₂ bola hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí najviac prekročená na monitorovacej stanici Bystričany-Rozvodňa SSE, avšak počet prekročení bol nižší, ako je povolený limit. Ostatné ZL neprekročili hraničné prahy ani limitné alebo cieľové hodnoty.

3.2.9 Zóna Trnavský kraj

V roku 2010 bola 56 krát prekročená 24-hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ 50 µg.m⁻³ na stanici Trnava-Kollárová, čo predstavuje nárast o cca 40 % oproti roku 2009. Denná limitná hodnota zvýšená o medzu tolerancie nebola prekročená na žiadnej stanici. Hodnotenie PM₁₀ podľa medze tolerancie končí 11. 6. 20011, dotedy musí SR dosiahnuť súlad znečistenia s limitnou hodnotou. Ostatné ZL neprekročili hraničné prahy ani limitné alebo cieľové hodnoty.

3.2.10 Zóna Žilinský kraj

V roku 2010 bola prekročená denná limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na všetkých 3 staniaciach a na 2 staniaciach sa pozoroval nárast v porovnaní s rokom 2009. Absolútny nárast o 49 prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty bol zaznamenaný na stanici Ružomberok-Riadok a táto stanica sa dostala na 1. miesto v SR s celkovým počtom prekročení 143. Vysokú úroveň znečistenia časticami PM v celej zóne indikuje aj prekročenie cieľovej hodnoty pre PM_{2,5} na všetkých troch monitorovacích staniaciach. Ostatné ZL neprekročili ani limitné ani cieľové hodnoty.

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

3.3.1 Aglomerácia Bratislava

Cieľová hodnota ozónu (8 h koncentrácia prízemného ozónu 120 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, povolený počet prekročení pre rok 2010 je 25 dní v priemere za 3 roky) bola prekročená na monitorovacej stanici Bratislava-Jeséniova a Bratislava-Mamateyova. V roku 2010 bol prekročený 6 krát informačný hraničný prah pre ozón (IHP) na stanici Bratislava-Jeséniova a 2 krát na stanici Bratislava-Mamateyova. Na stanici Bratislava-Jeséniova bol 2 krát prekročený aj výstražný prah v celkovej dobe trvania 12 hodín. Priemerná ročná koncentrácia BaP mierne prekročila cieľovú hodnotu, ktorá vstúpi do platnosti 31. 12. 2012 na stanici Bratislava-Trnavské mýto.

3.3.2 Zóna Slovensko

Zóna vymedzuje územie Slovenskej republiky okrem územia hlavného mesta SR Bratislavy.

Cieľová hodnota ozónu bola prekročená na celom území zóny. V roku 2010 sa nezaznamenalo prekročenie informačného alebo výstražného hraničného prahu pre ozón na žiadnej stanici v zóne Slovensko. Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov Pb boli nižšie, ako je dolná medza na hodnotenie na všetkých staniciach. Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov (As, Cd a Ni) boli nižšie ako sú príslušné cieľové hodnoty, pričom hodnoty priemerných ročných koncentrácií Cd a Ni boli pod dolnou medzou na hodnotenie. Za ostatných 5 rokov bola úroveň As nad hornou medzou na hodnotenie aspoň v 3 rokoch len na staniciach Krompachy-Lorenzova (SNP) a Prievidza-Malonepalská. Priemerná ročná koncentrácia BaP prekročila cieľovú hodnotu, ktorú treba dosiahnuť 31. 12. 2012 na staniciach Veľká Ida-Letná, Krompachy-SNP a Prievidza-Malonepalská. Kvôli malému počtu meraní na stanici v Nitre nie je možné z nameraných výsledkov vyvodiť relevantné závery.

3.4 Zhrnutie

SO₂

V roku 2010 nebola v žiadnej aglomerácii a zóne prekročená úroveň znečistenia pre hodinové a ani pre denné hodnoty vo väčšom počte. Príslušné limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí neboli prekročené vo väčšom počte, ako stanovuje Vyhláška č. 360/210 Z.z. o kvalite ovzdušia. V roku 2010 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu (tab. 3.5). V zóne Trenčiansky kraj bola úroveň znečistenia ovzdušia počas rokov 2006–2010 medzi hornou a dolnou medzou na hodnotenie (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 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto limitná hodnota nebola prekročená v priebehu roku 2010 na žiadnej z EMEP staníc, ani za kalendárny rok, ani za zimné obdobie. Všetky hodnoty boli pod HMM na ochranu vegetácie (tab. 3.12).

NO₂

V roku 2010 bola prekročená ročná limitná hodnota na monitorovacích staniciach Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie a Bratislava-Trnavské mýto. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia 62,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici výrazne prekročila limitnú hodnotu 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, z dôvodu vykonávania stavebných a zemných prác pri budovaní obchvatu v Banskej Bystrici. Prekročenie limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre hodinové koncentrácie nebolo zaznamenané na žiadnej monitorovacej stanici vo väčšom počte, ako stanovuje Vyhláška č. 360/210 Z.z. o kvalite ovzdušia. V roku 2010 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia výstražného prahu. Výsledky z predošlých piatich rokov dokumentujú, že v aglomerácii Bratislava a v zónach Banskobystrický, Trenčiansky, Trnavský a Žilinský kraj bola úroveň znečistenia nad HMM. V zónach Bratislavský, Nitriansky a Prešovský kraj bola úroveň medzi DMH a HMM.

Kritická úroveň na ochranu vegetácie ($30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok vyjadrená ako NO_x) nebola v roku 2010 prekročená na žiadnej z EMEP staníc. 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 PM_{10} . V roku 2010 bola prekročená 24h limitná hodnota na 21 staniciach. V roku 2010 dostala SR od EK v súlade s článkom 22 smernice 2008/50/ES výnimku z povinnosti uplatňovať denné limitné hodnoty pre PM_{10} stanovené v prílohe XI. Táto výnimka sa dá prakticky uplatniť pre zóny Trenčiansky, Trnavský a Prešovský kraj do 11. 6. 2011. Na žiadnej zo 6 staníc, ktoré prekročili dennú limitnú hodnotu v uvedených zónach nebola prekročená denná limitná hodnota zvýšená o medzu tolerancie. Hodnotenie PM_{10} podľa limitnej hodnoty zvýšenej o medzu tolerancie končí na týchto staniciach 11. 6. 2011, dotedy musí SR dosiahnuť súlad znečistenia s limitnou hodnotou na celom území Slovenska Na 4 AMS bola súčasne prekročená aj ročná limitná hodnota.

Na formovaní úrovne znečistenia sa do značnej miery podieľajú aj faktory, ktoré majú dosah v rámci celého Slovenska. Je to dokumentované tým, že hodnota korelačného koeficientu sa na väčšine mestských staníc pohybuje nad 0,5 (tab. 3.7). Korelačný koeficient vyjadruje mieru závislosti jednej premennej od druhej premennej. Čím je táto závislosť tesnejšia, tak tým je korelačný koeficient väčší a opačne. Pri funkčnej závislosti je korelačný koeficient rovný jednej. Najnižší korelačný koeficient sa vyhodnotil v Prešovskom kraji pre EMEP stanicu Stará Lesná-AÚ SAV. Vo všeobecnosti platí, že v rámci jednotlivých zón a aglomerácií sú korelačné koeficienty medzi stanicami vyššie, čo bolo v roku vidieť 2010 najmä v zónach Trenčiansky a Trnavský kraj.

PM_{2,5} - Pre častice $\text{PM}_{2,5}$ je ustanovený len ročný limit $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ktorý vstúpi do platnosti 1. 1. 2015, avšak táto hodnota platí od roku 2010, ako cieľová, ktorá by nemala byť prekročená. V roku 2010 bola táto hodnota prekročená na 4 staniciach.

CO - Na žiadnej z monitorovacích staníc nebola prekročená limitná hodnota a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2006 – 2010 je pod DMH.

Benzén - Najvyššia úroveň benzénu sa v roku 2010 namerala $2,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je hlboko pod limitnou hodnotou $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Pb - Na žiadnej monitorovacej stanici nebola prekročená limitná hodnota. Úroveň znečistenia ovzdušia je najvyššia na stanici v oblasti hutníckeho priemyslu Krompachy-SNP, avšak všetky priemerné ročné koncentrácie sú podstatne nižšie, ako DMH.

As, Ni, Cd - V roku 2010 sa nevyskytlo prekročenie cieľových hodnôt u žiadnej znečisťujúcej látky. Koncentrácie Cd a Ni sa za ostatných 5 rokov nachádzali pod DMH.

BaP - Cieľová hodnota, ktorú treba dosiahnuť 31. 12. 2012 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]										
					Do 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO ₂	1h	350 (24)	1.1.2005	150 µg/m³	500	470	440	410	380	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
NO ₂	1r	40 (-)	1.1.2010	50 %	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40
NO _x ^v	1r	30 (-)	1.1.2003	-											
PM ₁₀	24h	50 (35)	1.1.2005	50 %	75	70	65	60	55	50					
PM ₁₀	24h	50 (35)	11.6.2011	50%											75***
PM ₁₀	1r	40 (-)	1.1.2005	20 %	48	46	45	43	42	40					
Pb	1r	0.5 (-)	1.1.2005	100 %	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5					
CO	max. 8 h denná hodnota	10000 (-)	1.1.2003 (1.1.2005)	6000	16000	16000	16000	14000	12000	10000					
Benzén	1r	5 (-)	1.1.2006 (1.1.2010)	100 %	10	10	10	10	10	10	9	8	7	6	5
PM _{2.5}	1r	25**	1.1.2015												25**

¹ zimné obdobie (1. október – 31. marec) ^v kritické úrovne pre ochranu vegetácie

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách ** platí od roku 2010 ako cieľová hodnota

*** výnimka platí pre zóny Trnavský, Trenčiansky a Prešovský kraj

	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 ** platí od 1. 1. 2015

Tab. 3.3 Výťažnosť údajov* v % v roku 2010.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	CO	Benzén
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.			97,5		
	Bratislava, Trnavské mýto		82,9	98,5	95,0	97,5
	Bratislava, Jeséniova		95,0	96,9		
	Bratislava, Mamateyova	99,2	72,8	97,3		
KOŠICE	Košice, Štefánikova		22,8	97,3		80,3
	Košice, Amurská			98,9		
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	96,8	96,8	96,3	96,8	97,3
	Banská Bystrica, Zelená		97,7			
	Jelšava, Jesenského			97,9		
	Hnúšťa, Hlavná			97,8		
	Zvolen, J. Alexyho			98,3		
	Žiar nad Hronom, Jilemnického			97,8		
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	86,4	94,4	97,7	93,8	99,7
Košícký kraj	Veľká Ida, Letná			94,2	99,0	
	Strážske, Mierová			99,3		
	Kropachy, SNP	95,7	96,5	96,6	85,2	99,5
Nitriansky kraj	Nitra, J. Kráľa	60,6	60,4	60,4	53,1	55,2
	Nitra, Janíkovce		94,4	92,2		
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody			95,1		
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu		75,7	99,1	39,9	99,1
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	86,2		99,4		
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP			98,4		
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň			96,7		
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	97,3		96,2		
	Bystričany, Rozvodňa SSE	97,3		97,1		
	Handlová, Morovianska cesta	99,9		99,8		
	Trenčín, Hasičská	90,8	78,7	91,6	92,0	91,4
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	93,8		99,0		
	Trnava, Kollárova		92,0	95,6	96,5	91,0
	Topoľníky, Aszód, EMEP			96,6		
Žilinský kraj	Martin, Jesenského		98,7	99,1	97,4	98,6
	Ružomberok, Riadok	97,8		95,7		
	Žilina, Obežná		99,9	99,3		

* 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 2010.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia											vp 2)	
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀			PM _{2,5}	CO	Benzén	SO ₂	NO ₂	
		1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	24 hod 4)	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	<u>75</u> (35)	25	10000	5	500	400	
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.					28	23,9	x						
	Bratislava, Trnavské mýto			a 1	a 48,9	73	34,1	x		3829	1,4		0	
	Bratislava, Jeséniova			0	13,3	30	23,5	x					0	
	Bratislava, Mamatejova	0	0	b 0	b 21,7	43	32,1	x	17,3			0	0	
KOŠICE	Košice, Štefánikova			c	c	67	36,2	x	21,6		a 2,1			
	Košice, Amurská					30	25,2	x	20,9					
Banskobystrický Kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	0	0	5	62,5	141	50,0	x	29,8	2578	1,0	0	0	
	Banská Bystrica, Zelená			0	13,4			x	18,2					
	Jelšava, Jesenského					57	32,1	x	22,0					
	Hnúšťa, Hlavná					52	33,0	x	18,1					
	Zvolen, J. Alexyho					35	28,3	x	20,1					
	Žiar n. H., Jilemnického					29	27,1	x	18,3					
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	0	0	0	24,7	66	37,6	x		2901	1,5	0	0	
Košický Kraj	Veľká Ida, Letná					132	46,7	x	23,9	3643				
	Strážske, Mierová					37	28,7	x	19,1					
	Krompachy, SNP	0	0	0	13,6	99	41,1	x	23,7	a 1995	2,9	0	0	
Nitriansky kraj	Nitra, J. Kráľa	b 0	b 0	b 0	b 18,7	b 33	b 31,3	x	15,3	b 2097	b 0,6	0	0	
	Nitra, Janíkovce			0	8,1	50	34,7	x	22,5					
Prešovský Kraj	Humenné, Nám. slobody					28	27,4	<u>0</u>	19,4					
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu			a 0	a 33,0	83	38,3	<u>18</u>	24,0	c 2070	1,9			
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	a 0	a 0			61	34,7	<u>11</u>	19,7				0	
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP 3)					1	18,3	<u>0</u>	10,2					
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň 3)					5	23,3	<u>0</u>	12,9					
Trenčiansky Kraj	Prievidza, Malonecpalská	1	0			51	33,6	<u>11</u>	24,7					
	Bystričany, Rozvodňa SSE	2	0			54	33,5	<u>21</u>	19,8			0		
	Handlová, Morovianska cesta	0	0			43	28,6	<u>10</u>	20,4			0		
	Trenčín, Hasičská	0	0	a 0	a 32,0	53	35,8	<u>17</u>	21,9	2423	1,3	0	0	
Trnavský Kraj	Senica, Hviezdoslavova	0	0			27	28,6	<u>4</u>	19,5			0		
	Trnava, Kollárova			0	40,0	56	35,0	<u>15</u>	22,7	4036	0,9		0	
	Topoľníky, Aszód, EMEP 3)					25	24,6	<u>2</u>	18,4					
Žilinský Kraj	Martin, Jesenského			0	32,8	76	36,9	x	25,1	2877	0,6			
	Ružomberok, Ríadok	0	0			143	50,6	x	26,7			0		
	Žilina, Obežná			0	34,8	83	38,4	x	31,2				0	

1) maximálna osemhodinová koncentrácia

2) Limitné hodnoty pre výstražné prahy

3) stanice indikujú regionálnu požadovú úroveň

4) Limitné hodnoty zvýšené o medzu tolerancie (výnimka platí do 11. 6. 2011); x - výnimka nebola udelená

Znečisťujúce látky, ktoré prekročili limitnú hodnotu sú zvýraznené hrubým písmom

Označenie výťažnosti: > 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 2006 – 2010. Od roku 2010^v pre výstražné prahy.

Stanica	Počet prekročení / Dĺžka trvania v hodinách								
	Signál upozornenie				Signál regulácia				
	2006	2007	2008	2009	2006	2007	2008	2009	2010 ^v
Prievidza, Malonecpalská	1/1	0	1/2	0	0	0	1/1	0	0

Tab. 3.6 Zaradenie AMS podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) na hodnotenie pre určenie spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia za roky 2006 až 2010.

AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	HMH a DMH s ohľadom na ochranu zdravia ľudí																				
		SO ₂		NO ₂				PM ₁₀			PM _{2.5}		CO		Benzén							
		24h priemer		1h priemer		ročný priemer		24h priemer		ročný priemer	ročný priemer		8hod maximum		ročný priemer							
		>HMH	≤HMH >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH >DMH	≤DMH	>HMH	≤HMH >DMH	≤DMH			
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám.								A													
	Bratislava, Trnavské mýto					A	A		A									A		A		
	Bratislava, Jeséniova					A		A	A													
	Bratislava, Mamateyova			A		A	A		A													
KOŠICE	Košice, Štefánikova				*	*	*	*	*	*	A			A						A		
	Košice, Amurská								A					A								
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.			A	A			A			A								A		A	
	Banská Bystrica, Zelená					A			A													
	Zvolen, J. Alexyho								A					A								
	Jelšava, Jesenského								A					A								
	Hnúšťa, Hlavná								A					A								
	Žiar nad Hronom, Jilemnického									A				A								
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova			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
Nitriansky kraj	Nitra, Janíkovce					A			A	A				A								
	Nitra, J. Kráľa			A			A	A			A			A						A		A
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody					A			A	A				A								
	Prešov, Arm. gen. L. Svobodu					A	A		A					A						A		A
	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika			A					A					A								
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP									A					A							
	Kolonické sedlo, Hvezdareň									A					A							
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská			A					A					A								
	Bystričany, Rozvodňa SSE			A					A					A								
	Handlová, Moroviánska cesta			A					A					A								
	Trenčín, Hasičská			A			A	A			A			A						A		A
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova			A										A								
	Trnava, Kollárova						A	A			A			A						A		A
	Topoľníky, Aszód, EMEP									A				A								
Žilinský kraj	Martin, Jesenského					A	A		A					A						A		A
	Ružomberok, Riadok			A					A					A								
	Žilina, Obežná					A	A		A					A								

A – áno * nedostatok údajov

Tab. 3.8 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.	3,1	0,8	1,9	33,7
	Veľká Ida, Letná	1,8	0,9	1,9	40,2
	Krompachy, SNP	2,7	1,5	1,3	87,6
	Prievidza, Malonecpalská	6,0	0,3	0,9	10,7
	Ružomberok, Riadok	3,3	0,4	1,3	14,5

Tab. 3.9 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	1,1
	Bratislava, Jeséniova	0,4
Slovensko	Veľká Ida, Letná	4,9
	Krompachy, SNP ²	2,6
	Starina, Vodná nádrž, EMEP	0,3
	Prievidza, Malonecpalská	1,8
	Trnava, Kollárova	1,0
	Nitra, Janka Kráľa	^a 1,2
	Trenčín, Hasičská	^b 3,8

^a < 50 % údajov ^b < 20 % údajov, priemer nie je reprezentatívny

Tab. 3.10 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 2006 až 2010.

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, Janka Kráľa															A
	Trenčín, Hasičská															A

A – áno

Tab. 3.11 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia za rok 2010 z priemyselných staníc ostatných prevádzkovateľov - VZZO.

AGLOMERÁCIA Zóna	Znečisťujúca látka	Ochrana zdravia								VHP ²⁾	
		SO ₂		NO ₂		PM ₁₀		CO	Benzén	SO ₂	NO ₂
		Doba sriemerovania	1 hod	24 hod	1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	8 hod ¹⁾	1 rok	3 hod Kľzavý priemer
	Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] (počet prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	10000	5	500	400
BRATISLAVA	Bratislava, Pod. Biskupice	0	0	0	21,1	32	28,9	1448		0	0
	Bratislava, Vlčie Hrdlo	1	0	0	27,7	31	29,5	1395		0	0
KOŠICE	USS, Haniska	0	0	0	21,1	56	41,1	1981		0	0
Bratislavský kraj	Rovinka	0	0	0	17,9	22	27,3	1338		0	0
Košícky kraj	Veľká Ida	0	0	4	75,9	110	45,7	4284		0	0
	Leles	0	0	0	8,0	31	23,4			0	0
Nitriansky kraj	Trnovec nad Váhom	0	0	0	16,1	65	37,3			0	0
Trenčiansky kraj	Oslany	1	0	0	13,2	83	43,3			0	0
Žilinský kraj	Ružomberok, Celulóžka	0	0	0	18,8	57	30,4			0	0

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ Limitné hodnoty pre výstražné hraničné prahy

Znečisťujúce látky, ktoré prekročili limitnú hodnotu sú zvýraznené hrubým písmom

Tab. 3.12 Priemerné ročné koncentrácie SO₂ v ovzduší [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na EMEP staniaciach.

	Priemerné ročné koncentrácie SO ₂					Priemerné koncentrácie SO ₂ v zimnom období				
	2006	2007	2008	2009	2010	zima 2005–2006	zima 2006–2007	zima 2007–2008	zima 2008–2009	zima 2009–2010
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	20					20				
Horná medza na hodnotenie	12					12				
Dolná medza na hodnotenie	8					8				
Chopok, EMEP	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4	0,8	0,5	0,2	0,6	0,6
Starina, Vodná nádrž, EMEP	2,7	1,6	1,3	1,2	1,4	3,8	3,3	2,2	1,9	2,0

Tab. 3.13 Priemerné ročné koncentrácie NO_x (vyjadrené ako NO₂) v ovzduší [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na EMEP staniaciach.

	2006	2007	2008	2009	2010
Limitná hodnota na ochranu ekosystémov	30				
Horná medza na hodnotenie	24				
Dolná medza na hodnotenie	20				
Chopok, EMEP	2,0	2,4	1,8	2,2	2,5
Starina, Vodná nádrž, EMEP	4,1	4,1	4,2	3,6	3,7

Tab. 3.14 Priemerná ročná koncentrácia suspendovaných častíc (PM₁₀ a TSP) v ovzduší [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na EMEP staniaciach.

	2006	2007	2008	2009	2010
Chopok, EMEP	7,0	5,1	3,5	4,9	4,9
Topoľníky, Aszód, EMEP	24,5	23,2	18,0	22,7	23,8
Starina, Vodná nádrž, EMEP	19,2	17,7	13,9	15,0	15,5
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	14,9	12,6	11,6	13,3	13,2

Tab. 3.15 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov na EMEP staniaciach [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$].

	Pb	As	Ni	Cd	Cu	Cr	Zn
Chopok, EMEP	1,36	0,27	0,42	0,04	0,86	0,78	3,69
Topoľníky, Aszód, EMEP	10,34	1,20	0,69	0,28	3,34	1,01	19,68
Starina, Vodná nádrž, EMEP	5,94	0,56	0,61	0,20	1,63	0,91	11,55
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	6,37	0,65	0,44	0,18	2,30	0,73	14,51

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 – 2008 poklesla antropogénna emisia prekurzorov ozónu na Slovensku: NMVOC z 137 kt na 68 kt; NO_x z 222 kt na 95 kt a CO z 505 kt na 242 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 4–8 µg.m⁻³ k priemernej koncentrácii prízemného ozónu v Európe (občas až do 20 µg.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 neurčitou. Väčšina izoprénu a viac ako polovica terpénov sú emitované v období od mája do augusta, pričom ich emisia rastie exponenciálne s rastúcou teplotou. V teplých slnečných dňoch BVOC významne prispievajú k formovaniu vysokej úrovne prízemného ozónu. Tvorbe ozónu napomáha aj emisia NO_x z pôd (odhaduje sa až na 15 % celkovej emisie oxidov dusíka v Európe). Lesy pokrývajú 41 % plochy Slovenska, pričom priľahlé časti okolitých krajín sú v širokej miere zalesnené.

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

4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní

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

Počet chýbajúcich meraní bol v roku 2010 na väčšine staníc nižší ako 6 %, vyššia poruchovosť bola iba na staniciach Nitra Janíkovce a Kojšovská hoľa (tab. 4.1).

Obr. 4.1 Sieť monitorovacích staníc prízemného ozónu SHMÚ (stav v r. 2010).



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

Stanica	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Bratislava, Jeséniova	5,7	4,7	3,0	2,5	2,2	5,8	16,8	0,6	1,64	0,1	0,2
Bratislava, Mamateyova	18,6	3,6	1,6	3,6	2,7	6,3	2,3	0,8	1,07	7,2	6,2
Košice, Ďumbierska	9,6	4,4	4,1	1,4	0,5	8,6	44,4	1,1	0,14	2,1	0,4
Banská Bystrica, Zelená										42,5	0,03
Jelšava, Jesenského	20,5	1,6	8,2	4,1	0	0,3	8,2	5,0	0,13	3,0	2,8
Kojšovská hoľa	24,0	7,9	1,1	9,9	1,1	9,9	6,3	0,7	1,98	0,1	14,2
Nitra, Janíkovce										13,7	22,5
Humenné, Nám. slobody	2,7	3,0	2,5	1,9	0,3	0,3	10,3	9,5	0,47	0,1	3,8
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	8,7	2,4	0,8	4,7	0,5	0,3	10,9	0,2	0,31	0,6	0,4
Gánovce, Meteo. st.	25,4	6,0	4,7	1,4	24,9	15,9	7,8	0,01	1,71	0,1	0,4
Starina, Vodná nádrž, EMEP	8,2	3,6	0,5	2,2	17,3	7,1	24,8	6,6	2,56	0,8	0,1
Prievidza, Malonecpalská								1,9	0,40	3,4	0,5
Topoľníky, Aszód, EMEP	10,1	25,8	1,1	1,4	3,6	6,6	1,7	1,4	0,59	0,6	2,9
Chopok, EMEP	30,0	66,3	6,0	45,5	9,6	1,9	29,0	1,0	1,67	0,3	2,6
Žilina, Obežná	13,1	1,4	6,8	2,7	0,3	0,5	0,5	1,0	0,05	1,5	0,1

Tab. 4.2 Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 2000–2010. Referenčná hodnota ročného priemeru pre ochranu materiálov (ozónová smernica) je $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pre ročné spravodajstvo do EK.

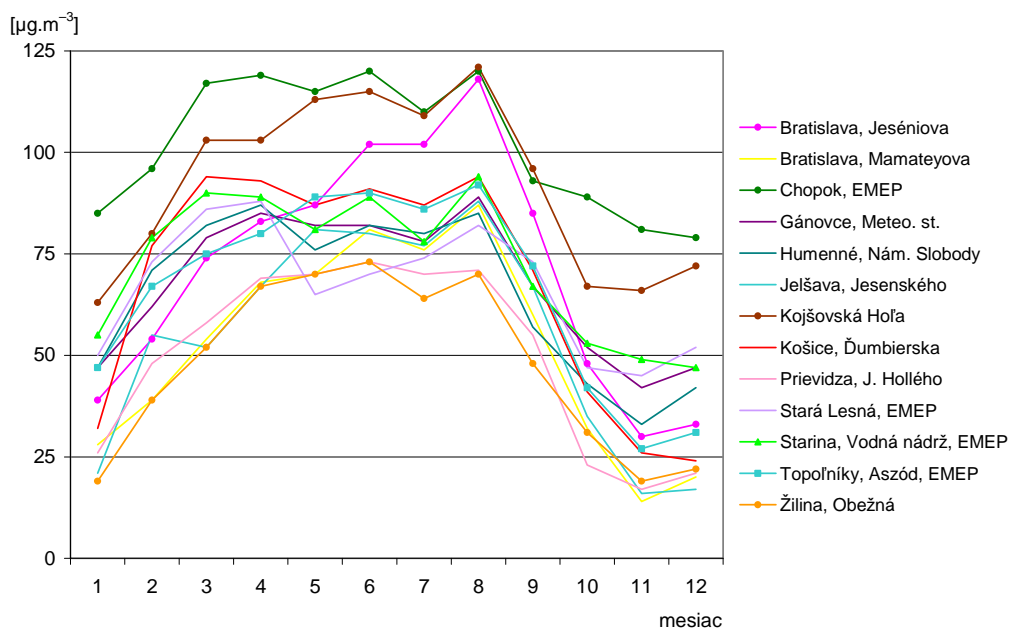
Stanica	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Bratislava, Jeséniova	52	54	56	71	64	68	^a 66	59	59	60	61
Bratislava, Mamateyova	^a 45	40	49	53	48	53	50	49	48	48	46
Košice, Ďumbierska	48	47	64	68	60	67	^b 49	57	56	81	63
Banská Bystrica, Zelená										^b 53	56
Jelšava, Jesenského	^a 47	49	48	55	51	52	55	56	51	49	44
Kojšovská hoľa	^a 100	89	86	91	86	86	84	79	76	85	^a 90
Nitra, Janíkovce										^a 74	^a 53
Humenné, Nám. slobody	48	48	56	66	58	60	^a 62	56	55	59	53
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	64	58	56	67	62	70	^a 73	68	74	61	67
Gánovce, Meteo. st.	^b 51	51	59	68	^a 66	^a 67	68	60	65	62	63
Starina, Vodná nádrž, EMEP	63	63	64	73	^a 66	66	^b 62	62	59	58	51
Prievidza, Malonecpalská								48	53	50	49
Topoľníky, Aszód, EMEP	^a 52	^b 41	47	67	59	60	60	58	60	59	55
Chopok, EMEP	^b 75	^c 125	97	^b 109	91	95	^b 96	91	92	90	87
Žilina, Obežná	^a 47	38	46	48	42	41	44	44	46	48	47
Priemer	53	54	56	65	59	61	60	62	61	62	59

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

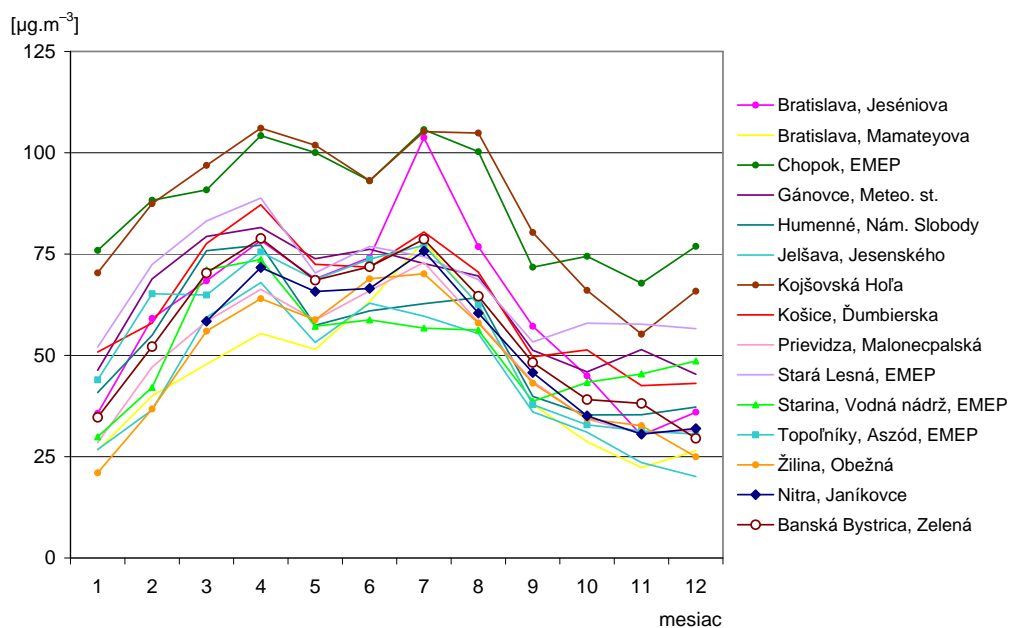
V tabuľke 4.2 sú zhrnuté priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu zo všetkých staníc NMSKO za obdobie 2000 až 2010. Celosieťový priemer z roku 2003 je najvyšší za celé toto obdobie. Ročné priemery nenaznačujú žiaden dlhodobý trend. Referenčná hodnota ročného priemeru pre ochranu materiálov $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ bola v posledných 3 rokoch prekročená na celom území Slovenska. Koncentrácie ozónu na Slovensku narastajú s nadmorskou výškou. V letnom období cez deň sa výšková závislosť do značnej miery stráca. Koncentrácie sa v čase najväčšej vertikálnej výmeny v spodnej atmosfére (popoludní) v celom profile prakticky vyrovnávajú.

Obrázok 4.2 ilustruje variabilitu mesačných priemerov koncentrácie ozónu zo všetkých staníc v roku 2003. Najvyššie figurujú pozad'ové horské stanice (Chopok, Kojšovská hoľa), po nich nasledujú regionálne, predmestské a nakoniec mestské stanice. Podobný priebeh priemerných mesačných koncentrácií ako v roku 2003, ktorý bol extrémne teplý, sa pozoroval aj v roku 2010 (obr. 4.3).

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



Obr. 4.3 Priemerné mesačné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] na Slovensku v roku 2010.



Tabuľka 4.3 uvádza počty dní, v ktorých bola prekročená priemerná 8h koncentrácia prízemného ozónu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za obdobie 2008–2010, 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 (cieľová hodnota pre rok 2010) bol prekročený na siedmich staniciach, najviac na vysokohorských staniciach Chopok (55 dní) a Kojšovská hoľa (55 dní).

Počet prekročení informačného hraničného prahu (IHP) pre signál „Upozornenie“ (1 h koncentrácie $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) a výstražného hraničného prahu (VHP) pre signál „Varovanie“ (1 h koncentrácie $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) uvádza tabuľka 4.4. Prahová koncentrácia pre varovanie obyvateľstva bola v roku 2010 prekročená v dvanástich prípadoch. V roku 2010, v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi sa vyskytlo viacero prípadov prekročenia prahovej koncentrácie pre informáciu obyvateľstva

Tab. 4.3 Počet dní s prekročením cieľovej hodnoty na ochranu zdravia ľudí (8h koncentrácia prízemného ozónu $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Cieľová hodnota povoleného počtu prekročení pre rok 2010 je 25 dní v priemere za 3 roky.

Stanica	2008	2009	2010	Priemer 2008–10
Bratislava, Jeséniova	32	32	24	29
Bratislava, Mamateyova	24	22	21	22
Košice, Ďumbierska	6	106	14	42
Banská Bystrica, Zelená	-	^b 18	17	18
Jelšava, Jesenského	22	17	4	14
Kojšovská hoľa	39	71	^a 55	55
Nitra, Janíkovce	-	^a 85	^a 16	50
Humenné, Nám. slobody	10	43	8	20
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	32	15	15	21
Gánovce, Meteo. st.	14	5	7	9
Starina, Vodná nádrž, EMEP	5	22	2	10
Prievidza, Malonecpalská	13	19	9	14
Topoľníky, Aszód, EMEP	39	41	23	34
Chopok, EMEP	66	62	36	55
Žilina, Obežná	21	36	20	26

* stanica nemerala dostatočný počet rokov

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

Tab. 4.4 Počet prekročení (v hodinách) informačného hraničného prahu (IHP) a výstražného hraničného prahu (VHP) prízemného ozónu pre upozornenie a varovanie obyvateľstva.

Stanica	IHP _{1h} = $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$			VHP _{1h} = $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Bratislava, Jeséniova	0	0	39	0	0	12
Bratislava, Mamateyova	1	2	3	0	0	0
Košice, Ďumbierska	0	0	0	0	0	0
Banská Bystrica, Zelená	-	^b 0	0	-	^b 0	0
Jelšava, Jesenského	0	0	0	0	0	0
Kojšovská hoľa	2	0	^a 0	0	0	^a 0
Nitra, Janíkovce	-	^a 1	^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	0	0	0	0	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 % platných meraní

Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie sa nachádzajú v tabuľke 4.5. AOT40 je suma prekročení úrovne $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ z 1h koncentrácií počas dňa (od 8 00 do 20 00 h SEČ) od 1. mája do 31. júla. Cieľová hodnota pre rok 2010 je $18\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ (priemer za 5 rokov). Táto hodnota bola v priemere za roky 2006–2010 prekročená na dvanástich staniciach.

Hodnoty AOT40 na ochranu lesov uvádza tabuľka 4.6. Táto charakteristika sa počíta rovnako ako AOT40 na ochranu vegetácie, avšak za obdobie od 1. apríla do 30. septembra. Referenčná úroveň pre spravodajstvo do EK je $20\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$. Táto hodnota platí len pre predmestské, vidiecke a pozad'ové 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 prekurzorov 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 pre rok 2010 je 18 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ v priemere za 5 rokov.

Stanica	2008	2009	2010	Priemer 2006 – 10
Bratislava, Jeséniova	20644	17765	21253	22499
Bratislava, Mamateyova	19894	13479	14712	18991
Košice, Ďumbierska	12229	38806	12496	20482
Banská Bystrica, Zelená	–	17178	15110	*
Jelšava, Jesenského	18677	14469	8542	18081
Kojšovská hoľa	19811	25276	23077	25822
Nitra, Janíkovce	–	32110	12991	*
Humenné, Nám. slobody	14998	23878	9606	21806
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	19844	11536	12894	18007
Gánovce, Meteo. st.	19572	13990	12786	18185
Starina, Vodná nádrž, EMEP	11648	15215	5107	12823
Prievidza, Malonecpalská	16853	12742	11874	14734
Topoľníky, Aszód, EMEP	25159	20768	16764	23245
Chopok, EMEP	32240	27828	20815	28096
Žilina, Obežná	16816	18767	16248	20044

– stanica v sledovanom období nemerala

* meranie ozónu zavedené v roku 2009, hodnoty sa nezapočítali do priemeru

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	2007	2008	2009	2010
Bratislava, Jeséniova	34967	33611	36825	30188
Bratislava, Mamateyova	36000	30655	29137	22298
Košice, Ďumbierska	31631	22197	80619	24329
Banská Bystrica, Zelená	–	–	32426	26376
Jelšava, Jesenského	47167	34899	30320	16869
Kojšovská hoľa	50364	36968	53961	44866
Nitra, Janíkovce	–	–	65796	20111
Humenné, Nám. slobody	35540	27941	45321	20319
Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	37194	36240	25253	24833
Gánovce, Meteo. st.	32371	34416	27766	23406
Starina, Vodná nádrž, EMEP	34741	21567	31460	11059
Prievidza, Malonecpalská	28931	28850	27027	18393
Topoľníky, Aszód, EMEP	42936	41595	41658	26451
Chopok, EMEP	49010	54685	51943	38550
Žilina, Obežná	35774	28470	37040	26240

– stanica v sledovanom období nemerala

4.2 Záver

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

1. Masívne zníženie národných emisií prekurzorov ozónu za posledné roky neprinieslo zníženie úrovne koncentrácií prízemného ozónu na území Slovenska. Niektoré charakteristiky koncentrácií prízemného ozónu v 2010 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 prekurzorov ozónu) poukázali na veľmi malý vplyv Slovenska na stredoeurópsku úroveň koncentrácií prízemného ozónu.
4. Veľmi sporadické prekračovanie informačného hraničného (180 µg.m⁻³) a výstražného hraničného (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. 2010

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 na hodnotenie kvality ovzdušia okrem meraní imisií aj matematické modelovanie. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje SHMÚ na staniaciach NMSKO. V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania. Aplikácia modelov však má svoje limity. Legislatíva predpisuje neurčitost' modelovania pre jednotlivé znečisťujúce látky. Modelovanie znečistenia ovzdušia na Slovensku komplikuje mimoriadna členitosť územia a nedostatočná hustota monitorovacej siete.

SHMÚ v súčasnosti používa na celoštátne hodnotenie kvality ovzdušia dva modely:

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

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

Uvedené modely pre hodnotenie kvality ovzdušia boli vyvinuté na SHMÚ. Cieľom bolo získať účinné nástroje pre celoplošné hodnotenie znečistenia ovzdušia požadované našou legislatívou a smernicami EÚ pre riadenie kvality ovzdušia v 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 zahŕňa korekčný faktor pre pokles koncentrácie s nadmorskou výškou, stanovený na základe meraní regionálnych pozad'ových staníc. Modelové výpočty pre líniové zdroje obsahujú algoritmy, pomocou ktorých sa zohľadňuje vplyv hustoty a štruktúry zástavby (drsnosť povrchu) na rozptyl znečisťujúcich látok v mestskej aglomerácii. Model neobsahuje chemický modul (pre rýchle reakcie). CEMOD sa v súčasnosti aplikuje len pre oxidy dusíka (NO_x), oxid dusičitý (NO_2), oxid uhoľnatý (CO), benzén a oxid siričitý (SO_2). Chemická transformácia NO na NO_2 pre všetky stacionárne zdroje v 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.
- **Pozad'ové 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 (suspenzia a resuspenzia 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 významných atribútov prostredia boli pre každú vstupnú hodnotu definované: vyhladzovacie parametre (smoothing) a exponent horizontálnej reprezentatívnosti. Zaviedla sa aj regionalizácia (priestorová reprezentatívnosť) meraní (vstupných hodnôt). Vstupné hodnoty sa transformovali na referenčnú hladinu na základe empiricky odvodených výškových závislostí z meraní staníc NMSKO s 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 emisné údaje pre rok 2010 budú k dispozícii až v septembri 2011, modelové výpočty budú vždy uvedené s ročným sklzom. V prípade prízemného ozónu (O₃), suspendovaných častíc PM₁₀, olova (Pb), arzénu (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 2010.

Oxid siričitý – SO₂

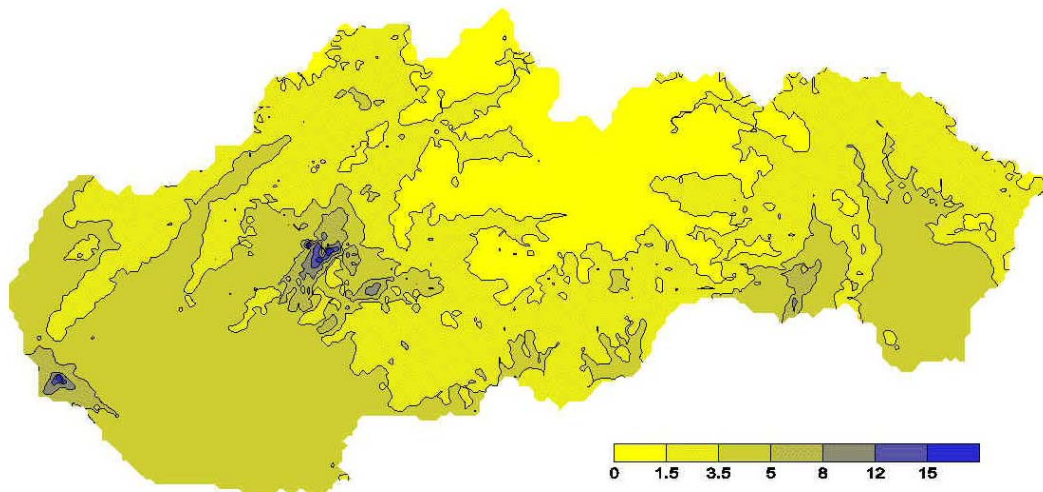
Výpočet plošného rozloženia všetkých charakteristík úrovne koncentrácií SO₂ v zónach, aglomeráciách, oblastiach riadenia kvality ovzdušia a na celom území štátu sa používa model **CEMOD**. Tento model vyžaduje vstupné meteorologické aj emisné údaje v sekvenčnej forme (t.j. v postupnosti po hodinách).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

Emisie – Zo zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým, ktoré patria do skupiny veľkých a stredných zdrojov bolo do modelových výpočtov zaradených 195 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 5 181 (v roku 2004 okolo 8000) evidovaných v databázovom systéme NEIS. Z uvedeného počtu komínov len v prípade 288 (v roku 2006 898) je celoročná emisia je nad 1 t. Z uvedeného je zrejmý v roku 2009 (obdobne ako už to bolo v roku 2008) je výrazný podiel komínov (výduchov), ktoré majú malé emisné toky za rok. Emisie z 195 komínov vstupujúcich do modelového výpočtu reprezentujú až 99,5 % (60 405 t) emisií z veľkých a stredných zdrojov (60 7230 t) v roku 2009. Z tohto množstva tri dominantné zdroje predstavujú okolo 67,2 % podiel – ENO (Elektrárne Nováky) 53,4 %, Slovnaft Bratislava 6 % a U.S. Steel Košice 7,8 % . Malé zdroje znečisťovania (hlavne domáce vykurovacie systémy) sa podieľali na celkovej emisii oxidu siričitého v roku 2009 cca 4,9 %. V modelových výpočtoch boli malé zdroje ako aj stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované 35 plošnými zdrojmi.

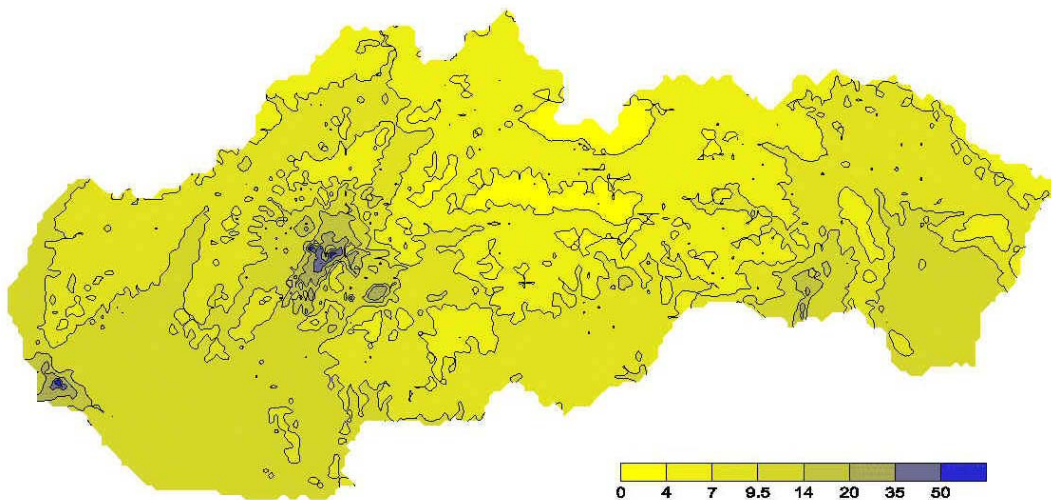
Imisie – Modelový výpočet (CEMOD) potvrdil obmedzenie plochy prekročení krátkodobých koncentrácií len na územie okresu Prievidza. Prekročenie 1 hodinovej limitnej hodnoty bolo zaznamenané na staniach Prievidza (1-krát) a Bystričany (3-krát), ktoré sú však z pohľadu prípustnosti prekročenia tejto limitnej hodnoty (prípustné 24 prekročenia) tolerované. Rok 2009 bol z pohľadu rozptylových podmienok znečisťujúcich látok v ovzduší menej priaznivý rok ako rok 2008, čo sa prejavilo aj na celoplošnom zvýšení hodnôt hodinových percentilov. Tomu možno pripísať prekročenie hornej medze na hodnotenie kvality ovzdušia v prípade denných koncentrácií okrem stanici v Bystričanoch (1-krát) aj na stanici Bratislava, Mamatyeva (1-krát). Prekročenie 24 hodinovej limitnej hodnoty nebolo zaznamenané na žiadnej meracej stanici.

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 v rozpätí 12 až 15 % limitnej hodnoty a v niektorých lokalitách dokonca pod 10 %. Priemerné ročné koncentrácie oxidu siričitého sa môžu v dôsledku lokálnych podmienok pre rozptýl v niektorých miestach priblížiť hodnote $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je limitná hodnota pre ochranu ekosystémov. Rozloha plôch so zvýšenými hodnotami na základe modelových výpočtov sa z roka na rok výrazne znižuje a lokalizácia týchto plôch zodpovedá lokalitám dominantných zdrojov znečisťovania ovzdušia touto znečisťujúcou látkou (ENO, U.S. Steel a Slovnaft).

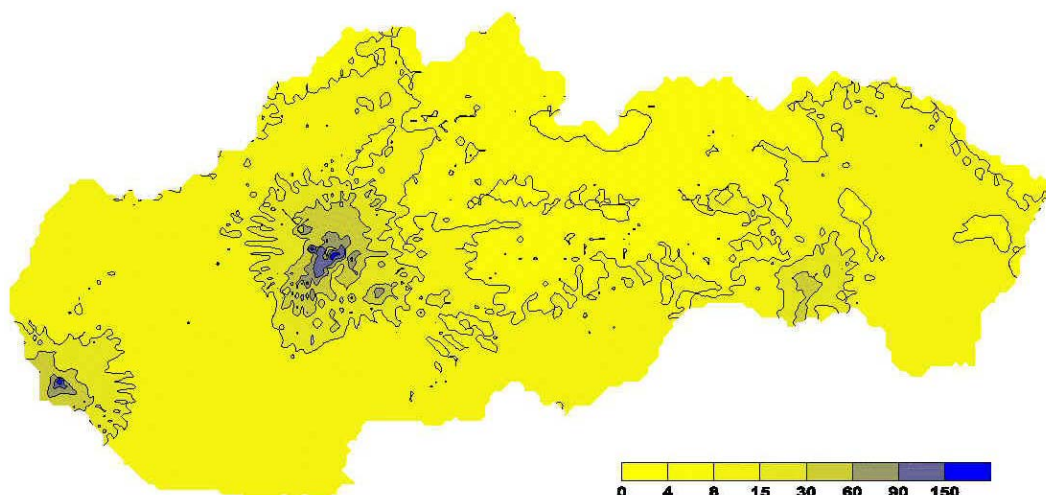
Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



Obr. 5.2 99,2 percentil priemernej dennej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



Obr. 5.3 99,7 percentil priemernej hodinovej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



Tab. 5.1 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid siričitý (SO_2) v sieti NMSKO SR za rok 2009 a ich percentuálny rozdiel [%].

AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	(SO_2) – 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, Mamatejova	11,4	9,1	20	31,5	28	11	104,4	66	37
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	4,3	5,5	-28	16,2	12	26	23,0	19	17
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	6,6	7,3	-11	16,7	16	4	24,9	35	-41
Košický kraj	Krompachy, Lorenzova (SNP)	6,7	5,9	12	24,0	14	42	37,4	24	36
Nitriansky kraj	Nitra, Janka Kráľa	7,3	7,7	-5	18,9	16	15	36,7	24	35
Prešovský kraj	Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika	5,9	5,8	2	18,4	14	24	43,4	20	54
Trenčiansky kraj	Prievidza, Malonecpalská	9,7	10,6	-9	34,5	24	30	139,1	58	58
	Bystričany, Rozvodňa SSE	8,9	13,6	-53	45,6	42	8	161,7	107	34
	Handlová, Morovianska cesta	9,3	4,1	28	53,5	13	21	96,8	41	-58
	Trenčín, Hasičská	5,7	5,3	7	16,5	12	27	26,0	16	38
Trnavský kraj	Senica, Hviezdoslavova	5,3	6,5	-23	18,0	14	22	31,5	22	30
Žilinský kraj	Ružomberok, Riadok	10,0	10,8	-8	37,3	27	28	54,1	60	-11

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 poukazuje na existenciu nevidovaných zdrojov (napr. fugitívne) alebo miestne špecifiká, ktoré je veľmi obtiažne modelovo simulovať. V oblasti významných zdrojov merania zaznamenávajú aj kolísania emisných tokov v priebehu roka z týchto zdrojov znečisťovania ovzdušia, kým pre modelové výpočty tieto informácie chýbajú (stanice Bystričany, Vranov).

Priemerná ročná požadovaná koncentrácia nameraná v roku 2009 mala na vidieckych požadových staniciach NMSKO s programom EMEP hodnotu menej ako $1,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje podiel do 6 % z limitnej hodnoty. V ostaných rokoch pozorovaný takmer sústavný pokles tejto hodnoty v roku 2009 pokračuje. V roku 2009 úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v porovnaní s rokom 2008 celoplošne mierne poklesla.

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 parametrom charakterizujúcim využitie krajiny („landuse“). 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 spočítania dopravy z roku 2005 (vykonáva sa každých 5 rokov) uverejnené Slovenskou správou ciest, resp. odborné odhady parametrov dopravy na úsekoch bez spočítania dopravy na základe intenzít z predchádzajúcich 1 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 pozadových 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 499 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 183 v roku 2009. Tento zredukovaný počet reprezentuje až 94,9 % (32 980 t) z celkového množstva 34 740 t. Z tohto množstva štyri dominantné zdroje predstavujú asi 37 % podiel (ENO 11,6 %, Slovnaft 3,8 %, U.S. Steel 17,7 % a EVO 4,2 %). Ďalších 10 % prispievajú kompresorové stanice plynárenského priemyslu. Emisie oxidov dusíka nie sú až tak výrazne záležitosťou niekoľkých dominantných zdrojov ako v prípade oxidu siričitého. 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 19 %. 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.

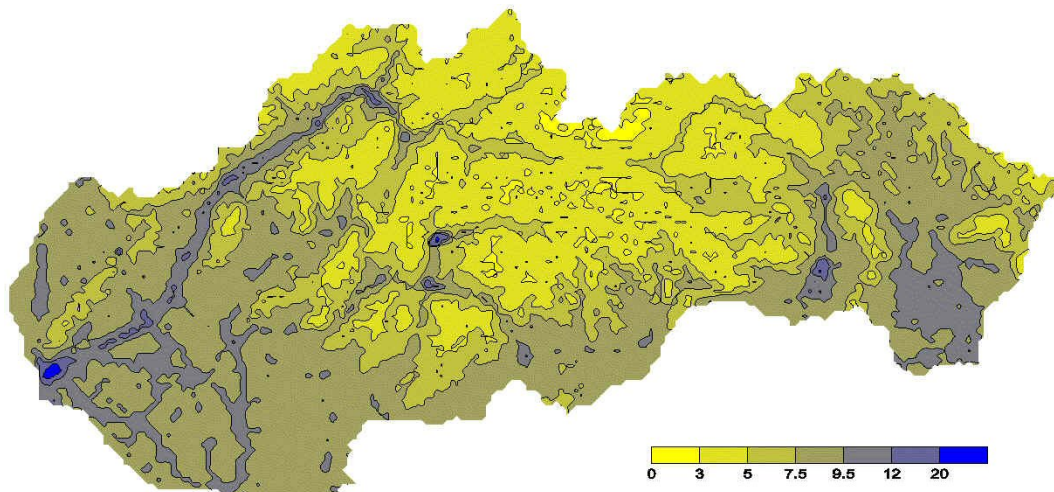
Imisie – Limitná hodnota plus medza tolerancie pre oxid dusičitý bola v roku 2009 prekročená na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábregie. V roku 2009 vidíme významný nárast priemernej ročnej koncentrácie na stanici Bratislava-Trnavské mýto ako aj na stanici Žilina-Obežná. Na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábregie bolo zaznamenaných v prípade maximálnych hodinových koncentrácií až 13 prekročení limitnej hodnoty), ktoré sú však z pohľadu prípustnosti prekročenia tejto limitnej hodnoty (prípustné 13 prekročení) ešte tolerované. Na tejto stanici bol zaznamenaný aj najvýraznejší nárast percentilu v roku 2009 v sieti staníc NMSKO. V prípade hodinových koncentrácií bola prekročená horná medza na hodnotenie kvality ovzdušia na siedmich staniciach. Najvýraznejšie prekročenie tejto hodnoty v roku 2009 bolo práve na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábregie (132). V roku 2009 pozorujeme na staniciach NMSKO celoplošne mierny nárast s porovnaním s rokom 2008.

Modelové výpočty pre priemernú ročnú koncentráciu boli okrem oxidu dusičitého (NO₂) vykonané aj pre oxidy dusíka (NO_x), ktoré sú ako znečisťujúca látka hlavným ukazovateľom pre ochranu vegetácie. Obdobne ako pre priemernú ročnú koncentráciu SO₂ má 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.

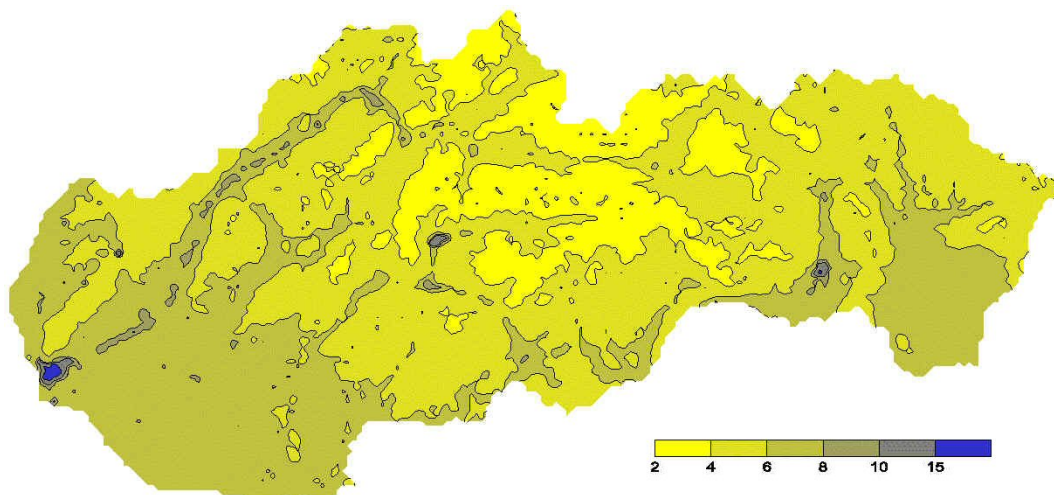
Tab. 5.2 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid dusičitý (NO_2) v NMSKO SR za rok 2009 a ich percentuálny rozdiel [%].

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 myto	40,9	36,8	10	129	159	-23
	Bratislava, Jeséniova	13,6	13	4	61,7	66	-7
	Bratislava, Mamateyova	28,6	22,2	22	129,0	97	25
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.	49,5	39,9	19	192,0	239	-24
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	30,3	22,5	26	85,8	119	-39
Košický kraj	Krompachy, Lorenzova (SNP)	17,4	14,7	16	53,5	71	-33
Nitriansky kraj	Nitra, Janka Kráľa	23,1	23,3	-1	107,8	138	-28
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody	11,7	9,2	21	54,1	29	46
	Prešov, Solivarská	15,6	14,2	9	73,2	63	14
Trenčiansky kraj	Trenčín, Hasičská	33,2	30,9	7	123,5	134	-9
Trnavský kraj	Trnava, Kollárova	38,8	32	18	144,1	173	-20
Žilinský kraj	Martin, Jesenského	33,3	26,7	20	136,3	127	7
	Žilina, Obežná	33,0	29,2	12	124,2	183	-47

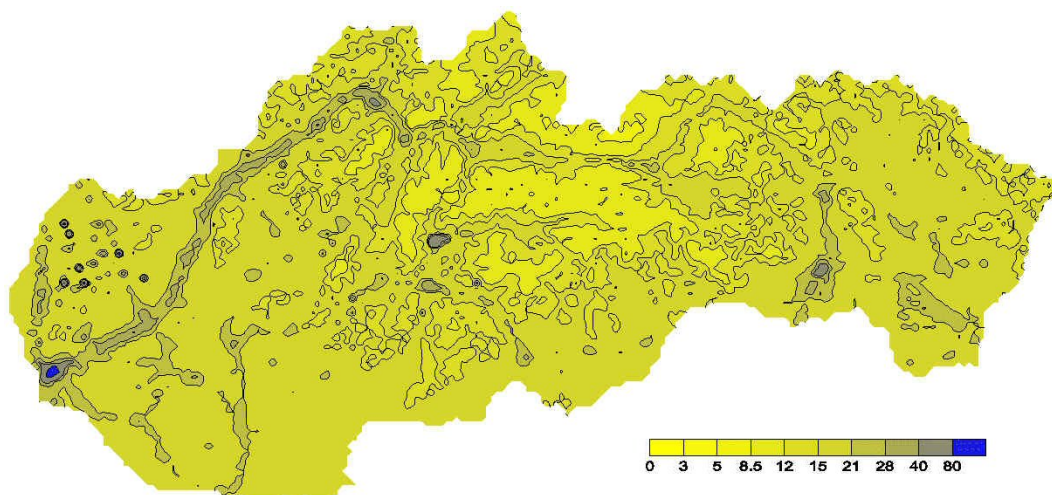
Obr. 5.4 Priemerná ročná koncentrácia NO_x [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



Obr. 5.5 Priemerná ročná koncentrácia NO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), rok 2009 na území Slovenskej republiky.



Obr. 5.6 99,8 percentil hodinovej koncentrácie NO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



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.

Priemerná ročná pozad'ová koncentrácia nameraná v roku 2009 mala hodnotu na stanicích NMSKO s programom EMEP do $3,62 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje podiel do 12 % z limitnej hodnoty.

Oxid uhoľnatý – CO

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

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 blízkyh parkovísk.

Celkové emisie oxidu uhoľnatého z veľkých a stredných stacionárnych zdrojov použité pre modelový výpočet boli v roku 2009 110 746 t. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom uhoľnatým, ktoré spadajú do skupiny veľké a stredné zdroje, bolo do modelových výpočtov zaradených 155 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 011. Tento zreduko-

vany počet reprezentuje až 97 % z celkového emitovaného množstva v roku 2009. Z množstva pre modelový výpočet dva dominantné zdroje predstavujú takmer 75 % – podiel U.S. Steel s.r.o. Košice, 62,4 % a SLOVALCO a.s., Žiar nad Hronom 12,6 %. Ďalšími významnejším prispievateľom je metalurgia a výroba cementu a vápna.

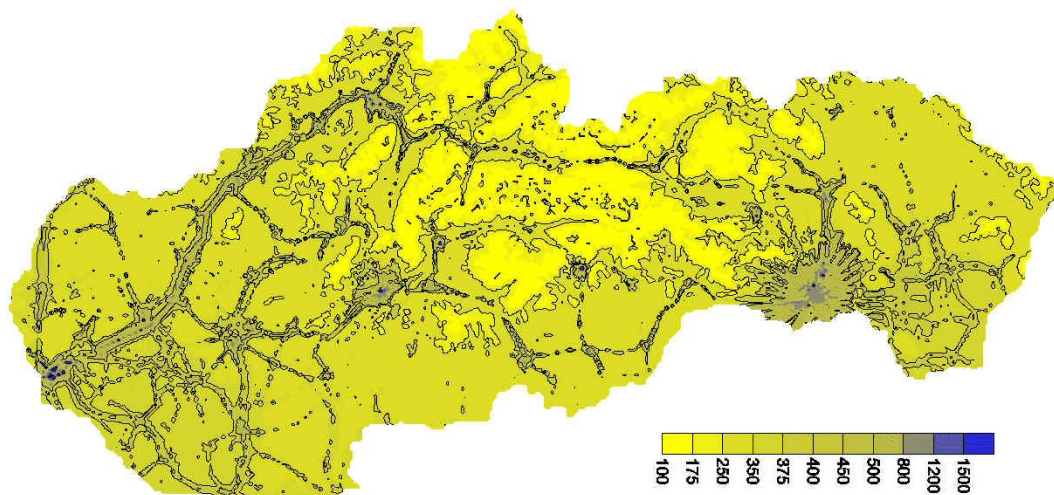
Imisie – Pre oxid uhoľnatý v roku 2009 nebola prekročená ani limitná hodnota ($10\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ani dolná medza na hodnotenie ($5\,000\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Už roky sa javí táto znečisťujúca látka ako neproblematická. Na obrázku 5.7 je uvedené celoplošné rozloženie 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 spomínaného 1 km kroku pre výpočet je veľmi obtiažne to výstižnejšie zobrazit'. V oblastiach aglomerácii v dôsledku koncentrácie automobilovej dopravy vidieť zvýšenú zaťaženosť kvality ovzdušia touto znečisťujúcou látkou. Zvýšený vplyv na úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým vidieť aj v oblasti mesta Banská Bystrica, kde sa prejavujú aj obmedzujúce podmienky pre rozptyl znečisťujúcich látok v ovzduší v údolí rieky Hron. 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 pozad'ová koncentrácia odhadovaná pre rok 2009 mala hodnotu asi 150 až $350\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Tab. 5.3 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid uhoľnatý (CO) v sieti NMSKO SR za rok 2009 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 myto	2162	2673	-24	Prešovský kraj	Prešov, Solivarská (Arm. gen. L. Svobodu)	2420	1758	27
Bratislavský kraj	Malacky Sasinkova	2603	1852	29	Trenčiansky kraj	Trenčín Hasičská	2196	1719	22
Košický kraj	Veľká Ida Letná	3521	3636	-3	Trnavský kraj	Trnava Kollárova	2823	2292	19
	Krompachy Lorenzova (SNP)	2110	1664	21	Bansko-bystrický kraj	Banská Bystrica Štefánikovo nábr.	3397	3937	-16
Nitriansky kraj	Nitra Janka Kráľa	2100	1633	22	Žilinský kraj	Martin Jesenského	2788	2431	13

Obr. 5.7 Maximálne denné 8-hodinové kľzavé priemerné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] oxidu uhoľnatého (CO), rok 2009.



Benzén

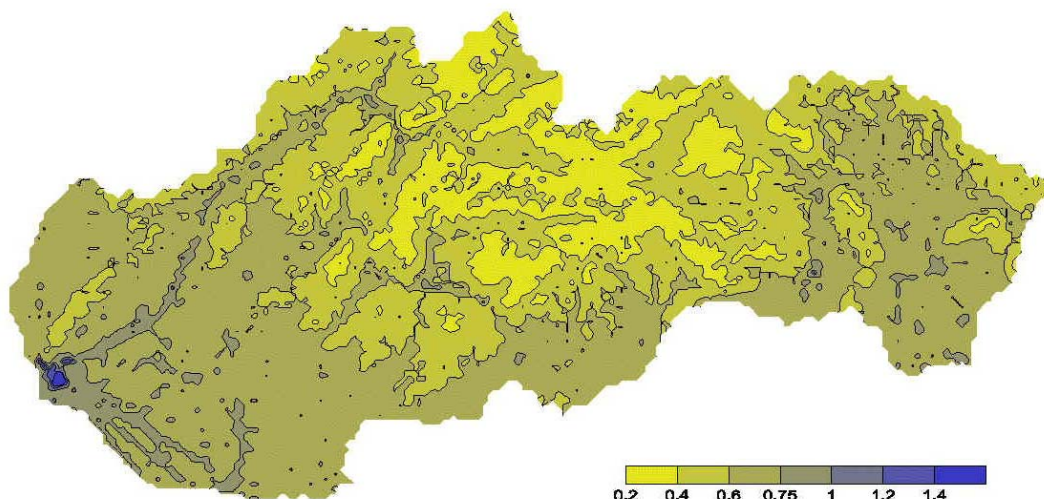
Pre benzén v roku 2009 bola prekročená dolná medza na hodnotenie ($2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) kvality ovzdušia na dvoch staniách. Horná medza na hodnotenie nebola prekročená. V roku 2009 bolo v činnosti 9 analyzátorov BTX, čo v porovnaní s rokom 2005 (4 analyzátory) znamená výrazný nárast. Vzhľadom 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 používaný už len model CEMOD aj pre túto znečisťujúcu látku.

Emisie – V roku 2009 evidované stacionárne zdroje emitovali benzén do ovzdušia v celkovom množstve 147,7 t. Z tohto množstva takmer 99 % emitovali len tri zdroje a to Slovnaft a.s., Bratislava (89,4 %), a U.S. Steel Košice s.r.o., Košice (4 %) a Slovnaft Petrochemicals, s.r.o. (5,4 %). 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 2009 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 zrejme, že je potrebné venovať problematike benzénu zvýšenú pozornosť. Hlavnými zdrojmi emisií týchto látok je doprava a spaľovacie procesy, a to najmä neúplné spaľovanie fosílnych palív a pohonných hmôt. Pre modelový výpočet sme použili plošné zdroje ako vplyv automobilovej dopravy, blízkych 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 $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v ročnom priemere. Obrázok aj napriek tomu dáva dobrú predstavu o plošnom rozložení priemernej ročnej koncentrácie tejto znečisťujúcej látky ak si uvedomíme, že emisie z dopravy sú rádovo väčšie ako zo stacionárnych zdrojov. V aglomerácii Bratislava 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.

Podľa modelových výsledkov v roku 2009 nebola prekročená limitná hodnota pre benzén na území Slovenska, čo je v súlade s meraniami. Najvyššia nameraná hodnota bola $2,17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici v Krompachoch čo predstavuje 47,4 % cieľovej limitnej. 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. Na monitorovacích staniách v Bratislave, v Nitre a v Trnave 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 staniách NMSKO v roku 2009 oproti roku 2008 vykazujú stagnáciu až mierny pokles. Celoplošne (na území Slovenska) úroveň znečistenia ovzdušia benzénom má miernu medziročnú klesajúcu tendenciu.

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia benzénu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



Tab. 5.4 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre benzén v sieti NMSKO SR za rok 2009 a ich percentuálny rozdiel [%].

		Benzén – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]					Benzén – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]		
AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%	AGLOMERÁCIA Zóna	Stanica	AMS	CEMOD	%
BRATISLAVA	Bratislava, Trnavské mýto	1	1.3	-30	Trenčiansky kraj	Trenčín Hasičská	1.6	1.4	13
Bratislavský kraj	Malacky Sasinkova	1.2	1	17	Trnavský kraj	Trnava Kollárova	0.6	1.1	-83
Košický kraj	Kropachy Lorenzova (SNP)	2.2	2.1	5	Bansko-bystrický kraj	Banská Bystrica Štefánikovo nábr.	1.10	1.4	-27
Nitriansky kraj	Nitra Janka Kráľa	0.7	1.1	-57	Žilinský kraj	Martin Jesenského	1.2	1.1	8
Prešovský kraj	Prešov, Solivarská (Arm. gen. L. Svobodu)	1.6	1.3	19					

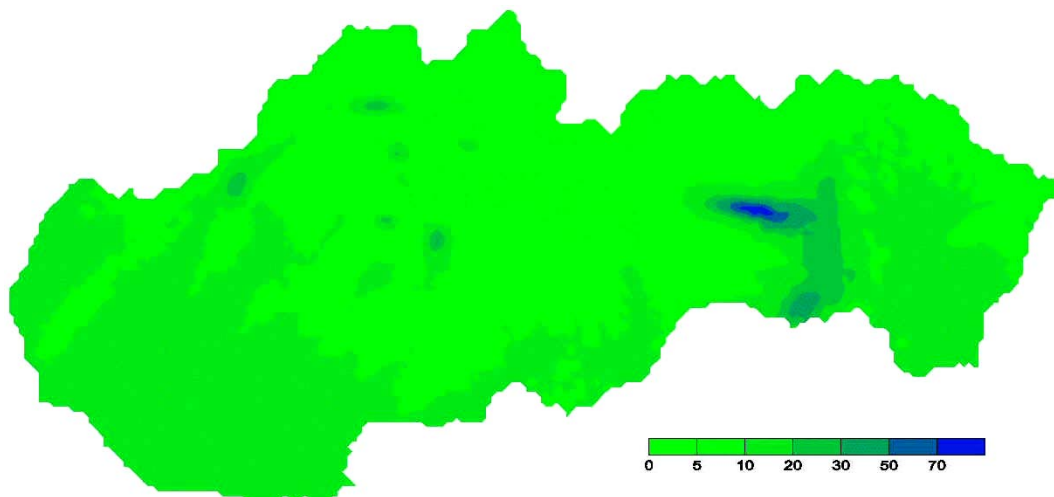
Ťažké kovy

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 modelovo do roku 2005 sme hodnotili len olovo (Pb). V súlade s novými legislatívnymi požiadavkami od roku 2006 hodnotenie sme rozšírili 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 historicky zaťažené lokality olovom, kde rôznymi pochodmi sa uvoľňuje sediment znovu do ovzdušia (Kropachy, Sereď). Tento predpoklad potvrdzujú aj pôdne rozbery z jednotlivých lokalít. V ťažké kovy v roku 2010 boli sledované na 5 lokálnych staniách a 4 staniách 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 2002 až 2009. Vstupné údaje doplnené o tieto informácie za rok 2010 dávajú porovnateľný výsledok s predchádzajúcimi rokmi. Takýto postup umožňuje aj určitá zotrvačnosť v zaťažnosti jednotlivých lokalít. Priame emisie zo zdrojov znečisťovania ovzdušia predstavujú len určitý podiel na nameraných imisiách. Dôležitú úlohu zrejme zohrávajú resuspenzované prachové častice obsahujúce kovy aj z predošlých obdobíach.

Olovo – Pb

Zdroje emisií olova (okrem najvýznamnejšieho zdroja U.S. Steel, Košice) sú predovšetkým technológie na zneškodňovanie olovených akumulátorov a cementárne. Ročné evidované emisie prevádzkovateľov nepresahovali hodnotu z roku 2010. Pozad'ová koncentrácia predstavuje na území Slovenska pre túto znečisťujúcu látku len okolo 2 % z limitnej hodnoty tejto látky. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia v roku 2010 predstavovala do 17,5 % z limitnej hodnoty (Krompachy). Na ostatných staniciach nepresiahla priemerná ročná koncentrácia 10 % z limitnej hodnoty. Na stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie v porovnaní s rokom 2009 došlo k nárastu priemernej ročnej koncentrácie až o 21 %.

Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia olova (Pb) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2010.



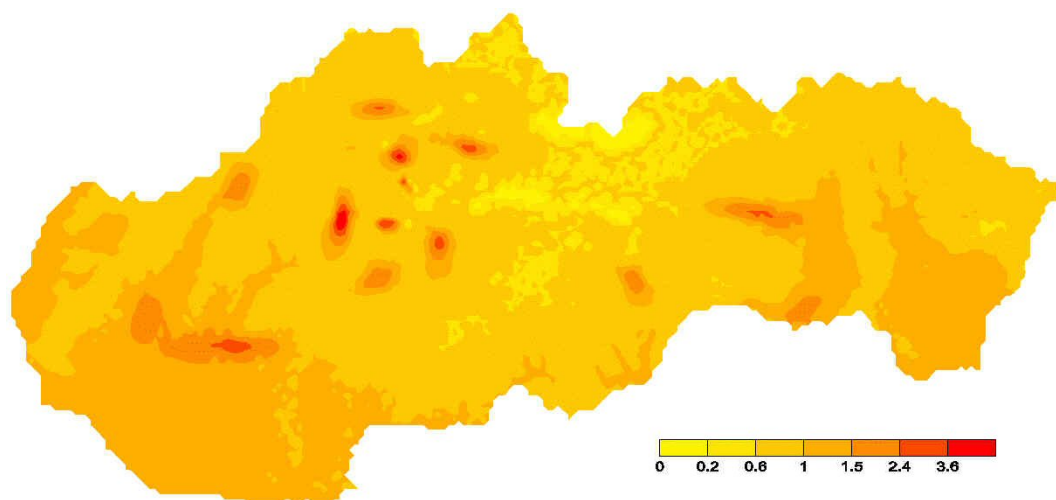
Porovnaní s rokom 2009 v roku 2010 celoplošne nedošlo k zmene vďaka výraznému poklesu priemernej ročnej koncentrácie na stanici Krompachy-Lorenzova (SNP) a to až o 24 %. Na nižšie položených staniciach EMEP v roku 2010 boli namerané až o 14 % väčšie hodnoty v porovnaní s rokom 2009. Namerané hodnoty na území Slovenska nedosahovali úroveň dolnej medze hodnotenia.

Z obrázku 5.1 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií olova v kontexte uvedených skutočností. Olovo ani v súčasnosti nepredstavuje vážnejší problém z pohľadu limitnej hodnoty.

Arzén – As

Najvýznamnejšie zdroje emisií arzénu sú predovšetkým spaľovacie procesy v priemysle (U.S. Steel s.r.o., Košice, Kovohuty, a.s, Krompachy a Mondi SCP, a.s.) a v energetike (Slovenské elektrárne, a.s. Nováky). Pre túto znečisťujúcu látku pozad'ová koncentrácia predstavovala do 20 % z cieľovej hodnoty. Na stanici Krompachy-Lorenzova (SNP) od roku 2004 pozorujeme trend výrazného poklesu priemernej ročnej koncentrácie (takmer na pätinu hodnoty z roku 2004). Na druhej strane, na stanici Prievidza-Malonecpalská po klesajúcom trende pozorujeme v roku 2010 nárast priemernej ročnej koncentrácie až na úroveň cieľovej hodnoty. Na žiadnej stanici, okrem už spomenutej, nepresiahli priemerné ročné koncentrácie hranicu hornej medze hodnotenia ($3,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). V roku 2010 v porovnaní s rokom 2009 na území Slovenska celoplošne pozorujeme mierny nárast imisií arzénu. Z obrázku 5.2 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií arzénu.

Obr. 5.2 Priemerná ročná koncentrácia arzénu (As) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2010.

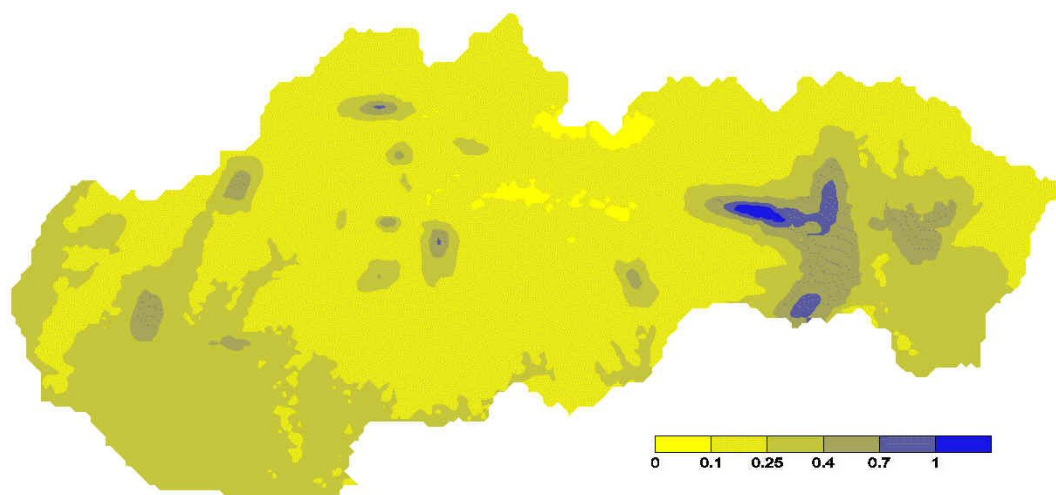


Kadmium – Cd

Zdrojom emisií kadmia sú predovšetkým spaľovacie procesy v priemysle a doprave. Najvýznamnejšie stacionárne zdroje sú U.S. Steel, s.r.o., Košice, Kovohuty, a.s, Krompachy a Mondi SCP, a.s.

Pozad'ová koncentrácia predstavovala pre túto znečisťujúcu látku najviac 6 % z cieľovej hodnoty. Ročné evidované emisie prevádzkovateľov v roku 2010 nepresahovali emisie v roku 2009. V roku 2010 najvyššia priemerná ročná koncentrácia predstavovala cca 30 % 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 rokom 2009 nedošlo k miernemu nárastu v celoplošnej imisii kadmia na území Slovenska. Z obrázku 5.3 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií kadmia v kontexte uvedených skutočností.

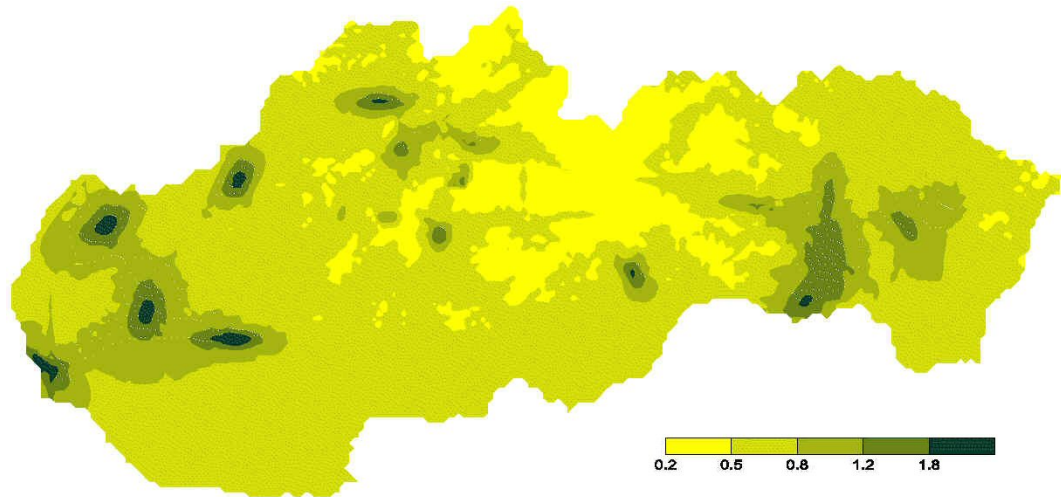
Obr. 5.3 Priemerná ročná koncentrácia kadmium (Cd) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2010.



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. 5.4 Priemerná ročná koncentrácia nikel (Ni) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2010.



Pozadová koncentrácia pre túto znečisťujúcu látku predstavovala do 4 % z cieľovej hodnoty. V roku 2010 boli namerané rovnaké najvyššie hodnoty priemernej ročnej koncentrácie (9,5 % z cieľovej hodnoty) na staniciach Banská Bystrica-Štefánikovo nábřežie a Veľká Ida-Letná. Po dosiahnutí maximálnej celoplošnej úrovni imisí v roku 2005 sme pozorovali každoročne pokles priemerných ročných koncentrácií niklu. Po miernom celoplošnom náraste v roku 2009 mierny pokles sme pozorovali znovu aj v roku 2010. Obdobne, ako v prípade olova ani nikel v súčasnosti nepredstavuje vážnejší problém z pohľadu limitnej hodnoty. Z obrázku 5.4 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií niklu v kontexte uvedených skutočností vrátane historických záťaží.

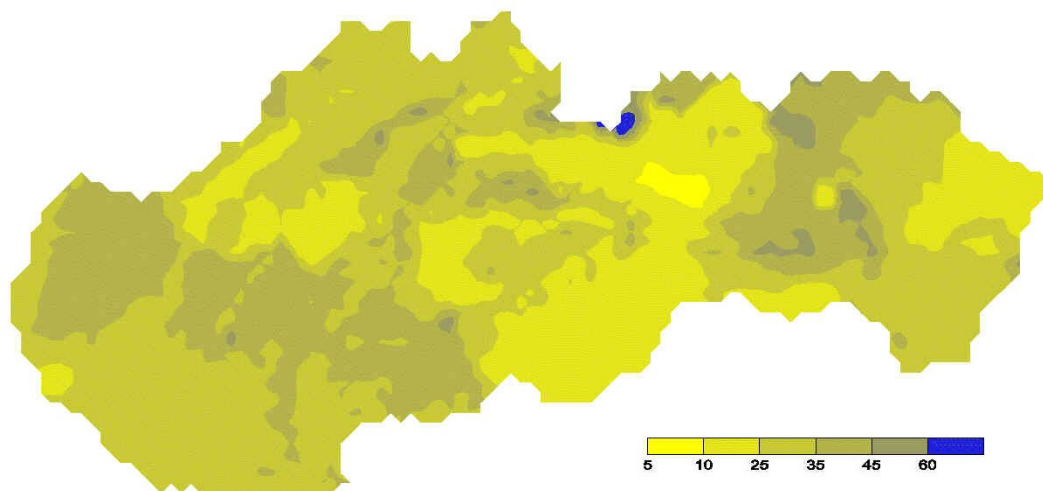
Prízemný ozón – O₃

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 $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 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.

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 5.5 až 5.7 sú znázornené priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu za rok 2009, počet dní, v ktorých bola prekročená priemerná osemhodinová koncentrácia prízemného O₃ $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (cieľová hodnota pre ochranu ľudského zdravia) a hodnoty AOT40 korigované na chýbajúce merania (podľa Vyhlášky MŽP SR 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.).

Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu narastajú s nadmorskou výškou. V roku 2010 obdobne ako v predchádzajúcich rokoch boli najvyššie na najvyššie položených miestach a najnižšie na staniciach v centrách miest. Rok 2010 možno podľa priemerných hodnôt za vegetačné obdobie zaradiť medzi fotochemicky mierne aktívne roky. Priemerné ročné koncentrácie v roku 2010 celoplošne sú menšie ako hodnoty v roku 2009. Na stanici EMEP, Stará Lesná-AU SAV v roku 2010 pozorujeme mierny nárast v porovnaní s rokom 2009.

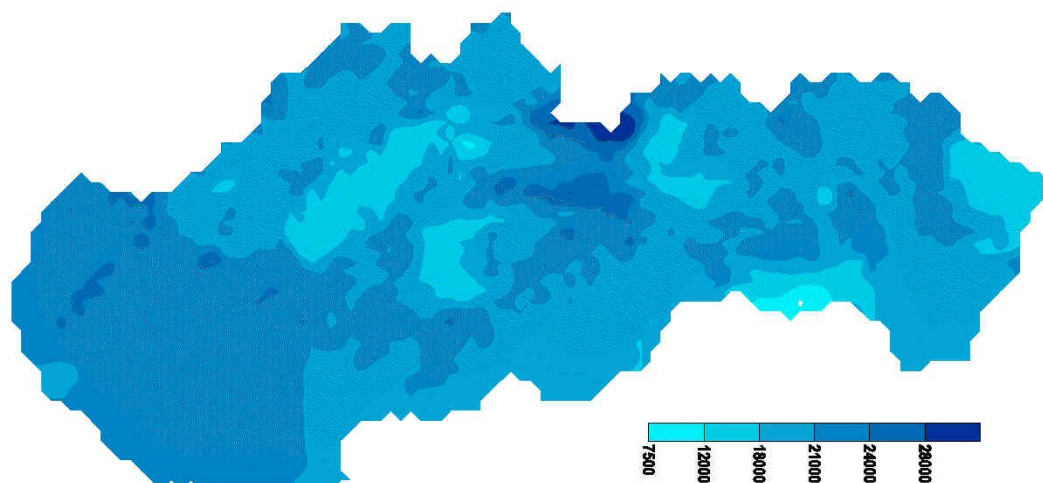
Obr. 5.5 Počet dní, v ktorých bola prekročená cieľová hodnota ozónu pre ochranu ľudského zdravia ($120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) počas rokov 2008–2010.



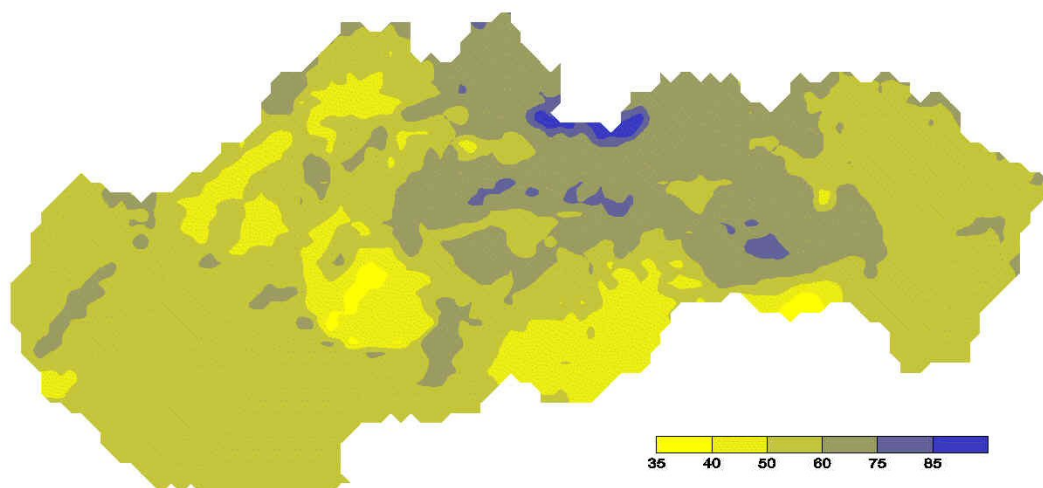
Cieľové hodnoty pre ochranu ľudského zdravia sa prekračujú na celom území Slovenska. Na siedmych staniciach z pätnástich bol tento limit (priemer za roky 2008–2010) prekročený vo viac ako povolených 25 dňoch. Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj–júl) (priemer za roky 2006–2010) prekročili cieľovú hodnotu pre ochranu vegetácie z 13 pozorovacích staníc na jedenástich staniciach. Len na dvoch staniciach nebola prekročená cieľová hodnota na ochranu vegetácie.

V roku 2010 pozorujeme významný pokles počtu dní, v ktorých bola prekročená cieľová hodnota ozónu pre ochranu ľudského zdravia a mierny pokles priemerných hodnôt AOT40. Pokles uvedených hodnôt ukazovateľov prízemného ozónu v roku 2010 pozorujeme hlavne v južnej a vo východnej časti Slovenska.

Obr. 5.6 Priemerné hodnoty AOT40 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$] za obdobie piatich rokov (2006–2010) pre ochranu vegetácie korigované na chýbajúce obdobie.



Obr. 5.7 Priemerné ročné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] prízemného ozónu (O_3), rok 2010.



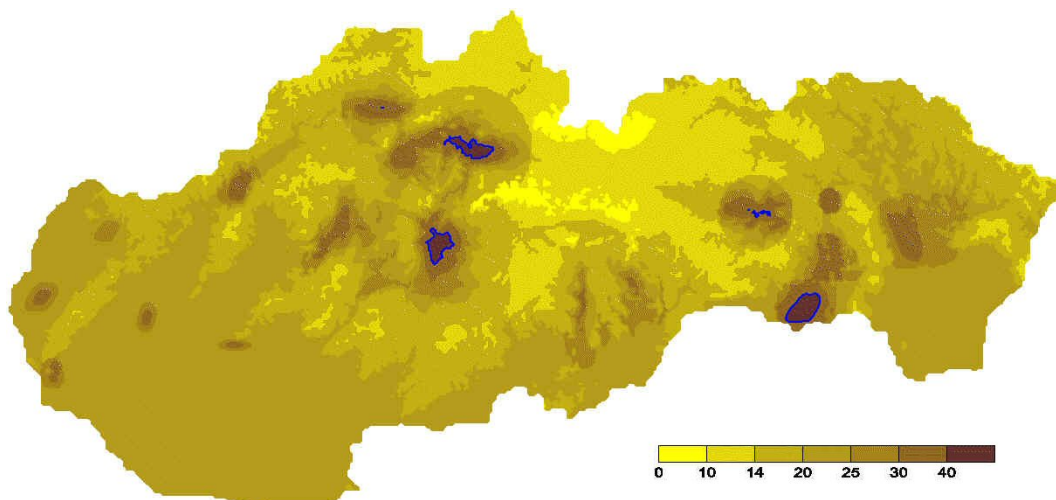
Jemné suspendované častice – PM_{10}

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} práve pre vysoký stupeň neurčitosti vstupných emisných údajov (spaľovanie uhlia a dreva v lokálnych kúreniskách, suspenzia a resuspenzia minerálnych častíc, elementárny a organický uhlík, sekundárne častice, častice biologického pôvodu a fugitívne emisie). Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní PM_{10} z NMSKO získané kontinuálnym meraním. 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.

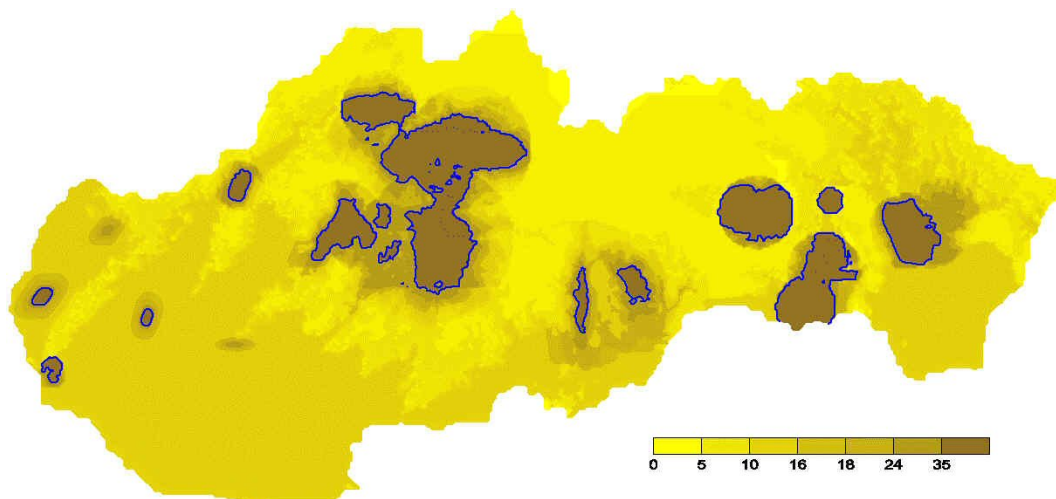
Emisie – Emisie za rok 2010 ešte nie sú k dispozícii, ale podľa našich odhadov nedošlo k výraznej zmene emisií oproti roku 2009. Od roku 2005 do 2009 sme zaznamenali pokles emisií TZL z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia až o 70 %. Najvýraznejší bol pokles emisií z veľkých zdrojov a to až o takmer 74 %. Z emisií veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia 38,3 % emitoval U.S. Steel Košice, s.r.o. Ostatné zdroje nepresahovali emisiu TZL 500 t/rok (a Elektrárne Nováky a Carmeuse Slovakia, s.r.o., Vápenka Košice). U stredných, malých a mobilných zdrojov došlo v ostatných rokoch len k miernemu poklesu. Celkové emisie tuhých znečisťujúcich látok (TZL) zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) boli v roku 2009 približne 6182 t. Zdroje znečisťovania ovzdušia zaradené do kategórie malé zdroje emitujú celkovo viac ako veľké a stredné stacionárne zdroje. Emisie z mobilných zdrojov (aj abrazy) činia v roku 2009 z celkového evidovaného množstva emisií tuhých látok menej ako štvrtinu.

Imisie – 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 2010 bola prekračovaná na štyroch lokálnych staniciach NMSKO (Banská Bystrica, Ružomberok, Krompachy a Veľká Ida). Počet prekročení limitnej hodnoty pre 24 hodinové priemerné koncentrácie bol nad povolenou limitnou hodnotou na dvadsiatich staniciach. Výsledky výpočtov vidíme na obrázkoch 5.8 a 5.9. Celoplošná priemerná ročná koncentrácia oproti roku 2009 mierne narástla ako aj počet prekročení 24 hodinových priemerných koncentrácií. Na druhej strane bolo zaznamenané aj významné zlepšenie kvality ovzdušia v niektorých lokalitách. Najvýraznejšie poklesy priemernej ročnej koncentrácie oproti predošlému roku boli zaznamenané na staniciach NMSKO Žiar nad Hronom, Martin a Veľká Ida a najvýraznejšie poklesy v počte prekročení 24 hodinových priemerných koncentrácií boli zaznamenané na staniciach vo Veľkej Ide (34) a v Žiari nad Hronom (22). Zaznamenané zhoršenie kvality ovzdušia v roku 2010 do značnej miery ovplyvnili premiestnenia niektorých meracích staníc k frekventovanejším cestám.

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia PM_{10} [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2010.
(modrá čiara ohraničuje územie s hodnotami nad limitnou hodnotou)



Obr. 5.9 Počet dní s prekročením limitnej hodnoty pre 24-hodinovú koncentráciu PM_{10} ($50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) v roku 2010. (modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou. Limitná hodnota je prekračovaná v mestách a obciach, osídlených dolinách a v horských údoliach)



Podiel zdrojov – Pomocou výpočtov modelu CEMOD 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 U.S. Steel, a.s., Košice (Veľká Ida okolo 30 % a mesto Košice do 4 %). V prípade mobilných zdrojov tento podiel v aglomeráciách Bratislava, Banská Bystrica 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. Regionálne pozadie tvorí významnú časť priemerných ročných koncentrácií, a to až do 70 %. Modelové výpočty poukázali aj na tzv. podiel od neznámych zdrojov, ktoré predstavujú nevidované zdroje (lokálne kúreniská, fugitívne emisie).

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

- Lokálne vykurovacie systémy na tuhé palivá.
- 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.
- Malé a stredné lokálne priemyselné zdroje bez náležitej odľučovanej techniky.

Na tieto zdroje by sa mali orientovať lokálne opatrenia na znižovanie úrovne PM₁₀ (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 µg.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 PM₁₀ sú s ohľadom na vysoké pozadie veľmi náročné. Kým pre ostatné hodnotené znečisťujúce látky úroveň požadovanej koncentrácie predstavuje podiel z limitnej hodnoty do 20 % pre PM₁₀ je to až do 70 %, čo znamená prekračovanie hornej medze na hodnotenie kvality ovzdušia už samotným pozadím. Mestské pozadie PM₁₀ väčších miest na Slovensku (nad 50 000 obyvateľov) sa predpokladá medzi 20 – 30 µg.m⁻³. Vo všetkých týchto mestách narastá pravdepodobnosť prekračovania priemernej ročnej koncentrácie 40 µg.m⁻³ a najmä priemerných denných koncentrácií 50 µg.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 PM₁₀ 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 zodpovedajú potrebe a aplikované množstvo na jednotku komunikácie závisí od klimatických podmienok jednotlivých zón – na východe a severe republiky sa aplikuje 2 až 3-krát viac ako v juhozápadnej časti. Množstvo posypového materiálu na jednotku plochy závisí od rôznych faktorov. Vstupné údaje majú veľkú neurčitosť. Význam odpočítavania príspevku zimného posypu od priemernej ročnej koncentrácie, resp. od počtu prekročenia priemerných denných koncentrácií PM₁₀ 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. V chladné štvrťroky v roku 2010 (prvý a posledný štvrťrok) boli výrazne rozdielne. Kým prvý štvrťrok v roku 2009 môžeme označiť za veľmi chladný zatiaľ v štvrtom štvrťroku priebeh zimy bol relatívne mierny bez potreby intenzívnejšieho zimného posypu obdobne ako v roku 2009. Bola vykonaná analýza snehových, teplotných a rozptylových pomerov prvého a posledného štvrťroku a podiely jednotlivých typov zdrojov na celkovom znečistení ovzdušia s PM₁₀ 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 štvrtroku. To dokazuje aj zvýšený počet dní s prekročením limitnej hodnoty v prvom štvrtroku aj na pozadových staniciach v sieti EMEP. Rok 2010 bolo z pohľadu rozptylu PM₁₀ v ovzduší nepriaznivý. Na stanici EMEP Topolníky-Aszód bolo zaznamenaných rekordných 25 prekročení. Čo sa týka zvýšeného počtu prekročení z titulu zimného posypu, tento počet sa pohybuje v rozmedzí 6 až 8 prekročení. Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀ prekračovali limitnú hodnotu v roku 2010 na štyroch staniciach (Banská Bystrica – 50,0 µg.m⁻³, Veľká Ida – 46,7 µg.m⁻³, Ružomberok – 50,6 µg.m⁻³ a Krompachy – 41,1 µg.m⁻³). Stanica Veľká Ida je priemyselná stanica bez priameho vplyvu automobilovej dopravy, preto v tomto prípade s podielom zimného posypu neuvažujeme. Na ostatných staniciach sa okrem vplyvu automobilovej dopravy uplatňuje výrazný vplyv (podiel) stacionárnych zdrojov, predovšetkým vykurovacie systémy na pevné palivo. Štatisticky, štyri prekročenia predstavujú dopad na ročnú priemernú koncentráciu asi 1 µg.m⁻³. V kontexte uvedených skutočností priemerná ročná hodnota na uvedených staniciach ani po odpočítaní príspevku z titulu zimného posypu sa nemôže dostať pod limitnú hodnotu. V prípade dvadsiatich staníc s prekračovaním priemernej dennej limitnej hodnoty v roku počet prekročení je neúmerne vysoký až na dve stanice (Bratislava-Mamateyova a Strážske-Mierová). Na týchto dvoch staniciach je redukcia možná v uvedenom rozsahu, t.j. počet prekročení denných hodnôt v roku by bol menej ako limitná hodnota.

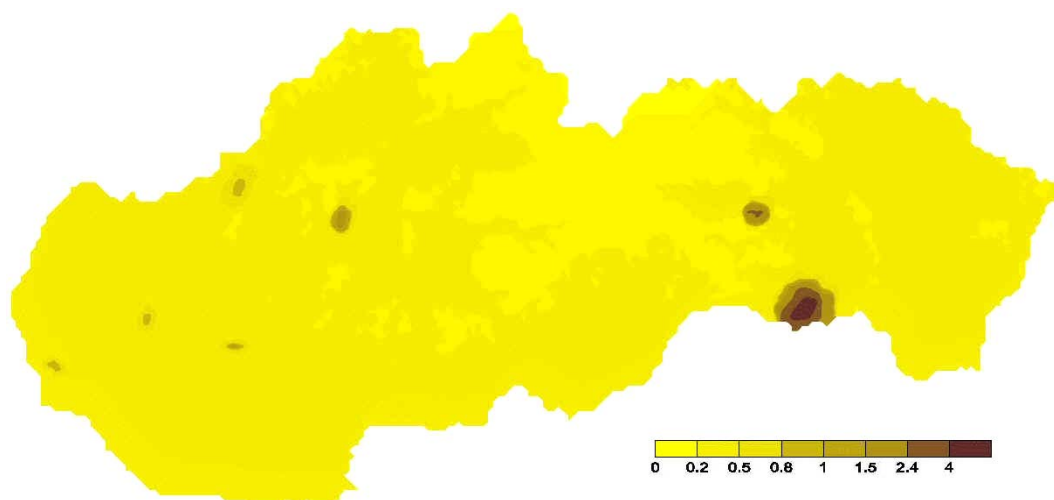
Benzo(a)pyrén

Medzi znečisťujúce látky, pre ktoré chýbajú sekvenčné neagregované emisné údaje patrí aj benzo(a)pyrén - BaP. V súlade s novými legislatívnymi požiadavkami hodnotenie od roku 2007 sme rozšírili aj o túto znečisťujúcu látku. Zdrojom BaP sú spaľovanie uhlia a dreva, výfukové plyny predovšetkým z naftových motorov, použité zmäkčovadlá v pneumatikách ale 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 hľadiska 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. BaP má výrazný sínusový priebeh počas roka a to s výrazným prepadom v letnom období o dvojnásobok hodnôt oproti chladnému polroku, čo silne koreluje s vykurovaním. Na celkových emisiách tvorí podiel domácnosti (vykurovanie uhlím a drevom viac ako 70 %, výroba koksu okolo 15 % a priemyselné technológie do 10 %). BaP bol v roku 2010 sledovaný na 8 lokálnych staniciach a na jednej stanici 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. Vstupy len z relatívne malého počtu staníc aj v roku 2010 (obdobne ako v roku 2007) by dávali neúplný, skreslený obraz o znečistení ovzdušia BaP na Slovensku. Oblasti bez meraní by sa stali zrazu „čistými“ na základe chýbajúcich informácií. Preto sme na doplnenie informácií v miestach budúcich meraní (meracích staníc) využili už spomínané poznatky z problematických miest, resp. poznatok, že domáce vykurovacie systémy majú výrazný podiel na celkových emisiách.

V roku 2010 bola prekročená cieľová hodnota pre priemernú ročnú koncentráciu BaP na piatich staniciach z ôsmich lokálnych a dolná medza na hodnotenie kvality ovzdušia nebola prekročená len na jednej stanici. Na základe nameraných výsledkov je zrejme, že s dodržaním cieľovej limitnej hodnoty pre B(a)P obdobne ako aj v iných členských štátoch EÚ budú ťažkosti. Cieľová hodnota platná od 31.12.2012 je prekračovaná na troch z ôsmich staníc. Na stanici Veľká Ida, Letná je toto prekračovanie najvýraznejšie.

Z obrázku 5.10 je zjavné predbežné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií B(a)P v kontexte uvedených skutočností.

Obr. 5.10 Priemerná ročná koncentrácia B(a)P [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2010.



5.3 Záver

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

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

1. Prakticky nie je možné zabezpečiť dostatočnú hustotu 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 nevidovaný zdroj, podcenenie, resp. preceňovanie významu niektorých zdrojov, resp. skupín zdrojov, nedostatočné zhodnotenie lokálnych rozptylových podmienok a pod.

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 odzrkadľujúce trendy modelovania vo svete, upresňovanie vstupných údajov, a to hlavne emisných databáz, 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 2010 navrhuje nasledujúce zaradenie zón a aglomerácií do skupín:

1. skupina - Zóny a aglomerácie, v ktorých je úroveň znečistenia ovzdušia jednou látkou alebo viacerými znečisťujúcimi látkami vyššia ako limitná resp. cieľová hodnota, prípadne limitná resp. cieľová hodnota zvýšená o medzu tolerancie. 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 , oxid dusičitý
KOŠICE	PM ₁₀
Zóny	
Banskobystrický kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5} , oxid dusičitý ¹⁾
Bratislavský kraj	PM ₁₀
Košický kraj	PM ₁₀
Nitriansky kraj	
Prešovský kraj	PM ₁₀
Trenčiansky kraj	PM ₁₀
Trnavský kraj	PM ₁₀
Žilinský kraj	PM ₁₀ , PM _{2,5}

¹⁾ výsledky boli do veľkej miery ovplyvnené lokálnou rekonštrukciou vozovky a preto nie sú reprezentatívne

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 1. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	ozón, BaP
Zóny	
Slovensko	ozón, BaP

2. skupina – Zóny a aglomerácie, v ktorých je úroveň znečistenia ovzdušia jednou látkou alebo viacerými znečisťujúcimi látkami medzi limitnou resp. cieľovou hodnotou a limitnou resp. cieľovou hodnotou zvýšenou o medzu tolerancie. V prípade ozónu zóny a aglomerácie, v ktorých je koncentrácia ozónu vyššia ako dlhodobá cieľová hodnota pre ozón, ale nižšia alebo sa rovná cieľovej hodnote pre ozón.

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 2. skupine
AGLOMERÁCIE	
BRATISLAVA	
KOŠICE	
Zóny	
Banskobystrický kraj	
Bratislavský kraj	
Košický kraj	
Nitriansky kraj	
Prešovský kraj	
Trenčiansky kraj	
Trnavský kraj	
Žilinský kraj	

AGLOMERÁCIA / Zóna	Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 2. skupine
AGLOMERÁCIE BRATISLAVA	
Zóny 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	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Zóny Banskobystrický kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Bratislavský kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Košický kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Nitriansky kraj	PM ₁₀ , oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Prešovský kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Trenčiansky kraj	oxid siričitý, oxid dusičitý, oxid uhoľnatý, benzén
Trnavský kraj	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	arzén, kadmium, nikel, olovo
Zóny Slovensko	arzén, kadmium, nikel, olovo

6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia

SHMÚ na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v roku 2010 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 2011.

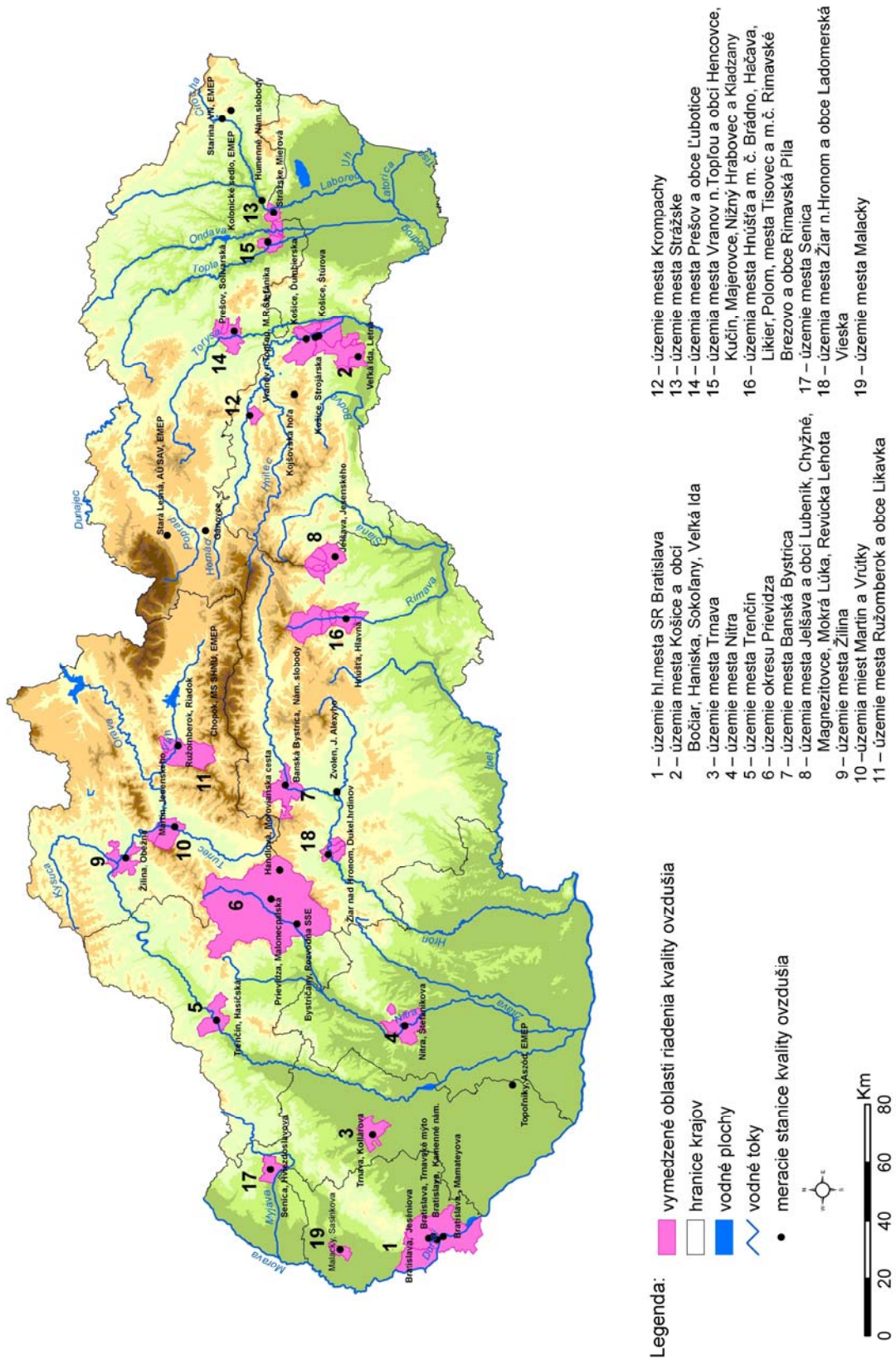
	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka
BRATISLAVA	územie hl. mesta SR Bratislava	PM ₁₀ , oxid dusičitý
KOŠICE Košický kraj	územia mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida	PM ₁₀
Banskobystrický kraj	územie mesta Banská Bystrica	PM ₁₀ , PM _{2,5}
	územia mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier, Polom, mesta, Tisovec a miestnej časti Rimavské Brezovo a obce Rimavská Píla	PM ₁₀
	územia mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrú Lúka, Revúcka Lehota	PM ₁₀
	územia mesta Žiar nad Hronom a obce Ladomerská Vieska	PM ₁₀
Bratislavský kraj	územie mesta Malacky	PM ₁₀
Košický kraj	územie mesta Krompachy	PM ₁₀
	územie mesta Strážske	PM ₁₀
Nitriansky kraj	územie mesta Nitra	PM ₁₀
Prešovský kraj	územia mesta Prešov a obce L'ubotice	PM ₁₀
	územia mesta Vranov nad Topľou a obcí Hencovce, Kučín, Majerovce, Nižný Hrabovec a Kladzany	PM ₁₀

	Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia	Znečisťujúca látka
Trenčiansky kraj	územie mesta Trenčín	PM ₁₀
	územie okresu Prievidza	PM ₁₀
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 2010 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 Návrh oblasti riadenia kvality ovzdušia na rok 2011.



Plán monitorovania NMSKO na rok 2011

AGLOMERÁCIA Zóna	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 kovy As, Cd, Ni, Pb	Polyaromatické uhľovodíky BaP
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné nám	x								
	Bratislava, Trnavské mýto	x		x			x	x		x
	Bratislava, Jeséniova	x	x	x		x				x
	Bratislava, Mamateyova	x	x	x	x	x				
	Spolu 4 stanice	4	2	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	x	
	Banská Bystrica, Zelená		x	x						
	Jelšava, Jesenského	x	x				x			
	Hnúšťa, Hlavná	x	x							
	Žiar nad Hronom, Jilemnického	x	x							
	Zvolen, J. Alexyho	x	x							
	Spolu 6 staníc	5	6	2	1	2	1	1	1	
Bratislavský kraj	Malacky, Sasinkova	x	x		x		x	x		
	Spolu 1 stanica	1	1		1		1	1		
Košický kraj	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
	Spolu 4 stanice	3	3	1	1	1	2	1	2	2
Nitriansky kraj	Nitra, Štúrova	x	x	x	x		x	x		x
	Nitra, Janíkovce	x	x	x		x				
	Spolu 2 stanice	2	2	2	1	1	1	1		1
Prešovský kraj	Humenné, Nám. slobody	x	x			x				
	Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP	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					
	Kolonické sedlo, Hvezdáreň	x	x							
Spolu 7 staníc	5	5	1	1	4	1	1	2	1	
Trenčiansky kraj	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		x
	Spolu 4 stanice	4	4	1	4	1	1	1	1	2
Trnavský kraj	Topoľníky, Aszód, EMEP	x	x	x	x	x			x	
	Senica, Hviezdoslavova	x	x		x					
	Trnava, Kollárova	x	x	x			x	x		x
	Spolu 3 stanice	3	3	2	2	1	1	1	1	1
Žilinský kraj	Chopok, EMEP					x			x	
	Martin, Jesenského	x	x	x			x	x		
	Ružomberok, Riadok	x	x		x				x	
	Žilina, Obežná	x	x	x		x				
Spolu 4 stanice	3	3	2	1	2	1	1	2		
NMSKO spolu 38 monitorovacích staníc		32	31	15	13	15	10	10	9	9

x Plánované rozšírenie merania v rámci projektu Systémové a technické riešenie kvality ovzdušia v regiónoch Stredné, Východné a Západné Slovensko

Plán monitorovania NMSKO na rok 2011 – program EMEP

OVZDUŠIE	Oxid siričitý SO ₂	Oxidy dusíka NOx	Sírany SO ₄	Dusičnany NO ₃ ⁻	Kyselina dusičná HNO ₃	Amoniak, amónne kationy NH ₃ , NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Ozón O ₃	VOC	PM ₁₀ ¹	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn
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
Topoľníky, Aszód, EMEP								X		X	X	X	X	X	X	X	X
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	Sírany SO ₄	Dusičnany NO ₃	Amónne kationy NH ₄	Alkalické kationy K, Na, Ca, Mg	Chloridy Cl	Olovo Pb	Arzén As	Kadmium Cd	Nikel Ni	Chróm Cr	Meď Cu	Zinok Zn
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
Topoľníky, Aszód, EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chopok, EMEP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X