



**Slovenský
hydrometeorologický ústav**



**Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky**

SPRÁVA

O KVALITE OVZDUŠIA A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV NA JEHO ZNEČIŠŤOVANÍ V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

2003

Materiál vypracovali:

Slovenský hydrometeorologický ústav

Divízia Meteorologická služba
Odbor Kvalita ovzdušia
Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

Ministerstvo životného prostredia SR

Odbor ochrany ovzdušia
Nám. Ľ. Štúra 1, 811 02 Bratislava

Zodpovedný: *Ing. Ladislav Ronchetti*

Koordinácia: *RNDr. K. Pukančíková*

Zodpovední za kapitolu 1 - *RNDr. M. Mitošinková*
2 - *RNDr. Ľ. Kozakovič*
3 - *RNDr. D. Závodský, CSc.*
4 - *RNDr. E. Sajtáková*
5 - *Ing. J. Szemesová, PhD.*

Editácia: *RNDr. K. Pukančíková*

O B S A H

IMISNÁ ČASŤ

1. Regionálne znečistenie ovzdušia a kvalita zrážkových vôd	
1.1 Regionálne znečistenie ovzdušia a kvalita zrážkových vôd	1 - 1
1.2 Národná sieť regionálnych staníc v SR	1 - 4
1.3 Zhodnotenie výsledkov meraní za rok 2003	1 - 6
2. Lokálne znečistenie ovzdušia	
2.1 Lokálne znečistenie ovzdušia	2 - 1
2.2 Charakteristika zón a aglomerácií, kde sa monitoruje znečistenie ovzdušia	2 - 3
2.3 Spracovanie výsledkov meraní znečistenia ovzdušia podľa imisných limitov	2 - 21
3. Atmosférický ozón	
3.1 Atmosférický ozón	3 - 1
3.2 Prízemný ozón v SR v rokoch 1998-2003	3 - 1
3.3 Celkový atmosférický ozón a ultrafialové žiarenie na území SR v roku 2003	3 - 6

EMISNÁ ČASŤ

4. Inventarizácia emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia	
4.1 Inventarizácia emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia	4 - 1
4.2 Vývojové trendy znečisťujúcich látok	4 - 4
4.3 Verifikácia výsledkov	4 - 6
5. Emisie skleníkových plynov	
5.1 Emisie skleníkových plynov	5 - 1
5.2 Emisie skleníkových plynov v SR	5 - 3
5.3 Zhodnotenie	5 - 7

1.1 REGIONÁLNE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA A KVALITA ZRÁŽKOVÝCH VÔD

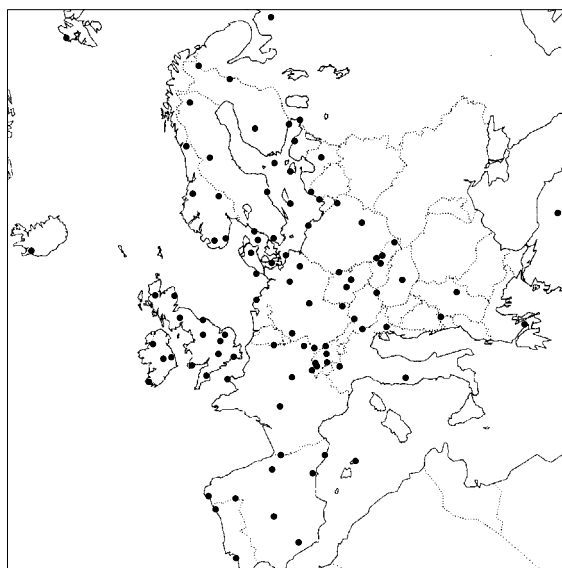
Regionálne znečistenie ovzdušia je znečistenie hraničnej vrstvy atmosféry krajiny vidieckeho typu v dostatočnej vzdialenosti od lokálnych priemyselných a mestských zdrojov. Hraničná vrstva atmosféry je vrstva premiešavania, siahajúca od povrchu do výšky asi 1 000 m. V regionálnych polohách sú už priemyselné exhaláty viac-menej rovnomerne vertikálne rozptýlené v celej hraničnej vrstve a úroveň prízemných koncentrácií je nižšia ako v mestách.

V regionálnom meradle sa uplatňujú škodliviny zo spaľovacích procesov, oxid siričitý, oxidy dusíka, uhľovodíky, ťažké kovy. Doba zotrvania týchto látok v ovzduší je niekoľko dní, preto môžu byť v atmosfére prenesené až do vzdialenosti niekoľko tisíc kilometrov od zdroja. Produkty oxidácie primárnych plynných prímiesí, napríklad sírany, sa vertikálnym prenosom dostanú do strednej troposféry, kde sa už zapájajú do globálnej cirkulácie.

Regionálne znečistenie ovzdušia v Európe od roku 1950 narastalo paralelne s emisiami škodlivín z energetiky, priemyslu, vykurovania a dopravy. Negatívne sa pritom uplatnila výstavba vysokých komínov, ktoré predlžovali dobu zotrvania exhalátov v ovzduší. Následkom nekontrolovaného vývoja emisií bol rast kyslosti zrážkových vôd aj koncentrácií sekundárnych polutantov v ovzduší - ozónu, peroxidu vodíka a ďalších. Ozón a kyslé zrážky sa považujú v Európe hlavné stresové faktory lesných aj poľných ekosystémov.

Nepriaznivý vývoj, spolu s alarmujúcim rastom ekologických škôd, urýchlili medzinárodnú spoluprácu. V roku 1979 bol v Ženeve podpísaný Dohovor Európskej hospodárskej komisie Organizácie spojených národov o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcom hranice štátov (ďalej Dohovor), ku ktorému bolo prijatých 8 protokolov: o dlhodobom financovaní Kooperatívneho programu pre monitorovanie a hodnotenie diaľkového prenosu znečisťovania v Európe (EMEP – Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe) (Ženeva, 1984), o znižovaní emisií síry (Helsinki, 1985), o znižovaní emisií oxidov dusíka (Sofia, 1988), o obmedzovaní emisií prchavých organických zlúčenín (Ženeva, 1991), o ďalšom znižovaní emisií síry (Oslo, 1994), o ťažkých kovoch (Aarhus, 1998), o perzistentných organických látkach (Aarhus, 1998) a o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu (Gothenburg, 1999). Závazok z prvého Protokolu o síre predstavoval redukcii európskych emisií SO_2 o 30% do konca roku 1993 v porovnaní s rokom 1980. Slovenská republika tento záväzok z Protokolu splnila. Redukcia európskych emisií sa už pozitívne prejavila poklesom kyslosti zrážkových vôd na území Slovenska. V súlade s druhým Protokolom o síre sa európske emisie oxidu siričitého mali znížiť do roku 2000 o 60%, do roku 2005 by sa mali znížiť o 65% a do roku 2010 o 72%, v porovnaní s rokom 1980. Posledný protokol o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu zaväzuje SR zredukovať emisie oxidu siričitého do roku 2010 o 80% v porovnaní s rokom 1980, oxidov dusíka o 42%, amoniaku o 37% a prchavých organických zlúčenín o 6% pri porovnaní s rokom 1990.

Obr. 1.1 Sieť monitorovacích staníc EMEP



EMEP je v mysle Dohovoru záväzný pre všetky európske štáty. Jeho cieľom je monitorovať, modelovať a hodnotiť diaľkový prenos škodlivín v Európe a vypracovávať podklady pre stratégiu znižovania európskych emisií. V Nórsku sú medzinárodné koordinačné centrá EMEP MSC-W (Meteorological Synthesizing Centre West) - Norwegian Meteorological Institute v Oslo a CCC (Chemical Coordinating Centre) - NILU (Norwegian Institute for Air Research) v Kjelleri. V Rusku je MSC -E (Meteorological Synthesizing Centre -East) - Institute for Applied Geophysics v Moskve a v Rakúsku EMEP CIAM (Centre for Integrated Assessment Modelling) IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) v Laxenburgu. Monitorovacia sieť EMEP (obr. 1.1) má približne 100 regionálnych staníc a 5 staníc národnej regionálnej siete staníc SHMÚ je jej súčasťou. Merací program staníc EMEP sa postupne rozširoval. Merania zlúčenín síry a analýzy zrážok postupne dopĺňali oxidy dusíka, dusičnany, amónne ióny v ovzduší, polietavý prach, ozón a v roku 1994 sa začali v spolupráci s medzinárodným chemickým koordinačným centrom EMEP - Nórskym ústavom pre atmosférický výskum v Kjelleri, realizovať merania prchavých organických látok. Neskôr boli začlenené do programu meraní aj merania ťažkých kovov a perzistentných organických látok. V súčasnosti je prijatá nová monitorovacia stratégia, kde sa EMEP stanice členia podľa monitorovacieho programu do troch úrovní (podrobnejšie info:www.emep.int).

Výsledky meraní z regionálnych staníc SHMÚ na území Slovenska sa využívajú v ďalších medzinárodných monitorovacích programoch GAW/BAPMoN (Global Atmospheric Watch/ Background Air Pollution Monitoring Network) Svetovej meteorologickej organizácie a UNEP/ GEMS (United Nations Environment Programme/Global Environment Monitoring System).

Úroveň regionálneho znečistenia ovzdušia sa nehodnotí podľa primárnych imisných limitov, teda podľa vplyvu na ľudské zdravie, ale podľa sekundárnych imisných a depozičných limitov, čiže dlhodobého vplyvu na prírodné prostredie. Zákon č.309/91 Zb. o ovzduší v znení neskorších predpisov obsahuje kategóriu sekundárnych a depozičných limitov. V Slovenskej republike zatiaľ neboli prijaté žiadne sekundárne ani depozičné limity.

Stanovenie sekundárnych alebo ekologických limitov vychádza z koncepcie kritických úrovní a kritických záťaží.

Kritická úroveň (KÚ) je najvyššie tolerovateľná koncentrácia škodliviny, ktorá ešte nespôsobuje poškodzovanie ekosystému. Kritické úrovne sa líšia pre rôzne škodliviny a rôzne ekosystémy. Draft Manual for Mapping Critical Levels/Loads, UN ECE, 1990 navrhuje tieto kritické úrovne:

Škodlivina	Ekosystém	KÚ [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	Obdobie
SO ₂ - S	Les	10	ročný priemer
	Prírodná vegetácia	10	
	Poľnohospodárske plodiny	15	
NO _x - N	Všetky kategórie	9	ročný priemer
O ₃	Všetky kategórie	50	9 až 16-h priemer (1.4.-30.9.)
		60	8-h priemer
		150	1-h priemer

Podľa Smernice Európskeho spoločenstva z roku 1992 bola kritická úroveň ozónu pre ochranu vegetácie stanovená na 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ako 1-hodinový priemer a na 65 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ako 24-hodinový priemer.

Na zasadnutí Výkonného výboru Working Group on Effects boli v rámci Dohovoru navrhnuté nasledujúce kritické úrovne pre ozón:

- **Kritická úroveň ozónu pre poľnohospodárske plodiny**, vyjadrená ako kumulatívna expozícia koncentrácií vyšších ako 40 ppb. Tento index expozície sa označuje AOT40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb) a vypočítava sa ako suma rozdielov medzi hodinovými koncentraciami ozónu v ppb pre každú dennú hodinu medzi 9.00 a 16.00, v ktorej je koncentrácia vyššia ako 40 ppb a priemerná intenzita celkového slnečného žiarenia 50 W.m^2 alebo viac, za obdobie 3 mesiacov, a to máj, jún a júl. Pokles úrody o 5% bol stanovený pre AOT40 3 000 ppb h.
- **Krátkodobá kritická úroveň ozónu pre poľnohospodárske plodiny a prirodzenú vegetáciu** AOT40 je 500 ppb h, kumulovaných počas 5 dní, nasledujúcich po sebe, za suchého počasia a 200 ppb h, kumulovaných počas 5 dní, nasledujúcich po sebe, za vlhkého počasia. Tieto hodnoty sa vzťahujú na denné hodiny.
- **Kritická úroveň ozónu pre lesné ekosystémy** AOT40 predstavuje 10 ppm h. Táto kumulatívna expozícia sa vypočítava pre 24 hodín dňa počas obdobia 6 mesiacov, kedy sú stromy na ozón najcitlivejšie.

Kritická záťaž je depozičný ekologický limit. Predstavuje maximálne prípustnú depozíciu škodliviny v ekosystéme. Vyjadruje sa v hmotnosti deponovanej škodliviny alebo v jej ekvivalente, na jednotku plochy za jednotku času (napr. $\text{g.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$, $\text{kg.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$ alebo ekvivalent. $\text{ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$). Je funkciou citlivosti ekosystému. Celková depozícia sa skladá zo suchej, mokrej a skrytej depozície. Pod pojmom suchá depozícia sa rozumie záchyt plynov a častíc na povrchu, hlavne vegetáciou, mokrá depozícia reprezentuje látky, nachádzajúce sa v zrážkovej vode a skrytá depozícia je záchyt kvapiek oblakov a hmiel na povrchu, hlavne vegetácie, čo sa významne uplatňuje najmä v horách. Suchá depozícia sa počíta na základe regionálnych koncentrácií príslušnej látky a vlastností povrchu, mokrá na základe ročných koncentrácií príslušnej látky v zrážkovej vode a ročných úhrnov zrážok, skrytá z rozdielu hodnôt zo zrážkomerov umiestnených pod korunami stromov a zrážkomerov z voľného priestranstva.

Územie Slovenskej republiky je stredne ekologicky citlivé na depozíciu síry. Hodnota kritickej depozície síry (kritická záťaž síry, korigovaná na neutralizačný vplyv bázičných kationov) na území SR predstavuje $1\text{--}3 \text{ g S.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$ alebo $10\text{--}30 \text{ kg S.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$. Skutočná depozícia síry však predstavuje v ostatnom desaťročí prekračovanie týchto hodnôt asi na 25% lesných plôch. Aj napriek poklesu európskych emisií SO_2 hodnoty celkovej depozície síry sú vyššie ako kritická záťaž. Typické hodnoty depozície síry vyjadrené v $\text{g S.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$ pre nížinné a horské polohy Slovenska v roku 2003 sú v tabuľke:

Depozícia síry	Podunajská nížina	Horské polohy (> 1 500 m)
Suchá	0,5	0,1
Mokrá	0,3	0,9 (1,4) ⁺
Skrytá	0,1	0,5 (0,7) ⁺⁺
Celková	0,9	1,5 (2,2)

Kritická záťaž	1,0 - 3,0
-----------------------	------------------

⁺ Po zohľadnení korekcie na negatívnu chybu merania množstva zrážok v horách

⁺⁺ Horný odhad skrytej depozície

Podrobné zhodnotenie kritických záťaží (ekologickej citlivosti územia) a stanovenie cieľových záťaží Slovenska pre síru, dusík, aktuálnu aciditu, ťažké kovy atď., nie je zatiaľ ukončené. Tieto údaje sú nevyhnutné pre EIA - Environment Impact Assessment (Zhodnotenie vplyvu na životné prostredie) diaľkového prenosu znečistenia ovzdušia aj EIA štúdie veľkých nových zdrojov znečistenia ovzdušia.

1.2 NÁRODNÁ SIĚŤ REGIONÁLNYCH STANÍC V SR

V roku 2003 bolo na území SR v činnosti 5 staníc na monitorovanie regionálneho znečistenia ovzdušia a chemického zloženia zrážkových vôd. Lokalizácia a nadmorské výšky jednotlivých staníc sú znázornené na obrázku 1.2. Všetky stanice sú súčasťou siete EMEP.

Charakteristika regionálnych staníc

Chopok

Meteorologické observatórium SHMÚ na hrebeni Nízkych Tatier, v n. v. 2008 m, z. d. 19°35'32", z. š. 48°56'38". Merania sa začali realizovať v roku 1977. Od roku 1978 je súčasťou siete EMEP a siete GAW/BAPMoN/WMO.

Topoľníky

Čerpacia stanica Aszód na Malom Dunaji, 7 km juhovýchodne od dediny Topoľníky, v rovinnom teréne Podunajskej nížiny, v n. v. 113 m, z. d. 17°51'38", z. š. 47°57'36". V blízkosti sa nachádzajú len rodinné domy zamestnancov čerpacej stanice. Merania sa uskutočňujú od roku 1983. Od roku 2000 je súčasťou siete EMEP.

Liesek

Meteorologické observatórium na severozápadnej strane Roháčov, v blízkosti dediny Liesek, v n. v. 692 m, z. d. 19°40'46", z. š. 49°22'10". Merania prebiehajú od roku 1988. Od roku 1992 je súčasťou siete EMEP.

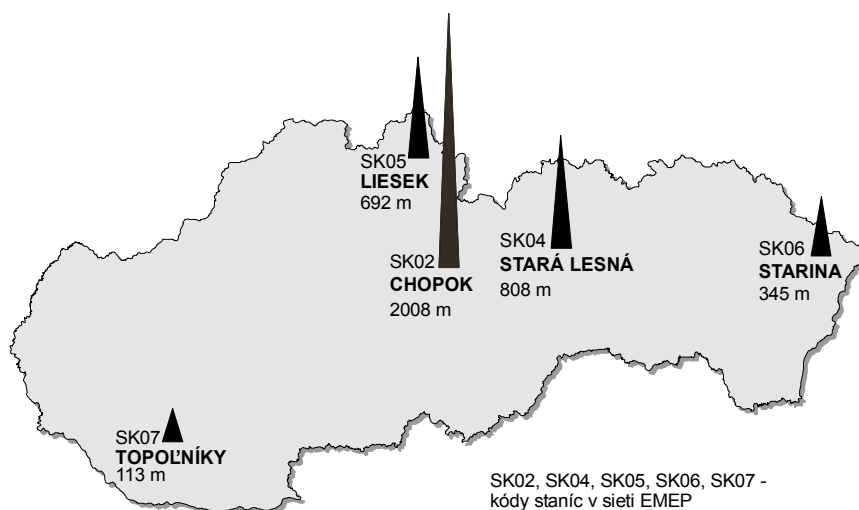
Stará Lesná

V areáli Astronomického ústavu SAV na juhovýchodnom okraji TANAP-u, 2 km severne od dediny, v n. v. 808 m, z. d. 20°17'28", z. š. 49°09'10". Je v prevádzke od roku 1988. Od roku 1992 je súčasťou siete EMEP.

Starina

V areáli vodnej nádrže Starina, v n. v. 345 m, z. d. 22°15'35", z. š. 49°02'32". V blízkosti stanice sa nachádza iba budova Povodia Bodrogu a Hornádu. Stanica bola uvedená do činnosti v roku 1994. Od roku 1994 je aj súčasťou siete EMEP.

Obr. 1.2 Sieť regionálnych staníc SR – 2003



Merací program

OVZDUŠIE	Plynné komponenty	SO ₂ , NO _x , HNO ₃ - 24-hodinové odbery
		O ₃ - kontinuálna registrácia analyzátorom
		prchavé organické látky C ₂ - C ₆ 10 až 15-minútové odbery 2x týždenne o 12.00 hodine
	Atmosférický aerosól	hmotnostná koncentrácia atmosférického aerosólu - 7-dňové odbery
		Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, Ni, Cd, As – 7-dňové odbery
		SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ - 24-hodinové odbery
ATMOSFÉRICKÉ ZRÁŽKY	Denné zrážky	pH, vodivosť, SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ ,
	Mesačné zrážky	pH, vodivosť, SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Zn, Mn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd, V, As

Metódy stanovenia

		Záchyt	Stanovenie
OVZDUŠIE	SO ₂	na celulóзовý filter W41, impregnovaný roztokom KOH	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
	NO _x	do absorbčného roztoku NaOH s guajakolom, po predradenej oxidácii	spektrofotometricky, spektrofotometrom Unicam/Helios α – modifikovaná Saltzmanova metóda
	HNO ₃	na celulóзовý filter W41, impregnovaný roztokom KOH	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
	O ₃	registrácia analyzátorom Thermoelectron	princíp - UV absorbcia
	Prchavé organické zlúčeniny C ₂ - C ₆	do nerezového kanistra	metódou plynovej chromatografie, chromatografom Perkin Elmer v konfigurácii s plameňovým ionizačným detektorom
	Hmotnostná koncentrácia atmosférického aerosólu	na nitrocelulóзовý filter Sartorius	hmotnostne-gravimetricky, váhy Sartorius/Mettler Toledo
	Ťažké kovy - Pb, Cu, Mn, Cr, Ni, Cd, Zn, As	na nitrocelulóзовý filter Sartorius	po mineralizácii metódou atómovej absorpčnej spektrometrie, spektrometrom Perkin Elmer v plameni alebo v grafitovom atomizéri
	SO ₄ ²⁻	na celulóзовý filter W40	metódou kapilárnej izotachofórey z vodného výluhu
	NO ₃ ⁻	na celulóзовý filter W40	metódou kapilárnej izotachofórey z vodného výluhu
ATMOSFÉRICKÉ ZRÁŽKY	pH	"wet only" - do zrážkomerov WADOS	pH meter Mettler Toledo
	Vodivosť		konduktometer Mettler Toledo
	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺	"bulk" - do polyetylénového vedra	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
	Zn, Mn, Cu, Cr, Ni, Pb, Cd, V, As		metódou atómovej absorpčnej spektrometrie, spektrometrom Perkin Elmer v plameni alebo grafitovom atomizéri

1.3 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANÍ ZA ROK 2003

Oxid siričitý, sírany

V roku 2003 sa regionálna úroveň koncentrácií oxidu siričitého (tab.1.1, obr. 1.3) pohybovala v rozpätí $0,61 \mu\text{g S.m}^{-3}$ (Chopok) až $2,44 \mu\text{g S.m}^{-3}$ (Topoľníky). Pri porovnaní s predchádzajúcim rokom sú hodnoty oxidu siričitého na jednotlivých staniciach veľmi podobné, líšia sa len o stotiny alebo desatiny $\mu\text{g S.m}^{-3}$, na najvyššie položenej stanici (Chopok) a najnižšie položenej stanici (Topoľníky) sú hodnoty mierne nižšie, na ostatných mierne vyššie. Horná hranica koncentračného rozpätia predstavuje menej než 25% z hodnoty kritickej úrovne oxidu siričitého (kritická úroveň pre les a prirodzenú vegetáciu je $10 \mu\text{g S.m}^{-3}$). *V súlade s prílohou č.1 k vyhláske MŽP SR č.705/2002 Z.z. limitná hodnota na ochranu ekosystémov je $20 \mu\text{g SO}_2.\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok a zimné obdobie. Táto hodnota nedosiahla za kalendárny rok na žiadnej zo staníc ani štvrtinu a za zimné obdobie bola najvyššia hodnota zo všetkých staníc nižšia než polovina spomínanej limitnej hodnoty iba na jednej stanici (Topoľníky).* Pri porovnaní s rokom 2002 koncentrácie síranov v atmosférickom aerosóle boli v roku 2003 nižšie na všetkých regionálnych staniciach na Chopku, Starine, Starej Lesnej a Lieseku predstavoval tento rozdiel iba stotiny $\mu\text{g S.m}^{-3}$, v Topoľníkoch bol rozdiel najvyšší, takmer $0,5 \mu\text{g S.m}^{-3}$ (tab.1.1, obr. 1.3).. Regionálna úroveň koncentrácie síranov na Chopku bola $0,39 \mu\text{g S.m}^{-3}$, v Starej Lesnej $0,92 \mu\text{g S.m}^{-3}$ a na Starine, Lieseku a v Topoľníkoch presahovali priemerné ročné hodnoty $1 \mu\text{g S.m}^{-3}$, v Topoľníkoch boli najvyššie, $1,26 \mu\text{g S.m}^{-3}$. Percentuálne zastúpenie síranov na celkovej hmotnosti atmosférického aerosólu (obr. 1.4) bolo 12-17%. Pomer koncentrácií síranov a oxidu siričitého, vyjadrený v síre, predstavuje interval 0,5-1,1 čo zodpovedá regionálnej úrovni znečistenia.

Tab. 1.1 Priemerné ročné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 2003

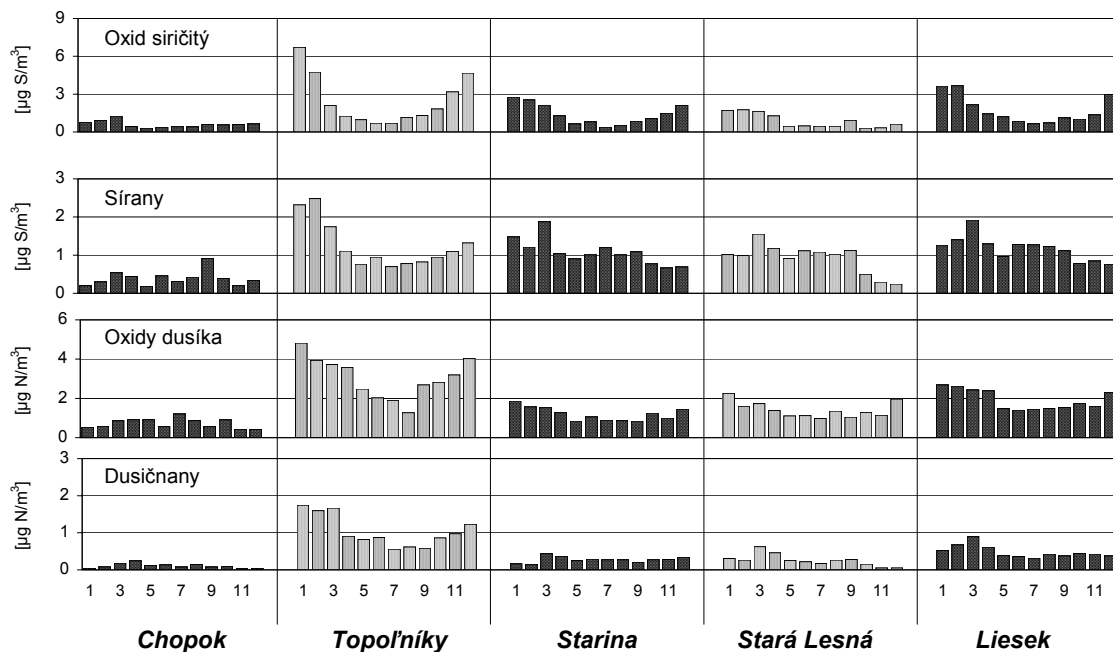
	SO ₂ -S μg/m ³	SO ₄ -S μg/m ³	NO ₂ -N μg/m ³	NO ₃ -N μg/m ³	HNO ₃ -N μg/m ³	O ₃ μg/m ³	prach μg/m ³	Pb ng/m ³	Mn ng/m ³	Cu ng/m ³	Cd ng/m ³	Ni ng/m ³	Cr ng/m ³	Zn ng/m ³	As ng/m ³
Chopok	0,61	0,39	0,73	0,11	0,10	109	9,9	3,19	2,35	1,11	0,13	0,76	1,21	4,56	0,17
Topoľníky	2,44	1,26	3,03	1,05	0,10	65	31,7	17,66	11,01	3,87	0,49	1,86	3,50	35,58	2,07
Starina	1,39	1,08	1,21	0,27	0,16	72	20,7	14,37	4,77	1,65	0,52	0,73	0,74	18,11	0,84
Stará Lesná	0,87	0,92	1,41	0,26	0,07	66	15,8	9,91	4,50	1,59	0,31	0,66	0,93	20,29	1,08
Liesek	1,71	1,17	1,93	0,48	0,08	-	24,2	13,52	14,40	1,86	0,49	0,61	0,78	34,64	2,42

Oxidy dusíka, dusičnany

Koncentrácie oxidov dusíka na regionálnych staniciach, vyjadrené v NO₂-N (tab. 1.1, obr. 1.3), sa pohybovali v roku 2003 v rozpätí $0,73$ - $3,03 \mu\text{g N.m}^{-3}$, s najnižšou ročnou priemernou hodnotou na Chopku, $0,73 \mu\text{g N.m}^{-3}$, vyššou na Starine $1,21 \mu\text{g N.m}^{-3}$, v Starej Lesnej $1,41 \mu\text{g N.m}^{-3}$, na Lieseku $1,93 \mu\text{g N.m}^{-3}$ a hodnotou $3,03 \mu\text{g N.m}^{-3}$ na nižinnej stanici Topoľníky. Kritická úroveň koncentrácie oxidov dusíka ($9 \mu\text{g N.m}^{-3}$ pre všetky ekosystémy) nebola na žiadnej regionálnej stanici v roku 2003 prekročená. Najvyššia koncentrácia oxidov dusíka v Topoľníkoch, $3,03 \mu\text{g N.m}^{-3}$ predstavuje 37% z kritickej úrovne. *V súlade s prílohou č.1 k vyhláske MŽP SR č.705/2002 Z.z. limitná hodnota na ochranu ekosystémov je $30 \mu\text{g NO}_x.\text{m}^{-3}$ za kalendárny rok. Táto hodnota nebola prekročená na žiadnej zo staníc. Najvyššia hodnota zo všetkých staníc (na Topoľníkoch) je na úrovni jednej tretiny limitnej hodnoty.* Dusičnany v ovzduší na regionálnych staniciach SR boli prevažne v aerosólovej forme a na všetkých staniciach vykazovali nižšie hodnoty ako v roku 2002 (tab. 1.1, obr. 1.3).

Plynné dusičnany (tab. 1.1) sú v porovnaní s aerosólovými nižšie na všetkých staniách, avšak na staniách Topoľníky, Stará Lesná a Liesek sú rádovo nižšie a na Chopku a Starine je úroveň plynných aj aerosólových dusičnanov v rovnakom koncentračnom rozpätí. I keď sa plynné a časticové dusičnany zachytávajú a merajú oddelene, v súlade s EMEP sa udáva ich suma, pretože ich fázové delenie závisí od teploty a vlhkosti vzduchu. Percentuálne zastúpenie dusičnanov v atmosférickom aerosóle sa pohybovalo od 5% do 15% (obr. 1.4). Pomer celkových dusičnanov ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3$) ku NO_2 , vyjadrený v dusíku, sa pohyboval v rozpätí 0,2-0,4.

Obr. 1.3 Priemerné mesačné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 2003

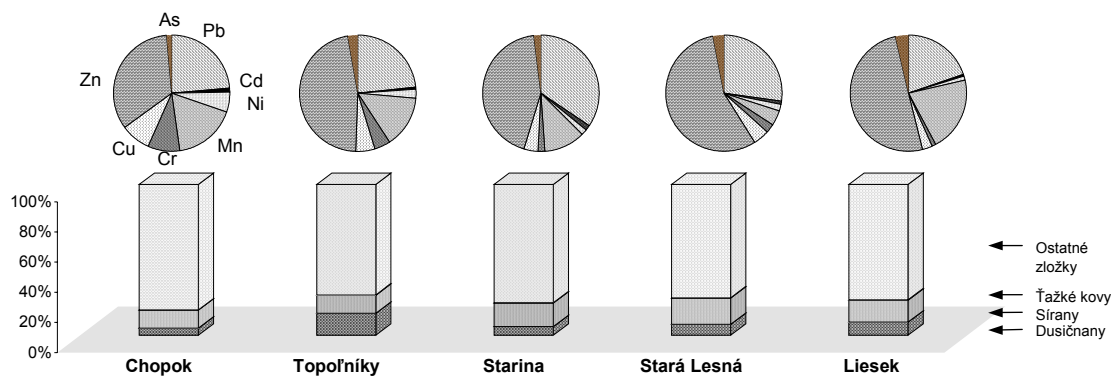


Atmosférický aerosól, ťažké kovy

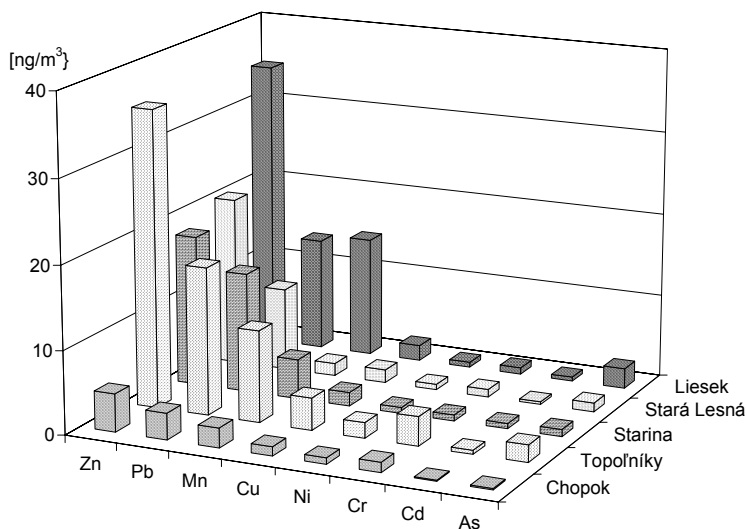
Koncentrácie atmosférického aerosólu v roku 2003 kolísali v intervale 9,9-31,7 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (tab.1.1). V porovnaní s rokom 2002 bola koncentrácia TSP v roku 2003 na Chopku mierne nižšia a na Topoľníkoch vyššia. Na Starine je za rok 2003 uvedená hodnota PM10 20,7 $\mu\text{g.m}^{-3}$, čo reprezentuje vyššiu hodnotu ako bola hodnota TSP za predchádzajúci rok. Hodnota PM10 15,8 $\mu\text{g.m}^{-3}$ na Starej Lesnej je takmer rovnaká ako za predchádzajúci rok. Na Lieseku bola za rok 2002 uvedená hodnota TSP 34,3 $\mu\text{g.m}^{-3}$, avšak táto nereprezentovala úplný rok, iba 8 mesačné obdobie. V roku 2003 hodnota PM10 bola 24,2 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Je treba zdôrazniť, že v tabuľke uvádzané hodnoty atmosférického aerosólu pre rok 2003 sú pre Chopok a Topoľníky TSP a pre Starú Lesnú, Liesek a Starinu PM10. V tabuľke a na obrázku sú uvedené koncentrácie ťažkých kovov v atmosférickom aerosóle na regionálnych staniách v roku 2003. Čo sa týka koncentrácií jednotlivých kovov, na Chopku bol v roku 2003 zaznamenaný nárast olova, mangánu, medi, kadmia, niklu a chrómu a pokles zinku a arzenu. Na Topoľníkoch bol zaznamenaný mierny nárast koncentrácií kadmia a arzenu, výraznejší nárast zinku a mangánu a koncentrácie olova, niklu, medi a chrómu boli na rovnakej úrovni ako predchádzajúci rok. Na Starine boli namerané vyššie hodnoty olova, mangánu, kadmia, zinku a arzenu, koncentrácie medi boli vyššie až trikrát a naopak koncentrácie niklu a chrómu boli mierne nižšie. Na Starej Lesnej boli v roku 2003 koncentrácie olova, mangánu, medi, kadmia, niklu a chrómu na nižších

koncentračných úrovniach ako v roku 2002, avšak zinok a arzén vykazovali mierne vyššie hodnoty. Na Lieseku vykazovali vyššie hodnoty olovo, zinok a nikel. Kadmium a arzén mali koncentrácie veľmi podobné ako v predchádzajúcom roku a nižšie koncentrácie boli namerané pri chróme, mangáne a medi, u medi až rádovo. Pri hodnotení trendov je celkovo najvýraznejší prejav poklesu pri olove, čo súvisí s postupným znižovaním olova v benzíne od roku 1982 a v súčasnosti výrobou benzínu bez obsahu olova. Percentuálne zastúpenie sumy meraných ťažkých kovov v polietavom prachu na regionálnych staniciach SR kolíše v rozpätí 0,1-0,3 % (obr. 1.4).

Obr. 1.4 Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov - 2003



Obr. 1.5 Ťažké kovy v ovzduší - 2003

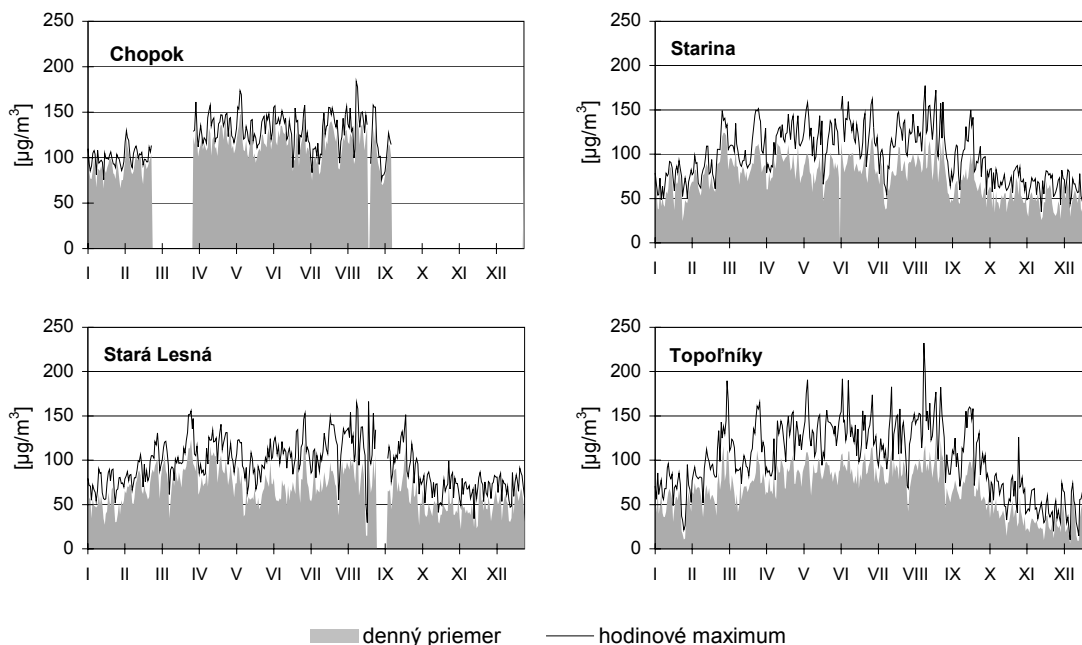


Ozón

Na obrázku 1.6 je znázornený ročný chod koncentrácie ozónu na regionálnych staniciach Chopok, Starina, Stará Lesná a Topoľníky. Stará Lesná má najdlhší časový rad meraní ozónu. Merania ozónu v Topoľníkoch, na Starine a na Chopku sa začali realizovať v priebehu roka 1994. V roku 2003 bola priemerná ročná koncentrácia ozónu na Chopku $109 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, na Starine $72 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej $66 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v Topoľníkoch $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Merania ozónu a prekračovania kritických úrovní sú kompletne zhodnotené v kapitole Atmosférický ozón.

V rokoch 1970-1990 sa pozoroval nárast koncentrácií ozónu v priemere o $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ za rok. Po roku 1990 sa v súlade s ostatnými európskymi pozorovaniami rast spomalil, až zastavil. Tento trend zodpovedá európskemu vývoju prekursorov ozónu.

Obr. 1.6 Prízemný ozón – 2003



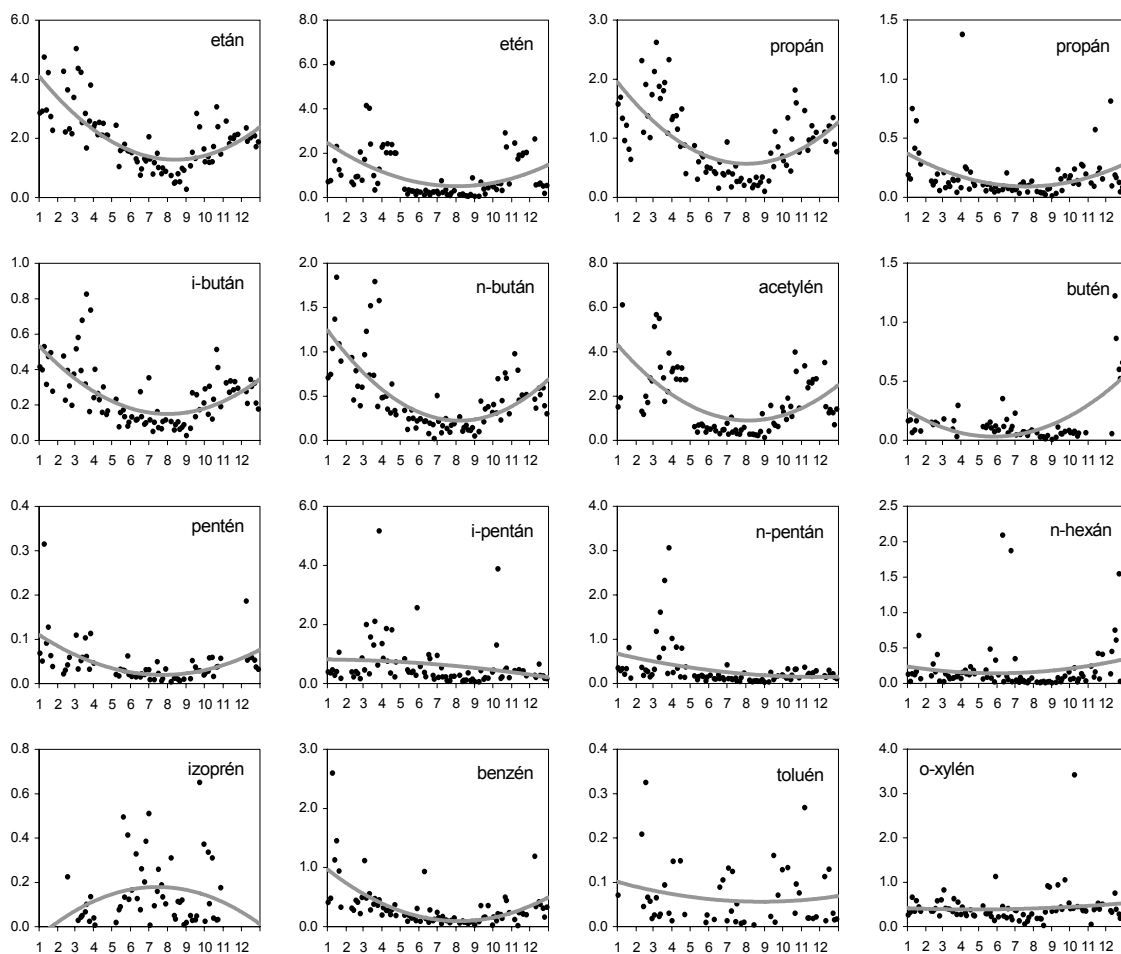
Prchavé organické zlúčeniny C₂ - C₆

Prchavé organické zlúčeniny, C₂-C₆ alebo tzv. ľahké uhľovodíky, sa začali odoberať na stanici Starina na jeseň v roku 1994. Starina je jednou z mála európskych staníc, zaradených do siete EMEP, s pravidelným monitorovaním prchavých organických zlúčenín. Vyhodnocujú sa v súlade s metodikou EMEP podľa NILU. Ich koncentrácie sa pohybujú rádovo v desatinách až v jednotkách ppb (tab. 1.2 a obr. 1.7). V roku 2003 vykazovala väčšina uhľovodíkov vyššie hodnoty ako v roku 2002, nižšie hodnoty boli namerané pri buténoch, penténoch, izopréne a benzéne. Pozoruhodná je prítomnosť izoprénu, ktorý sa uvoľňuje z okolitého lesného porastu. Analýzy prchavých organických zlúčenín identických vzoriek vzduchu vykonávané v SHMÚ a v NILU vykazovali inicializačné roky vysokú zhodu v presnosti analýz. SHMÚ sa zúčastnil aj meraní v rámci projektu AMOHA (Accurate Measurements of Hydrocarbons in Atmosphere), ktorý organizoval NPL (National Physical Laboratory) v Anglicku. Jeho konečným produktom má byť európska smernica pre optimálny odber a vyhodnocovanie uhľovodíkov. V ostatných rokoch sú merania VOC zaťažené značnými problémami, týkajúcimi sa odberu vzoriek, prevádzkovania plynového chromatografu a kontaminácie pracovného priestoru z titulu stavebných a iných úprav v budove SHMÚ.

Tab. 1.2 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín [ppb] - Starina - 2003

etán	etén	propán	propén	i-bután	n-bután	acetylén	butén	pentén	i-pentán	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén	toluén	o-xylén
1,989	1,015	0,929	0,169	0,249	0,484	1,682	0,152	0,044	0,606	0,307	0,149	0,193	0,317	0,067	0,420

Obr. 1.7 Prchavé organické zlúčeniny [ppb] - Starina – 2003



Atmosférické zrážky

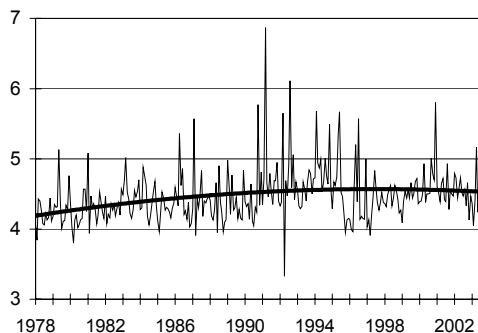
Prirodzená kyslosť zrážkovej vody v rovnováhe s atmosférickým oxidom uhličitým má pH 5,65. Atmosférické zrážky sa považujú za kyslé, ak celkový náboj kyslých aniónov je väčší ako náboj kationov a hodnota pH je nižšia ako 5,65. Zrážková voda obsahuje z aniónov hlavne sírany, dusičnany a chloridy, v menšej miere anióny slabých minerálnych a organických kyselín. Sírany sa na kyslosti zrážkovej vody podieľajú asi 60-70%, dusičnany 25-30%. Podiel chloridov a aniónov slabých minerálnych aj organických kyselín je malý. Chloridový anión je takmer výlučne súčasťou neutrálnych solí, prevažne morského pôvodu. Z kationov majú dominantné zastúpenie ióny amónne, vápenaté, horečnaté, sodné a draselné. Amónne ióny tvoria osobitný prípad preto, že v pôdach oxidujú na kyselinu dusičnú.

Hlavné ióny, pH, vodivosť

Chemické analýzy atmosférických zrážok v porovnaní s predchádzajúcim rokom dokumentujú mierne nárast kyslosti na väčšine staníc okrem Chopku a Topoľníkov. Na Chopku bola hodnota pH v roku

2003 rovnaká ako v roku 2002 a na Topoľníkoch bol zaznamenaný pokles kyslosti. Pre ilustráciu je na obrázku 1.9 znázornené aj množstvo zrážok, ktoré sa v roku 2003 pohybovalo od 368 mm do 843 mm v závislosti od polôh jednotlivých staníc. Interval pH hodnôt v mesačných zrážkach kolísal na regionálnych stanicích v rozpätí 4,5-5,2 (tab. 1.3, obr. 1.9). Priebeh pH hodnôt z denných zrážok je znázornený spolu s priebehom síranov a dusičnanov na obrázku 1.10. Časový rad a trend pH za dlhšie obdobie naznačuje pokles kyslosti (obr. 1.8). Hodnoty pH dobre korešpondujú s hodnotami pH podľa map EMEP.

Obr. 1.8 pH v zrážkach - Chopok



Stanica	Mokrú depozícia síranov [g S.m ⁻² .r ⁻¹]
Chopok	0,94
Topoľníky	0,29
Starina	0,50
Stará Lesná	0,50
Liesek	0,56

Koncentrácie dominantných síranov v zrážkových vodách predstavovali rozpätie 0,78-1,12 mg S.l⁻¹, hodnoty boli na väčšine staníc mierne vyššie ako v predchádzajúcom roku s výnimkou Topoľníkov, kde bol registrovaný mierny pokles. Rozdiely v koncentráciách však boli malé. Celkový pokles koncentrácií síranov v dlhodobom časovom rade zodpovedá poklesu emisií SO₂ od roku 1980. Hodnoty mokrej depozície síry sa pohybovali od 0,29 do 0,94 g S.m⁻².r⁻¹. Pre mokrú depozíciu ešte nie sú stanovené kritické záťaž. V USA a Kaade sa považuje hodnota mokrej depozície síranov 0,7 g S.m⁻² za rok za kritickú záťaž pre lesy.

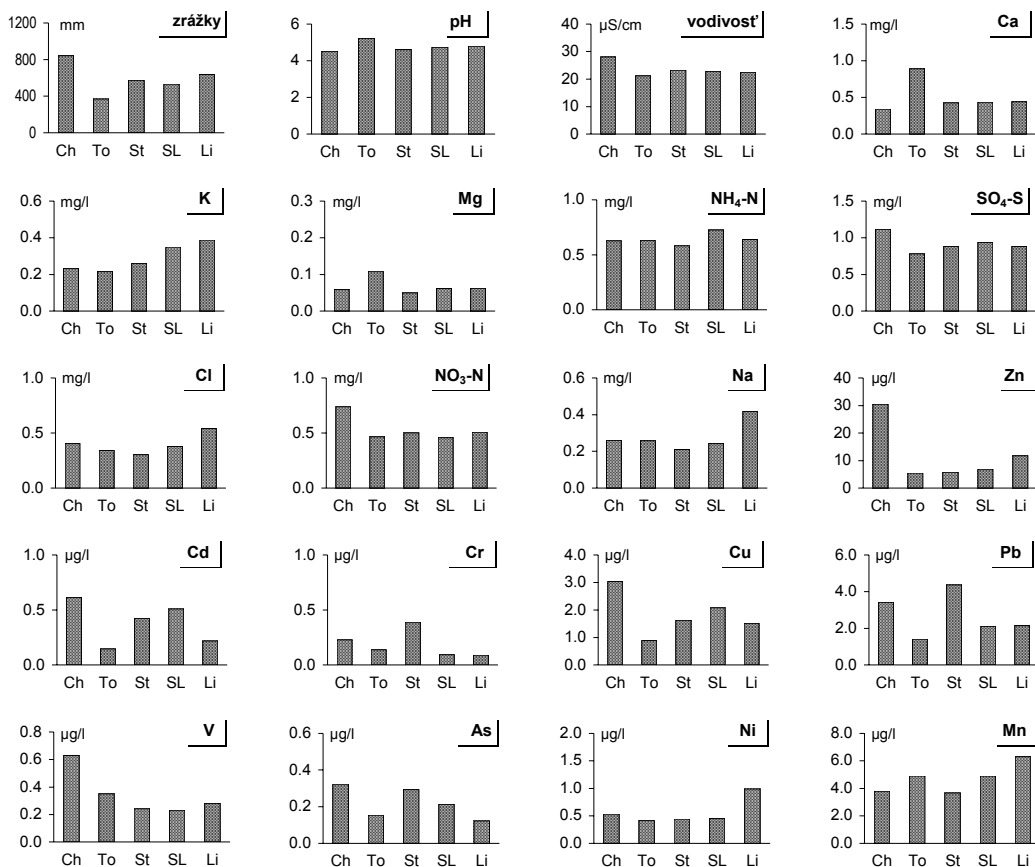
Dusičnany, ktoré sa podieľajú na kyslosti zrážok v menšej miere ako sírany, vykazovali koncentračné rozpätie 0,46-0,74 mg N.l⁻¹. Jedine Topoľníky zaznamenali mierny pokles koncentrácie dusičnanov, ostatné stanice vykazovali hodnoty mierne vyššie ako v roku 2002. Koncentrácie amónnych iónov boli oproti roku 2002 vyššie na všetkých regionálnych stanicích SR, najvyšší nárast bol zaznamenaný na Topoľníkoch. V porovnaní s predchádzajúcim rokom vykazujú chloridy, alkalické kovy a kovy alkalických zemín podobné hodnoty, odchýlky nie významné. Hodnoty vodivosti dosahovali na väčšine staníc vyššie hodnoty ako v predchádzajúcom roku, nižšie boli na Topoľníkoch a na Lieseku.

Tab. 1.3 Ročné vážené priemery koncentrácií škodlivín v mesačných zrážkach - 2003

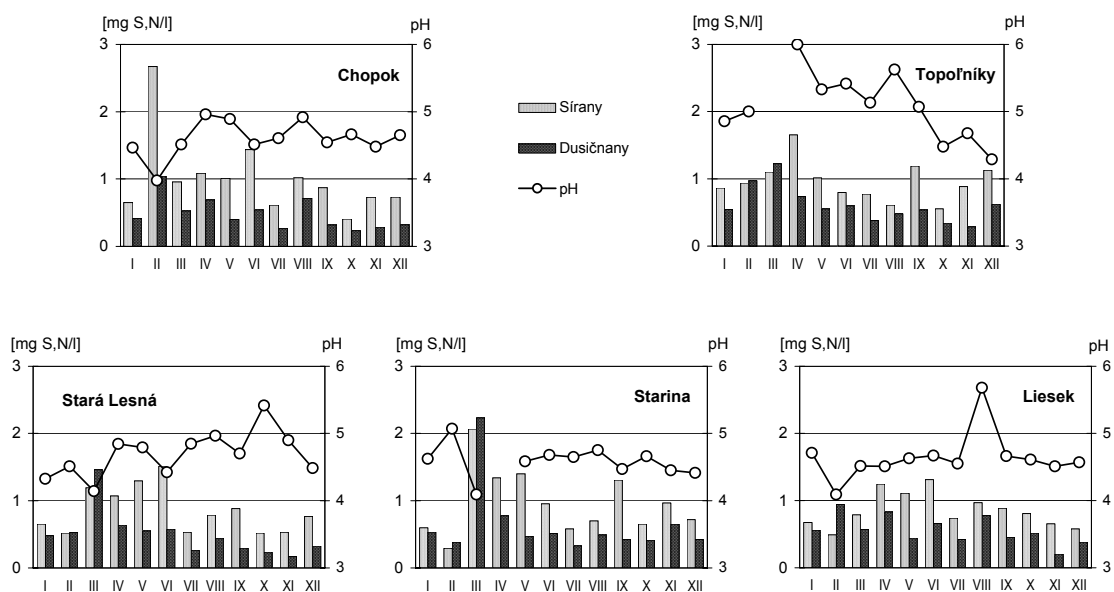
	zrážky	pH	vod	Na	K	Mg	Ca	Zn	Mn	Cd	Pb	Cr	Cu	Ni	V	As	Cl	NH ₄ -N	NO ₃ -N	SO ₄ -S
	mm		μS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Chopok	843	4,5	28,1	0,26	0,23	0,06	0,34	30,4	3,8	0,62	3,41	0,23	3,03	0,53	0,63	0,32	0,41	0,63	0,74	1,12
Topoľníky	368	5,2	21,1	0,26	0,22	0,11	0,89	5,5	4,9	0,15	1,41	0,14	0,89	0,41	0,35	0,15	0,34	0,63	0,47	0,78
Starina	574	4,6	23,2	0,21	0,26	0,05	0,43	5,8	3,7	0,42	4,36	0,39	1,62	0,44	0,24	0,29	0,30	0,58	0,50	0,88
St. Lesná	532	4,7	22,8	0,24	0,35	0,06	0,44	6,9	4,9	0,51	2,11	0,09	2,08	0,45	0,23	0,21	0,36	0,73	0,46	0,94
Liesek	636	4,8	22,5	0,32	0,39	0,06	0,44	11,7	6,3	0,22	2,16	0,09	1,52	0,99	0,28	0,12	0,54	0,64	0,51	0,88

Obr. 1.9 Měsační zrážky - 2003

Ch – Chopok, To – Topolníky, St – Starina, SL – Stará Lesná, Li - Liesek



Obr. 1.10 Denní zrážky - 2003



Ťažké kovy

Od roku 2000 bol merací program ťažkých kovov v zrážkach postupne modifikovaný a viac prispôsobovaný aktuálnym požiadavkám monitorovacej stratégie CCC EMEP. V roku 2000 sa začali stanovovať v zrážkach olovo a kadmium. Od roku 2002 boli z meracieho programu vyradené hliník a železo a zaradené boli chróm, meď, nikel, arzén a vanád. Za posledný rok meraní bol na väčšine staníc registrovaný pokles koncentrácie zinku, koncentrácie mangánu boli podobné ako uplynulý rok. Koncentrácie olova vykazovali nižšie koncentrácie ako v predchádzajúcom roku iba na Chopku, na ostatných staniciach boli koncentrácie olova buď rovnaké alebo mierne vyššie a kadmium bolo vyššie na všetkých staniciach. Olovo a kadmium v zrážkach ako kovy najvyššej priority nie je zatiaľ možné komplexnejšie hodnotiť pre krátke časové obdobie, rovnako ako aj ostatné vyššie v texte uvedené kovy merané od roku 2002. Očakáva sa však, že koncentrácie kovov v zrážkach budú kopírovať klesajúce trendy koncentrácií kovov v atmosférickom aerosóle.

Podľa výsledkov meraní programu EMEP sa Slovenská republika nachádza na juhovýchodnom okraji oblasti s najväčším regionálnym znečistením ovzdušia a kyslosťou zrážkových vôd v Európe. Vývoj regionálneho znečistenia ovzdušia aj chemického zloženia zrážkových vôd zodpovedá vývoju európskych emisií škodlivín do ovzdušia.

2.1 LOKÁLNE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA

Od 1. januára 2003 nadobudla účinnosť vyhláška MŽP SR č. 705 o kvalite ovzdušia k zákonu č. 478/2002 Z.z. o ochrane ovzdušia. Tento zákon je plne harmonizovaný s legislatívou EÚ v oblasti hodnotenia a riadenia kvality ovzdušia.

Vyhláška č. 705 ustanovuje:

- limitné hodnoty znečistenia ovzdušia (ďalej len „limitná hodnota“) a termíny ich dosiahnutia, medze tolerancie, priemerované obdobia, početnosť prekročení, cieľové hodnoty znečistenia ovzdušia (ďalej len „cieľová hodnota“) a dlhodobé ciele pre ozón, spôsob ich sledovania a hodnotenia vrátane metód odberov vzoriek, merania a ďalších technických požiadaviek,
- horné medze a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia vybranými znečisťujúcimi látkami, požiadavky na umiestňovanie vzorkovacích miest na meranie koncentrácií znečisťujúcich látok, kritériá na určenie minimálneho počtu vzorkovacích miest na stále meranie znečisťujúcich látok, ciele v kvalite údajov a ciele spracovania výsledkov hodnotenia kvality ovzdušia, referenčné metódy merania a analýzy znečisťujúcich látok, kalibrácie prístrojov a požiadavky na merania prekurzorov ozónu,
- aglomerácie a zóny (príloha č. 8, vyhl. č. 705),
- podrobnosti o informáciách a údajoch, ktoré majú byť v programoch na zlepšenie kvality ovzdušia,
- limitné hodnoty na varovanie, informačné hraničné prahy a výstražné hraničné prahy pre smogové varovné a regulačné systémy, signály smogového varovného a regulačného systému, záväzné texty vyhlásenia a odvolávania signálov a podrobnosti o informáciách a údajoch, ktoré sa musia sprístupniť verejnosti pri prekročení hraničných prahov,
- limitné hodnoty, termíny ich dosiahnutia, medze tolerancie, priemerované obdobia, početnosť prekročení pre vybrané znečisťujúce látky (tab. 2.4),
- horné a dolné medze na hodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia pre vybrané znečisťujúce látky (tab. 2.5),
- ak je úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako horná medza, na hodnotenie kvality ovzdušia možno použiť kombináciu merania a modelovacích techník,
- ak je úroveň znečistenia ovzdušia nižšia ako dolná medza, na hodnotenie kvality ovzdušia možno použiť modelovacie techniky alebo techniky odhadu na hodnotenie kvality ovzdušia,
- požiadavky na umiestňovanie vzorkovacích miest na meranie koncentrácií znečisťujúcich látok (príloha č. 3, vyhl. č. 705),
- kritériá na určenie minimálneho počtu vzorkovacích miest na stále meranie znečisťujúcich látok (príloha č. 4, vyhl. č. 705),
- ciele v kvalite údajov a ciele spracovania výsledkov hodnotenia kvality ovzdušia (príloha č. 5, vyhl. č. 705),
- referenčné metódy merania a analýzy znečisťujúcich látok a kalibrácie prístrojov (príloha č. 6, vyhl. č. 705),
- požiadavky na meranie prekurzorov ozónu (príloha č. 7, vyhl. č. 705),
- podrobnosti o informáciách a údajoch, ktoré majú byť obsiahnuté v programoch na zlepšenie kvality ovzdušia (príloha č. 9, vyhl. č. 705),
- informačné hraničné prahy, výstražné hraničné prahy a limitné hodnoty na varovanie na účely vyhlásenia signálov „Upozornenie“, „Regulácia“ a „Varovanie“ (príloha č. 10, vyhl. č. 705),
- záväzné texty vyhlásenia a odvolávania signálov „Upozornenie“, „Regulácia“ a „Varovanie“ (príloha č. 11, vyhl. č. 705),
- informácie a údaje, ktoré sa musia sprístupniť verejnosti pri prekročení hraničných prahov (príloha č. 12, vyhl. č. 705).

SHMÚ monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia od roku 1971, kedy boli uvedené do prevádzky prvé manuálne stanice v Bratislave a v Košiciach. V priebehu nasledujúcich rokov boli merania postupne rozšírené do najviac znečistených miest a priemyselných oblastí.

V roku 1991 sa začala modernizácia monitorovacej siete kvality ovzdušia. Manuálne stanice boli postupne nahradzované automatickými, ktoré umožňujú kontinuálne monitorovanie znečistenia a umožnili získať obraz o časovom chode a extrémoch krátkodobých koncentrácií. V priebehu uplynulých desiatich rokov sa monitorovacia sieť kvality ovzdušia neustále vyvíjala. Počet monitorovacích staníc sa menil z roka na rok a v posledných troch rokoch boli merania celkového prachu postupne nahradzované meraniami koncentrácií tuhých častíc s aerodynamickým priemerom menším ako 10 μm a na vybraných lokalitách sa začali merania častíc s aerodynamickým priemerom menším ako 2,5 μm . V roku 2003 bolo na území SR rozmiestnených 28 AMS, z ktorých monitorovala väčšina základné škodliviny (SO_2 , NO_x , NO_2 , CO a prach), na dvoch z nich (Koliba a Podhradová) sa sledovala len úroveň znečistenia prízemným ozónom. V roku 2003 sa na 4 staniciach začali vykonávať merania benzénu. Okrem základných škodlivín sa na jednej stanici monitorovalo znečistenie H_2S . Súbežne sa na 21 odberových miestach vykonávali analýzy ťažkých kovov (Pb, As, Ni, Cd). V súlade s požiadavkami zákona o ovzduší bolo územie SR rozdelené do 8 zón a 2 aglomerácií. Hranice zón sú identické s hranicami krajov, pričom z Bratislavského a Košického kraja sú vybrané územné celky Bratislavy a Košíc, ktoré sa posudzujú samostatne ako aglomerácie.

2.2 CHARAKTERISTIKA ZÓN A AGLOMERÁCIÍ, KDE SA MONITORUJE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA



AGLOMERÁCIA BRATISLAVA

ROZLOHA: 368 km² POPULÁCIA: 452 053

Charakteristika oblasti

Bratislava

Bratislava sa rozprestiera na ploche 370 km² na obidvoch stranách Dunaja, na rozhraní Podunajskej roviny, Malých Karpát a Borskej nížiny v nadmorskej výške 130 až 514 m. Veterné pomery oblasti sú ovplyvnené svahmi Malých Karpát, ktoré zasahujú do severnej časti mesta. Orografické efekty zvyšujú rýchlosť vetra z prevládajúcich smerov. Na ventiláciu mesta priaznivo pôsobia vysoké rýchlosti vetra, ktoré v Bratislave dosahujú v celoročnom priemere viac ako 5 m.s⁻¹. Vzhľadom na prevládajúce severozápadné prúdenie je mesto výhodne situované k najväčším zdrojom znečistenia, ktoré sú sústredené na relatívne malom území medzi južným a severovýchodným okrajom Bratislavy. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia má chemický priemysel, energetika a automobilová doprava. Významným druhotným zdrojom znečistenia ovzdušia v meste je sekundárna prašnosť ktorej úroveň závisí od meteorologických činiteľov, zemných a poľnohospodárskych prác a charakteru povrchu.

Umiestnenie staníc

Bratislava - Koliba

Stanica sa nachádza v areáli Slovenského hydrometeorologického ústavu v nadmorskej výške 287 m. Je umiestnená mimo hlavných mestských zdrojov znečistenia, v oblasti s riedkou zástavbou rodinných domov. Nakoľko sa nejedná o typickú mestskú pozadovú stanicu, zo škodlivín sa sleduje len úroveň znečistenia prízemným ozónom.

Bratislava - Mamateyova

Stanica sa nachádza 4 km južne od stredu mesta v sídlisku medzi panelovou zástavbou v tesnej blízkosti stredne frekventovanej komunikácie. Medzi hlavné zdroje znečistenia patrí najmä doprava, energetické zdroje a pri východnom smere vetra je lokalita znečisťovaná exhalátmi z petrochemického komplexu Slovnaft, a. s.

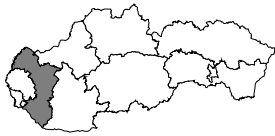
Bratislava - Trnavské mýto

Lokalita je považovaná za stred sledovaného územia. Stanica je umiestnená v blízkosti frekventovanej križovatky, Šancová ulica - Vajnorská ulica. Reprezentuje lokalitu extrémne zaťaženu emisiami z automobilovej dopravy.



Bratislava - Kamenné námestie

Stanica je umiestnená v centre mesta pri obchodnom dome TESCO, v oblasti s vysokou hustotou osobnej automobilovej dopravy. Poloha reprezentuje starú časť mesta, ktorá nie je v plnom rozsahu plynofikovaná. Pri juhovýchodnom prúdení vetra je lokalita znečisťovaná najväčšími zdrojmi emisií exhalátov najmä zo Slovnaftu, a. s.



ZÓNA TRNAVSKÝ KRAJ

ROZLOHA: 4148 km² POPULÁCIA: 547173

Charakteristika oblasti

Senica

Mesto sa nachádza v južných svahoch Myjavskej pahorkatiny v nadmorskej výške 208 m. Zo západnej a čiastočne aj zo severnej strany je oblasť ohraničená Malými Karpatmi. Otvorená je len pozdĺž rieky Myjavy z východnej strany, odkiaľ zasahuje výbežok Záhorskej nížiny. Z hľadiska rozptylu a prenosu exhalátov sú veterné pomery pri prevládajúcom severozápadnom prúdení priaznivé, nakoľko sú spojené s relatívne vyššími rýchlosťami vetra. Hlavný podiel na znečisťovaní mesta má chemický priemysel (Slovenský hodváb, š. p.), energetika a doprava.

Trnava

Trnava - jedno z najvýznamnejších miest Slovenska, leží v centre Trnavskej pahorkatiny, v nadmorskej výške 146 m, vo vzdialenosti 45 km od hlavného mesta Slovenskej republiky, Bratislavy. Od roku 1996 je Trnava krajským mestom, v ktorom žije takmer 70 000 obyvateľov. Prevládajúcim prúdením je severozápadné a druhú najvyššiu časť dosahuje prúdenie z juhovýchodu. Ide relatívne o dobre ventilovanú oblasť s relatívne nízkym výskytom bezvetria.



Umiestnenie stanice

Senica

Stanica sa nachádza v tesnej blízkosti autobusovej zastávky, pozdĺž hlavnej trasy v smere Kúty - Trnava – Hodonín.

Trnava

Stanica sa nachádza na križovatke ulíc Dohnányho a Kollárova, asi 2 m od okraja cesty v oblasti vysoko exponovanej emisiami z automobilovej dopravy.



ZÓNA NITRIANSKY KRAJ

ROZLOHA: 6343 km² POPULÁCIA: 718358

Charakteristika oblasti

Nitra

Väčšina kraja zasahuje do Podunajskej nížiny a celý región sa vyznačuje malými výškovými rozdielmi tvorenými Podunajskou pahorkatinou v severovýchodnej časti. Prevláda prúdenie zo severovýchodu a juhovýchodu s relatívne nízkym počtom bezveterných situácií.

Umiestnenie stanice

Nitra

Stanica sa nachádza na križovatke ulice Štúrova a Štefánika trieda, v tesnej blízkosti od oboch komunikácií v oblasti z vysokou hustotou dopravy.





ZÓNA BANSKOBYSTRICKÝ KRAJ

ROZLOHA: 9455 km² POPULÁCIA: 664072

Charakteristika oblasti

Banská Bystrica

Mesto sa nachádza v Bystrickom podolí, ktoré je severnou časťou Zvolenskej kotliny zo severu ohraničené Starohorskými vrchmi, zo severovýchodu Horehronským podolím a z juhovýchodu Kremnickými vrchmi. Podľa klimateckej klasifikácie patrí lokalita v rámci Slovenska do mierne teplej, vlhkej oblasti s chladnou zimou. Priemerná ročná teplota je tu 8,0°C. Prevládajúce prúdenie vzduchu je zo severu a severovýchodu s priemernou rýchlosťou 2,1 m.s⁻¹ s približne 33% výskytom inverzií v údolných polohách. Na znečistenie ovzdušia má vplyv jednak drevársky priemysel s emisiami prašnosti, ale aj veľký počet lokálnych tepelných zdrojov. Na vysokej úrovni znečistenia v centre mesta má podiel aj značná intenzita dopravy.

Žiar nad Hronom

Oblasť Žiarskej kotliny je uzavretá z viacerých strán. Na juhozápade kotlinu ohraničuje Pohronský Inovec, na západe až severe Vtáčnik a Kremnické vrchy a na východe až juhovýchode Štiavnické vrchy. Oblasť sa vyznačuje veľmi nepriaznivými meteorologickými podmienkami vzhľadom na úroveň znečistenia prízemnej vrstvy ovzdušia priemyselnými exhalátmi. V dôsledku zmeny technológie výroby hliníka došlo k poklesu emisií fluóru, ale zvýšili sa množstvo emisií oxidov uhlíka. Priemerná ročná rýchlosť vzduchu zo všetkých smerov je 1,8 m.s⁻¹, čo je približne 3-krát nižšia hodnota ako v Bratislave. Najvyššiu početnosť v roku má východný a severozápadný smer vetra. Najväčší podiel na znečistení ovzdušia má výroba hliníka a energie.

Hnúšťa

Oblasť sa nachádza v doline rieky Rimavy. Pozdĺž pomerne úzkej doliny sa tiahnu jednotlivé pohoria s relatívne veľkým prevýšením. Krátkodobé merania potvrdzujú predpokladané nízke rýchlosti prúdenia vzduchu v priemere cca 1,5 m.s⁻¹ a značný výskyt bezvetria.

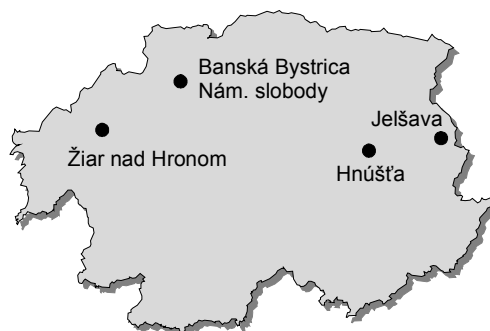
Jelšava

Jelšava sa nachádza v oblasti, ktorá leží v južnej časti Jelšavského pohoria na severovýchode ohraničeného masívom Hrádku, na juhozápade Železnickým predhorím a na juhu uzavretého Jelšavským krasom. Ide o značne členité prostredie pozdĺž stredného toku Muráňa s orientáciou severozápad - juhovýchod. Prúdenie vzduchu je určované smerovaním údolia rieky Muráň s relatívne malou priemernou ročnou rýchlosťou 2,5 m.s⁻¹. Členitý horský terén dáva predpoklad k vzniku častých prízemných nočných inverzií a k tomuto čiastočne prispieva aj ohraničenie údolia masívami Skalky a Slovenskej skaly. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia majú Slovenské magnezitové závody v Jelšave a Lubeníku severozápadne od mesta a drobné lokálne vykurovacie systémy, ktoré sú prevažne plynofikované.

Umiestnenie staníc

Banská Bystrica - Nám. slobody

Stanica je umiestnená v centre mesta 100 m od miestnej komunikácie s vysokou intenzitou dopravy, vo vzdialenosti približne 50 m od jedno a dvojpodlažnej sídliskovej zástavby. Stanica sa nachádza v údolnej časti mesta so zhoršenými rozptylovými podmienkami.



Žiar nad Hronom

Stanica je umiestnená na rozhraní zástavby z obytných 4-poschodových domov a voľného priestranstva zvažujúceho sa smerom dolu od stanice vedľa meteorologickej stanice.

Hnúšťa

Stanica je umiestnená na severnom okraji mesta, asi 100 m od štátnej cesty č. 531, na otvorenom priestranstve.

Jelšava

Stanica je umiestnená v okrajovej časti mesta, v areáli MŠ, na kopci, ktorý je otvorený smerom k hlavnému znečisťovateľovi (SMZ Jelšava) z jednej strany. Z druhej strany sa nachádza vo vzdialenosti približne 100 m obytná zástavba sídliskového typu.



ZÓNA TRENČIANSKY KRAJ

ROZLOHA: 4502 km² POPULÁCIA: 608990

Charakteristika oblasti

Horná Nitra

Sledovaná oblasť zahŕňa časť Hornonitrianskej kotliny od Prievidze po Bystričany. Prúdenie vzduchu je značne ovplyvnené orografiou a orientáciou kotliny. Najčastejšie sa vyskytujú vetry zo severného a severovýchodného smeru. Na nevhodné podmienky pre rozptyl a prenos exhalátov poukazuje aj nízka hodnota priemernej ročnej rýchlosti vetra 2,3 m.s⁻¹. Dominantný podiel na znečistení ovzdušia v oblasti má energetika, menšie množstvá exhalátov emitujú zdroje chemického priemyslu a lokálne kúreniská. Veľký podiel na vysokej úrovni znečistenia v tejto oblasti má nízka kvalita palivovo-energetických zdrojov. Využívané uhlie, okrem síry, obsahuje najmä arzén.

Umiestnenie staníc

Prievidza

Stanica je umiestnená v centre mesta na ploche v blízkosti 4-poschodových obytných domov a budov podobnej výšky. V blízkosti stanice vedie málo frekventovaná cesta. Od roku 2004 prebieha v tesnej blízkosti AMS výstavba polyfunkčného objektu s plánovaným termínom ukončenia v roku 2007.

Handlová

Stanica je umiestnená v oblasti s prevládajúcou individuálnou zástavbou. Medzi najväčšie zdroje emisií patria energetické zdroje a priemysel.

Bystričany

Stanica je umiestnená v transformovne VVN patriacej SSE, na ploche vysadenej ovocnými stromami. Najväčší zdroj znečistenia Elektrárň Nováky (ENO) sa nachádza 1,5 km od monitorovacej stanice.





ZÓNA ŽILINSKÝ KRAJ

ROZLOHA: 6788 km² POPULÁCIA: 682983

Charakteristika oblasti

Ružomberok

Lokalita mesta zahrňuje územie západnej časti Liptovskej kotliny na sútoku rieky Váh s Revúcou a Likavkou. Hranicou na západe je pohorie Veľkej Fatry, na severe Chočské pohorie a na juhu Nízke Tatry. Klimaticky je lokalita charakterizovaná ako chladnejšia s priemernou ročnou teplotou 7,1°C. Najčastejšie prúdenie vzduchu je zo západu s priemernou rýchlosťou 1,6 m.s⁻¹. Znečistenie ovzdušia klasickými škodlivinami je spôsobené prevádzkou teplárenskej technológie. Najväčší priemyselný zdroj predstavujú Severoslovenské celulóžky a papierne. Značný podiel na tomto znečistení majú aj malé lokálne zdroje. Špecifické znečistenie ovzdušia je spôsobené zmesou prevažne organosírných zlúčenín epizódne unikajúcich z technológie výroby celulózy.

Žilina

Mesto Žilina sa rozprestiera v údolí stredného Váhu v doline na strednom Považí. Žilinská kotlina patrí medzi kotliny stredne vysoko položeného stupňa. Z východu zasahuje do oblasti Malá Fatra, z juhu Biele Karpaty a zo severozápadu pohorie Javorníky. Územie patrí podľa klimatickej charakteristiky do mierne teplej oblasti. V oblasti kotliny je po celý rok zvýšená relatívna vlhkosť vzduchu, je to oblasť s najväčším počtom dní v roku s hmlou. Charakteristická je tu slabá veternosť s priemernou rýchlosťou vetra 1,3 m.s⁻¹ a výskytom bezvetria až 60%. Z hľadiska potenciálneho znečistenia ovzdušia sú veterné pomery v Žilinskej kotline veľmi nepriaznivé a relatívne menšie zdroje exhalátov vedú k vysokej úrovni znečistenia v prízemnej vrstve. Znečistenie ovzdušia je spôsobené jednak klasickými škodlivinami z miestnej teplárne Slovenských energetických závodov, ale participujú na ňom aj miestne chemické prevádzky a najmä v centre mesta intenzívna doprava.

Martin

Mesto Martin sa nachádza v Turčianskej kotline na sútoku riek Turiec a Váh, obkolesené pohoriami Veľkej a Malej Fatry. Oblasť kotliny, nachádzajúcej sa medzi vysokými pohoriami, má nepriaznivé klimatické pomery z hľadiska rozptylu emisií znečisťujúcich látok. Časté inverzie, nízka hodnota priemernej rýchlosti vetra 2,8 m.s⁻¹ a vysoká relatívna vlhkosť sa podieľajú na zvýšených koncentráciách imisíí oxidov dusíka, oxidov síry a polietavého prachu. K najväčším zdrojom emisií patrí strojárnska výroba, miestne teplárne Stredoslovenských energetických závodov a automobilová doprava.

Umiestnenie staníc

Žilina - Veľká Okružná

Stanica je umiestnená v centre mesta v stredne hustej zástavbe 1 až 5-poschodových budov, 10 m od frekventovanej komunikácie.

Žilina - Vlčince

Stanica sa nachádza v severovýchodnej časti mesta na sídlisku Vlčince, vo vzdialenosti cca 0,7-1,5 km od priemyselnej zóny mesta. Poloha je otvorená vo všetkých smeroch a reprezentatívna na meranie smeru a rýchlosti vetra.

Ružomberok – Riadok

Stanica je umiestnená v záhradke MŠ v blízkosti miestnej komunikácie. V okolí prevláda zástavba panelových domov (cca 7 poschodových). Najväčší zdroj znečistenia SCP Ružomberok sa nachádza severovýchodne od monitorovacej stanice. V SCP bola zmenená technológia výroby.



Martin

stanica je umiestnená 5 m od frekventovanej štvorprúdovej hlavnej cesty, oproti Fakultnej nemocnici, blízko centra mesta. V okolí prevláda zástavba nízkych domov.



ZÓNA PREŠOVSKÝ KRAJ

ROZLOHA: 8993 km² POPULÁCIA: 763911

Charakteristika oblasti

Prešov

Prešov sa nachádza v severnom výbežku Košickej kotliny. Okolité hory Šarišskej vrchoviny a Slánskeho pohoria dosahujú 300-400 m n. m. Najvyšší vrch Stráža, nachádzajúci sa na sever od mesta, chráni mesto pred vpádom studeného arktického vzduchu. Mesto leží na svahu obrátenom na juh, a tak je zabezpečený aj odtok chladného vzduchu, ktorý sa pri bezvetří usadzuje na dne kotliny. V priebehu roka prevláda severné prúdenie vzduchu, ktoré je aj najsilnejšie. Vedľajšie maximum prúdenia vzduchu pripadá na južný smer. V dôsledku rozširovania údolia v sútoku Sekčova do Torysy je zabezpečená dobrá ventilácia mesta. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia mesta majú mestské kotolne, väčšinou bez odľučovacej techniky, automobilová doprava, ako aj sekundárna prašnosť.

Humenné

Humenné leží v doline Laborca, ktorá je zo severu chránená širokým pásmom Karpát a z juhu pohorím Vihorlat. Dolina má severovýchodnú orientáciu. Vzhľadom na komplikovanosť orografie nie je jednoznačne vyhranení prevládajúci smer vetra. Početnosť bezvetria je relatívne vysoká. Hlavný zdroj znečistenia ovzdušia lokality predstavuje miestny chemický priemysel.

Vranov

Vranov sa nachádza v údolí rieky Topľa, ktoré prechádza do Východoslovenskej nížiny. Lokalita je zo západu ohraničená Slánskymi vrchmi a zo severu širokým pásmom Karpát. Prúdenie vzduchu je určené severozápadnou orientáciou údolia rieky Topľa. Hlavným zdrojom znečistenia ovzdušia lokality je miestny drevospracujúci priemysel a lokálne vykurovacie systémy.

Umiestnenie staníc

Prešov - Sídliisko III

Stanica sa nachádza vo voľnom priestranstve v blízkosti nákupného stredu, na rozhraní nového sídliska a severozápadnej časti historického jadra mesta. V blízkosti asi 50 m vedie hlavná dopravná tepna smerom na Levoču a asi 1000 m severne je lokalizovaná mestská kotolňa na plyn. Západne od stanice je parkovisko nákupného centra a cca 100m vzdialená križovatka už spomínanej komunikácie.

Prešov - Solivar

Stanica je umiestnená v juhovýchodnej časti mesta. Nachádza sa na voľnom priestranstve v nízkej zástavbe v blízkosti križovatky ulíc Solivarská a Generála Petrova z pomerne hustou automobilovou premávkou, medzi dvoma sídliskami, ktoré sú vykurované miestnymi plynovými kotolňami



Humenné

Stanica sa nachádza v južnej časti centra mesta na okraji pešej zóny s minimálnou automobilovou dopravou (parkovanie 50-100 m od AMS). Okolité objekty sú napojené na centrálnu vykurovanie. Najvýznamnejší zdroj znečistenia ovzdušia - Chemes Humenné je umiestnený približne 2 km západne od AMS.

Vranov nad Topľou

Stanica sa nachádza v centre mesta pred Domom kultúry asi 2 km severozápadne od závodu Bukóza Vranov. Okolité zástavby predstavujú 3 až 4-poschodové obytné domy pozdĺž hlavnej cesty vzdialenej asi 30 m od stanice.



ZÓNA KOŠICKÝ KRAJ

ROZLOHA: 6508 km² POPULÁCIA: 512934

Charakteristika oblasti

Kropachy

Kropachy sa nachádzajú v údolnom systéme s dobre vyvinutou miestnou cirkuláciou vzduchu. Južná časť mesta leží v údolí Slovinského potoka s okolitými prevýšeniami až 350 m. Severná časť mesta sa nachádza v údolí Hornádu, ktoré má východozápadnú orientáciu. Prúdenie vzduchu je určené orientáciou údolia. Priemerná ročná rýchlosť vetra je nízka a dosahuje hodnotu 1,4 m.s⁻¹. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia majú severovýchodne lokalizované Kovohuty v Kropachoch a miestne vykurovacie systémy.

Strážske

Strážske sa nachádza na východ od Vihorlatu v severnej časti Východoslovenskej nížiny v priestore tzv. Brekovskej brány, kde je orograficky zosilnená rýchlosť prúdenia vzduchu, a to najmä zo severného kvadrantu. Priemerná rýchlosť vetra je 3,4 m.s⁻¹. Rýchlosť vetra sa vyznačuje výrazným denným chodom s minimom v nočných hodinách. Hlavný zdroj znečistenia lokality predstavuje miestny chemický priemysel.

Košice - Veľká Ida

Košice - Veľká Ida sa nachádza na rozhraní Košickej kotliny a Moldavskej nížiny. Lokalita je ohraničená na juhu Abovskými vrchmi, zo západu Slovenským krasom a zo severu Slovenským rudohorím. Smerom na západ sa nachádza údolie Hornádu. Prevládajúci smer vetra je severovýchodný, resp. juhozápadný. Priemerná rýchlosť za rok je 2,5 m.s⁻¹. Hlavným zdrojom znečisťovania ovzdušia je blízky hutný kombinát a rozsiahle skládky kombinátu.

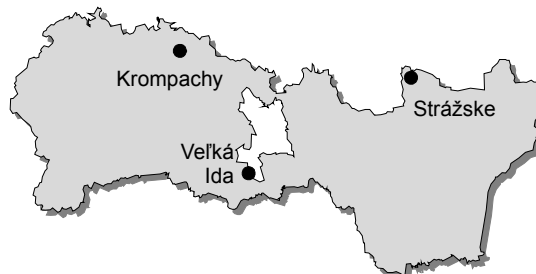
Umiestnenie staníc

Kropachy

Stanica sa nachádza v údolí Slovinského potoka na západnom okraji mesta mimo frekventovaných komunikácií, 2 km juhozápadne od závodu Kovohuty Kropachy. Okolitú zástavbu predstavujú radové viacpodlažné domy, ktoré spolu s vyvýšeninou na západnej až severozápadnej strane tvoria akoby kotlinu širokú cca 50 m. Južne až juhozápadne vo vzdialenosti cca 250 m je nákupné centrum a škola. Je to údolná poloha so zvýšeným výskytom inverzií.

Strážske

Stanica sa nachádza na relatívne voľnom priestranstve, na západnom okraji mesta na sídlisku, v blízkosti lokálnej plynovej kotolne, asi 1 km východo-juhovýchodne od závodu Chemko Strážske. V blízkosti stanice vedie cesta do Vranova nad Topľou, ktorá je od stanice cca 50 m južne, oddelená vysokou mestskou zeleňou.



Košice - Veľká Ida

Stanica je umiestnená v juhovýchodnej časti obce Veľká Ida, v blízkosti USS na relatívne otvorenom priestranstve. Južne od stanice je už rekultivovaná skládka – halda USS a rodinné domy, prevážne už plynofikované. Zo západnej strany cca 10 m vedie miestna, prašná komunikácia. Severo-severovýchodne cca od 1000 m sa začína areál USS, v tomto smere sú umiestnené prevádzky koksovni, dechdodolomity, aglomeračných liniek. Viac na sever sú vysoké pece a v severnom až severozápadnom smere sú umiestnené prevádzky oceliarní.



AGLOMERÁCIA KOŠICE

ROZLOHA: 245 km² POPULÁCIA: 240915

Charakteristika oblasti

Košice

Mesto Košice sa rozprestiera v údolí Hornádu a okolia, podľa geometrického členenia patrí do pásma vnútorných Karpát. Z juhozápadu zasahuje do oblasti Slovenský kras, na severe sa rozkladá Slovenské rudohorie, na východe Slánske vrchy. Medzi týmito pohoriami sa rozkladá Košická kotlina. Usporiadanie pohorí ovplyvňuje klimatické pomery oblasti. Prevládajúce prúdenie zo severu sa vyznačuje relatívne vyššími rýchlosťami, ktoré v priemere dosahujú hodnotu 5,7 m.s⁻¹. Priemerná rýchlosť v roku zo všetkých smerov je 3,6 m.s⁻¹. Najväčší podiel na znečistení v oblasti má ťažký priemysel, najmä strojárstvo, hutníctvo a metalurgia. Menšie množstvá exhalátov emitujú energetické zdroje, z ktorých sú významné mestské teplárne a lokálne kotelne.

Umiestnenie staníc

Košice - Štúrova

Stanica reprezentuje stred mesta. Je umiestnená na otvorenom priestranstve v strede Námestia osloboditeľov na parkovisku, v blízkosti symbolického cintorína so stromovou zeleňou. Od stanice severne asi 15 m a južne asi 50 m sú komunikácie vnútorného okruhu, ktoré vedú východo-západným smerom. V blízkosti stanice nie je žiadny významný zdroj znečistenia.



Košice - Strojárska

Stanica reprezentuje severnú časť historického mesta. Je umiestnená vedľa radnice v husto zastavanej časti mesta asi 50 m od okolitých budov a vzdialená od cesty vnútorného okraja približne 15 m, oddelená vysokou stromovou zeleňou. Tesne pred stanicou je parkovisko. Pri južnom prúdení vetra je táto lokalita exponovaná výfukovými plynmi z premávky automobilov na Moyzesovej ulici.

Košice - Podhradová

Stanica je umiestnená v areáli pracoviska SHMÚ na relatívne otvorenom priestranstve na severnom okraji sídliska Podhradová a aj samotného mesta. Od roku 2000 sa na stanici sleduje len úroveň znečistenia prízemným ozónom.

Tab. 2.1 Zemepisné súradnice monitorovacích staníc a zoznam monitorovaných škodlivín - 2003

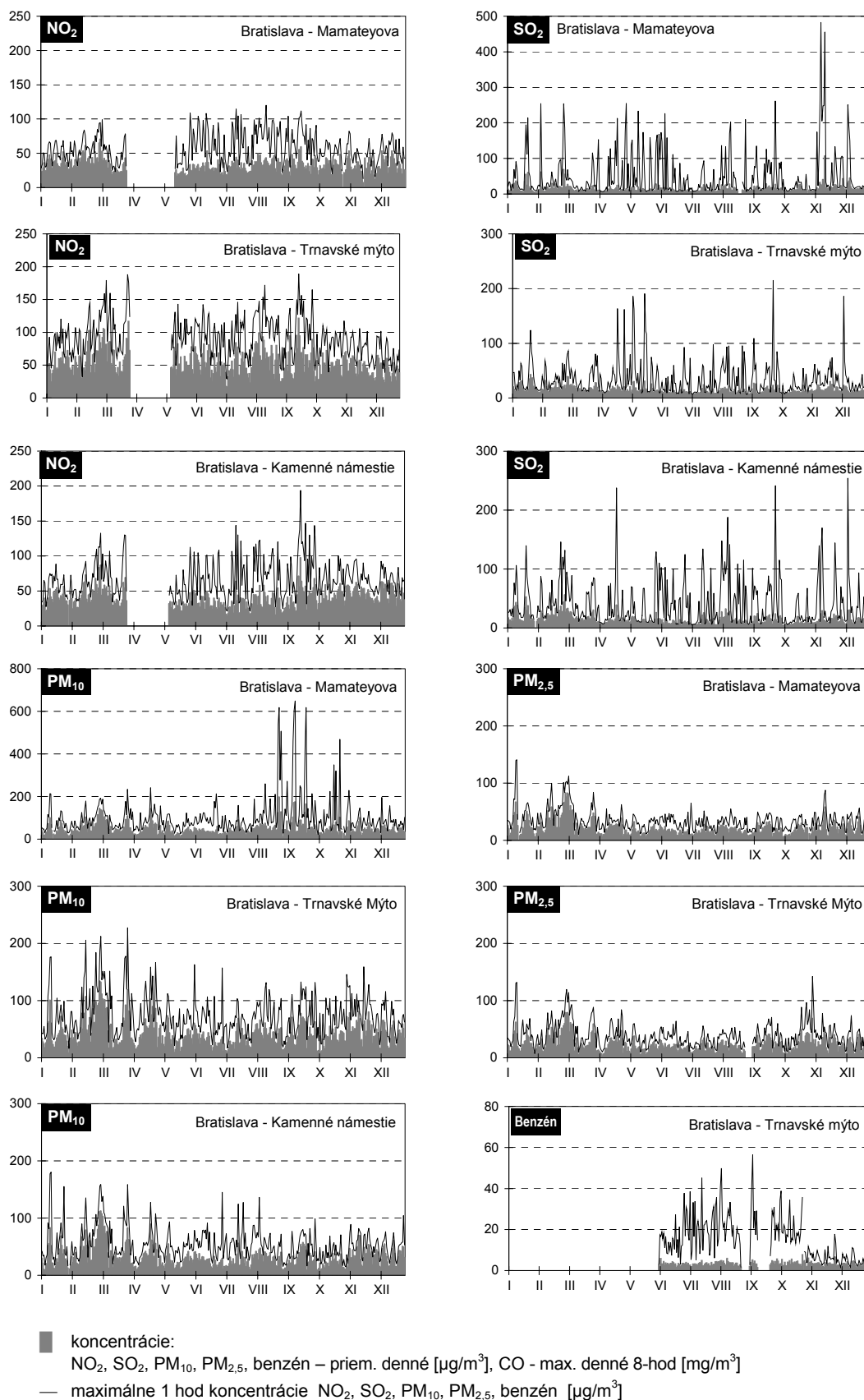
AGLOMERÁCIA/ zóna		Zemepisná dĺžka	Zemepisná šírka	Nadmorská výška [m]	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	CO	H ₂ S	Benzén	Pb
BRATISLAVA	Bratislava, Kamenné námestie	17°07'00"	48°08'45"	139	*	*	*						*
	Bratislava, Koliba	17°07'09"	48°10'20"	287					*				*
	Bratislava, Mamateyova	17°08'05"	48°07'43"	136	*	*	*	*	*	*			*
	Bratislava, Trnavské mýto	17°07'45"	48°09'32"	136	*	*	*	*		*		*	*
KOŠICE	Košice, Štúrova	21°15'47"	48°43'01"	199	*	*	*			*		*	*
	Košice, Strojárska	21°15'17"	48°43'37"	200	*	*	*	*		*			*
	Košice, Podhradová	21°14'45"	48°45'17"	248					*				
Trnavský kraj	Trnava	17°35'06"	48°40'02"	251	*	*	*			*		*	*
	Senica	17°21'48"	48°40'50"	212	*	*	*						*
Nitriansky kraj	Nitra	18°05'08"	48°18'28"	142	*	*	*			*		*	*
Trenčiansky kraj	Bystričany	18°31'00"	48°40'02"	251	*	*	*						
	Handlová	18°45'32"	48°44'00"	437	*	*	*						
	Prievidza	18°37'30"	48°45'11"	269	*	*	*	*	*				*
	Trenčín	18°02'00"	48°53'20"	210									*
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica, Nám.slobody	19°09'30"	48°44'12"	343	*	*	*		*	*			*
	Jelšava	20°14'18"	48°37'48"	255	*	*	*		*				*
	Hnúšťa	19°57'12"	48°35'04"	315	*	*	*		*				*
	Žiar nad Hronom	18°51'07"	48°35'17"	263	*	*	*		*	*			*
Žilinský kraj	Martin	18°55'26"	49°04'03"	396	*	*	*	*	*				*
	Ružomberok, Riadok	19°18'27"	49°04'32"	485	*	*	*		*		*		*
	Žilina, Veľká Okružná	18°44'18"	49°13'12"	390	*	*	*	*		*			*
	Žilina, Vlčince	18°46'20"	49°12'40"	368	*	*	*		*				*
Košický kraj	Krompachy	20°52'24"	48°55'04"	385	*	*	*						*
	Strážske	21°49'48"	48°52'21"	134	*	*	*						*
	Veľká Ida	21°10'34"	48°35'31"	207	*	*	*		*	*			*
Prešovský kraj	Humenné	21°53'08"	48°54'35"	160	*	*	*		*				*
	Prešov, Sídliisko III.	21°13'54"	49°00'03"	245	*	*	*						*
	Prešov, Solivar	21°15'59"	48°58'43"	255	*	*	*		*	*			*
	Vranov nad Topľou	21°41'26"	48°53'12"	128	*	*	*						*

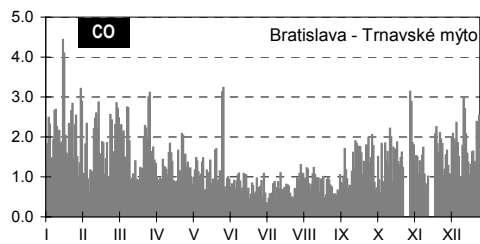
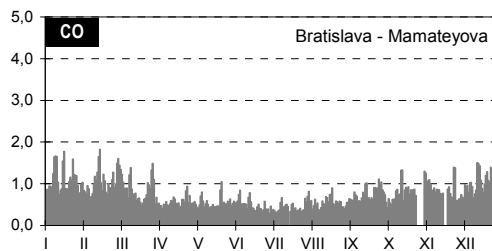
Tab. 2.2 Technické parametre meracích prístrojov

Meraná škodlivina	Princíp merania	Rozsah merania [mg/m ³]	Detekčný limit [µg/m ³]	Výrobca	Typ
SO ₂	UV - Fluorescencia	0...2,6	2,6	TEI	Model 43C
	UV - Fluorescencia	0...2,6	1,3	TELEDYNE Monitor Labs	ML 9850
	UV - Fluorescencia	0...2,6	1,3	TELEDYNE API	Model 100A
H ₂ S	UV - Fluorescencia	0...1,3	1,3	TELEDYNE Monitor Labs	ML9850 + ML 8770
NO, NO ₂ , NO _x	Chemilumiscencia	0...1,9	0,9	TEI	Model 42C
	Chemilumiscencia	0...1,9	< 0,9	TELEDYNE Monitor Labs	ML 9841
	Chemilumiscencia	0...1,9	< 0,9	TELEDYNE Monitor Europe	ML 9841B
	Chemilumiscencia	0...1,9	< 0,9	TELEDYNE API	Model 200A
CO	NDIR GFC	0...23,3	< 58,3	TEI	Model 48C
	NDIR GFC	0...23,3	< 11,7	TELEDYNE Monitor Labs	ML 9830
	NDIR GFC	0...23,3	< 11,7	TELEDYNE API	Model 300
Benzén	GC	0...0,162	0,3	Syntech Spectras	GC 855, GC 955
O ₃	UV - Fotometria	0...1	2	TEI	Model 49C
	UV - Fotometria	0...1	2	TELEDYNE Monitor Labs	ML 9810,9811
	UV - Fotometria	0...1	2	Horiba	APOA 360
	UV - Fotometria	0...1	2	TELEDYNE API	Model 400
PM ₁₀	Beta - Absorbcia	0...1000	10	VEREWA	F 701
	Beta - Absorbcia	0...1000	3	Thermo ESM Andersen	FH 62 I - R
PM _{2,5}	TEOM (Mikrováženie vo vľ elektrickom poli)	0...5000	1	Rupprecht & Patashnick	1400, 1400A, 1400AB

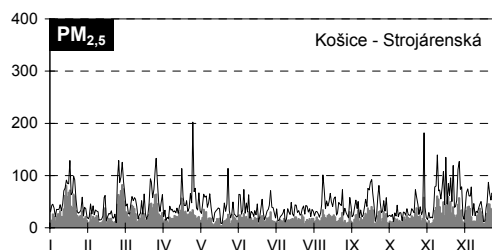
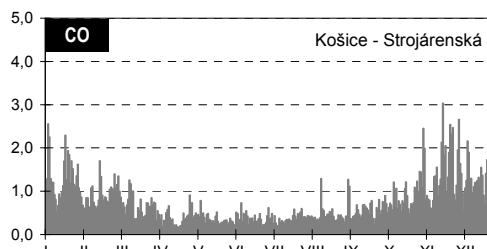
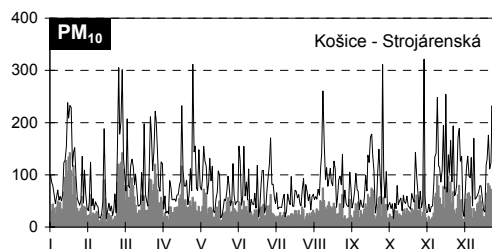
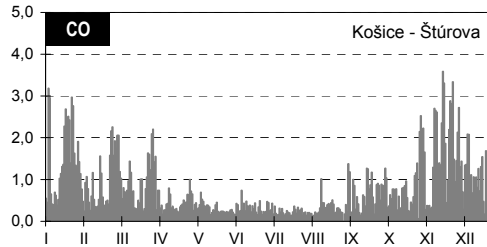
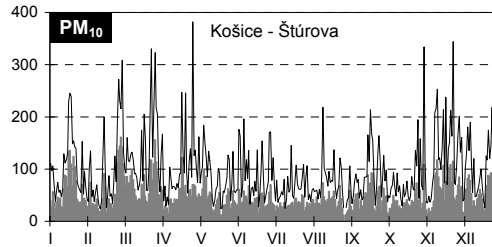
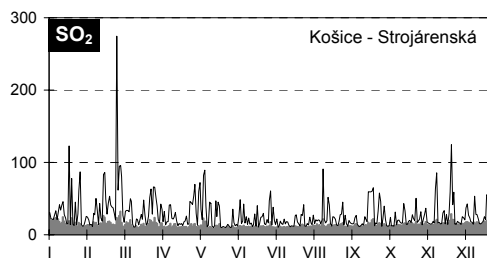
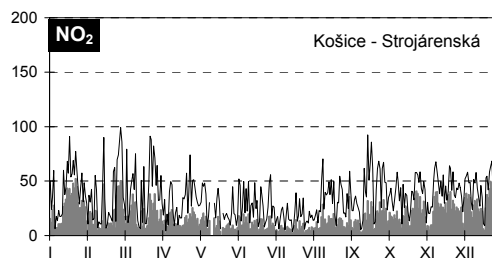
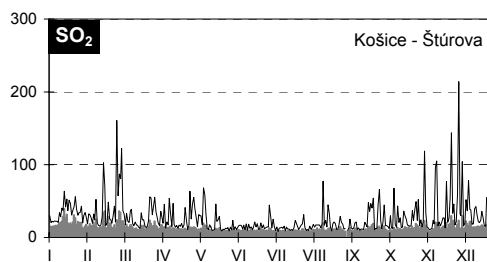
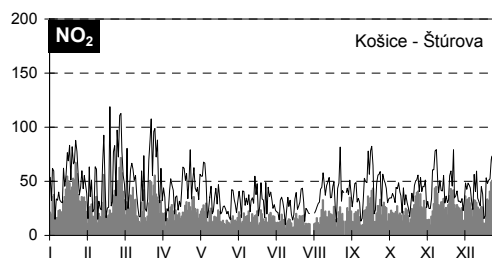
Všetky koncentrácie meraných škodlivín sú vyjadrené v µg.m⁻³ pri referenčných podmienkach(298°K a 101,3 kPa)

Obr. 2.1 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, CO a benzén – Aglomerácia Bratislava – 2003



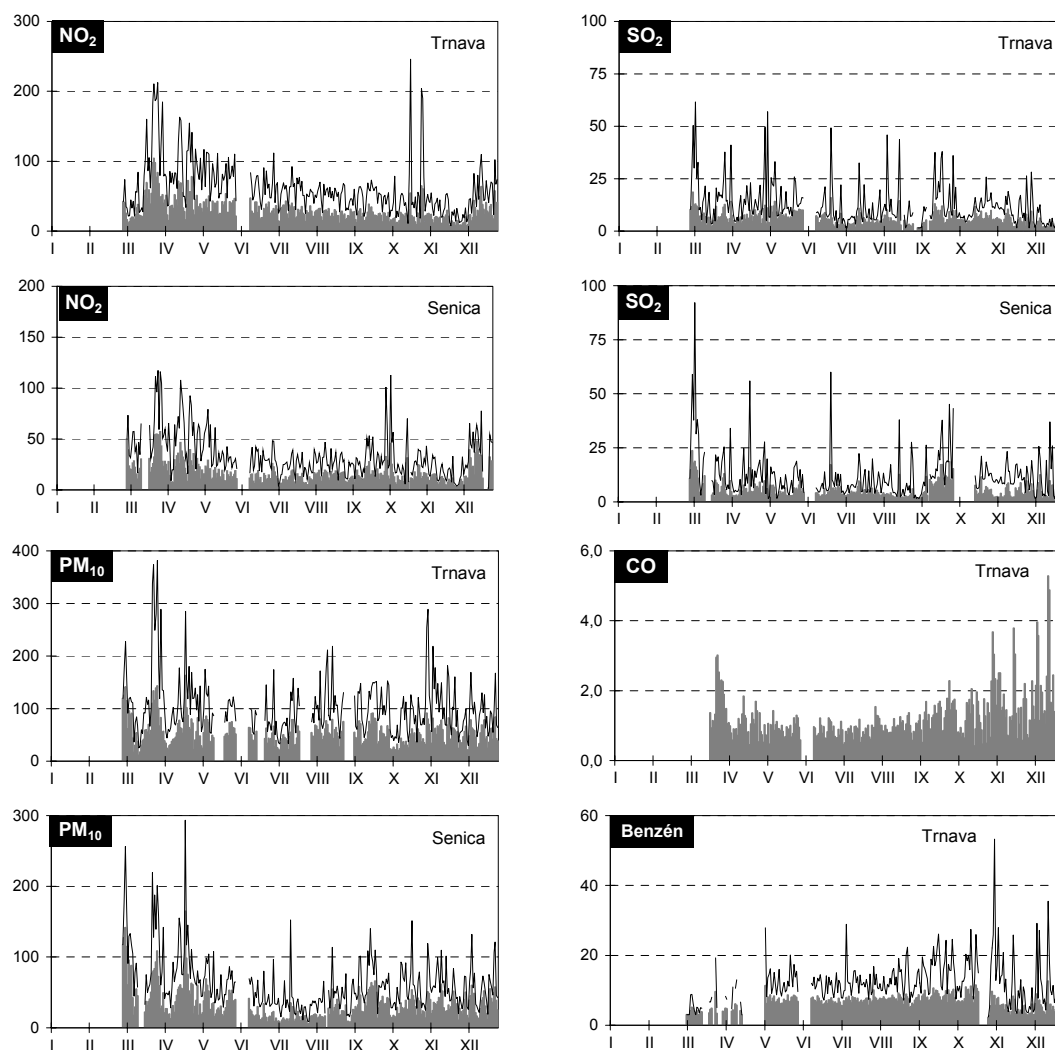


Obr. 2.2 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5} a CO – Aglomerácia Košice - 2003

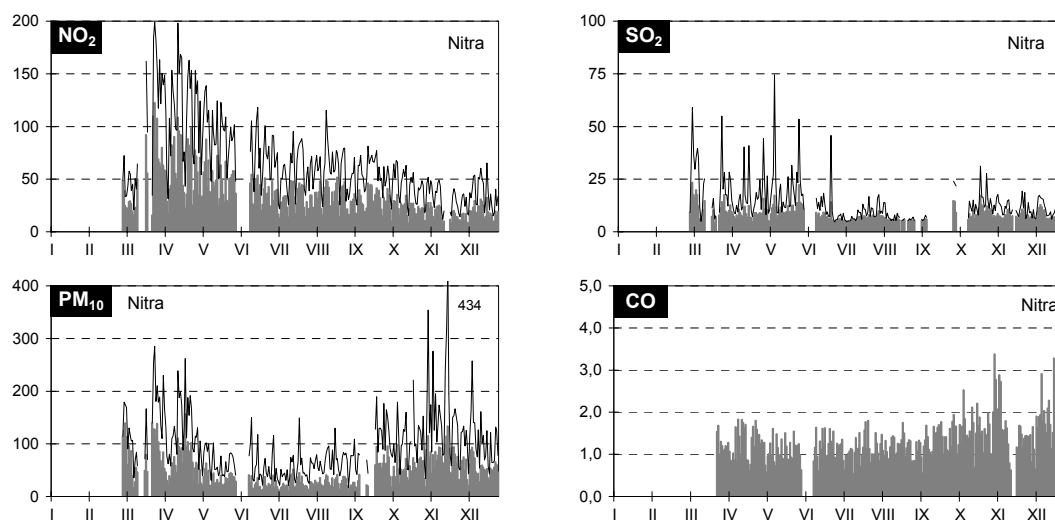


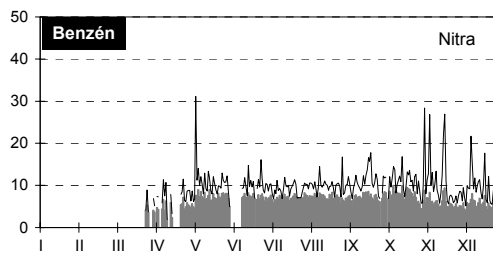
■ koncentrácie:
 NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5} - priemerné denné [µg/m³]
 CO - maximálne denné 8-hod [mg/m³]
 — maximálne 1 hod koncentrácie
 NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5} [µg/m³]

Obr. 2.3 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, CO a benzén – zóna Trnavský kraj - 2003



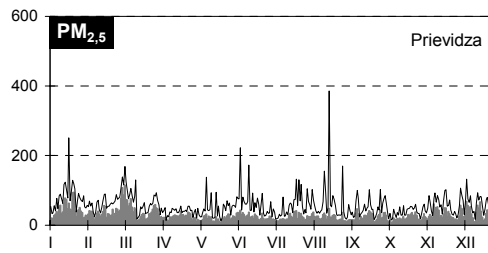
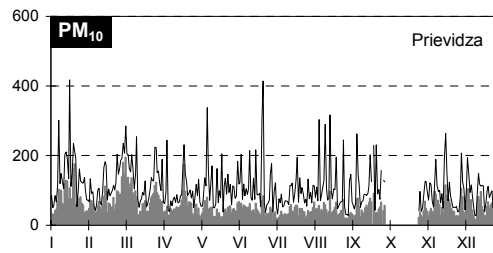
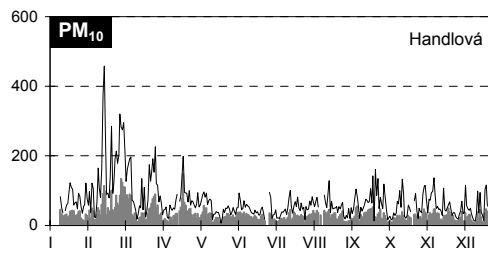
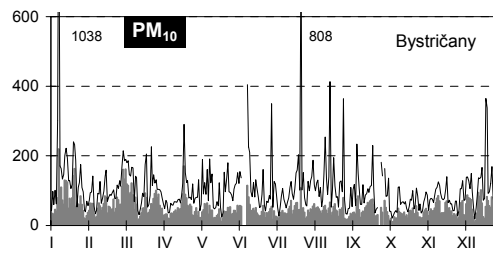
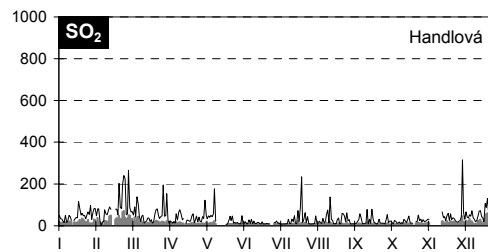
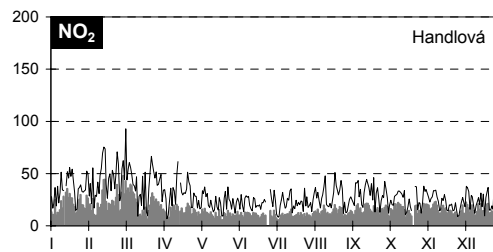
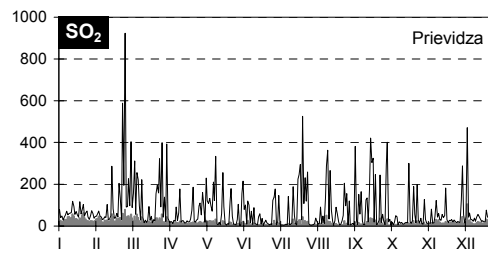
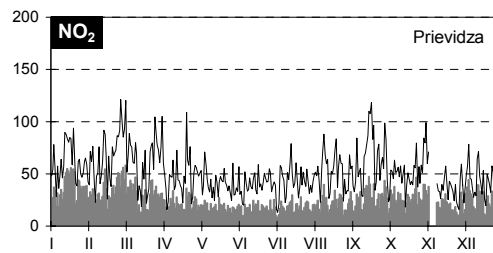
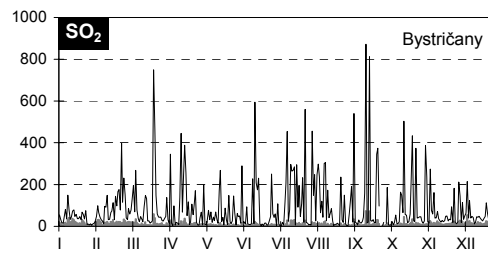
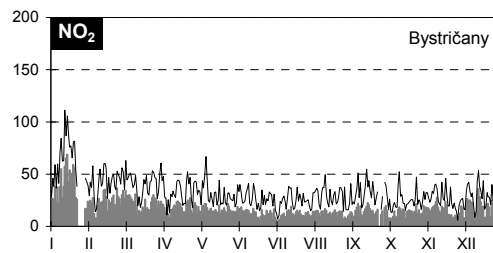
Obr. 2.4 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, CO a benzén – zóna Nitriansky kraj - 2003



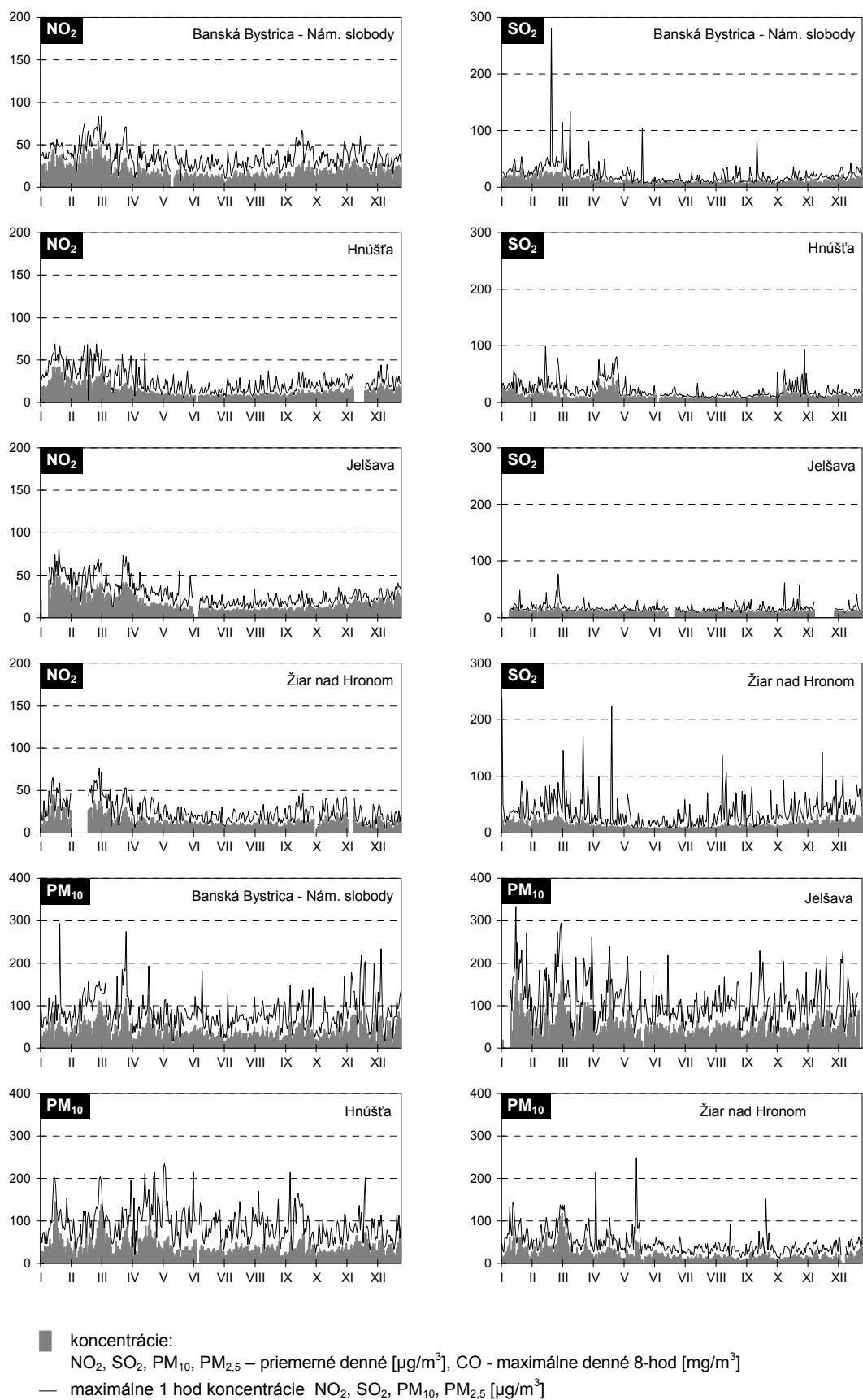


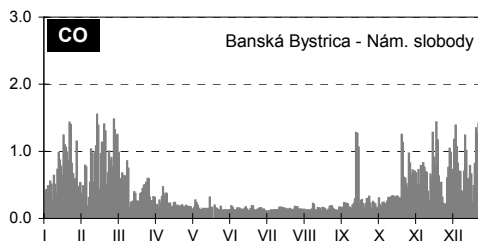
■ koncentrácie:
 NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén - priem. denné [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 CO - maximálne denné 8-hod [mg/m^3]
 — maximálne 1hod koncentrácie
 NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Obr. 2.5 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, O₃ a CO – zóna Trenčiansky kraj - 2003



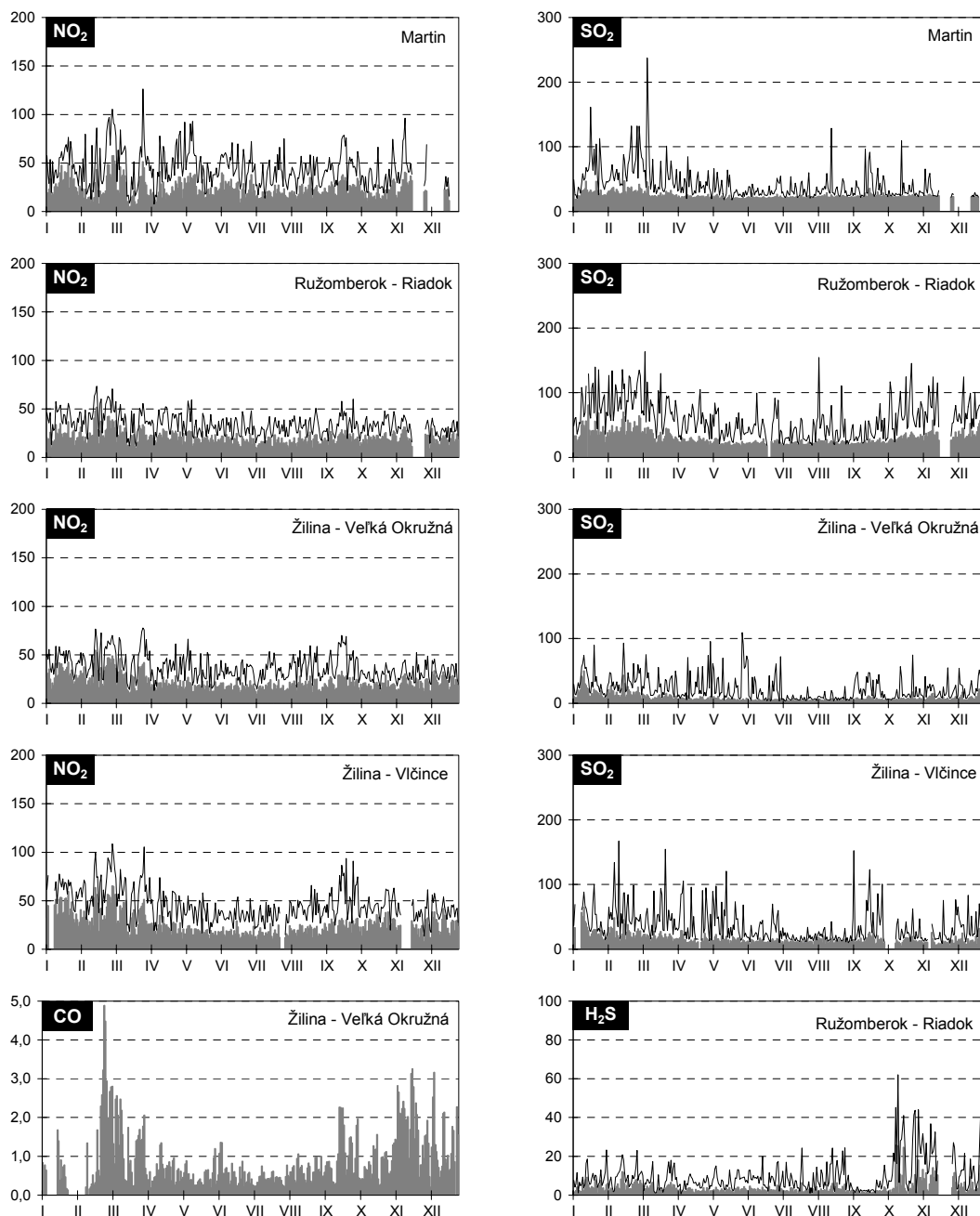
Obr. 2.6 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, CO – zóna Banskobystrický kraj – 2003

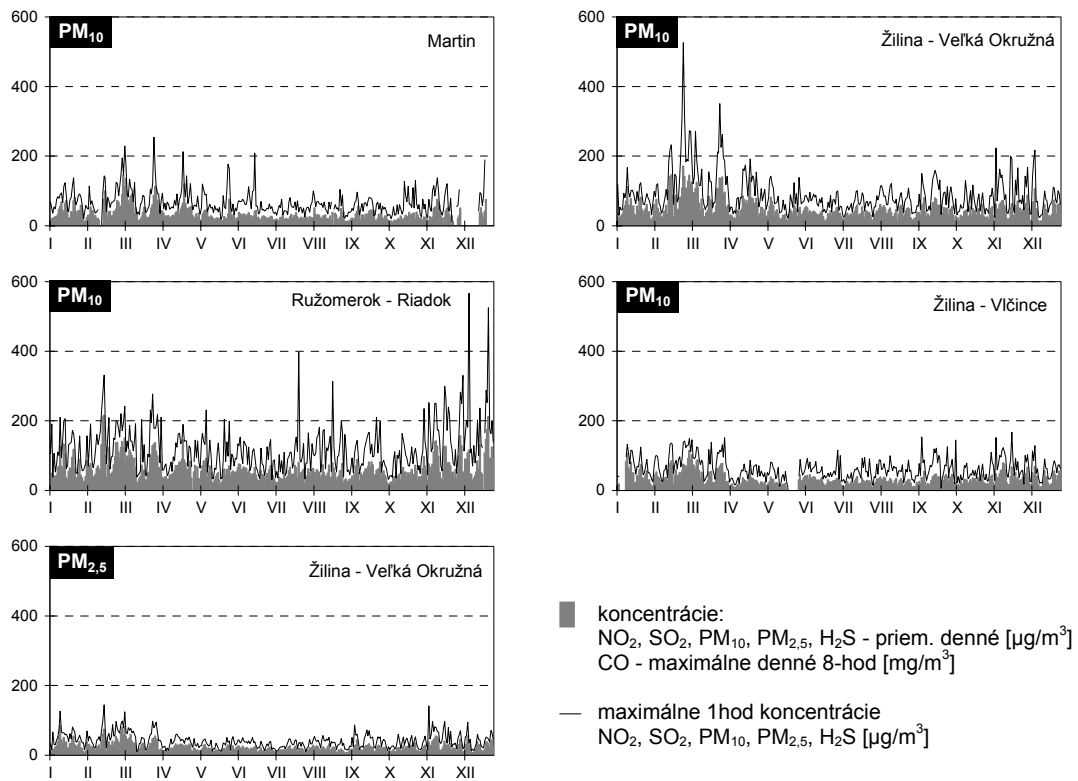




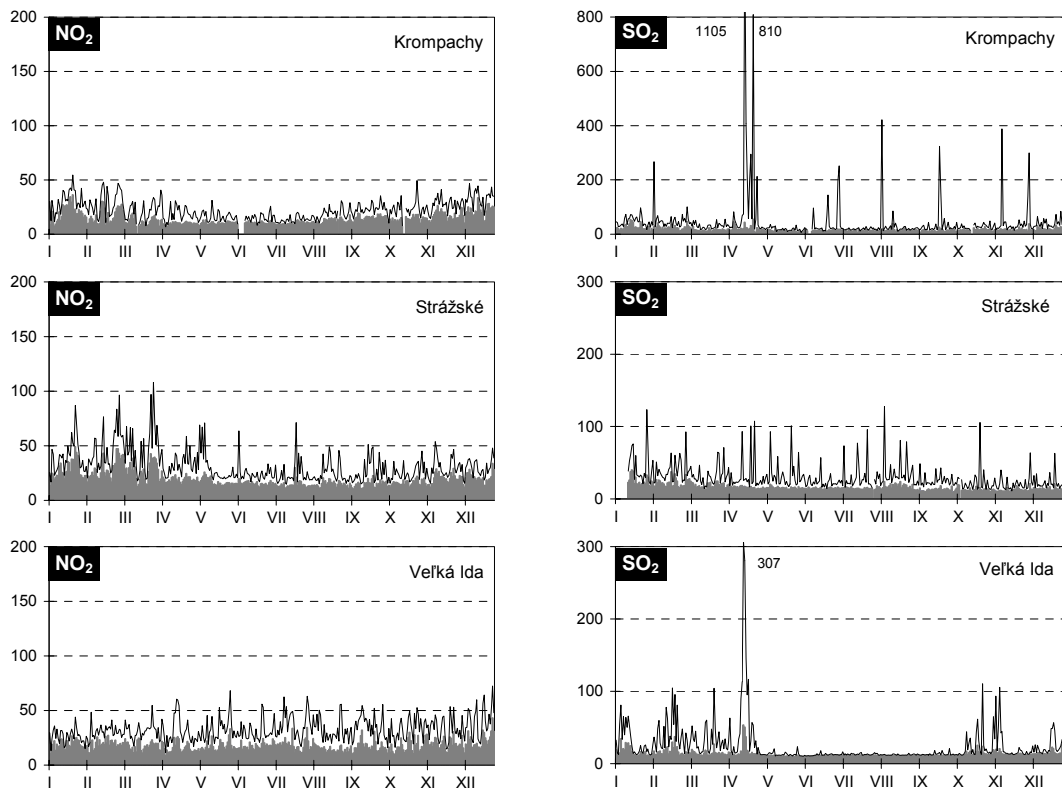
■ koncentrácie:
 NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén - priem. denné [µg/m³]
 CO - maximálne denné 8-hod [mg/m³]
 — maximálne 1hod koncentrácie
 NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, benzén [µg/m³]

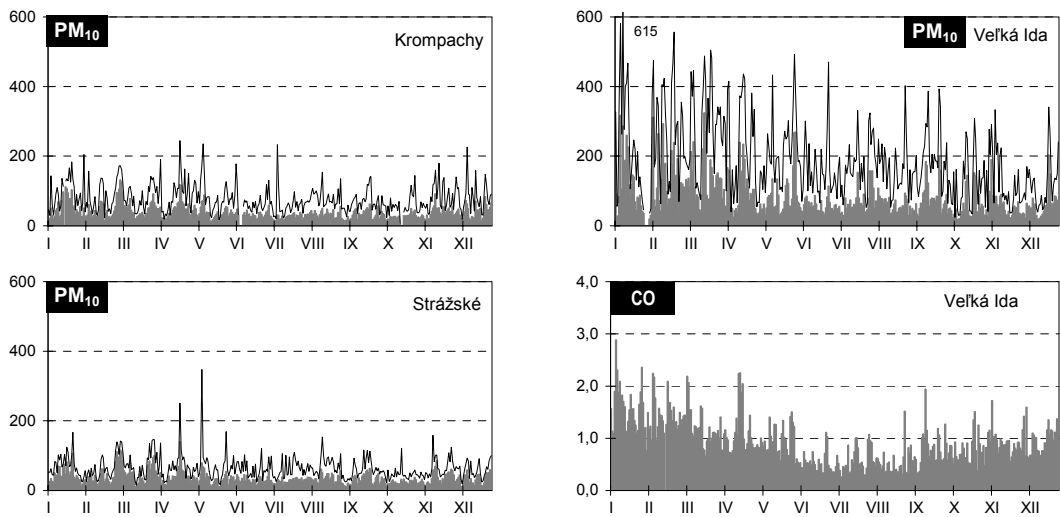
Obr. 2.7 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, CO a H₂S – zóna Žilinský kraj – 2003



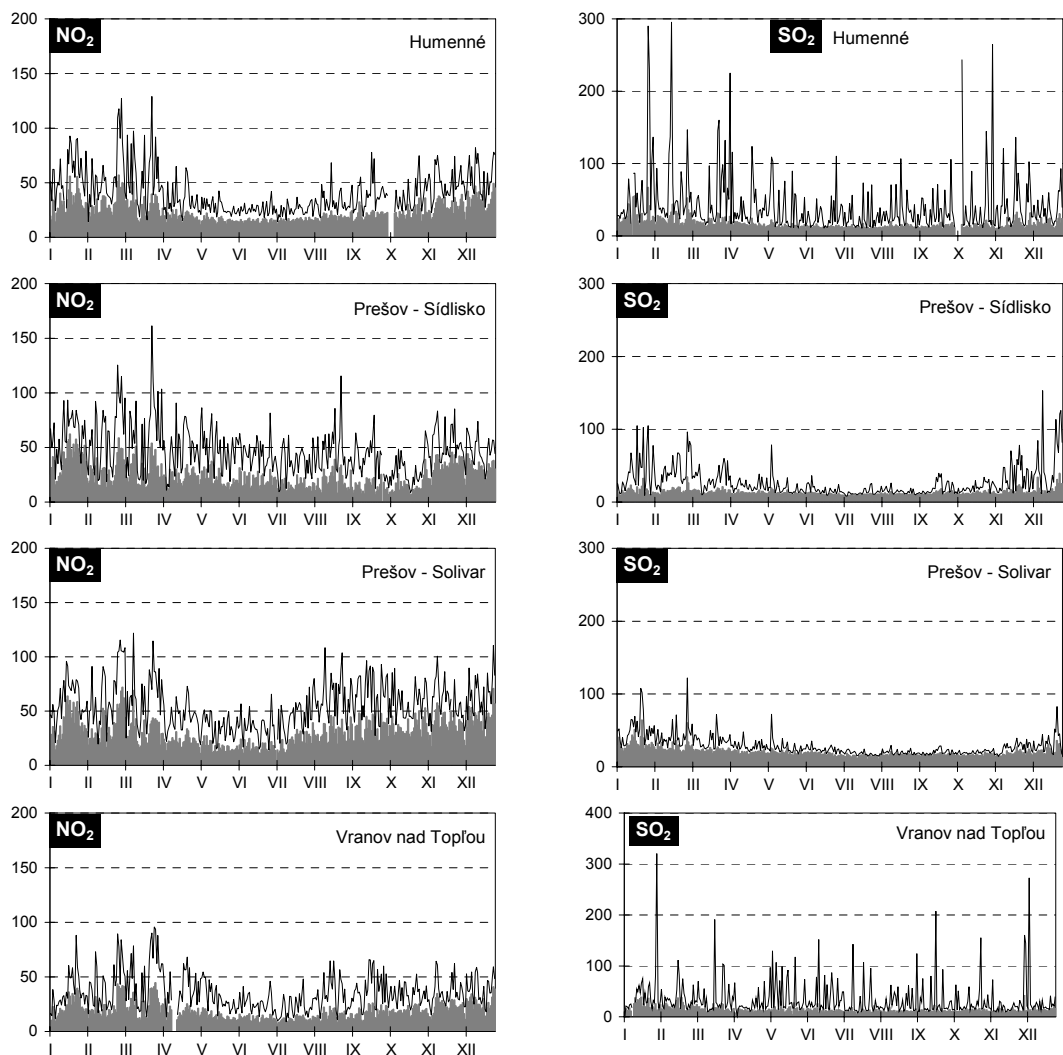


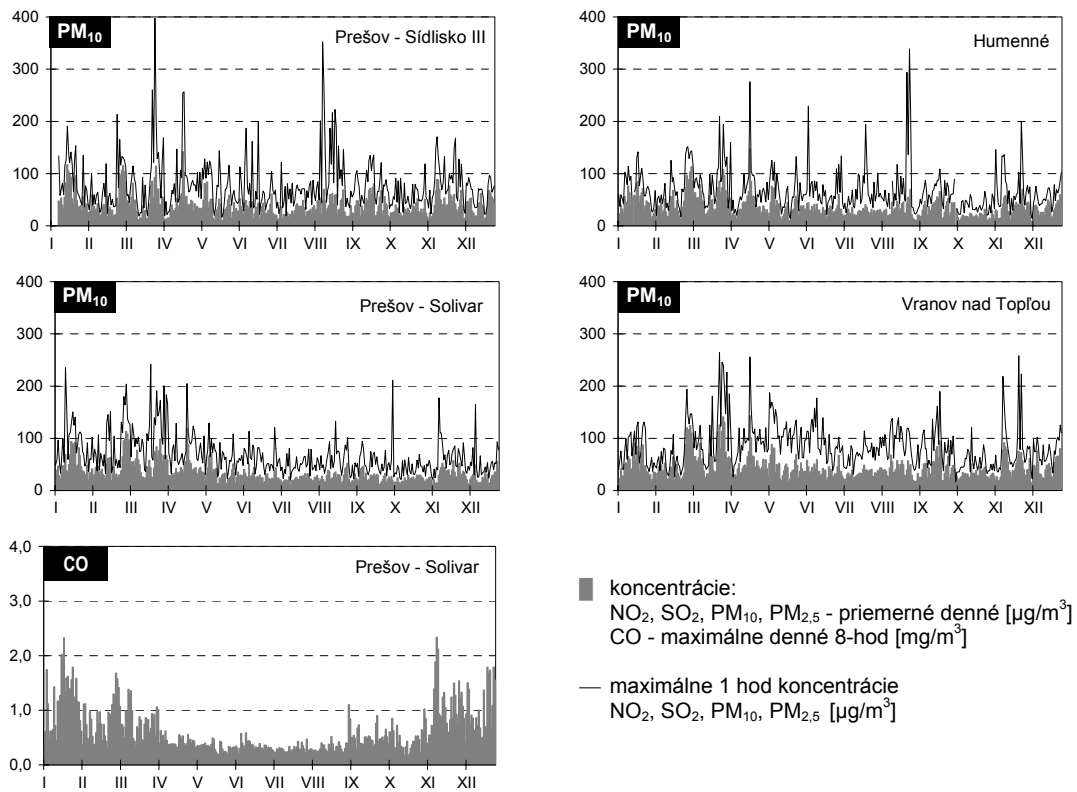
Obr. 2.8 Koncentrácie NO₂, SO₂, a PM₁₀ – zóna Košický kraj – 2003



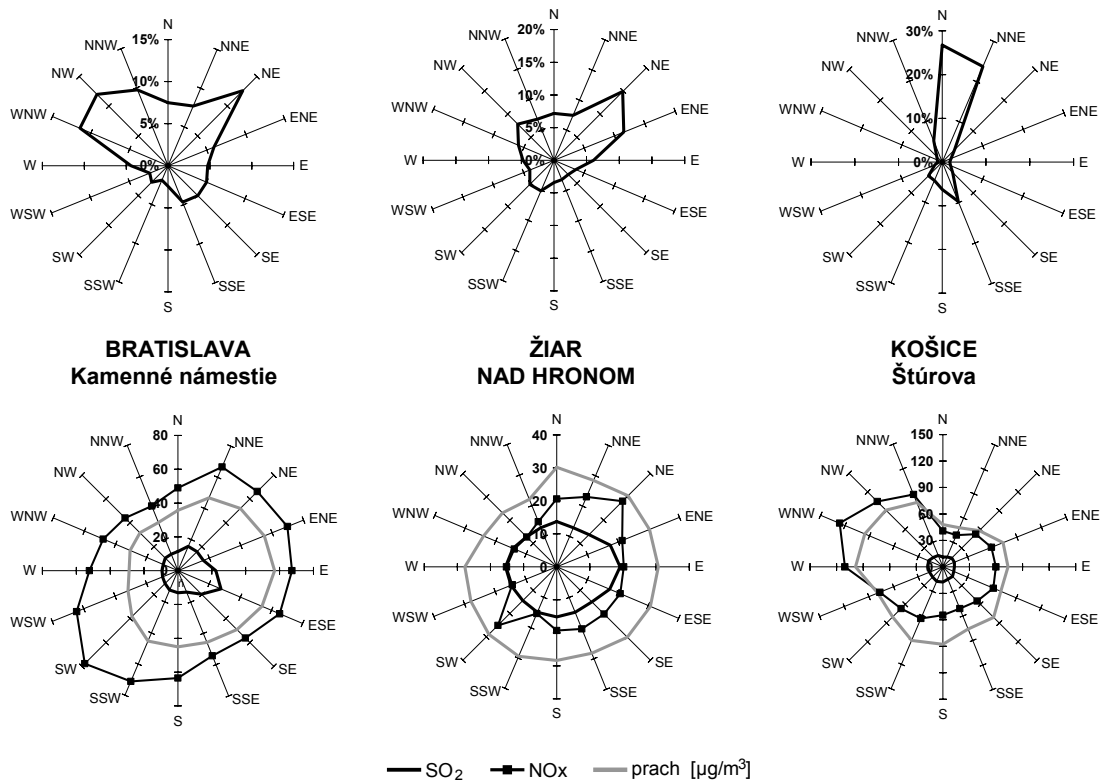


Obr. 2.9 Koncentrácie NO₂, SO₂, PM₁₀, CO – zóna Prešovský kraj – 2003





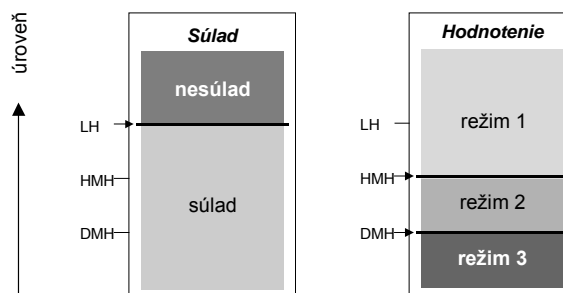
Obr. 2.10 Veterné a koncentračné ružice – 2003



2.3 SPRACOVANIE VÝSLEDKOV MERANÍ ZNEČISTENIA OVZDUŠIA PODĽA IMISNÝCH LIMITOV

Zákon o ovzduší č. 478/2002 harmonizoval princípy hodnotenia kvality ovzdušia s legislatívou platnou v krajinách EÚ. V súlade s týmito požiadavkami bolo územie SR rozdelené do zón a aglomerácií a v každej boli vyhodnotené príslušné monitorovacie režimy. Na základe výsledkov úrovne znečistenia za posledných päť rokov sa rozlišujú tri rozdielne monitorovacie režimy. Tieto sú znázornené na obr.2.11 a v tab.2.3 sú špecifikované požiadavky pre hodnotenie kvality ovzdušia pre jednotlivé režimy.

Obr. 2.11 Režimy hodnotenia kvality ovzdušia v závislosti na LH¹, HMM² a DMH³



Tab. 2.3 Požiadavky na hodnotenie pre tri rozdielne režimy

Maximálna úroveň znečistenia v aglomeráciách a zónach	Požiadavky na zhodnotenie
REŽIM 1 Nad hornou medzou na hodnotenie	Vysoká kvalita meraní je povinná. Namerané údaje môžu byť doplnené ďalšími informáciami vrátane modelových výpočtov.
REŽIM 2 Pod hornou medzou na hodnotenie, ale nad dolnou medzou na hodnotenie	Merania sú povinné, avšak v menšom rozsahu, alebo v menšej intenzite, za predpokladu, že údaje sú doplnené inými spoľahlivými zdrojmi informácií.
REŽIM 3 Pod dolnou medzou na hodnotenie	Prinajmenšom jedna meracia stanica je požadovaná v každej aglomerácii v kombinácii s modelovými výpočtami, expertíznym odhadom a indikatívnymi meraniami. To sú merania založené na jednoduchých metódach, alebo prevádzkované v obmedzenom čase. Tieto sú menej presné než kontinuálne merania, ale môžu byť použité na kontrolu relatívne nízkej úrovne znečistenia a ako doplnkové merania v iných oblastiach.
<i>V aglomeráciách, len pre škodliviny, pre ktoré boli stanovené výstražné limitné prahy</i>	
<i>Vo všetkých zónach mimo aglomerácií pre všetky škodliviny, pre ktoré boli stanovené výstražné limitné prahy</i>	Modelové výpočty, expertízne odhady a indikatívne merania sú dostatočné.

¹ Limitná hodnota, podľa 1999/30/EC a 2000/69/EC

² Horná medza na hodnotenie, podľa 1999/30/EC a 2000/69/EC

³ Dolná medza na hodnotenie, podľa 1999/30/EC a 2000/69/EC

Pre niektoré škodliviny boli stanovené medze tolerancie tab. 2.4. Medze tolerancie sa postupne znižujú až po nulovú hodnotu, ktorú dosiahnu v roku, kedy vstúpia limitné hodnoty do platnosti. Pre ich rozlíšenie od samotných **limitných hodnôt** sú v ďalšom texte označované limitné hodnoty zvýšené o medzu tolerancie ako **limitné hodnoty 2003**. Limitné hodnoty, horné a dolné medze na hodnotenie podľa Smerníc 1999/30/EC a 2000/69/EC sú uvedené v tabuľkách 2.4 a 2.5. Výstražné hraničné prahy a limitné hodnoty na varovanie na účely vyhlásenia signálov „UPOZORNENIE“ a „REGULÁCIA“ boli stanovené len pre:

Signál Upozornenie: Ak hodnoty koncentrácií počas 3 hodín sú väčšie ako

- SO₂ - 400 µg.m⁻³
- NO₂ - 250 µg.m⁻³

Signál Regulácia: Ak hodnoty koncentrácií počas 3 hodín sú väčšie ako

- SO₂ - 500 µg.m⁻³
- NO₂ - 400 µg.m⁻³

Štatistické charakteristiky sú uvádzané v tabuľkovej forme a boli spracované pre všetky monitorovacie stanice na Slovensku. Stanice, kde boli prekročené limitné hodnoty a limitné hodnoty 2003 sú v tabuľkách zvýraznené hrubým písmom (tab. 2.6-2.7).

Oxid siričitý	Prekročenie limitných hodnôt 2003 sa na Slovensku nevyskytlo ani na jednej stanici, čiže celková kvalita ovzdušia pre túto škodlivinu bola v roku 2003 dobrá.
Oxid dusičitý	Ročná limitná hodnota 2003 pre NO ₂ bola prekročená len na stanici Trnavské mýto a tesne na limitnej úrovni sa pohybovala ročná koncentrácia na stanici Kamenné námestie.
PM₁₀	V roku 2003 sa monitorovali PM ₁₀ častice na 26 staniaciach. Súčasne sa vykonávali merania PM _{2,5} na 6 staniaciach. Pre túto frakciu neboli doteraz stanovené limitné hodnoty. V tabuľkách 2.6-2.8 sú uvedené koncentrácie PM ₁₀ merané automatickými metódami a tiež ako hodnoty prepočítané na referenčnú gravimetrickú metódu. Pre prepočet koncentrácií získaných automatickými meraniami sa doporučuje používať faktor 1,3. Tento faktor bol oficiálne schválený a preto sa použil pre všetky stanice. Limitná hodnota 2003 zvýšená o medzu tolerancie bola prekročená vo viacerých krajoch (zónach) a aglomeráciách: Bratislava aglomerácia (Mamateyova, Trnavské mýto), Trnavský kraj (Trnava), Nitriansky kraj (Nitra), Banskobystrický kraj (Banská Bystrica, Hnúšťa, Jelšava), Trenčiansky kraj (Bystričany, Prievidza), Žilinský kraj (Ružomberok, Veľká Okružná), Prešovský kraj (Prešov - Sídliisko, Vranov nad Topľou), Košický kraj (Krompachy, Veľká Ida), Košice aglomerácia (Strojárska, Štúrova).
Oxid uhoľnatý	Úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým je značne nízka a na žiadnej monitorovacej stanici nebola prekročená limitná hodnota.
Benzén	V niektorých lokalitách je úroveň znečistenia benzénom mierne nad limitnou hodnotou, ktorú musí SR dosiahnuť v roku 2010.
Olovo	Znečistenie ovzdušia olovom nepredstavuje v súčasnosti vážny problém v Slovenskej republike a neprekračuje hornú medzu na hodnotenie.

Tab. 2.4 Limitné hodnoty plus medze tolerancie pre jednotlivé roky

	Interval spriemerovania	Limitná hodnota* [µg/m³]	Termín dosiahnutia	Medza tolerancie	Limitná hodnota + medza tolerancie [µg/m³]										
					Do 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO ₂	1h	350 (24)	1/1/05	150 µg/m³	500	470	440	410	380	350					
SO ₂	24h	125 (3)	1/1/05	-											
SO ₂ ^e	1r, W ¹	20 (-)	19/07/01	-											
NO ₂	1h	200 (18)	1/01/10	50%	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200
NO ₂	1r	40 (-)	1/01/10	50%	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40
NOx ^e	1r	30 (-)	19/07/01	-											
PM ₁₀	24h	50 (35)	1/01/05	50%	75	70	65	60	55	50					
PM ₁₀	1r	40 (-)	1/01/05	20%	48	46	45	43	42	40					
Pb	1r	0.5 (-)	1/01/05	100%	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5					
Pb ²	1r	0.5 (1.0) (-)	1/1/10 (1/1/05)	100%	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
CO	max. 8 h denná hodnota	10000 (-)	1/1/2003 (1/1/2005)		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)

² len pre špecifické bodové zdroje

^e pre ochranu ekosystémov

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

Tab. 2.5 Limitné hodnoty, horné a dolné medze na hodnotenie

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota [µg/m³]	Medza na hodnotenie [µg/m³]	
				Horná*	Dolná*
SO ₂	Ľudské zdravie	1h	350 (24)		
SO ₂	Ľudské zdravie	24h	125 (3)	75 (3)	50 (3)
SO ₂	Vegetácia	1r, 1/2r	20 (-)	12 (-)	8 (-)
NO ₂	Ľudské zdravie	1h	200 (18)	140 (18)	100 (18)
NO ₂	Ľudské zdravie	1r	40 (-)	32 (-)	26 (-)
NOx	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. 2.6 Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitných hodnôt za rok 2003

AGLOMERÁCIA / zóna	Zložka	Ochrana zdravia											LHV	
		SO ₂		NO ₂		1,3*PM ₁₀		PM ₁₀		Pb	CO	Ben- zén	SO ₂	NO ₂
		Doba spriemerovania		1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	24 hod	1 rok	1 rok	8 hod KPI	1 rok	3 hod po sebe	3 hod po sebe
	Limitná hodnota [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (povolený počet prekročení)	350 (24)	125 (3)	200 (18)	40	50 (35)	40	50 (35)	40	500 ²	10 000	5	500	400
BRATISLAVA	Bratislava Kamenné nám.	0	0	0	40,0	45	32,2	18	24,8	33,9			0	0
	Bratislava Mamatyova	0	0	0	32,6	134	49,1	70	37,8	42,8	1824		0	0
	Bratislava Trnavské mýto	0	0	0	53,6	106	42,1	51	32,4	30,2	4430	3,25	0	0
Trnavský kraj	Trnava	2	0	7	29,7	137	54,1	67	41,6	24,0	5281	6,74	0	0
	Senica	0	0	0	16,7	52	34,1	18	26,2	16,0			0	0
Nitriansky kraj	Nitra	0	0	0	34,8	109	49,1	64	37,7	21,3	3380	6,79	0	0
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica Nám. Slobody	0	0	0	20,3	100	41,0	46	31,5	50,2	1548		0	0
	Hnúšťa	0	0	0	14,1	84	40,8	34	31,4				0	0
	Jelšava	0	0	0	23,6	161	55,3	90	42,5	30,6			0	0
	Žiar nad Hronom	0	0	0	13,7	21	21,8	10	16,8	21,0	1935		0	0
Trenčiansky kraj	Bystričany	2	0	0	18,6	134	50,2	71	38,6				0	0
	Handlová	0	0	0	15,7	36	32,3	21	24,8				0	0
	Prievidza	6	0	0	25,6	146	55,0	89	42,3	18,6			0	0
Žilinský kraj	Martin	0	0	0	23,6	51	34,5	29	26,5	21,8			0	0
	Ružomberok Riadok	0	0	0	20,2	201	61,1	120	47,0	17,2			0	0
	Žilina Veľká Okružná	0	0	0	22,1	137	47,8	66	36,8	28,3	4883		0	0
	Žilina Vlčince	0	0	0	25,7	55	33,3	26	25,6				0	0
Prešovský kraj	Humenné	0	0	0	23,3	65	35,7	28	27,4	32,4			0	0
	Prešov Solivar	0	0	0	30,0	50	33,4	25	25,7	45,3	2333		0	0
	Prešov Sídliisko III	0	0	0	24,0	84	39,2	39	30,2				0	0
	Vranov nad Topľou	0	0	0	18,6	104	44,0	47	33,9	40,3			0	0
Košický kraj	Kropachy	2	0	0	14,2	80	38,7	33	29,8	145,2			0	0
	Strážske	0	0	0	19,8	60	36,4	28	28,0				0	0
	Veľká Ida	0	0	0	18,0	247	82,4	176	63,4	150,3	2866		0	0
KOŠICE	Košice Strojárska	0	0	0	17,1	98	40,9	46	31,5	59,5	3032		0	0
	Košice Štúrova	0	0	0	23,7	132	49,2	80	37,8		4023	2,09	0	0

LHV – limitné hodnoty na varovanie (počet dní)

¹maximálna hodnota 8 hod kĺzavého priemeru ²olovo je v ng/m^3
XX,X hodnota je nad limitnou hodnotou

XXX počet prekročení > povolený počet

Tab. 2.7 **Vyhodnotenie znečistenia ovzdušia podľa limitnej hodnoty + medze tolerancie za rok 2003**

AGLOMERÁCIA / zóna	Zložka	Ochrana zdravia											LHV	
		SO ₂		NO ₂		1,3*PM ₁₀		PM ₁₀		Pb	CO	Ben- zén	SO ₂	NO ₂
		Doba spriemerovania		1 hod	1 rok	24 hod	1 rok	24 hod	1 rok	1 rok	8 hod KPI	1 rok	3 hod po sebe	3 hod po sebe
	Limitná hodnota [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (povolený počet prekročení)	410 (24)	125 (3)	270 (18)	54	60 (35)	43	60 (35)	43	900 ²	14000	10	500	400
BRATISLAVA	Bratislava Kamenné nám.	0	0	0	40,0	26	32,2	10	24,8	33,9			0	0
	Bratislava Mamatyova	0	0	0	32,6	87	49,1	42	37,8	42,8	1824		0	0
	Bratislava Trnavské myto	0	0	0	53,6	65	42,1	26	32,4	30,2	4430	3,25	0	0
Trnavský kraj	Trnava	1	0	0	29,7	90	54,1	36	41,6	24,0	5281	6,74	0	0
	Senica	0	0	0	16,7	27	34,1	13	26,2	16,0			0	0
Nitriansky kraj	Nitra	0	0	0	34,8	81	49,1	45	37,7	21,3	3380	6,79	0	0
Banskobystrický kraj	Banská Bystrica Nám. Slobody	0	0	0	20,3	61	41,0	15	31,5	50,2	1548		0	0
	Hnúšťa	0	0	0	14,1	48	40,8	19	31,4				0	0
	Jelšava	0	0	0	23,6	111	55,3	58	42,5	30,6			0	0
	Žiar nad Hronom	0	0	0	13,7	13	21,8	6	16,8	21,0	1935		0	0
Trenčiansky kraj	Bystričany	2	0	0	18,6	92	50,2	44	38,6				0	0
	Handlová	0	0	0	15,7	23	32,3	16	24,8				0	0
	Prievidza	1	0	0	25,6	109	55,0	63	42,3	18,6			0	0
Žilinský kraj	Martin	0	0	0	23,6	33	34,5	14	26,5	21,8			0	0
	Ružomberok Riadok	0	0	0	20,2	141	61,1	78	47,0	17,2			0	0
	Žilina Veľká Okružná	0	0	0	22,1	81	47,8	42	36,8	28,3	4883		0	0
	Žilina Vlčince	0	0	0	25,7	33	33,3	10	25,6				0	0
Prešovský kraj	Humenné	0	0	0	23,3	35	35,7	14	27,4	32,4			0	0
	Prešov Solivar	0	0	0	30,0	30	33,4	15	25,7	45,3	2333		0	0
	Prešov Sídliisko III	0	0	0	24,0	45	39,2	24	30,2				0	0
	Vranov nad Topľou	0	0	0	18,6	65	44,0	28	33,9	40,3			0	0
Košický kraj	Kropachy	2	0	0	14,2	40	38,7	17	29,8	145,2			0	0
	Strážske	0	0	0	19,8	35	36,4	16	28,0				0	0
	Veľká Ida	0	0	0	18,0	198	82,4	133	63,4	150,3	2866		0	0
KOŠICE	Košice Strojárska	0	0	0	17,1	62	40,9	33	31,5	59,5	3032		0	0
	Košice Štúrova	0	0	0	23,7	96	49,2	53	37,8		4023	2,09	0	0

LHV – limitné hodnoty na varovanie (počet dní)

¹maximálna hodnota 8 hod kľzavého priemeru ²olovo je v ng/m^3
XX,X hodnota je nad limitnou hodnotou

XXX počet prekročení > povolený počet

Tab. 2.8 **Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov [ng/m³] v polietavom prachu vo frakcii PM₁₀ v roku 2003**

	Cd	Ni	As
Bratislava Koliba	1,21	2,03	2,03
Bratislava Petržalka	1,59	2,40	2,48
Bratislava Trnavske mýto	1,09	3,23	2,15
Bratislava Kamenné nám.	1,14	4,00	2,02
Nitra	0,61	1,68	2,49
Senica	0,47	4,35	1,32
Trenčín	0,72	1,44	3,28
Ban. Bystrica Nám. slobody	1,30	1,11	7,06
Ružomberok Riadok	0,44	1,32	5,56
Žiar nad Hronom	0,60	0,74	3,38
Prievidza	0,52	1,19	9,00
Žilina Veľká Okružná	0,70	1,21	7,40
Martin	0,60	1,07	4,78
Jelšava	0,84	1,25	4,65
Košice Strojárska	2,02	1,59	3,76
Veľká Ida	5,15	2,29	3,07
Prešov Solivar	1,83	1,02	2,50
Krompachy	2,31	1,09	11,32
Humenné	1,45	0,95	1,49
Vranov nad Topľou	1,98	1,13	2,94

3.1 ATMOSFÉRICKÝ OZÓN

Väčšina atmosférického ozónu (približne 90%) sa nachádza v stratosfére (11-50 km), zvyšok v troposfére. Stratosférický ozón chráni našu biosféru pred letálnym ultrafialovým UV-C žiarením a v značnej miere zoslabuje UV-B žiarenie, ktoré je schopné vyvolať celý rad nepriaznivých biologických efektov, napr. rakovinu kože, očné zákaly. S úbytkom stratosférického, a tým aj celkového ozónu, ktorý sa pozoruje od konca sedemdesiatych rokov, je spojený rast intenzity a dávok UV-B žiarenia v troposfére a na zemskom povrchu. Hlavný podiel na úbytku stratosférického ozónu majú emisie freónov a halónov, ktoré sú zdrojom aktívneho chlóru a brómu v stratosfére. Koncentrácia aktívneho chlóru v troposfére kulminovala okolo roku 1995 a v súčasnosti sa predpokladá kulminácia v stratosfére. Pomalý návrat na preindustriálne hodnoty sa očakáva v polovici tohto storočia.

Rast koncentrácie ozónu v troposfére priemyslových kontinentov severnej pologule sa pozoroval do konca osemdesiatych rokov, a to približne o $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ročne. Súvisel s rastúcou emisiou prekurzorov ozónu (NO_x , VOC, CO) z automobilovej dopravy, energetiky a priemyslu. Od začiatku deväťdesiatych rokov sa na Slovensku, v súlade s mnohými európskymi monitorovacími stanicami, nezaznamenal jednoznačný trend priemerných ročných koncentrácií. Významný pokles emisií prekurzorov ozónu na Slovensku a v okolitých štátoch sa prejavil poklesom maximálnych hodnôt. Priemerná úroveň koncentrácií je pravdepodobne viac kontrolovaná procesmi väčšieho priestorového meradla (prenos z voľnej troposféry, diaľkový prenos) a globálnym otepľovaním. Absolútnou výnimkou v uvedených trendoch bol mimoriadne teplý rok 2003. V rekordne teplom letnom polroku sa zaznamenali zvýšené hodnoty prízemného ozónu na všetkých slovenských monitorovacích stanicach a po desiatich rokoch sa opäť pozorovali prekračovania varovnej úrovni pre obyvateľstvo $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a to 6 hodnôt na juhozápadnom Slovensku. Vysoké koncentrácie prízemného ozónu, najmä počas epizód fotochemického smogu (typické vonkajšie podmienky: stagnácia vzduchu, slnečné a teplé letné počasie), nepriaznivo ovplyvňujú ľudské zdravie (hlavne dýchací systém človeka), vegetáciu (poľnohospodárske plodiny a lesné porasty) a rôzne materiály.

3.2 PRÍZEMNÝ OZÓN V SR V ROKOCH 1998-2003

Cieľové a prahové hodnoty pre prízemný ozón

V tabuľke 3.1 sú uvedené cieľové hodnoty pre prízemný ozón podľa vyhlášky MŽP SR 705/2002 Z.z. o kvalite ovzdušia, ktoré v súlade s legislatívou EÚ treba dosiahnuť v roku 2010 a informačné a varovné prahy koncentrácie. V prípade, že koncentrácia prízemného ozónu prekročí niektorú z prahových hodnôt musí byť o tom verejnosť informovaná, resp. varovaná.

Tab. 3.1 Cieľové a prahové hodnoty koncentrácie pre prízemný ozón

Cieľové, resp. prahové hodnoty	Koncentrácia O_3 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Priemer za časový interval
pre ochranu ľudského zdravia	120*	8 h
pre ochranu vegetácie AOT40**	18 000 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$]	1. máj až 31. júl
prah pre informáciu obyvateľstva	180	1 h
prah pre varovanie obyvateľstva	240	1 h

* Maximálny denný 8-hodinový priemer $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sa nesmie prekročiť viac ako 25 dní za kalendárny rok, v priemere za tri roky.

** AOT40 vyjadrené v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$ znamená súčet všetkých rozdielov medzi hodinovými koncentraciami prízemného ozónu väčšími ako $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (= 40 ppb) a $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ v čase medzi 8,00 h a 20,00 h stredo európskeho času od 1. mája do 31. júla, a to v priemere za 5 rokov.

Zhodnotenie výsledkov meraní prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1998-2003

S meraním koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku sa začalo v roku 1992 v rámci monitorovacej siete Slovenského hydrometeorologického ústavu. Počet monitorovacích staníc sa postupne rozširoval. Stanice Stará Lesná, Starina (začala činnosť v roku 1994) a Chopok (začala merať v roku 1995) sú súčasťou monitorovacej siete EMEP. Na stanicích SHMÚ sa na meranie koncentrácie prízemného ozónu používajú analyzátory O₃ amerických firiem Thermoelectron a MLU a japonskej firmy Horiba. Všetky prístroje pracujú na princípe absorpcie UV žiarenia. V roku 1994 bol na SHMÚ inštalovaný sekundárny národný štandard pre kalibráciu analyzátorov a začali sa robiť pravidelné kontroly staníc pomocou prenosného kalibrátora. Sekundárny štandard SHMÚ nadväzuje na primárny štandard pre ozón v ČHMÚ v Prahe. Počet chýbajúcich meraní na väčšine staníc bol v roku 2003 nižší ako 10% (tab. 3.2). Mimoriadne vysoká poruchovosť bola v roku 2002 len na stanicích Chopok a Veľká Ida.

Tab. 3.2 Počet chýbajúcich denných priemerov koncentrácie prízemného ozónu [%]

Stanica	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Banská Bystrica	2,4	2,5	3,0	9,3	3,8	1,1
Bratislava - Koliba	*	*	5,7	4,7	3,0	2,5
Bratislava - Petržalka	5,8	0,5	18,6	3,6	1,6	3,6
Hnúšťa	7,2	4,9	2,7	3,3	5,8	6,8
Humenné	1,7	15,1	2,7	3,0	2,5	1,9
Chopok	42,7	32,8	30,0	-	6,0	45,5
Jelšava	0,6	4,9	20,5	1,6	8,2	4,1
Košice - Podhradová	21,0	17,8	9,6	4,4	4,1	1,4
Kojšovská hoľa	*	*	24,0	7,9	1,1	9,9
Martin	0,9	6,3	1,4	90,4	46,3	9,3
Poprad (Gánovce)	*	*	25,4	6,0	4,7	1,4
Prešov	*	10,9	16,7	3,3	1,1	5,5
Prievidza	10,2	9,3	10,1	13,4	10,4	2,7
Ružomberok	-	47,4	7,1	7,7	1,9	2,2
Stará Lesná	9,2	3,8	8,7	2,4	0,8	4,7
Starina	8,4	0,8	8,2	3,6	0,5	2,2
Štrbské Pleso	*	*	*	11,2	0,8	4,1
Topoľníky	58,5	11,2	10,1	25,8	1,1	1,4
Veľká Ida	*	4,7	34,2	15,0	6,6	40,8
Žiar nad Hronom	2,3	5,7	53,0	63,0	5,5	1,1
Žilina	4,6	7,4	13,1	1,4	6,8	2,7

* stanica inštalovaná neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

Tab. 3.3 Dlhodobé charakteristiky úrovne koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

Stanica	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO
Banská Bystrica	42	83	42	93	41	90	44	90	39	88	46	101
Bratislava - Koliba	55	78	-	-	52	85	54	85	56	87	71	111
Bratislava - Petržalka	30	47	40	69	45	75	40	74	49	86	53	99
Hnúšťa	39	82	42	79	48	91	49	92	53	102	60	109
Humenné	57	91	46	72	48	80	48	74	56	93	66	104
Chopok	**80	84	**92	**111	**75	**83	-	-	97	112	**109	112
Jelšava	50	75	50	97	47	88	49	92	48	96	55	105
Košice - Podhradová	40	62	41	62	48	81	47	74	64	104	68	104
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	100	120	89	98	86	101	91	110
Martin	49	91	49	83	46	81	-	-	49	91	50	90
Poprad (Gánovce)	*	*	61	93	51	82	51	77	59	96	68	103
Prešov	*	*	45	74	49	90	49	86	45	88	51	100
Prievidza	35	67	46	81	46	91	45	78	43	78	51	95
Ružomberok	-	-	**34	**62	39	77	46	79	41	80	32	64
Stará Lesná	49	73	66	105	64	97	58	91	56	87	67	97
Starina	56	76	59	83	63	90	63	86	64	93	73	105
Štrbské Pleso	*	*	*	*	*	*	75	95	78	99	86	109
Topoľníky	**43	78	52	85	52	73	**41	**75	47	77	67	113
Veľká Ida	*	*	44	73	**47	**85	40	73	43	87	**31	66
Žiar nad Hronom	47	84	40	72	**43	**72	-	-	50	88	58	105
Žilina	41	84	42	82	47	88	38	72	46	89	48	97

RP - ročný priemer PVO - priemer z denných hodín (9-16 h) počas vegetačného obdobia (apríl-september)

* meranie zavedené neskôr - stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha ** 50-75% meraní

Ročné priemery koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku v znečistených mestských a priemyselných polohách sa v roku 2003 pohybovali v intervale 31-66 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (tab. 3.3). Na ostatnom území boli od 67 do 109 $\mu\text{g.m}^{-3}$, hlavne v závislosti od nadmorskej výšky. Najvyššie priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu v roku 2003 mala vrcholová stanica Chopok (109 $\mu\text{g.m}^{-3}$). Súvisí to s vysokou koncentráciou ozónu v zóne akumulácie troposférického ozónu nad územím Európy, ktorá sa nachádza vo vrstve asi 800 až 1500 m nad okolitým povrchom. Na celom území Slovenska sa v roku 2003 priemerná koncentrácia z denných hodín (9-16 h) za 6 mesačné vegetačné obdobie (tab. 3.3) pohybovala na všetkých staniciach (s výnimkou Ružomberka a Veľkej Idy) okolo hodnoty 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Rok 2003 sa podľa priemerných hodnôt za vegetačné obdobie aj podľa maximálnych koncentrácií zaraďuje medzi fotochemicky aktívne roky.

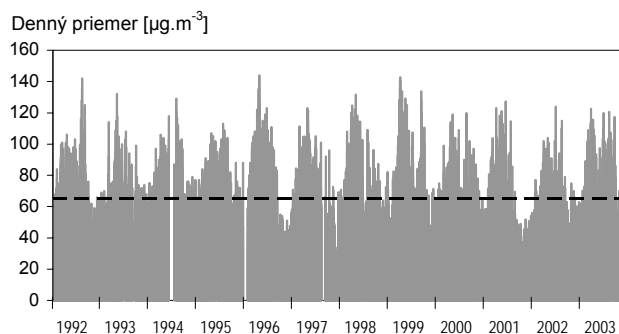
Obrázok 3.1 znázorňuje sezónnu zmenu priemerných denných koncentrácií ozónu v Starej Lesnej v rokoch 1992-2003. Uvedený sezónny chod je typický pre nížinné a údolné (nie vrcholové) polohy priemyslových kontinentov. Pôvodné jaré maximum koncentrácie O_3 , ktoré je spojené s transportom ozónu z vyšších vrstiev atmosféry, je v dôsledku fotochemickej produkcie ozónu v hraničnej vrstve atmosféry rozšírené na celé letné obdobie. Súčasne na obrázku možno vidieť, že pôvodne navrhovaný limit pre ochranu vegetácie 65 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (denný priemer) je v Starej Lesnej prekračovaný počas celého vegetačného obdobia.

Priemerný denný chod koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v auguste (zvýšené hodnoty v tomto mesiaci sú prevažne antropogénneho pôvodu) je znázornený na obr. 3.2. Obrázok dokumentuje, že priemerná úroveň maximálnych denných hodnôt koncentrácie ozónu vo fotochemicky priaznivých rokoch (r. 1992, 1994, 1995, 1999, 2000, 2002, 2003) prevyšuje o 30-40 $\mu\text{g.m}^{-3}$ úroveň vo fotochemicky menej priaznivých rokoch. Hodnoty z rokov 1997, 1998 a 2001 sú najnižšie v sledovanom období.

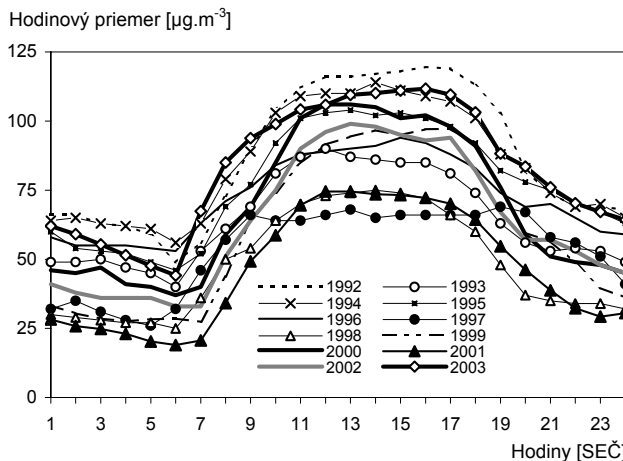
Počet prekročení cieľových a prahových koncentrácií pre prízemný ozón v rokoch 1998-2003 na Slovensku sumarizujú tabuľky 3.4-3.7. Prahová koncentrácia pre varovanie obyvateľstva (240 $\mu\text{g.m}^{-3}$) bola v roku 2003 prekročená v šiestich prípadoch. V roku 2003 (tab. 3.4), v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi, sa vyskytlo viacero prípadov prekročenia prahovej koncentrácie pre informáciu obyvateľstva (180 $\mu\text{g.m}^{-3}$).

Tabuľka 3.5 uvádza počty dní, v ktorých bola prekročená priemerná osemhodinová koncentrácia prízemného ozónu 120 $\mu\text{g.m}^{-3}$ za roky 2001 až 2003. Povolený počet je 25 dní v priemere za 3 roky. Z tabuľky vidno, že v rokoch 2001 až 2003 bola táto hodnota prekročená, s výnimkou niektorých mestských staníc, na všetkých monitorovacích lokalitách, najviac na Chopku (98 dní).

Obr. 3.1 Sezónna zmena koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v rokoch 1992-2003



Obr. 3.2 Priemerná denná zmena koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v auguste 1992-2003



Tab. 3.4 Počet prekročení prahových koncentrácií prízemného ozónu (IH) pre varovanie a informáciu obyvateľstva v rokoch 1997-2002

Stanica	IH _{1h} = 240 µg.m ⁻³						IH _{1h} = 180 µg.m ⁻³					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Bratislava - Koliba	0	0	-	0	0	3	1	-	2	6	0	42
Bratislava - Petržalka	0	0	0	0	0	3	0	5	6	3	0	32
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Humenné	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chopok	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	3
Jelšava	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Košice - Podhradová	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Kojšovská hoľa	*	*	*	0	0	0	*	*	45	0	0	0
Martin	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0
Poprad (Gánovce)	*	*	*	0	0	0	*	*	0	0	0	0
Prešov	*	*	0	0	0	0	*	0	23	0	0	7
Prievidza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ružomberok	0	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
Stará Lesná	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Starina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Štrbské Pleso	*	*	*	*	0	0	*	*	*	0	0	0
Topoľníky	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	18
Veľká Ida	*	*	0	0	0	0	*	0	2	0	0	0
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0
Žilina	0	0	0	0	0	0	3	30	0	0	0	0

* meranie ozónu zavedené neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

Tab. 3.5 Počet dní, v ktorých bola prekročená priemerná osemhodinová koncentrácia prízemného O₃ 120 µg.m⁻³ (cieľová hodnota pre ochranu ľudského zdravia) na monitorovacích staniciach SHMÚ na území Slovenska

Stanica	2001	2002	2003	Priemer 2001-2003
Banská Bystrica	32	14	48	31
Bratislava Koliba	26	27	78	44
Bratislava Petržalka	16	24	55	32
Hnúšťa	29	38	79	49
Humenné	1	19	68	29
Chopok	-	92	103	98
Jelšava	29	37	66	44
Košice Podhradová	1	57	64	41
Kojšovská hoľa	65	65	97	76
Martin	-	14	29	22
Prešov Solivar	14	17	61	31
Prievidza	12	1	33	15
Ružomberok Riadok	8	5	6	6
Stará Lesná	30	10	39	26
Starina	6	13	67	29
Štrbské Pleso	35	34	71	47
Topoľníky	8	26	103	46
Veľká Ida	6	30	-	18
Žiar nad Hronom	-	11	66	39
Žilina Vlčince	14	27	57	33

* meranie ozónu zavedené neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

V tabuľke 3.6 sa nachádzajú hodnoty AOT40 vyhodnotených na základe meraní a tiež hodnoty AOT40 korigované na chýbajúce merania (podľa Vyhlášky MŽP SR 705/2002 Z.z. o kvalite ovzdušia). Cieľová hodnota pre ochranu vegetácie je 18 000 µg.m⁻³.h – priemer za päť rokov. V prípade absencie päťročných meraní možno stanoviť AOT40 za kratšie časové obdobie.

Z tabuľky vidno, že AOT40 v priemere za posledných 5 rokov prekročilo cieľovú hodnotu pre ochranu vegetácie 18 000 µg.m⁻³.h na horských staniciach (Chopok, Kojšovská hoľa a Štrbské Pleso) a tiež v Jelšave.

Pôvodný imisný limit pre ochranu vegetácie (dnes sa už nepoužíva) $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (1 h priemer) bol v období 1997-2002 prekročený len v niekoľkých prípadoch. V roku 2003 sa zaznamenalo po 16 prekročení na bratislavských staniciach Koliba a Petržalka a 2 prekročenia v Topoľníkoch (tab. 3.7). Limit $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (24 h priemer) je pravidelne každoročne prekračovaný na celom území Slovenska, najviac vo vyšších horských polohách. V roku 2003 sa zaznamenalo najviac prekročení (285 prípadov) na Štrbskom Plese.

Tab. 3.6 AOT40 v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}$

Stanica	AOT40	AOT40 ^{upr} ¹	Priemer za roky
Bratislava Koliba	12780	14545	1999-2003
Bratislava Petržalka	8252	8350	1999-2003
Banská Bystrica	16304	16553	1999-2003
Hnúšťa	16455	16940	1999-2003
Humenné	9143	9539	1999-2003
Chopok	19014	22825	1999-2003
Jelšava	18619	19868	1999-2003
Košice Podhradová	9967	10330	1999-2003
Kojšovská hoľa	29716	31596	2000-2003
Martin	10677	12802	1999-2003
Prešov Solivar	10802	10993	1999-2003
Prievidza	9578	10324	1999-2003
Ružomberok Riadok	6881	8051	1999-2003
Stará Lesná	14313	14670	1999-2003
Starina	11034	11391	1999-2003
Topoľníky	8760	10161	1999-2003
Štrbské Pleso	16840	19082	2000-2003
Veľká Ida	7066	8817	1999-2003
Žiar nad Hronom	8181	9292	1999-2003
Žilina Vlčince	13200	13446	1999-2003

¹ upravené podľa požiadaviek EÚ na chýbajúce hodnoty podľa vzťahu

$AOT40 \text{ (upravené)} = AOT40 \text{ (namerané)} \times \text{počet možných hodnôt/počet platných nameraných hodnôt}$

Tab. 3.7 Počet prekročení krátkodobých imisných limitov ozónu pre ochranu vegetácie v rokoch 1997- 2002 (tieto limity v súčasnosti už neplatia, hodnoty sa uvádzajú len pre informáciu)

Stanica	$IH_{1h} = 200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$						$IH_{24h} = 65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	61	63	72	88	57	98
Bratislava - Koliba	0	-	0	0	0	16	98		112	116	134	191
Bratislava - Petržalka	0	0	2	0	0	16	6	105	115	50	97	125
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	42	53	78	126	128	160
Humenné	0	0	0	0	0	0	133	111	56	110	137	196
Chopok	0	0	0	-	0	0	**182	**217	**147	-	279	211
Jelšava	0	0	0	0	0	0	101	115	80	109	111	149
Košice – Podhradová	0	0	0	0	0	0	14	12	143	147	178	217
Kojšovská hoľa	*	*	8	0	0	0	*	*	259	298	300	273
Martin	0	0	0	-	0	0	91	89	48	-	53	89
Poprad (Gánovce)	*	*	0	0	0	0	*	*	65	56	120	192
Prešov	*	0	9	0	0	0	*	8	93	109	68	97
Prievidza	0	0	0	0	0	0	25	134	88	78	55	121
Ružomberok	-	0	0	0	0	0	-	**0	38	56	65	25
Stará Lesná	0	0	0	0	0	0	72	173	132	124	117	178
Starina	0	0	0	0	0	0	106	128	157	157	182	224
Štrbské Pleso	*	*	*	0	0	0	*	*	*	206	261	285
Topoľníky	0	0	1	0	0	2	**31	100	133	39	65	201
Veľká Ida	*	0	0	0	0	0	*	44	**36	27	64	7
Žiar nad Hronom	0	0	2	-	0	0	81	76	**46	-	86	154
Žilina	0	4	0	0	0	0	59	48	85	41	85	116

* meranie zavedené neskôr – stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha **veľké výpadky meraní

Na záver možno konštatovať, že v extrémne teplom a fotochemicky mimoriadne aktívnom roku 2003 sa pozorovali najvyššie hodnoty viacerých indikátorov úrovne prízemného ozónu na väčšine staníc za celé obdobie meraní (od roku 1992). Táto skutočnosť je prekvapujúca ak uvážime masívny pokles emisií prekursorov ozónu (NO_x, VOC a CO) na Slovensku (sú už pod tzv. Göteborgskými stropmi) a tiež v celej Európe za posledných 10-15 rokov. Dokumentuje to rozhodujúci podiel „nekontrolovateľného“ ozónu na území Slovenska. Je to predovšetkým ozón prenášaný z vyšších vrstiev atmosféry, ďalej ozón z diaľkového, transhraničného prenosu, interkontinentálneho prenosu a tvorba ozónu z biogénnych zdrojov. Veľmi významný je vplyv meteorologických činiteľov, najmä globálneho otepľovania. Možnosti regulácie úrovne koncentrácií prízemného ozónu v rámci jednotlivých štátov sú obmedzené. Ukazuje sa, že splnenie Göteborgských emisných stropov v Európe nebude postačovať. Jedným zo záverov európskeho projektu TOR 2, ukončeného v roku 2003, je návrh presunutia problematiky prízemného ozónu medzi globálne problémy, napr. do Kjótskeho protokolu.

3.3 CELKOVÝ ATMOSFÉRICKÝ OZÓN A ULTRAFIALOVÉ SLNEČNÉ ŽIARENIE NA ÚZEMÍ SR V ROKU 2003

Celkový atmosférický ozón nad územím Slovenska sa meria na Pracovisku aerológie a merania ozónu SHMÚ v Gánovciach pri Poprade od roku 1993 pomocou Brewerovho ozónového spektrofotometra. Okrem celkového ozónu sa týmto prístrojom pravidelne meria aj intenzita slnečného ultrafialového žiarenia v oblasti spektra 290 až 325 nm s krokom 0,5 nm. V júni 2003 sa vo Varšave uskutočnilo medzinárodné porovnávanie a kalibrácia Brewerových spektrofotometrov pomocou svetového cestovného štandardu, na ktorej sa zúčastnil aj prístroj SHMÚ. Stanica Poprad-Gánovce je súčasťou globálneho ozónového pozorovacieho systému (GOOS). Výsledky sa pravidelne odosiľajú do Svetového centra ozónových a ultrafialových dát (WOUDC) v Kanade a do ozónového mapového centra Svetovej meteorologickej organizácie v Grécku.

Informácia o stave ozónovej vrstvy a intenzite škodlivého slnečného ultrafialového žiarenia je denne poskytovaná obyvateľstvu Slovenskej republiky prostredníctvom TA SR a mobilnej telefónnej siete. Od roku 2000 vydáva pracovisko aerológie a merania ozónu SHMÚ predpoveď slnečného UV indexu na nasledujúci deň. Predpoveď denného chodu UV indexu pre jasnú, polooblačnú a zamračenú oblohu je uverejňovaná na internetovej stránke SHMÚ (www.shmu.sk/ozon/).

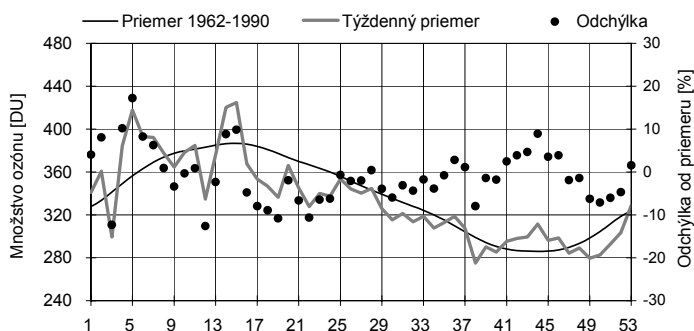
Priemerná ročná hodnota celkového atmosférického ozónu v roku 2003 bola 333,9 Dobsonových jednotiek, čo je 1,3% pod dlhodobým priemerom vypočítaným z meraní v Hradci Králové v rokoch 1962-1990, ktorý sa používa aj pre našu oblasť ako dlhodobý normál. V porovnaní s rokom 2002, keď chýbalo 4,6%, bola situácia oveľa priaznivejšia a po roku 1998 to bol druhý najlepší ročný priemer. Tabuľka 3.8 obsahuje priemerné denné hodnoty celkového atmosférického ozónu a odchýlky od dlhodobého priemeru ako aj mesačné priemery a extrémny, čím poskytuje komplexný prehľad o stave ozónovej vrstvy v roku 2003.

V januári a februári boli priemerné mesačné odchýlky kladné, napriek tomu, že v polovici prvého mesiaca boli zaznamenané extrémne denné poklesy celkového ozónu až na hodnotu -25%. Boli však kompenzované extrémnymi kladnými odchýlkami až nad 30%, čo dokumentuje najväčšiu variabilitu ozónovej vrstvy v zime a začiatkom jari. Takmer súvislé obdobie záporných odchýlok začalo v druhej dekáde apríla a pokračovalo až do konca augusta. V celej perióde celkové množstvo ozónu len epizodicky vystupovalo slabšie nad dlhodobý priemer. Najhoršia bola situácia v máji, kedy priemerná mesačná hodnota bola 7% pod dlhodobým priemerom. V jesenných mesiacoch bola ozónová vrstva väčšinou v dobrom stave, výrazné a súvislé poklesy boli zaznamenané znovu až v decembri.

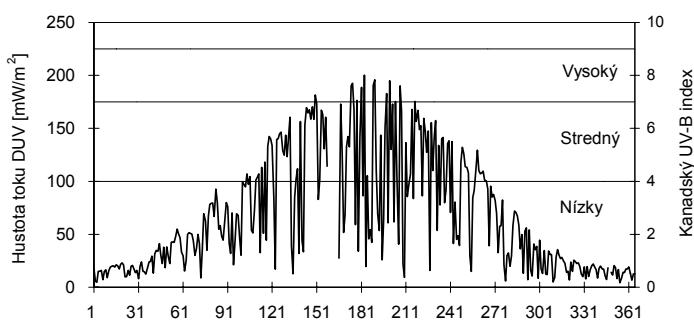
Týždenné priemery celkového atmosférického ozónu sú na obr. 3.3. Graf ilustruje popísaný stav a zároveň ukazuje ročný chod, ale aj výrazné krátkodobé výkyvy celkového množstva ozónu v našej geografickej oblasti.

Na obrázku 3.4 sú hodnoty hustoty toku slnečného UV-B žiarenia zhodnotené spektrom biologickej účinnosti na erytém (sčervenanie pokožky) (McKinlay a Diffey 1987) namerané v čase miestneho poludnia. Takto upravené UV-B žiarenie budeme ďalej označovať ako erytémové ultrafialové žiarenie. V priemere o 10:39 UTC prechádza slnko v Poprade cez miestny poludník, teda má v dennom chode najvyššiu možnú výšku a za jasného dňa by UV-B žiarenie malo nadobudnúť denné maximum. Výrazný rozptyl hodnôt demonštruje vplyv počasia, najmä oblačnosti, na intenzitu slnečného UV-B žiarenia. Slnečné UV-B žiarenie má v závislosti od výšky slnka výrazný denný a ročný chod. Zimné hodnoty sú viac ako 10 krát nižšie ako letné avšak porovnateľné zoslabenie spôsobujú aj oblačnosť a zrážky v lete. Na obrázku 3.4 je znázornený aj tzv. UV index. Jeho hodnoty súvisia s hustotou toku erytémového ultrafialového žiarenia a môže sa z nich odvodiť odporúčaná doba pobytu na slnku. Hodnoty vyššie ako 7 sú dosahované v letných mesiacoch okolo poludnia a znamenajú, že na slnku by sme v tomto čase mali zdržiavať bez náležitej ochrany nanajvýš niekoľko minút. Konkrétny čas pobytu na slnku závisí od fototypu pokožky a štádia postupnej adaptácie na zvýšené dávky slnečného žiarenia po zimnom období. Hodnoty nižšie ako 4, ktoré sa vyskytujú v októbri až marci naopak znamenajú, že ani niekoľkohodinový pobyt na slnku nie je nebezpečný i keď ozónová vrstva môže byť výraznejšie redukovaná. Pomerne vysoké dávky škodlivého ultrafialového žiarenia sú aktuálne už na začiatku jari v zasnežených vysokohorských polohách. Praktickou jednotkou na vyjadrenie hodnoty erytémového ultrafialového žiarenia je MED (Minimum Erythema Dose - Minimálna erytémová dávka). 1 MED je minimálna dávka erytémového žiarenia, ktorá už spôsobí červenanie pokožky. Pretože reakcia na ultrafialové žiarenie závisí od fototypu pokožky vzťah k fyzikálnym jednotkám bol definovaný tak, aby vyjadroval erytémový efekt pre najcitlivejší typ pokožky. Platí $1 \text{ MED/hod} = 0,0583 \text{ W/m}^2$ pre $1 \text{ MED} = 210 \text{ J/m}^2$. Podrobnejšie informácie o atmosférickom ozóne, slnečnom žiarení a ochrane pred škodlivými účinkami ultrafialového slnečného žiarenia je možné získať spolu s predpoveďou UV indexu na internetovej stránke SHMÚ.

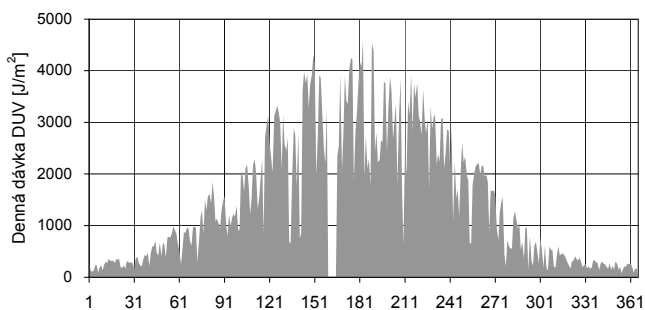
Obr. 3.3 Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 2003



Obr. 3.4 Ročný chod poludňajších hodnôt DUV (Diffey) žiarenia – Gánovce 2003



Obr. 3.5 Ročný chod denných dávok škodlivého ultrafialového slnečného žiarenia – Gánovce 2003



Najväčšia hustota toku erytémového ultrafialového žiarenia na poludnie 200,2 mW/m², čo odpovedá 3,43 MED/hod, bola nameraná 2. júla. Bola to jediná hodnota nad 200 mW/m² v roku 2003.

UV-B žiarenie sa monitoruje každý deň v pravidelných hodinových alebo polhodinových intervaloch. Počas búrok je pozorovací program z bezpečnostných dôvodov dočasne prerušovaný. Hodnoty denných súm sú na obr. 3.5. Maximálna denná dávka erytémového ultrafialového žiarenia 4590 J/m², čo sa rovná 21,8 MED, bola nameraná rovnako ako poludňajšie maximum 2. júla.

Celková suma denných dávok erytémového ultrafialového žiarenia v období apríl až september bola 461 720 J/m². Chýbajúce hodnoty v júni, keď bol prístroj na kalibrácii sme doplnili hodnotou, získanou ako priemer z 10 dní pred a 10 dní po kalibrácii. Suma denných dávok dosahuje takmer úroveň roku 2000, kedy bola nameraná zatiaľ najvyššia hodnota (462 267 J/m²) od začiatku meraní v roku 1994.

Tab. 3.8 Celkový ozón [DU] v roku 2003 a odchýlky od dlhodobého priemeru

Deň	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO	O ₃	RO
1	312	-4	411	15	366	-3	416	8	342	-10	339	-7	316	-9	322	-3	315	1	282	-3	313	9	285	-4
2	345	5	401	11	359	-5	410	6	345	-9	349	-4	335	-4	319	-3	332	7	288	-1	316	11	255	-14
3	361	10	420	17	386	2	414	7	345	-9	345	-5	346	0	305	-8	352	13	270	-7	296	4	248	-17
4	341	4	432	20	394	4	421	9	364	-4	342	-6	342	-1	303	-8	317	2	302	4	301	5	275	-8
5	346	5	449	24	359	-5	419	8	356	-6	343	-6	367	6	295	-10	314	1	300	4	304	6	281	-6
6	338	2	403	11	360	-5	470	21	341	-10	330	-9	346	0	305	-7	303	-2	298	3	335	17	294	-2
7	387	17	340	-7	386	2	479	24	331	-12	331	-9	341	-1	313	-5	298	-3	301	4	295	3	319	6
8	360	8	365	0	386	1	458	18	350	-7			342	-1	322	-2	318	4	325	13	282	-2	271	-10
9	340	2	343	-6	380	0	470	21	344	-9			337	-2	333	2	303	-1	332	15	261	-9	282	-7
10	392	17	377	3	350	-8	423	9	349	-7			351	2	325	0	299	-2	272	-5	283	-1	286	-6
11	365	9	398	8	347	-9	385	0	316	-16			354	3	330	1	312	2	275	-4	303	6	301	-1
12	343	2	375	2	369	-3	384	-1	333	-11			322	-6	326	0	309	2	264	-8	289	1	293	-4
13	318	-6	390	6	425	11	375	-3	334	-11			366	7	314	-3	308	2	273	-5	294	2	266	-13
14	254	-25	338	-8	442	16	362	-6	356	-5	335	-7	348	2	316	-3	305	1	293	2	301	5	280	-9
15	261	-23	408	10	401	5	372	-4	391	5	340	-5	344	1	320	-1	281	-7	302	5	314	9	282	-9
16	274	-20	458	23	360	-6	366	-5	400	7	366	2	333	-2	314	-3	278	-7	327	14	305	6	319	3
17	342	0	398	7	361	-6	378	-2	368	-1	340	-5	311	-8	310	-4	273	-9	312	9	318	10	274	-12
18	320	-7	386	4	344	-10	391	1	381	3	349	-2	314	-7	311	-3	282	-6	302	6	300	4	279	-10
19	326	-5	359	-4	321	-16	367	-5	353	-5	345	-3	316	-7	311	-3	275	-8	276	-4	276	-5	285	-9
20	320	-7	342	-9	321	-16	362	-6	330	-11	331	-7	315	-7	307	-4	267	-10	281	-2	268	-8	285	-9
21	329	-5	374	0	347	-9	362	-6	376	2	382	8	314	-7	310	-3	270	-9	274	-4	289	0	326	3
22	369	6	388	3	340	-11	354	-8	367	-1	362	2	311	-8	303	-5	279	-6	293	2	275	-5	315	0
23	397	14	395	5	309	-20	373	-3	344	-7	329	-7	321	-5	306	-4	291	-2	311	9	265	-9	326	3
24	415	18	406	8	310	-19	357	-7	334	-9	333	-6	320	-4	305	-4	291	-1	304	6	276	-5	347	9
25	457	30	374	-1	341	-11	349	-9	313	-15	345	-2	320	-4	324	2	294	0	321	12	295	1	283	-11
26	406	15	330	-12	391	2	347	-9	325	-12	337	-4	321	-4	314	-1	304	4	315	10	296	1	282	-12
27	427	21	360	-5	391	2	333	-13	323	-12	363	3	301	-10	311	-2	288	-2	326	14	289	-2	271	-15
28	385	9	358	-5	395	2	360	-6	321	-13	355	1	314	-6	305	-3	284	-3	266	-7	305	4	302	-6
29	404	14			405	5	337	-12	331	-10	347	-1	345	4	308	-2	280	-4	307	7	284	-4	313	-3
30	425	19			400	4	336	-12	323	-12	329	-6	321	-3	310	-1	277	-5	329	15	280	-5	308	-5
31	472	32			394	2			332	-9			323	-3	317	1			324	13			275	-15
Ø	359	5	385	4	369	-3	388	1	346	-7	344	-3	331	-3	313	-3	297	-2	298	4	294	2	291	-6
Std	51	14	32	10	32	8	41	10	21	6	13	4	17	4	9	3	19	5	20	7	17	6	22	6
Max	472	32	458	24	442	16	479	24	400	7	382	8	367	7	333	2	352	13	332	15	335	17	347	9
Min	254	-25	330	-12	309	-20	333	-13	313	-16	329	-9	301	-10	295	-10	267	-10	264	-8	261	-9	248	-17

O₃ - celkový ozón RO - relatívna odchýlka od dlhodobého priemeru (Hradec Králové 1962-1990)
Std - štandardná odchýlka [DU]

4.1 INVENTARIZÁCIA EMISIÍ A ZDROJOV ZNEČISTENIA OVZDUŠIA

Antropogénne emisie znečisťujúcich látok do ovzdušia sú príčinou mnohých súčasných aj potenciálnych problémov, medzi ktoré patrí *acidifikácia, zníženie kvality ovzdušia, globálne oteplenie/ klimatické zmeny, deštrukcia budov a konštrukcií, narušenie ozónosféry*.

Kvantitatívne informácie o týchto emisiách a ich zdrojoch, sú nutnou podmienkou pre:

- informovanosť zodpovedných orgánov, odbornej a laickej verejnosti,
- definíciu environmentálnych priorít a identifikáciu príčin problémov,
- odhad environmentálneho vplyvu rôznych plánov a stratégií,
- ohodnotenie environmentálnych nákladov a úžitkov rôznych prístupov,
- monitorovanie vplyvu, resp. účinnosti prijatých opatrení,
- doloženie súladu s prijatými záväzkami.

STACIONÁRNE ZDROJE

Vybrané údaje o zdrojoch znečistenia ovzdušia a emisiách znečisťujúcich látok sa v rokoch 1985-1999 spracovávali podľa zákona o ovzduší č.35/67 Zb. v systéme REZZO (Registri emisií a zdrojov znečistenia ovzdušia), ktorý bol členený podľa výkonu, veľkosti a druhu zdrojov na 3 časti:

- REZZO 1** Stacionárne zdroje s tepelným výkonom väčším ako 5 MW a vybrané technológie
- REZZO 2** Stacionárne zdroje s tepelným výkonom 0,2-5 MW a vybrané technológie
- REZZO 3** Stacionárne (lokálne) zdroje s výkonom menším ako 0,2 MW (spotreba palív pre obyvateľstvo)

V súvislosti s meniacou sa legislatívou v ochrane ovzdušia neprebíhala však postupná novelizácia systému REZZO, a preto sa v roku 1997 pristúpilo k tvorbe nového modulu NEIS (Národný emisný inventarizačný systém) v rámci projektu, ktorého gestorom bolo MŽP SR v koordinácii SHMÚ a v úzkej spolupráci s MV SR, krajskými a okresnými úradmi ako aj s vybranými prevádzkovateľmi. NEIS je koncipovaný ako viacmodulový systém, ktorý plne zodpovedá požiadavkám platnej legislatívy v ochrane ovzdušia. Modul NEIS BU umožňuje uskutočniť komplexný zber a spracovanie údajov na jednotlivých OÚ, ako aj vykonať logickú kontrolu správnosti výpočtu emisií zo vstupných údajov zadaných prevádzkovateľom a to spôsobom, ktorý je v súlade s legislatívou o ovzduší a potom vytlačiť rozhodnutie o výške poplatku. Zber údajov sa uskutočňuje pomocou súboru tlačív, ale je možné využiť aj modul NEIS PZ, ktorý umožňuje prevádzkovateľom okrem spracovania vstupných údajov v elektronickej forme aj výpočet emisií a OÚ načítanie údajov od prevádzkovateľov do okresných databáz – modul NEIS BU. Údaje z okresných databáz sa potom načítavajú do centrálnej databázy NEIS CU. NEIS využíva podporu štandardných databázových produktov MS ACCESS a MS SQL Server.

Funkčnosť systému bola overená počas tzv. pilotného testovania vo vybraných okresoch v rámci celého územia SR a následne bol systém prijatý medzirezortným riadiacim výborom.

Prínos NEIS

- Jednotný systém spracovania údajov o zdrojoch a ich emisiách na úrovni lokálnej, regionálnej a národnej.
- Poskytnutie aktuálneho a účinného nástroja všetkým primárnym spracovateľom údajov, ktorý zabezpečí jednotnú úroveň zberu, spracovania, kontroly a verifikáciu údajov o zdrojoch a ich emisiách.
- Sprehľadnenie postupu priznávania množstva emisií a tým aj platenia poplatkov za znečisťovanie ovzdušia prevádzkovateľmi zdrojov z dôvodu zabudovaného systému kontroly a nevyhnutnosti zadávať do NEIS vstupné údaje výlučne v súlade s legislatívnymi predpismi.
- Vytvorenie celoslovenskej databázy, ktorá umožní vrcholovým orgánom štátnej správy optimálne plnenie úloh na všetkých stupňoch a poskytne vstupné údaje pre medzinárodné emisné inventúry, resp. pre kompilovanie špeciálnych emisných inventúr.

Porovnanie systémov REZZO a NEIS

Zmeny v legislatíve o ovzduší uskutočnené v priebehu rokov 1990-2000, napr. vymedzenie a definícia zdroja, zmena v kategorizácii zdrojov a ich členenie podľa výkonu spôsobili, že systém REZZO je možné porovnávať s modulom NEIS iba na celonárodnej úrovni. Porovnanie jednotlivých častí REZZO (REZZO 1, REZZO 2) s modulom NEIS (veľké, stredné zdroje), resp. porovnanie jednotlivých zdrojov v oboch systémoch je obtiažne.

Podľa Zákona o ovzduší č. 478/2002 Z.z. (§33, odst.2, písm. g, m), sú OÚ povinné každoročne spracovávať súhrnné ročné vyhodnotenie prevádzkovej evidencie zdrojov znečisťovania ovzdušia v okrese a predkladať ho najneskôr do 31.5. bežného roka v elektronickej forme na ďalšie spracovanie na SHMÚ, ktorý je organizáciou poverenou MŽP SR správou centrálnych databázy NEIS CU a zabezpečením spracovania údajov na národnej úrovni (Vestník MŽP SR č.6/2000).

NEIS zahŕňa zdroje znečisťovania ovzdušia, ktoré sa členia podľa príkonu a kategorizácie (podľa Vyhlášky č.706/2002 Z.z.):

Veľké zdroje	Technologické celky obsahujúce stacionárne zariadenia na spaľovanie palív so súhrnným tepelným príkonom 50 MW a vyšším a ostatné technologické celky
Stredné zdroje	Technologické celky obsahujúce stacionárne zariadenia na spaľovanie palív so súhrnným tepelným príkonom 0,3 MW a vyšším až do 50 MW a ostatné technologické celky
Malé zdroje	Stacionárne zariadenia - domáce kúreniská na spaľovanie tuhých palív s menovitým tepelným príkonom do 0,3 MW (podľa vyhlášky MŽP SR č.144/2000)

Spracovanie údajov (1990-2003) – zhodnotenie

REZZO 1

Systém REZZO 1 tvorí rad údajov od roku 1990 do roku 1999. V roku 1999 bolo v prevádzke 967 zdrojov znečisťovania ovzdušia, t.j. územnosprávnych jednotiek definovaných pomocou IČO. Každoročne sa aktualizovali údaje o množstve, druhu a akosti spotrebovaného paliva a o technických a technologických údajoch spaľovacích a odlučovacích zariadení. Z týchto údajov sa pre jednotlivé zdroje pomocou emisných faktorov počítali emisie CO, NO_x, SO₂ a tuhých látok. Od roku 1996 sa pre vybrané zdroje tieto hodnoty nahradili údajmi, ktoré uvádzali prevádzkovatelia na základe prepočtu z výsledkov meraní. Údaje o emisiách z technológií poskytovali za jednotlivé zdroje na základe vlastných zistení. Emisie z jednotlivých zdrojov zo spaľovacích procesov a technológií sa sumarizovali na úrovni územnosprávnych jednotiek. Zdroje evidované v REZZO 1 majú priradené aj geografické súradnice, čo umožňuje ich zobrazenie v geografickom informačnom systéme.

Veľké zdroje

Od roku 2000 sa zber vybraných údajov o zdrojoch a ich emisiách uskutočňuje v systéme NEIS. V roku 2003 bolo v tomto systéme spracovaných 921 veľkých zdrojov na základe definitívnych výsledkov zo 79 okresných databáz NEIS BU. Keďže do evidencie veľkých zdrojov boli v systéme REZZO zaradené aj zdroje s výkonom od 5 MW vyššie, porovnanie počtu zdrojov v jednotlivých systémoch je obtiažne.

REZZO 2

Aktualizácia údajov REZZO 2 sa vykonávala vo viacročnom cykle. Registrácia a zber údajov z jednotlivých zdrojov sa vykonávali priebežne. Sumarizácia sa uskutočnila v rokoch 1985 a 1989. Počet evidovaných zdrojov sa však ku druhej aktualizácii natoľko zvýšil, že údaje neboli porovnateľné. Tretia aktualizácia prebehla v spolupráci s úradmi životného prostredia v období 1993-1996 a bola ukončená v decembri 1996.

Stredné zdroje

Od roku 2000 prebieha aktualizácia údajov v systéme NEIS každoročne. V roku 2003 bolo spracovaných v module NEIS 12 436 stredných zdrojov na základe definitívnych výsledkov zo 79 okresných databáz NEIS BU. Keďže do evidencie stredných zdrojov boli v systéme REZZO2 zaradené iba zdroje s výkonom 0,2-5 MW, porovnanie počtu zdrojov v jednotlivých systémoch je obtiažne.

REZZO 3 a Malé zdroje

Bilancia emisií sa spracováva v systéme NEIS CU a vychádza z údajov o predaji tuhých palív pre domácnosti a malospotrebiteľov (od roku 2001 v zmysle Vyhlášky č.144/2000), zo spotreby zemného plynu pre obyvateľstvo (evidencia SPP, a.s.) a príslušných emisných faktorov. Lokálne kúreniská sú hodnotené ako plošné zdroje na úrovni okresu. V roku 2004 bola bilancia emisií revidovaná¹ a následne boli prepočítané emisie od roku 1990. V rámci revízie boli aktualizované emisné faktory (v súlade s platnou legislatívou v ochrane ovzdušia), akostné znaky tuhých palív (v zmysle OTN ŽP 2008) a boli dopočítané emisie zo spaľovania dreva, ktorého spotreba v bilanciách do roku 2004 nebola zahrnutá. Keďže v minulosti sa bilancia nespracovávala každoročne (systém REZZO3 sa aktualizoval každoročne iba do roku 1997), pomocou regresných kriviek boli dopočítané údaje v chýbajúcich rokoch. Takto bol získaný konzistentný časový rad údajov za roky 1990-2003.

¹ Bilancia emisií malých zdrojov znečistenia ovzdušia v SR, Profing, 2003

MOBILNÉ ZDROJE

Emisie z mobilných zdrojov sa počítajú od roku 1990 a stanovujú sa každoročne. Pre výpočet emisií z cestnej dopravy sa používa metóda COPERT, ktorá je odporučená pre účastníkov Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcim hranicami štátov. Vychádza z počtu jednotlivých typov automobilov, množstva najjazdených kilometrov a zo spotreby jednotlivých druhov pohonných hmôt. Okrem cestnej dopravy sa počítajú aj emisie zo železničnej, leteckej a lodnej dopravy, a to v súlade s metodikou IPCC. V roku 2002 bol spracovaný prepočet emisií znečisťujúcich látok z cestnej dopravy v novej verzii programu, a to verzii COPERT III, ktorá obsahuje najnovšie poznatky v tejto oblasti. V roku 2004 bola bilancia emisií TZL z cestnej dopravy doplnená, v súlade s požiadavkami novelizovanej metodiky EMEP/CORINAIR² a v súlade s požiadavkami na reporting týchto emisií pre UN ECE (NFR³), o emisie z výfukov z benzínových motorov a o abrazívne emisie (obrusovanie povrchu vozovky, pneumatík a brzdneho obloženia). Pre výpočet bola použitá metodika a emisné faktory odporučené agentúrou TNO-MEP. Výsledky bilancie emisií TZL z cestnej dopravy sú uvedené v tabuľke 4.1.

4.2 VÝVOJOVÉ TRENDY ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK

EMISIE ZÁKLADNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK

Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok, ktoré boli spracované v systémoch REZZO a NEIS sú uvedené v tabuľke 4.2a,b a na obrázku 4.1.

Tuhé látky a SO₂

Emisie tuhých látok aj oxidu siričitého sa od roku 1990 plynulo znižujú, čo je okrem poklesu výroby a spotreby energie spôsobené aj zmenou palivovej základne v prospech ušľachtilých palív a používaním palív s lepšími akostnými znakmi. Na redukcii emisií tuhých častíc sa podieľalo aj zavádzanie odlučovacej techniky, resp. zvyšovanie jej účinnosti. Klesajúci trend emisií SO₂ do roku 1996 pokračoval aj v roku 2000 a bol zapríčinený znižovaním spotreby hnedého, čierneho uhlia, ťažkého vykurovacieho oleja, používaním nízko-sírných vykurovacích olejov (Slovnaft) a inštalovaním odsírovacích zariadení u veľkých energetických zdrojov (Elektrárne Zemianske Kostolčany a Vojany). Kolísanie emisií SO₂ v rokoch 2001 až 2003 bolo ovplyvnené ich čiastočnou alebo úplnou prevádzkou, kvalitou spaľovaných palív a objemom výroby.

Oxidy dusíka

Emisie oxidov dusíka vykazujú v období od roku 1990 mierny pokles. Mierne zvýšenie emisií v roku 1995 súvisí so zvýšením spotreby zemného plynu. Pokles emisií oxidov dusíka v roku 1996 bol zapríčinený zmenou emisného faktora, zohľadňujúcou stav techniky a technológie spaľovacích procesov. Znižovanie spotreby tuhých palív od roku 1997 viedlo k ďalšiemu poklesu emisií NO_x. V rokoch 2002 a 2003 sa na znížení emisií výrazne prejavila denitrifikácia (Elektrárň Vojany).

² *Emission Inventory Guidebook - 3rd edition*

³ *NewFormat Reporting*

CO

Emisie CO majú od roku 1990 klesajúcu tendenciu, ktorá bola spôsobená najmä znížením spotreby a zmenou zloženia paliva vo sfére malospotrebitel'ov. Emisie CO z veľkých zdrojov klesali len mierne. Na celkových emisiách CO z veľkých zdrojov sa najvýznamnejšie podieľa priemysel železa a ocele. Pokles emisií CO v roku 1992 bol spôsobený poklesom objemu výroby v tomto sektore. Po jeho náraste v roku 1993 na úroveň z roku 1990 sa úmerne zvýšili aj emisie CO. Pokles emisií CO v roku 1996 bol zapríčinený zohľadnením účinkov opatrení na obmedzovanie emisií CO v najvýznamnejšom zdroji tohoto sektoru, ktoré boli stanovené na základe výsledkov merania emisií. Kolísanie emisií CO z veľkých zdrojov v rokoch 1997 až 2003 súvisí tiež s množstvom vyrobeného surového železa ako aj spotrebou paliva.

EMISIE OSTATNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK

Inventarizácia emisií NMVOC, TK a POPs vychádza z definície sektorov relevantných pre jednotlivé znečisťujúce látky v zmysle SNAP 97 so zohľadnením a odporúčaniami medzinárodných pracovných skupín emisnej inventarizácie (UNECE TF on emission inventory), ktoré pracujú pod záštitou EHK-OSN. Emisie sa spracovávajú iba na celonárodnej úrovni v spolupráci s externými riešiteľmi a bilancujú na základe emisných faktorov vzťahnutých k nejakej aktivite a objemu danej aktivity.

NMVOC

V roku 2001 bola inventarizácia emisií NMVOC revidovaná a doplnená o bilanciu emisií z asfaltovania ciest v dôsledku čoho celkové emisie v jednotlivých rokoch adekvátne vzrástli. Použitá metodika bilancie vychádza z množstva vyrobeného asfaltu, z ktorého sa podľa odborného odhadu na pokrytie ciest používa 65-80%. S poklesom množstva vyrobeného asfaltu v rokoch 1990-2000 súvisí aj pokles emisií v danom subsektore. K poklesu emisií NMVOC od roku 1990 prispeli aj pokles spotreby náterových látok a postupné zavádzanie nízkorozpúšťadlových typov náterov, rozsiahle zavádzanie opatrení v sektore spracovania ropy a distribúcie palív, plynofikácia spaľovacích zariadení najmä v oblasti komunálnej energetiky a zmena automobilového parku v prospech vozidiel vybavených riadeným katalyzátorom (tab. 4.7, obr. 4.4).

POPs

Podobne aj emisie perzistentných organických látok (POPs) majú od roku 1990 klesajúci trend. Najvýraznejšie sa prejavuje pri emisiách polyaromatických uhľovodíkov (PAH). Klesajúci trend emisií je zapríčinený najmä zmenou technológie výroby hliníka (používanie vopred vypálených anód), inštaláciou termálnej deštrukcie v Elektrokarbone Topoľčany a zmenou technológie impregnácie dreva (tab. 4.8, obr. 4.4).

TK

Emisie ťažkých kovov (TK) majú od roku 1990 tiež klesajúci trend. Okrem odstavenia niektorých zastaralých neefektívnych výrob tento trend ovplyvnili rozsiahle rekonštrukcie odlučovacích zariadení, zmena používaných surovín a najmä prechod na používanie bezolovnatých typov benzínov od roku 1996 (tab. 4.9, obr. 4.5).

Podiel jednotlivých sektorov na celkových emisiách v SR v roku 2003

Obrázok 4.2 znázorňuje príspevok stacionárnych a mobilných zdrojov na znečisťovaní ovzdušia. Z grafov je zrejmé, že podiel dopravy je významný pri znečisťovaní ovzdušia oxidmi dusíka a oxidom uhľnatým. Spaľovacie procesy a priemysel sú zase hlavným prispievateľom znečisťovania ovzdušia oxidmi síry a tuhými látkami. V tabuľke 4.3 sú uvedené sumárne hodnoty emisií v jednotlivých aglomeráciách a zónach (v zmysle Prílohy č.8 k Vyhláske č.705/2002 Z.z.).

Najvýznamnejší znečisťovatelia ovzdušia v SR v roku 2003

V tabuľke 4.4 je uvedených 20 najvýznamnejších znečisťovateľov ovzdušia. Podiel týchto znečisťovateľov na celkovom znečisťovaní ovzdušia Slovenska je od 76,02% do 92,90%. V tabuľke 4.5 je uvedené poradie 10 najväčších znečisťovateľov v kraji podľa množstva základných znečisťujúcich látok.

Merné územné emisie za rok 2003

Tabuľka 4.6 a obrázok 4.3 nám dávajú určitú predstavu o územnom rozložení emitovaných škodlivín. Nemožno si však zamieňať množstvo emitovaných látok z určitého územia s jeho imisným zaťažením, lebo emitované škodliviny môžu v závislosti od výšky komína a meteorologických charakteristík zaťažovať aj vzdialenejšie oblasti.

4.3 VERIFIKÁCIA VÝSLEDKOV

Verifikácia údajov, zistených počas emisnej inventúry, sa realizovala porovnaním:

- aktuálnych údajov s údajmi za predchádzajúce roky a overením príčin ich zmien (napr. zmena palivovej základne, resp. akostných znakov palív, technológie, odľučovacej techniky a pod.)
- údajov uvedených v dotazníkoch REZZO 1 s údajmi poskytnutými prevádzkovateľmi na OÚ pre určenie výšky poplatku. Rozdiely boli najmä v akostných znakov palív, čo v závislosti od množstva spotrebovaného paliva významne ovplyvnilo množstvo vypočítaných emisií. Ďalšie odlišnosti vznikali v dôsledku toho, že OÚ umožnili zdrojom nahlásiť emisie vypočítané na základe výsledkov meraní, kým v systéme REZZO sa tento fakt zohľadnil až neskôr. V niektorých prípadoch dochádzalo k významným rozdielom medzi hodnotami zistenými bilančným výpočtom a prepočtom z výsledkov meraní. V bilancii REZZO za rok 1996 až 1999 boli pre vybrané zdroje zohľadnené výsledky meraní, pri ktorých bola úroveň výsledkov meraní a postupu prepočtu vyhovujúca.
- modul NEIS na úrovni OÚ (NEIS BU) umožňuje kontrolu správnosti výpočtu emisií a jeho používanie môže prispieť k spresneniu spracovania celkovej bilancie emisií v SR.

Poznámka: Národný systém inventarizácie zdrojov a emisií prechádza v dôsledku prijatia nového zákona o ovzduší a harmonizácie s direktívami EÚ štrukturálnymi zmenami. Prebieha harmonizácia inventúr pre všetky sledované znečisťujúce látky a zavádza sa ISO9001. V súlade s týmito požiadavkami je inventúra základných znečisťujúcich látok za rok N ukončená k 30.10. (N+1) a inventúry ostatných znečisťujúcich látok za rok N ukončené k 15.2.(N+2).

Tab. 4.1 Emisie TZL [t] z cestnej dopravy v SR za roky 1990-2003

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Emisie z dieselových motorov	2916	2339	2040	1889	2020	2200	2263	2292	2397	2260	1975	2167	2564	2262
Emisie z benzínových motorov	376	348	335	354	346	346	321	302	283	238	208	220	215	168
Spolu emisie z výfukov	3292	2687	2375	2243	2366	2546	2584	2594	2680	2498	2183	2387	2779	2430
Emisie abrazívne	6737	5587	5102	5000	5765	5761	5897	6114	6324	5823	5465	6180	7148	6480
Spolu	10029	8274	7477	7243	8131	8307	8481	8708	9004	8321	7648	8567	9927	8910

Tab. 4.2a Emisie základných znečisťujúcich látok [tis. t] v SR v rokoch 1990-1999

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Tuhé látky	REZZO 1	208,075	153,590	110,545	79,925	52,335	55,770	38,461	36,646	31,168	34,813
	REZZO 2	36,425	¹ 36,425	¹ 36,425	¹ 36,425	¹ 17,097	¹ 17,097	9,478	² 9,478	² 9,478	² 9,478
	REZZO 3*	34,795	35,710	31,969	29,386	26,077	24,582	24,539	20,170	21,039	20,234
	REZZO 4**	10,764	8,855	7,978	7,644	8,544	8,755	8,940	9,142	9,509	8,766
	Spolu	290,059	234,580	186,916	153,380	104,053	106,204	81,418	75,436	71,194	73,291
SO₂	REZZO 1	421,981	347,084	296,034	246,411	182,746	188,590	197,308	176,564	153,723	147,111
	REZZO 2	37,509	¹ 37,509	¹ 37,509	¹ 37,509	¹ 27,091	¹ 27,091	10,577	² 10,577	² 10,577	² 10,577
	REZZO 3*	63,197	58,173	53,697	42,124	33,069	28,117	20,173	14,994	17,088	14,189
	REZZO 4	3,424	2,722	2,390	2,175	2,313	2,490	2,536	2,554	2,724	1,088
	Spolu	526,111	445,488	389,630	328,219	245,219	246,288	230,594	204,689	184,112	172,965
NO_x	REZZO 1	146,474	135,389	127,454	122,169	111,616	118,040	76,853	70,583	74,322	65,436
	REZZO 2	4,961	4,961	4,961	4,961	15,193	15,193	3,960	² 3,960	² 3,960	² 3,960
	REZZO 3*	13,331	13,077	12,243	10,583	9,456	9,023	8,845	7,784	8,355	8,201
	REZZO 4	56,850	47,375	43,738	42,362	43,535	45,453	45,038	44,914	46,210	43,225
	Spolu	221,616	200,802	188,396	180,075	169,800	177,709	134,696	127,241	132,847	120,822
CO	REZZO 1	162,047	160,591	132,874	160,112	168,561	165,715	129,388	141,636	118,581	122,149
	REZZO 2	27,307	¹ 27,307	¹ 27,307	¹ 27,307	¹ 11,409	¹ 11,409	12,037	² 12,037	² 12,037	² 12,037
	REZZO 3*	161,905	152,335	139,809	113,629	92,663	81,778	66,759	51,933	56,990	51,171
	REZZO 4	154,199	142,135	140,621	150,676	154,804	156,743	151,133	153,216	153,946	144,655
	Spolu	505,458	482,368	440,611	451,724	427,437	415,645	359,317	358,822	341,554	330,012

REZZO 1-3 – stacionárne zdroje REZZO 4 – mobilné zdroje (cestná a ostatná doprava)

¹ údaje získané odborným odhadom ² údaje sú za rok 1996

* Bilancia emisií bola v roku 2004 revidovaná a následne boli prepočítané emisie v celom časovom rade údajov 1990-2003

** Emisie TZL z cestnej dopravy boli v roku 2004 doplnené o emisie abrazívne a emisie z benzínových motorov, a to v celom časovom rade údajov 1990-2003

Tab. 4.2b Emisie základných znečisťujúcich látok [tis.t] v SR v rokoch 2000-2003

		2000	2001	2002	2003	
Tuhé látky	Stacionárne zdroje – NEIS	Veľké zdroje ¹	29,923	29,722	25,037	20,166
		Stredné zdroje ¹	4,958	4,405	3,767	3,259
		Malé zdroje ^{2*}	19,877	20,550	17,217	18,300
	Mobilné zdroje	Cestná doprava**	7,648	8,567	9,927	8,910
	Ostatná doprava	0,399	0,404	0,366	0,329	
Spolu		62,805	63,648	56,314	50,964	
SO₂	Stacionárne zdroje – NEIS	Veľké zdroje ¹	101,955	109,823	91,461	95,283
		Stredné zdroje ¹	8,083	6,655	3,964	3,620
		Malé zdroje ^{2*}	16,055	13,764	7,127	6,384
	Mobilné zdroje	Cestná doprava	0,670	0,750	0,808	0,750
	Ostatná doprava	0,189	0,194	0,064	0,059	
Spolu		126,952	131,186	103,424	106,096	
NO_x	Stacionárne zdroje – NEIS	Veľké zdroje ¹	54,485	51,653	46,412	44,605
		Stredné zdroje ¹	8,052	7,751	6,356	6,620
		Malé zdroje ^{2*}	7,993	8,391	7,137	7,356
	Mobilné zdroje	Cestná doprava	33,438	35,719	39,883	34,814
	Ostatná doprava	4,860	4,899	4,808	4,305	
Spolu		108,828	108,413	104,596	97,700	
CO	Stacionárne zdroje – NEIS	Veľké zdroje ¹	120,609	115,177	122,225	141,047
		Stredné zdroje ¹	10,779	10,280	9,150	9,394
		Malé zdroje ^{2*}	53,792	50,178	33,815	33,811
	Mobilné zdroje	Cestná doprava	120,190	131,954	138,960	116,050
	Ostatná doprava	1,719	1,626	1,591	1,463	
Spolu		307,089	309,215	305,741	301,765	

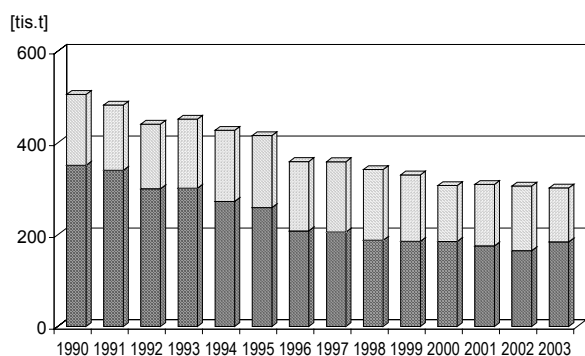
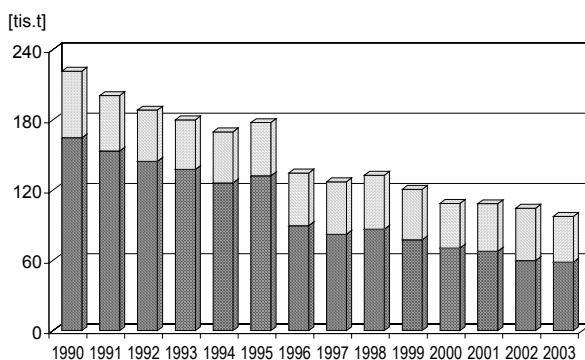
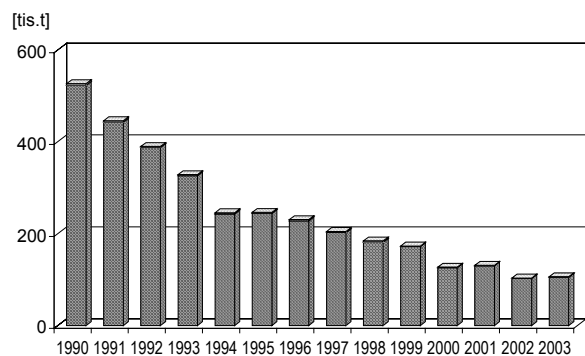
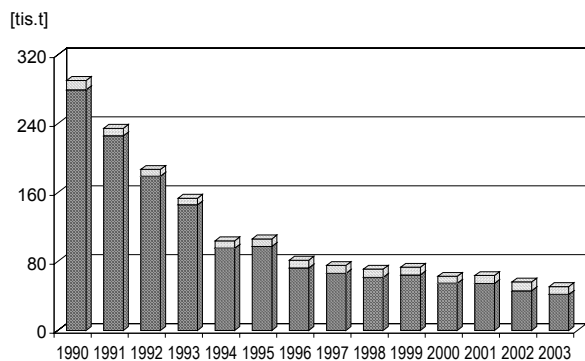
¹ podľa Vyhlášky MŽP SR č.706/2002 Z.z. ² podľa Vyhlášky MŽP SR č.144/2000 Z.z

* Bilancia emisií bola v roku 2004 revidovaná a následne boli prepočítané emisie v celom časovom rade údajov 1990-2003

** Emisie TZL z cestnej dopravy boli v roku 2004 doplnené o emisie abrazívne a emisie z benzínových motorov, a to v celom časovom rade údajov 1990-2003

Emisie stanovené k 31.10.2004

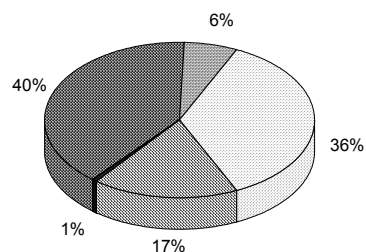
Obr. 4.1 Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok v rokoch 1990-2003



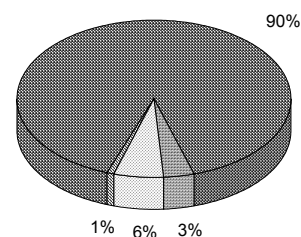
Mobilné zdroje
 Stacionárne zdroje

Obr. 4.2 Emisie základných znečisťujúcich látok v roku 2003

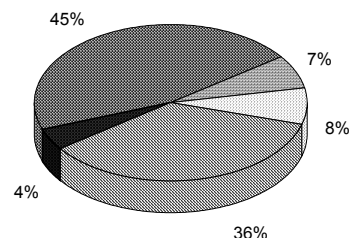
Tuhé látky



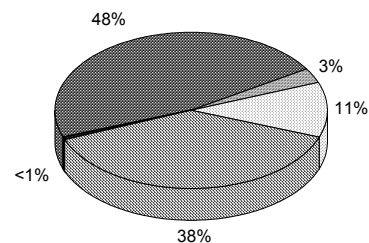
SO₂



NO_x



CO



Stacionárne zdroje
 veľké stredné malé
Mobilné zdroje
 cestná doprava ostatná doprava

Tab. 4.3 Emisie základných znečisťujúcich látok [t] zo stacionárnych zdrojov v aglomeráciách a zónach* v rokoch 2000-2003

2000

		TZL	SO ₂	NO _x	CO
Aglomerácie	Bratislava	942	13240	6393	1528
	Košice	15758	18307	12382	84544
Zóny	Bratislavský kraj	501	384	1792	1951
	Trnavský kraj	1518	2160	2012	4746
	Trenčiansky kraj	4607	28625	9083	11684
	Nitriansky kraj	3057	4752	3905	7964
	Žilinský kraj	6585	10775	5433	19357
	Banskobystrický kraj	6320	10654	6541	26309
	Prešovský kraj	4207	8372	3279	12170
Košický kraj	11263	28824	19710	14927	
SR spolu		54758	126093	70530	185180

2001

		TZL	SO ₂	NO _x	CO
Aglomerácie	Bratislava	477	13594	5151	1319
	Košice	17173	12608	12172	78619
Zóny	Bratislavský kraj	546	380	1900	1638
	Trnavský kraj	1518	2051	1966	4682
	Trenčiansky kraj	4820	45187	10489	10334
	Nitriansky kraj	2921	4749	3974	7379
	Žilinský kraj	6271	10237	5170	19287
	Banskobystrický kraj	6355	10043	6666	26301
	Prešovský kraj	4266	8082	3443	11838
Košický kraj	10330	23311	16864	14238	
SR spolu		54677	130242	67795	175635

2002

		TZL	SO ₂	NO _x	CO
Aglomerácie	Bratislava	444	11348	5313	1264
	Košice	14601	10500	12140	83700
Zóny	Bratislavský kraj	493	208	1972	1488
	Trnavský kraj	1284	1166	1684	3591
	Trenčiansky kraj	4199	38305	9616	7815
	Nitriansky kraj	2476	3799	3843	5470
	Žilinský kraj	5298	7140	4599	16520
	Banskobystrický kraj	5334	8814	6316	24299
	Prešovský kraj	3491	6320	3213	9075
Košický kraj	8401	14952	11209	11968	
SR spolu		46021	102552	59905	165190

2003

		TZL	SO ₂	NO _x	CO
Aglomerácie	Bratislava	482	12263	5414	1204
	Košice	9890	10781	12343	104600
Zóny	Bratislavský kraj	465	150	1590	2789
	Trnavský kraj	1325	1077	1670	3397
	Trenčiansky kraj	4332	46051	10198	7801
	Nitriansky kraj	2478	3648	3993	5615
	Žilinský kraj	5343	7647	4483	16459
	Banskobystrický kraj	5346	7983	5843	25729
	Prešovský kraj	3666	6719	3224	8796
Košický kraj	8398	8968	9823	7862	
SR spolu		41725	105287	58581	184252

* podľa Prílohy č.8 k Vyhláske č.705/2002 Z.z.

Tab. 4.4 Najvýznamnejší znečisťovatelia ovzdušia v SR a ich podiel na emisiách znečisťujúcich látok (NEIS) za rok 2003

Por. číslo	TZL		SO ₂		NO _x		CO	
	Prevádzkovateľ	[%]	Prevádzkovateľ	[%]	Prevádzkovateľ	[%]	Prevádzkovateľ	[%]
1	U.S. Steel, s.r.o., Košice	39,99	SE, a.s., Bratislava, o.z. ENO Zemianske Kostofany	43,22	U.S. Steel, s.r.o., Košice	19,87	U.S. Steel, s.r.o., Košice	69,21
2	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	24,81	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	12,18	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	11,64	SLOVALCO, a.s., Žiar nad Hronom	7,72
3	SE, a.s., Bratislava, o.z. ENO Zemianske Kostofany	4,23	U.S. Steel, s.r.o., Košice	9,19	SE, a.s., Bratislava, o.z. ENO Zemianske Kostofany	11,07	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	3,60
4	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	1,64	BUKOCEL, a.s., Hencovce	3,93	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	7,25	SLOVMAG, a.s., Lubeník	1,73
5	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	1,38	Zvolenská teplárenská a.s., Zvolen	3,44	Tepláreň Košice a.s., Košice	2,86	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,44
6	Duslo, a.s., Šaľa	1,10	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	3,33	Kappa Štúrovo a.s.	2,18	HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	1,34
7	Carmeuse Slovakia, s.r.o., Košice	1,02	ENERGETIKA s.r.o., Strážske	2,16	HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	2,15	OFZ, a.s., Istebné	1,25
8	Severoslov. celulóžky a papieme, a.s., Ružomberok	0,84	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	1,70	SPP a.s., závod Veľké Kapušany	2,06	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	0,96
9	BUKOCEL, a.s., Hencovce	0,79	Kappa Štúrovo a.s.	1,62	SPP,a.s.,SLOVTRANSGAZ, závod Veľké Zlievce	1,99	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	0,61
10	CHEMES, a.s., Humenné	0,75	SIDERIT Nižná Slaná	1,50	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	1,62	Calmit, s.r.o. Bratislava, prev. Margecany	0,61
11	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	0,68	CHEMES, a.s., Humenné	1,39	Považská cementáreň, a.s., Ladce	1,56	Calmit, s.r.o. Bratislava, prev. Tisovec	0,59
12	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	0,61	Tepláreň Košice a.s., Košice	1,35	Severoslov. celulóžky a papieme, a.s., Ružomberok	1,46	KOVOHUTY, a.s., Krompachy	0,50
13	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0,53	SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom	1,35	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	1,44	Kameňolom a vápenka, a.s. Žirany	0,45
14	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	0,50	Duslo, a.s., Šaľa	1,21	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,40	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	0,44
15	KVARTET Partizánske	0,50	Martinská teplárenská, a.s., Martin	1,19	Slovenský plynárenský priemysel,a.s., Rožňava	1,39	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	0,38
16	HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	0,46	Severoslov. celulóžky a papieme, a.s., Ružomberok	1,19	VETROPACK Nemšová, s.r.o.	1,32	SE, a.s., Bratislava, o.z. ENO Zemianske Kostofany	0,38
17	KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	0,44	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	1,11	Duslo, a.s., Šaľa	1,30	Wienerberger Slov.tehelne s.r.o.,Zlaté Moravce	0,31
18	SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom	0,43	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	0,70	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	1,21	CENON, s.r.o., Strážske	0,27
19	Carmeuse Slovakia s.r.o., Dvorníky- Včeláre	0,42	Handlovská energetika, s.r.o., Handlová	0,60	CHEMES, a.s., Humenné	1,20	Wienerberger Slov.tehelne s.r.o., závod Boleráz	0,27
20	Kappa Štúrovo a.s.	0,42	KVARTET Partizánske	0,54	SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	1,08	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	0,21
Spolu		81,53		92,90		76,02		92,27

Tab. 4.5 Znečisťovanie ovzdušia - poradie najväčších znečisťovateľov v rámci kraja podľa množstva emisií - 2003

BRATISLAVSKÝ KRAJ

Tuhé látky		SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II
2. HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	Malacky	ISTROCHEM, a.s., Bratislava	Bratislava III
3. Swedwood Slovakia, s.r.o., o.z. Malacky	Malacky	HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	Malacky
4. Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	Bratislavská teplárenská a.s. Bratislava	Bratislava II
5. VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	Bratislavská vodárenská spoločnosť Bratislava	Bratislava V
6. HASIT SLOVAKIA, s.r.o., Lozorno	Malacky	VÚ 1238 - PSB Nitra	Pezinok
7. Bratislavská teplárenská a.s., Bratislava	Bratislava III	Fakultná nemocnica Bratislava	Bratislava I
8. Fakultná nemocnica Bratislava	Bratislava I	Stredná odborná škola policajného zboru Pezinok	Pezinok
9. Bratislavská teplárenská, a.s., tepláreň západ	Bratislava IV	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II
10. VÚ 1238 - PSB Nitra	Pezinok	VÚ Kuchyňa-posádková správa budov Kuchyňa	Malacky
NOx		CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	Malacky
2. HOLCIM (Slovensko), a.s., Rohožník	Malacky	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II
3. Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	Swedwood Slovakia, s.r.o., o.z., Malacky	Malacky
4. Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV
5. VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III
6. Bratislavská teplárenská a.s., Bratislava	Bratislava III	Bratislavská teplárenská, a.s., Bratislava	Bratislava III
7. Bratislavská teplárenská a.s., tepláreň západ	Bratislava IV	Bratislavská teplárenská a.s., tepláreň západ	Bratislava IV
8. NAFTA GAS, a.s., Malacky	Malacky	ISTROCHEM, a.s., Bratislava	Bratislava III
9. Swedwood Slovakia, s.r.o., o.z., Malacky	Malacky	Slovenská Grafia, a.s., Bratislava	Bratislava III
10. TECHNICKÉ SKLO, a.s., Bratislava	Bratislava IV	VÚ Kuchyňa-posádková správa budov Kuchyňa	Malacky

TRNAVSKÝ KRAJ

Tuhé látky		SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. Eastern Sugar Slovensko, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda	Eastern Sugar Slovensko, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
2. AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta
3. Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava	JM SKLOPLAST, a. s. Trnava	Trnava
4. Liehovar Krystal Sedín, s.r.o.	Galanta	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica
5. ŽOS Trnava, a. s.	Trnava	Wienerberger Slov. tehelne s.r.o., závod Boleráz	Trnava
6. TRNAVSKÝ CUKROVAR, a. s., Trnava	Trnava	Liehovar Krystal Sedín, s.r.o.	Galanta
7. JM SKLOPLAST, a. s., Trnava	Trnava	Baňa Záhorie, Holič, stredisko Čáry	Senica
8. Poľnohospodárske družstvo Jaslovské Bohunice	Trnava	PD Siladice	Hlohovec
9. Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava
10. Mach-Trade Bratislava, prev. Sereď	Galanta	Technické služby mesta Galanta	Galanta
NOx		CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. JM SKLOPLAST, a. s., Trnava	Trnava	Wienerberger Slov. tehelne s.r.o., závod Boleráz	Trnava
2. Eastern Sugar Slovensko, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava
3. AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	Drôtovňa Dróty, a.s., Hlohovec	Hlohovec
4. CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta	JM SKLOPLAST, a. s., Trnava	Trnava
5. Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	INA Skalica, s. r. o., Skalica	Skalica
6. Trnavská teplárenská a.s., Trnava	Trnava	Liehovar Krystal Sedín, s.r.o.	Galanta
7. SWEDWOOD SLOVAKIA, s.r.o., o.z. Trnava	Trnava	Eastern Sugar Slovensko, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
8. TRNAVSKÝ CUKROVAR, a. s., Trnava	Trnava	Medea-S, s.r.o., Sládkovičovo	Galanta
9. SOUTHERM, s.r.o., Dunajská Streda	Dunajská Streda	TRNAVSKÝ CUKROVAR, a. s., Trnava	Trnava
10. Drôtovňa Dróty, a.s., Hlohovec	Hlohovec	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava

NITRIANSKY KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa	Kappa Štúrovo, a.s.	Nové Zámky
2.	Kappa Štúrovo a.s.	Nové Zámky	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa
3.	Kameňolom a vápenka, a.s. Žirany	Nitra	JCP IZOLÁCIE, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
4.	SES REAL, a.s., Tlmače	Levice	Železničná spoločnosť, a.s., Bratislava	Nové Zámky
5.	Lencos s.r.o., Levice	Levice	SES REAL, a.s., Tlmače	Levice
6.	SES, a.s., Tlmače	Levice	Energo – Bytos s.r.o., Levice	Levice
7.	PTZ Levice, s.r.o	Levice	Posádková správa budov Štúrovo	Nové Zámky
8.	ELEKTROKARBON a.s., Topoľčany	Topoľčany	PTZ Levice, s.r.o	Levice
9.	Kameňolomy a štrkopieskovne, lom Pohranice	Nitra	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra
10.	CERAM ČAB akciová spoločnosť Čab	Nitra	SES a.s. Tlmače	Levice
NO _x			CO	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	Kappa Štúrovo a.s.	Nové Zámky	Kameňolom a vápenka, a.s. Žirany	Nitra
2.	Duslo, a.s. Šaľa	Šaľa	Wienerberger Slov.tehelne s.r.o., Zlaté Moravce	Zlaté Moravce
3.	SPP, a.s., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra	Kappa Štúrovo, a.s. Štúrovo	Nové Zámky
4.	Nitrianska teplárenská spoločnosť Nitra	Nitra	SES, a.s., Tlmače	Levice
5.	Bytkomfort s.r.o. Nové Zámky	Nové Zámky	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa
6.	Leven a.s., Levice	Levice	DANFOSS COMPRESSORS, s.r.o., Zlaté Moravce	Zlaté Moravce
7.	OPM1SR Nitra	Nitra	SPP, a.s., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra
8.	SES a.s. Tlmače	Levice	DECODOM Topoľčany	Topoľčany
9.	DECODOM Topoľčany	Topoľčany	PTZ Levice, s.r.o	Levice
10.	TOMA s.r.o. Topoľčany	Topoľčany	RED COLLIN, Kamenná	Topoľčany

TRENČIANSKY KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SE, a.s., Bratislava, o.z., ENO Zemianske Kostofany	Prievidza	SE, a.s., Bratislava, o.z., ENO Zemianske Kostofany	Prievidza
2.	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza	Handlovská energetika, s.r.o., Handlová	Prievidza
3.	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	KVARTET Partizánske	Partizánske
4.	KVARTET Partizánske	Partizánske	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov
5.	DNV -ENERGO, Dubnica n.Váhom	Ilava	HBP, a.s., Baňa Nováky, o.z. Nováky	Prievidza
6.	PASINVEST v konkurze, Partizánske	Partizánske	PASINVEST v konkurze, Partizánske	Partizánske
7.	HBP, a.s., Baňa Nováky	Prievidza	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	Považská
8.	VETROPACK Nemšová, s.r.o.	Trenčín	VETROPACK Nemšová, s.r.o.	Trenčín
9.	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	Trenčín	TSM,s.r.o., Partizánske	Partizánske
10.	HBP, a.s., Baňa Handlová	Prievidza	Syenit a.s., Púchov	Púchov
NO _x			CO	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SE, a.s., Bratislava, o.z., ENO Zemianske Kostofany	Prievidza	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	Trenčín
2.	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	SE, a.s., Bratislava, o.z. ENO Zemianske Kostofany	Prievidza
3.	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	Trenčín	KVARTET Partizánske	Partizánske
4.	VETROPACK NEMŠOVÁ, S.R.O.	Trenčín	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava
5.	RONA a.s. Lednické Rovne	Púchov	PASINVEST v konkurze, Partizánske	Partizánske
6.	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza
7.	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov	Linea - D, Bánovce n.Bebravou	Bánovce n. Bebr.
8.	KVARTET Partizánske	Partizánske	TSM,s.r.o., Partizánske	Partizánske
9.	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	HBP, a.s., Baňa Nováky	Prievidza
10.	Handlovská energetika, s.r.o., Handlová	Prievidza	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica

BANSKOBYSSTRICKÝ KRAJ

Tuhé látky		SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	Zvolenská teplárenská a.s., Zvolen	Zvolen
2. SLOVALCO, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	SLOVALCO, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
3. Calmit, s.r.o., Bratislava	Rimavská Sobota	ZSNP, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
4. ANB, a.s., prevádzka Žarnovica	Žarnovica	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca
5. SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca
6. Zvolenská teplárenská a.s., Zvolen	Zvolen	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica
7. Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen	PETROCHEMA, a.s., Dubová	Brezno
8. Lovinit, a.s., Lovinobaňa	Lučenec	Lovinit, a.s., Lovinobaňa	Lučenec
9. IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica	BAŇA DOLINA, a.s., Veľký Krτίš	Veľký Krτίš
10. Smrečina Holding, a.s., Banská Bystrica	Banská Bystrica	ÚS MV SR Slovenská Ľupča	Banská Bystrica
NOx		CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. SPP, a.s., SLOVTRANGAZ, závod Veľké Zlievce	Veľký Krτίš	SLOVALCO, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
2. Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca
3. SLOVALCO, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca
4. Zvolenská teplárenská a.s., Zvolen	Zvolen	Calmit, s.r.o., Bratislava	Rimavská Sobota
5. SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica
6. ZSNP, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	ŽIAROMAT, a.s., Kalinovo	Poltár
7. Slovglass, a.s., Poltár	Poltár	ZSNP, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
8. Železiarne Podbrezová, a.s.	Brezno	Železiarne Podbrezová, a.s.	Brezno
9. Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen	SPP, a.s., SLOVTRANGAZ, závod Veľké Zlievce	Veľký Krτίš
10. ANB, a.s., prevádzka Žarnovica	Žarnovica	Bloomsbury pacific Slovakia-Novoker Lučenec	Lučenec

ŽILINSKÝ KRAJ

Tuhé látky		SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. Severoslov. celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	Ružomberok	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Žilina
2. Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	Žilina	Martinská teplárenská, a.s., Martin	Martin
3. Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Žilina	Severoslov. celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	Ružomberok
4. ŽOS, a.s., Vrútky	Martin	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš
5. SOTE, s.r.o., výhrevňa Sihly	Čadca	OFZ, a.s., Istebné	Dolný Kubín
6. ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo	ŽOS, a.s., Vrútky	Martin
7. OFZ, a.s., Istebné	Dolný Kubín	SOTE, s.r.o., výhrevňa Sihly	Čadca
8. Ľudová tvorba, Veľké Rovné	Bytča	Ružomerská energetická spoločnosť Ružomberok	Ružomberok
9. Automobilová výroba Čadca	Čadca	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo
10. Martinská teplárenská, a.s., Martin	Martin	ENERGODIT, s.r.o., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš
NOx		CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. Severoslov. celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	Ružomberok	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	Žilina
2. Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Žilina	OFZ, a.s., Istebné	Dolný Kubín
3. OFZ, a.s., Istebné	Dolný Kubín	STP s.r.o. Martin	Martin
4. Martinská teplárenská, a.s., Martin	Martin	STP Ružomberok, s.r.o.	Ružomberok
5. Slovenská. paroplynová spol., a.s., Ružomberok	Ružomberok	SOTE, s.r.o., výhrevňa Sihly	Čadca
6. MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš	ŽOS, a.s., Vrútky	Martin
7. SPECIALITY MINERALS SLOVAKIA, Ružomberok	Ružomberok	Žilinská teplárenská, a.s., Žilina	Žilina
8. AQUACHEMIA, s.r.o., Žilina	Žilina	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo
9. Ružomerská energetická spoločnosť, a.s.	Ružomberok	Severoslov. celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	Ružomberok
10. SOTE, s.r.o., výhrevňa Sihly	Čadca	Turzovská drevárska fabrika Makov	Čadca

PREŠOVSKÝ KRAJ

Tuhé látky		SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou	BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou
2. CHEMES, a.s., Humenné	Humenné	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
3. KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov	Vihorlat, s.r.o., Snina	Snina
4. Vihorlat s.r.o. Snina	Snina	Zeocem Bystré	Vranov nad Topľou
5. Bukoza Preglejka a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou	TP real, s r.o., Hrabušice	Poprad
6. TATRAVAGÓNKA, a.s., Poprad	Poprad	Posádková správa budov Prešov	Prešov
7. TP real, s r.o., Hrabušice	Poprad	TESLA, Stará Ľubovňa	Stará Ľubovňa
8. Posádková správa budov Prešov	Prešov	SAD, a.s. Poprad-prevádzkárň Kežmarok	Poprad
9. Legno Export, s r.o., Beňadikovec	Svidník	Ekop Prešov, s.r.o	Vranov nad Topľou
10. Zeocem Bystré	Vranov nad Topľou	EUROKOV Orlov	Stará Ľubovňa
NOx		CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou	BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou
2. CHEMES, a.s., Humenné	Humenné	Vihorlat s.r.o. Snina	Snina
3. Vihorlat, s.r.o., Snina	Snina	KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov
4. KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
5. Dalkia, a.s., Poprad	Poprad	Posádková správa budov Prešov	Prešov
6. Chemosvit-Energochem, a.s., Svit	Poprad	SCOTTISH WOODLANDS SLOVAKIA, Dlhé n. Cir.	Snina
7. Pivovar Šariš, a.s. Veľký Šariš	Prešov	Posádková správa budov Michalovce	Humenné
8. TATRAVAGÓNKA, a.s., Poprad	Poprad	CHEMOSVIT STROJCHEM, a.s., SVIT	Poprad
9. Nemocnica s poliklinikou J.A. Reimana, Prešov	Prešov	SLOV-VIA a.s. Poprad	Poprad
10. Tepláreň Košice, a.s., tepláreň Prešov	Prešov	Ekop Prešov, s.r.o	Vranov nad Topľou

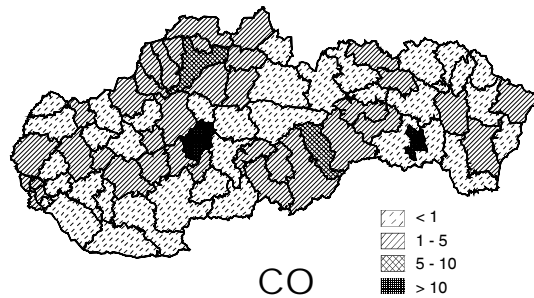
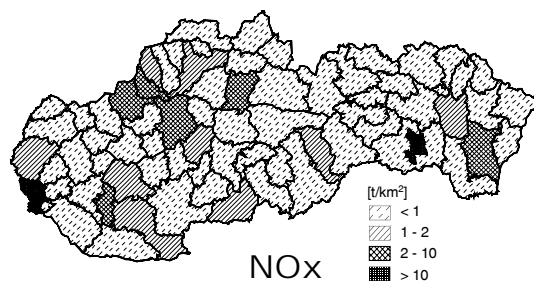
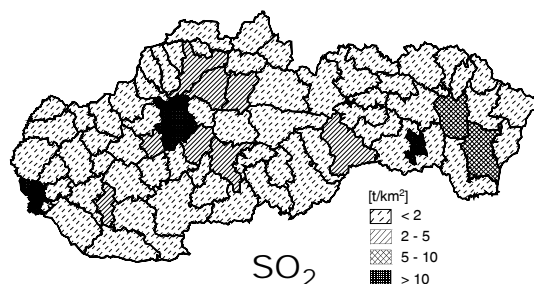
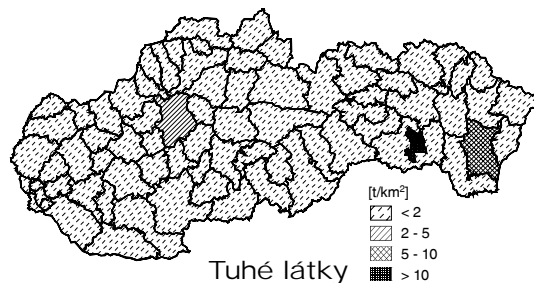
KOŠICKÝ KRAJ

Tuhé látky		SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. U.S. Steel, s.r.o., Košice	Košice II	U.S. Steel, s.r.o., Košice	Košice II
2. SE, a.s., Bratislava, Elektrárň Vojany I a II	Michalovce	SE, a.s., Bratislava, Elektrárň Vojany I a II	Michalovce
3. Carmeuse Slovakia, s.r.o., Košice	Košice II	ENERGETIKA s.r.o., Strážske	Michalovce
4. Carmeuse Slovakia, s.r.o., Dvorníky - Včeláre	Košice - okolie	SIDERIT Nižná Slaná	Rožňava
5. Tepláreň Košice, a.s.	Košice IV	Tepláreň Košice, a.s.	Košice IV
6. VSH, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice - okolie	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava
7. Železničná spoločnosť a.s. Bratislava, depo Košice	Košice IV	Slovenské magnezitové závody a.s., Jelšava	Košice II
8. SIDERIT Nižná Slaná	Rožňava	KOSIT, a.s., Spalovňa odpadov, Krásna nad Hornádom	Košice IV
9. Slovenské magnezitové závody a.s., Jelšava	Košice II	KOVOHUTY, a.s. Krompachy	Spišská Nová Ves
10. KERKO Michalovce	Michalovce	Železničná spoločnosť a.s. Bratislava, depo Košice	Košice IV
NOx		CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1. U.S. Steel, s.r.o., Košice	Košice II	U.S. Steel, s.r.o., Košice	Košice II
2. SE, a.s., Bratislava, Elektrárň Vojany I a II	Michalovce	Calmit, s.r.o., Bratislava	Gelnica
3. Tepláreň Košice, a.s.	Košice IV	KOVOHUTY, a.s. Krompachy	Spišská Nová Ves
4. SPP, a.s., závod Veľké Kapušany	Michalovce	SE, a.s., Bratislava, Elektrárň Vojany I a II	Michalovce
5. Slovenský plynárenský priemysel, a.s., Rožňava	Rožňava	CENON, s.r.o., Strážske	Michalovce
6. VSH, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice - okolie	HNOJIVÁ, a.s., Strážske	Michalovce
7. Carmeuse Slovakia, s.r.o., Košice	Košice II	Slovenské magnezitové závody a.s., Jelšava	Košice II
8. ENERGETIKA, s.r.o., Strážske	Michalovce	Slovenský plynárenský priemysel, a.s., Rožňava	Rožňava
9. Slovenské magnezitové závody a.s., Jelšava	Košice II	SPP, a.s., závod Veľké Kapušany	Michalovce
10. KOSIT, a.s., Spalovňa odpadov, Krásna nad Hornádom	Košice IV	Zlievareň SEZ Krompachy, a.s.	Spišská Nová Ves

Tab. 4.6 Emisie zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 2003 v územnom členení za okresy

Okres	Emisie [t/rok]				Merné územné emisie [t/rok.km ²]			
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	TZL	SO ₂	NO _x	CO
1. Bratislava	482	12263	5414	1204	1,31	33,32	14,71	3,27
2. Malacky	315	88	1393	2459	0,33	0,09	1,47	2,59
3. Pezinok	81	40	106	170	0,21	0,11	0,28	0,45
4. Senec	70	21	90	161	0,19	0,06	0,25	0,44
5. Dunajská Streda	298	365	336	558	0,28	0,34	0,31	0,52
6. Galanta	188	323	271	405	0,29	0,50	0,42	0,63
7. Hlohovec	88	34	101	331	0,33	0,13	0,38	1,24
8. Piešťany	157	54	135	311	0,41	0,14	0,35	0,82
9. Senica	228	119	188	453	0,33	0,17	0,27	0,66
10. Skalica	142	51	91	324	0,40	0,14	0,25	0,90
11. Trnava	224	131	549	1014	0,30	0,18	0,74	1,37
12. Bánovce n/B	170	62	83	370	0,37	0,13	0,18	0,80
13. Ilava	359	125	970	606	1,00	0,35	2,70	1,69
14. Myjava	232	83	89	423	0,71	0,25	0,27	1,30
15. Nové Mesto n/V	225	83	146	436	0,39	0,14	0,25	0,75
16. Partizánske	298	852	211	680	0,99	2,83	0,70	2,26
17. Považská Bystrica	406	272	229	808	0,88	0,59	0,50	1,74
18. Prievidza	1931	43823	6141	1721	2,01	45,65	6,40	1,79
19. Púchov	379	476	646	688	1,01	1,27	1,72	1,84
20. Trenčín	332	274	1682	2070	0,49	0,41	2,50	3,08
21. Komárno	267	98	246	535	0,24	0,09	0,22	0,49
22. Levice	741	293	350	1427	0,48	0,19	0,23	0,92
23. Nitra	318	98	915	1280	0,36	0,11	1,05	1,47
24. Nové Zámky	501	1817	1447	981	0,37	1,35	1,07	0,73
25. Šala	342	1228	760	237	0,96	3,45	2,14	0,67
26. Topoľčany	148	58	170	325	0,25	0,10	0,28	0,54
27. Zlaté Moravce	161	56	105	830	0,31	0,11	0,20	1,59
28. Bytča	296	129	103	519	1,05	0,46	0,37	1,84
29. Čadca	902	501	321	1724	1,19	0,66	0,42	2,27
30. Dolný Kubín	267	397	446	2319	0,54	0,81	0,91	4,73
31. Kysucké Nové Mesto	176	58	81	311	1,01	0,33	0,47	1,79
32. Liptovský Mikuláš	477	990	381	874	0,36	0,75	0,29	0,66
33. Martin	449	1483	513	998	0,61	2,02	0,70	1,36
34. Námestovo	910	517	228	1484	1,32	0,75	0,33	2,15
35. Ružomberok	699	1530	1294	1070	1,08	2,37	2,00	1,65
36. Turčianske Teplice	148	51	49	266	0,38	0,13	0,12	0,68
37. Tvrdošín	138	60	74	261	0,29	0,12	0,15	0,54
38. Žilina	882	1929	993	6634	1,08	2,37	1,22	8,14
39. Banská Bystrica	465	176	359	792	0,57	0,22	0,44	0,98
40. Banská Štiavnica	174	66	59	311	0,63	0,24	0,21	1,12
41. Brezno	532	351	312	1057	0,42	0,28	0,25	0,84
42. Detva	282	102	99	518	0,59	0,22	0,21	1,09
43. Krupina	247	92	79	462	0,42	0,16	0,13	0,79
44. Lučenec	529	242	275	947	0,69	0,31	0,36	1,23
45. Poltár	155	95	255	553	0,31	0,19	0,50	1,10
46. Revúca	516	636	1246	4124	0,71	0,87	1,71	5,65
47. Rimavská Sobota	854	297	309	2277	0,58	0,20	0,21	1,55
48. Veľký Krtíš	354	176	1147	729	0,42	0,21	1,35	0,86
49. Zvolen	390	3546	680	658	0,51	4,67	0,90	0,87
50. Žarnovica	417	292	208	920	0,98	0,69	0,49	2,16
51. Žiar n/H	432	1914	818	12380	0,81	3,60	1,54	23,27
52. Bardejov	277	96	140	513	0,30	0,10	0,15	0,55
53. Humenné	407	1459	715	613	0,54	1,93	0,95	0,81
54. Kežmarok	295	112	128	558	0,35	0,13	0,15	0,66
55. Levoča	144	54	63	274	0,40	0,15	0,18	0,77
56. Medzilaborce	120	42	40	219	0,28	0,10	0,09	0,51
57. Poprad	228	92	239	455	0,20	0,08	0,21	0,40
58. Prešov	438	127	401	919	0,47	0,14	0,43	0,98
59. Sabinov	278	101	117	543	0,57	0,21	0,24	1,12
60. Snina	351	378	282	856	0,44	0,47	0,35	1,06
61. Stará Ľubovňa	369	155	126	688	0,59	0,25	0,20	1,10
62. Stropkov	96	34	42	176	0,25	0,09	0,11	0,45
63. Svidník	202	62	80	350	0,37	0,11	0,14	0,64
64. Vranov n/T	461	4007	852	2633	0,60	5,21	1,11	3,42
65. Gelnica	304	111	99	1450	0,52	0,19	0,17	2,48
66. Košice	9890	10781	12343	104600	40,37	44,01	50,38	426,94
67. Košice - okolie	714	227	733	1134	0,47	0,15	0,48	0,74
68. Michalovce	5994	5471	7548	1748	5,88	5,37	7,41	1,72
69. Rožňava	687	2834	1011	1372	0,59	2,42	0,86	1,17
70. Sobrance	119	47	54	213	0,22	0,09	0,10	0,40
71. Spišská Nová Ves	281	159	171	1418	0,48	0,27	0,29	2,42
72. Trebišov	299	119	209	526	0,28	0,11	0,19	0,49
Slovensko	41725	105287	58581	184252	0,85	2,15	1,20	3,76

Obr. 4.3 Merné územné emisie - 2003



Tab. 4.7 Emisie NMVOC v Slovenskej republike [t]

Sektor / Subsektor	1990	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Spaľovacie procesy I	335	276	258	257	247	265	228	201	221	215
Systémova energetika	223	190	187	189	182	192	166	139	159	147
Komunálna energetika	112	86	71	68	65	73	62	62	62	67
Spaľovacie procesy II	9576	5496	3095	3590	2761	2761	2761	2899	2590	1505
Vykurovanie obchodu a služieb	226	226	150	134	134	134	134	33	34	32
Spaľovanie v poľnohospodárstve	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	14	15	1459
Vykurovanie domácností	9349	5270	2945	3457	2627	2627	2627	2853	2541	15
Spaľovacie procesy v priemysle	1171	1169	1083	1270	1291	993	632	868	850	685
Priemyselná energetika	206	152	150	152	144	126	124	159	231	147
Výroba železa	32	29	29	26	28	25	27	29	29	32
Aglomerácia rudy	628	500	635	582	601	443	462	679	480	421
Výroba medi	305	488	268	510	518	399	19	2	109	85
Priemyselné technológie	145554	60853	66111	72898	55704	53483	55057	19341	20829	19540
Spracovanie ropy	17188	12119	7474	8359	7717	7960	6563	6627	6306	5571
Výroba koksu	1053	844	834	769	779	640	681	719	719	765
Výroba ocele	43	35	36	31	31	32	33	34	37	40
Studené a teplé valcovanie	233	250	297	283	301	290	304	300	267	304
Výroba hliníka	0,101	0,058	0,049	0,167	0,165	0,162	0,164	0,160	0,170	0,165
Priemyselná organická chémia	6437	3519	1369	1386	1364	870	785	651	644	690
Potravinársky priemysel	3224	3233	2359	2252	2567	1590	1546	1538	1556	1556
Asfaltovanie ciest	117376	40852	53742	59818	42944	42101	45145	9471	11300	10615
Ťažba a distribúcia nerastných surovín	8822	8868	8535	8104	9336	5854	6606	5929	6156	6018
Ťažba a doprava ropy	5198	5194	4298	4296	3803	3801	4193	3750	3848	3801
Distribúcia pohonných hmôt	3624	3674	4237	3808	5533	2053	2412	2179	2307	2217
Používanie rozpúšťadiel a ostat. výrobkov	48071	38301	41166	39781	30762	32221	29429	29063	30515	30796
Používanie náterov a lepidiel	32811	19349	20687	19122	15653	16035	14365	13214	14025	15110
Chemické čistenie a odmasťovanie	6650	10366	11838	12108	6498	7563	6483	7273	8021	7167
Spracovanie rast. tukov a olejov	332	308	363	273	332	345	303	299	191	240
Výrobky	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278
Cestná doprava	32611	30332	32373	31235	31456	31238	28502	24479	26079	26755
Ostatná doprava	953	543	599	609	584	659	571	528	524	500
Spaľovanie odpadu	4538	1339	259	147	153	226	180	208	180	163
Komunálny odpad	102	102	102	59	77	98	95	133	93	75
Priemyselný odpad	157	157	157	74	67	122	79	66	81	81
Nemocničný odpad	IE	IE	IE	14	9	6	6	9	6	6
Poľnohospodársky odpad*	4279	1080	-	-	-	-	-	-	-	-
Poľnohospodárstvo	651	436	436	436	436	436	436	436	436	436
Spolu	252281	147613	153914	158326	132730	128135	124402	84552	88379	86613

Emisie stanovené k 15.2.2004.

IE zahrnuté v inej kategórii zdrojov

* spaľovanie poľnohospodárskeho odpadu je od roku 1994 zakázané

Pri prechode zo systému REZZO na NEIS v roku 2000 došlo k prerozdeleniu zdrojov v rámci subsektorov priemyselná energetika, vykurovanie obchodu a služieb, a bol vyčlenený subsektor spaľovanie v poľnohospodárstve.

Tab. 4.8 Emisie perzistentných organických látok v Slovenskej republike v roku 2002

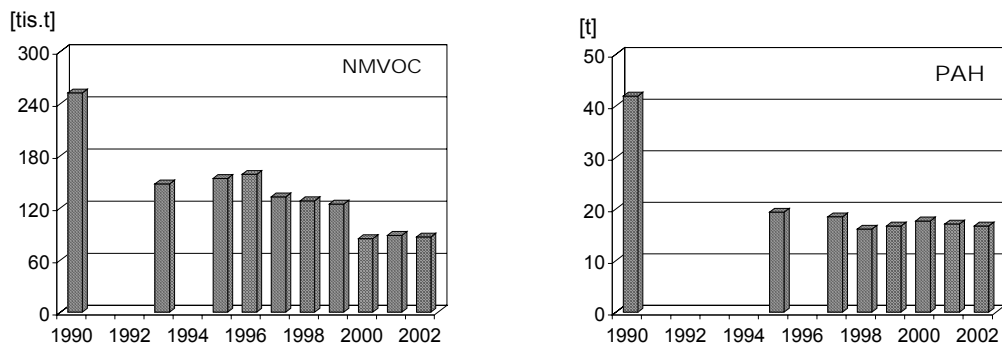
Sektor / Subsektor	PCDD/PCDF* [g]	PCB [kg]	suma PAH [kg]	PAH			
				B(a)P [kg]	B(k)F [kg]	B(b)F [kg]	I(1,2,3-cd)P [kg]
Spaľovacie procesy I	4,685	15,458	12528,597	4793,655	6799,734	425,214	509,994
Systémová energetika	4,022	14,479	0,260	0,015	0,108	0,108	0,029
Komunálna energetika	0,272	0,979	0,281	0,002	0,138	0,138	0,003
Výroba koksu	0,391		12528,057	4793,639	6799,488	424,968	509,962
Spaľovacie procesy II	4,231	5,487	1589,292	373,285	187,304	485,901	542,802
Vykurovanie obchodu a služieb	0,161	0,361	0,396	0,017	0,148	0,203	0,027
Vykurovanie domácností	4,022	5,041	1588,509	373,260	186,983	485,503	542,763
Spaľovanie v poľnohospodárstve	0,048	0,085	0,387	0,007	0,173	0,195	0,012
Spaľovacie procesy v priemysle	34,338	28,386	581,272	175,087	30,656	298,658	76,872
Priemyselná energetika	1,925	6,911	28,124	0,075	13,954	13,959	0,135
Výroba železa	17,666		60,064	60,064			
Aglomerácia rudy	11,486	9,954	459,424	114,856		267,998	76,571
Výroba liatiny	0,061						
Ostatné	3,200	11,521	33,660	0,092	16,702	16,702	0,166
Priemyselné technológie	26,772	0,000	802,906	309,187	229,587	234,021	30,110
Výroba hliníka	0,220		403,124	131,776	127,383	127,383	16,582
Výroba ocele	26,463		74,979	74,979			
Uhlíkaté materiály	0,089	0,000	323,666	101,977	101,977	106,411	13,301
Impregnácia dreva			1,137	0,455	0,227	0,227	0,227
Cestná doprava	0,821	83,318	1100,150	275,083	164,870	385,116	275,083
Ostatná doprava	0,042	0,833	98,943	24,740	14,827	34,636	24,740
Spaľovanie odpadu	50,940	1,430	0,135	0,135			
Komunálny odpad	23,709	0,558	0,074	0,074			
Priemyselný odpad	22,301	0,811	0,057	0,057			
Nemocničný odpad	4,929	0,060	0,004	0,004			
Spolu	121,829	134,912	16701,296	5951,171	7426,977	1863,547	1459,601

B(a)P - Benzo(a)pyrén, B(k)F - Benzo(k)fluorantén, B(b)F - Benzo(b)fluorantén, I(1,2,3-cd)P - Indeno(1,2,3-cd)pyrén

* Vyjadrené ako I-TEQ; I-TEQ je vypočítaný z hodnôt pre 2,3,7,8 - substituované kongenéry PCDD a PCDF za použitia I-TEF podľa NATO/CCMS (1988)

Emisie stanovené k 15.2.2004

Obr. 4.4 Vývojové trendy emisií NMVOC a PAH

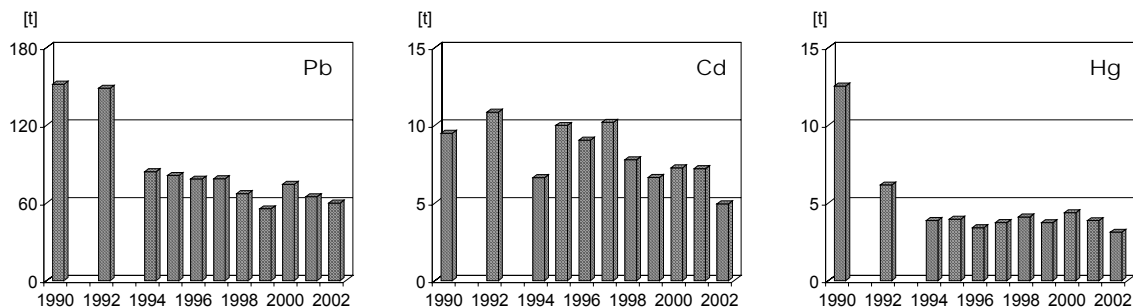


Tab. 4.9 Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike v roku 2002 [t]

Sektor / Subsektor	Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Spaľovacie procesy I	0,414	1,180	0,016	0,784	0,702	0,028	0,836	0,159	0,906	0,140	4,251
Systémova energetika	0,381	1,139	0,015	0,764	0,686	0,026	0,744	0,155	0,853	0,137	4,117
Komunálna energetika	0,033	0,041	0,001	0,020	0,016	0,002	0,092	0,003	0,053	0,003	0,134
Spaľovacie procesy II	0,522	2,216	0,020	0,735	0,684	0,023	0,685	0,047	1,202	0,174	7,451
Vykurovanie obchodu a služieb	0,100	0,265	0,004	0,097	0,090	0,004	0,098	0,008	0,198	0,022	0,907
Vykurovanie domácností	0,375	1,915	0,014	0,624	0,582	0,017	0,509	0,036	0,934	0,150	6,440
Spaľovanie v poľnohospodárstve	0,047	0,036	0,002	0,014	0,012	0,002	0,078	0,002	0,070	0,002	0,104
Spaľovacie procesy v priemysle	47,378	7,969	4,336	2,787	15,011	2,237	12,496	6,826	29,252	1,524	6,616
Priemyselná energetika	3,033	1,124	0,138	1,153	0,871	0,168	8,310	0,335	4,270	0,124	3,779
Výroba železa	0,120	0,011	0,191	0,908	0,071	0,304	3,024	0,039	7,564		
Výroba skla	15,679	2,484	3,959	0,601	0,150	0,013	0,476	4,506	2,53		
Aglomerácia rudy	25,977	0,643	0,015	0,084	8,538	1,690	0,655	1,206	13,591	0,976	2,837
Výroba medi	2,321	3,641	0,028		5,373	0,011		0,741	0,993	0,424	
Výroba cementu	0,246	0,003	0,001	0,027		0,051	0,029		0,063		
Úprava hliníkovej rudy											
Výroba magnezitu	0,003	0,064	0,004	0,014	0,009	0,0002	0,003		0,017		
Priemyselné technológie	1,492	0,076	0,028	1,430	2,810	0,374	7,862	0,013	16,953	0,044	6,158
Výroba ocele	1,217	0,066	0,013	0,154	2,404	0,013	2,430	0,013	5,072	0,044	1,010
Výroba hliníka			0,011				1,098		1,098		
Výroba ferozliatin	0,096	0,007	0,003	0,445	0,004		0,004		0,551		5,031
Výroba liatiny	0,074	0,003	0,002	0,012			0,006		0,052		0,023
Galvanické pokovovanie	0,094			0,818	0,282		4,324		8,178		0,094
Výroba zliatiny	0,012				0,120				2,002		
Anorganický chemický priemysel						0,361					
Cestná doprava	2,230		0,016	0,082	2,793		0,115	0,016	1,643		
Ostatná doprava			0,001	0,004	0,142		0,006	0,001	0,083		
Spaľovanie odpadu	7,792	0,010	0,525	0,516	0,915	0,455	0,293	0,007	3,621		
Komunálny odpad	4,742	0,005	0,263	0,474	0,653	0,190	0,285	0,001	1,791		
Priemyselný odpad	2,838	0,004	0,243	0,039	0,243	0,243	0,008	0,005	1,703		
Nemocničný odpad	0,212	0,0003	0,018	0,003	0,018	0,018	0,0006	0,0004	0,127		
Kremácia						0,004					
Spolu	59,829	11,450	4,943	6,338	23,057	3,117	22,293	7,068	53,661	1,883	24,476

Emisie stanovené k 15.2.2004

Obr. 4.5 Vývojové trendy emisií ťažkých kovov



5.1 EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV

Rámcový dohovor OSN o zmene klímy (UN FCCC)

Zmena globálnej klímy, spôsobená antropogénnou emisiou skleníkových plynov je najvýznamnejší environmentálny problém v doterajšej histórii ľudstva. Na konferencii OSN o životnom prostredí a udržateľnom rozvoji (Rio de Janeiro, 1992) bol prijatý Rámcový dohovor OSN o zmene klímy (UN FCCC)¹ - základný medzinárodný právny nástroj na ochranu globálnej klímy. Konečným cieľom Dohovoru je dosiahnuť stabilizáciu koncentrácií skleníkových plynov v atmosfére na úrovni, ktorá ešte nevyvolá nebezpečné interferencie s klimatickým systémom.

Dohovor o zmene klímy v Slovenskej republike vstúpil do platnosti 23. novembra 1994. Slovenská republika akceptovala všetky záväzky Dohovoru. Rámcový dohovor do súčasnej doby ratifikovalo 183 štátov sveta vrátane Európskej únie. Slovenská republika sa stala spolu s väčšinou vyspelých krajín OECD krajinou začlenenou do Prílohy 1 (Annex I) krajín, ktoré sa zaviazali neprekročiť v roku 2000 úroveň emisií skleníkových plynov z roku 1990. Tento cieľ sa podarilo úspešne naplniť.

Kjótsky protokol

Kjótsky protokol, ktorý bol prijatý na tretej konferencii strán (Conference of Parties) Rámcového dohovoru v Kjóte v decembri 1997, zosilnil medzinárodnú zodpovednosť za zmenu klímy. Kjótskym protokolom sa stanovujú emisné stropy pre tzv. post-2000 obdobie pre všetky krajiny menované v Prílohe 1 Dohovoru. Slovenská republika a väčšina krajín strednej a východnej Európy musí znížiť do roku 2008 emisie šiestich kľúčových skleníkových plynov o 8% oproti základnému roku 1990. Zároveň je nutné túto úroveň udržať v období 2008-2012. Kjótsky protokol ešte nenadobudol platnosť - prešiel procedúrou podpisu (84 krajín) a najmä následnej ratifikácie zmluvnými stranami (Slovenská republika protokol ratifikovala k 31.5.2002).²

V súvislosti so vstupom Slovenskej republiky do Európskej únie (01.05.2004) vznikli nové požiadavky na implementáciu legislatívy v oblasti ochrany ovzdušia. Európska únia považuje oblasť zmeny klímy za jednu zo svojich štyroch environmentálnych priorít.³

Skleníkový efekt atmosféry

Je to podobný jav, ako pozorujeme v záhradných skleníkoch, len funkciu skla preberajú v atmosfére "skleníkové plyny" (medzinárodná skratka GHG). Krátkovlnné slnečné žiarenie voľne prepúšťajú, to dopadá na zemský povrch a zohrieva ho. Dlhovlnné (infračervené) žiarenie, ktoré vyžaruje zemský povrch je z väčšej časti týmito plynmi zachytené a čiastočne spätne vyžiarené smerom k zemskému povrchu. Priemerná teplota prízemnej atmosféry je v dôsledku tohto efektu o 30°C teplejšia, ako by bola bez skleníkových plynov, čo vlastne umožňuje život na našej planéte.

Skleníkové plyny

Najvýznamnejším skleníkovým plynom v atmosfére je vodná para (H₂O), ktorá spôsobuje asi dve tretiny celkového skleníkového efektu. Jej obsah v atmosfére nie je priamo ovplyvňovaný ľudskou činnosťou, v zásade je determinovaný prirodzeným kolobehom vody veľmi zjednodušene povedané, rozdielom medzi výparom a zrážkami. Oxid uhličitý (CO₂) je zodpovedný za viac ako 30% príspevok k skleníkovému efektu, metán (CH₄), oxid dusný (N₂O) a ozón (O₃) spolu 3%. Skupina syntetických látok HFCs (neplnohalogénované fluórované uhl'ovodíky), PFCs (perfluórované uhl'ovodíky) a SF₆

¹ Pozri <http://www.unfccc.de>

² Kjótsky protokol vstúpi do platnosti 90. deň po ratifikácii najmenej 55-mi krajinami medzi ktorými musia byť krajiny Annex-u I, ktoré spolu prispievajú najmenej 55% k celkovým emisiám CO₂ za rok 1990 ako sú uvedené v prílohe B k článku 25 Protokolu. Po ratifikácii v Ruskej federácii vstúpi Kjótsky protokol do platnosti 16.2.2005.

³ Nový environmentálny akčný program Environment 2010: Our Future, Our Choice.

sú tiež skleníkové plyny, ale ich prítomnosť v atmosfére je spôsobená na rozdiel od CO₂, CH₄, N₂O a O₃ výlučne ľudskou činnosťou. Existujú ďalšie fotochemicky aktívne plyny ako oxid uhoľnatý (CO), oxidy dusíka (NO_x) a nemetánové prchavé organické uhľovodíky (NMVOC), ktoré nie sú skleníkovými plynmi, ale nepriamo prispievajú k skleníkovému efektu atmosféry. Spoločne sú evidované ako prekurzory ozónu, pretože ovplyvňujú vznik a rozpad ozónu v atmosfére.

Kjótsky protokol² definuje povinnosť evidovať a inventarizovať emisie skleníkových plynov CO₂, CH₄, N₂O a tzv. „F-plynov“, medzi ktoré patria HFCs, PFCs a SF₆ podľa schválenej metodiky IPCC.⁴ Rast koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére (vyvolaný antropogénnou činnosťou) vedie k zosilňovaniu skleníkového efektu a tým k dodatočnému otepľovaniu atmosféry. Súčasnú klimatické modely predpovedajú globálne otepľenie o priemerne 1,4-5,8°C medzi rokmi 1990-2100.

Koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére sú vytvárané rozdielom medzi ich emisiou (vypúšťaním do ovzdušia) a záchyтом. Z toho potom vyplýva, že zvyšovanie ich obsahu v atmosfére prebieha dvoma mechanizmami:

- emisiami do atmosféry
- zoslabovaním prirodzených záchytných mechanizmov

Na stabilizáciu atmosferickej koncentrácie skleníkových plynov bude potrebné vyvinúť vysoké úsilie. Bez kontroly emisií by atmosferická koncentrácia oxidu uhličitého vzrástla z dnešných 374 ppm (v roku 2002) na 490-1260 ppm do roku 2100. To by reprezentovalo 75-350% zvýšenie od roku 1750. Pre zabezpečenie stabilnej koncentrácie na hodnote približne 450 ppm by museli emisie skleníkových plynov klesnúť pod hranicu základného roka 1990 pre nasledujúcich pár desaťročí. Oxid uhličitý momentálne prispieva viac ako 60% k antropogénnym emisiám skleníkových plynov. Aktuálna globálna ročná emisia predstavuje 23 mil. m³, čo je 1% celkového objemu tohto plynu v atmosfére. Spaľovanie uhlia, ropy a zemného plynu uvoľňuje oxid uhličitý prítomný vo fosílnych zdrojoch, podobne ako odlesňovanie.

Druhým najvýznamnejším ľudským vplyvom na zmenu klímy sú aerosóly, aj keď nepatria medzi priame skleníkové plyny, svojou interakciou s inými škodlivinami v ovzduší (SO₂) významne prispievajú k prehlbovaniu skleníkového efektu.

Koncentrácia metánu v ovzduší vzrástla od začiatku industriálnej éry dva a pol krát a v súčasnosti metán prispieva 20% k antropogénnym emisiám skleníkových plynov. Rýchly rast emisií metánu spôsobuje najmä intenzívne poľnohospodárstvo (hlavne ryžové polia), chov dobytka, ťažba uhlia, ťažba, transport a využívanie zemného plynu a spaľovanie biomasy. Na rozdiel od CO₂ dochádza k jeho deštrukcii chemickými reakciami v atmosfére (OH radikálom), doba života metánu je 10-12 rokov. Celková ročná antropogénna emisia sa dnes udáva okolo 0,4 mld. ton CH₄ a vykazuje momentálny ustálený stav ročného prírastku.

Oxid dusný (doba rozpadu 114 rokov), niektoré priemyselné plyny a ozón prispievajú zvyšnými 20% k antropogénnym emisiám skleníkových plynov. Koncentrácia N₂O vzrástla o 16% oproti predindustriálnemu obdobiu, hlavne v dôsledku intenzívneho poľnohospodárstva, nadmerného hnojenia a nevhodných agrotechnických postupov. Zdrojom emisií je aj spaľovanie palív, niektoré priemyselné technológie, veľkochovy dobytka a odpadové vody. Celosvetová antropogénna emisia sa odhaduje na 3-7 mil. ton N/rok. Prírodné zdroje sú asi 2 krát väčšie ako antropogénne. Zatiaľ čo koncentrácie chlórfluórokarbohydrátov (CFCs) sa stabilizovali Montrealským protokolom o ochrane ozónovej vrstvy, hladina „dlhožijúcich“ plynov ako PFCs, HFCs a SF₆ rastie. Používajú sa ako nosné plyny v sprayoch, náplne chladiacich a hasiacich systémov, ako izolačné látky, rozpúšťadlá pri výrobe polovodičov. Okrem toho, že atakujú stratosferický ozón, sú to veľmi inertné skleníkové plyny, takže aj malé emisie majú veľký negatívny dopad na životné prostredie.

⁴ Medzivládny panel (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change <http://www.ipcc.ch>). Bol založený v roku 1988 spoločne OSN (UNEP) a Svetovou meteorologickou organizáciou (WMO). Jeho úlohou je dosiahnuť autoritatívny medzinárodný konsenzus vedeckých názorov na klimatickú zmenu. Pracovné skupiny IPCC (za účasti stoviek vedcov z celého sveta) pripravujú pravidelne aktualizované správy pre COP, kde sú zahrnuté najnovšie poznatky súvisiace s globálnym otepľovaním.

5.2 EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V SR

Emisie skleníkových plynov sa v Slovenskej republike stanovujú v súlade s požiadavkami Rámcového dohovoru¹ a Kjótskeho protokolu.² Hodnoty uvádzané v tabuľkách sú každoročne aktualizované na základe Štatistických ročeniek SR a v prípade zmeny metodiky. Použité postupy sú podrobne popísané v doplnkových správach SHMÚ a metodických príručkách IPCC.^{5,6}

Celkové antropogénne emisie skleníkových plynov v SR [CO₂ ekvivalent (Tg)]⁷

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
CO ₂	59.6	52.5	48.7	45.8	42.9	44.2	44.7	45.0	44.0	43.1	40.6	43.0	42.5
CH ₄	6.5	6.0	5.6	5.2	5.1	5.2	5.3	5.0	4.7	4.6	4.5	4.6	4.7
N ₂ O	6.0	5.2	4.4	3.8	4.0	4.2	4.2	4.2	4.0	3.8	3.8	4.0	3.8
F-Plyny	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
GHGs [*]	72.4	63.9	58.9	55.0	52.1	53.7	54.3	54.4	52.7	51.6	49.0	51.7	51.2

Emisie stanovené k 15.4.2004 ^{*}Emisie s odpočítaním záchytov v sektore LUC&F (Land Use Change & Forestry)

CO₂ - oxid uhličitý

Emisie

Najvýznamnejším zdrojom CO₂ je spaľovanie a transformácia fosílnych palív (tab. 5.1, obr. 5.1), ktoré predstavujú viac ako 95% celkových antropogénnych emisií CO₂ v SR. Ďalej oxid uhličitý vzniká v technologických procesoch pri výrobe cementu, vápna, magnezitu a používaní vápenca. V tejto bilancii je zahrnutá aj výroba koksu, železa a ocele a emisie CO₂ vznikajúce pri produkcii hliníka a amoniaku. Použité boli emisné faktory stanovené na základe obsahu uhlíka v palivách. Do ovzdušia sa CO₂ dostáva aj pri konverzii lúk a lesných plôch na poľnohospodársku pôdu a pri lesných požiaroch.

Tab. 5.1 Celkové emisie a záchyty CO₂ [Gg] v rokoch 1990-2002

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Antropogénne emisie	57 193	49 001	44 586	41 522	39 613	41 504	42 285	43 596	42 062	41 385	38 180	37 757	37 202
Net CO₂ emisie*	59 619	52 477	48 714	45 788	42 900	44 187	44 712	45 007	43 998	43 036	40 623	43 021	42 479
Spaľovanie fos. palív	55 724	49 487	45 731	42 907	39 802	41 062	41 628	41 803	40 089	39 010	36 947	39 270	38 866
Výroba elektriny a tepla	50 653	45 257	41 785	39 016	35 682	36 685	37 186	37 196	35 136	34 191	32 628	34 377	33 276
Doprava	5 071	4 230	3 946	3 891	4 120	4 377	4 442	4 607	4 953	4 819	4 319	4 893	5 590
Procesy v priemysle	3 895	2 990	2 982	2 881	3 098	3 125	3 084	3 204	3 909	4 026	3 578	3 617	3 471
Minerálne produkty	3 354	2 498	2 523	2 433	2 646	2 688	2 572	2 676	3 382	3 459	2 998	3 009	2 822
Lesné ekosystémy	-2 427	-3 476	-4 128	-4 266	-3 287	-2 683	-2 428	-1 411	-1 936	-1 651	-2 443	-5 265	-5 278
Zmeny v zás. drev. hmoty	-1 753	-2 603	-3 333	-3 344	-2 479	-1 786	-1 734	-975	-1 474	-1 107	-1 410	-4 761	-4 779
Odlesňovanie	141	130	129	128	126	119	111	111	131	125	113	115	117
Emisie a záchyty v pôde	-815	-1 003	-924	-1 050	-934	-1 016	-805	-547	-593	-669	-1 146	-619	-616
Odpady	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	98	135	143
Spaľovanie biomasy**	1 686	1 382	1 254	720	717	326	316	349	303	269	263	417	508

Emisie stanovené k 15.4.2004 IE - započítané v iných kategóriách (included elsewhere)

*Emisie s odpočítaním záchytov v sektore LUC&F (Land Use Change & Forestry)

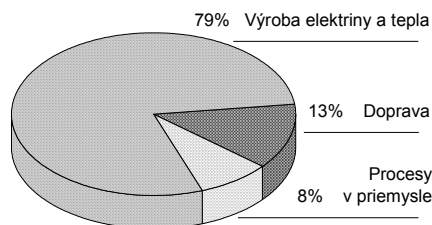
**Emisie CO₂ zo spaľovania biomasy sa nezapočítavajú do celkovej emisie

⁵ Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1-3

⁶ Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHGs Inventories, IPCC 2000

⁷ Podľa súčasne platnej konvencie by sa znižovanie emisií malo vykazovať v prepočte na CO₂ ekvivalent.

Obr. 5.1 Emisie CO₂ v roku 2002



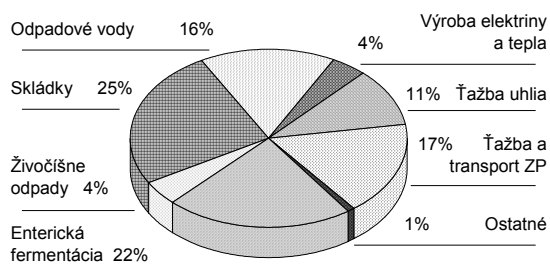
Záchyty

Slovenská republika má plochu 49 036 km², z toho je 41% lesných plôch. Od začiatku storočia sa postupne transformuje časť poľnohospodárskej pôdy na lesnú. V období 1950-2002 sa množstvo viazaného uhlíka v lesoch SR zvýšilo o viac ako 50 Tg. Je to dôsledok rozširovania zalesnenej plochy a zvýšenia hektárových zásob drevnej hmoty. Fixácia uhlíka v lesných ekosystémoch SR sa stanovuje na základe bilancie uhlíka v nadzemnej (stromy, bylinný kryt, nadložný humus) a podzemnej (korene, humus v pôde) časti lesa, včítane zhodnotenia ťažby dreva a lesných požiarov.

CH₄ - metán

Najväčším zdrojom metánu u nás je poľnohospodárstvo, veľkochovy hovädzieho dobytku a ošípaných (tab. 5.2, obr. 5.2). Metán vzniká ako priamy produkt látkovej výmeny bylinožravcov a ako produkt organického odbúravania živočíšnych exkrementov. Výpočty emisií pre SR vychádzajú z údajov uvedených v Štatistickej ročenke SR a v Zelenej správe Ministerstva pôdohospodárstva. Veľmi významným zdrojom metánu sú úniky zemného plynu v nízko-tlakových rozvodných sieťach. Metán uniká do ovzdušia aj pri ťažbe hnedého uhlia a pri spaľovaní biomasy. Ďalším významným zdrojom metánu sú skládky komunálneho odpadu a odpadové vody (hlavne septiky a žumpy). Metán vzniká v prostredí bez priameho prístupu kyslíka.

Obr. 5.2 Emisie CH₄ v roku 2002



Tab. 5.2 Emisie CH₄ [Gg] v rokoch 1990-2002

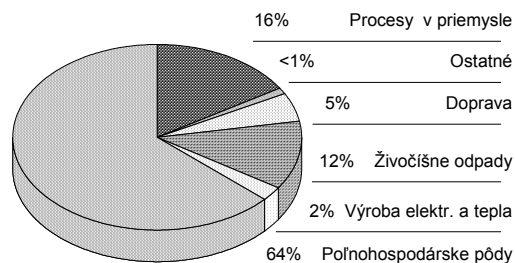
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Emisie CH₄ spolu	309,8	287,2	264,6	246,8	241,3	149,4	253,4	239,6	222,3	220,0	214,5	219,2	224,8
Energetika	76,9	74,2	69,0	68,7	68,4	70,8	73,0	73,6	71,6	70,1	68,1	75,8	72,5
Spaľovanie fosílnych palív	17,4	15,0	13,4	11,7	10,9	9,7	9,7	9,5	8,9	8,8	8,2	12,0	10,9
Výroba elektriny a tepla	16,4	14,0	12,5	10,7	9,8	8,6	8,5	8,3	7,6	7,5	7,1	10,7	9,5
Doprava	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	1,3	1,4
Fugitívne emisie	59,4	59,3	55,6	57,0	57,5	61,1	63,3	64,1	62,7	61,3	59,8	63,9	61,6
Ťažba uhlia	24,2	25,6	24,6	24,8	25,4	26,3	26,9	27,4	27,7	25,1	24,5	24,0	23,6
Ťažba a transport ZP	35,2	33,7	31,0	32,2	32,1	34,8	36,4	36,7	35,0	36,2	35,3	39,9	38,0
Poľnohospodárstvo	133,8	116,6	101,1	87,3	81,9	86,9	80,3	74,1	65,2	63,2	62,4	61,9	59,2
Enterická fermentácia	116,2	100,3	86,3	73,7	69,0	73,6	67,7	62,5	55,0	53,3	52,3	52,4	49,5
Živočíšne odpady	17,6	16,3	14,8	13,6	12,9	13,3	12,6	11,6	10,2	9,9	10,1	9,5	9,7
Lesné ekosystémy	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
Spaľ. biomasy/lesné požiare	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7
Odpady	98,5	95,8	94,0	90,3	90,6	91,3	99,6	91,3	84,9	86,2	83,4	80,8	92,4
Skládky	50,3	50,3	50,3	50,3	50,3	50,9	59,6	51,0	45,8	46,6	48,3	45,4	56,9
Odpadové vody	48,2	45,5	43,7	40,0	40,3	40,4	40,0	40,3	39,1	39,6	35,1	35,4	35,5

Emisie stanovené k 15.4.2004

N₂O – oxid dusný

V porovnaní s inými skleníkovými plynmi mechanizmus emisií a záchytov oxidu dusného nie je celkom preskúmaný. Hodnoty sú zaťažené pomerne značným stupňom neistoty. Hlavnou príčinou priamych a nepriamych emisií N₂O sú prebytky minerálneho dusíka v pôde (dôsledok intenzívneho hnojenia) a nepriaznivý vzdušný režim pôd (používanie ťažkých mechanizmov pri obrábaní). Emisie v energetike a v doprave boli stanovené na základe bilancie spotreby fosílnych palív, aplikovaním default emisných faktorov podľa IPCC.^{5,6} Zdrojom emisií N₂O sú čistiarne komunálnych a priemyselných odpadových vôd. (tab. 5.3, obr. 5.3).

Obr. 5.3 Emisie N₂O v roku 2002



Tab. 5.3 Emisie N₂O [Gg] v rokoch 1990-2002

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Emisie N₂O spolu	19,5	16,7	14,2	12,4	12,9	13,4	13,6	13,6	12,8	12,4	12,1	12,8	12,4
Spaľovanie fosílnych palív	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9
Výroba elektriny a tepla	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Doprava	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
Procesy v priemysle	1,6	1,5	1,4	1,2	1,9	2,0	2,4	2,5	2,3	2,5	2,3	2,6	2,0
Poľnohospodárstvo	16,9	14,3	12,1	10,6	10,3	10,6	10,3	10,2	9,5	9,1	9,0	9,2	9,3
Živočíšne odpady	3,5	3,2	2,8	2,4	2,2	2,4	2,2	2,0	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
Poľnohospodárske pôdy	13,4	11,1	9,3	8,2	8,1	8,2	8,1	8,2	7,8	7,4	7,4	7,6	7,8
Lesné ekosystémy	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Spaľ.biomasy/lesné požiare	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Odpady	0,06	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,07	0,12
Odpadové vody	0,06	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,11

Emisie stanovené k 15.4.2004

HFCs, PFCs, SF₆

Boli vyhodnotené zdroje a emisie „F-plynov“ na území Slovenskej republiky. Postupovalo sa podľa metodiky IPCC^{5,6} a boli stanovené skutočné a potenciálne emisie v rokoch 1995-2002 (tab. 5.4). Tieto plyny sa v SR nevyrábajú. Zdrojom emisií je ich používanie ako chladív, hasív, napeňovadiel, v rozpúšťadlách, SF₆ ako izolačný plyn v transformátoroch a v metalurgickom priemysle. Pri výrobe hliníka vznikajú CF₄ a C₂F₆. Používanie HFCs, PFCs a SF₆ od roku 1995 narastá a tento trend sa očakáva aj v budúcnosti.

Agregované emisie

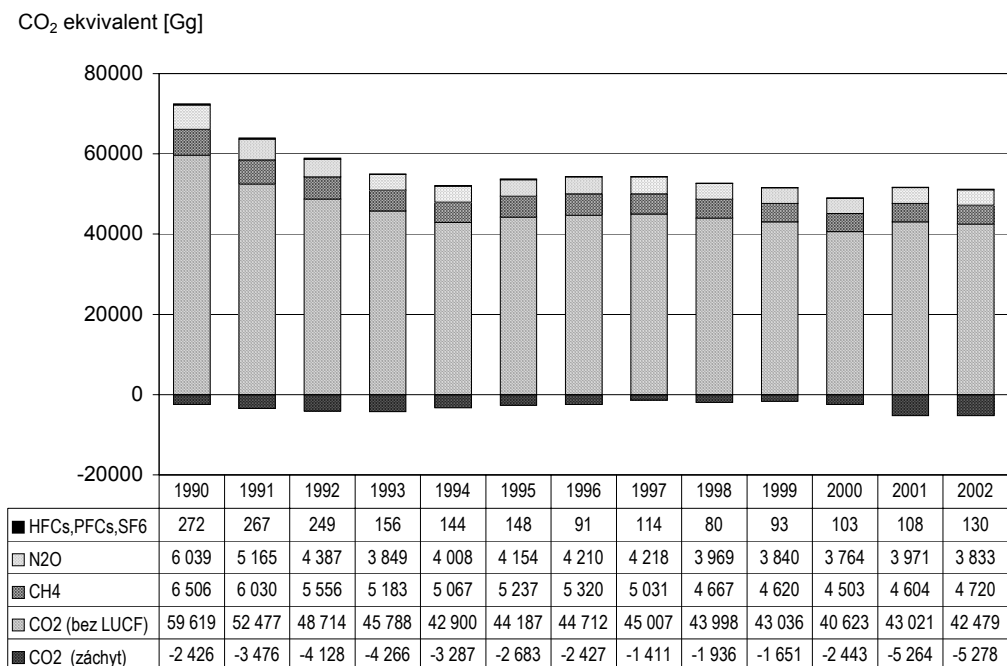
Sú to celkové emisie skleníkových plynov vyjadrené ako ekvivalent CO₂, prepočítané cez GWP100 (Global warming potential).⁷ Viac ako 83% pripadá na emisie CO₂, emisie metánu (GWP=21) sa pohybujú na úrovni 10%, emisie N₂O (GWP=320) prispievajú približne 7% a príspevok „F-plynov“ je menší ako 1%. (obr. 5.4, obr. 5.5).

Tab. 5.4 Emisie HFCs, PFCs a SF₆ rokoch 1990-2002

	GWP		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Emisie spolu CO₂ ekv.		[Gg]	272	267	249	156	144	148	91	114	80	93	103	108	130
Emisie HFCs CO₂ ekv.		[Gg]					2,9	24,5	44,9	69,8	43,6	66,0	78,3	83,2	103,7
HFC-23	11 700	[Mg]						<0,01	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04
HFC-32	650	[Mg]							0,02	0,11	0,07	0,10	0,32	0,58	1,2
HFC-41	150														
HFC-43-10mee	1 300														
HFC-125	2 800	[Mg]						0,01	0,08	0,26	0,43	0,76	1,91	3,37	5,76
HFC-134	1 000														
HFC-134a	1 300	[Mg]					0,01	10,98	25,45	41,80	29,18	44,43	47,73	42,88	47,41
HFC-152a	140	[Mg]							<0,01	0,14	0,32	0,61	0,83	1,01	1,20
HFC-143	300														
HFC-143a	3 800	[Mg]							0,12	0,31	0,46	0,80	1,92	3,48	5,5
HFC-227ea	2 900	[Mg]					1,00	3,52	3,52	4,39	0,71	0,80	0,80	0,80	0,44
HFC-236fa	6 300												0,05	0,22	0,38
HFC-245ca	560														
Emisie PFCs CO₂ ekv.		[Gg]	271,9	267,1	249,0	155,8	132,3	113,9	35,2	33,2	23,8	13,9	11,7	11,4	11,4
CF ₄	6 500	[Mg]	36,6	36,0	33,5	21,0	17,8	15,4	4,7	4,5	3,2	1,9	1,6	1,5	1,5
C ₂ F ₆	9 200	[Mg]	3,7	3,6	3,4	2,1	1,8	1,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
C ₃ F ₈	7 000														
C ₄ F ₁₀	7 000														
c-C ₄ F ₈	8 700														
C ₅ F ₁₂	7 500														
C ₆ F ₁₄	7 400														
Emisie SF₆ CO₂ ekv.		[Gg]	0,03	0,03	0,04	0,06	9,27	9,91	10,76	11,34	12,24	12,68	13,11	13,48	14,41
SF ₆	23 900	[Mg]	0,001	0,001	0,002	0,003	0,388	0,415	0,450	0,474	0,512	0,531	0,549	0,564	0,603

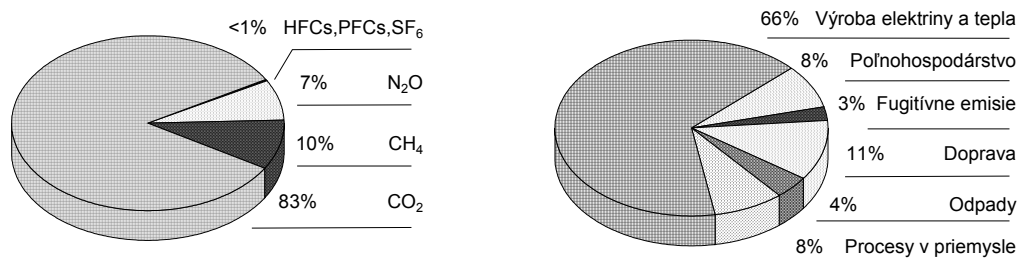
Emisie stanovené k 15.4.2004

Obr. 5.4 Agregované emisie skleníkových plynov rokoch 1990-2002



Emisie stanovené k 15.4.2004

Obr. 5.5 Agregované emisie skleníkových plynov v roku 2002



5.3 ZHODNOTENIE

V súvislosti so všeobecne očakávanými výsledkami, agregované emisie skleníkových plynov v roku 2002 mierne poklesli v porovnaní s rokom 2001, o viac ako 500 Gg (vyjadrené bez emisií z LUC&F). Avšak oproti základnému roku 1990 emisie skleníkových plynov ukazujú významný pokles o 21 250 Gg, čo je približne 30%. Hlavný podiel agregovaných emisií pokrýva sektor energetika (približne 80%), sektor procesy v priemysle predstavuje 8% agregovaných emisií, sektor poľnohospodárstvo 8% a sektor odpady pokrýva 4% celkových agregovaných emisií skleníkových plynov.

Emisie skleníkových plynov dosahovali najvyššiu úroveň koncom 80-tych rokov, v období 1990-1994 došlo k poklesu okolo 25%, od roku 1994 emisie viac menej stagnovali, ale v roku 2000 sme opäť zaznamenali výraznejší pokles. V posledných rokoch emisie opäť mierne stúpili, hlavne emisie CO₂, čo spôsobilo oživenie priemyselnej výroby, dopravy a zmena palivovej základne.

Na základe emisnej bilancie k 15. aprílu 2004 dosahovali antropogénne emisie CO₂ za rok 2002 42,5 Tg, čo je zníženie oproti roku 2001 o 0,5 Tg. Oproti základnému roku 1990 pokles predstavuje 29%. Celkové antropogénne emisie metánu dosiahli v roku 2002 225 Gg a vzrástli oproti minulému roku o 5,5 Gg. Tento nárast bol spôsobený nárastom emisií metánu v sektore odpadového hospodárstva. Naopak oproti základnému roku 1990 klesli emisie metánu o 27%. Celkové antropogénne emisie N₂O za rok 2002 predstavovali 12,43 Gg, čo predstavuje celkové zníženie o 36% oproti základnému roku 1990. Celkové emisie „F-plynov“ vzrástli oproti minuloročnej bilancii o 20 Gg, avšak oproti základnému roku 1995 klesli o 13%, čo je spôsobené poklesom spotreby PFCs plynov.

Podiel Slovenskej republiky na globálnej antropogénnej emisii skleníkových plynov tvorí zhruba 0,2%. Ročná emisia CO₂ pripadajúca na jedného obyvateľa sa v súčasnosti pohybuje okolo 7,7 t/rok a zaraďuje SR medzi štáty s najvyššími mernými emisiami na svete a druhými najvyššími v Európe po Českej republike. Celkové emisie skleníkových plynov, aj emisie CO₂ v roku 2002 klesli viac ako o 30%, takže požiadavka Rámcového dohovoru bola splnená a dá sa predpokladať, že pri uplatňovaní vhodných opatrení aj požiadavky Kjótskeho protokolu a Európskej únie budú splnené.

SPRÁVA

**O KVALITE OVZDUŠIA
A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV
NA JEHO ZNEČIŠŤOVANÍ
V SLOVENSKEJ REPUBLIKE**

2003

Vydavateľ

MŽP SR, Nám. L. Štúra 1, 811 02 Bratislava
SHMÚ, Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

Tlač

Účelová publikácia: 88 s., 32 tab., 36 obr.
Publikácia neprešla jazykovou úpravou
Náklad: 300 výtlačkov

Správa č. OKO-2004/47

ISBN 80-88907-50-0