

Slovenský hydrometeorologický ústav – odbor Ochrana ovzdušia

**HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA
V SLOVENSKEJ REPUBLIKE
2009**

Bratislava september 2010

AIR POLLUTION ASSESSMENT IN THE SLOVAK REPUBLIC – 2009

RESUME

Slovak air protection legislation is fully identical with the relevant EU legislation. The results of air pollution monitoring in Slovakia in 2009 are summarized in the presented report.

Content

1. *Partition of the Slovak territory – Status to 31. 12. 2009*
 - 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 2009*
 3. *Air pollution assessment in zones and agglomerations*
 - 3.1 *Introduction*
 - 3.2 *Agglomerations and zones for SO₂, NO₂, NO_x, Pb, 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 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. 2009*
 - 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 2009 were specified 19 air quality management areas (Fig. 1.1), which totally includes 2 904 km² and 1 493 997 inhabitants (28 % of population). The national air pollution monitoring network in Slovakia is maintained by the Slovak Hydrometeorological Institute (SHMÚ). In 2009, it consisted of 37 monitoring stations, 4 of them were 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 2009 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 14 on-line monitoring stations the daily limit values were exceeded more frequently than 35 days. 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 plus margin of tolerance only at the Banská Bystrica-Štefánikovo nábrežie station. However the limit value itself was exceeded at station Bratislava-Trnavské mýto as well. 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 5 µg.m⁻³ (limit value for 2010). 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 Veľká Ida-Letná, Prievidza-Malonecpalská, Krompachy-Lorenzova and Trenčín-Hasičská 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 2009 only 2 times. 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 2010, based on 2009 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. 2009..... | 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 2009..... | 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 , Pb, 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 | 27 |
| 3.2.5 Zóna Košický kraj..... | 27 |
| 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 As, Cd, Ni, BaP, Hg a O ₃ | 28 |
| 3.3.1 Aglomerácia Bratislava..... | 28 |
| 3.3.2 Zóna Slovensko | 28 |
| 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. 2009 | 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. 478/2002 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. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlásky 351/2007 Z. z. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav na staniách Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia (NMSKO), ktorej súčasťou sú aj 4 stanice s monitorovacím programom EMEP. V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania. Rok 2009 je už ôsmym v poradí, ktorý sa hodnotil podľa požiadaviek platnej legislatívy v oblasti ochrany ovzdušia.

1 POPIS ÚZEMIA – STAV K 31. 12. 2009

1.1 Rozdelenie územia

Na základe výsledkov hodnotenia roku 2008, 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 2009 19 oblastí riadenia kvality ovzdušia v 8 zónach a v 2 aglomeráciách. Vymedzené oblasti zaberajú rozlohu 2 904 km². Na tomto území v roku 2009 žilo 1 493 997 obyvateľov, čo predstavuje 28 % z celkového počtu obyvateľov SR (5 424 925).

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, olovo, 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, 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

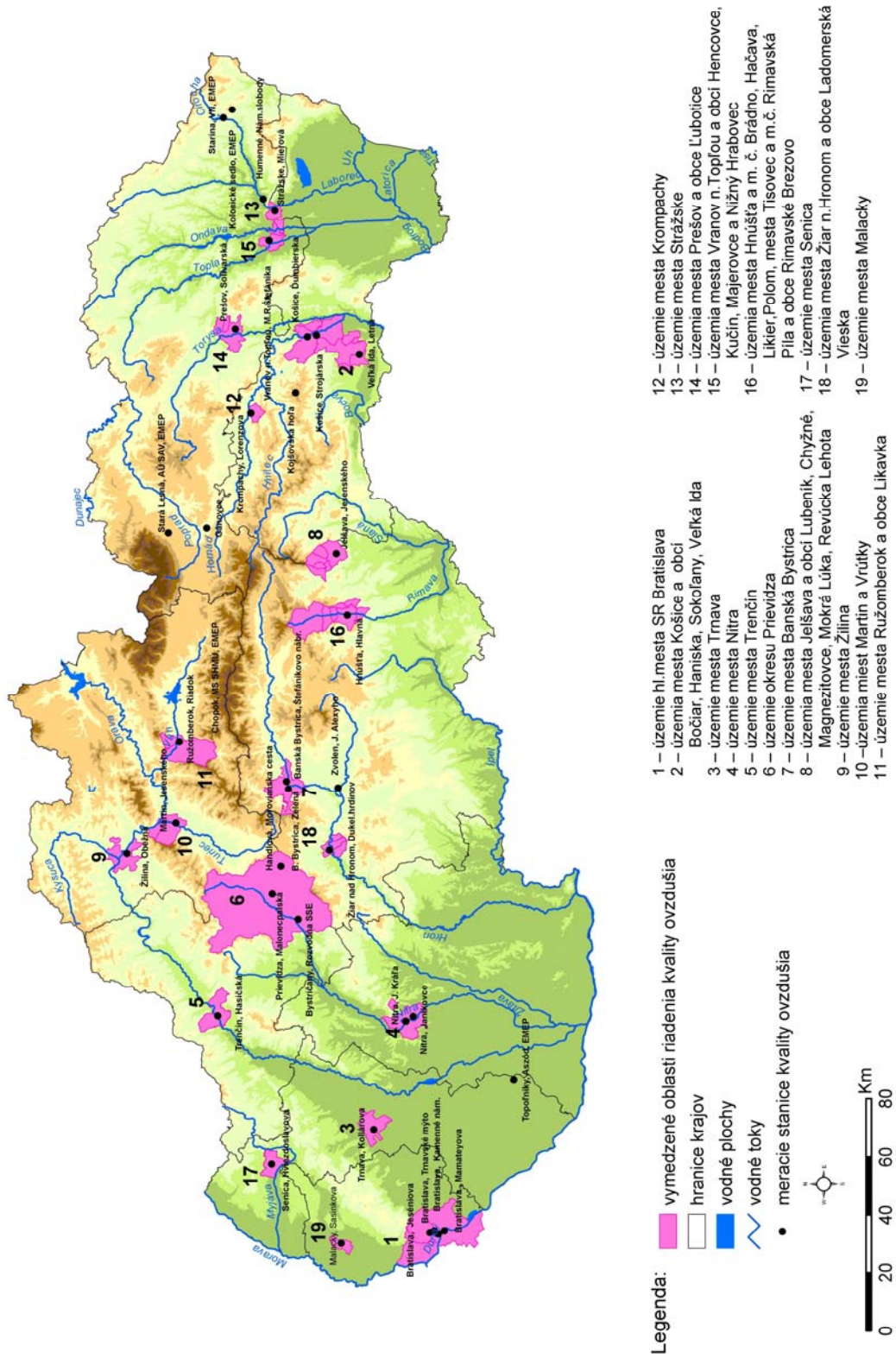
V roku 2009 bolo na Slovensku 19 oblastí riadenia kvality ovzdušia (obr. 1.1), z toho 18 len pre *PM₁₀ a 1 pre PM₁₀ a SO₂.

| 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 | 431 061 |
| KOŠICE Košícký kraj | územia mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida | PM ₁₀ | 295 | 239 849 |
| Banskobystrický kraj | územie mesta Banská Bystrica | PM ₁₀ | 103 | 79 990 |
| | územia mesta Hnúšťa a miestnych častí Brádno, Hačava, Likier, Polom, mesta Tisovec a miestnej časti Rimavská Píla a obce Rimavské Brezovo | PM ₁₀ | 191 | 12 084 |
| | územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrú Lúka, Revúcka Lehota | PM ₁₀ | 109 | 6 217 |
| | územia mesta Žiar nad Hronom a obce Ladomerská Vieska | PM ₁₀ | 50 | 20 195 |
| Bratislavský kraj | územie mesta Malacky | PM ₁₀ | 27 | 18 097 |
| Košícký kraj | územie mesta Krompachy | PM ₁₀ | 23 | 8 923 |
| | územie mesta Strážske | PM ₁₀ | 25 | 4 593 |
| Nitriansky kraj | územie mesta Nitra | PM ₁₀ | 100 | 83 692 |
| Prešovský kraj | územia mesta Prešov a obce Ľubotice | PM ₁₀ | 79 | 94 218 |
| | územia mesta Vranov nad Topľou a obce Hencovce, Kučín, Majerovce a Nižný Hrabovec | PM ₁₀ | 59 | 27 001 |
| Trenčiansky kraj | územie okresu Prievidza | PM ₁₀ , SO ₂ | 960 | 139 627 |
| | územie mesta Trenčín | PM ₁₀ | 82 | 56 514 |
| Trnavský kraj | územie mesta Senica | PM ₁₀ | 50 | 20 742 |
| | územie mesta Trnava | PM ₁₀ | 72 | 67 605 |
| Žilinský kraj | územie mesta Martin a Vrútky | PM ₁₀ | 86 | 65 570 |
| | územie mesta Ružomberok a obce Likavka | PM ₁₀ | 145 | 32 767 |
| | územie mesta Žilina | PM ₁₀ | 80 | 85 252 |

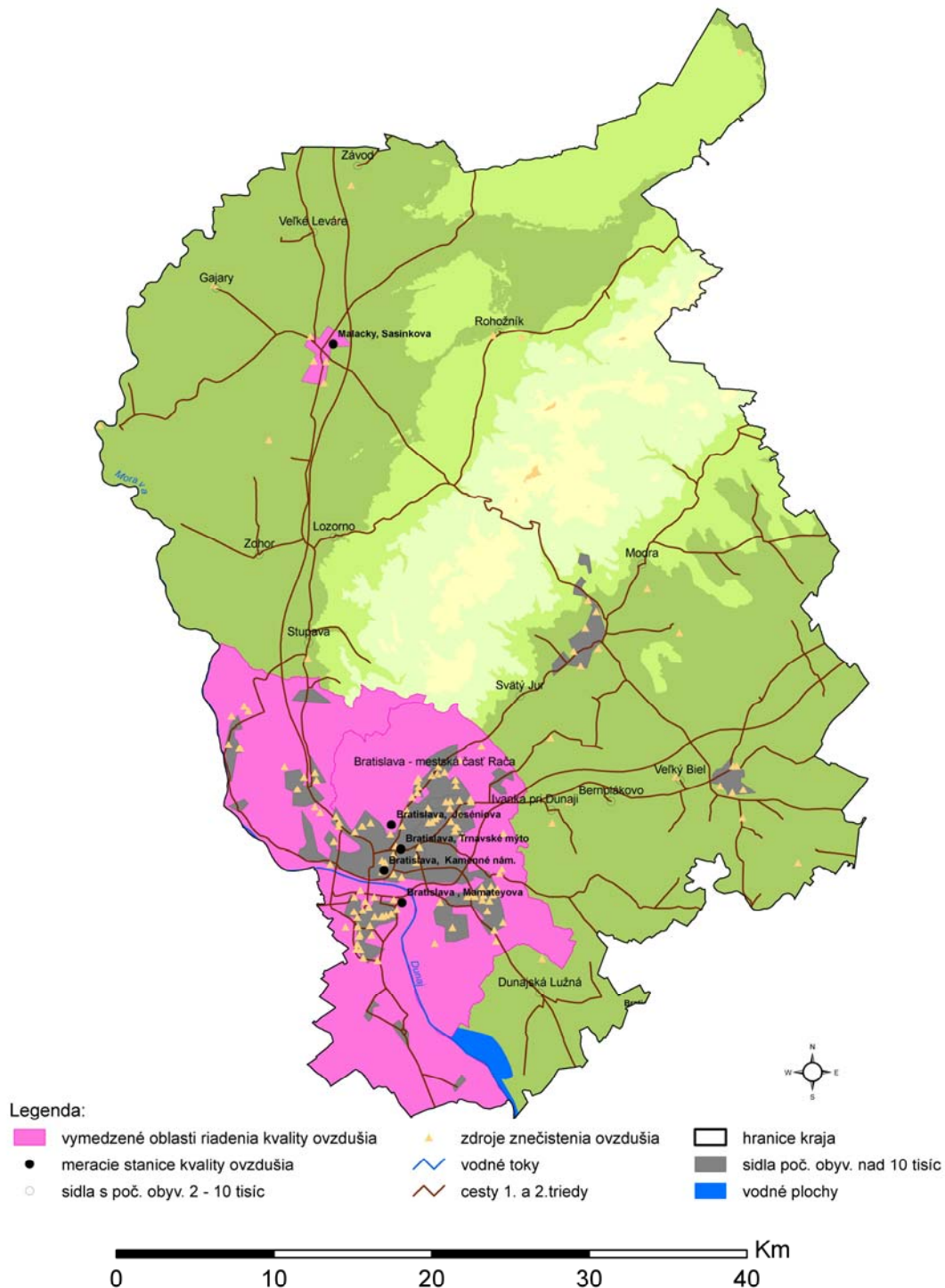
* PM₁₀ – suspendované častice v ovzduší, ktoré prejdú zariadením selektujúcim častice s aerodynamickým priemerom 10 μm s 50 % účinnosťou

¹⁾ Stav k 31. 12. 2009

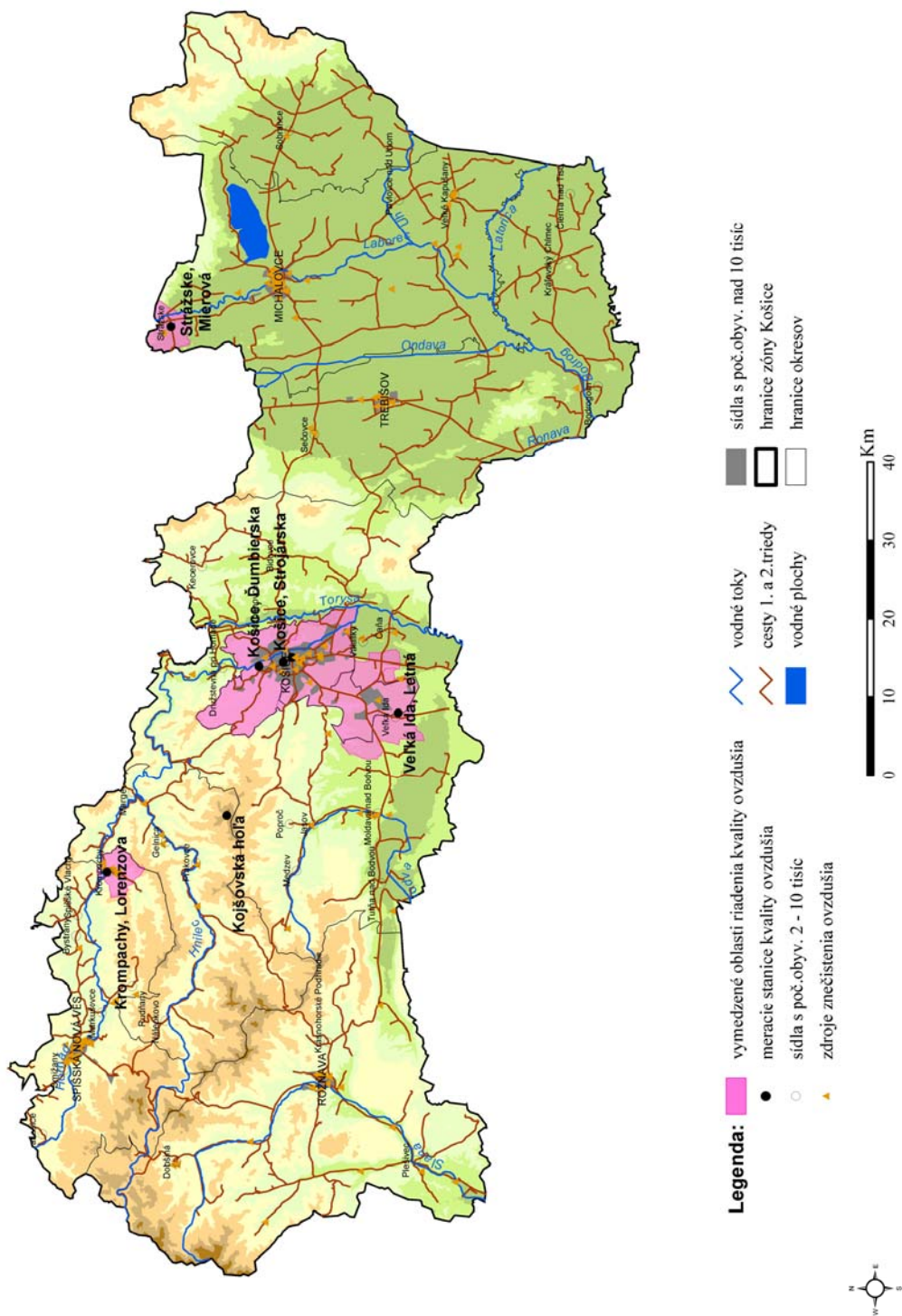
Obr. 1.1 Oblasti riadenia kvality ovzdušia v roku 2009.



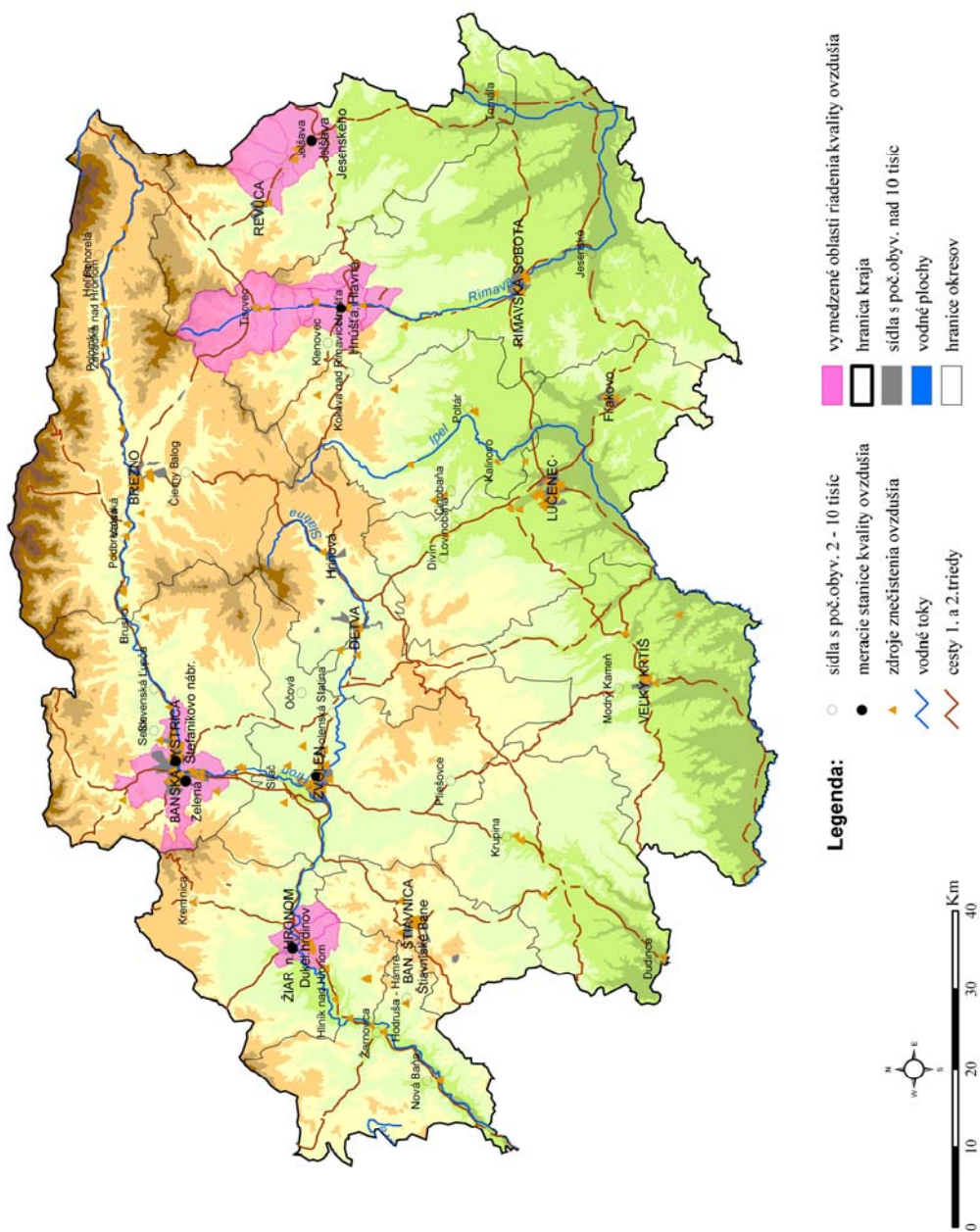
AGLOMERÁCIA BRATISLAVA a Zóna Bratislavský kraj



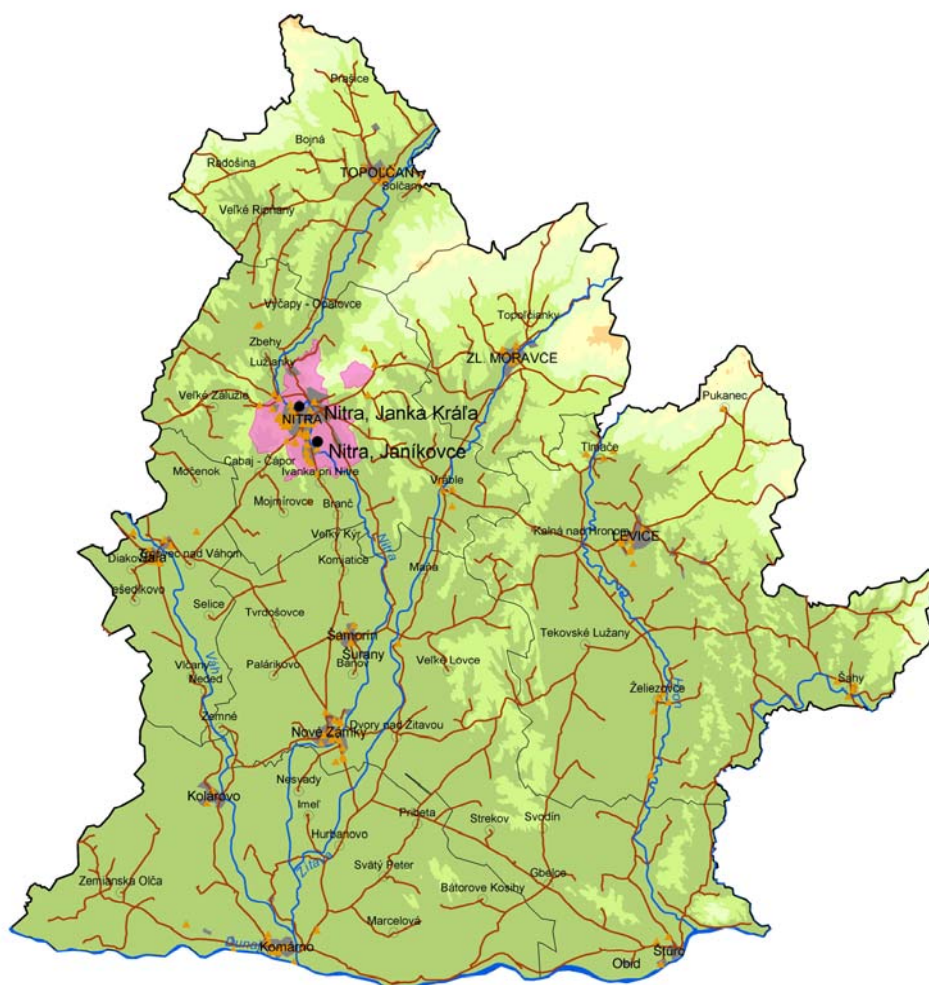
AGLOMERÁCIA KOŠICE a Zóna Košický kraj



Zóna Banskobystrický kraj

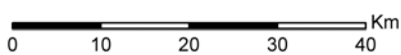


Zóna Nitriansky kraj

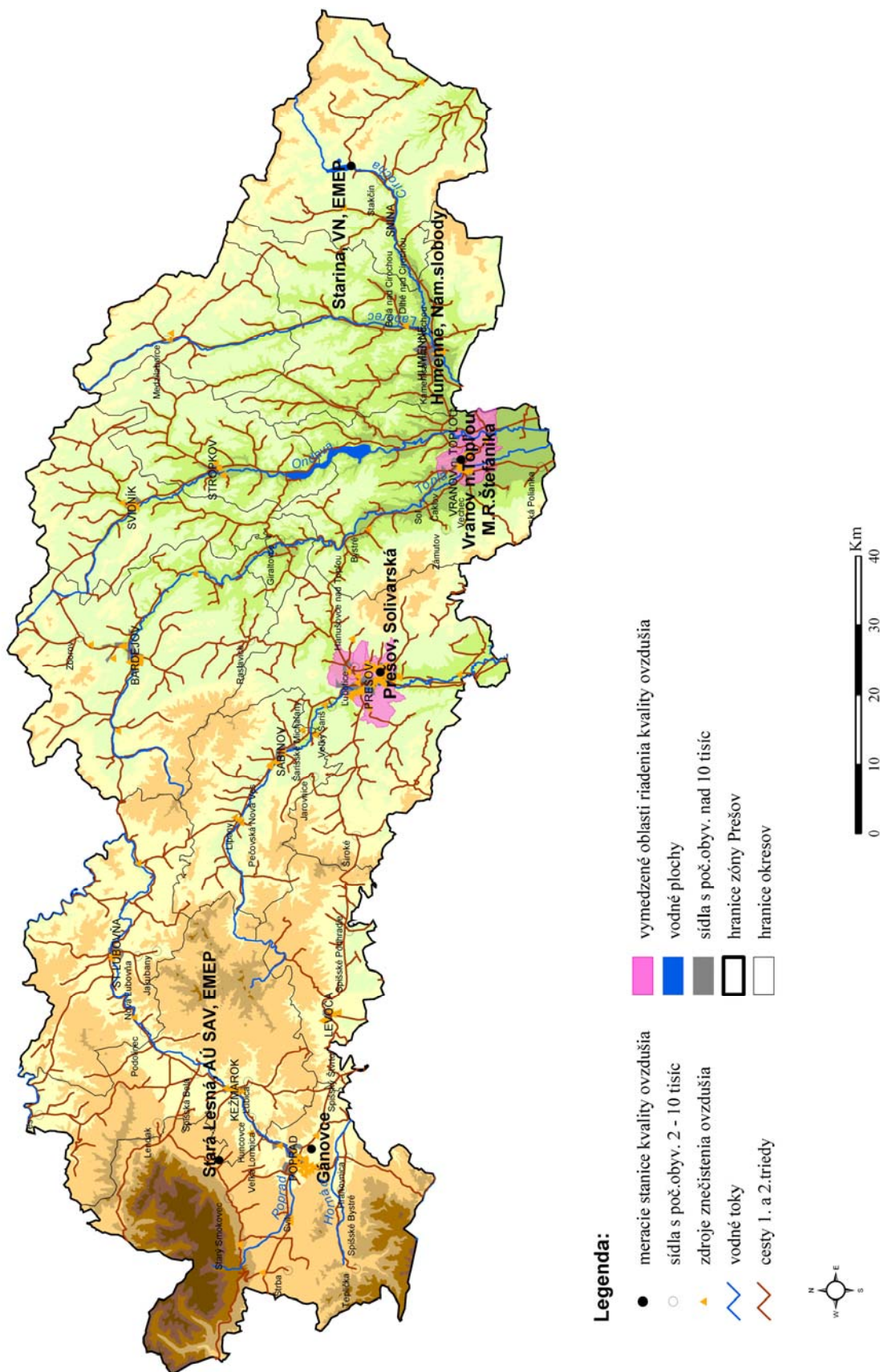


Legenda:

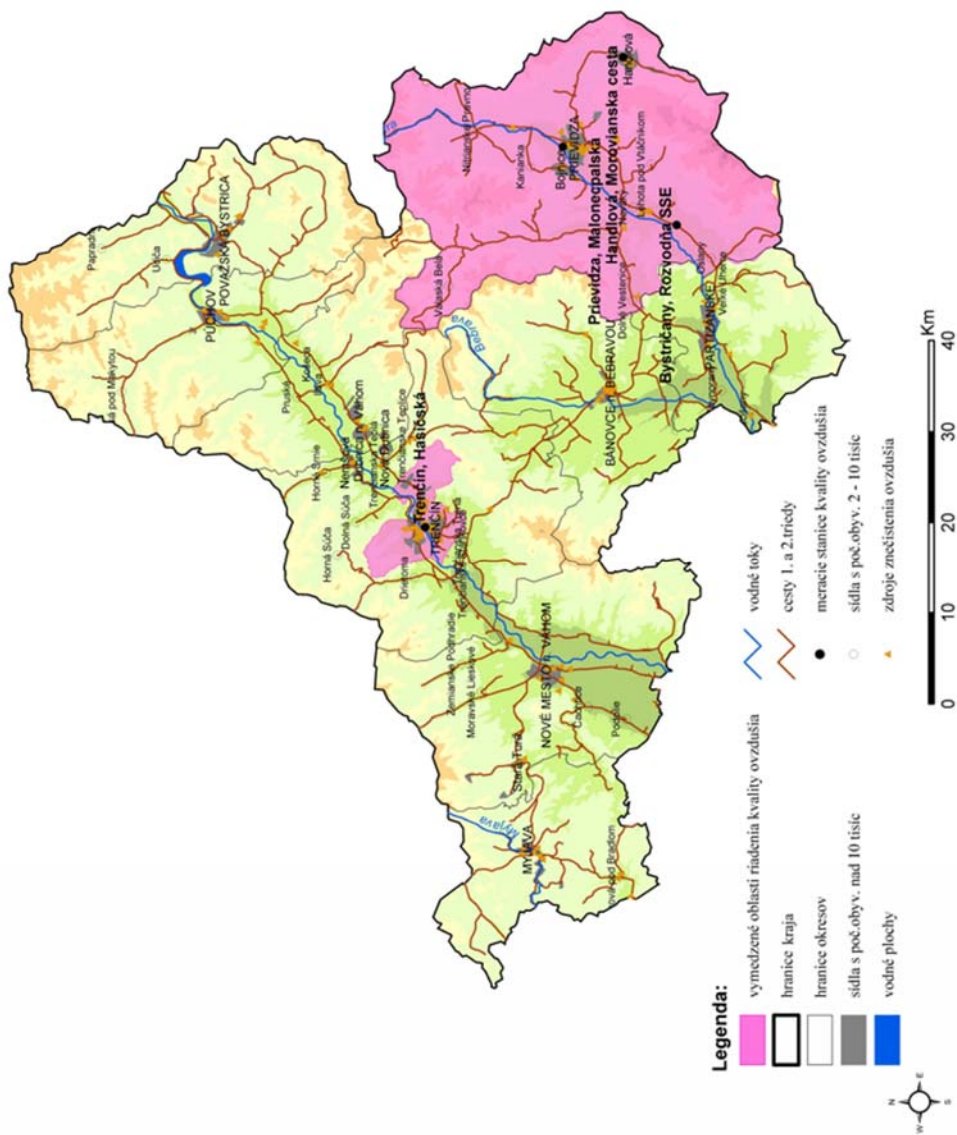
- | | |
|---|---|
| vymedzené oblasti riadenia kvality ovzdušia | cesty 1. a 2. triedy |
| meracie stanice kvality ovzdušia | vodné plochy |
| sídla s poč.obyv. 2 - 10 tisíc | sídla s poč.obyv. nad 10 tisíc |
| zdroje znečistenia ovzdušia | hranice zóny Nitra |
| vodné toky | hranice okresov |



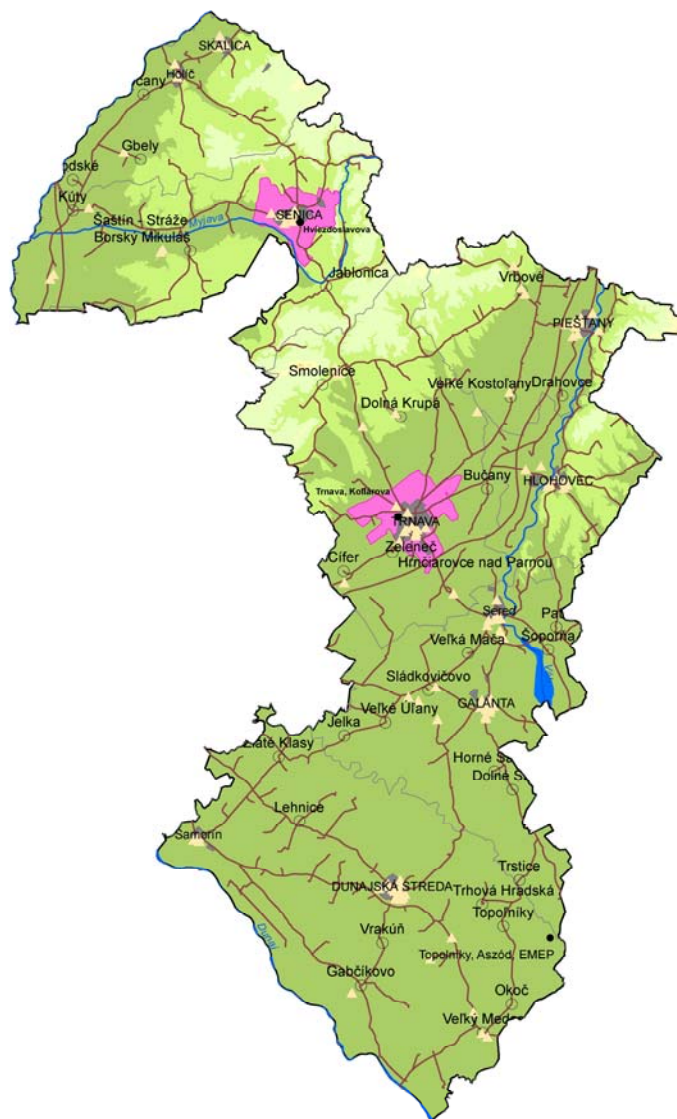
Zóna Prešovský kraj



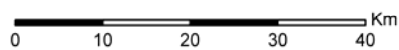
Zóna Trenčiansky kraj



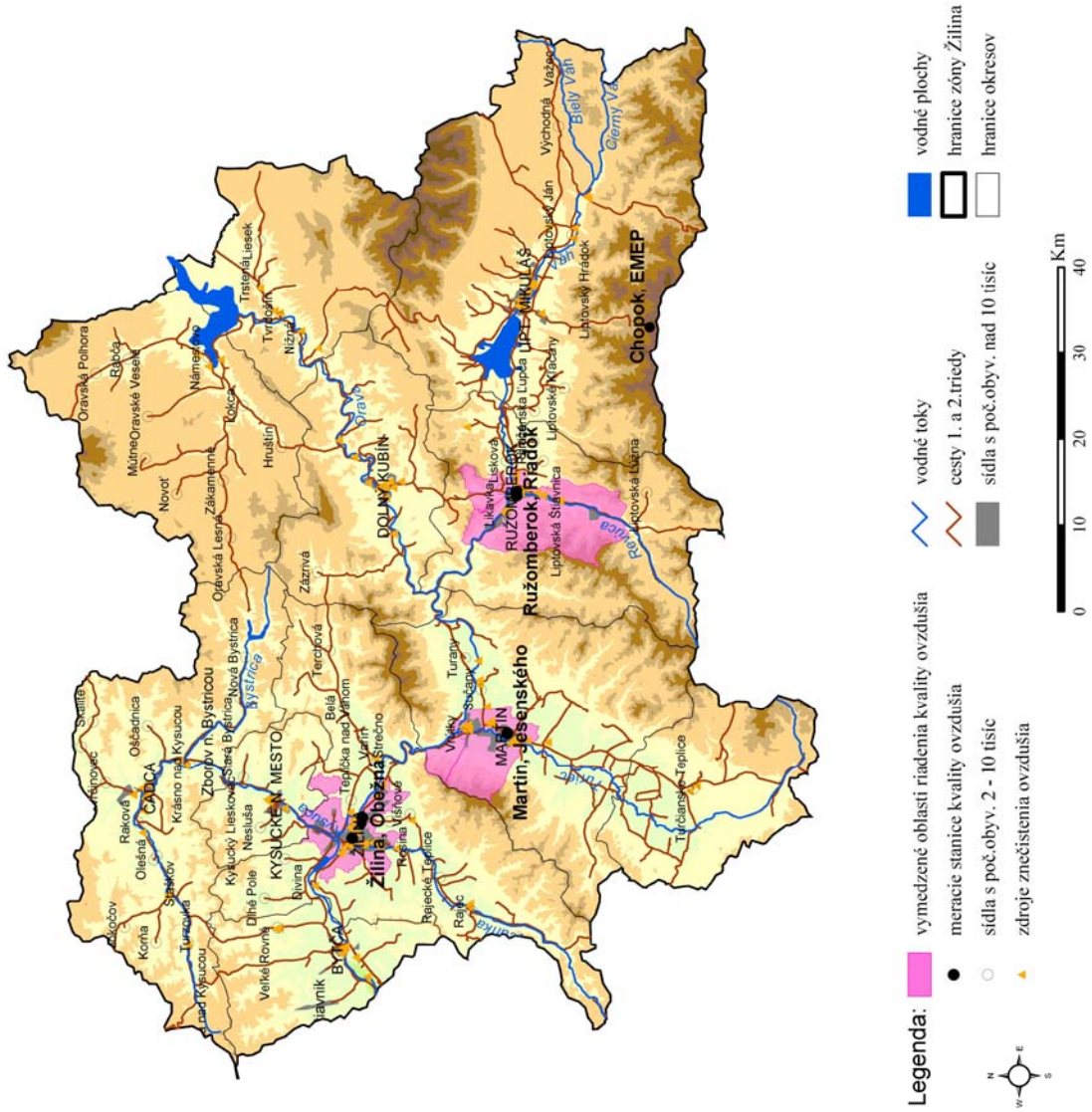
Zóna Trnavský kraj



- 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 2009

Tab. 2.1 Monitorovacie siete kvality ovzdušia v SR podľa vlastníkov – stav v roku 2009
(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 , Strojárska | U | B | 21°15'07" | 48°43'36" | 202 |
| | | * | Košice , Amurská | | | 21°17'11" | 48°41'28" | 201 |
| | 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 | * | 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 | SK0009A | Žiar nad Hronom Dukelských hrdinov | U | B | 18°51'01" | 48°35'09" | 285 |
| 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 | SK0028A | Krompachy , Lorenzova | U | B | 20°52'23" | 48°54'45" | 387 |
| * | | 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 | R | B | 20°19'24" | 49°02'05" | 706 |
| | Prešov | SK0046A | Prešov , Solivarská | U | B | 21°15'52" | 48°58'40" | 258 |
| | | * | 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 | 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 | |
| Trenčiansky kraj | Prievidza | SK0013A | Bystričany Rozvodňa SSE | S | B | 18°30'51" | 48°40'01" | 261 |
| | Prievidza | SK0027A | Handlová Moroviánska 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 |

| | Okres | Kód Eol | Názov stanice | Typ oblasti | Typ stanice | Zemepisná dĺžka | Zemepisná šírka | Nadm. výška [m] |
|---------------|-------------------|---------|---------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 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

| | Okres | Názov stanice | Vlastník | Typ oblasti | Typ stanice | Zemepisná dĺžka | Zemepisná šírka | Nadm. výška [m] |
|-------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| BRATISLAVA | Bratislava II | Bratislava Vičie Hrdlo | Slovnaft, a.s., Bratislava | S | I | 17°10'10" | 48°08'00" | 134 |
| | Bratislava II | Bratislava Pod. Biskupice | Slovnaft, a.s., Bratislava | U | B | 17°12'20" | 48°08'05" | 132 |
| KOŠICE | Košice II | Košice USS Haniska | U.S. Steel, s.r.o. | U | B | | | |
| 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 | | | |
| | Trebišov | Leles | Slovenské elektrárne, a.s. | S | B | | | |
| 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 | | | |
| 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 – pozad'ová, I – priemyselná, T – dopravná

Merací program v monitorovacích sieťach kvality ovzdušia v SR v roku 2009

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 | | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Košice | Košice, Strojárska / Amurská ¹ | x | | | | | | | | |
| | Košice, Ďumbierska | | | | | x | | | | |
| | Spolu 2 stanice | 1 | | | | 1 | | | | |
| Banskobystrický kraj | Banská Bystrica, Štefánikovo nábr. | x | | x | x | | x | x | x | |
| | Banská Bystrica, Zelená | | | x | | x | | | | |
| | Jelšava, Jesenského | x | | | | x | | | | |
| | Hnúšťa, Hlavná | x | | | | | | | | |
| | Žiar nad Hronom, Dukelských hrdinov | x | | | | | | | | |
| | Zvolen, J. Alexyho | x | | | | | | | | |
| | Spolu 6 staníc | 5 | | 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 |
| | Strážske, Mierová | x | | | | | | | | |
| | Krompachy, Lorenzova / SNP ² | x | | x | x | | x | x | x | x |
| | Spolu 4 stanice | 3 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Nitriansky kraj | Nitra, J. Kráľa | x | | x | x | | x | x | | x |
| | Nitra, Janíkovce | x | | x | | x | | | | |
| | Spolu 2 stanice | 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, Solivarská / Arm. gen. L. Svobodu ³ | x | | x | | | x | x | | |
| | Starina, Vodná nádrž, EMEP | | | | | x | | | x | |
| | Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika | x | | | x | | | | | |
| | Kolonické sedlo | x | | | | | | | | |
| Spolu 7 staníc | 5 | | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | | |
| Trenčiansky kraj | Prievidza, Malonecpalská | x | x | | x | x | | | x | x |
| | Bystričany, Rozvodňa SSE | x | | | x | | | | | |
| | Handlová, Morovianska cesta | x | | | x | | | | | |
| | Trenčín, Hasičská | x | | x | x | | x | x | | x |
| | Spolu 4 stanice | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Trnavský kraj | Topoľníky, Aszód, EMEP | x | x | | | x | | | x | |
| | Senica, Hviezdoslavova | x | | | x | | | | | |
| | Trnava, Kollárova | x | | x | | | x | x | | x |
| | Spolu 3 stanice | 3 | 1 | 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 | |
| | Žilina, Obežná | x | x | x | | x | | | | |
| | Spolu 4 stanice | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | |
| NMSKO spolu monitorovacích staníc | | 31 | 4 | 15 | 12 | 15 | 10 | 9 | 10 | 8 |

¹ do 16. 9. 2009 Strojárska, od 18. 9. 2009 Amurská ² do 17. 7. 2009 Lorenzova, od 20. 7. 2009 SNP

³ do 16. 9. 2009 Solivarská, od 21. 10. 2009 Arm. gen. L. Svobodu

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

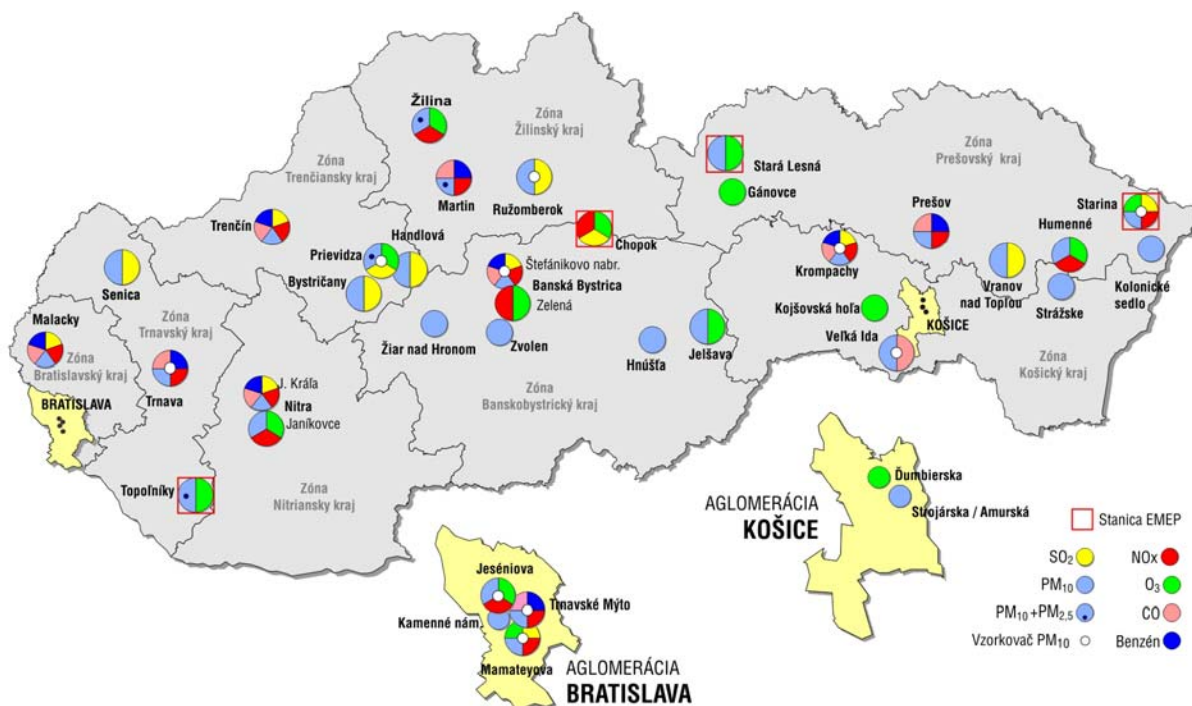
| OVZDUŠIE | | Oxid siričitý (SO ₂) | Oxidy dusíka (NOx) | Sířany (SO ₄ ²⁻) | Dusičnany (NO ₃ ⁻) | Kyselina dusičná (HNO ₃) | Amoniak, amonné kationy (NH ₃ , NH ₄ ⁺) | Alkalické kationy (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) | Ozón (O ₃) | VOC | PM ₁₀ ¹ | Olovo (Pb) | Arzén (As) | Kadmium (Cd) | Nikel (Ni) | Chróm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

¹ týždenné vzorkovanie

² TSP – celkové suspendované častice v ovzduší

| ATMOSFÉRICKE ZRÁŽKY | | pH | Vodivosť | Sířany (SO ₄ ²⁻) | Dusičnany (NO ₃ ⁻) | Amonné kationy (NH ₄ ⁺) | Alkalické kationy (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) | 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 iných vlastníkov.

| 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, Vlčie 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 iných vlastníkov a ich meracích program v roku 2009 je v tab. 2.1 až 2.4 a na obr. 2.1. Podrobný popis staníc (všetky požadované meta údaje) sa nachádza v rozsiahlej Prílohe 1.

Monitorovacia sieť kvality ovzdušia SHMÚ (NMSKO) v roku 2009

Zabezpečenie monitorovania kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach SR

Monitorovanie kvality ovzdušia bolo v roku 2009 zabezpečené vo všetkých aglomeráciách a zónach SR. V roku 2009 bolo v dvoch aglomeráciách a v piatich zónach 8 dopravných monitorovacích staníc. V každej aglomerácii a zóne má byť podľa typu jedna dopravná monitorovacia stanica (Smernica Rady 1999/30/ES, Príloha 6, 7). Táto podmienka nebola splnená v dvoch zónach (Košický kraj a Prešovský kraj). V roku 2009 budú zriadené dopravné monitorovacie stanice (presťahovanie existujúcich staníc) v zónach, kde ešte nie sú (Košický kraj a Prešovský kraj).

Monitorovací program

Oxid siričitý SO₂

Minimálny rozsah monitorovania SO₂ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie oxidu siričitého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 12 staniciach s výťažnosťou od 91,0 % (Nitra-Janka Kráľ) do 99,7 % (Malacky-Sasinkova) a v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP na 2 staniciach.

Oxidy dusíka NO₂ a NO_x

Minimálny rozsah monitorovania NO₂ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie oxidov dusíka bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 14 staniciach s výťažnosťou od 88,7 % (Prešov-Solivarská/Arm. gen. L. Svobodu) do 99,9 % (Žilina-Obežná a Trenčín-Hasičská) a v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP na 2 staniciach.

Suspendované častice PM₁₀

Monitorovanie PM₁₀ bolo zabezpečené kontinuálnou metódou TEOM s FDMS na 31 staniciach s výťažnosťou od 89,2 % (Prešov-Solivarská/Arm. gen. L. Svobodu) do 99,9 % (Krompachy-Lorenzova). Na 4 vidieckych pozad'ových staniciach bolo realizované meranie TSP/PM₁₀ v súlade s monitorovacou stratégiou EMEP.

Keďže všetky prachomery TEOM boli vybavené modulom FDMS, ktorý zabezpečuje elimináciu ovplyvnenia výsledkov merania spôsobenú odparom prchavých látok z odobranej vzorky (deklarácia výrobcu), namerané hodnoty koncentrácií neboli korigované žiadnym faktorom. Overenie ekvivalentnej rovnocennosti predmetných prístrojov s referenčnou metódou bude možné až v budúcnosti po obstaraní sekvenčných vzorkovačov PM₁₀.

Suspendované častice PM_{2,5}

Monitorovanie PM_{2,5} bolo zabezpečené kontinuálne ekvivalentnými metódami: TEOM na staniciach: Žilina-Obežná, Topoľníky-Aszód, Martin-Jesenského, Prievidza-Malonepalská. Na účel zistenia Indikátora priemernej expozície (IPE) boli od druhej poloviny roku realizované merania koncentrácií PM_{2,5} referenčnou metódou, na staniciach Bratislava-Mamateyova a Košice-Amurská.

Oxid uhoľnatý CO

Minimálny rozsah monitorovania CO (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený s výnimkou aglomerácie Košice kde bola z dôvodu prestavby komunikácie zrušená stanica Košice-Štúrová a jej premiestnenie do novej dopravnej polohy na Štefánikovú ul. mohlo byť realizované až koncom roku 2009 a preto nie je do hodnotenia zahrnutá. Monitorovanie oxidu uhoľnatého bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 10 staniaciach s výťažnosťou od 90,6 % (Prešov-Solivarská/Arm. gen. L. Svobodu) do 99,9 % (Trenčín-Hasičská) v každej aglomerácii a zóne (prednostne na dopravnej stanici), a z dôvodu blízkosti U.S. Steel, s.r.o. na monitorovacej stanici Veľká Ida-Letná.

Ozón O₃

Minimálny rozsah monitorovania O₃ (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie ozónu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 15 staniaciach. Na 13 staniaciach, ktoré merali počas celého roku, bola výťažnosť viac ako 92 %.

Benzén

Minimálny rozsah monitorovania benzénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený. Monitorovanie benzénu bolo zabezpečené kontinuálne referenčnou metódou na 9 staniaciach (prednostne na dopravnej stanici) v každej aglomerácii a zóne s výťažnosťou od 91,2 % (Prešov-Solivarská/Arm. gen. L. Svobodu) do 99,9 % (Trenčín-Hasičská).

Ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni)

Minimálny rozsah monitorovania pre As, Cd a Ni (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený. V roku 2009 bol zabezpečený monitoring uvedených ťažkých kovov na 10 staniaciach. Na 6 mestských monitorovacích staniaciach bolo zabezpečené vzorkovanie PM₁₀ na obsah ťažkých kovov 24 hodinovým odberom. Na 4 vidieckych pozad'ových staniaciach (EMEP) bolo zabezpečené vzorkovanie PM₁₀ na obsah ťažkých kovov týždenným odberom.

Polyaromatické uhľovodíky– benzo(a)pyrén

Minimálny rozsah monitorovania benzo(a)pyrénu (počet a umiestnenie podľa Prílohy č. 4 k vyhláške 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.) bol splnený. V roku 2009 bol zabezpečený monitoring benzo(a)pyrénu na 8 staniaciach. Na týchto monitorovacích staniaciach bolo zabezpečené vzorkovanie PM₁₀ na obsah benzo(a)pyrénu 24 hodinovým odberom.

Monitorovacie siete kvality ovzdušia ostatných prevádzkovateľov monitoringu kvality ovzdušia v roku 2009

Z ostatných prevádzkovateľov monitorovacích staníc na Slovensku merajúcich znečisťujúce látky referenčnými metódami boli vyhodnotené len stanice, ktoré mali vykonanú úplnú funkčnú, resp. Periodickú skúšku. V roku 2009 bolo takýchto staníc 9 (tab. 3.11). Namerané údaje z 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. Kvalita ovzdušia je považovaná za dobrú, ak úroveň znečistenia neprekračuje limitné hodnoty. V tabuľkách 3.12 až 3.15 sú vyhodnotené výsledky meraní z vidieckych pozadových staníc (program EMEP) podľa limitných hodnôt na ochranu ekosystémov a vegetácie.

Za účelom stanovenia spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia v aglomeráciách a zónach Slovenska, bolo v závislosti od úrovne znečistenia ovzdušia spracované 5-ročné obdobie rokov 2005–2009, podľa horných (HMH) a dolných (DMH) medzí pre hodnotenie znečistenia ovzdušia, ktoré je uvedené v tabuľkách 3.6 a 3.10. Výskyt a doba trvania znečistenia na úrovni signálov Upozornenie a Regulácia pre NO₂ a SO₂ v roku 2009 uvádza tabuľka 3.5.

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

3.2.1 Aglomerácia Bratislava

V roku 2009 boli prekročené limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre NO₂ a PM₁₀ na dopravnej stanici Bratislava-Trnavské myto. Priemerná ročná koncentrácia NO₂ bola na tejto stanici 40,9 µg.m⁻³, čo len mierne prekračuje limitnú hodnotu 40 µg.m⁻³ a súčasne je pod limitnou hodnotou zvýšenou o medzu tolerancie 42 µg.m⁻³. Oproti predchádzajúcemu roku výraznejšie vzrástli aj počty prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí na 53, čo je nad povolený limit 35.

3.2.2 Aglomerácia Košice

V roku 2009 došlo k výraznejšiemu poklesu znečistenia časticami PM₁₀ a úroveň bola pod stanovenými limitnými hodnotami.

3.2.3 Zóna Banskobystrický kraj

V roku 2009 bola prekročená 24-hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na všetkých monitorovacích stanicích okrem lokalít Zvolen-J.Alexyho a Jelšava-Jesenského. Oproti roku 2008 počty prekročení najvýraznejšie klesli v lokalite Jelšava-Jesenského a naopak najväčší nárast nastal na stanici Žiar nad Hronom-Duk. hrđinov. Celkovo sa najvyššia úroveň znečistenia PM₁₀ vyskytla na stanici Banská Bystrica-Štefánikova s počtom prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty 76 krát. Rovnako priemerná ročná hodnota NO₂ - 49,5 µg.m⁻³ prekročovala limitnú hodnotu a aj limitnú hodnotu zvýšenú o medzu tolerancie. V súčasnosti je po priľahlej cestnej komunikácii realizovaná zvýšená intenzita nákladnej dopravy, ktorá sa podieľa na budovaní cestného obchvatu mesta, od prevádzky ktorého sa po jeho dobudovaní očakáva pokles koncentrácií znečisťujúcich látok z dopravy v meste.

3.2.4 Zóna Bratislavský kraj

Výsledky meraní v roku 2009 poukazujú na zvýšenú úroveň znečistenia časticami PM₁₀, ktoré prekročili 24-hodinovú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí.

3.2.5 Zóna Košický kraj

V tejto zóne počty prekročení dennej hodnoty PM₁₀ prekročili 24-hodinovú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí na stanicích Veľká Ida-Letná a Krompachy-Lorenzova (SNP). Úroveň

znečistenia ovzdušia PM₁₀ na monitorovacej stanici Veľká Ida-Letná dosahuje najvyššiu hodnotu v NMSKO. Počet prekročení 24-hodinovej limitnej hodnoty na ochranu zdravia – 166 krát je najvyšší na Slovensku a rovnako priemerná ročná koncentrácia - 51,3 µg.m⁻³ predstavuje absolútne maximum. Ostatné znečisťujúce látky neprekročili ani limitné ani cieľové hodnoty.

3.2.6 Zóna Nitriansky kraj

V zóne nebola prekročená limitná hodnota pre žiadnu znečisťujúcu látku a celkovo je úroveň znečistenia ovzdušia relatívne nízka.

3.2.7 Zóna Prešovský kraj

Na väčšine staníc počty prekročení dennej limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ klesli v porovnaní s rokom 2008. Denné koncentrácie prekročili 24h limitnú hodnotu len na stanici Prešov-Solivarická (Arm. Gen. L. Svobodu) a Vranov-M.R.Štefánika. Ostatné znečisťujúce látky neprekročili ani limitné ani cieľové hodnoty.

3.2.8 Zóna Trenčiansky kraj

Úroveň znečistenia PM₁₀ prekročila 24-hodinovú limitnú hodnotu na ochranu zdravia ľudí na staniciach Prievidza-Malonecpalská, Bystričany-Rozvodňa SSE a Handlová-Morovianska cesta. Avšak na žiadnej stanici nebolo toto prekročenie nijako výrazné a počty prekročení boli v rozmedzí od 39 do 48 krát. 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 počet. Ostatné znečisťujúce látky neprekročili hraničné prahy ani limitné alebo cieľové hodnoty.

3.2.9 Zóna Trnavský kraj

V roku 2009 nebola prekročená 24-hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na žiadnej monitorovacej stanici.

3.2.10 Zóna Žilinský kraj

V roku 2009 bola prekročená 24-hodinová limitná hodnota na ochranu zdravia ľudí pre PM₁₀ na všetkých 3 staniciach - lokalita Žilina Obežná, Ružomberok Riadok a Martin Jesenského a na všetkých staniciach sa pozoroval nárast počtu prekročení v porovnaní s rokom 2008. Ide o jedinú zónu, kde sa pozorovalo prekročenie denných limitov PM₁₀ na všetkých monitorovacích staniciach. Navyše v lokalitách Martin a Ružomberok boli prekročené aj ročné limitné hodnoty, pričom priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ v Ružomberku 46,3 µg.m⁻³ bola 2. najvyššia na Slovensku. Ostatné znečisťujúce látky neprekročili ani limitné ani cieľové hodnoty.

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

3.3.1 Aglomerácia Bratislava

Cieľová hodnota povoleného počtu prekročení pre 8 h koncentrácie prízemného ozónu 120 µg.m⁻³ bola prekročená na monitorovacej stanici Bratislava-Jeséniova a Bratislava-Mamateyova. Na stanici bol aj jedenkrát prekročený. V roku bol prekročený informačný hraničný prah pre ozón (IHP) len na stanici Bratislava– Mamateyova. Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov (As, Cd a Ni) boli pod dolnou medzou na hodnotenie. Priemerná ročná koncentrácia BaP neprekročila cieľovú hodnotu, ktorá vstúpi do platnosti 31. 12. 2012.

3.3.2 Zóna Slovensko

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

Cieľová hodnota povoleného počtu prekročení pre 8h koncentrácie prízemného ozónu 120 µg.m⁻³ bola prekročená na celom území zóny. Prekročenie (IHP) bolo zaznamenané len na monito-

rovacej stanici Nitra-Janikovce v trvaní 1 hodiny. Výstražný hraničný prah pre ozón nebol prekročený na žiadnej stanici. Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov (As, Cd a Ni) boli nižšie ako je cieľová hodnota. Hodnoty priemerných ročných koncentrácií Cd a Ni boli pod dolnou medzou na hodnotenie. Úroveň As bola nad hornou medzou na hodnotenie len na staniciach Krompachy-Lorencova (SNP) a Prievidza-Malonecpalská. Priemerná ročná koncentrácia BaP prekročila cieľovú hodnotu, ktorú treba dosiahnuť 31. 12. 2012 na staniciach Veľká Ida-Letná, Krompachy-Lorenzova (SNP), Prievidza-Malonecpalská a Trenčín-Hasičská.

3.4 Zhrnutie

SO₂

V roku 2009 nebola v žiadnej aglomerácii a zóne prekročená úroveň znečistenia pre hodinové a ani pre denné hodnoty vo väčšom počte, ako stanovujú limitné hodnoty na ochranu zdravia ľudí. V roku 2009 sa nevyskytol žiaden prípad prekročenia limitných hodnôt na varovanie pre signály upozornenie a regulácia. (tabuľka 3.5). V zóne Trenčiansky kraj bola úroveň znečistenia ovzdušia počas rokov 2005 – 2009 medzi hornou a dolnou medzou na hodnotenie (tabuľka 3.6). V ostatných aglomeráciách a zónach bola úroveň znečistenia v predchádzajúcich piatich rokoch pod dolnou medzou na hodnotenie.

Limitná hodnota na ochranu ekosystémov je $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto limitná hodnota nebola prekročená v priebehu roku 2009 na žiadnej z vidieckych pozad'ových staníc, ani za kalendárny rok, ani za zimné obdobie. Všetky hodnoty boli pod HMM na ochranu vegetácie (tab. 3.12).

NO₂

V roku 2009 bola prekročená ročná limitná hodnota zvýšená o medzu tolerancie len na monitorovacej stanici Banská Bystrica-Štefánikovo nábr. Druhá najvyššia priemerná ročná koncentrácia $40,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Bratislava-Tnavské prekročila samotnú limitnú hodnotu $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ktorú treba dosiahnuť v roku 2010. Prekročenie limitnej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pre hodinové koncentrácie nebolo zaznamenané na žiadnej monitorovacej stanici. Výsledky z predošlých piatich rokov dokumentujú, že v aglomerácii Bratislava a v zónach Banská Bystrica, Trenčiansky a Trnavský kraj bola úroveň znečistenia nad HMM. V zónach Bratislavský, Nitriansky a Žilinský kraj bola úroveň medzi DMH a HMM.

Limitná hodnota na ochranu vegetácie ($30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok vyjadrená ako NO_x) nebola v roku 2009 prekročená na žiadnej z vidieckych pozad'ových 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 PM₁₀. V roku 2009 bola prekročená 24h limitná hodnota na 15 staniciach a na 3 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. Najnižšie korelačné koeficienty sa vyhodnotili v Prešovskom kraji pre vidiecke stanice Stará Lesná-AÚ SAV, EMEP a Kolonické sedlo. Vo všeobecnosti platí, že v rámci jednotlivých zón a aglomerácií sú korelačné koeficienty medzi stanicami vyššie.

CO - Na žiadnej z monitorovacích staníc nebola prekročená limitná hodnota a úroveň znečistenia ovzdušia za predchádzajúce obdobie rokov 2005 – 2009 je pod DMH.

Benzén - Najvyššia úroveň benzénu sa v roku 2009 namerala $2,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je hlboko pod limitnou hodnotou $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, ktorá začne platiť od roku 2010.

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

As, Ni, Cd - V roku 2009 sa nevyskytlo prekročenie cieľových hodnôt u žiadnej znečisťujúcej látky.

BaP - Cieľová hodnota, ktorú treba dosiahnuť 31. 12. 2012 bola prekročená na staniciach Veľká Ida-Letná, Prievdza-Malonepalská, Kropachy-Lorenzova (SNP) a Trenčín-Hasičská.

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

| | Priemerované obdobie | Limitná hodnota* [µg/m ³] | Dátum, ku ktorému treba dosiahnuť limitnú hodnotu | Medza tolerancie | Limitná hodnota + medza tolerancie [µg/m ³] | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| | | | | | Do 31/12/00 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| SO ₂ | 1h | 350 (24) | 1.1.2005 | 150 µg/m ³ | 500 | 470 | 440 | 410 | 380 | 350 | | | | | |
| SO ₂ | 24h | 125 (3) | 1.1.2005 | - | | | | | | | | | | | |
| SO ₂ ^e | 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 |
| NOx ^v | 1r | 30 (-) | 1.1.2003 | - | | | | | | | | | | | |
| PM ₁₀ | 24h | 50 (35) | 1.1.2005 | 50 % | 75 | 70 | 65 | 60 | 55 | 50 | | | | | |
| 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 |

¹ zimné obdobie (1. október – 31. marec) ^epre ochranu ekosystémov ^vpre ochranu vegetácie

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

| | Priemerované obdobie | Cieľová hodnota [ng/m ³] | 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/m ³] | Medza na hodnotenie [µg/m ³] | |
|------------------|----------------|----------------------------|---|--|-----------|
| | | | | Horná* | Dolná* |
| SO ₂ | Ľudské zdravie | 1h | 350 (24) | | |
| SO ₂ | Ľudské zdravie | 24h | 125 (3) | 75 (3) | 50 (3) |
| SO ₂ | Ekosystém | 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) | 30 (7) | 20 (7) |
| PM ₁₀ | Ľudské zdravie | 1r | 40 (-) | 14 (-) | 10 (-) |
| 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 (-) |

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

Tab. 3.3 Výťažnosť údajov* v % v roku 2009.

| AGLOMERÁCIA/zóna | Znečisťujúca látka | SO ₂ | NO ₂ | PM ₁₀ | CO | Benzén |
|----------------------|--|-----------------|-----------------|------------------|------|--------|
| BRATISLAVA | Bratislava, Kamenné nám. | | | 98,0 | | |
| | Bratislava, Trnavské myto | | 96,6 | 98,9 | 99,5 | 99,2 |
| | Bratislava, Jeséniova | | 93,9 | 97,7 | | |
| | Bratislava, Mamateyova | 92,9 | 90,5 | 90,1 | | |
| KOŠICE | Košice, Strojárska / Amurská ** | | | 91,6 | | |
| Banskobystrický kraj | Banská Bystrica, Štefanikovo nábr. | 98,0 | 98,1 | 93,4 | 97,7 | 97,8 |
| | Banská Bystrica, Zelená | | 59,0 | | | |
| | Jelšava, Jesenského | | | 99,0 | | |
| | Hnúšťa, Hlavná | | | 97,7 | | |
| | Zvolen, J. Alexyho | | | 98,3 | | |
| | Žiar nad Hronom, Dukelských hrdinov | | | 90,5 | | |
| Bratislavský kraj | Malacky, Sasinkova | 99,7 | 98,4 | 97,6 | 98,4 | 98,0 |
| Košický kraj | Veľká Ida, Letná | | | 97,9 | 97,1 | |
| | Strážske, Mierová | | | 98,5 | | |
| | Kropachy, Lorenzova / SNP ** | 99,0 | 98,8 | 99,9 | 98,5 | 98,9 |
| Nitriansky kraj | Nitra, J. Kráľa | 91,0 | 91,1 | 91,4 | 91,2 | 91,4 |
| | Nitra, Janíkovce | | 99,2 | 93,4 | | |
| Prešovský kraj | Humenné, Nám. slobody | | 93,7 | 99,8 | | |
| | Prešov, Solivarská / Arm. gen. L. Svobodu ** | | 88,7 | 89,2 | 90,6 | 91,2 |
| | Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika | 99,3 | | 99,4 | | |
| | Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | | | 99,1 | | |
| | Kolonické sedlo, Hvezdáreň | | | 99,2 | | |
| Trenčiansky kraj | Prievidza, Malonecpalská | 96,9 | | 96,9 | | |
| | Bystričany, Rozvodňa SSE | 99,5 | | 99,2 | | |
| | Handlová, Moroviánska cesta | 99,5 | | 99,9 | | |
| | Trenčín, Hasičská | 95,6 | 99,9 | 95,5 | 99,9 | 99,9 |
| Trnavský kraj | Senica, Hviezdoslavova | 98,6 | | 98,0 | | |
| | Trnava, Kollárova | | 98,8 | 97,9 | 99,6 | 99,5 |
| | Topoľníky, Aszód, EMEP | | | 97,4 | | |
| Žilinský kraj | Martin, Jesenského | | 98,3 | 98,7 | 98,5 | 99,2 |
| | Ružomberok, Ríadok | 98,6 | | 97,5 | | |
| | Žilina, Obežná | | 99,9 | 99,3 | | |

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

** prišlo k zmene stanice, pri výpočte sa zlúčili údaje

Tab. 3.4 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia a limitných hodnôt zvýšených o medzu tolerancie (MT) za rok 2009.

| AGLOMERÁCIA/ Zóna | Znečisťujúca látka | Ochrana zdravia | | | | | | | | | | VHP ²⁾ | | | |
|--------------------------------|---|-----------------|------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| | | SO ₂ | | NO ₂ | | NO ₂ +MT | | PM ₁₀ | | Pb | CO | Ben- zén | Ben. +MT | SO ₂ | NO ₂ |
| | | 1 hod | 24 hod | 1 hod | 1 rok | 1 hod | 1 rok | 24 hod | 1 rok | 1 rok | 8 hod ¹⁾ | 1 rok | 1 rok | 3 hod Kľzavý priemer | 3 hod Kľzavý priemer |
| | Limitná hodnota [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] (počet prekročení) | 350 (24) | 125 (3) | 200 (18) | 40 | 210 (18) | 42 | 50 (35) | 40 | 500 [ng·m ⁻³] | 10000 | 5 | 6 | 500 | 400 |
| BRATISLAVA | Bratislava, Kamenné nám. | | | | | | | 19 | 25.8 | | | | | | |
| | Bratislava, Trnavské mýto | | | 0 | 40.9 | 0 | 40.9 | 53 | 31.8 | | 2162 | 1.0 | 1.0 | | 0 |
| | Bratislava, Jeséniova | | | 0 | 13.6 | 0 | 13.6 | 18 | 27.6 | | | | | | 0 |
| | Bratislava, Mamateyova | 0 | 0 | 0 | 28.6 | 0 | 28.6 | 11 | 23.3 | 8.0 | | | | 0 | 0 |
| KOŠICE | Košice, Strojárska / Amurská * | | | | | | | 15 | 26.5 | | | | | | |
| Banskobystrický Kraj | Banská Bystrica, Štefánikovo nábr. | 0 | 0 | 13 | 49.5 | 9 | 49.5 | 76 | 38.8 | 27.9 | 3397 | 1.1 | 1.1 | 0 | 0 |
| | Banská Bystrica, Zelená | | | ^b 0 ^b | 12.3 | ^b 0 ^b | 12.3 | | | | | | | | 0 |
| | Jelšava, Jesenského | | | | | | | 25 | 21.9 | | | | | | |
| | Hnúšťa, Hlavná | | | | | | | 40 | 33.3 | | | | | | |
| | Zvolen, J. Alexyho | | | | | | | 26 | 25.8 | | | | | | |
| Žiar n. H., Dukelských hrdinov | | | | | | | 51 | 37.9 | | | | | | | |
| Bratislavský kraj | Malacky, Sasinkova | 0 | 0 | 0 | 30.3 | 0 | 30.3 | 60 | 36.4 | | 2603 | 1.2 | 1.2 | 0 | 0 |
| Košícky Kraj | Veľká Ida, Letná | | | | | | | 166 | 51.3 | 39.9 | 3521 | | | | |
| | Strážske, Mierová | | | | | | | 17 | 22.9 | | | | | | |
| | Krompachy, Lorenzova / SNP * | 0 | 0 | 0 | 14.7 | 0 | 14.7 | 72 | 38.4 | 115.5 | 2110 | 2.2 | 2.2 | 0 | 0 |
| Nitriansky kraj | Nitra, J. Kráľa | 0 | 0 | 0 | 23.1 | 0 | 23.1 | 15 | 21.6 | | 2100 | 0.7 | 0.7 | 0 | 0 |
| | Nitra, Janíkovce | | | 0 | 15.2 | 0 | 15.2 | 27 | 29.1 | | | | | | 0 |
| Prešovský Kraj | Humenné, Nám. Slobody | | | 0 | 11.7 | 0 | 11.7 | 16 | 24.9 | | | | | | 0 |
| | Prešov, Solivarská / A. g. L. Svobodu* | | | ^a 0 ^a | 15.6 | ^a 0 ^a | 15.6 | ^a 45 ^a | 32.5 | | 2420 | 1.6 | 1.6 | | 0 |
| | Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika | 0 | 0 | | | | | 55 | 37.0 | | | | | 0 | |
| | Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP ³⁾ | | | | | | | 1 | 14.9 | | | | | | |
| | Kolonické sedlo, Hvezdáreň ³⁾ | | | | | | | 6 | 25.5 | | | | | | |
| Trenčiansky Kraj | Prievidza, Malonecpalská | 1 | 0 | | | | | 39 | 32.4 | 9.4 | | | | 0 | |
| | Bystričany, Rozvodňa SSE | 3 | 0 | | | | | 43 | 32.2 | | | | | 0 | |
| | Handlová, Morovianska cesta | 0 | 0 | | | | | 48 | 30.8 | | | | | 0 | |
| | Trenčín, Hasičská | 0 | 0 | 0 | 33.2 | 0 | 33.2 | 27 | 23.3 | | 2196 | 1.6 | 1.6 | 0 | 0 |
| Trnavský Kraj | Senica, Hvezdoslavova | 0 | 0 | | | | | 16 | 22.1 | | | | | 0 | |
| | Trnava, Kollárova | | | 0 | 38.8 | 0 | 38.8 | 32 | 28.6 | | 2823 | 0.6 | 0.6 | | 0 |
| | Topoľníky, Aszód, EMEP ³⁾ | | | | | | | 15 | 18.4 | | | | | | |
| Žilinský Kraj | Martin, Jesenského | | | 0 | 33.3 | 0 | 33.3 | 76 | 41.8 | | 2788 | 1.2 | 1.2 | | 0 |
| | Ružomberok, Riadok | 0 | 0 | | | | | 94 | 46.3 | 12.7 | | | | 0 | |
| | Žilina, Obežná | | | 0 | 33.0 | 0 | 33.0 | 64 | 33.9 | | | | | | 0 |

¹⁾ maximálna osemhodinová koncentrácia

²⁾ Limitné hodnoty pre výstražné hraničné prahy

³⁾ stanice indikujú regionálnu pozadovú úroveň

* prišlo k zmene stanice, pri výpočtoch sa zlučili údaje

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 2005 – 2009.

| Stanica | Počet prekročení / Dĺžka trvania v hodinách | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|
| | Signál upozornenie | | | | | Signál regulácia | | | | |
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| Prievidza, Malonecpalská ¹ | 0 | 1/1 | 0 | 1/2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1/1 | 0 |

¹ do roku 2006 J. Hollého

Tab. 3.6 Zaradenie AMS podľa horných (HMH) a dolných medzí (DMH) na hodnotenie pre určenie spôsobu hodnotenia kvality ovzdušia za roky 2005 až 2009.

| AGLOMERÁCIA/ zóna | Stanica | HMH a DMH s ohľadom na ochranu zdravia ľudí | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|---|------|------|-----------------|------|------|------------------|------|------|-------------|------|---------------|------|---------------|------|------|------|------|
| | | SO ₂ | | | NO ₂ | | | PM ₁₀ | | | CO | | Benzén | | Pb | | | | |
| | | 24h priemer | | | 1h priemer | | | ročný priemer | | | 24h priemer | | ročný priemer | | ročný priemer | | | | |
| | | >HMH | >DMH | ≤DMH | >HMH | >DMH | ≤DMH | >HMH | >DMH | ≤DMH | >HMH | >DMH | ≤DMH | >HMH | >DMH | ≤DMH | >HMH | >DMH | ≤DMH |
| BRATISLAVA | Bratislava, Kamenné nám. | | | | | | | | A | | | | | | | | | | |
| | Bratislava, Trnavské mýto | | | | A | A | | | A | | | | A | | | | | | |
| | Bratislava, Jeséniova | | | | | A | | | A | | | | | | | | | | |
| | Bratislava, Mamateyova | | | A | A | | | A | A | | | | | | | | | A | |
| KOŠICE | Košice, Strojárska / Amurská ³ | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| Banskobystrický kraj | Banská Bystrica, Štefánikovo nábr. ¹ | | | A | A | | | A | | | | | A | | | | | A | |
| | Banská Bystrica, Zelená | | | | * | * | * | * | * | * | * | | | | | | | | |
| | Jelšava, Jesenského | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Hnúšťa, Hlavná | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Zvolen, J. Alexyho | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Žiar nad Hronom, Dukelských hrdinov | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| Bratislavský kraj | Malacky, Sasinkova | | | A | | | A | A | | | | | A | | | | A | | |
| Košícky kraj | Veľká Ida, Letná | | | | | | | | A | | | A | | | | | | A | |
| | Strážske, Mierová | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Krompachy, Lorenzova / SNP ⁴ | | | A | | | A | | A | | | A | | | | | | A | |
| Nitriansky kraj | Nitra, J. Kráľa | | | A | | | A | | A | | | A | | | | | | | |
| | Nitra, Janikovce | | | | | | A | | A | | | A | | | | | | | |
| Prešovský kraj | Humenné, Nám. slobody | | | | | | A | | A | | | A | | | | | | | |
| | Prešov, Solivarská / A. g. L. Svobodu ⁵ | | | | | | A | | A | | | A | | | | | | A | |
| | Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika | | | A | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Kolonické sedlo, Hvezdáreň | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| Trenčiansky kraj | Prievidza, Malonecpalská ² | | | A | | | | | A | | | A | | | | | | A | |
| | Bystričany, Rozvodňa SSE | | | A | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Handlová, Moroviánska cesta | | | A | | | | | A | | | A | | | | | | A | |
| | Trenčín, Hasičská | | | A | | | A | | A | | | A | | | | | | | |
| Trnavský kraj | Senica, Hviezdoslavova | | | A | | | | | | | | A | | | | | | | |
| | Trnava, Kollárova | | | | | | A | | A | | | | | | A | | | A | |
| | Topoľníky, Aszód, EMEP | | | | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| Žilinský kraj | Martin, Jesenského | | | | | | A | | A | | | | | A | | | | A | |
| | Ružomberok, Riadok | | | A | | | | | A | | | A | | | | | | | |
| | Žilina, Obežná | | | | | | A | | A | | | A | | | | | | A | |

A – áno * nedostatok údajov ¹ do roku 2007 Nám. slobody

² do roku 2006 J. Hollého

³ do 16. 9. 2009 Strojárska, od 18. 9. 2009 Amurská ⁴ do 17. 7. 2009 Lorenzova, od 20. 7. 2009 SNP

⁵ do 16. 9. 2009 Solivarská, od 21. 10. 2009 Arm. gen. L. Svobodu

Tab. 3.8 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia ťažkými kovmi(As, Cd a Ni) podľa cieľových hodnôt na ochranu zdravia ľudí

| AGLOMERÁCIA/zóna | Znečisťujúca látka Rok | As | | | | | Cd | | | | | Ni | | | | |
|------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| AGLOMERÁCIA/zóna | Cieľová hodnota [ng.m ⁻³] | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Horná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³] | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | Dolná medza na hodnotenie [ng.m ⁻³] | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BRATISLAVA | Bratislava, Mamateyova | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 1,0 | 1,3 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 2,9 | 1,9 | 1,3 | 1,3 | 1,9 |
| Slovensko | Banská Bystrica, Štefánikovo nábr. ¹ | 5,1 | 3,6 | 2,4 | 3,0 | 2,7 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 4,4 | 5,6 | 1,7 | 2,0 | 2,7 |
| | Veľká Ida, Letná | 2,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 1,8 | 1,9 | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 2,3 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,0 |
| | Krompachy, Lorenzova / SNP ³ | 6,4 | 4,7 | 4,3 | 3,6 | 3,7 | 2,7 | 2,6 | 1,3 | 1,6 | 1,1 | 2,8 | 3,6 | 1,6 | 1,5 | 1,7 |
| | Prievidza, Malonecpalská ² | 5,6 | 7,9 | 5,3 | 5,7 | 4,9 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,4 | 1,0 | 1,3 | 1,0 | 1,2 |
| | Ružomberok, Riadok | 4,0 | 5,0 | 2,6 | 2,4 | 2,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,7 |

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 myto | 0,7 |
| | Bratislava, Jeséniova | 0,5 |
| Slovensko | Veľká Ida, Letná | 3,8 |
| | Krompachy, Lorenzova / SNP ³ | 1,9 |
| | Prievidza, Malonecpalská ² | 1,8 |
| | Trnava, Kollárova | 0,9 |
| | Nitra, Janka Kráľa | 0,6 |
| | Trenčín, Hasičská | 1,3 |

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 2005 až 2009.

| AGLOMERÁCIA/zóna | Stanica | As | | | Cd | | | Ni | | | BaP | | |
|------------------|---|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|
| | | >HMH | ≤HMH; >DMH | ≤DMH | >HMH | ≤HMH; >DMH | ≤DMH | >HMH | ≤HMH; >DMH | ≤DMH | >HMH | ≤HMH; >DMH | ≤DMH |
| BRATISLAVA | Bratislava, Trnavské myto | | | | | | | | | * | * | * | |
| | Bratislava, Jeséniova | | | | | | | | | * | * | * | |
| | Bratislava, Mamateyova | | | A | | | A | | | A | | | |
| Bratislava | Banská Bystrica, Štefánikovo nábr. ¹ | A | | | | | A | | | A | | | |
| | Veľká Ida, Letná | | | A | | | A | | | A | * | * | * |
| | Krompachy, Lorenzova / SNP ³ | A | | | | | A | | | A | * | * | * |
| | Prievidza, Malonecpalská ² | A | | | | | A | | | A | * | * | * |
| | Trnava, Kollárova | | | | | | | | | | * | * | * |
| | Ružomberok, Riadok | | | A | | | A | | | A | | | |
| | Nitra, Janka Kráľa | | | | | | | | | | * | * | * |
| | Trenčín, Hasičská | | | | | | | | | | * | * | * |

A – áno *nedostatočný počet údajov

¹ do roku 2007 Nám. slobody ² do roku 2006 J. Hollého ³ do 17. 7. 2009 Lorenzova, od 20. 7. 2009 SNP

Tab. 3.11 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt na ochranu ľudského zdravia a limitných hodnôt zvýšených o medzu tolerancie (MT) za rok 2009 z priemyselných staníc iných prevádzkovateľov.

| AGLOMERÁCIA/ Zóna | Znečisťujúca látka | Ochrana zdravia | | | | | | | | | | | VHP ²⁾ | |
|----------------------|---|-----------------|------------|-----------------|-------|---------------------|-------|------------------|-------|---------------------|--------|-------------|----------------------------|----------------------------|
| | | SO ₂ | | NO ₂ | | NO ₂ +MT | | PM ₁₀ | | CO | Benzén | Ben. +MT | SO ₂ | NO ₂ |
| | | 1 hod | 24 hod | 1 hod | 1 rok | 1 hod | 1 rok | 24 hod | 1 rok | 8 hod ¹⁾ | 1 rok | 1 rok | 3 hod Kľzavy priemer | 3 hod Kľzavy priemer |
| | Limitná hodnota [µg.m ⁻³] (počet prekročení) | 350 (24) | 125 (3) | 210 (18) | 42 | 210 (18) | 42 | 50 (35) | 40 | 10000 | 5 | 6 | 500 | 400 |
| BRATISLAVA | Bratislava, Pod. Biskupice | 0 | 0 | 0 | 21,3 | 0 | 21,3 | 16 | 25,7 | 1392 | | | 0 | 0 |
| | Bratislava, Vlčie Hrdlo | 0 | 0 | 0 | 27,3 | 0 | 27,3 | 34 | 29,8 | 1238 | | | 0 | 0 |
| KOŠICE | USS, Haniska | 0 | 0 | 0 | 30,0 | 0 | 30,0 | 41 | 35,1 | 1817 | | | 0 | 0 |
| Bratislavský kraj | Rovinka | 1 | 0 | 0 | 17,7 | 0 | 17,7 | 10 | 25,4 | 1031 | | | 0 | 0 |
| Košický kraj | USS, Veľká Ida | 0 | 0 | 0 | 32,1 | 0 | 32,1 | 62 | 35,9 | 2387 | | | 0 | 0 |
| | Leles, SE Vojany | 0 | 0 | 0 | 7,0 | 0 | 7,0 | 8 | 20,3 | | | | 0 | 0 |
| Nitriansky kraj | Trnovec nad Váhom | 0 | 0 | 0 | 11,0 | 0 | 11,0 | 75 | 38,4 | | | | 0 | 0 |
| Trenčiansky kraj | Oslany, SE Nováky | 0 | 0 | 0 | 13,1 | 0 | 13,1 | 79 | 38,7 | | | | 0 | 0 |
| Žilinský kraj | Ružomberok, Celulóžka | 0 | 0 | 0 | 22,8 | | | 28 | 30,8 | | | | 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 staniách.

| | Priemerné ročné koncentrácie SO ₂ | | | | | Priemerné koncentrácie SO ₂ v zimnom období | | | | |
|--|--|------|------|------|------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | zima 2004–2005 | zima 2005–2006 | zima 2006–2007 | zima 2007–2008 | zima 2008–2009 |
| Limitná hodnota na ochranu ekosystémov | 20 | | | | | 20 | | | | |
| Horná medza na hodnotenie | 12 | | | | | 12 | | | | |
| Dolná medza na hodnotenie | 8 | | | | | 8 | | | | |
| Chopok, EMEP | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,6 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 2,1 | 2,7 | 1,6 | 1,3 | 1,2 | 2,7 | 3,8 | 3,3 | 2,2 | 1,9 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 1,3 | 1,5 | - | - | - | 1,4 | 2,0 | - | - | - |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 2,6 | 2,7 | - | - | - | 4,3 | 3,9 | - | - | - |
| Liesek, Meteo. st. EMEP | 3,5 | 4,0 | - | - | - | 5,3 | 6,1 | - | - | - |

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

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--|------|------|------|------|------|
| Limitná hodnota na ochranu ekosystémov | 30 | | | | |
| Horná medza na hodnotenie | 24 | | | | |
| Dolná medza na hodnotenie | 20 | | | | |
| Chopok, EMEP | 2,3 | 2,0 | 2,4 | 1,8 | 2,2 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 3,5 | 4,1 | 4,1 | 4,2 | 3,6 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 5,4 | 5,0 | - | - | - |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 8,7 | 9,2 | - | - | - |
| Liesek, Meteo. st. EMEP | 6,1 | 6,4 | - | - | - |

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

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Chopok, EMEP | 6,0 | 7,0 | 5,1 | 3,5 | 4,9 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 19,6 | 24,5 | 23,2 | 18,0 | 22,7 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 18,4 | 19,2 | 17,7 | 13,9 | 15,0 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 14,7 | 14,9 | 12,6 | 11,6 | 13,3 |
| Liesek, Meteo. st. EMEP | 22,3 | 23,4 | - | - | - |

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

| | Pb | As | Ni | Cd | Cu | Cr | Zn |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Chopok, EMEP | 1,37 | 0,25 | 0,39 | 0,04 | 0,92 | 0,67 | 3,59 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 9,44 | 1,07 | 0,69 | 0,24 | 3,11 | 0,83 | 17,78 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 5,21 | 0,55 | 0,50 | 0,18 | 1,37 | 0,62 | 10,03 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 5,87 | 0,61 | 0,41 | 0,18 | 1,95 | 0,46 | 13,44 |

4 PRÍZEMNÝ OZÓN

Výsledky výskumu z posledných rokov viedli k významným zmenám v interpretácii problematiky troposférického ozónu v Európe. Najnovšie 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 1990–2007 poklesla antropogénna emisia prekurzorov ozónu na Slovensku: NMVOC z 137 kt na 68 kt; NO_x z 222 kt na 96 kt a CO z 505 kt na 248 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 prekursorov majú tendenciu sa premiešať cez všetky tri vrstvy. Počas noci je táto interakcia slabá. V noci absen-tuje fotochemická produkcia ozónu. Ozón v spodnej vrstve sa rozkladá na povrchu (depozícia), alebo reakciou s NO, vyššie koncentrácie ozónu zostávajú izolované v medzivrstve (nočnej reziduálnej časti hraničnej vrstvy s nízkou koncentráciou NO). Vrstva s akumulovaným ozónom je prenášaná vetrom a má potenciál premiešať sa nadol v priebehu nasledujúceho dňa. Druhý významný proces v meteorológii medzivrstvy predstavuje termálna cirkulácia v horských oblastiach. Ozón a jeho prekursorov zo vzdialených zdrojov (transportované synoptickou cirkuláciou) môžu splynúť s údolnou cirkuláciou a významne prispieť k lokálnej úrovni koncentrácií.

4.1 Vyhodnotenie výsledkov meraní

Národná monitorovacia sieť staníc znečistenia ovzdušia SHMÚ (obr. 4.1) sa buduje od roku 1992. V rámci tejto siete postupne narastal počet analyzátorov ozónu. Merania ozónu prebiehajú aj na 4 vidieckych pozad'ových staniciach (EMEP). V prvej polovici roka 2009 sa začal merať ozón aj na staniciach Nitra-Janíkovce a Banská Bystrica-Zelená. 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 2009 na staniciach, ktoré merali celý rok, nižší ako 8 % (tab. 4.1).

Obr. 4.1 Sieť monitorovacích staníc prízemného ozónu SHMÚ (stav v r. 2009)



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

| Stanica | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bratislava, Jeséniova | 47,1 | 5,7 | 4,7 | 3,0 | 2,5 | 2,2 | 5,8 | 16,8 | 0,6 | 1,64 | 0,1 |
| Bratislava, Mamateyova | 0,5 | 18,6 | 3,6 | 1,6 | 3,6 | 2,7 | 6,3 | 2,3 | 0,8 | 1,07 | 7,2 |
| Košice, Ďumbierska | 17,8 | 9,6 | 4,4 | 4,1 | 1,4 | 0,5 | 8,6 | 44,4 | 1,1 | 0,14 | 2,1 |
| Banská Bystrica, Zelená | | | | | | | | | | | 42,5 |
| Jelšava, Jesenského | 4,9 | 20,5 | 1,6 | 8,2 | 4,1 | 0 | 0,3 | 8,2 | 5,0 | 0,13 | 3,0 |
| Kojšovská hoľa | | 24,0 | 7,9 | 1,1 | 9,9 | 1,1 | 9,9 | 6,3 | 0,7 | 1,98 | 0,1 |
| Nitra, Janíkovce | | | | | | | | | | | 13,7 |
| Humenné, Nám. slobody | 15,1 | 2,7 | 3,0 | 2,5 | 1,9 | 0,3 | 0,3 | 10,3 | 9,5 | 0,47 | 0,1 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 3,8 | 8,7 | 2,4 | 0,8 | 4,7 | 0,5 | 0,3 | 10,9 | 0,2 | 0,31 | 0,6 |
| Gánovce, Meteo. st. | 15,3 | 25,4 | 6,0 | 4,7 | 1,4 | 24,9 | 15,9 | 7,8 | 0,01 | 1,71 | 0,1 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 0,8 | 8,2 | 3,6 | 0,5 | 2,2 | 17,3 | 7,1 | 24,8 | 6,6 | 2,56 | 0,8 |
| Prievidza, Malonecpalská | | | | | | | | | 1,9 | 0,40 | 3,4 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 11,2 | 10,1 | 25,8 | 1,1 | 1,4 | 3,6 | 6,6 | 1,7 | 1,4 | 0,59 | 0,6 |
| Chopok, EMEP | 32,8 | 30,0 | 66,3 | 6,0 | 45,5 | 9,6 | 1,9 | 29,0 | 1,0 | 1,67 | 0,3 |
| Žilina, Obežná | 7,4 | 13,1 | 1,4 | 6,8 | 2,7 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,05 | 1,5 |

Tab. 4.2 Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 1999–2009. Referenčná hodnota ročného priemeru pre ochranu materiálov (ozónová smernica) je $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pre ročné spravodajstvo do EK.

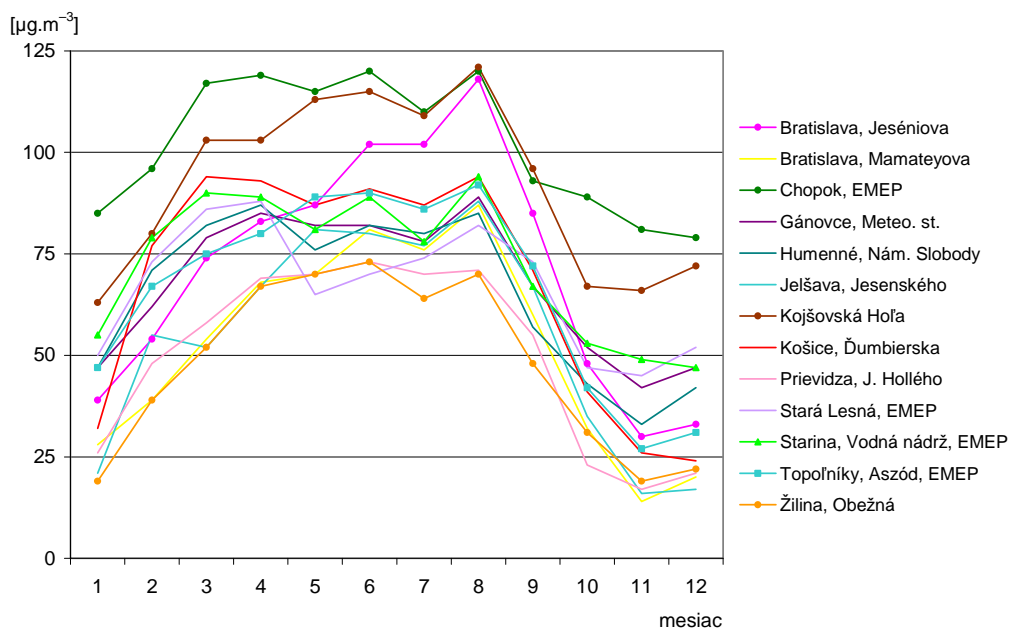
| Stanica | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------------|-----------------|------------------|------------------|------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|------|-----------------|
| Bratislava, Jeséniova | ^b 42 | 52 | 54 | 56 | 71 | 64 | 68 | ^a 66 | 59 | 59 | 60 |
| Bratislava, Mamateyova | 40 | ^a 45 | 40 | 49 | 53 | 48 | 53 | 50 | 49 | 48 | 48 |
| Košice, Ďumbierska | ^a 41 | 48 | 47 | 64 | 68 | 60 | 67 | ^b 49 | 57 | 56 | 81 |
| Banská Bystrica, Zelená | | | | | | | | | | | ^b 53 |
| Jelšava, Jesenského | 50 | ^a 47 | 49 | 48 | 55 | 51 | 52 | 55 | 56 | 51 | 49 |
| Kojšovská hoľa | | ^a 100 | 89 | 86 | 91 | 86 | 86 | 84 | 79 | 76 | 85 |
| Nitra, Janíkovce | | | | | | | | | | | ^a 74 |
| Humenné, Nám. slobody | ^e 46 | 48 | 48 | 56 | 66 | 58 | 60 | ^e 62 | 56 | 55 | 59 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 66 | 64 | 58 | 56 | 67 | 62 | 70 | ^e 73 | 68 | 74 | 61 |
| Gánovce, Meteo. st. | ^e 61 | ^b 51 | 51 | 59 | 68 | ^a 66 | ^a 67 | 68 | 60 | 65 | 62 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 59 | 63 | 63 | 64 | 73 | ^a 66 | 66 | ^c 62 | 62 | 59 | 58 |
| Prievidza, Malonecpalská | | | | | | | | | 48 | 53 | 50 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | ^a 52 | ^a 52 | ^b 41 | 47 | 67 | 59 | 60 | 60 | 58 | 60 | 59 |
| Chopok, EMEP | ^b 92 | ^b 75 | ^c 125 | 97 | ^b 109 | 91 | 95 | ^b 96 | 91 | 92 | 90 |
| Žilina, Obežná | 42 | ^a 47 | 38 | 46 | 48 | 42 | 41 | 44 | 44 | 46 | 48 |
| Priemer | 49 | 53 | 54 | 56 | 65 | 59 | 61 | 60 | 62 | 61 | 62 |

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

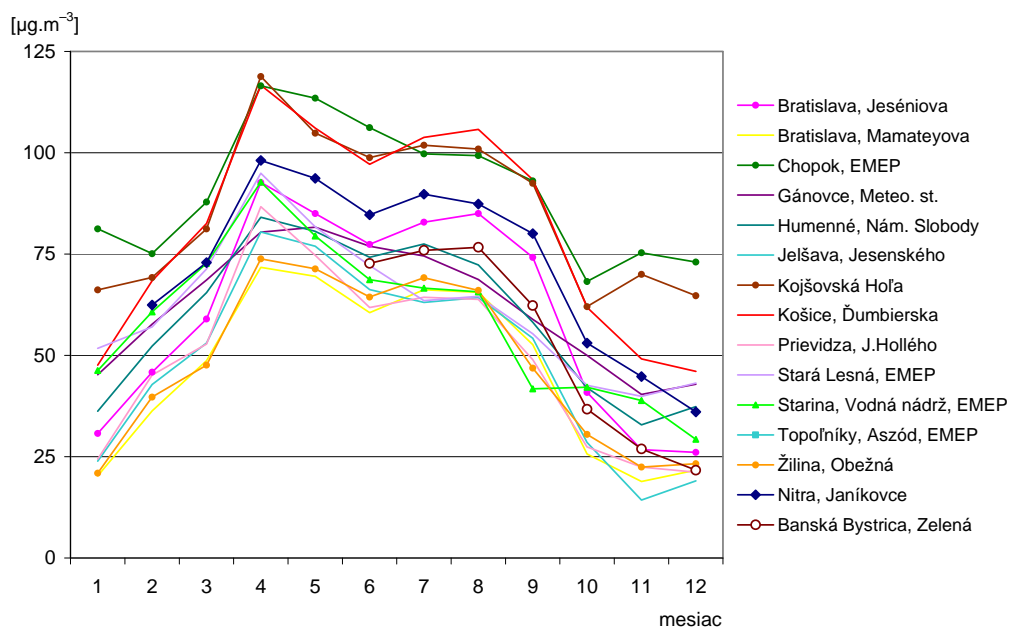
V tabuľke 4.2 sú zhrnuté priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu zo všetkých staníc NMSKO za obdobie 1999 až 2009. Celosieťový priemer z roku 2003 je najvyšší za celé toto obdobie. Ročné priemery nenaznačujú žiaden dlhodobý trend. Referenčná hodnota ročného priemeru pre ochranu materiálov $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 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 2009 (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 2009.



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 2007–2009, 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 desiatich staniciach, najviac na vysokohorských staniciach Chopok (65 dní) a Kojšovská hoľa (61 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. V roku 2009 VHP nebol prekročený. IHP bol v roku 2009 prekročený len na dvoch staniciach (Bratislava-Mamateyova a Nitra-Janíkovce).

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 | 2007 | 2008 | 2009 | Priemer 2007–09 |
|----------------------------|------|------|-----------------|-----------------|
| Bratislava, Jeséniova | 31 | 32 | 32 | 32 |
| Bratislava, Mamateyova | 37 | 24 | 22 | 28 |
| Košice, Ďumbierska | 20 | 6 | 106 | 44 |
| Banská Bystrica, Zelená | - | - | ^b 18 | 18* |
| Jelšava, Jesenského | 50 | 22 | 17 | 30 |
| Kojšovská hoľa | 74 | 39 | 71 | 61 |
| Nitra, Janíkovce | - | - | ^a 85 | 85* |
| Humenné, Nám. slobody | 31 | 10 | 43 | 28 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 36 | 32 | 15 | 28 |
| Gánovce, Meteo. st. | 25 | 14 | 5 | 15 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 18 | 5 | 22 | 15 |
| Prievidza, Malonecpalská | 21 | 13 | 19 | 18 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 46 | 39 | 41 | 42 |
| Chopok, EMEP | 66 | 66 | 62 | 65 |
| Žilina, Obežná | 40 | 21 | 36 | 32 |

* 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 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ | | |
|----------------------------|---|------|----------------|---|------|------|
| | 2007 | 2008 | 2009 | 2007 | 2008 | 2009 |
| Bratislava, Jeséniova | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bratislava, Mamateyova | 17 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Košice, Ďumbierska | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Banská Bystrica, Zelená | - | - | ^b 0 | - | - | 0 |
| Jelšava, Jesenského | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kojšovská hoľa | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nitra, Janíkovce | - | - | ^a 1 | - | - | 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 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 4 | 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 sa vzťahuje len na predmestské, vidiecke a pozad'ové stanice. Cieľová hodnota bola v priemere za roky 2005–2009 prekročená takmer na všetkých 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 každoročne prekračujú referenčnú úroveň, na niektorých staniciach vo fotochemicky aktívnych rokoch dokonca viac ako dvojnásobne.

V spolupráci s Holandskom sa pomocou modelu LOTOS-EUROS rekalkulovali koncentrácie prízemného ozónu nad Európou pre roky 1999 a 2003, a to v oboch rokoch pre dva varianty – so slovenskými a bez slovenských emisií antropogénnych prekursorov ozónu. Výsledky potvrdili veľmi malý vplyv emisií Slovenska na stredoeurópsku úroveň koncentrácií ozónu a tým aj veľmi malé možnosti jej ovplyvnenia národnými opatreniami. Lokálna produkcia ozónu na Slovensku je veľmi malá (podľa modelu LOTOS-EUROS, na základe výsledkov meraní zo staníc umiestnených v rôznych nadmorských výškach a pozadovej úrovne koncentrácií NO₂). Ročný priemer slovenské emisie prakticky neovplyvňujú, maximálne hodnoty v lete zvyšujú o niekoľko percent a v zime o približne rovnakú hodnotu znižujú.

Tab. 4.5 Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj–júl).
Cieľová hodnota AOT pre rok 2010 je 18 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ v priemere za 5 rokov.

| Stanica | 2007 | 2008 | 2009 | Priemer 2005–2009 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------------------|
| Bratislava, Jeséniova | 20654 | 20644 | 17765 | 23504 |
| Bratislava, Mamateyova | 22900 | 19894 | 13479 | 20728 |
| Košice, Ďumbierska | 18397 | 12229 | 38806 | 22365 |
| Banská Bystrica, Zelená | – | – | 17178 | 17178* |
| Jelšava, Jesenského | 25987 | 18677 | 14469 | 19882 |
| Kojšovská hoľa | 29146 | 19811 | 25276 | 25920 |
| Nitra, Janíkovce | – | – | 32110 | 32110* |
| Humenné, Nám. slobody | 21608 | 14998 | 23878 | 21760 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 20505 | 19844 | 11536 | 19253 |
| Gánovce, Meteo. st. | 19028 | 19572 | 13990 | 19741 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 19320 | 11648 | 15215 | 15348 |
| Prievidza, Malonecpalská | 17466 | 16853 | 12742 | 15687 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 26102 | 25159 | 20768 | 24505 |
| Chopok, EMEP | 26477 | 32240 | 27828 | 30035 |
| Žilina, Obežná | 21891 | 16816 | 18767 | 19808 |

– stanica v sledovanom období nemerala

* stanica nemerala dostatočný počet rokov

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

| Stanica | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Bratislava, Jeséniova | 44392 | 34967 | 33611 | 36825 |
| Bratislava, Mamateyova | 32011 | 36000 | 30655 | 29137 |
| Košice, Ďumbierska | – | 31631 | 22197 | 80619 |
| Banská Bystrica, Zelená | – | – | – | 32426 |
| Jelšava, Jesenského | 38225 | 47167 | 34899 | 30320 |
| Kojšovská hoľa | 51360 | 50364 | 36968 | 53961 |
| Nitra, Janíkovce | – | – | – | 65796 |
| Humenné, Nám. slobody | 41112 | 35540 | 27941 | 45321 |
| Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP | 39913 | 37194 | 36240 | 25253 |
| Gánovce, Meteo. st. | 40885 | 32371 | 34416 | 27766 |
| Starina, Vodná nádrž, EMEP | 37149 | 34741 | 21567 | 31460 |
| Prievidza, Malonecpalská | – | 28931 | 28850 | 27027 |
| Topoľníky, Aszód, EMEP | 41299 | 42936 | 41595 | 41658 |
| Chopok, EMEP | 55843 | 49010 | 54685 | 51943 |
| Žilina, Obežná | 35454 | 35774 | 28470 | 37040 |

– 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 2009 zotrvali na relatívne vysokej úrovni z predchádzajúcich rokov, napriek tomu, že sa jednalo o fotochemicky málo aktívny rok.
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. Zníženie ročného priemeru pre ochranu materiálov pod 40 µg.m⁻³, zníženie počtu dní s prekročením cieľovej hodnoty na ochranu zdravia ľudí pod 25 dní za kalendárny rok v priemere za 3 roky a zníženie hodnôt AOT40 na ochranu vegetácie pod cieľové úrovne do roku 2010 je z dnešného pohľadu nereálne a národnými opatreniami (splnenie Göteborských, prípadne prísnejších emisných stropov) sa nedá dosiahnuť.

5 VÝSLEDKY MODELOVANIA USKUTOČNENÉ K 31. 12. 2009

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).

V § 7 Zákona č. 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov je stanovený postup a vo vyhláske MŽP SR č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlásky 351/2007 Z. z. sú uvedené kritériá pre hodnotenie kvality ovzdušia. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje SHMÚ na staniách NMSKO. V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú metódy matematického modelovania. Aplikácia modelov však má svoje limity. Legislatíva predpisuje neurčitosť modelovania pre jednotlivé znečisťujúce látky. Tieto v požadovanom rozsahu, resp. priestorovom a časovom členení spravidla nie sú k dispozícii. Platí to najmä pre sofistikovanejšie typy modelov. Modelovanie znečistenia ovzdušia na Slovensku komplikuje mimoriadna členitosť územia a nedostatočná hustota monitorovacej siete.

SHMÚ v súčasnosti pracuje s 2 typmi modelov

- **CEMOD**– modelovanie základných znečisťujúcich látok (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 zahrňuje 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 (NO₂), oxid uhoľnatý (CO), benzén a oxid siričitý (SO₂). Chemická transformácia NO na NO₂ 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 (cezhraničný) 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 signifikantných atribútov prostredia boli pre každú vstupnú hodnotu definované: vyhladzovacie parametre (smoothing) a exponent horizontálnej reprezentatívnosti. Zaviedla sa aj regionalizácia (priestorová reprezentatívnosť) meraní (vstupných hodnôt). Vstupné hodnoty sa transformovali na referenčnú hladinu na základe empiricky odvodených výškových závislostí z meraní staníc NMSKO s programom EMEP. Interpolačná schéma umožňuje na základe nameraných údajov určiť aj priestorové rozloženie (3D) jednotlivých odvodených charakteristík znečistenia ovzdušia.

Vstupné údaje pre výpočet:

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

Výstupy z modelových výpočtov:

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

5.2 Výsledky a výstupy

Výsledky modelových výpočtov

Modelové výpočty pre hodnotenie kvality ovzdušia boli uskutočnené aplikáciou hore uvedených modelov CEMOD a IDW-A. Pre znečisťujúce látky SO₂, NO₂, NO_x, CO a benzén bol použitý model CEMOD. Nakoľko vstupné údaje pre rok 2009 budú k dispozícii až v septembri 2010, 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 2009.

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

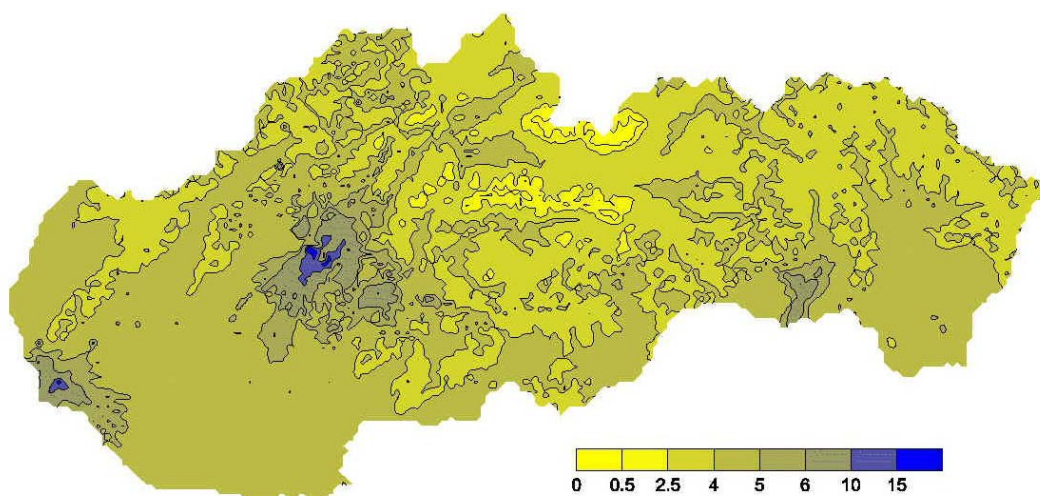
Emisie – Zo zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom siričitým, ktoré patria do skupiny veľkých a stredných zdrojov bolo do modelových výpočtov zaradených 216 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 8 788 (v roku 2004 okolo 8 000) evidovaných v databázovom systéme NEIS. Z uvedeného počtu komínov len v prípade 325 (v roku 2006 898) je celoročná emisia je nad 1 t. Z uvedeného je zrejmy v roku 2008 výrazný nárast počtu komínov (výduchov), ktoré majú malé emisné toky za rok. Emisie z 216 komínov vstupujúcich do modelového výpočtu reprezentujú až 99,3 % (64 870 t) emisií z veľkých a stredných zdrojov (65 305 t) v roku 2008. Z tohto množstva tri dominantné zdroje predstavujú takmer 79 % podiel – ENO (Elektrárne Nováky) 53,7 %, Slovnaft Bratislava 12,4 % a U.S. Steel Košice 12,9 %. Malé zdroje znečisťovania (hlavne domáce vykurovacie systémy) sa podieľali na celkovej emisii oxidu siričitého v roku 2008 cca 5,6 %. V modelových výpočtoch boli malé zdroje ako aj stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované 34 plošnými zdrojmi.

Imisie – Modelový výpočet (CEMOD) potvrdil obmedzenie plochy prekročení krátkodobých koncentrácií len na územie okresu Prievidza. Percentily (štatisticky významná hladina povoleného počtu prekročení) však prekročené neboli. Z priestorového rozloženia priemernej ročnej koncentrácie oxidu siričitého v oblasti Prievidza vyplýva, že lokality nad hornou medzou hodnotenia spadajú práve do lokalít Prievidze, Bystričian a Handlovej. Zrejme ide o sčítavanie negatívnych dopadov dominantného zdroja a ostatných lokálnych zdrojov pri určitých podmienkach rozptylu znečisťujúcich látok v údolnom systéme. Z pohľadu ochrany vegetácie je dôležitý poznatok, že lokality nad hornou medzou hodnotenia sa nachádzajú aj na okolitých svahoch hornonitrianskej kotliny, v ktorej sa nachádza veľký zdroj znečisťovania – Elektrárne Nováky (ENO). Týmto zdrojom sú zaťažené všetky tri lokality. Prekročení 1 hodinovej limitnej hodnoty bolo zaznamenané na staniách Prievidza (5-krát), Bystričany (1-krát) a Handlová (1-krát), ktoré sú však z pohľadu prípustnosti prekročenia tejto limitnej hodnoty (prípustné 24 prekročenia) tolerované. Rok 2008 bol z pohľadu rozptylových podmienok znečisťujúcich látok v ovzduší menej priaznivý rok ako rok 2007, čo sa prejavilo aj na celoplošnom zvýšení hodnôt hodinových percentilov. Tomu možno pripísať prekročení hodinovej limitnej hodnoty aj na

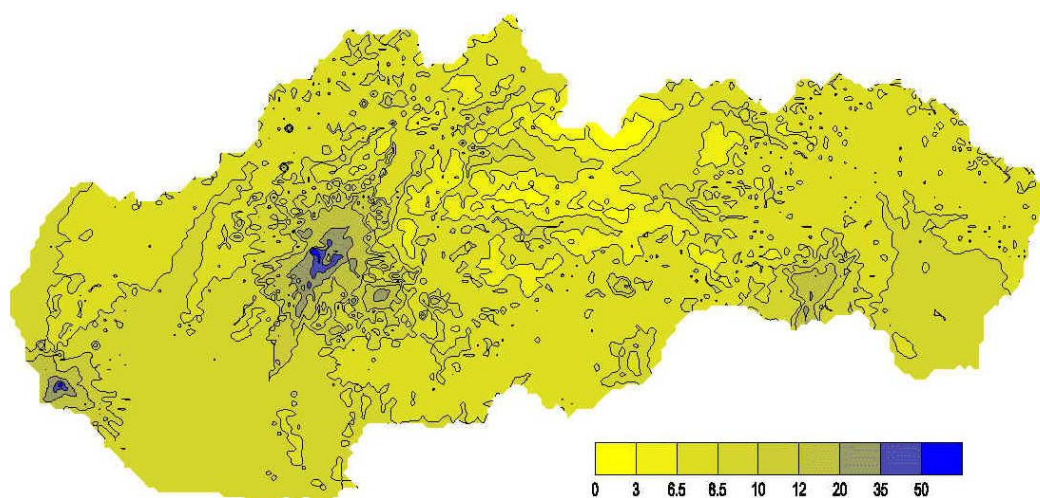
stanici Vranov (1-krát). Prekročenie 24 hodinovej limitnej hodnoty nebolo zaznamenané na žiadnej meracej stanici.

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 15 až 35 % limitnej hodnoty a v niektorých lokalitách do 10 %. Priemerné ročné koncentrácie oxidu siričitého v dôsledku lokálnych vplyvov a podmienok pre rozptyl v niektorých miestach presahujú $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 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 a U.S. Steel).

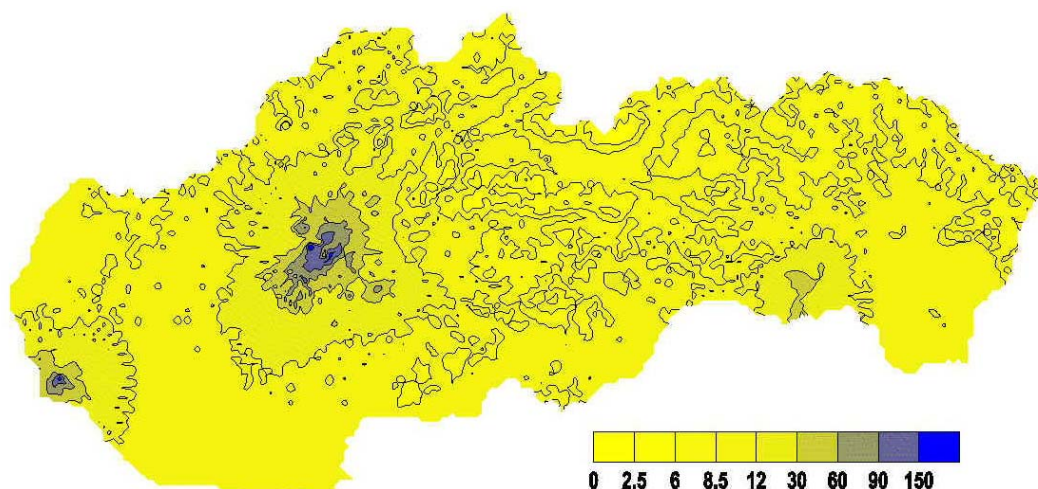
Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2008.



Obr. 5.2 99,2 percentil priemernej dennej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2008.



Obr. 5.3 99,7 percentil priemernej hodinovej koncentrácie SO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2008.



Tab. 5.1 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid siričitý (SO_2) v sieti NMSKO SR za rok 2008 a ich percentuálny rozdiel [%].

| AGLOMERÁCIA/ Zóna | Stanica | (SO_2) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] | | | 98,9-percentil z 24 hodinových údajov oxidu siričitého | | | 99,7-percentil z 1 hodinových údajov oxidu siričitého | | |
|----------------------|------------------------------------|---|-------|----|--|-------|-----|---|-------|-----|
| | | AMS | CEMOD | % | AMS | CEMOD | % | AMS | CEMOD | % |
| BRATISLAVA | Bratislava, Mamateyova | 9,0 | 10,1 | 12 | 35,2 | 30 | -15 | 123,9 | 71 | -43 |
| Bratislavský kraj | Malacky, Sasinkova | 6,0 | 6,3 | 5 | 14,8 | 11 | -25 | 23,0 | 20 | -13 |
| Banskobystrický kraj | Banská Bystrica, Nám. slobody | 7,9 | 8,1 | 3 | 17,5 | 16 | -9 | 27,8 | 36 | 29 |
| Košický kraj | Krompachy, Lorenzova | 5,6 | 6 | 8 | 15,3 | 11 | -28 | 25,7 | 21 | -18 |
| Nitriansky kraj | Nitra, Janka Kráľa | 9,3 | 9,5 | 3 | 13,5 | 15 | 11 | 23,5 | 27 | 15 |
| Prešovský kraj | Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika | 9,7 | 9,4 | -3 | 20,9 | 22 | 5 | 48,3 | 40 | -17 |
| Trenčiansky kraj | Prievidza, Malonecpalská | 15,5 | 18,8 | 21 | 55,8 | 44 | -21 | 192,1 | 110 | -43 |
| | Bystričany, Rozvodňa SSE | 14,3 | 19,2 | 34 | 41,8 | 61 | 46 | 152,6 | 156 | 2 |
| | Handlová, Morovianska cesta | 11,8 | 11,4 | -4 | 37,3 | 40 | 7 | 105,7 | 113 | 7 |
| | Trenčín, Hasičská | 5,7 | 5,5 | -4 | 11,3 | 10 | -12 | 17,5 | 14 | -20 |
| Trnavský kraj | Senica, Hviezdoslavova | 6,0 | 6,3 | 6 | 13,4 | 11 | -18 | 19,1 | 18 | -6 |
| Žilinský kraj | Ružomberok, Riadok | 10,3 | 9,7 | -6 | 28,4 | 19 | -33 | 45,2 | 44 | -3 |

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.

Priemerná ročná požadovaná koncentrácia nameraná v roku 2008 mala na vidieckych pozad'ových staniciach NMSKO s programom EMEP hodnotu menej ako $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje podiel do 8 % z limitnej hodnoty. V ostaných rokoch pozorovaný takmer sústavný pokles tejto hodnoty v roku 2008 pokračuje. V roku 2008 úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v porovnaní

s rokom 2007 celoplošne mierne poklesla. V prípade percentilov priemerných hodinových koncentrácií badať mierny nárast, čo môže znamenať aj zvýšený výskyt dní so zhoršenými podmienkami pre rozptyl znečisťujúcej látky v ovzduší v roku 2008.

Oxid dusičitý, oxidy dusíka – NO₂, NO_x

Pre plošné hodnotenie úrovne koncentrácií NO₂ sa tiež používa model CEMOD. Postup je rovnaký ako pri SO₂. Model však zohľadňuje transformácie NO na NO₂ a je náročnejší na vstupy, najmä týkajúce sa mobilných zdrojov, vrátane hustoty (štruktúry) zástavby v okolí ciest. Model pracuje s informáciou, ktorá je obdobná ako známy parameter používaný v modeloch ako „land use“. Emisné vstupné údaje pre stacionárne zdroje sú z databázy NEIS a bol určený ročný chod emisných tokov zo stacionárnych zdrojov rôznych typov (celoročná, sezónna prevádzka, energetika atď.). Ďalej sa použili výsledky 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 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 3 231 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 147 km. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom dusičitým spadajúcich do skupiny veľké a stredné zdroje bolo do modelových výpočtov zaradených 678 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9 204. Tento zredukovaný počet reprezentuje až 94,1 % (35 809 t) z celkového množstva 38 063 t. Z tohto množstva štyri dominantné zdroje predstavujú asi 45 % podiel (ENO 10 %, Slovnaft 6,7 %, U.S. Steel 17,3 % a EVO 4,9 %). 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 zdrojov (celkové emisie NO_x vrátane mobilných zdrojov boli v r. 2008 95 033 t) až 8 %. V modelových výpočtoch boli malé zdroje ako aj stredné a veľké zdroje s malými emisnými tokmi reprezentované 38 plošnými zdrojmi.

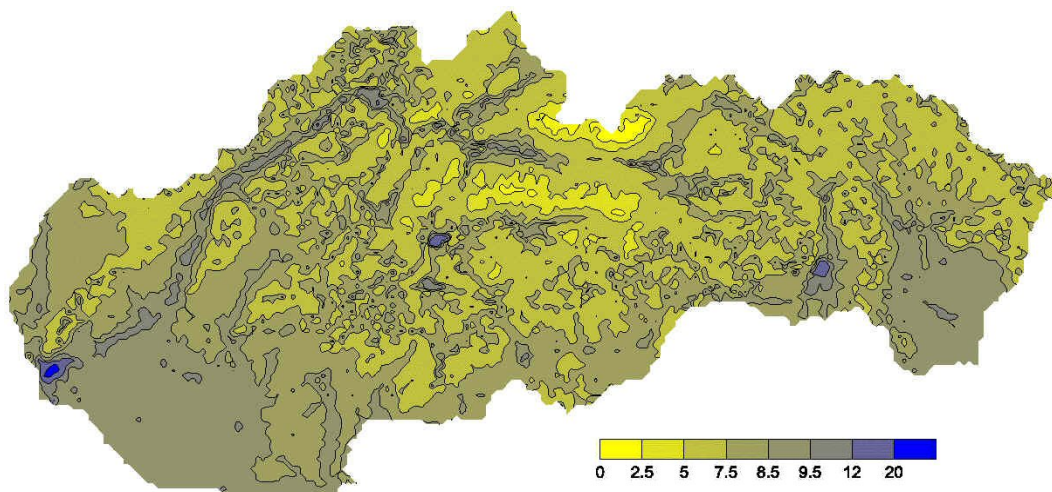
Imisie – Limitná hodnota plus medza tolerancie pre oxid dusičitý nebola v roku 2008 prekročená. V roku 2008 vidíme významný pokles priemernej ročnej koncentrácie na stanici Krompachy a Humenné. Je to zrejmy dôsledok zníženia emisií zo zdrojov CHEMES, a.s. Humenné a Kovohuty, a.s. Krompachy. Z výsledkov meraní, ako aj z modelových výpočtov pozorujeme aj v roku 2008 pokles koncentrácie oxidov dusíka na stanici Trnavské Mýto ako zrejmy kladný dopad rozšírenia dopravnej siete v Bratislave, reorganizácii dopravy, rozsiahlejšieho zavedeniu katalyzátorov a postupného poklesu priemernej veku automobilov. Na druhej strane, na stanici Banská Bystrica v roku 2008 bolo zaznamenané prekročenie limitnej hodnoty priemernej ročnej koncentrácie.

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.

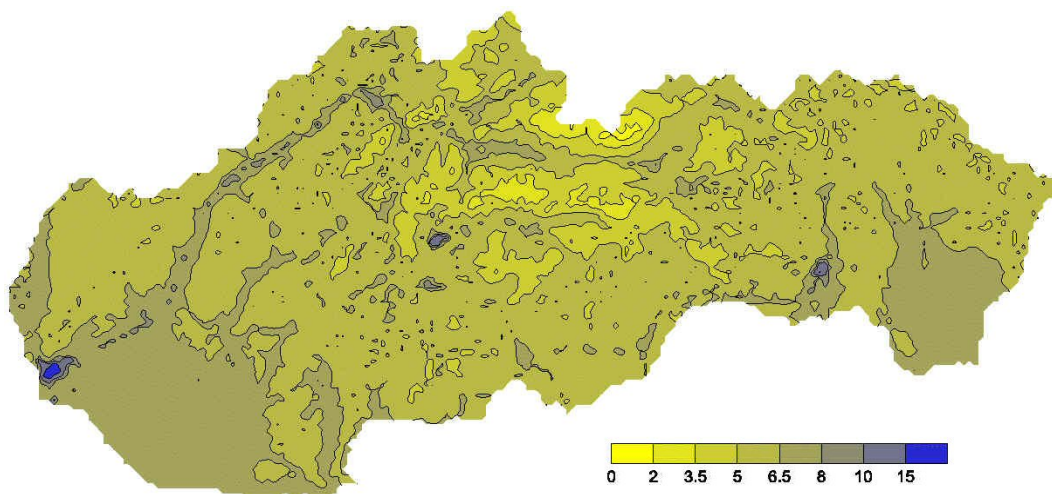
Tab. 5.2 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid dusičitý (NO_2) v NMSKO SR za rok 2008 a ich percentuálny rozdiel [%].

| AGLOMERÁCIA/ Zóna | Stanica | (NO_2) – priemerná ročná koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] | | | 99,8-percentil z 1 hodinových údajov oxidu dusičitého | | |
|----------------------|-------------------------------|--|-------|-----|---|-------|-----|
| | | AMS | CEMOD | % | AMS | CEMOD | % |
| BRATISLAVA | Bratislava, Trnavské mýto | 33,1 | 38,6 | 17 | 118,3 | 170 | 44 |
| | Bratislava, Jeséniova | 16,4 | 15 | -8 | 85,2 | 58 | -32 |
| | Bratislava, Mamateyova | 25,3 | 22,9 | -9 | 94,6 | 85 | -10 |
| Banskobystrický kraj | Banská Bystrica, Nám. slobody | 47,6 | 36,6 | -23 | 146,7 | 214 | 46 |
| Bratislavský kraj | Malacky, Sasinkova | 26,0 | 21,4 | -18 | 89,8 | 117 | 30 |
| Košický kraj | Kropachy, Lorenzova | 18,8 | 19,9 | 6 | 84,3 | 85 | 1 |
| Nitriansky kraj | Nitra, Janka Kráľa | 26,4 | 23,8 | -10 | 112,4 | 129 | 15 |
| Prešovský kraj | Humenné, Nám. slobody | 13,1 | 13,4 | 3 | 60,5 | 50 | -17 |
| | Prešov, Solivarská | 19,1 | 19,6 | 3 | 70,8 | 93 | 31 |
| Trenčiansky kraj | Trenčín, Hasičská | 29,6 | 28,4 | -4 | 113,3 | 110 | -3 |
| Trnavský kraj | Trnava, Kollárova | 36,0 | 31,9 | -11 | 133,9 | 193 | 44 |
| Žilinský kraj | Žilina, Obežná | 26,5 | 19,8 | -25 | 93,8 | 115 | 23 |

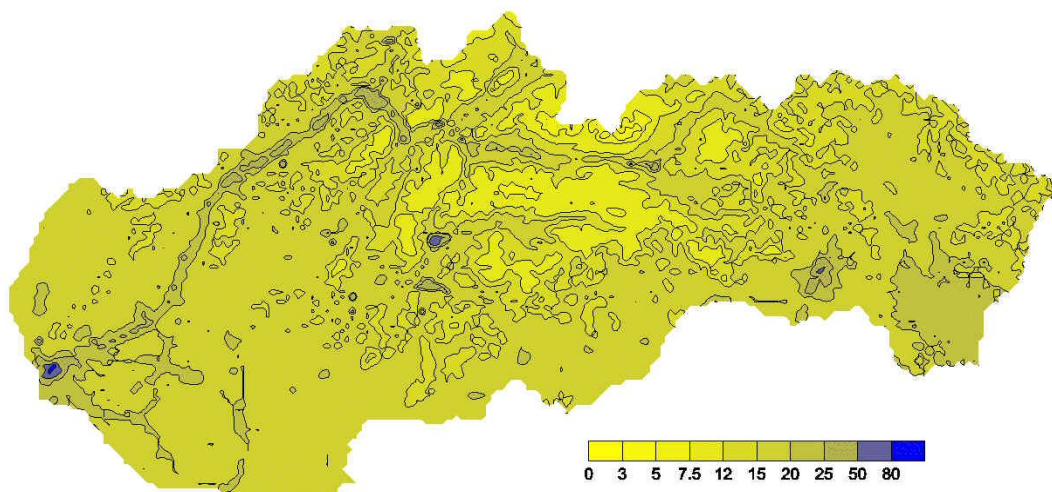
Obr. 5.4 Priemerná ročná koncentrácia NO_x [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2008.



Obr. 5.5 Priemerná ročná koncentrácia NO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), rok 2008 na území Slovenskej republiky.



Obr. 5.6 99,8 percentil hodinovej koncentrácie NO_2 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2008.



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 pozadová koncentrácia nameraná v roku 2008 mala hodnotu na stanicích NMSKO s programom EMEP do $4,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo predstavuje podiel do 15 % 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 jedine 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 3 231 cestných úsekov na území SR o celkovej dĺžke 10 147 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). Celkové emisie oxidu uhoľnatého z veľkých a stredných stacionárnych zdrojov použité pre modelový výpočet boli v roku 2008 141 049 t. Zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia oxidom uhoľnatým, ktoré spadajú do skupiny veľké a stredné zdroje, bolo do modelových výpočtov zaradených 168 komínov (výduchov) z celkového počtu takmer 9216. Tento zredukovaný počet reprezentuje až 97 % z celkového emitovaného množstva v roku 2008. Z množstva pre modelový výpočet dva dominantné zdroje predstavujú takmer 74,3 % – podiel U.S. Steel s.r.o. Košice, 64,7 %

a SLOVALCO a.s., Žiar nad Hronom 9,6 %. Ďalšími významnejším prispievateľom je metalurgia a výroba cementu a vápna.

Imisie – Pre oxid uhoľnatý v roku 2008 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 aglomerácií 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. V oblasti lokality zdroja U.S. Steel, Košice vidieť prevládajúcu dominantnosť tohto zdroja nad mobilnými a vidieť krátkodobé vplyvy tohto zdroja aj na väčšie vzdialenosti.

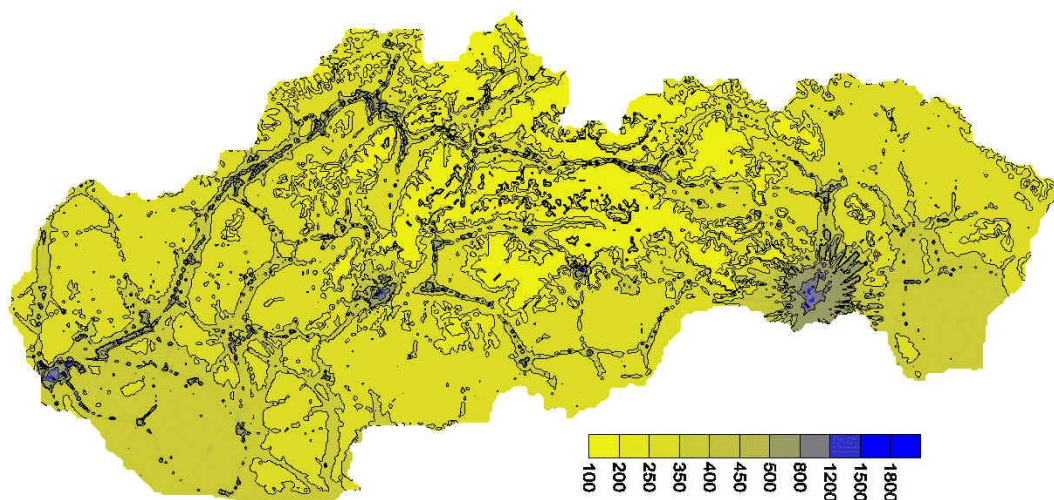
Tab. 5.3 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre oxid uhoľnatý (CO) v sieti NMSKO SR za rok 2008 a ich percentuálny rozdiel [%].

| | | (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 | CEMOD | AMS | % | AGLOMERÁCIA zóna | Stanica | CEMOD | AMS | % |
| BRATISLAVA | Bratislava, Trnavské myto | 2115 | 2419 | -13 | KOŠICE | Košice, Stúrova | 2749 | 3078 | -11 |
| BRATISLAVA | Bratislava, Mamateyova | 1840 | - | - | Košický kraj | Veľká Ida, Letná | 4347 | 4445 | -2 |

Pre ostatné lokality v rámci siete NMSKO presné intenzity automobilovej dopravy na miestnych komunikáciách sme nemali k dispozícii, resp. zo sledovaných lokalít je len v lokalite Veľká Ida významný stacionárny zdroj (US Steel, s.r.o). Výsledky modelových výpočtov preto pre ostávajúce lokality neuvádzame pretože výsledky výpočtov pre nekompletné vstupné informácie sú len informatívne.

Priemerná ročná pozad'ová koncentrácia odhadovaná pre rok 2008 mala hodnotu asi $371\ \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Obr. 5.7 Maximálne denné 8-hodinové kľzavé priemerné koncentrácie [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] oxidu uhoľnatého (CO), rok 2008.



Benzén

V roku 2008 v činnosti bolo 10 analyzátorov BTX, čo v porovnaní s rokom 2005 (4 analyzátory) znamená výrazný nárast. Vzhľadom na vysokú potenciálnu nebezpečnosť tejto látky na ľudské zdravie je potrebné venovať problematike benzénu zvýšenú pozornosť. Obsah benzénu v pohonnej látke poznáme len približne a určiť emisný faktor pre reprezentatívny automobil je problematické, resp. dá sa určiť len s vysokou mierou neurčitosti. Preto sme sa rozhodli v tomto štádiu vývoja využiť poznatky zo zahraničia (Nemecko, Česká republika). Bolo zistené, že existuje významná štatistická závislosť medzi koncentraciami benzénu a oxidu uhoľnatého meraných súbežne. Tesná väzba medzi koncentraciami oboch znečisťujúcich látok odzrkadľuje podobnosť podmienok pri ich emitovaní do ovzdušia. Do roku 2003 sme použili ako modelovací nástroj interpolačný model IDW-A využívajúc uvedené poznatky. Po rozšírení modelu CEMOD, pre celoplošné hodnotenie kvality ovzdušia je od roku 2004 použitý už len model CEMOD aj pre túto znečisťujúcu látku.

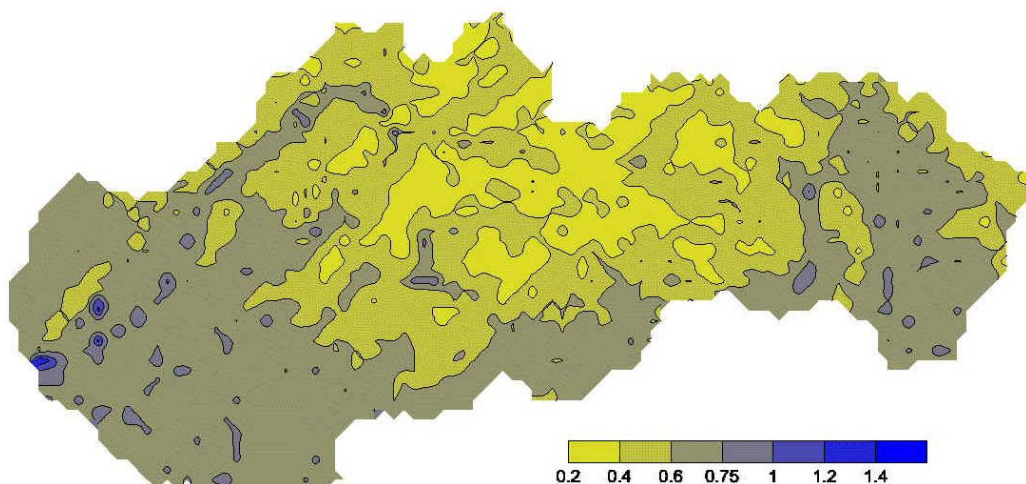
Emisie – V roku 2008 evidované stacionárne zdroje emitovali benzén do ovzdušia v celkovom množstve 127,3 t. Z tohto množstva takmer 97 % emitovali len tri zdroje a to Slovnaft a.s., Bratislava (80,8 %), a U.S. Steel Košice s.r.o., Košice (5,5 %) a Slovnaft Petrochemicals, s.r.o. (10 %). Toto množstvo 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 2008 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 21 plošných zdrojov ako vplyv automobilovej dopravy 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). Požadovaná koncentrácia sa meria len na jednej vidieckej pozadovej stanici Starina- Vodná nádrž, EMEP, ktorá v roku 2008 mala hodnotu mediánu $0,608 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Táto hodnota predstavuje 12,2 % limitnej hodnoty pre rok 2010.

Tab. 5.4 Namerané (AMS) a vypočítané (CEMOD) indikátory kvality ovzdušia pre benzén v sieti NMSKO SR za rok 2008 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 | CEMOD | AMS | % | AGLOMERÁCIA zóna | Stanica | CEMOD | AMS | % |
| BRATISLAVA | Bratislava, Trnavské myto | 1.2 | 1.14 | 5 | Prešov | Prešov, Solivarská | 1.2 | 1.29 | -8 |
| KOŠICE | Košice, Stúrova | 1.1 | 1.18 | -7 | Trenčín | Trenčín, Hasičská | 1.4 | 1.51 | -8 |
| Bratislava | Malacky, Sasinkova | 1.4 | 1.54 | -10 | Trnava | Trnava, Kollárova | 1.1 | 0.86 | 22 |
| Košice | Krompachy, Lorenzova | 1.5 | 1.49 | 1 | Banská Bystrica | Banská Bystrica, nám. Slobody | 1.0 | 0.97 | 3 |
| Nitra | Nitra, Janka Kráľa | 1.1 | 0.95 | 14 | Žilina | Martin, Jesenského | 2.3 | 1,1 | |

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia benzénu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2008.



Podľa modelových výsledkov v roku 2008 nebola prekročená limitná hodnota pre benzén na území Slovenska, čo je v súlade s meraniami. Najvyššia nameraná hodnota bola $1,54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na stanici Malacky čo predstavuje 31 % cieľovej limitnej. Na dvoch staniciach (Banská Bystrica a Prešov) došlo k nárastu priemerných ročných koncentrácií v roku 2008 oproti roku 2007 a to o 30 %. Na druhej strane, na troch staniciach boli namerané hodnoty o 25 až 50 % menšie ako v roku 2007. Celoplošne (na území Slovenska) úroveň znečistenia ovzdušia benzénom má miernu medziročnú klesajúcu tendenciu.

Ťažké kovy

Medzi znečisťujúce látky s dlhším zotrvaním v atmosfére, pre ktoré chýbajú neagregované emisné údaje patria všetky sledované ťažké kovy (Pb, As, Cd, Ni). Z ťažkých kovov sme modelovo do roku 2005 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 olovom zaťažené lokality, kde sa rôznymi procesmi uvoľňuje sediment znovu do ovzdušia (Krompachy, Sereď). Tento predpoklad potvrdzujú aj pôdne rozbory z jednotlivých lokalít. Ťažké kovy v roku 2009 boli sledované na 6 lokálnych staniciach a 4 staniciach 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 2008. Vstupné údaje doplnené o tieto informácie za rok 2009 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 období.

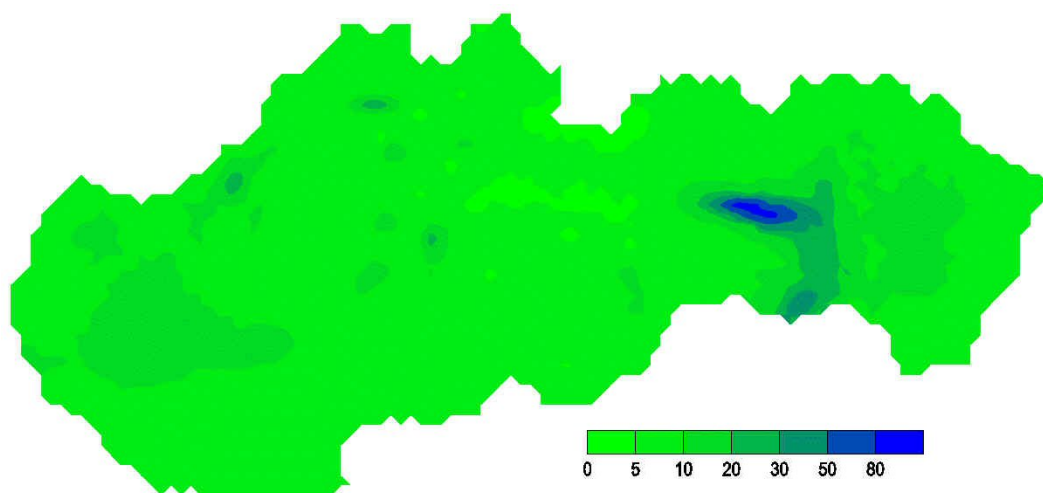
Olovo – Pb

Zdroje emisií olova (okrem najvýznamnejšieho zdroja U.S. Steel, Košice) sú predovšetkým sklárne (Vetropack Nemšová, s.r.o.). Ročné evidované emisie prevádzkovateľov podľa predbežného odhadu nepresahovali hodnotu 15 t. Požadovaná koncentrácia predstavuje na území Slovenska pre túto znečisťujúcu látku len do 2 % z limitnej hodnoty tejto látky. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia v roku 2009 predstavovala do 24 % z limitnej hodnoty (Krompachy).

Na ostatných staniách nepresiahla priemerná ročná koncentrácia 10 % z limitnej hodnoty. Porovnaní s rokom 2008 v roku 2009 došlo celoplošne k miernemu poklesu imisí olova na území Slovenska. Namerané hodnoty nedosahovali úroveň dolnej medze hodnotenia.

Z obrázku 5.1 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií olova v kontexte uvedených skutočností. V roku 2009 bolo zaznamenaná stagnácia emitovaného množstva olova po klesajúcom trende v predchádzajúcich rokoch. Olovo ani v súčasnosti nepredstavuje vážnejší problém z pohľadu limitnej hodnoty.

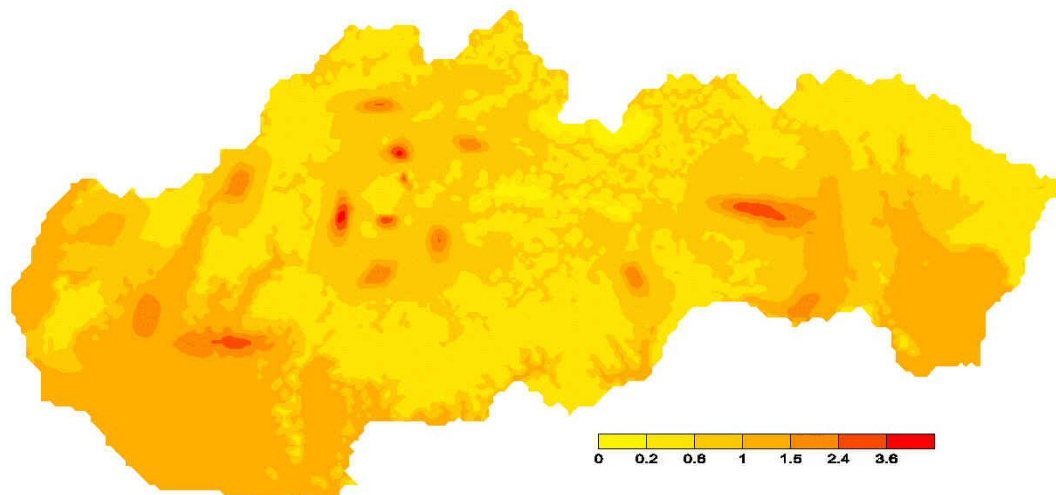
Obr. 5.1 Priemerná ročná koncentrácia olova (Pb) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



Arzén – As

Najvýznamnejšie zdroje emisií arzénu sú predovšetkým spaľovacie procesy v priemysle (U.S. Steel, Košice, Kovohuty, a.s, Krompachy) a v energetike (Slovenské elektrárne, a.s. Nováky a.s.) . Pre túto znečisťujúcu látku požadovaná koncentrácia predstavovala len 18 % z cieľovej hodnoty. V roku 2009 priemerná ročná koncentrácia na žiadnej meracej stanici nepresiahla cieľovú hodnotu. Na 2 staniách presiahli priemerné ročné koncentrácie hranicu hornej medze hodnotenia ($3,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) . V roku 2009 v porovnaní s rokom 2008 na území Slovenska celoplošne pozorujeme stagnáciu imisí arzénu. Len na jednej stanici s najvyššou priemernou ročnou koncentráciou (Prievidza) došlo k výraznejšiemu poklesu v roku 2009 v porovnaní s rokom 2008. Z obrázku 5.2 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií arzénu.

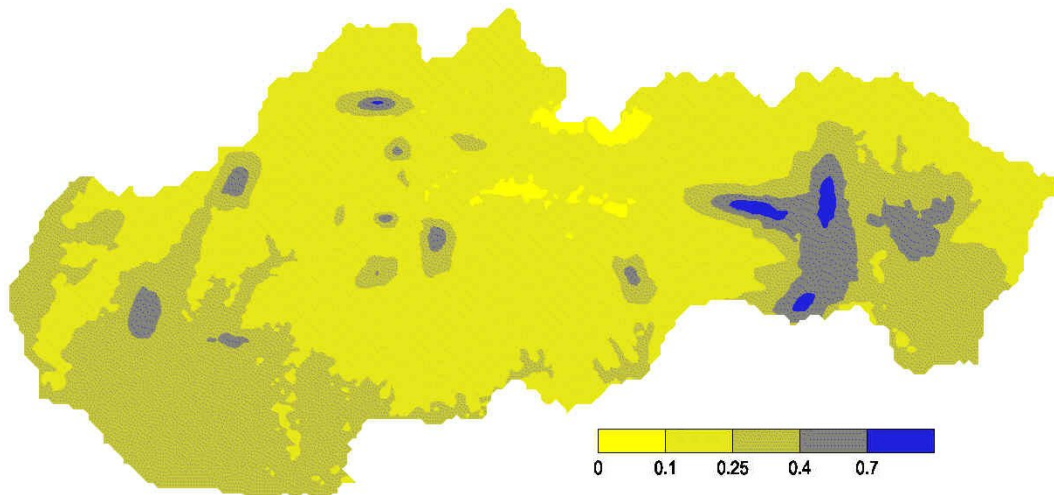
Obr. 5.2 Priemerná ročná koncentrácia arzénu (As) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.



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.

Obr. 5.3 Priemerná ročná koncentrácia kadmium (Cd) [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.

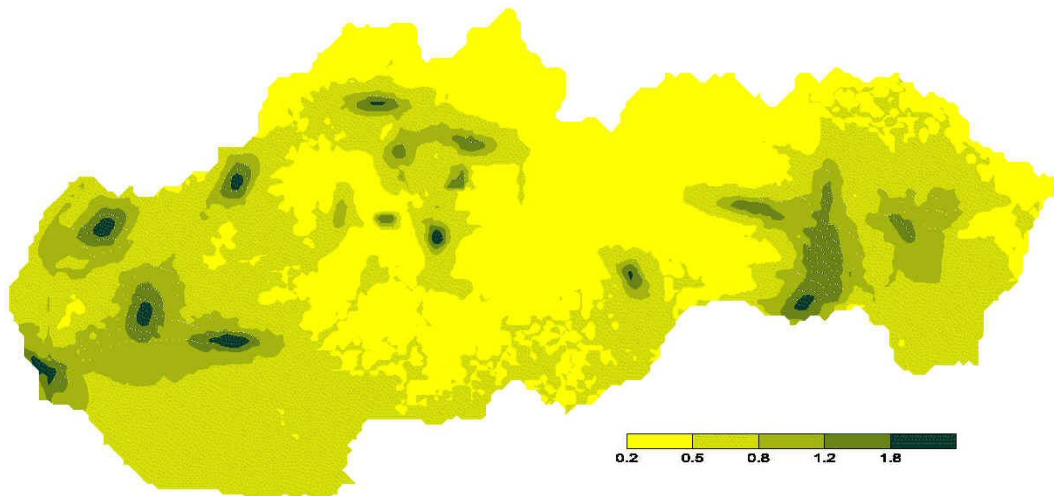


Pozad'ová koncentrácia predstavovala pre túto znečisťujúcu látku najviac 4 % z cieľovej hodnoty. Ročné evidované emisie prevádzkovateľov nepresahovali hodnotu 0,3 t. V roku 2009 najvyššia priemerná ročná koncentrácia predstavovala cca 22 % z cieľovej hodnoty (Krompachy) a na dvoch staniách priemerné ročné koncentrácie dosahovali do 16 % z cieľovej hodnoty (Veľká Ida a Banská Bystrica). Porovnaní s rokom 2008 nedošlo k miernemu poklesu v celoplošnej imisii kadmia na území Slovenska. Z obrázku 5.3 je zjavné celoplošné rozloženie priemerných ročných koncentrácií kadmia v kontexte uvedených skutočností.

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 2009.



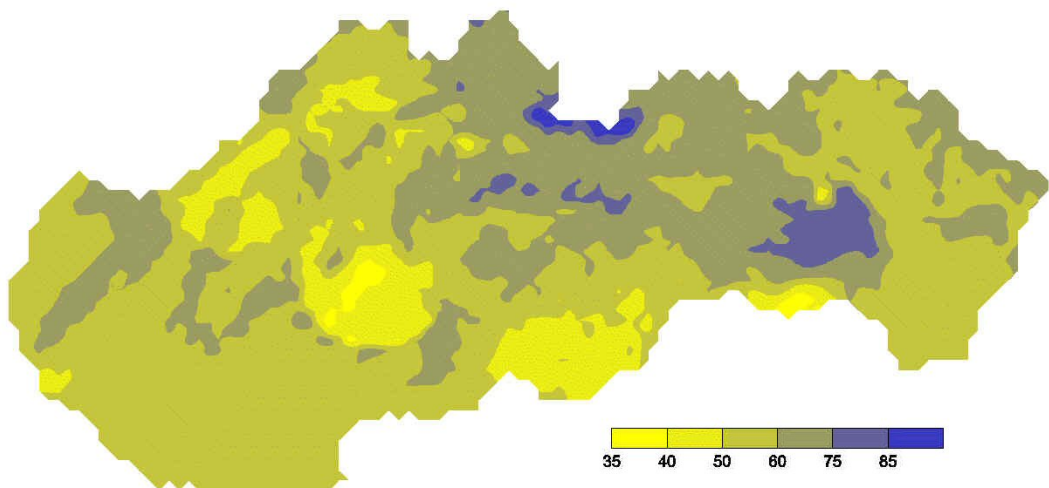
Pozad'ová koncentrácia pre túto znečisťujúcu látku predstavovala do 4 % z cieľovej hodnoty. V roku 2009 najvyššia priemerná ročná koncentrácia (13,5 % z cieľovej) hodnoty bola nameraná na stanici Banská Bystrica. Po dosiahnutí maximálnej celoplošnej úrovni imisii v roku 2005 sme pozorovali každoročne pokles priemerných ročných koncentrácií niklu. Mierny pokles sme pozorovali aj v roku 2008. V roku 2009 vidieť mierny celoplošný nárast priemerných ročných koncentrácií niklu. 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

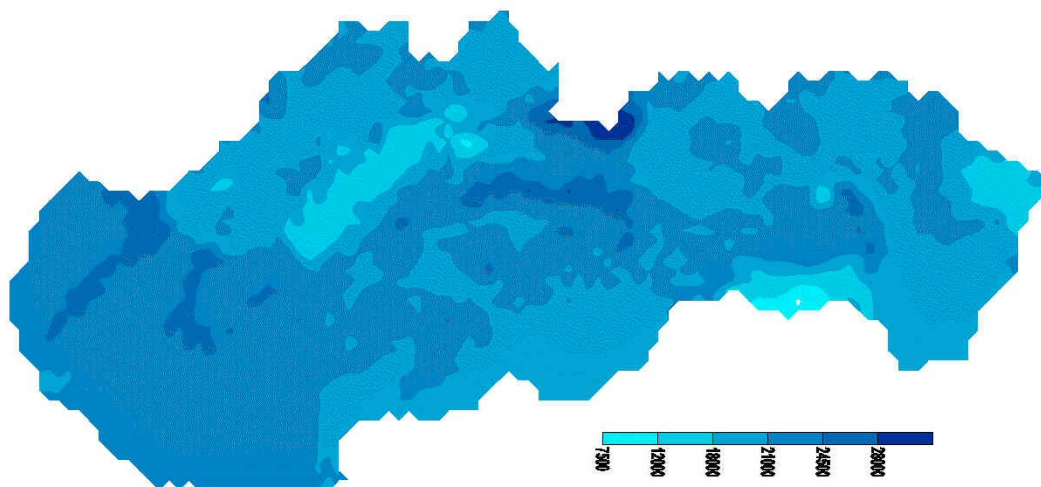
Je známe, že koncentrácie prízemného ozónu v Európe v súvislosti s rastom antropogénnych emisií prekursorov ozónu (NO_x, VOC, CO) rástli až do roku 1990 približne o 1 µg.m⁻³ ročne. Tento nárast sa zdá, že nepokračuje a po extrémne teplom roku 2003 indikátory úrovne prízemného ozónu sa vrátili do rámca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

Na skutočné modelovanie ozónu existujú veľmi sofistikované a mohutné modely, ale využitie takýchto modelov pre celoplošné hodnotenie nášho územia je nereálne vzhľadom na náročnosť z pohľadu ľudských zdrojov, ako aj vstupných údajov. Preto pre vizualizáciu rozloženia indikátorov úrovne prízemného ozónu na území Slovenska sme využili interpolačný model IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO a stanovené parametre v zmysle metodiky pre IDW-A. Na obrázkoch 5.5 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 µg.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.).

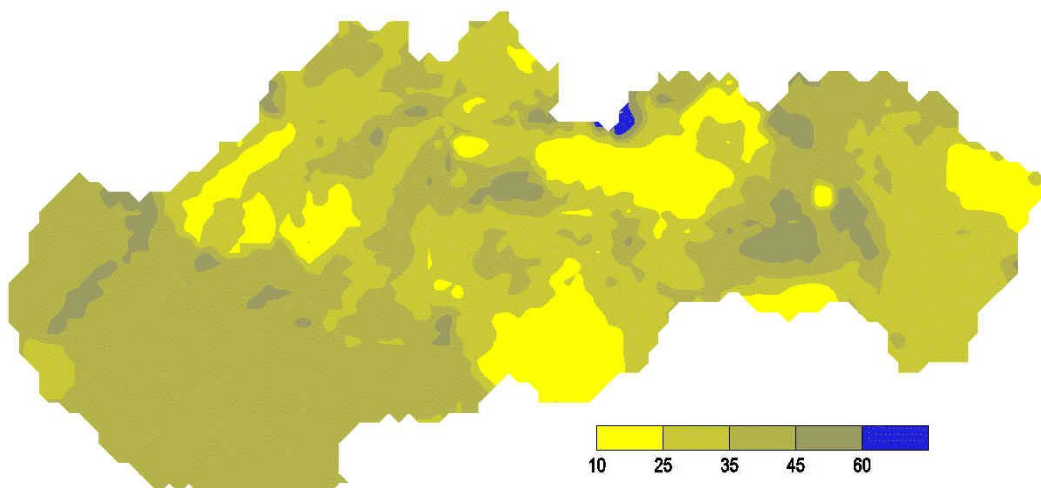
Obr. 5.5 Počet dní, v ktorých bola prekročená cieľová hodnota ozónu pre ochranu ľudského zdravia (120 µg.m⁻³) počas rokov 2007–2009.



Obr. 5.6 Priemerné hodnoty AOT40 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$] za obdobie piatich rokov (2005–2009) 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 2009.



Priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu narastajú s nadmorskou výškou. V roku 2008 obdobne ako v predchádzajúcich rokoch boli najvyššie na najvyššie položených miestach a najnižšie na staniciach v centrách miest. Rok 2009 možno podľa priemerných hodnôt za vegetačné obdobie zaradiť medzi fotochemicky mierne aktívne roky. Priemerné ročné koncentrácie v roku 2009 celoplošne odpovedajú hodnotám v roku 2008 až na stanicu Ďumbierska, kde pozorujeme nárast.

Cieľové hodnoty pre ochranu ľudského zdravia sa prekračujú na celom území Slovenska. Na desiatich staniciach z trinástich bol tento limit (priemer za roky 2007–2009) prekročený vo viac ako povolených 25 dňoch. Hodnoty AOT40 na ochranu vegetácie (máj–júl) (priemer za roky 2005–2009) 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 2009 pozorujeme nárast takmer všetkých ukazovateľov na nižšie položených staniciach. Koncentrácie všetkých ukazovateľov prízemného ozónu sa v roku 2009 v priemere ukazujú mierny nárast hlavne vo východnej časti Slovenska v prípade.

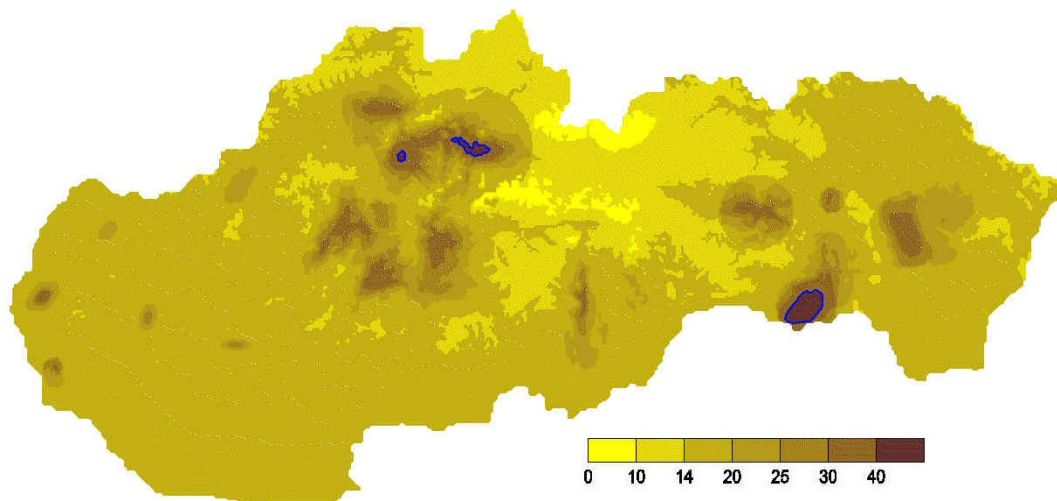
Suspendované častice – PM₁₀

Pre priestorové hodnotenie lokalít s prekročením limitných hodnôt sme použili model (interpoláčnú schému) IDW-A. Táto metodika bola zvolená na hodnotenie zaťaženia územia časticami PM₁₀ práve pre vysoký stupeň neurčitosti vstupných emisných údajov (suspenzia a resuspenzia minerálnych častíc, elementárny a organický uhlík, sekundárne častice, častice biologického pôvodu a fugitívne emisie) použili sme uvedenú interpoláčnú schému. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní PM₁₀ z NMSKO získané kontinuálnym meraním. Ako doplnkové údaje pri priestorovom hodnotení územia slúžia výsledky meraní PM₁₀ (priame alebo odvodené z TSP) zo staníc s programom EMEP získané manuálnym vzorkovaním.

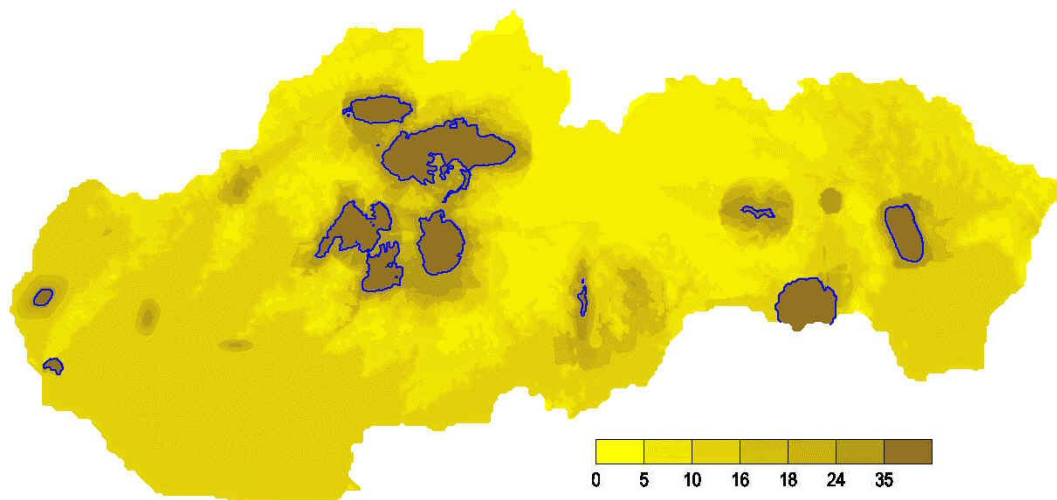
Emisie – Emisie za rok 2009 ešte nie sú k dispozícii, ale podľa našich odhadov nedošlo k výraznej zmene emisií oproti roku 2008. Od roku 2005 do 2008 sme zaznamenali pokles emisií TZL z veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia až o 65 %. Najvýraznejší bol pokles emisií z veľkých zdrojov a to až o takmer 71 %. Z emisií veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia takmer 47 % emitovali len dva zdroje znečisťovania ovzdušia a to U.S. Steel, Košice a Elektrárne Nováky (39,4 %, resp. 7,1 %). Ostatné zdroje nepresahovali emisiu TZL 220 t/rok. U stredných, malých a mobilných zdrojov došlo v posledných rokoch len k miernemu poklesu. Celkové emisie tuhých znečisťujúcich látok (TZL) zo stredných a veľkých zdrojov (NEIS) boli v r. 2008 približne 7 170 t. Zdroje znečisťovania ovzdušia zaradené do kategórie malé zdroje emitujú najmenej 3 krát viac ako veľké a stredné stacionárne zdroje. Emisie z mobilných zdrojov (aj abrazívne) činia z celkového evidovaného množstva emisii tuhých látok menej ako štvrtinu.

Imisie – Najväčší problém na Slovensku, ale aj vo väčšine európskych krajín predstavuje v súčasnosti znečistenie PM₁₀. Úroveň znečistenia ovzdušia PM₁₀ môžeme charakterizovať ako závažnú. Limitná hodnota priemernej ročnej koncentrácie v roku 2009 bola prekračovaná na troch lokálnych staniách NMSKO (Martin, Ružomberok a Veľká Ida). Počet prekročení limitnej hodnoty pre 24 hodinové priemerné koncentrácie bol nad povolenou limitnou hodnotou na štrnástich staniách. Výsledky výpočtov vidíme na obrázkoch 5.8 a 5.9. Došlo k miernemu poklesu počtu prekročení limitnej hodnoty pre 24 hodinové priemerné koncentrácie. Celoplošná priemerná ročná koncentrácia oproti roku 2008 sa významnejšie nezmenil. Najvýraznejšie poklesy priemernej ročnej koncentrácie oproti predošlému roku boli zaznamenané na staniách NMSKO Jelšava a Prievidza. Na týchto staniách a na stanici Ružomberok boli pozorované najvýraznejšie poklesy v počte prekročení 24 hodinových priemerných koncentrácií v roku 2009.

Obr. 5.8 Priemerná ročná koncentrácia PM₁₀ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$], rok 2009.
(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 2009. (modrá čiara ohraničuje územie s prekročenou limitnou hodnotou)



Podiel zdrojov – Pomocou modelových výpočtov sme zisťovali podiel jednotlivých typov zdrojov znečisťovania ovzdušia na celkovej koncentrácii PM_{10} . Bolo zistené, že podiel veľkých a stredných zdrojov je menší ako 2 % s výnimkou okolia US Steel, a.s., Košice (stanica Veľká Ida okolo 20 % a mesto Košice do 4 %). V prípade mobilných zdrojov tento podiel v aglomeráciách Bratislava a Košice predstavujú podiel 10 až 20 %, v ostatných mestách 5 až 10 %. Do týchto výpočtov boli zahrnuté aj príspevky od mobilných zdrojov, ktoré reprezentujú príspevok okrem emitovaných jemných častíc aj príspevky z opotrebovania bŕzd, pneumatík a povrchu vozovky (asfalt) ako aj resuspenziu. Ako príspevok regionálneho pozadia boli započítané namerané údaje z vidieckych pozad'ových staníc NMSKO s programom EMEP. Modelové výpočty poukázali aj na tzv. podiel od neznámych zdrojov, ktoré predstavujú nevidované zdroje (fugatívne) a zdroje určované len bilančne.

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

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

Na tieto zdroje by sa mali orientovať lokálne opatrenia na znižovanie úrovne PM_{10} (zmeny v organizácii dopravy, pešie zóny, rozširovanie zelene, spevňovanie povrchov, znižovanie spotreby tuhých palív v lokálnom vykurovaní., kontrola technického stavu a znečistenia pneumatík vozidiel, čistenie ulíc a chodníkov miest, protierózne opatrenia na staveniskách, skládkach sypkých materiálov, skládkach odpadov, prísna kontrola lokálnych priemyselných zdrojov). Často je koncentrácia $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekročená už na návetří miest, a to pri prúdeňí 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 sú veľmi náročné. Kým pre ostané hodnotené znečisťujúce látky úroveň pozadovej koncentrácie predstavuje podiel z limitnej hodnoty do 20 % pre PM₁₀ je to až do 70 %, čo znamená prekročovanie 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 prekročovania 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 odpovedajú potrebe a aplikované množstvo na jednotku komunikácie závisí od klimatických podmienok jednotlivých zón – na východe a severe republiky sa aplikuje 2 až 3-krát viac ako v juhozápadnej časti. Množstvo posypového materiálu na jednotku plochy závisí od rôznych faktorov. Vstupné údaje majú veľkú neurčitosť. Význam odpočítavania príspevku zimného posypu od priemernej ročnej koncentrácie, resp. od počtu prekročenia priemerných denných koncentrácií 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 2009 (prvý a posledný štvrťrok) boli výrazne rozdielne. Kým prvý štvrťrok v roku 2009 môžeme označiť za veľmi chladný s priemerným počtom 45 dní so snehovou pokrývkou zatiaľ v štvrtom štvrťroku priebeh zimy bol relatívne mierny bez potreby intenzívnejšieho zimného posypu obdobne ako v roku 2008. 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 8 prekročení priemerných denných limitných hodnôt viac ako v poslednom štvrťroku. Čo sa týka zvýšeného počtu prekročení z titulu zimného posypu, tento počet sa pohybuje v rozmedzí 6 až 8 prekročení. Výnimku tvoria mestá Bratislava a Banská Bystrica. V týchto mestách, zrejme v dôsledku aplikácie inertného posypového materiálu, sme nezistili prakticky žiadny podiel posypu na počte prekročení limitnej hodnoty priemernej dennej koncentrácie. Priemerné ročné koncentrácie PM₁₀ prekročovali limitnú hodnotu v roku 2009 len na troch staniaciach (Veľká Ida – 51,3 µg.m⁻³, Ružomberok – 46,3 µg.m⁻³ a Martin – 41,8 µg.m⁻³). Stanica Veľká Ida je priemyselná stanica bez priameho vplyvu automobilovej dopravy. Preto, v tomto prípade s podielom zimného posypu neuvažujeme. Na staniaciach Ružomberok a Martin sa 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 stanici Martin po odpočítaní príspevku z titulu zimného posypu sa môže dostať pod limitnú hodnotu. V prípade štrnástich staníc s prekročovaním priemernej dennej limitnej hodnoty v roku počet prekročení je neúmerne vysoký až na tri stanice (Hnúšťá – 40, Prievidza – 39 a Bystričany – 42). Na týchto troch staniaciach je redukcia možná v uvedenom rozsahu, t.j. počet prekročení denných hodnôt v roku by bol menej ako limitná hodnota.

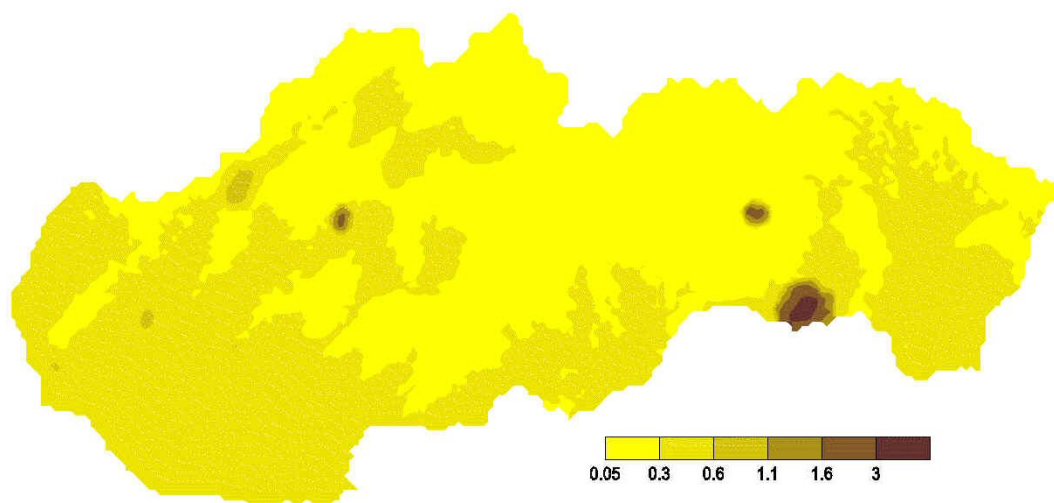
Na stanici Krompachy bolo zaznamenaných 38 prekročení, ale merania v prvom štvrťroku boli prerušené a preto túto stanicu nehodnotíme.

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 spaľovania 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 pohľadu výskytu organických látok obťažujúcich obyvateľstvo aj subjektívne (pachové látky). Také miesta sú samozrejme aj inde, kde sa momentálne nemeria, ale pripravuje sa dobudovanie systému v nasledujúcich rokoch. Polčas rozpadu tejto látky v ovzduší je asi 80 dní. BaP má výrazný sínusový priebeh počas roka a to s výrazným prepadom v letnom období o dvojnásobok až trojnásobok hodnôt oproti chladnému polroku, čo silne koreluje s vykurovaním. Na celkovej emisii podiel domácnosti (vykurovanie uhlím a drevom) je viac ako 70 %, výroba koksu je okolo 15 % a priemyselné technológie do 10 %. BaP v roku 2009 bol sledovaný na 8 lokálnych staniciach a na jednej stanici EMEP. Pre priestorové hodnotenie týchto znečisťujúcich látok sme použili model (interpoláciu schému) IDW-A. Základné vstupné údaje pre výpočet predstavujú výsledky meraní zo siete NMSKO. Vstupy len z relatívne malého počtu staníc aj v roku 2009 (obdobne ako v roku 2007) by dávali neúplný, skreslený obraz o znečistení ovzdušia s BaP na Slovensku. Oblasti bez meraní by sa stali zrazu „čistými“ na základe chýbajúcich informácií. Na doplnenie informácií v miestach budúcich meraní (staníc) sme využili už spomínané poznatky z problematických miest, resp. poznatok, že domáce vykurovacie systémy majú výrazný podiel na celkovej emisii. Vstupné údaje doplnené o tieto informácie za rok 2009 už dávajú realistickejší obraz, ktorý budeme upresňovať v súlade s pribúdajúcimi informáciami z nových monitorovacích staníc. 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 je toto prekračovanie výrazné.

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 2009.



5.3 Záver

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

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

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

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

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

Predložené výsledky modelových výpočtov dokumentujú úroveň znečistenia ovzdušia Slovenska v roku 2008 s PM_{10} , ozónom a ťažkými kovmi ako aj benzo(a)pyrénom. 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 existujúcich modelových nástrojov, ich doplnenie o nové modely, upresňovanie vstupných údajov, znižovanie neurčitostí modelových výpočtov a modelovanie koncentrácií ďalších znečisťujúcich látok v ovzduší.

6 HODNOTENIE KVALITY OVZDUŠIA – ZÁVER

6.1 Návrh na zaradenie zón a aglomerácií do skupín

SHMÚ, v zmysle § 7 zákona č. 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov, na základe výsledkov hodnotenia kvality ovzdušia SR v roku 2009 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 |
| KOŠICE | PM ₁₀ |
| Zóny | |
| Banskobystrický kraj | PM ₁₀ , NO ₂ 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 |

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 |
| 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 | oxid dusičitý |
| 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, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| KOŠICE | oxid siričitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Zóny | |
| Banskobystrický kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Bratislavský kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Košický kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Nitriansky kraj | PM ₁₀ , oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Prešovský kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Trenčiansky kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Trnavský kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |
| Žilinský kraj | oxid siričitý, oxid dusičitý, olovo, oxid uhoľnatý, benzén |

| | |
|----------------------------------|---|
| AGLOMERÁCIA / Zóna | Znečisťujúca látka, pre ktorú je daná zóna, resp. aglomerácia zaradená v 3. skupine |
| AGLOMERÁCIE BRATISLAVA | arzén, kadmium, nikel, BaP |
| Zóny Slovensko | arzén, kadmium, nikel |

6.2 Vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia

SHMÚ na základe hodnotenia kvality ovzdušia v zónach a aglomeráciách v roku 2009 podľa § 9 ods. 3 zákona č. 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov navrhuje nasledujúce vymedzenie oblastí riadenia kvality ovzdušia SR na rok 2010.

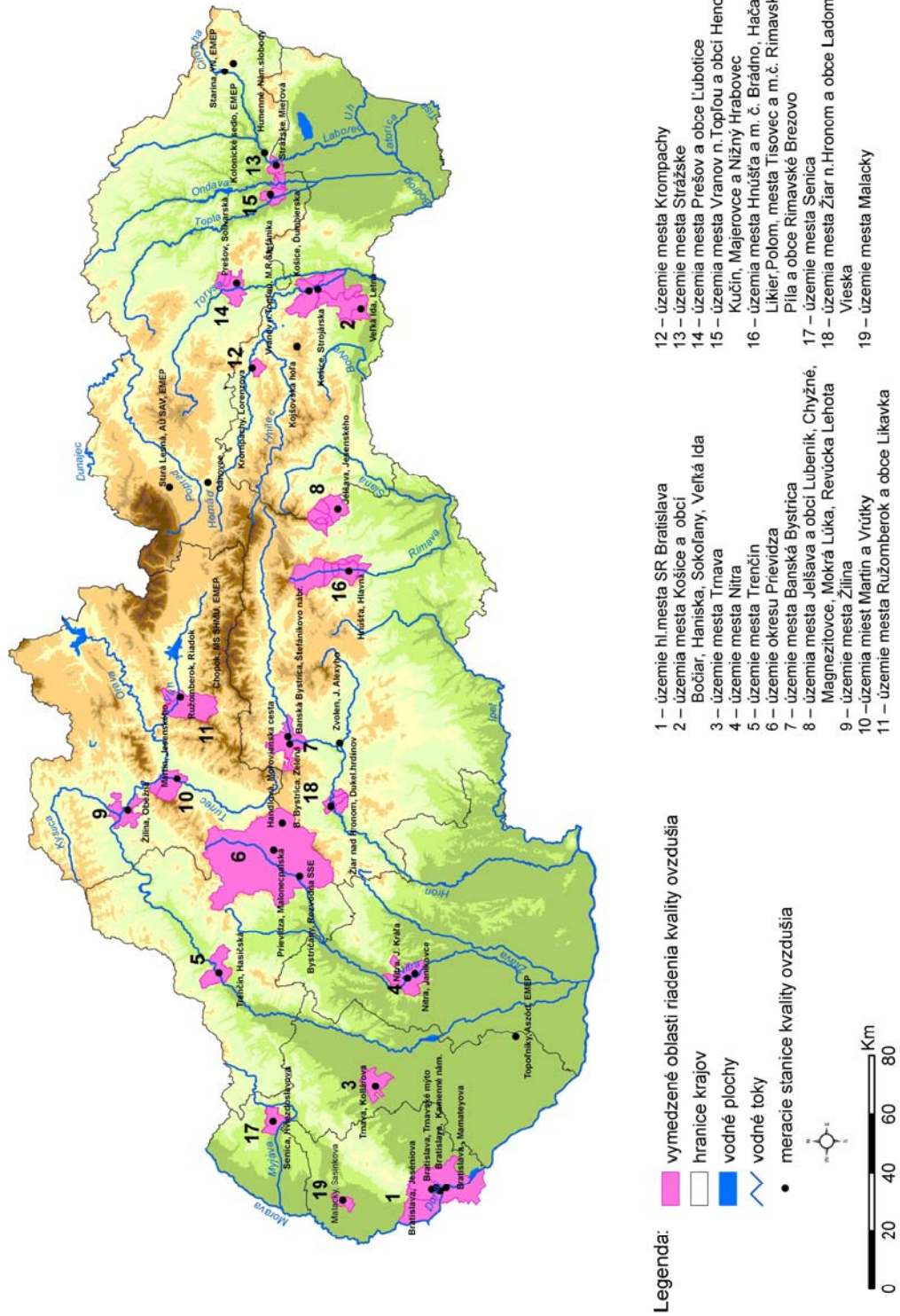
| | Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia | Znečisťujúca látka |
|------------------------|--|--------------------|
| BRATISLAVA | územie hl. mesta SR Bratislava | PM ₁₀ |
| KOŠICE Košický kraj | územia mesta Košíc a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida | PM ₁₀ |
| Banskobystrický kraj | územie mesta Banská Bystrica | PM ₁₀ |
| | 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 Ľubotice | PM ₁₀ |
| | územia mesta Vranov nad Topľou a obcí Hencovce, Kučín, Majerovce a Nižný Hrabovec | PM ₁₀ |

| | Vymedzená oblasť riadenia kvality ovzdušia | Znečisťujúca látka |
|------------------|--|------------------------------------|
| Trenčiansky kraj | územie mesta Trenčín | PM ₁₀ |
| | územie okresu Prievidza | PM ₁₀ , SO ₂ |
| Trnavský kraj | územie mesta Trnava | PM ₁₀ |
| | územie mesta Senica | PM ₁₀ |
| Žilinský kraj | územie mesta Žilina | PM ₁₀ |
| | územie miest Martin a Vrútky | PM ₁₀ |
| | územie mesta Ružomberok a obce Likavka | PM ₁₀ |

6.3 Záver

Všetky úlohy odboru Ochrana ovzdušia SHMÚ v oblasti monitorovania a hodnotenia kvality ovzdušia riešené v roku 2009 vyplývajú zo zákona 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov a jeho vykonávacích predpisov, legislatívy ochrany ovzdušia EÚ a CLRTAP. Odbor Ochrana ovzdušia 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 2010.



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 – územie hl. mesta SR Bratislava 2 – územie mesta Košice a obcí Bočiar, Haniska, Sokolany, Veľká Ida 3 – územie mesta Trnava 4 – územie mesta Nitra 5 – územie mesta Trenčín 6 – územie okresu Prievidza 7 – územie mesta Banská Bystrica 8 – územie mesta Jelšava a obcí Lubeník, Chyžné, Magnezitovce, Mokrá Lúka, Revúcka Lehota 9 – územie mesta Žilina 10 – územie miest Martin a Vrútky 11 – územie mesta Ružomberok a obce Likavka | <ul style="list-style-type: none"> 12 – územie mesta Krompachy 13 – územie mesta Strážske 14 – územie mesta Prešov a obce Lúbotice 15 – územie mesta Vranov n. Topľou a obci Hencovce, Kučín, Majerovce a Nižný Hrabovec 16 – územie mesta Hnúšťa a m. č. Brádko, Hačava, Likier, Polom, mesta Tisovec a m. č. Rimavská Píla a obce Rimavské Brezovo 17 – územie mesta Senica 18 – územie mesta Žiar n. Hronom a obce Ladomerská Vieska 19 – územie mesta Malacky |
|---|---|

Plán monitorovania NMSKO na rok 2010

| | 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, Trnavské mýto | x | x | x | | | x | x | | x |
| | Bratislava, Jeséniova | x | x | x | | x | | | | x |
| | Bratislava, Mamateyova | x | x | x | x | | | | x | |
| | Spolu 3 stanice | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| KOŠICE | Košice, Strojárska / Amurská | x | x | x | x | | x | | | |
| | Košice, Štefánikova | x | x | x | | | x | x | | |
| | Košice, Ďumbierska | | | x | | x | | | | |
| | Spolu 3 stanice | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| Banskobystrický kraj | Banská Bystrica, Štefánikovo nábr. | x | x | x | x | | x | x | x | |
| | Banská Bystrica, Zelená | x | x | x | | x | | | | |
| | Jelšava, Jesenského | x | x | | | | | | | |
| | Hnúšťa, Hlavná | x | x | | | | | | | |
| | Žiar nad Hronom, Dukelských hrdinov | x | x | | | | | | | |
| | Zvolen, J. Alexyho | x | x | | | | | | | |
| Spolu 6 staníc | 5 | 6 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| Bratislavský kraj | Malacky, Sasinkova | x | x | x | x | | x | x | | |
| | Spolu 1 stanica | 1 | 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, 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 | | | | | | | |
| | 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 | | | x | | | x | |
| | Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika | x | x | | x | | | | | |
| Spolu 6 staníc | 5 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | |
| Trenčiansky kraj | Prievidza, Malonecpalská | x | x | | x | | | | x | x |
| | Bystričany, Rozvodňa SSE | x | x | | x | | | | | |
| | Handlová, Moroviánska cesta | x | x | | | | | | | |
| | Trenčín, Hasičská | x | x | x | | | | x | | x |
| | Spolu 4 stanice | 4 | 4 | 1 | 2 | | | 1 | 1 | 2 |
| Trnavský kraj | Topoľníky, Aszód, EMEP | x | x | | | x | x | | x | |
| | Senica, Hviezdoslavova | x | x | x | x | | | | | |
| | Trnava, Kollárova | x | x | x | | | x | x | | x |
| | Spolu 3 stanice | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 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 | | | | | | | |
| | Spolu 4 stanice | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | |
| NMSKO spolu monitorovacích staníc | | 32 | 32 | 17 | 11 | 9 | 12 | 10 | 10 | 8 |

Plán monitorovania NMSKO na rok 2010 – program EMEP

| OVZDUŠIE | Oxid siričitý (SO ₂) | Oxidy dusíka (NOx) | Sírany (SO ₄ ²⁻) | Dusičnany (NO ₃) | Kyselina dusičná (HNO ₃) | Amoniak, amónne kationy (NH ₃ , NH ₄ ⁺) | Alkalické kationy (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) | 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 ²⁻) | Dusičnany (NO ₃) | Amónne kationy (NH ₄ ⁺) | Alkalické kationy (K ⁺ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺) | 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 |