



Slovenský
hydrometeorologický ústav



Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky

SPRÁVA

O KVALITE OVZDUŠIA

A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV

NA JEHO ZNEČIŠŤOVANÍ

V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

2001

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: *RNDr. K. Marečková*

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 - *RNDr. K. Marečková*

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 2001	1 - 6
2. Lokálne znečistenie ovzdušia	
2.1 Lokálne znečistenie ovzdušia	2 - 1
2.2 Charakteristika oblastí, kde sa monitoruje znečistenie ovzdušia	2 - 2
2.3 Popis umiestnenia automatických monitorovacích staníc	2 - 5
2.4 Kvalita dát a spracovanie výsledkov meraní.....	2 - 9
2.5 Zhodnotenie znečistenia ovzdušia v SR.....	2 - 33
2.6 Spracovanie výsledkov meraní podľa smerníc EU.....	2 - 39
3. Atmosférický ozón	
3.1 Atmosférický ozón.....	3 - 1
3.2 Prízemný ozón v SR v rokoch 1996-2001	3 - 1
3.3 Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 2001	3 - 9

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 - 5

PRÍLOHY

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, uhlíkovodíky, 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 Koopeatívneho programu pre monitorovanie a hodnotenie diaľkového prenosu znečisťovania v Európe (EMEP - Environment Monitoring and Evaluation Programme) (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 redukcii emisií ťažkých kovov (Aarhus, 1998), o obmedzovaní emisií perzistentných organických látok (Aarhus, 1998) a o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu (Gothenburg, 1999). Závazok z prvého Protokolu o síre predstavoval redukcii európskych emisií SO₂ 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.

EMEP je v zmysle 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 v súčasnosti 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. V súčasnosti prebieha 7. fáza programu EMEP v ktorej sú začlenené aj merania ťažkých kovov a perzistentných organických látok. Sieť EMEP pre merania ťažkých kovov sa konštituuje a merania perzistentných organických látok zostávajú v členských krajinách EMEP na báze dobrovoľnosti.

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 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Obdobie
SO₂ - S	Les	10	ročný priemer
	Prírodná vegetácia	10	
	Poľnohospodárske plodiny	15	
NO_x - N	Všetky kategórie	9	ročný priemer
O₃	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 $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ako 1-hodinový priemer a na $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 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. $\text{g.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$, $\text{kg}.\text{ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$ 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 bázických kationov) na území SR predstavuje $1-3 \text{ g S.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$ alebo $10-30 \text{ kg S.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$. 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 2001 sú v tabuľke:

Depozícia síry	Podunajská nížina	Horské polohy (> 1 500 m)
Suchá	0,6	0,2
Mokrá	0,4	1,3 (1,8) ⁺
Skrytá	0,1	0,6 (0,8) ⁺⁺
Celková	1,1	2,1 (2,8)

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 SIĽ REGIONÁLNYCH STANIĆ V SR

V roku 2001 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. Z prímestskej stanice Koliba, ktorá leží nad Bratislavou v nadmorskej výške 286 m, sa pravidelne analyzuje chemické zloženie zrážkových vôd.

Charakteristika regionálnych staníc

Chopok	Meteorologické observatórium SHMÚ na hrebeni Nízkyh 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 čerpaciej 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.

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 – 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⁺ , F ⁻ , PO ₄ ³⁻
	Mesačné zrážky	pH, vodivosť, SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Zn, Mn, Fe, Al, Pb, Cd, F ⁻ , PO ₄ ³⁻

Metódy stanovenia

Ovzdušie		
	Záchyt	Stanovenie
SO₂	na 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 – modifikovaná Saltzmanova metóda
HNO₃	na filter W41, impregnovaný roztokom KOH	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
O₃	registrácia analyzátorom Thermoelectron	princíp - UV absorbcia
Prchavé organické zlúčeniny C₂ - C₆	do nerezového kanistra	metódou plynovej chromatografie, chromatografom Perkin Elmer v konfigurácii s plameňovým ionizačným detektorom
Hmotnostná koncent. polietavého prachu	na filter Sartorius	hmotnostne-gravimetricky
Ťažké kovy - Pb, Cu, Mn, Cr, Ni, Cd, Zn	na filter Sartorius	po mineralizácii metódou atómovej absorpčnej spektrometrie, spektrometrom Perkin Elmer v plameni alebo v grafitovom atomizéri
SO₄²⁻	na filter W40	metódou kapilárnej izotachoforézy z vodného výluhu
NO₃⁻	na filter W40	metódou kapilárnej izotachoforézy z vodného výluhu

Atmosférické zrážky		
	Záchyt	Stanovenie
pH		pH meter ORION, sklená elektróda
Vodivosť	"wet only" - do zrážkomerov WADOS	konduktometer WTW
SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, NH₄⁺, K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, PO₄³⁻, F⁻	"bulk" - do polyetylénového vedra	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
Zn, Mn, Fe, Al, Pb, Cd		metódou atómovej absorpčnej spektrometrie, spektrometrom Perkin Elmer v plameni alebo grafitovom atomizéri

1.3 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANÍ ZA ROK 2001

SO₂, sírany

V roku 2001 sa regionálna úroveň koncentrácií oxidu siričitého (tab.1.1, obr. 1.3) pohybovala v rozpätí 0,90 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ (Chopok) až 2,80 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ (Topoľníky). V porovnaní s predchádzajúcim rokom sú hodnoty oxidu siričitého na všetkých staniách nižšie, s výnimkou Chopku. Horná hranica koncentračného rozpätia predstavuje menej než 30% z hodnoty kritickej úrovne oxidu siričitého (kritická úroveň pre les a prirodzenú vegetáciu je 10 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ a pre poľnohospodárske plodiny 15 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$). Pri porovnaní s rokom 2000 sa koncentrácie síranov v atmosférickom aerosóle v roku 2001 líšili na všetkých regionálnych staniách rádo len o desatiny alebo stotiny $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$, najväčší rozdiel bol zaznamenaný na Chopku (tab.1.1, obr. 1.4). Regionálna úroveň koncentrácie síranov na Chopku bola 0,48 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej a na Starine 0,99 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$ a na Lieseku a Topoľníkoch presahovali hodnoty 1 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$, v Topoľníkoch boli najvyššie, 1,56 $\mu\text{g S}\cdot\text{m}^{-3}$. Percentuálne zastúpenie síranov na celkovej hmotnosti atmosférického aerosólu bolo 12-16% (obr.1.7). Pomer koncentrácií síranov a oxidu siričitého, vyjadrený v síre, predstavuje interval 0,53-0,88, čo zodpovedá regionálnej úrovni znečistenia.

Oxidy dusíka, dusičnany

Koncentrácie oxidov dusíka na regionálnych staniách, vyjadrené v NO₂-N (tab.1.1, obr.1.5), sa pohybovali v rozpätí 1,28-2,81 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, s najnižšou ročnou priemernou hodnotou na Chopku, 1,28 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, vyššou na Starine 1,44 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej 1,85 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, na Lieseku 1,98 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ a hodnotou 2,81 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ na nížinnej stanici Topoľníky. Kritická úroveň koncentrácie oxidov dusíka (9 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ pre všetky ekosystémy) nebola na žiadnej regionálnej stanici v roku 2001 prekročená. Najvyššia koncentrácia oxidov dusíka v Topoľníkoch, 2,81 $\mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ predstavuje menej než 30% z kritickej úrovne. Dusičnany v ovzduší na regionálnych staniách SR boli prevažne v aerosólovej forme (tab.1.1, obr. 1.6). Plynné dusičnany (tab.1.1) sú v porovnaní s aerosólovými výrazne nižšie na staniách Topoľníky, Liesek, Stará Lesná a Chopok. Na 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 4% do 17% (obr. 1.7). Pomer celkových dusičnanov (HNO₃+NO₃) ku NO₂, vyjadrený v dusíku, sa pohyboval v rozpätí 0,17-0,43.

Polietavý prach, ťažké kovy

Koncentrácie atmosférického aerosólu v roku 2001 kolísali v intervale 12,2- 28,8 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab.1.1). Na všetkých staniách boli koncentrácie atmosférického aerosólu v porovnaní s rokom 2000 mierne nižšie. V tabuľke 1.1 a na obrázku 1.8 sú uvedené koncentrácie ťažkých kovov v

atmosférickom aerosóle na regionálnych stanicích v roku 2001. Pri porovnaní s rokom 2000, koncentrácie mangánu, kadmia a zinku boli v roku 2001 nižšie na všetkých stanicích, pri ostatných kovoch boli hodnoty na všetkých stanicích buď nižšie alebo vyššie. Pri hodnotení trendov je 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 stanicích SR kolíše v rozpätí 0,18-0,30% (obr. 1.7).

Ozón

Na obrázkoch 1.9-1.12 je znázornený ročný chod koncentrácie ozónu na regionálnych stanicích 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 2001 bola priemerná ročná koncentrácia ozónu na Chopku $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, na Starine $63 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej $58 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v Topoľníkoch $41 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Merania ozónu a prekročovania kritických úrovní sú kompletne zhodnotené v kapitole 3 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.

Prchavé organické zlúčeniny C₂ - C₆

Prchavé organické zlúčeniny, C₂-C₆ alebo tzv. ľahké uhľovodíky, sa začali odoberať v 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. 1.3 a obr. 1.13). 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 bude európska smernica pre optimálny odber a vyhodnocovanie uhľovodíkov.

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.

Chemické analýzy atmosférických zrážok dokumentujú mierny nárast kyslosti na Chopku a na Lieseku v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Stanica v Bratislave ako prímestské pozadie tiež vykazovala vyššiu kyslosť. Na ostatných stanicích bol zaznamenaný mierny pokles kyslosti, alebo hodnota pH bola ako v predchádzajúcom roku. Pre ilustráciu je na obrázku 1.15 znázornené aj množstvo zrážok, ktoré sa v roku 2001 pohybovalo od 500 mm do 1316 mm, v závislosti od polôh jednotlivých staníc. Interval pH hodnôt v mesačných zrážkach kolísal v rozpätí 4,5-5,1 (tab.1.2, obr.1.17). Priebeh pH hodnôt z denných zrážok je znázornený spolu s priebehom síranov a dusičnanov na obrázkoch 1.21 - 1.25. Časový rad a trend pH za dlhšie obdobie jasne naznačuje pokles acidity (obr.1.14). Hodnoty pH dobre korešpondujú s hodnotami pH podľa máp EMEP. Koncentrácie dominantných síranov v zrážkových vodách boli vyššie ako v predchádzajúcom roku. Koncentrácie amónnych iónov boli s výnimkou Topoľníkov vyššie na všetkých ostatných stanicích. Hodnoty vodivosti (tab.1.2, obr.1.16) dosahovali na väčšine staníc vyššie hodnoty ako v predchádzajúcom roku, mierne nižšie boli iba na Starine a v Starej Lesnej. Celkový pokles koncentrácií síranov v dlhodobom časovom rade zodpovedá poklesu emisií SO₂ od roku 1980.

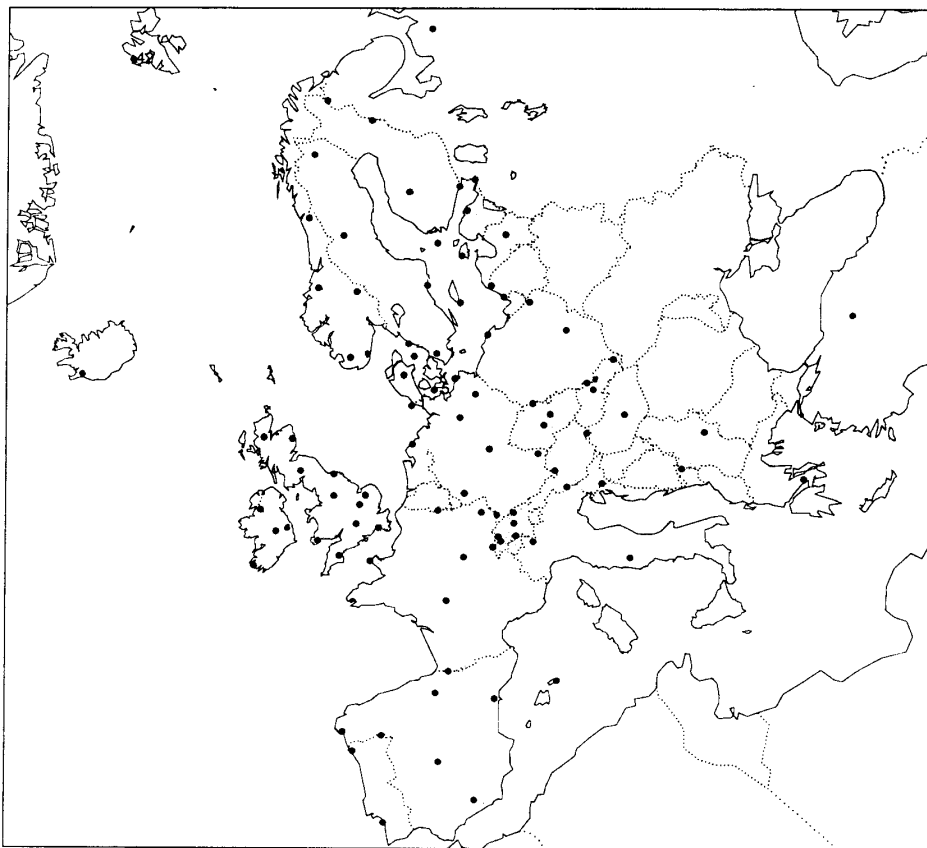
Koncentrácie ostatných sledovaných komponentov v zrážkovej vode (tab.1.2, obr.1.18, 1.19 a 1.20) nevykazovali v ostatných rokoch významnejší trend, v porovnaní s predchádzajúcim rokom vykazujú ťažké kovy, hlavne zinok a železo vyššie koncentrácie. Od roku 2000 sa začali stanovovať v zrážkach aj olovo a kadmium. Pre mokrú depozíciu ešte nie sú stanovené kritické záťaže. V USA a Kanade sa považuje hodnota mokrej depozície síranov 0,7 g S.m⁻² za rok za kritickú záťaž pre lesy. Táto hodnota bola v roku 2001 na území Slovenska prekračovaná:

Stanica	Mokrú depozícia síranov [g S.m ⁻² .r ⁻¹]
Chopok	1,34
Topoľníky	0,40
Starina	0,78
Stará Lesná	0,70
Liesek	0,73
Bratislava	1,02

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.

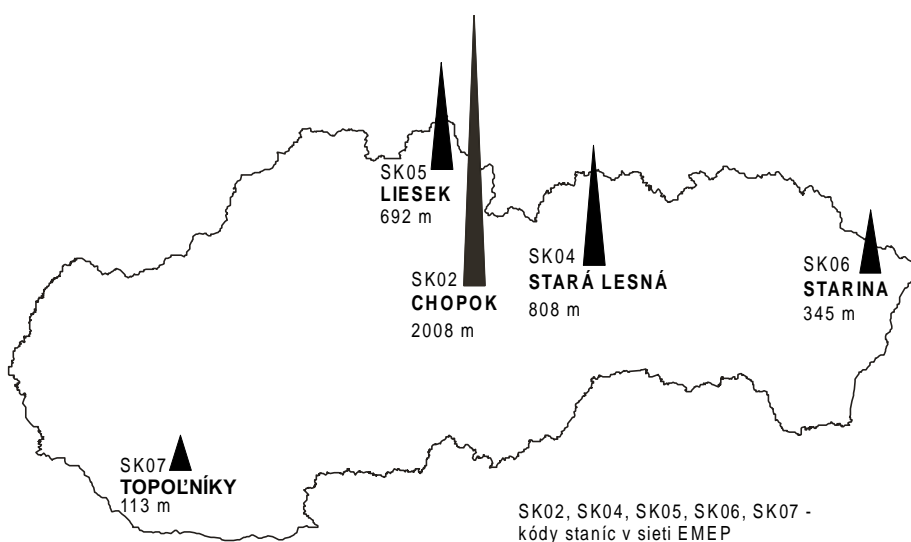
Obr. 1.1

Sieť monitorovacích staníc EMEP



Obr. 1.2

Sieť regionálnych staníc SR - 2001



Tab. 1.1 Priemerné ročné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 2001

	prach µg/m ³	SO ₂ -S µg/m ³	NO ₂ -N µg/m ³	HNO ₃ -N µg/m ³	SO ₄ ²⁻ -S µg/m ³	NO ₃ ⁻ -N µg/m ³	O ₃ 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
Chopok	12,2	0,90	1,28	0,10	0,48	0,19	125	2,69	2,09	4,69	0,02	3,23	1,58	8,18
Topoľníky	28,8	2,80	2,81	0,10	1,56	1,10	41	18,25	8,07	4,51	0,21	6,82	4,33	33,33
Starina	20,6	1,53	1,44	0,24	0,99	0,20	63	15,51	4,31	4,13	0,22	1,63	2,31	16,02
Stará Lesná	18,5	1,12	1,85	0,08	0,99	0,25	58	7,79	4,18	2,67	0,11	0,64	0,70	24,92
Lieseck	25,4	2,25	1,98	0,13	1,23	0,45	-	12,66	20,18	15,08	0,15	1,07	2,29	23,56

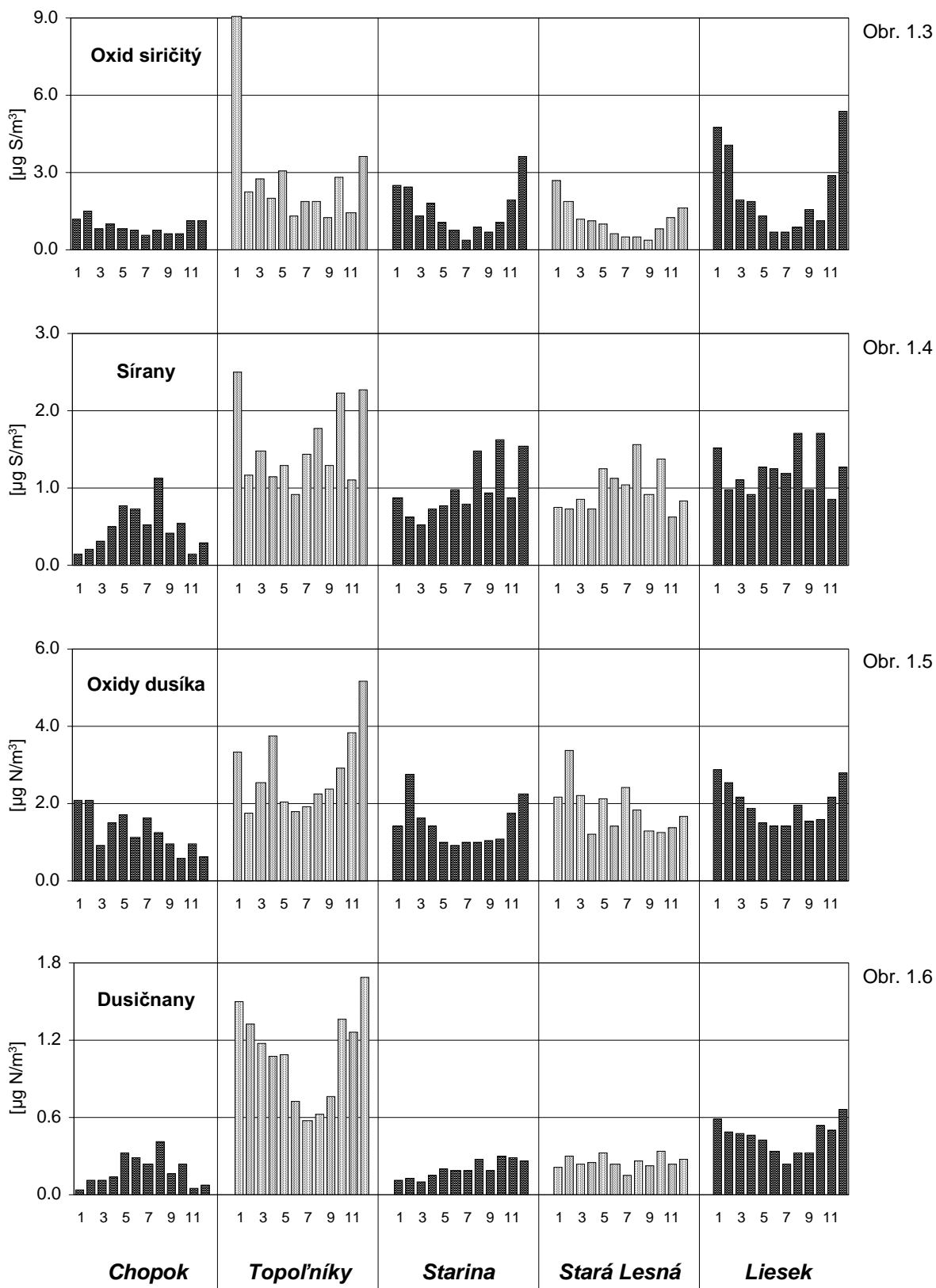
Tab. 1.2 Ročné vážené priemery koncentrácií škodlivín v mesačných zrážkach - 2001

	zrážky mm	pH	vod µS/cm	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Zn ²⁺ µg/l	Fe ²⁺ µg/l	Al ³⁺ µg/l	Mn ²⁺ µg/l	Cd ²⁺ µg/l	Pb ²⁺ µg/l	Cl ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	NO ₃ ⁻ -N mg/l	SO ₄ ²⁻ -S mg/l	F ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l
Chopok	1316,0	4,5	23,48	0,17	0,15	0,057	0,35	82	91	22	4,5	0,80	3,94	0,33	0,57	0,44	1,02	0,005	0,02
Bratislava	556,1	5,1	23,75	0,18	0,18	0,177	1,51	47	53	25	5,1	0,13	2,03	0,39	0,79	0,67	1,12	0,005	0,03
Topoľníky	500,0	4,5	24,24	0,15	0,23	0,102	0,66	16	70	20	3,9	0,04	1,25	0,27	0,32	0,66	0,80	0,005	0,02
Starina	980,7	4,6	19,50	0,27	0,17	0,061	0,36	16	80	22	3,0	0,14	3,07	0,35	0,45	0,39	0,80	0,005	0,02
Stará Lesná	952,5	4,8	17,47	0,27	0,24	0,054	0,32	12	93	95	3,8	0,33	2,09	0,50	0,38	0,39	0,73	0,005	0,04
Lieseck	902,9	4,5	19,53	0,13	0,13	0,058	0,34	19	103	19	4,5	0,13	2,28	0,23	0,47	0,36	0,81	0,005	0,03

Tab. 1.3 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín [ppb] v ovzduší - 2001

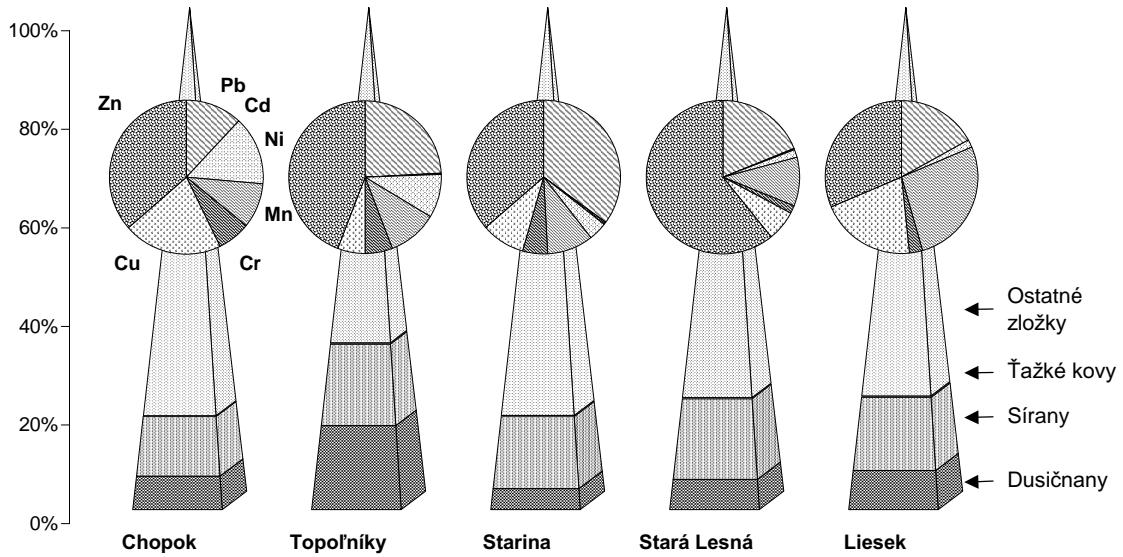
	etán	etén	propán	propén	i-bután	n-bután	etín	butén	pentén	i-pentán	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén	toluén
Starina	2,070	2,354	1,009	0,666	0,367	0,857	4,456	0,887	0,301	0,796	0,981	0,264	0,493	0,570	0,853

Priemerné mesačné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 2001



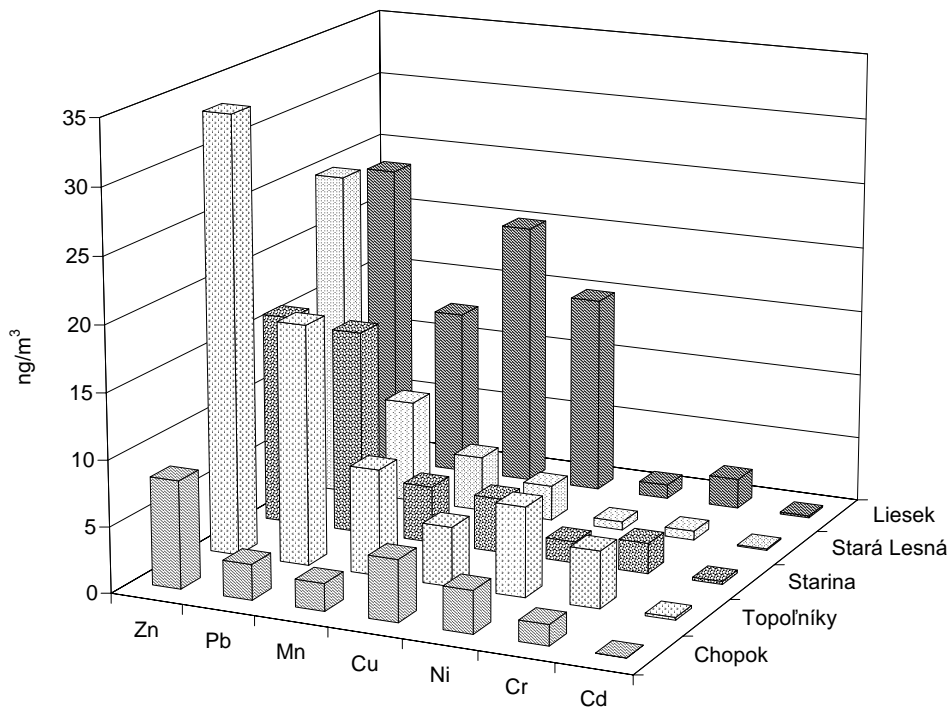
Obr. 1.7

Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov - 2001



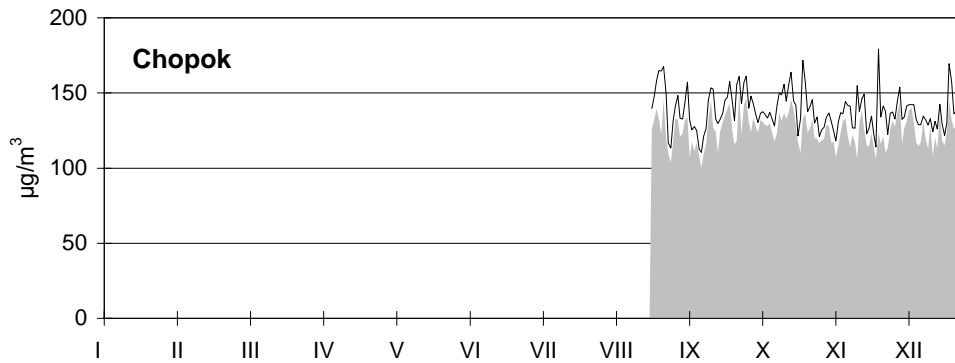
Obr. 1.8

Ťažké kovy v ovzduší - 2001

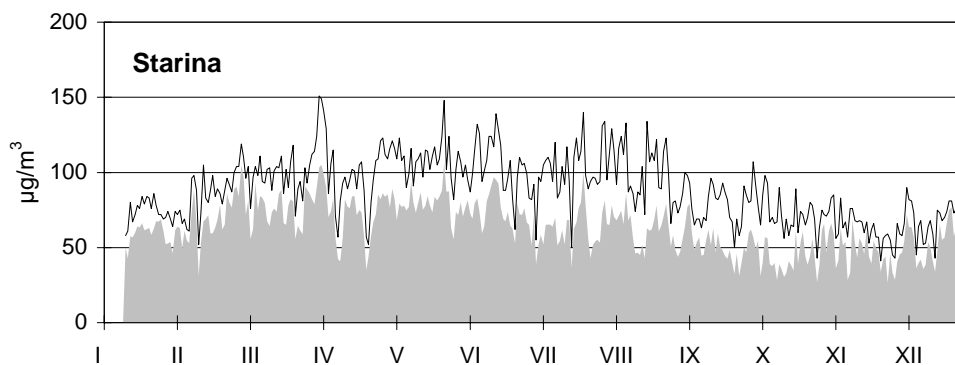


Prízemný ozón – 2001

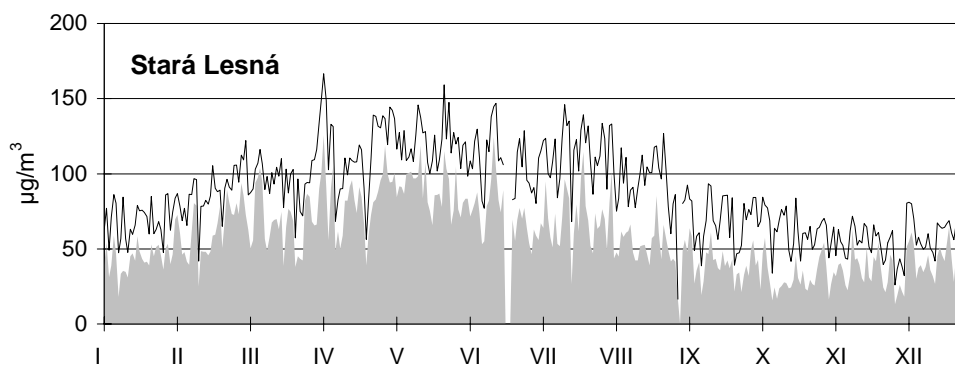
■ denný priemer — hodinové maximum



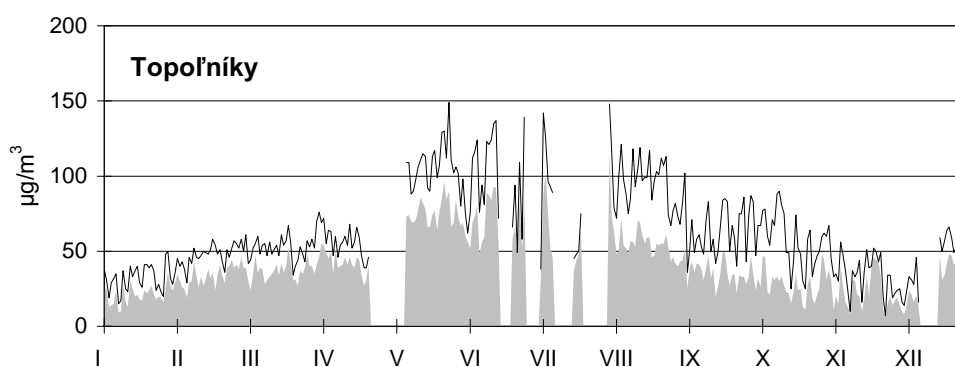
Obr. 1.9



Obr. 1.10

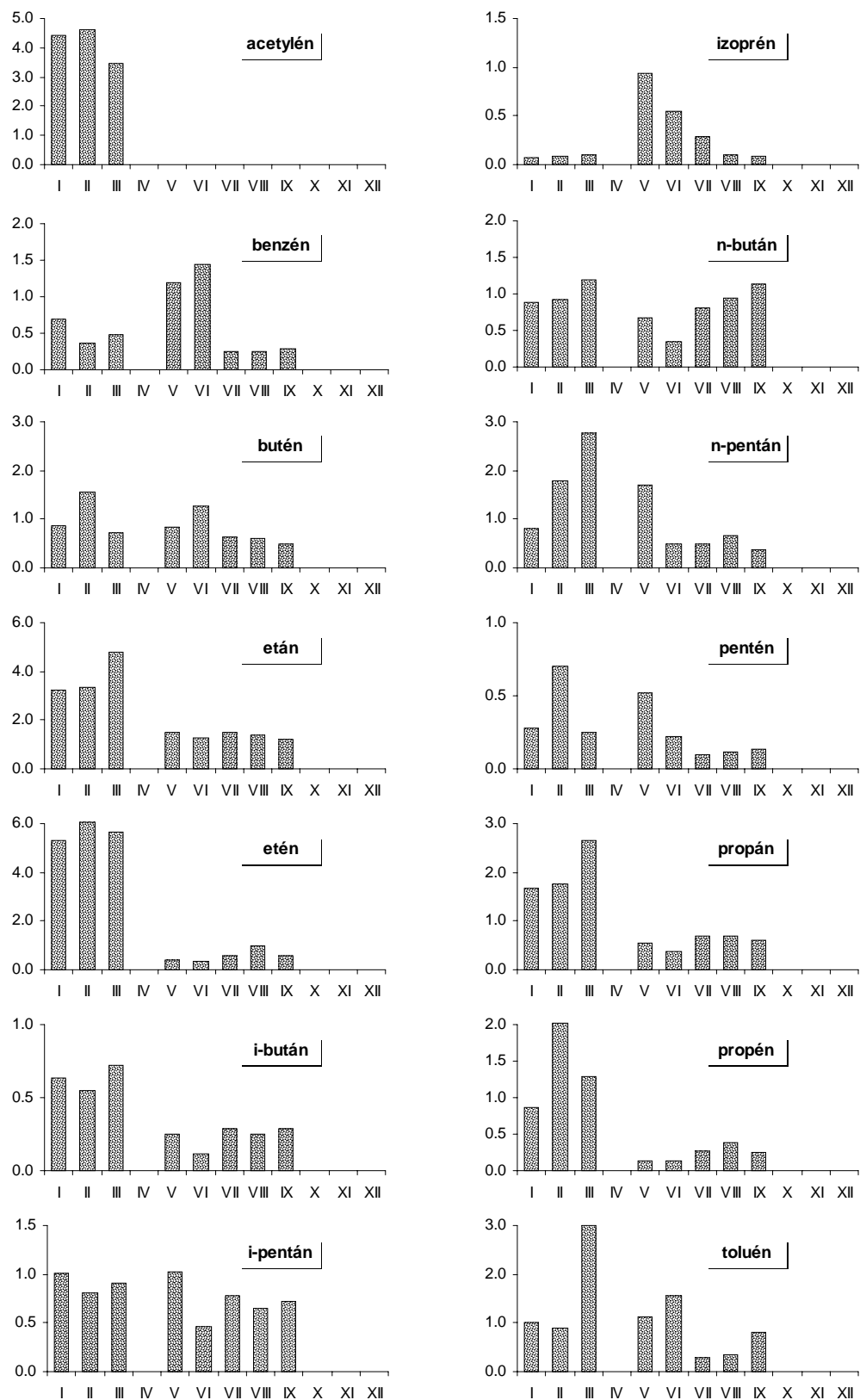


Obr. 1.11



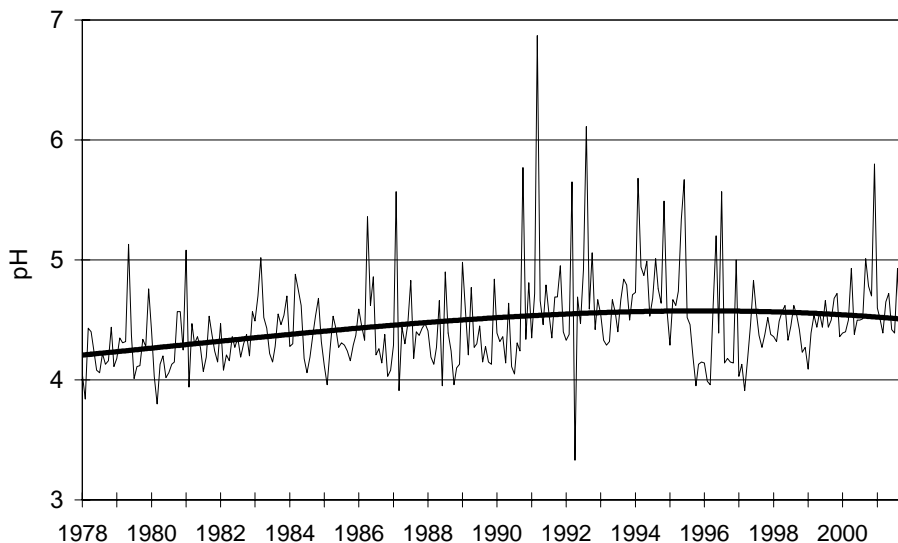
Obr. 1.12

Obr. 1.13 Prchavé organické zlúčeniny [ppb] - Starina - 2001



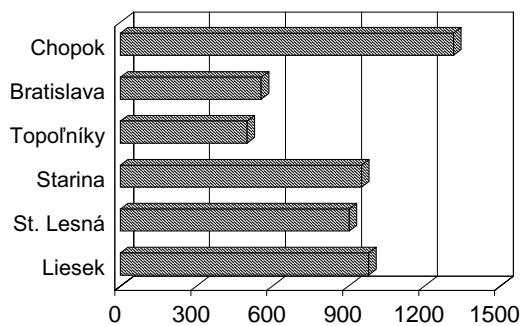
Obr. 1.14

pH v zrážkach - Chopok

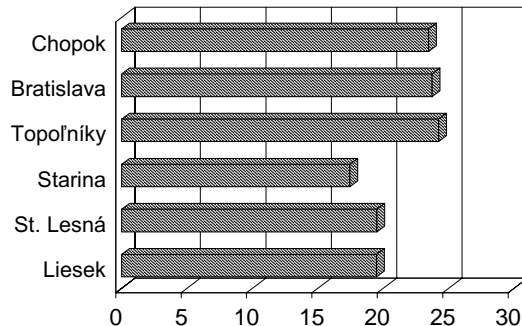


Mesačné zrážky – 2001

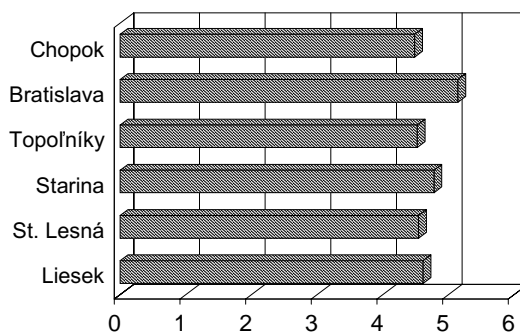
Obr. 1.15 Množstvo zrážok [mm]



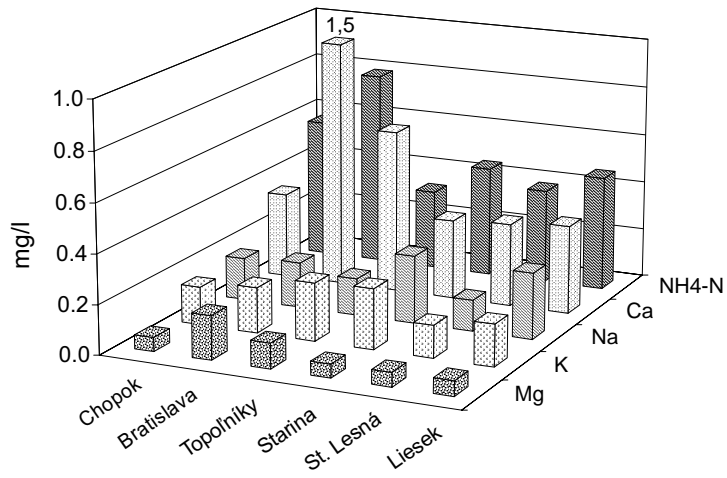
Obr. 1.16 Vodivosť zrážok [$\mu\text{S}/\text{cm}$]



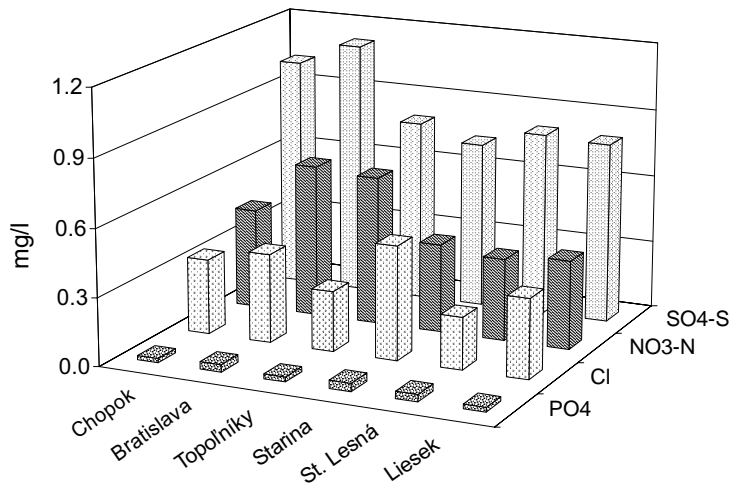
Obr. 1.17 pH zrážok



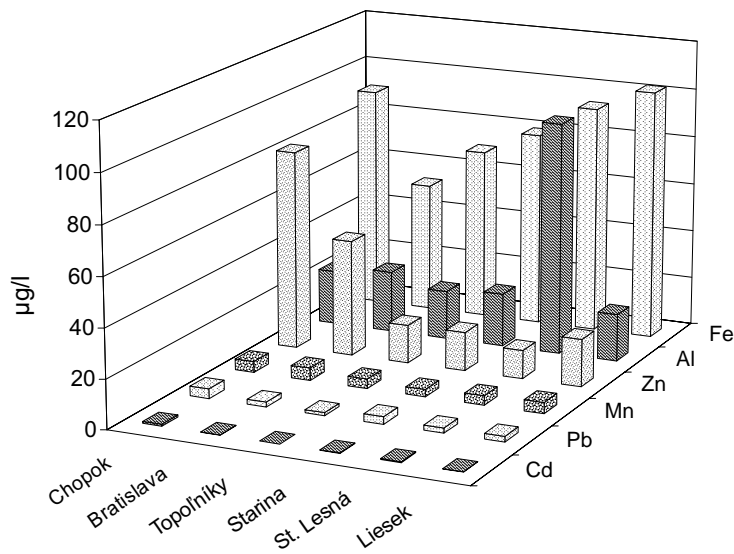
Mesačné zrážky – 2001



Obr. 1.18



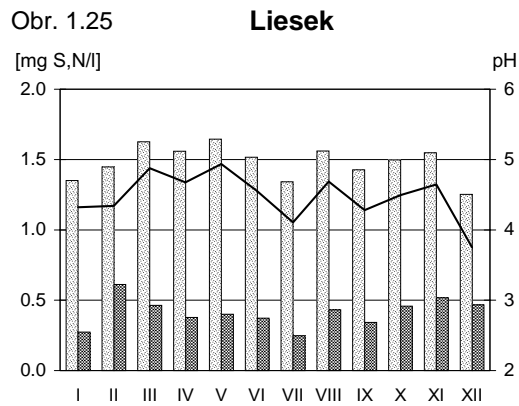
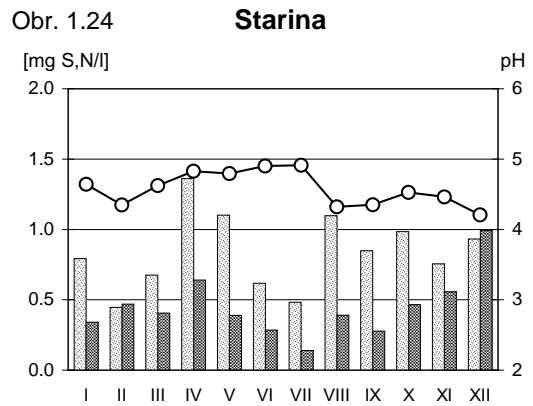
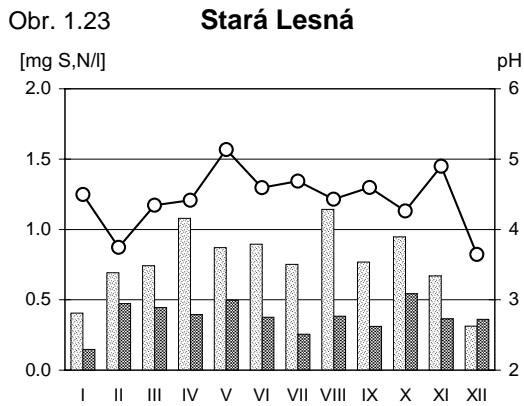
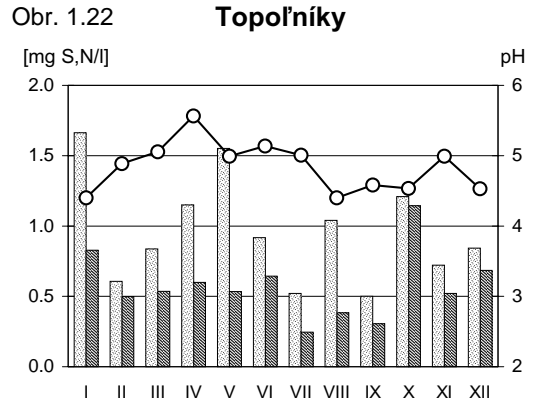
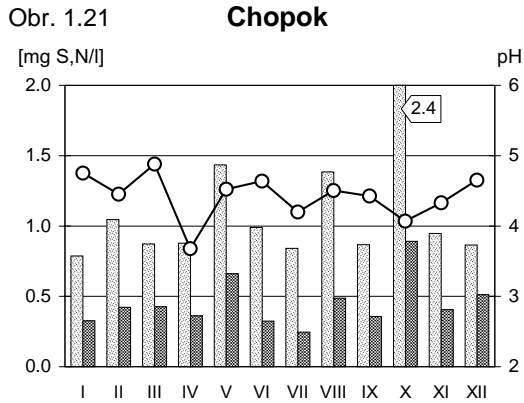
Obr. 1.19



Obr. 1.20

Denné zrážky – 2001

▨ Sírany ▨ Dusičnany ○ pH



2.1 LOKÁLNE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA

Podľa zákona Slovenskej národnej rady č. 134/1992 Zb. o štátnej správe ochrany ovzdušia v znení neskorších predpisov má Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) okrem iného povinnosť zabezpečovať sledovanie prenosu a rozptylu znečisťujúcich látok v ovzduší. MŽP SR poverilo Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) monitorovaním kvality ovzdušia na celom území SR. Povinnosť zabezpečovať kontrolu kvality ovzdušia vyplýva pre SHMÚ aj z vyhlášky MŽP SR č. 112/1993 Z.z..

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. V roku 2001 bolo na území SR rozmiestnených 25 staníc, z ktorých 23 monitorovalo väčšinu základných škodlivín (SO₂, NO_x, NO₂, CO a prach), na dvoch ďalších (Koliba a Podhradová) sa sledovala len úroveň znečistenia prízemným ozónom. Okrem základných škodlivín sa na vybraných stanicach monitorovalo aj znečistenie H₂S. V súlade s vyhláškou MŽP SR č. 112/1993 Z.z. o vymedzení oblastí vyžadujúcich osobitnú ochranu ovzdušia a o prevádzke smogových varovných a regulačných systémov boli všetky stanice s výnimkou Martina umiestnené v zaťažených územiach, ktoré vyžadujú osobitnú ochranu ovzdušia. Podľa platnej legislatívy týkajúcej sa ochrany ovzdušia sa úroveň znečistenia posudzuje samostatne pre každú škodlivinu podľa imisných limitov, ktoré sú uvedené v Prílohe č. 6 nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 92/1996. Komplexné kumulatívne hodnotenie znečistenia sa hodnotí podľa indexov znečistenia ovzdušia, ktorých výpočet stanovuje Príloha č. 1 vyhlášky č. 112/1993 Z.z.. Pre zníženie negatívneho dopadu na ľudské zdravie pri epizódach znečistenia ovzdušia sú v Prílohe č. 3 uvedenej vyhlášky stanovené **osobitné imisné limity na účely vyhlásenia signálov upozornenie, regulácia a varovanie**. V právomoci príslušných krajských úradov je vydávať formou záväznej vyhlášky prevádzkové poriadky smogového a regulačného systému, ktoré špecifikujú rozsah aktivít, ktoré je potrebné realizovať pri smogovej úrovni znečistenia ovzdušia. Doteraz boli smogové vyhlášky vydané v Košickom kraji (pre zaťažené územie Košíc), v Prešovskom kraji (pre zaťažené územie Prešov) a v Trenčianskom kraji (pre zaťažené územie Hornej Nitry).

V súčasnosti prebieha proces harmonizácie slovenskej legislatívy s európskou v oblasti kvality ovzdušia, výsledkom ktorého bude nový zákon o ovzduší, ako aj príslušné vyhlášky, ktorými sa budú vykonávať ustanovenia zákona. Z tohto dôvodu sa v predkladanej správe zhodnotilo znečistenie ovzdušia aj podľa európskych smerníc 1999/30/EC a 2000/69/EC.

2.2 CHARAKTERISTIKA OBLASTÍ, KDE SA MONITORUJE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA

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.

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 cementársky a 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.

Ružomberok

Lokalita mesta zahŕňa 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 celulózky 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.

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. Priemerná ročná rýchlosť vzduchu zo všetkých smerov je $1,8 \text{ m.s}^{-1}$, čo je približne 3-krát nižšia hodnota ako v Bratislave ($5,2 \text{ m.s}^{-1}$). Najvyššiu početnosť v roku má východný a severozápadný smer vetra. Najväčší podiel na znečistení ovzdušia má výroba hliníka a energie.

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 $2,3 \text{ m.s}^{-1}$. 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.

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 klimateckej 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 $1,3 \text{ m.s}^{-1}$ 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 $2,8 \text{ m.s}^{-1}$ a vysoká relatívna vlhkosť sa podieľajú na zvýšených koncentráciách emisií oxidov dusíka, oxidov síry a polietavého prachu. K najväčším zdrojom emisií patrí strojárnska výroba, miestne teplárne Stredoslovenských energetických závodov a automobilová doprava.

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 určené sme-

rovaním údolia rieky Muráň s relatívne malou priemernou ročnou rýchlosťou $2,5 \text{ m.s}^{-1}$. Členitý horský terén dáva predpoklad k vzniku častých prízemných nočných inverzií a k tomuto čiastočne prispieva aj ohraničenie údolia masívmi 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.

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 $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ a značný výskyt bezvetria. Oblasť je znečisťovaná hlavne chemickou výrobou v Hnúšti a magnezitovou továrňou v Hačove.

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 Slanské 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 $5,7 \text{ m.s}^{-1}$. Priemerná rýchlosť v roku zo všetkých smerov je $3,6 \text{ m.s}^{-1}$. 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 kotolne.

Prešov

Prešov sa nachádza v severnom výbežku Košickej kotliny. Okolité hory Šarišskej vrchoviny a Slanského 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 bezvetrí 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 odlučovacej techniky, automobilová doprava, ako aj sekundárna prašnosť.

Krompachy

Krompachy 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 $1,4 \text{ m.s}^{-1}$. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia majú severovýchodne lokalizované Kovohuty v Krompachoch 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 $3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rýchlosť vetra sa vyznačuje výrazným denným chodom s minimom v nočných hodinách. Hlavný zdroj znečistenia lokality predstavuje miestny chemický priemysel.

Vranov

Vranov sa nachádza v údolí rieky Topľa, ktoré prechádza do Východoslovenskej nížiny. Lokalita je zo západu ohraničená Slanskými 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.

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.

2.3 POPIS UMIESTNENIA AUTOMATICKÝCH MONITOROVACÍCH STANÍC

Západoslovenský región

**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 zaťaženú 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.

Stredoslovenský región

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.

Ružomberok - Riadok Stanica je umiestnená v záhradke základnej deväťročnej školy v blízkosti komunikácie s málo frekventovanou dopravou. V okolí prevláda nízka zástavba rodinných domov. Najväčší zdroj znečistenia SCP Ružomberok sa nachádza SV od monitorovacej stanice.

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.

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.

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

Bystričany Stanica je umiestnená v objekte rozvodne vodnej nádrže, na ploche vysadenej ovocnými stromami. Najväčší zdroj znečistenia Elektráreň Nováky (ENO) sa nachádza 1,5 km od monitorovacej stanice.

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.

Martin Stanica je umiestnená v areáli základnej školy v centre mesta, v tesnej blízkosti pešej zóny a vo vzdialenosti približne 200 m od frekventovanej komunikácie. Z jednej strany je obkolesená dvojpodlažnými budovami a z ostatných strán voľným priestranstvom športového areálu školy.

Jelšava Stanica je umiestnená v blízkosti historického centra mesta asi 50 m od hlavnej cesty a je obklopená nízkou radovou zástavbou otvorenou smerom k dominantnému zdroju škodlivín lokality Slovenských magnesitových závodov. Nachádza sa v údolnej polohe so slabou veternosťou ($1,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) a so zvýšeným výskytom inverzií.

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

Východoslovenský región

Košice - Štúrova Stanica reprezentuje stred mesta. Je umiestnená na otvorenom priestranstve v strede Námestia osloboditeľov medzi parkoviskom a symbolickým cintorínom. Od stanice severne asi 15 m a južne asi 50 m sú komunikácie vnútorného okruhu, ktoré vedú východozápadným 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 okruhu približne 15 m. 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..

Košice - Veľká Ida Stanica je umiestnená v juhovýchodnej časti obce Veľká Ida v blízkosti VSŽ na relatívne otvorenom priestranstve. Stanicu zakúpili VSŽ za účelom kontroly vplyvu železiarní na kvalitu ovzdušia obce.

Prešov - Sídlisko III Stanica sa nachádza vo voľnom priestranstve v blízkosti nákupného strediska, na rozhraní nového sídliska a severozápadnej časti historického jadra mesta. V blízkosti asi 50 m vedie hlavná dopravná tepna smerom na Levoču a asi 1 000 m severne je lokalizovaná mestská kotolňa na tuhé palivo.

Prešov - Solivar Stanica je umiestnená v juhovýchodnej časti mesta. Nachádza sa na voľnom priestranstve v riedko nízkej zástavbe v blízkosti križovatky ulíc Solivarská a Generála Petrova.

Krompachy Stanica sa nachádza v údolí Slovinského potoka na západnom okraji mesta mimo frekventovaných komunikácií, 2 km juhozápadne od závodu Kovohuty Krompachy. Okolitú zástavbu predstavujú viacpodlažné domy. Je to údolná poloha so zvýšeným výskytom inverzií.

Strážske

Stanica sa nachádza na voľnom priestranstve na západnom okraji mesta na sídlisku s lokálnou kotolňou asi 1 km východo–juhovýchodne od závodu Chemko Strážske. V blízkosti stanice nevedú žiadne frekventovanejšie komunikácie.

Vranov nad Topľou

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

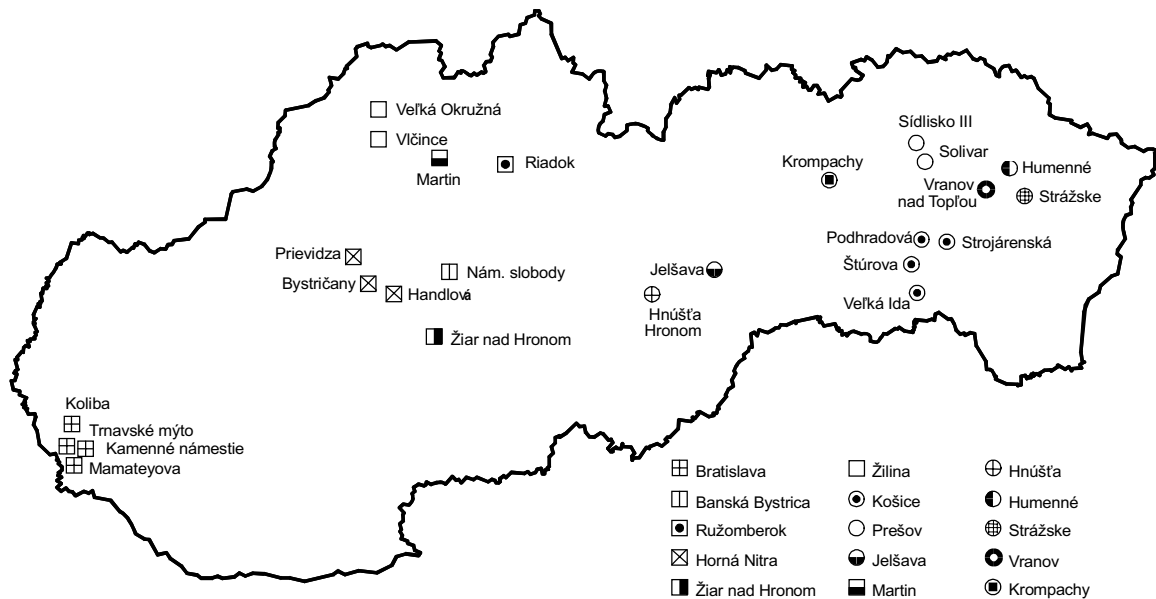
Humenné

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.

Tab. 2.1 **Zemepisné súradnice monitorovacích staníc**

Oblasť	Stanica	Zem. dĺžka	Zem. šírka	Nadmorská výška [m]
Bratislava	Mamateyova	17°08'05"	48°07'43"	136
	Trnavské mýto	17°07'45"	48°09'32"	136
	Kamenné námestie	17°07'00"	48°08'45"	139
	Koliba	17°07'09"	48°10'20"	287
Banská Bystrica	Nám. slobody	19°09'30"	48°44'12"	343
Ružomberok	Riadok	19°18'27"	49°04'32"	485
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	18°51'07"	48°35'17"	263
Horná Nitra	Prievidza	18°37'30"	48°45'11"	269
	Handlová	18°45'32"	48°44'00"	437
	Bystričany	18°31'00"	48°40'02"	251
Žilina	Veľká Okružná	18°44'18"	49°13'12"	390
	Vlčince	18°46'20"	49°12'40"	368
Martin		18°55'26"	49°04'03"	396
Jelšava		20°14'18"	48°37'48"	255
Hnúšťa		19°57'12"	48°35'04"	315
Košice	Štúrova	21°15'47"	48°43'01"	199
	Strojárska	21°15'17"	48°43'37"	200
	Podhradová	21°14'45"	48°45'17"	248
	Veľká Ida	21°10'34"	48°35'31"	207
Prešov	Sídlisko III.	21°13'54"	49°00'03"	245
	Solivar	21°15'59"	48°58'43"	255
Krompachy		20°52'24"	48°55'04"	385
Strážske		21°49'48"	48°52'21"	134
Vranov nad Topľou		21°41'26"	48°53'12"	128
Humenné		21°53'08"	48°54'35"	160

Obr. 2.0 Rozmiestnenie automatických monitorovacích staníc znečistenia ovzdušia v SR



2.4 KVALITA DÁT A SPRACOVANIE VÝSLEDKOV MERANÍ

Imisné merania pomocou kontinuálnych prístrojov predstavujú najvyššiu technickú úroveň kontroly znečistenia vonkajšieho ovzdušia. Výsledky meraní sa využívajú pri schvaľovaní nových zdrojov znečistenia ovzdušia, pri plánovaní imisnej ochrany v rámci smogových alarmových systémov, ako aj pre bežné preverovanie stavu prekračovania povolených imisných limitov.

Analyzátory sú pravidelne testované pomocou nulového a kalibračného plynu so známou koncentráciou. Meracie rozsahy sa testujú v laboratóriu pomocou externého kalibrátora, umožňujúceho meniť koncentrácie. Testovanie analyzátorov zahŕňa preverovanie všetkých parametrov odporučených výrobcom v nadväznosti na medzinárodné normy. Zloženie kalibračného plynu počas celej skúšky musí byť konštantné. Prívodné cesty pre kalibračné plyny musia byť z borosilikátového skla alebo teflónu. Pri zried'ovaní kalibračného plynu je potrebné používať nulový plyn, ktorý neobsahuje prímеси vyvolávajúce odozvu analyzátoru. Potrebné je brať ohľad na možné interferencie. Okolitý vzduch ako nulový plyn je potrebné primárne chemicky čistiť, resp. používať syntetický vzduch zodpovedajúceho zloženia a čistoty. Skúška linearity sa skladá minimálne zo 7 kalibračných bodov v rámci meraného rozsahu. Získané údaje sú vyhodnotené metódou najmenších štvorcov. Skúška na interferujúce plyny nesmie vyvolať väčšie odchýlky, ako stanovuje výrobca prístroja.

Pre spracovanie veľkého množstva údajov sa zvolila grafická forma a významné štatistické charakteristiky, ako aj indexy znečistenia ovzdušia sú uvedené v tabuľkách. Na každom grafe sú uvedené priemerné denné koncentrácie a maximálna polhodinová koncentrácia v zodpovedajúcom dni. Hodnoty znečisťujúcich látok, ktoré majú stanovené imisné limity IH_d a IH_k , sú

vyznačené na grafoch. V tabuľkových prílohách sú uvádzané priemerné ročné koncentrácie, ktoré boli vypočítané ako aritmetický priemer z priemerných denných koncentrácií, 95 percentily pre denné a polhodinové koncentrácie a maximálne denné a krátkodobé koncentrácie namerané v danom roku.

Pre vybrané lokality boli spracované koncentračné ružice pre prach, oxidy dusíka a tuhé častice. Nakoľko monitorovacie stanice nie sú vybavené anemografickými snímačmi, na vyhodnotenie sa využili tiež údaje o smere a rýchlosti vetra z meteorologických staníc.

Samostatne boli spracované častosti a doba trvania znečistenia podľa osobitných imisných limitov na účely signálov upozornenie, varovanie a regulácia.

Podľa metodiky MŽP SR, sa vyhodnotili indexy znečistenia ovzdušia (IZO). Tabuľka "Indexy znečistenia ovzdušia" poskytuje informácie o tom, do akej miery sa v jednotlivých oblastiach uvažované škodliviny (SO₂, NO_x a prach) podieľajú na celkovom IZO.

Pre porovnanie zaťaženia územia sa vyhodnotili indexy znečistenia ovzdušia (IZO), pri ktorých sa brali do úvahy tri škodliviny S_i: prach, NO_x, SO₂.

Rozlišujú sa tri spôsoby vyjadrenia IZO:

- IZO_r - index dlhodobého znečistenia
- IZO_k - index krátkodobého znečistenia
- IZO_d - index denného znečistenia

Indexy sú definované takto :

$$IZO_r = \sum_{i=1}^3 [\text{priemerná ročná koncentrácia} / IH_r]_{S_i}$$

$$IZO_k = \sum_{i=1}^3 [95 \text{ percentil}_k / IH_k]_{S_i}$$

$$IZO_d = \sum_{i=1}^3 [95 \text{ percentil}_d / IH_d]_{S_i}$$

Klasifikácia stupňa znečistenia ovzdušia podľa indexov (IZO_r, IZO_k, IZO_d):

Rozsah IZO	0.0 - 0.4	0.5 - 0.9	1.0 - 1.4	1.5 - 2.0	over 2.0
Stupeň znečistenia ovzdušia	takmer žiadne	slabé	mierne	stredné	veľké

Výsledky sa spracovali aj podľa novej európskej smernice 1999/30/EC, samostatne pre imisné limity platné pre rok 2000 (imisné limity + hranica tolerancie), cieľové hodnoty (imisné limity), hornú a dolnú hranicu stanovenia. Súčasne sa vykonávajú opatrenia na zabezpečenie kontroly kvality meraní podľa požiadaviek európskej legislatívy.

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 43A,43B
	UV-Fluorescencia	0...2.6	1.3	Monitor Labs	ML 9850
H ₂ S	UV-Fluorescencia	0...1.3	1.3	Monitor Labs	ML 9850 + ML 8770
NO, NO ₂ , NO _x	Chemilumiscencia	0...1.9	0.9	TEI	Model 42, 42C
	Chemilumiscencia	0...1	< 0.9	Monitor Labs	ML 9841
CO	GFC	0...72.5	< 72.5	TEI	Model 48, 48C
	GFC	0...72.5	< 11.5	Monitor Labs	ML 9830
O ₃	UV-Fotometria	0...2	4, 2	TEI	Model 49, 49C
	UV-Fotometria	0...1	2	Monitor Labs	ML 9810,9811
Prach	Beta-Absorbcia	0...1000	10	VEREWA	F 703
	Beta-Absorbcia	0...1000	3	ESM ANDERSEN	FH 62I - R
PM10	Mikrováženie vo vf elektrickom poli	0...5000	1	Rupprecht& Patashnick	1400, 1400A, 1400AB

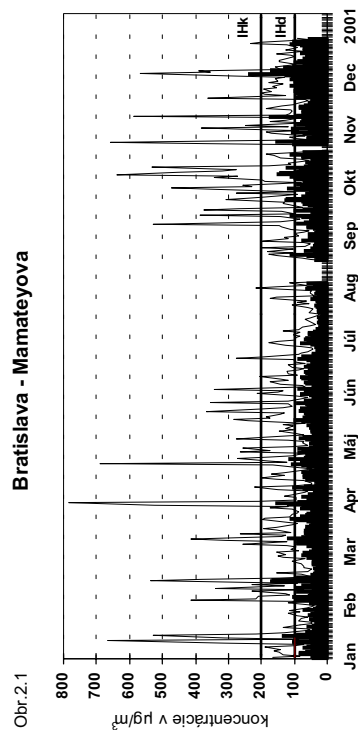
Poznámka: Všetky koncentrácie meraných škodlivín sú vyjadrené v µg.m⁻³ pri referenčných podmienkach (298°K a 101,3 kPa)

Tab. 2.3 Zoznam monitorovaných škodlivín na Slovensku v roku 2001

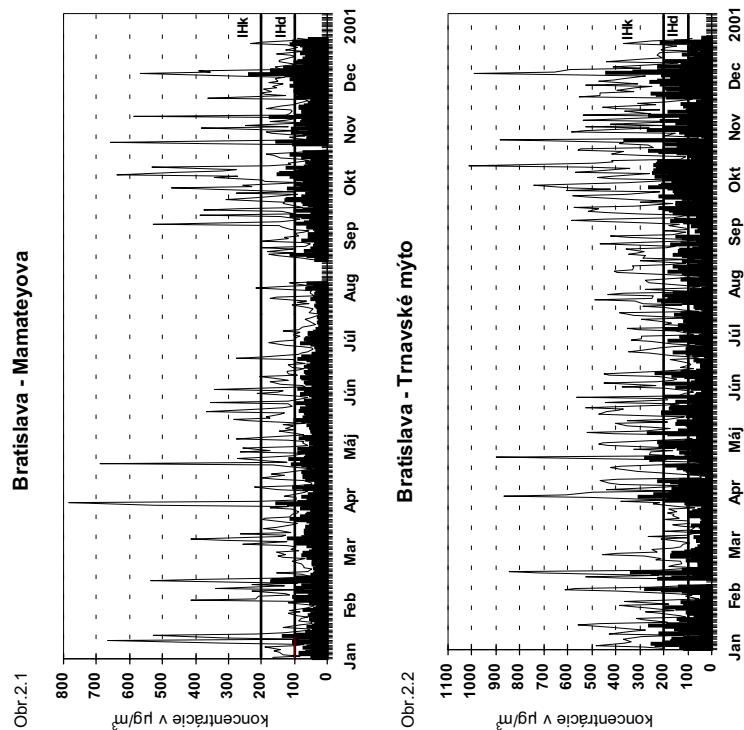
Oblasť	Stanica	SO ₂	NO _x	PM10	PM2,5	O ₃	CO	H ₂ S
Bratislava	Mamateyova	*	*		*	*		
	Trnavské mýto	*	*	*			*	
	Kamenné námestie	*	*	*				
	Koliba					*		
Banská Bystrica	Nám. slobody	*	*	*		*	*	
Ružomberok	Riadok	*	*	*		*		*
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	*	*	*		*		
Horná Nitra	Prievidza	*	*	*		*		
	Handlová	*	*	*				
	Bystričany	*	*	*				
Žilina	Veľká Okružná	*	*	*			*	
	Vlčince	*	*	*		*		*
Martin		*	*			*		
Jelšava		*	*	*		*		
Hnúšťa		*	*	*		*		
Košice	Štúrova	*	*	*			*	
	Strojárska	*	*	*				
	Podhradová					*		
	Veľká Ida	*	*	*		*	*	
Prešov	Sídliisko III.	*	*	*				
	Solivar	*	*	*		*	*	
Krompachy		*	*	*				
Strážske		*	*	*				
Vranov nad Topľou		*	*	*				
Humenné		*	*	*		*		

NO_x

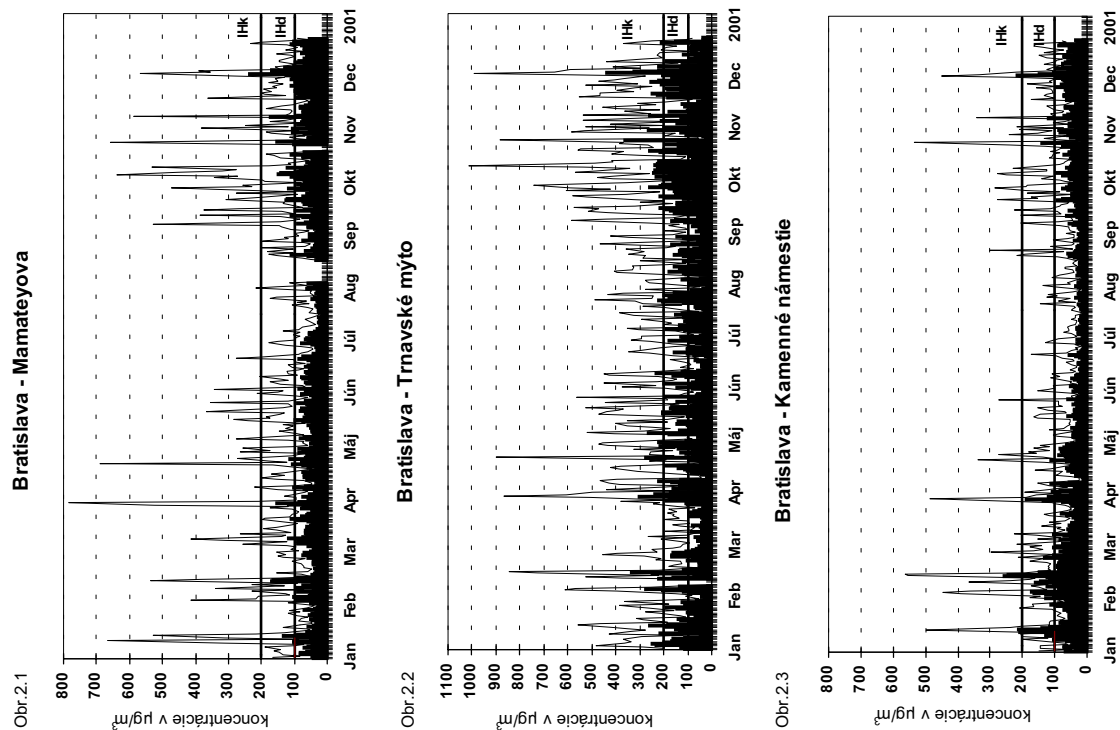
Obr.2.1 Bratislava - Mamateyova



Obr.2.2 Bratislava - Trnavské mýto



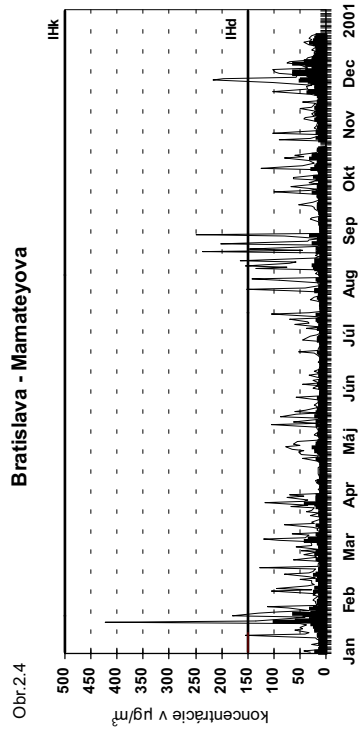
Obr.2.3 Bratislava - Kamenné námestie



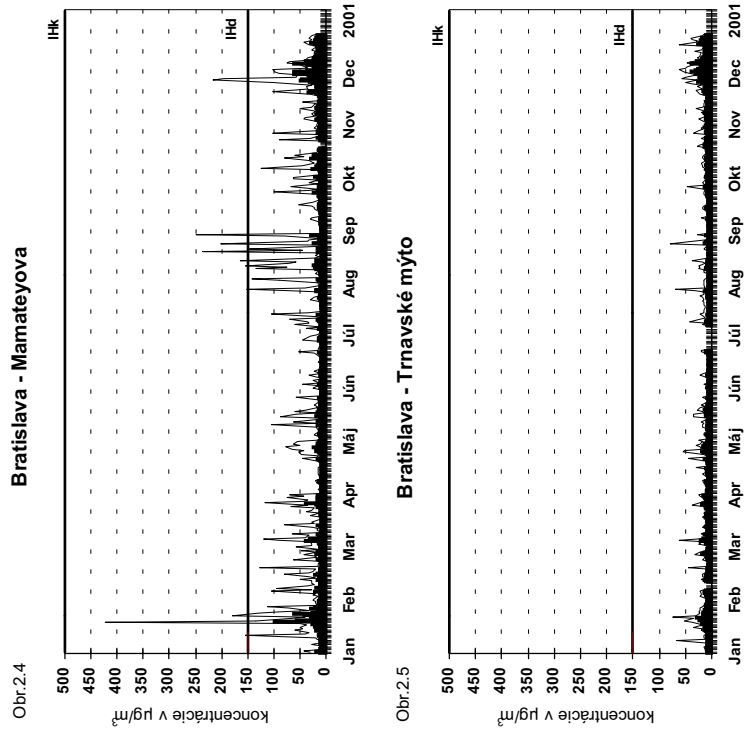
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂

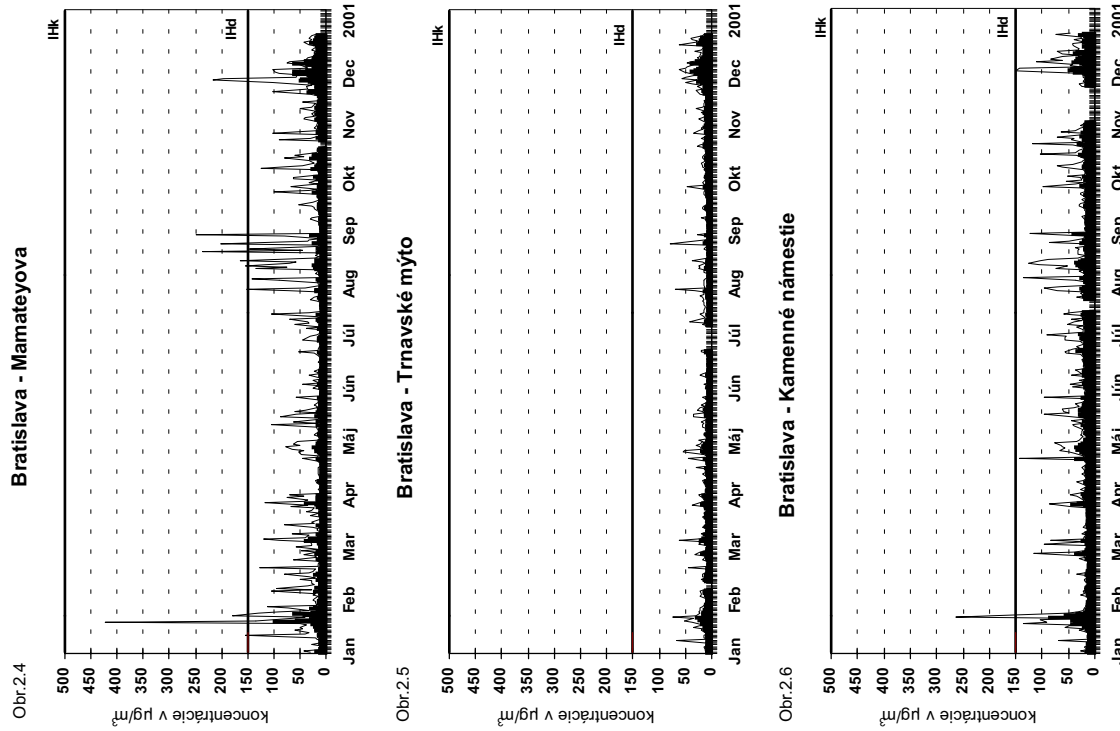
Obr.2.4 Bratislava - Mamateyova



Obr.2.5 Bratislava - Trnavské mýto



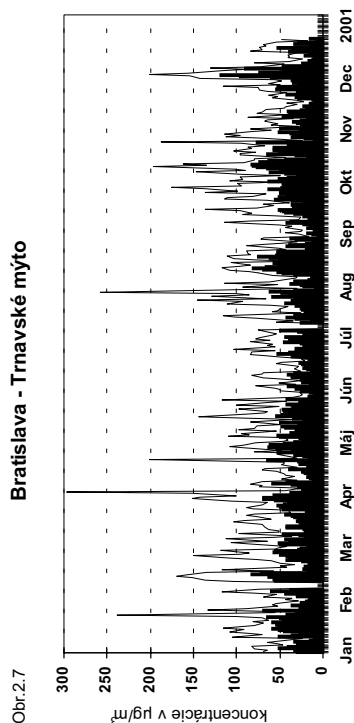
Obr.2.6 Bratislava - Kamenné námestie



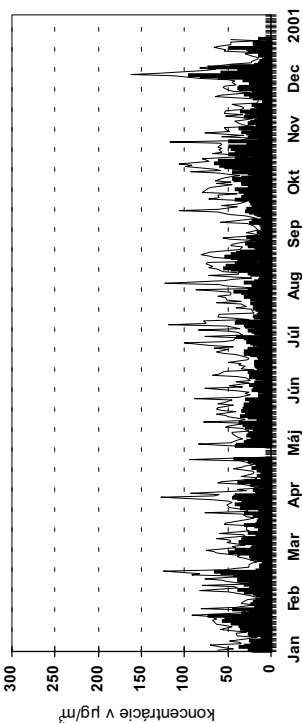
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

Bratislava - Trnavské mýto

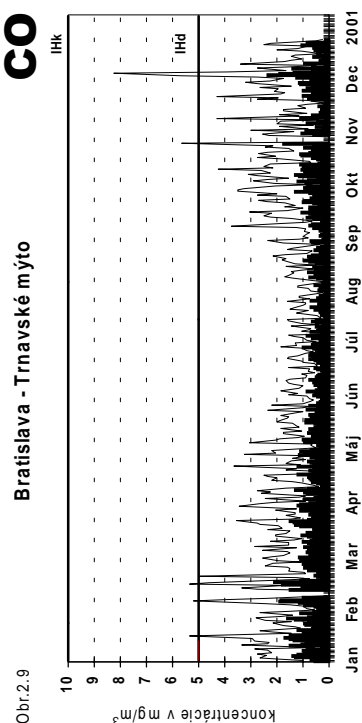


Bratislava - Kamenné námestie



CO

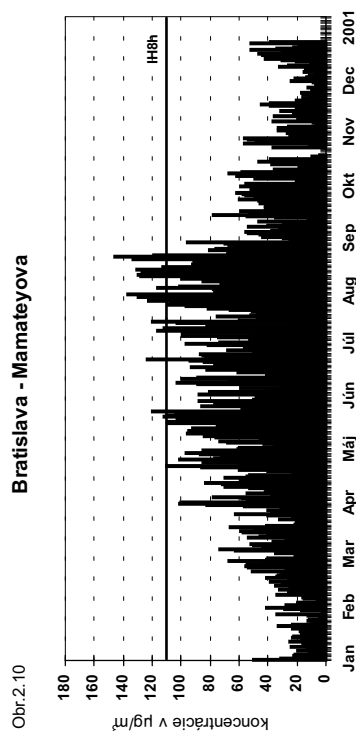
Bratislava - Trnavské mýto



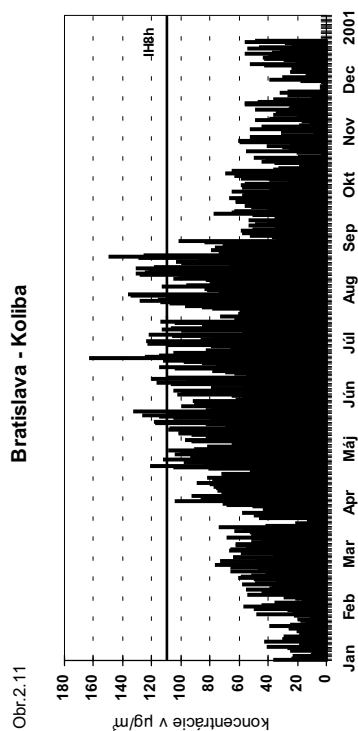
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃

Bratislava - Mamateyova



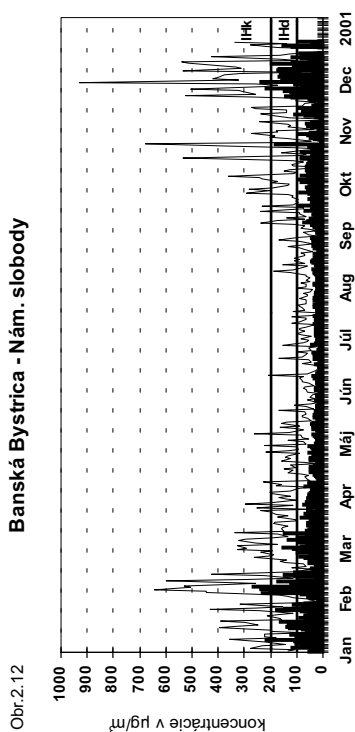
Bratislava - Koliba



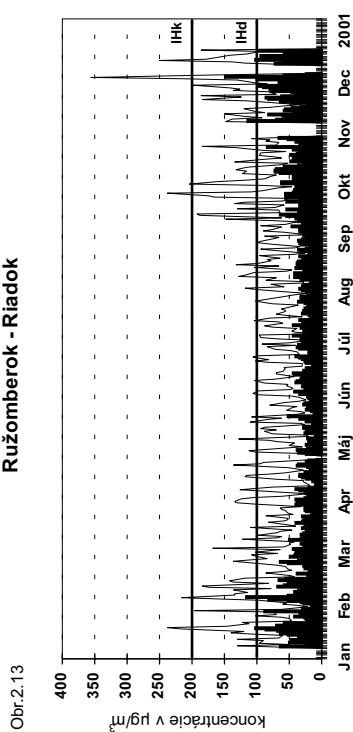
- priem. 8-hod. koncentrácie

NOx

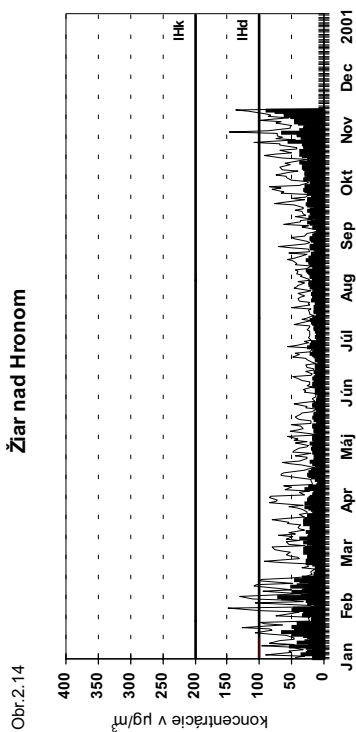
Banská Bystrica - Nám. slobody



Ružomberok - Riadok



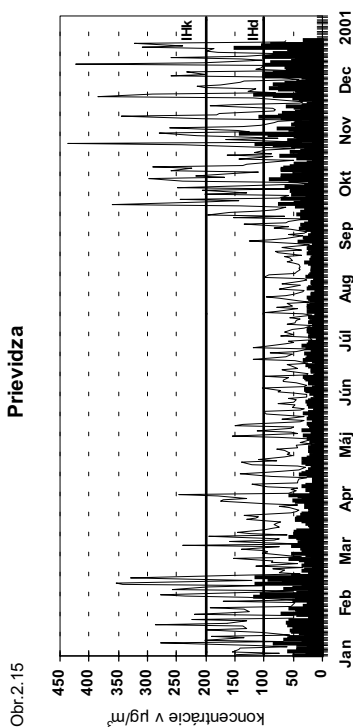
Žiar nad Hronom



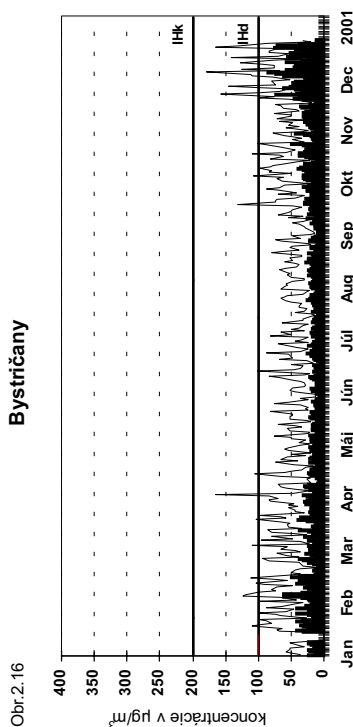
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx

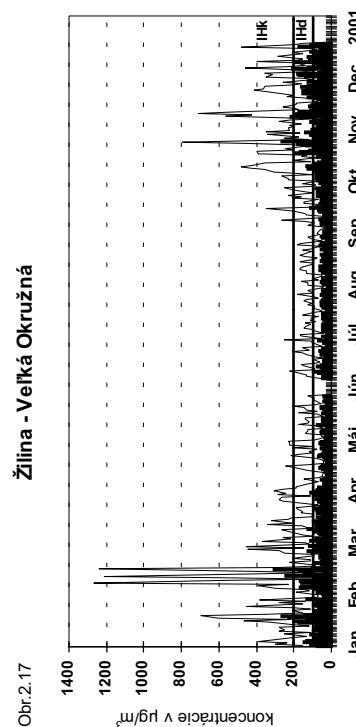
Prievidza



Bystričany



Žilina - Veľká Okružná

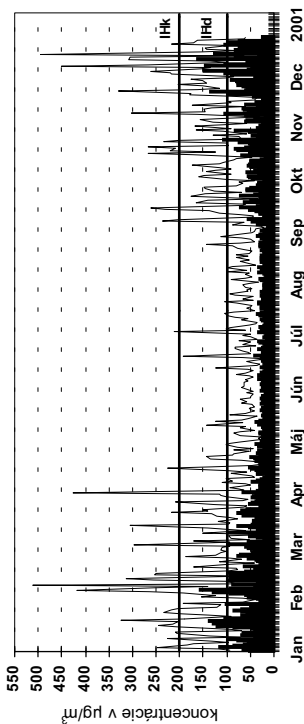


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOX

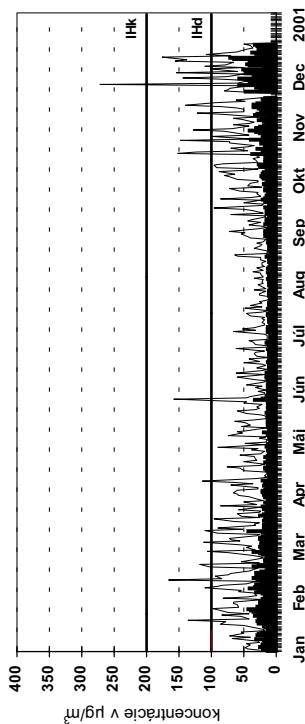
Žilina - Vlčince

Obr.2.18



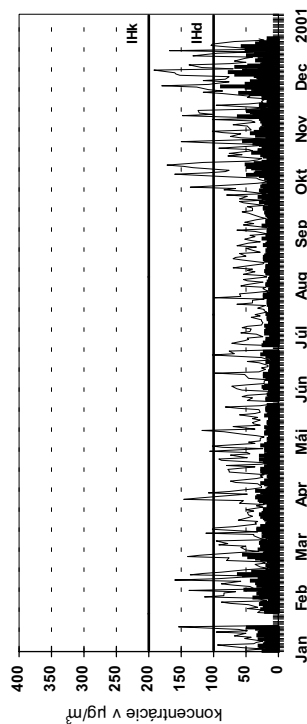
Hnúšťa

Obr.2.19



Handlová

Obr.2.20

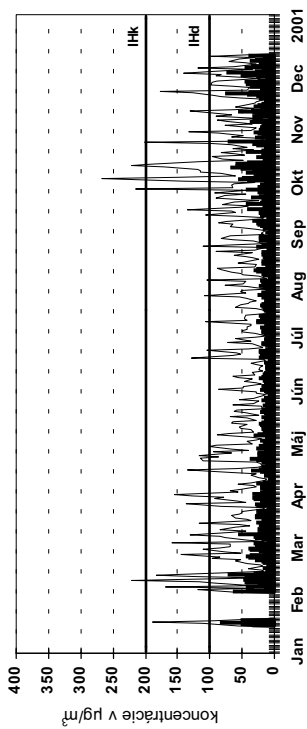


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx

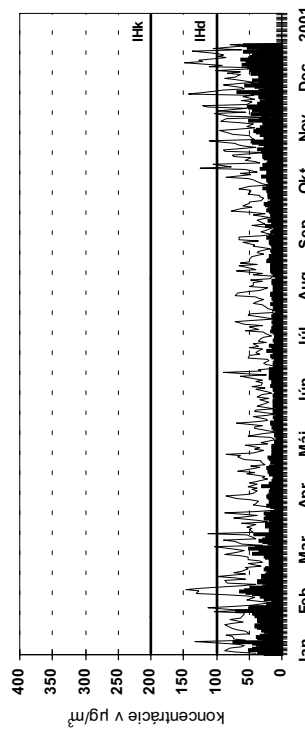
Martin

Obr.2.21



Jeľšava

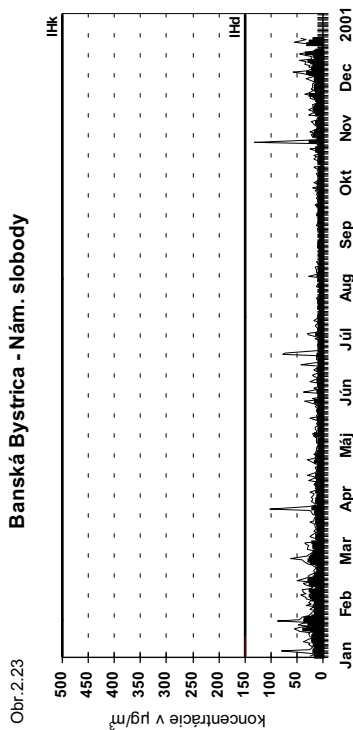
Obr.2.22



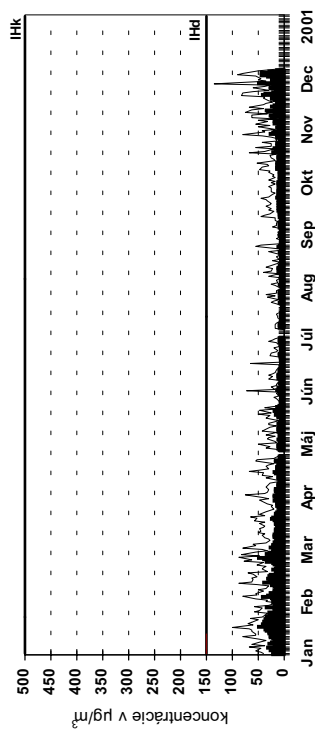
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂

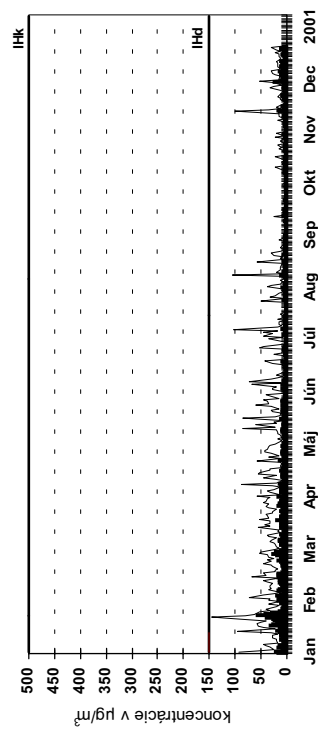
Banská Bystrica - Nám. slobody



Ružomberok - Riadok



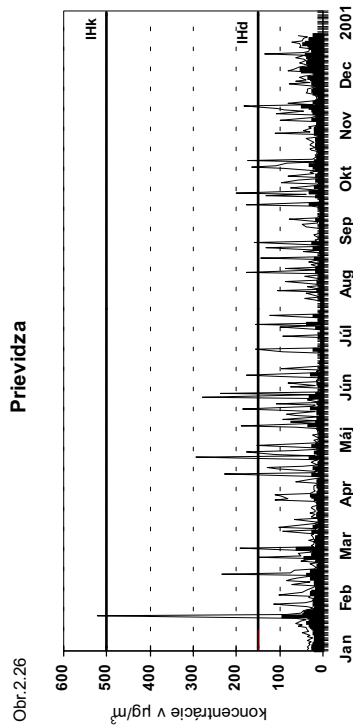
Žiar nad Hronom



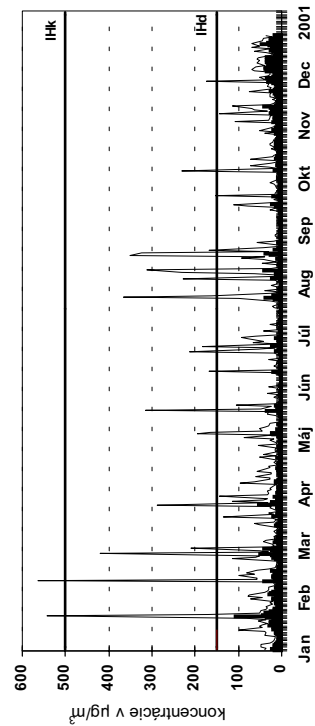
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂

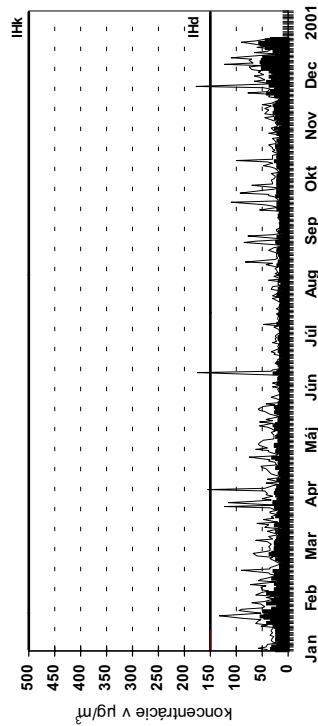
Prievidza



Bystričany

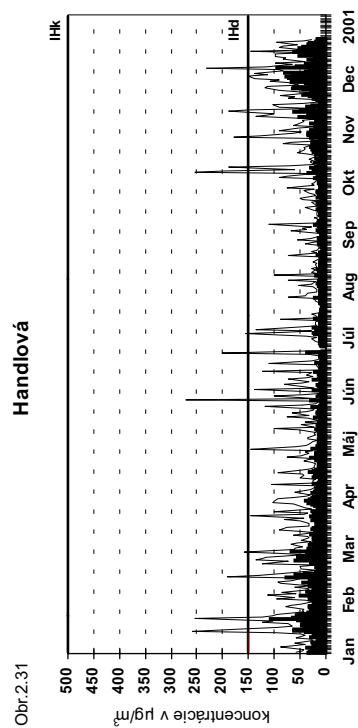
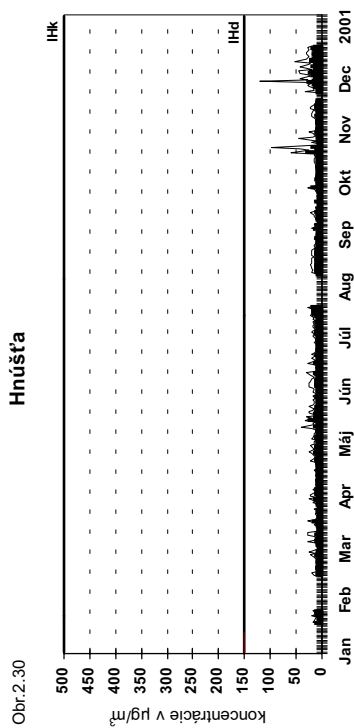
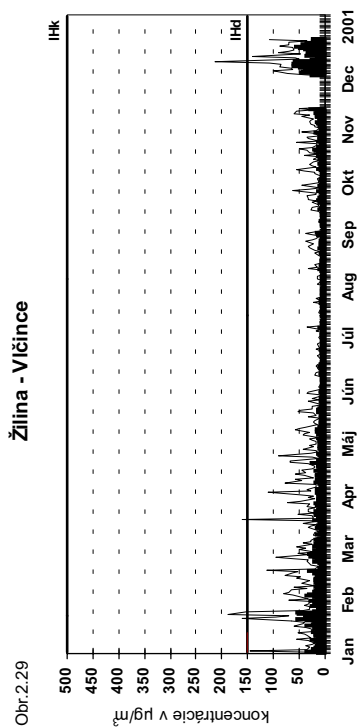


Žilina - Veľká Okružná



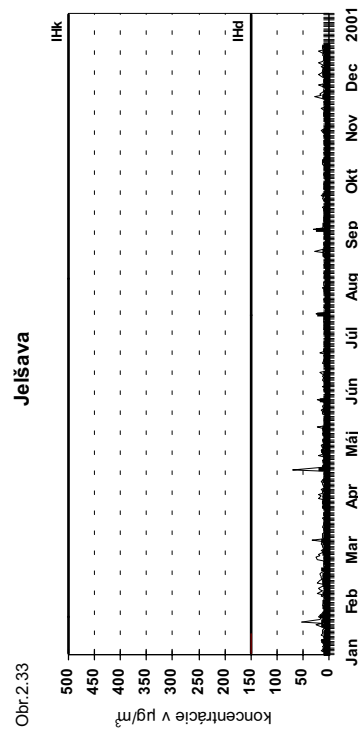
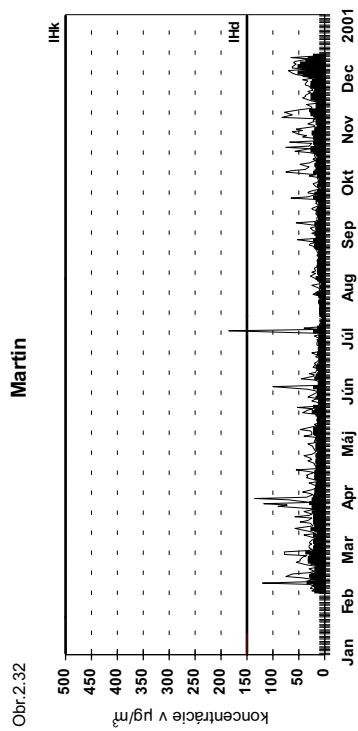
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂



- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

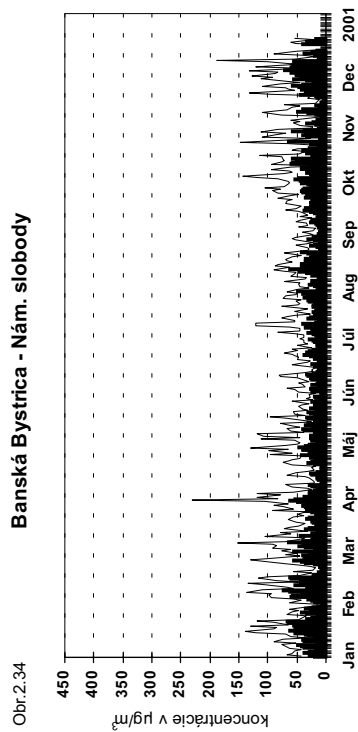
SO₂



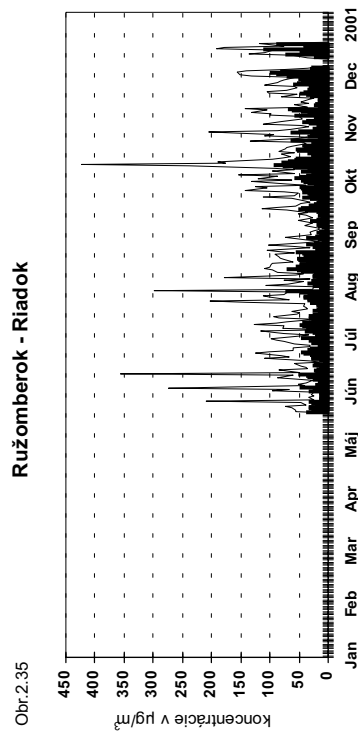
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

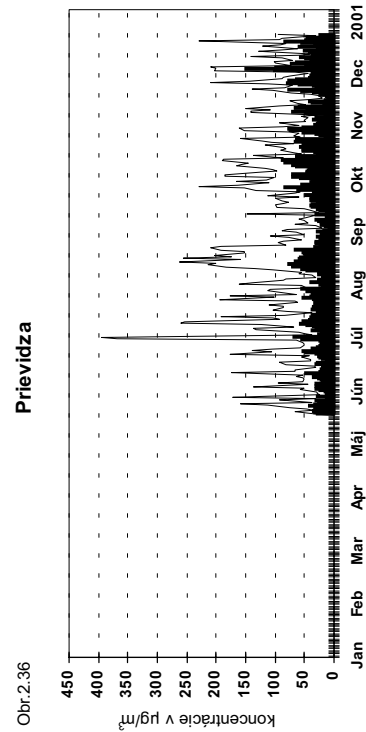
Banská Bystrica - Nám. slobody



Ružomberok - Riadok



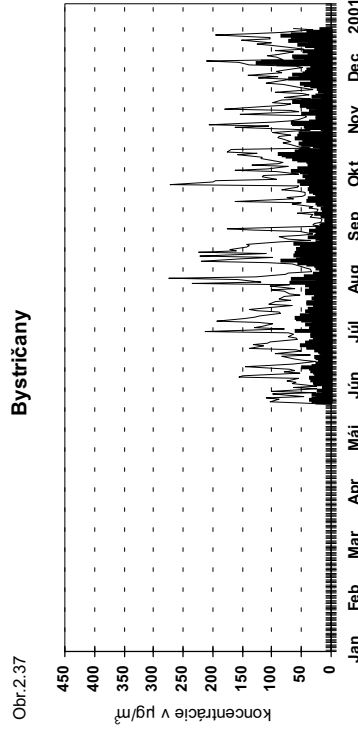
Prievidza



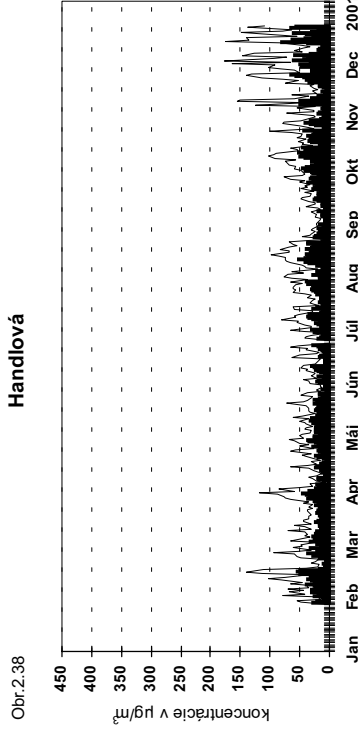
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

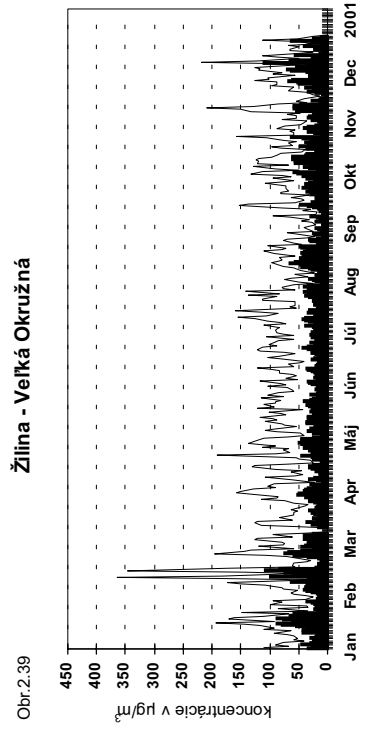
Bystričany



Handlová



Žilina - Veľká Okružná

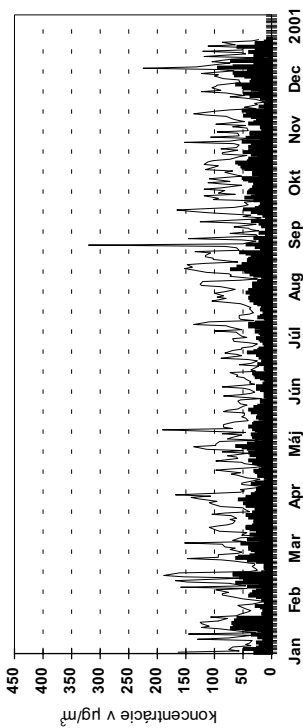


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

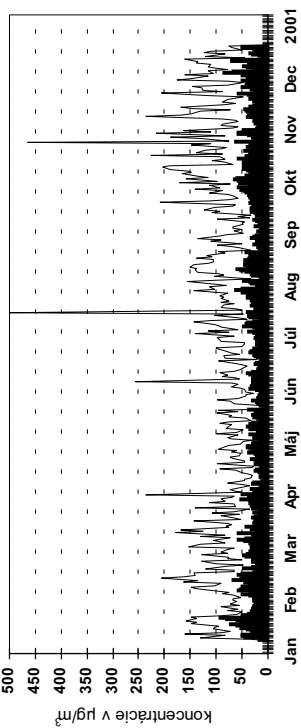
Žilina - Vičince

Obr.2.40



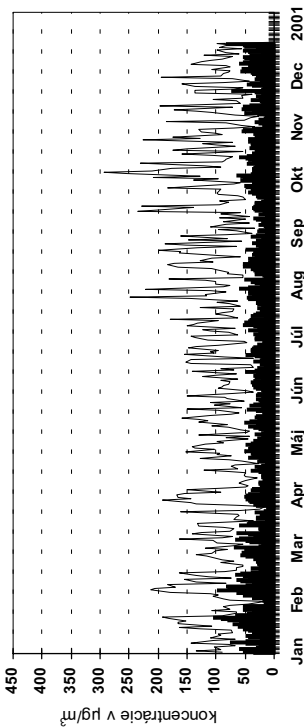
Hnúšťa

Obr.2.41



Jelšava

Obr.2.42

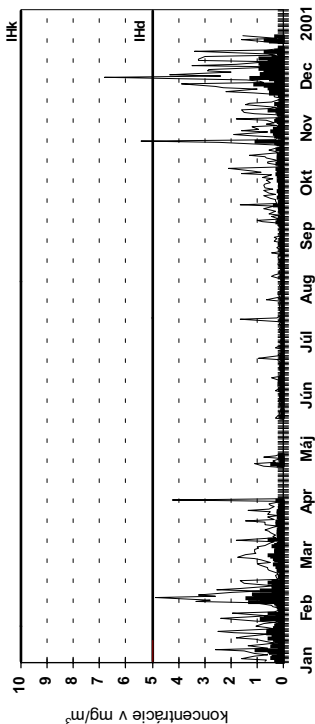


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO

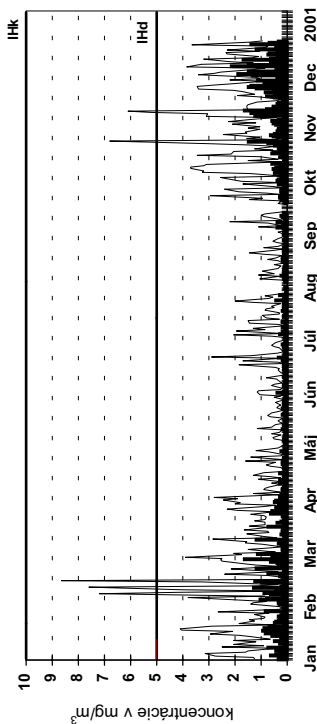
Banská Bystrica - Nám. slobody

Obr.2.43



Žilina - Veľká Okružná

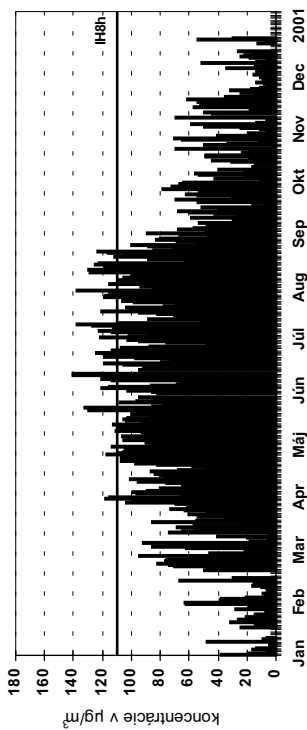
Obr.2.44



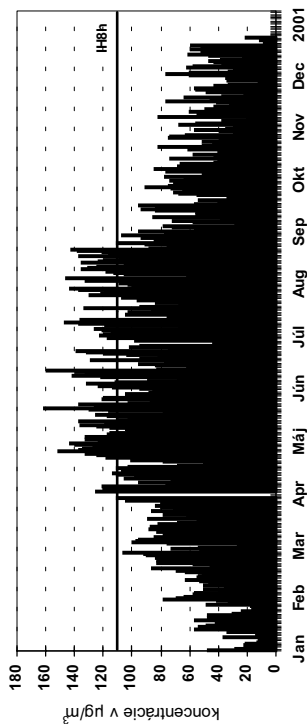
- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃**Banská Bystrica - Nám. slobody**

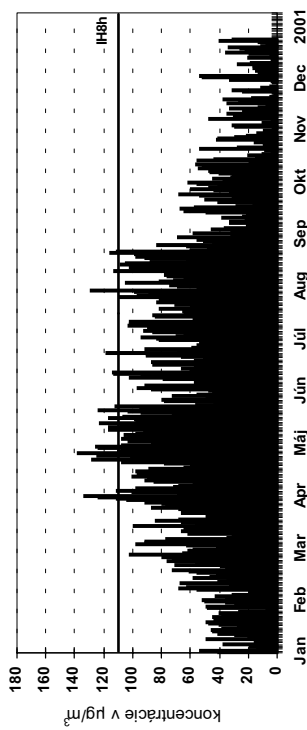
Obr.2.45

**O₃****Hnušťa**

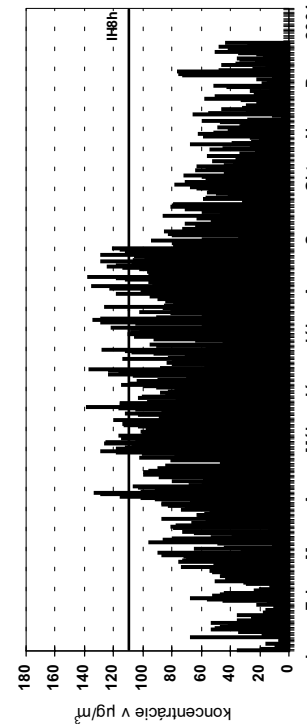
Obr.2.48

**Prievidza**

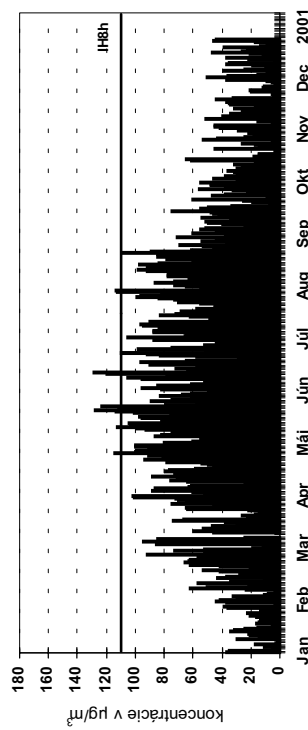
Obr.2.46

**Jeľšava**

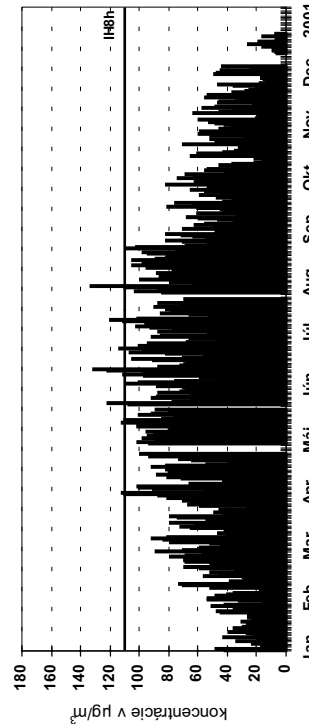
Obr.2.49

**Žilina - Vlčince**

Obr.2.47

**Ružomberok - Riadok**

Obr.2.50



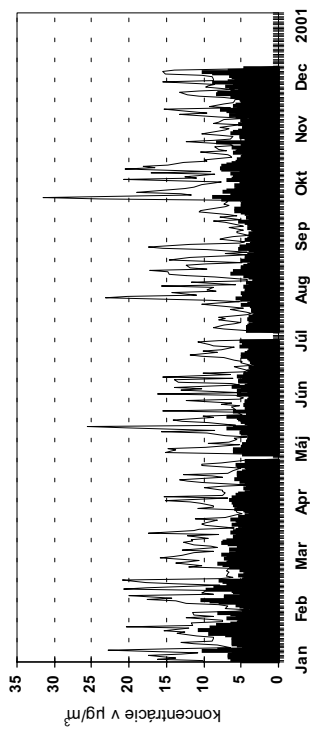
- priem. 8-hod. koncentrácie

- priem. 8-hod. koncentrácie

H₂S

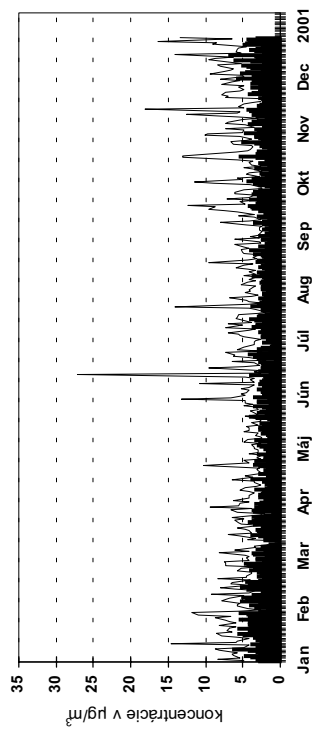
Ružomberok - Riadok

Obr.2.51



Žilina - Včínce

Obr.2.52

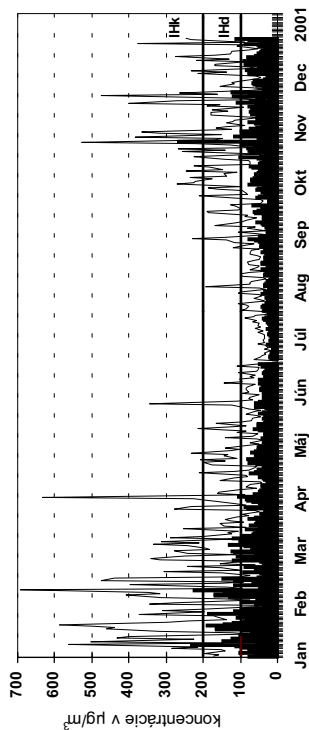


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOX

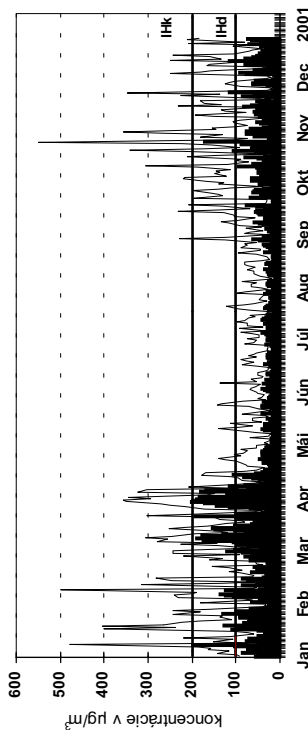
Košice - Štúrova

Obr.2.53



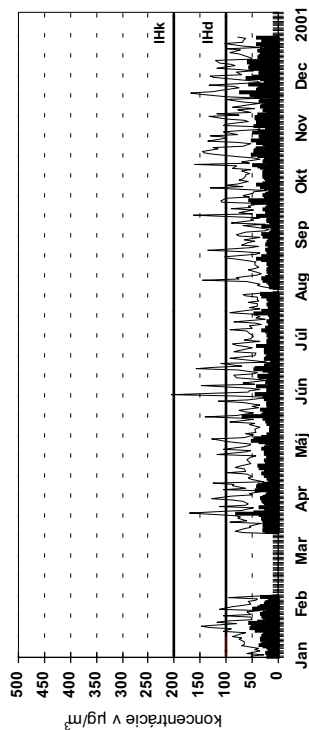
Košice - Strojársená

Obr.2.54



Veľká Ida

Obr.2.55

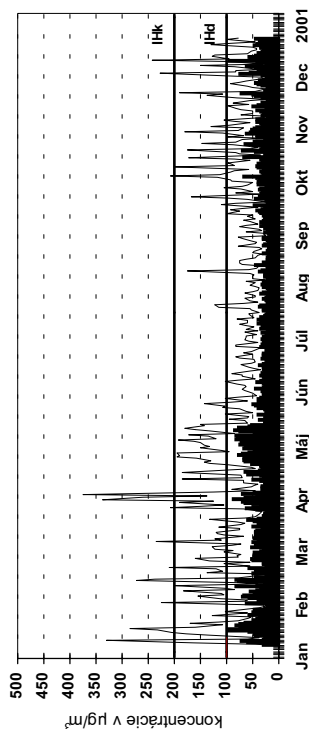


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOX

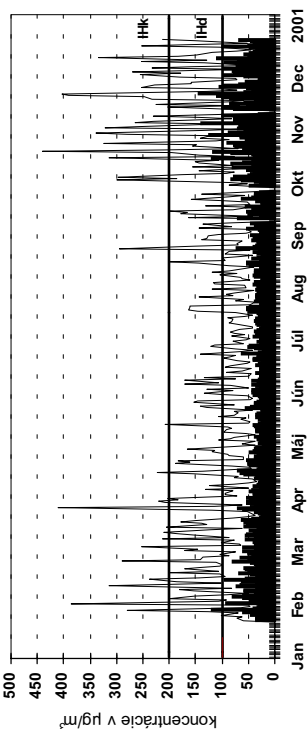
Prešov - Sídliisko III

Obr.2.56



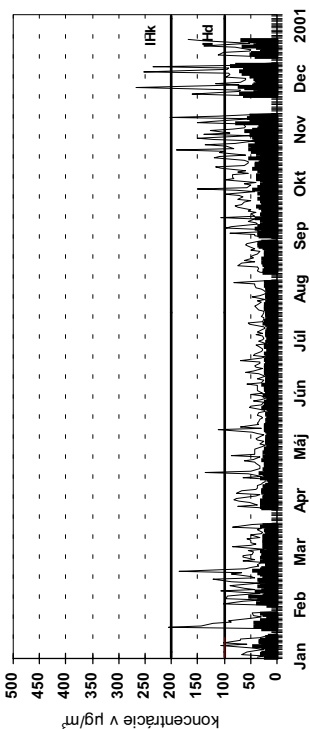
Prešov - Solivar

Obr.2.57



Humenné

Obr.2.58

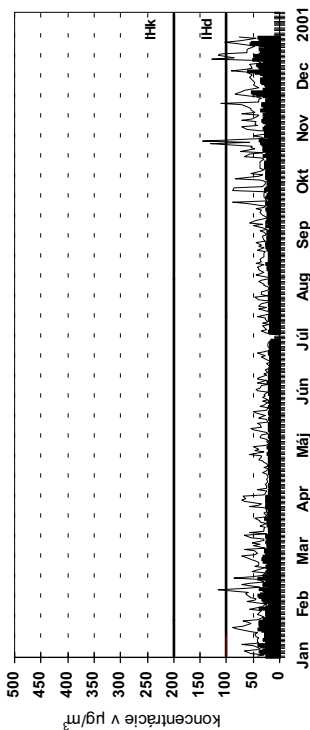


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx

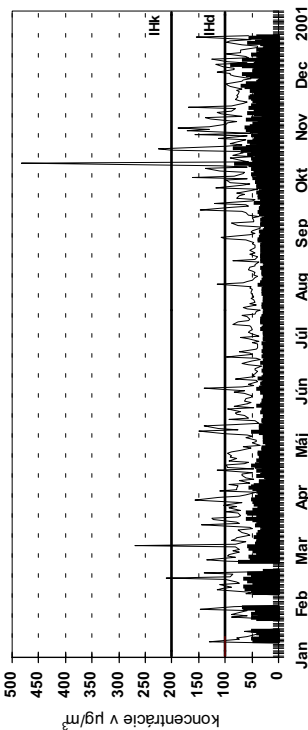
Krompachy

Obr.2.59



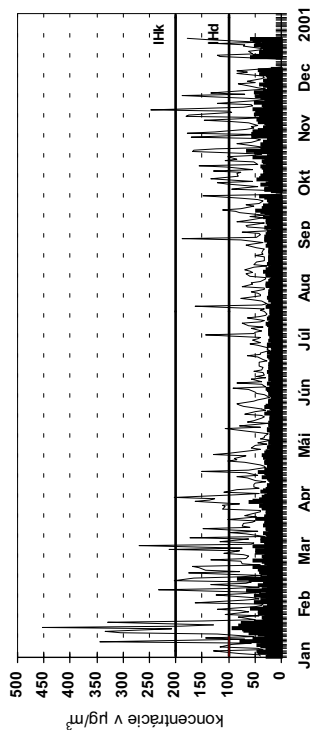
Strážske

Obr.2.60



Vranov nad Topľou

Obr.2.61

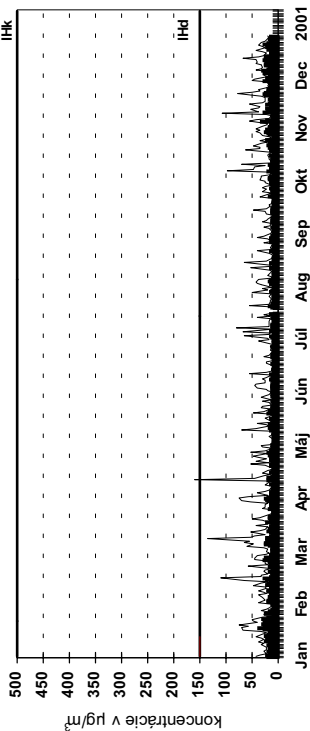


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂

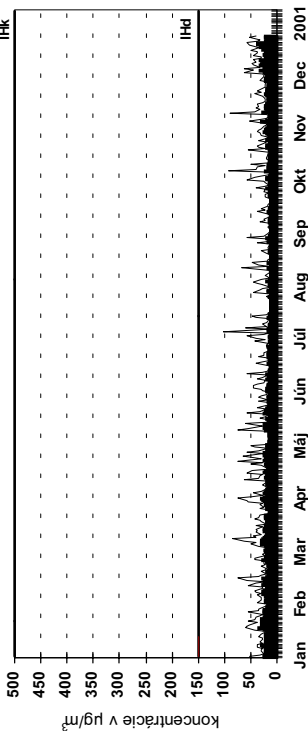
Košice - Štúrova

Obr.2.62



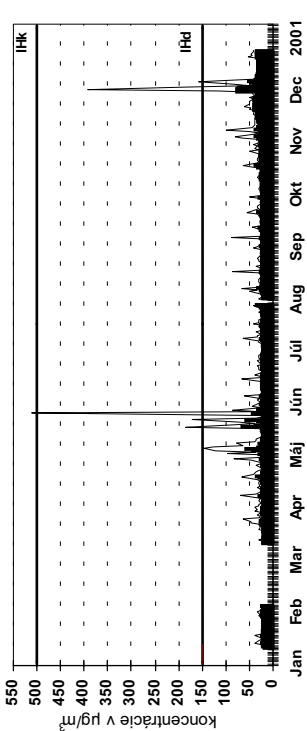
Košice - Strojárska

Obr.2.63



Veľká Ida

Obr.2.64

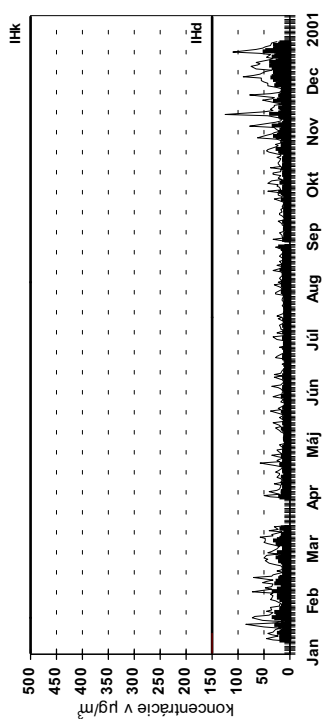


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂

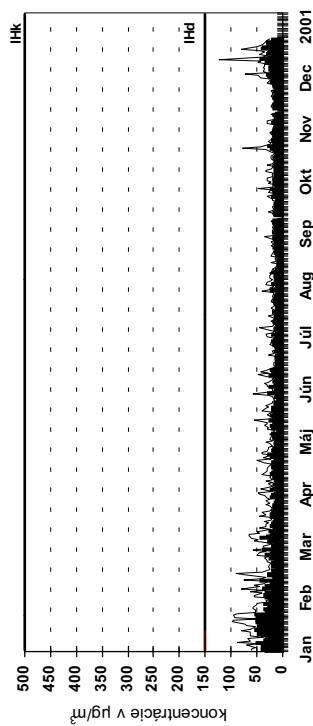
Obr.2.65

Prešov-Sidlisko III



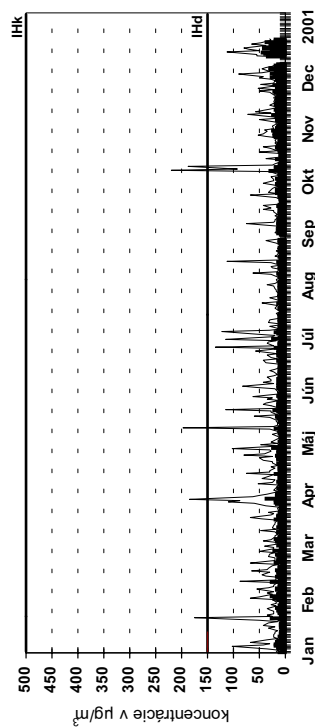
Obr.2.66

Prešov - Solivar



Obr.2.67

Humenné

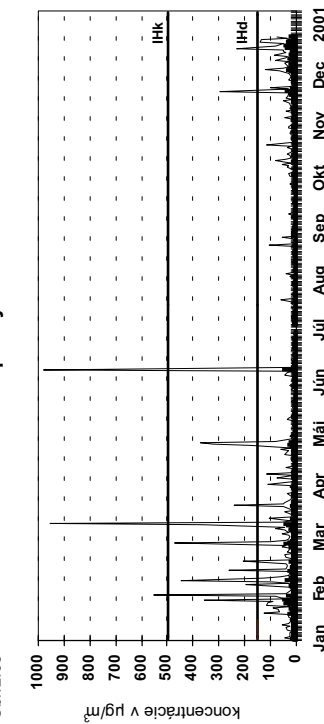


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂

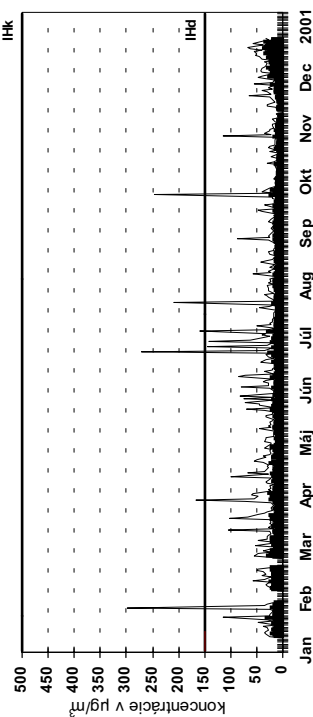
Obr.2.68

Krompachy



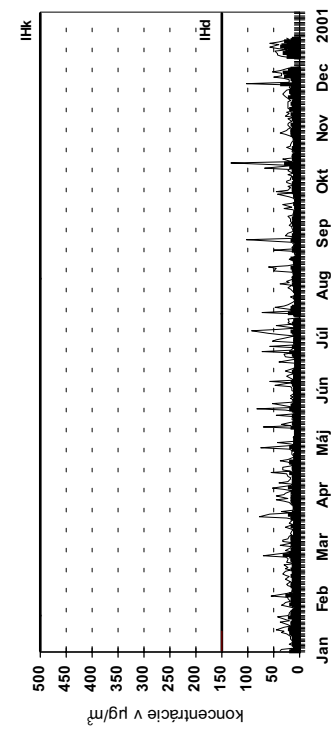
Obr.2.69

Strážske



Obr.2.70

Vranov nad Topľou

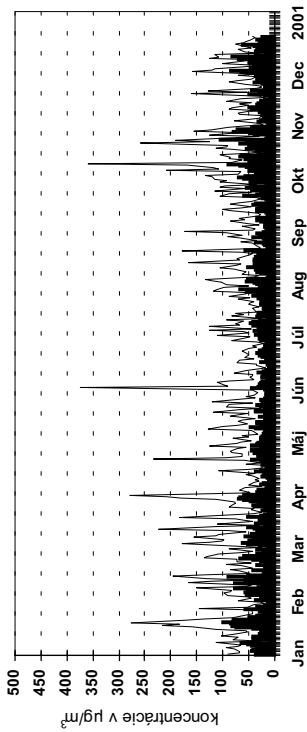


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

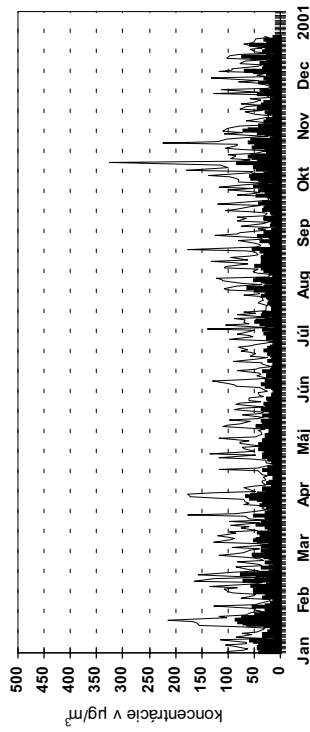
Košice - Štúrova

Obr.2.71



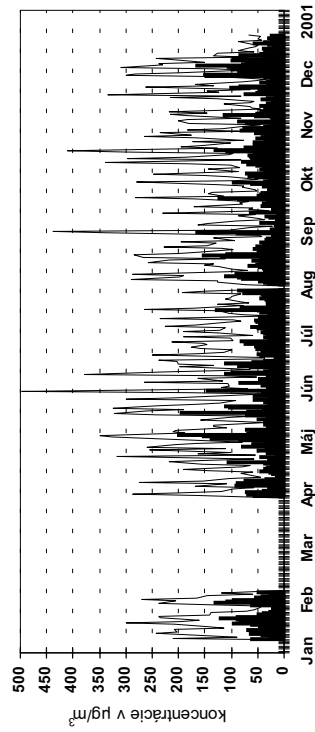
Košice-Strojársená

Obr.2.72



Veľká Ida

Obr.2.73

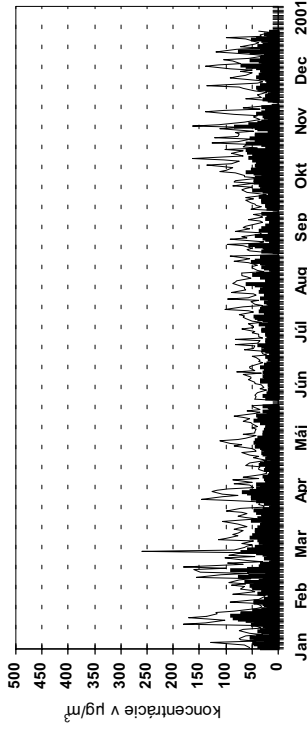


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

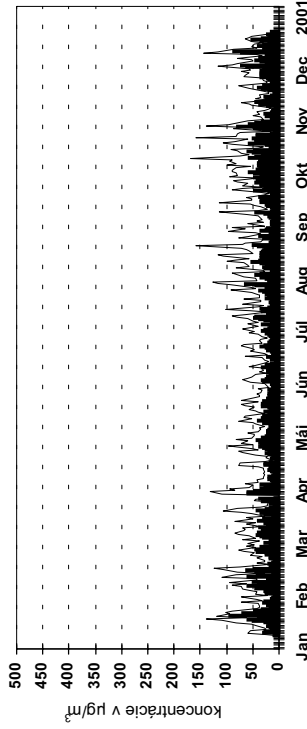
Prešov - Solivar

Obr.2.74



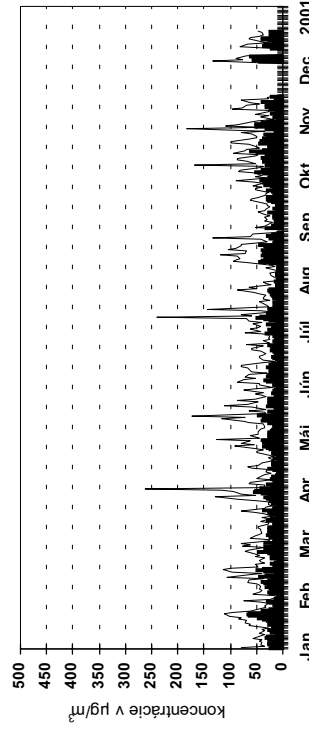
Prešov - Sídliisko III

Obr.2.75



Humenné

Obr.2.76

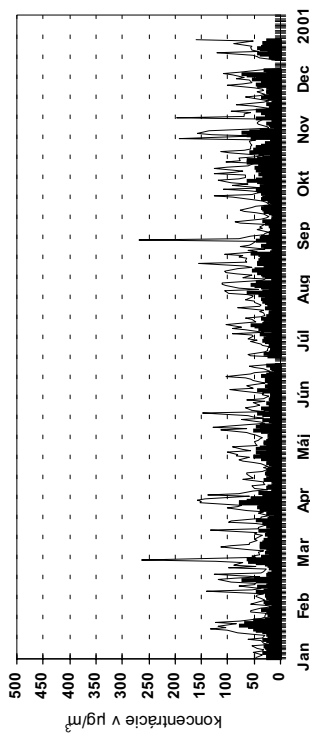


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10

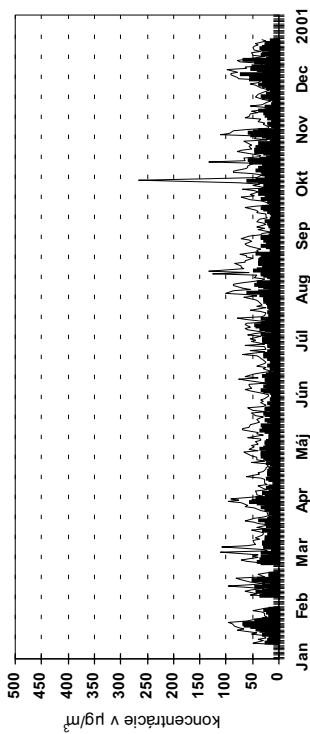
Vranov nad Topľou

Obr.2.77



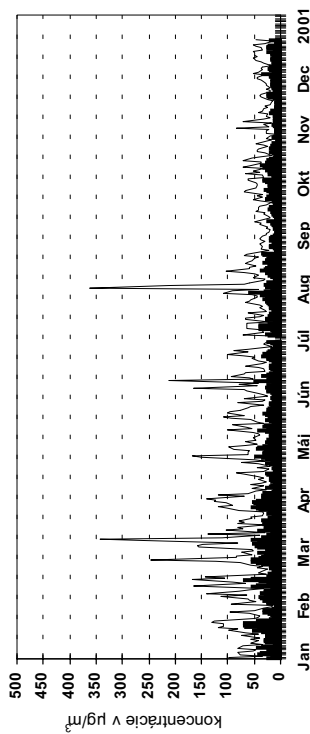
Strážske

Obr.2.78



Krompachy

Obr.2.79

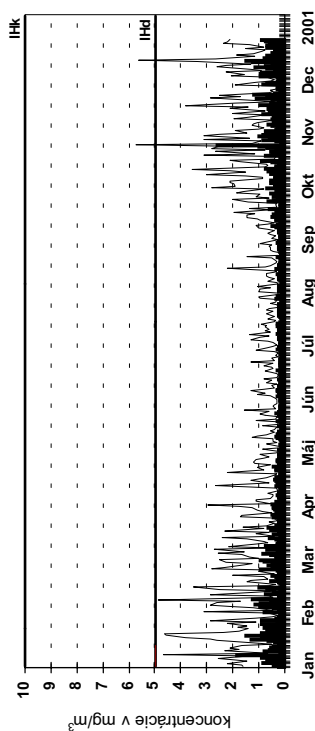


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO

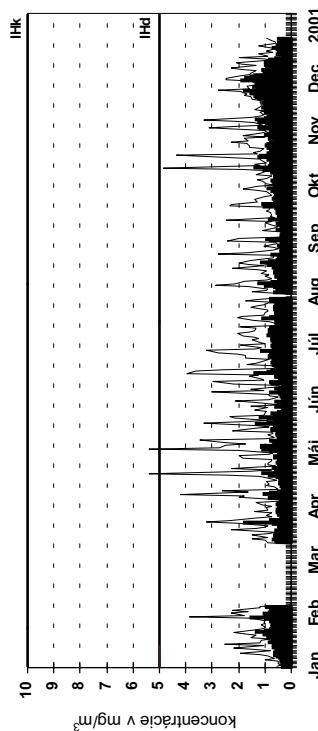
Košice - Štúrova

Obr.2.80



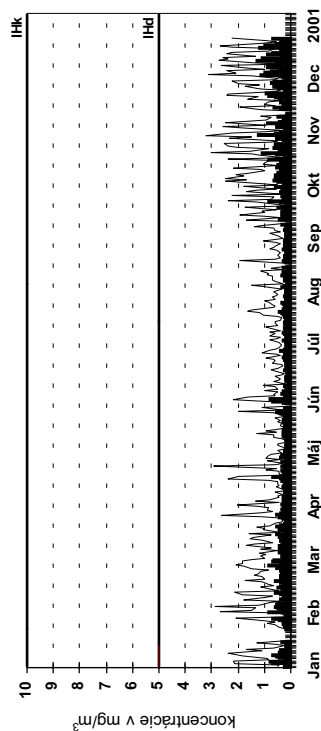
Veľká Ida

Obr.2.81



Prešov - Solivar

Obr.2.82

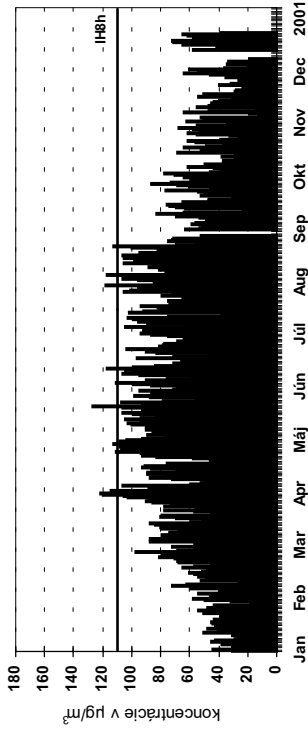


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃

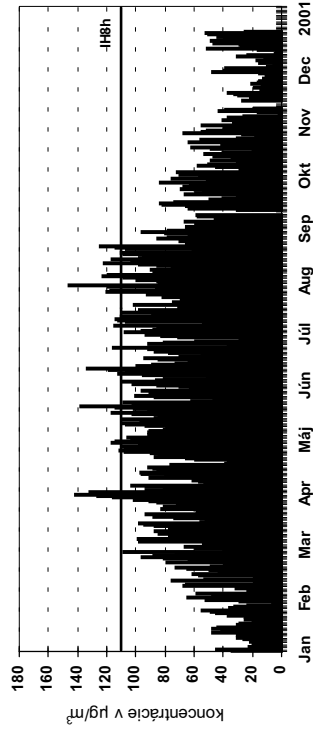
Humenné

Obr.2.85



Prešov - Solivar

Obr.2.86

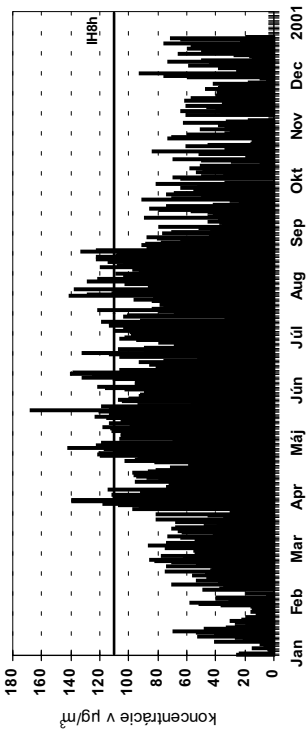


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃

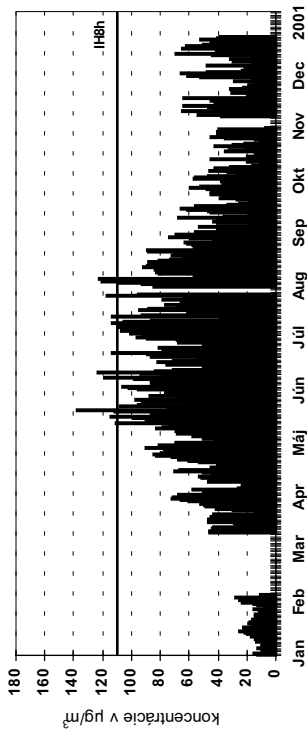
Košíce - Podhradová

Obr.2.83



Veľká Ida

Obr.2.84



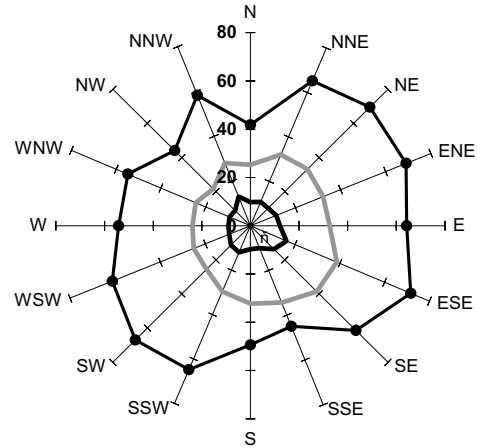
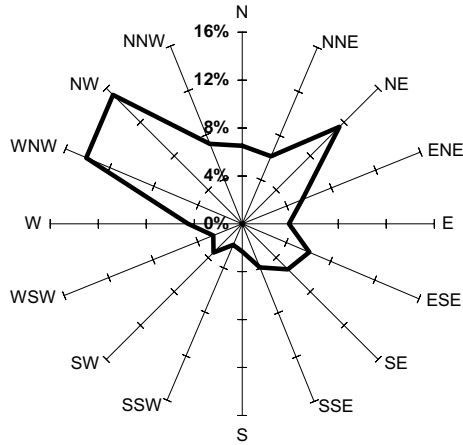
- priem. 8-hod. koncentrácie

Veterné ružice

Koncentračné ružice

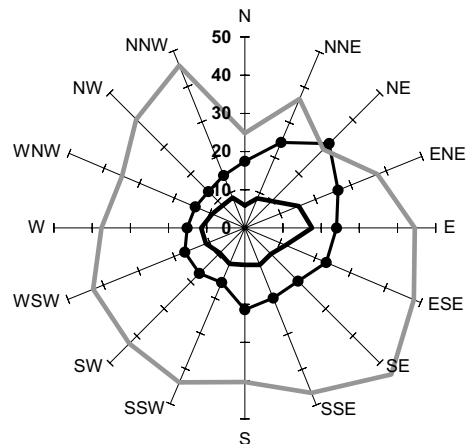
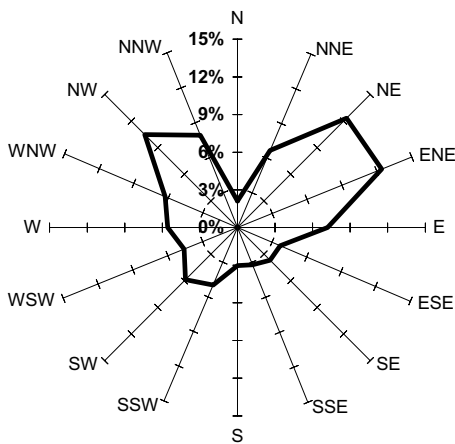
Obr. 2.87

Bratislava – Kamenné námestie



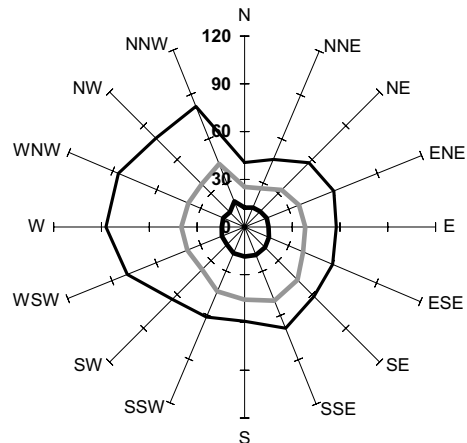
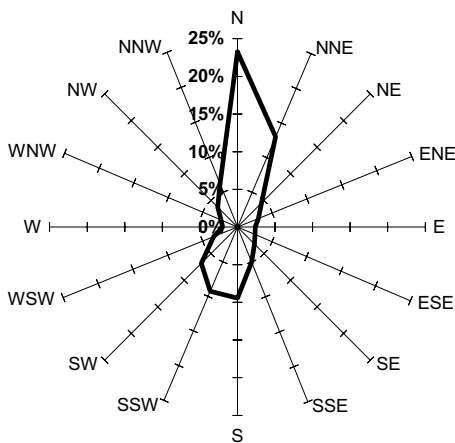
Obr. 2.88

Žiar nad Hronom



Obr. 2.89

Košice - Štúrova



— SO₂ ■ NO_x — prach [μg/m³]

Tab. 2.4 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.-31.12.2001

Západoslovenský región		Bratislava		
		Mamatejova	Trnavské mýto	Kamenné nám.
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	66,1	122,0	56,6
	SO ₂	16,0	11,3	20,0
	Prach	**	43,3 ¹	30,8 ¹
	H ₂ S			
	CO		698,9	
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	119	241	127
	SO ₂	32	21	36
	Prach	**	78 ¹	60 ¹
	H ₂ S			
	CO		1 349	
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	144	339	138
	SO ₂	36	23	37
	Prach	**	98 ¹	68 ¹
	H ₂ S			
	CO		1 852	
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	238	438	259
	SO ₂	98	40	86
	Prach	**	142 ¹	113 ¹
	H ₂ S			
	CO		2 363	
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	783	1016	563
	SO ₂	422	80	265
	Prach	**	357 ¹	195 ¹
	H ₂ S			
	CO		8 260	

* 50-75% meraní

** <50% meraní

¹ Prepočítané na TSP podľa vzťahu: TSP=PM10 x 1,2

Tab. 2.5 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.2001

Stredoslovenský región	B. Bystrica Nám. slobody		Ružomberok Riadok	Žiar nad Hronom	Martin	Jeľšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Žilina		Hnúšťa
										Vel. Okružná	Vičince	
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	58,6	37,6	22,0	22,5	23,0	36,9	23,2	23,6	73,6	44,9	19,7
	SO ₂	10,9	16,1	8,3	15,4	7,2	13,9	13,0	23,9	20,5	15,1	11,4
	Prach	35,0 ¹	*40,2 ¹	**		43,0 ¹	*48,0 ¹	*45,0 ¹	29,4 ¹	38,0 ¹	34,5 ¹	39,9 ¹
	H ₂ S		5,3								2,9	
	CO	226,7								336,7		
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	156	81	46	47	50	88	46	49	169	100	39
	SO ₂	24	35	18	28	10	34	35	58	39	39	18
	Prach	70 ¹	84 ¹	**		73 ¹	92 ¹	80 ¹	59 ¹	76 ¹	70 ¹	70 ¹
	H ₂ S		8								5	
	CO	777								1192		
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	185	94	54	63	57	107	59	58	197	120	48
	SO ₂	25	40	25	32	11	42	37	64	42	41	19
	Prach	80 ¹	97 ¹	**		104 ¹	115 ¹	108 ¹	66 ¹	97 ¹	88 ¹	95 ¹
	H ₂ S		10								5	
	CO	827								1433		
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	269	148	88	82	74	150	85	89	303	161	72
	SO ₂	36	51	58	49	22	92	107	108	55	63	30
	Prach	88 ¹	131 ¹	**	-	123 ¹	181 ¹	151 ¹	96 ¹	131 ¹	112 ¹	111 ¹
	H ₂ S		11								7	
	CO	1378								2130		
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	928	357	149	267	149	436	180	191	1269	511	273
	SO ₂	133	136	146	185	69	523	563	272	178	212	120
	Prach	277 ¹	508 ¹	**		353 ¹	474 ¹	328 ¹	212 ¹	438 ¹	384 ¹	600 ¹
	H ₂ S		31								27	
	CO	6804								8656		

* 50-75% meraní

** <50% meraní

¹ Prepočítané na TSP podľa vzťahu: TSP=PM10x1,2

Tab. 2.6 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotených za obdobie 1.1.- 31.12.2001

Východoslovenský región		Košice			Strážske	Prešov		Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou
		Štúrova	Strojárske			Solivar	Sídliisko III			
			Sirojárske	Veľká Ida						
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	57,9	53,0	27,9	38,1	46,6	39,9	24,0	28,8	38,1
	SO ₂	14,9	18,7	27,7	16,1	19,5	15,0	13,1	14,6	12,1
	Prach	42,3 ¹	35,6 ¹	64,9 ¹	30,7 ¹	38,4 ¹	33,7 ¹	28,8 ¹	30,0 ¹	36,0 ¹
	H ₂ S									
	CO	410,9		731,3		361,1				
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	121	131	51	59	94	75	38	53	59
	SO ₂	26	29	40	26	40	30	30	26	20
	Prach	82 ¹	69 ¹	142 ¹	58 ¹	71 ¹	68 ¹	55 ¹	56 ¹	70 ¹
	H ₂ S									
	CO	936		1344		832				
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	148	149	64	70	115	86	44	59	68
	SO ₂	29	33	40	30	42	34	29	29	25
	Prach	96 ¹	85 ¹	187 ¹	67 ¹	84 ¹	77 ¹	67 ¹	66 ¹	79 ¹
	H ₂ S									
	CO	1258		1480		1025				
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	267	202	81	89	143	98	58	87	89
	SO ₂	37	37	78	37	54	49	50	44	35
	Prach	126 ¹	101 ¹	240 ¹	86 ¹	107 ¹	111 ¹	84 ¹	80 ¹	92 ¹
	H ₂ S									
	CO	2626		1905		1265				
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	692	550	207	482	440	375	145	267	453
	SO ₂	160	101	513	299	124	125	982	220	132
	Prach	448 ¹	391 ¹	598 ¹	320 ¹	312 ¹	203 ¹	435 ¹	315 ¹	323 ¹
	H ₂ S									
	CO	5743		5406		3204				

* 50-75% meraní

** <50% meraní

¹ Prepočítané na TSP podľa vzťahu: TSP=PM10x1,2

Tab. 2.7 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov [ng/m³] v polietavom prachu v roku 2001

Oblasť	Stanica	Pb	Cd
Bratislava	Koliba	23	0,1
	Kamenné nám.	35	0,3
	Trnavské mýto	20	0,6
	Lachova	39	0,5
Banská Bystrica	Nám. slobody	34	
Horná Nitra	Prievidza	10	3,4
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	14	
Ružomberok	Riadok	14	
Košice	Strojárska	34	0,8
	Veľká Ida	174	4,8
Krompachy		152	0,7

Tab. 2.8 Indexy znečistenia ovzdušia za rok 2001

Oblasť	Stanica	IZO _r				IZO _d				IZO _k			
		NO _x	SO ₂	Prach	Suma	NO _x	SO ₂	Prach	Suma	NO _x	SO ₂	Prach	Suma
Bratislava	Mamateyova	0,8	0,3			1,2	0,3			0,7	0,1		
	Kamenné nám.	0,7	0,3	0,5	1,5	1,3	0,3	0,4	2,0	0,7	0,1	0,1	0,9
	Trnavské mýto	1,5	0,2	0,7	2,4	2,4	0,2	0,5	3,1	1,7	0,1	0,2	2,0
Banská Bystrica	Nám. slobody	0,7	0,2	0,6	1,5	1,6	0,2	0,5	2,3	0,9	0,1	0,1	1,1
Ružomberok	Riadok	0,3	0,5	0,7	1,5	0,8	0,3	0,6	1,7	0,5	0,1	0,2	0,8
Žiar nad Hronom		0,3	0,1			0,5	0,2			0,3	0,1		
Horná Nitra	Prievidza	0,5	0,2	0,8	1,5	0,9	0,3	0,6	1,8	0,5	0,1	0,2	0,8
	Handlová	0,3	0,4	0,5	1,2	0,5	0,5	0,4	1,4	0,3	0,2	0,1	0,6
	Bystričany	0,3	0,2	0,8	1,3	0,5	0,3	0,5	1,3	0,3	0,1	0,2	0,6
Žilina	Veľká Okružná	0,9	0,3	0,6	1,8	1,7	0,3	0,5	2,5	1,0	0,1	0,2	1,3
	Vlčince	0,6	0,3	0,6	1,5	1,0	0,4	0,5	1,9	0,6	0,1	0,2	0,8
Hnúšťa		0,3	0,2	0,7	1,2	0,4	0,2	0,5	1,1	0,2	0,1	0,2	0,5
Martin		0,3	0,3			0,5	0,2			0,3	0,1		
Jelšava		0,3	0,1	0,7	1,1	0,5	0,1	0,5	1,1	0,3	0,03	0,2	0,6
Košice	Štúrova	0,7	0,3	0,7	1,7	1,2	0,2	0,5	1,9	0,7	0,1	0,2	1,0
	Strojárska	0,7	0,3	0,6	1,6	1,3	0,2	0,5	2,0	0,7	0,1	0,1	0,9
	Veľká Ida	0,4	0,5	1,1	2,0	0,5	0,3	1,0	1,8	0,3	0,1	0,3	0,7
Krompachy		0,3	0,2	0,5	1,0	0,4	0,3	0,4	1,1	0,2	0,1	0,1	0,4
Humenné		0,4	0,2	0,5	1,1	0,5	0,2	0,4	1,1	0,3	0,1	0,1	0,5
Prešov	Solivar	0,6	0,3	0,6	1,5	0,9	0,3	0,5	1,7	0,6	0,1	0,1	0,8
	Sídliisko III	0,5	0,3	0,6	1,4	0,8	0,2	0,5	1,5	0,4	0,1	0,1	0,6
Strážske		0,5	0,3	0,5	1,3	0,6	0,2	0,4	1,2	0,4	0,1	0,1	0,6
Vranov n. Topľou		0,5	0,2	0,6	1,3	0,6	0,2	0,5	1,3	0,3	0,1	0,1	0,5

2.5 ZHODNOTENIE ZNEČISTENIA OVZDUŠIA V SR

Porovnanie štatistických charakteristík meraných škodlivín s príslušnými imisnými limitmi, ktoré charakterizujú nepriaznivý vplyv znečistenia ovzdušia na populáciu, umožňuje oceniť úroveň znečistenia jednotlivými škodlivinami. Komplexnejšiu klasifikáciu znečistenia ovzdušia poskytuje vyhodnotenie indexov znečistenia ovzdušia, pri ktorých sa uvažuje kumulatívny efekt vybraných škodlivín. Štatistické charakteristiky sa vyhodnotili len pre tie škodliviny, kde bol počet nameraných údajov väčší ako 50%. Na základe častostí smerov vetra z profesionálnych meteorologických staníc v Bratislave, v Košiciach a v Žiari nad Hronom boli vo vybraných lokalitách vyhodnotené koncentračné ružice pre oxid siričitý, oxidy dusíka a tuhé častice. Celkový pohľad na úroveň znečistenia dotvára vyhodnotenie výskytu a doby trvania koncentrácií, ktoré prekračovali osobitné imisné limity stanovené pre signály: upozornenie, varovanie a regulácia. Škodliviny, ktoré prekračujú imisné limity sú v tabuľkách 2.4-2.6 zvýraznené tučným typom písma. Nakoľko na Slovensku neboli doteraz stanovené imisné limity pre prašné častice s aerodynamickým priemerom menším ako 10 μm (PM10), tak sa celkový prach počítal podľa vzťahu: TSP=PM10*1,2.

Západoslovenský región

V roku 2001 boli na západnom Slovensku v prevádzke 3 automatické monitorovacie stanice (AMS), ktoré sú umiestnené v Bratislave. Stanice sú umiestnené tak, aby poskytovali informácie o úrovni znečistenia ovzdušia v rôznych častiach mesta. Štvrtou je AMS Koliba, ktorá monitoruje len úroveň znečistenia prízemným ozónom.

Oblasť

Bratislava

Z monitorovaných škodlivín sa na vysokej úrovni znečistenia podieľajú najmä oxidy dusíka, ktorých hodnoty koncentrácií na staniciach umiestnených v blízkosti ciest s hustou dopravou dlhodobo prekračujú imisné limity. Z lokalít je úroveň znečistenia oxidmi dusíka najvyššia v oblasti Trnavské mýto (ročný priemer 122,0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), kde 56% dní v roku bol prekračovaný denný imisný limit IH_d . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým je relatívne nízke a priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozsahu od 11,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Trnavské mýto) do 20,0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Kamenné námestie). Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým má sezónny chod s maximálnymi koncentraciami v zimnom období. Celkovo bola úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v roku 2001 pod imisnými limitmi. Vplyv najväčšieho zdroja emisií SO_2 , petrochemického komplexu Slovnaft, a.s. je zrejmý z koncentračnej ružice, kedy pri juhovýchodnom prúdení sú hodnoty koncentrácií SO_2 relatívne najvyššie. Na znečistení mesta má značný podiel aj úroveň znečistenia tuhými časticami. Okrem tuhých emisií z priemyselných zdrojov je významná sekundárna prašnosť, ktorá je zapríčinená vysokými rýchlosťami vetra v tejto oblasti. Najvyššia úroveň bola dosiahnutá na Trnavskom mýte, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu 43,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Koncentrácie oxidu uhoľnatého neprekročili imisné limity (Trnavské Mýto). Podľa indexovej klasifikácie patria jednotlivé lokality mesta medzi stredne a veľmi znečistené. V Bratislave prekročila úroveň znečistenia oxidov dusíka osobitný imisný limit pre signál upozornenie v 58 prípadoch v trvaní 157,5 hodín, 4 krát bol prekročený osobitný imisný limit pre signál prvý regulačný stupeň v trvaní 9 hodín. Trnavské mýto je typická dopravná stanica, vzdialená len niekoľko metrov od frekventovanej cesty a takéto vysoké hodnoty sa vyskytujú len vo vzdialenosti niekoľko metrov pozdĺž frekventovaných ciest.

Stredoslovenský región

V roku 2001 bolo na strednom Slovensku v činnosti 11 AMS, ktoré sú rozmiestnené v oblastiach s vysokou úrovňou znečistenia ovzdušia patriacich do zoznamu zaťažených území.

Oblasť

Banská Bystrica

Stanica Nám. slobody sa nachádza v centre mesta, v oblasti značne exponovanej exhalátmi z automobilovej dopravy, priemyselných a komunálnych zdrojov. Denné koncentrácie oxidov dusíka na stanici Nám. slobody prekročovali hodnotu IH_d 14,2% dní v roku. V meste prekročila úroveň znečistenia oxidov dusíka osobitný imisný limit pre signál upozornenie v 8 prípadoch. Značné bolo aj znečistenie ovzdušia polietavým prachom, priemerná ročná koncentrácia dosiahla $35,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým nepresiahlo imisné limity ani v jednom ukazovateli, priemerná ročná koncentrácia bola $10,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Obdobne aj úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým bola pod prípustnými imisnými limitmi. Hodnota indexu znečistenia ovzdušia 2,3 dokumentuje, že ide o lokalitu s veľkým stupňom znečistenia, na ktorom má najväčší podiel znečistenie ovzdušia oxidmi dusíka a tuhými časticami.

Ružomberok

V lokalite sa nachádza jedna AMS, ktorá monitoruje aj H_2S ako indikátor emisií sírnych zlúčenín z technológie SCP. Okrem zápachových látok sa na celkovom znečistení mesta výraznejšie podieľajú oxidy dusíka a prach. Priemerná ročná koncentrácia H_2S bola v lokalite Riadok 5,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čo je približne dvakrát vyššia hodnota ako koncentrácia H_2S v Žiline.

Žiar nad Hronom

V oblasti sa v súčasnosti prevádzkuje 1 AMS v meste Žiar nad Hronom. Stanica monitoruje hlavné zdroje znečistenia v oblasti, závod SNP, a. s. a Slovalco, a. s.. V lokalite Žiar nad Hronom priemerná ročná koncentrácia oxidov dusíka bola 22,0 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a u oxidu siričitého 8,3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Horná Nitra

V oblasti Hornej Nitry sú inštalované 3 AMS. Stanica v Bystričanoch je orientovaná v smere prevládajúceho prúdenia od najväčšieho zdroja emisií v oblasti SE, a. s., elektrárň Nováky. Ďalšie stanice monitorujú kvalitu ovzdušia v Prievidzi a v Handlovej. Na celkovom znečistení majú hlavný podiel najmä oxidy dusíka a tuhé častice. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia polietavého prachu $48,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ bola v Prievidzi. Podľa indexovej klasifikácie patria uvedené lokality medzi mierne znečistené (Bystričany a Handlová) a stredne znečistené (Prievidza $\text{IZO}_d=1,8$).

Žilina

V oblasti sú umiestnené 2 AMS. Stanica Veľká Okružná monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia v centre mesta a druhá je umiestnená v blízkosti priemyselnej zóny mesta na sídlisku Vlčince. Najväčší podiel na znečistení majú oxidy dusíka (ročný priemer $73,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ Veľká Okružná), ktorých denné koncentrácie prekračovali imisný limit na stanici Veľká Okružná v 14,2% dní v roku 2001. V meste Žilina prekročila úroveň znečistenia oxidov dusíka osobitný imisný limit pre signál upozornenie v 13 prípadoch v celkovej dobe trvania 32 hodín. Priemerná ročná koncentrácia tuhých častíc na stanici Veľká Okružná bola $38,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Znečistenie oxidom siričitým je podstatne nižšie s ročným priemerom od $15,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Vlčince) do $20,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Veľká Okružná). Podľa indexovej klasifikácie patrí lokalita Veľká Okružná medzi oblasti s veľkým znečistením ($\text{IZO}_d=2,5$) a stanica Vlčince je klasifikovaná stredným stupňom znečistenia ($\text{IZO}_d=1,9$).

Martin

V oblasti je umiestnená 1 AMS, ktorá je v prevádzke od roku 1998. U žiadnej z meraných škodlivín sa nevyskytol prípad prekročenia stanovených imisných limitov. Priemerná ročná koncentrácia oxidov dusíka je $22,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, oxidu siričitého $15,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Hnúšťa Jelšava

Hnúšťa sa podľa výsledkov monitorovania zaraďuje medzi oblasti s nízkou úrovňou znečistenia, na ktorej má vyšší podiel polietavý prach a oxidy dusíka. Relatívne najnižšie je znečistenie ovzdušia oxidom siričitým s priemernou ročnou koncentráciou $11,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnota indexu znečistenia 1,2 klasifikuje oblasť ako mierne znečistenú. Na celkovej úrovni znečistenia ovzdušia sa v Jelšave výraznejšie podieľa prašnosť. Priemerná ročná koncentrácia prachu $43,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ však neprekračuje imisný limit IH_p . Priemerná ročná koncentrácia oxidu siričitého $7,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dosahuje najnižšiu úroveň na Slovensku. Celkovo patrí oblasť medzi mierne znečistenú s indexom znečistenia $\text{IZO}_d=1,1$.

Východoslovenský región

Na východnom Slovensku bolo v roku 2001 v prevádzke 10 AMS. Z nich 2 monitorujú úroveň znečistenia na území mesta Košice (AMS Štúrova, Strojárska) a stanica Podhradová monitoruje len úroveň prízemného ozónu. 1 AMS je umiestnená v priľahlej obci Veľká Ida. Monitorovanie bolo v roku 1998 rozšírené o ďalšiu stanicu v Prešove (Solivar).

Oblasť

Košice Veľká Ida

Z monitorovaných škodlivín sa na vysokej úrovni znečistenia podieľajú najmä oxidy dusíka a tuhé častice. Z lokalít je úroveň znečistenia oxidmi dusíka najvyššia v oblasti Štúrovej ulice (ročný priemer $57,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), kde bol 5,5% dní v roku prekročený denný imisný limit IH_d . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým je relatívne nízke a priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozsahu od $14,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Štúrova) do $27,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Veľká Ida). Na znečistení mesta má značný podiel aj úroveň znečistenia tuhými časticami. Najvyššia úroveň bola dosiahnutá na stanici Veľká Ida, kde priemerná ročná úroveň $64,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekročila povolený imisný limit IH_r . V oblasti Košice prekročila úroveň znečistenia oxidov dusíka osobitný imisný limit pre signál upozornenie v 5 prípadoch. Podľa indexovej klasifikácie patria lokality medzi stredne znečistené.

Prešov Krompachy Strážske Vranov nad Topľou Humenné

Podľa indexu znečistenia ovzdušia lokality patria podľa klasifikácie IZO medzi mierne a stredne znečistené oblasti. Na všetkých staniciach sa úroveň znečistenia pohybovala pod hodnotami imisných limitov. Vzhľadom na imisné limity má najväčší podiel na znečistení prašnosť a oxidy dusíka. Priemerné ročné koncentrácie tuhých častíc sa pohybovali od $28,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Krompachy) do $38,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Prešov-Solivar). Ročné koncentrácie oxidov dusíka sa pohybovali od $24,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Krompachy) do $46,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Prešov-Solivar). Úroveň znečistenia oxidom siričitým je nižšia a priemerné ročné koncentrácie sa pohybujú v rozpätí od $12,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ do $19,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Zhodnotenie

V roku 2001 bolo na Slovensku v prevádzke 23 automatických staníc, ktoré monitorovali hlavné škodliviny (PM10/PM2.5, SO₂, NO_x, CO). Na dvoch AMS, Bratislava-Koliba a Košice-Podhradová sa monitoruje len prízemný ozón. Monitorovacie stanice sú vybavené účelovo analyzátormi podľa zdrojov znečistenia v danej lokalite. Všeobecne je možno konštatovať, že k zhoršenej kvalite ovzdušia prispieva najmä znečistenie ovzdušia oxidmi dusíka a polietavým prachom. Podrobné zhodnotenie úrovne znečistenia jednotlivých lokalít je uvedené v rámci oblastí pre jednotlivé regióny Slovenska. Záverečná časť podáva len celkové zhrnutie úrovne znečistenia ovzdušia na Slovensku podľa imisných limitov a indexov znečistenia ovzdušia.

Zhodnotenie znečistenia ovzdušia na základe imisných limitov, podľa ktorých nesmú byť koncentrácie IH_k a IH_d v priebehu roka prekročené viac ako 5% prípadov v roku, je takéto:

Oxid siričitý

Úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým sa vyznačuje značným sezónnym chodom, čo sa prejavuje aj relatívne nízkym ročným priemerom, ktorý v žiadnej zo sledovaných lokalít neprekročil ročný imisný limit. Napriek tomu, že imisné limity nie sú prekračované, na stanici Bystričany sa vyskytlo prekročenie osobitných imisných limitov. Z ta-

bulky 2.9 je zrejmé, že v Bystričanoch trval signál upozornenie 2 hod., pričom na ostatných staniciach sa prekročenie osobitných imisných limitov nevyskytlo.

Oxidy dusíka

Krátkodobý imisný limit IH_k bol prekročený (nad povolených 5%) len na stanici Trnavské mýto. Imisný limit IH_d bol prekročený v Bratislave (Trnavské mýto-51%), menším percentom v Žiline (Veľká Okružná-14,2%), v Banskej Bystrici (Nám. slobody-9,2%), v Bratislave (Petržalka-6,8%, Kamenné nám.-5,4%) a v Košiciach (Štúrova-5,5%, Strojárska-6,8%). Priemerné ročné koncentrácie prekročili imisnú hodnotu IH_r len v Bratislave na stanici Trnavské mýto.

Polietavý prach

Krátkodobý imisný limit IH_k a denný imisný limit IH_d neprekročil ani v jednej lokalite na Slovensku povolených 5%. Znečistenie ovzdušia polietavým prachom nad úroveň imisného limitu IH_r sa vyskytlo v oblasti Košice v priľahlej obci Veľká Ida, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu $64,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Spomedzi 20 vyhodnotených lokalít Slovenska podľa indexovej klasifikácie znečistenia ovzdušia, 3 patria do oblasti s veľkým znečistením.

Pre vzájomné porovnanie úrovne znečistenia ovzdušia čo najväčšieho počtu oblastí na Slovensku, sa indexy znečistenia ovzdušia vyhodnotili len z troch hlavných škodlivín (SO_2 , NO_x a prach), ktoré sa monitorujú na väčšine staníc. Pri hodnotení stupňa znečistenia ovzdušia podľa indexovej klasifikácie sa postupovalo tak, že sa daná lokalita klasifikovala podľa najväčšieho indexu znečistenia, ktorý vo väčšine prípadov dosahuje hodnoty indexu IZO_d .

Úroveň znečistenia ovzdušia sa vyhodnotila aj podľa prílohy č. 3 vyhlášky č. 112/93 Z.z. pre „Osobitné imisné limity na účely vyhlásenia signálov “upozornenie a regulácia“. V tabuľke 2.9 je vyhodnotený počet dní s výskytom a doby trvania znečistenia ovzdušia na úrovni „Upozornenie“ (Up) a „Regulácia“ (Reg.1 a Reg.2) pre jednotlivé škodliviny na jednotlivých monitorovacích staniciach v zaťažených oblastiach. Najviac prípadov pre signál upozornenie sa vyskytlo v oblasti Bratislava, celkovo 58. Rozhodujúcou mierou sa na vysokej úrovni znečistenia ovzdušia podieľali oxidy dusíka najmä v lokalitách s hustou automobilovou dopravou (Trnavské mýto). Celkovo emisie z automobilovej dopravy majú rozhodujúci podiel na prekračovaní osobitných imisných limitov na celom Slovensku: 76 prípadov výskytu signálu Upozornenie, 7 prípadov výskytu signálu Reg.1. Počet prípadov prekročenia osobitných limitov bol u ostatných škodlivín podstatne nižší. U oxidu siričitého sa vyskytol 1 prípad prekročenia signálu Upozornenie. Na prekračovaní osobitných imisných limitov u oxidov síry sa výrazne podieľajú nepriaznivé meteorologické faktory najmä zníženie intenzity rozptylu a prenosu exhalátov vo vertikálnom a horizontálnom smere v zimnom polroku.

Prevádzkové poriadky smogového regulačného systému vydáva príslušný krajský úrad všeobecne záväznou vyhláškou. Tieto boli doteraz vydané v Košickom, Prešovskom a Trenčianskom kraji.

Tab. 2.9 Výskyt a doba trvania znečistenia na úrovni "Upozornenie" (Up) a "Regulácia" (Reg. 1 a Reg. 2) pre jednotlivé škodliviny v roku 2001

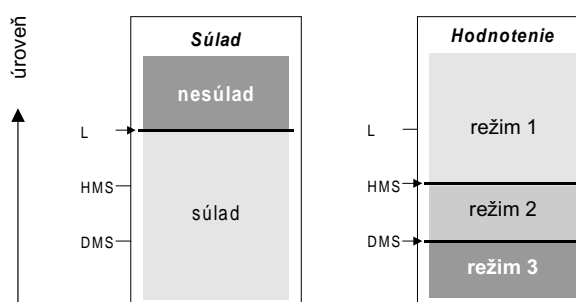
Stanica / škodlivina	Počet výskytov									Celková doba trvania [h]								
	Up			Reg. 1			Reg. 2			Up			Reg. 1			Reg. 2		
	NO _x	SO ₂	SO ₂ +2P	NO _x	SO ₂	SO ₂ +2P	NO _x	SO ₂	SO ₂ +2P	NO _x	SO ₂	SO ₂ +2P	NO _x	SO ₂	SO ₂ +2P	NO _x	SO ₂	SO ₂ +2P
BA Mamateyova	8	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
BA Trnavské mýto	48	0	0	4	0	0	0	0	0	140,5	0	0	9	0	0	0	0	0
BA Kamenné nám.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	58	0	0	4	0	0	0	0	0	157,5	0	0	9	0	0	0	0	0
BB Nám. slobody	8	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
RK Riadok	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prievidza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bystričany	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Handlová	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
ZA Veľká Okružná	12	0	0	3	0	0	0	0	0	31,5	0	0	4	0	0	0	0	0
ZA Vlčince	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	13	0	0	3	0	0	0	0	0	32	0	0	4	0	0	0	0	0
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Martin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jelšava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Štúrova	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Strojárske	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Veľká Ida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
PO Sídlisko III.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO Solivar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kropachy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strážske	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vranov nad Topľou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Humenné	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.6 SPRACOVANIE VÝSLEDKOV MERANÍ PODĽA SMERNÍC EÚ

Rada Európskych spoločenstiev (ES) v rámci smernice „The Air Quality Framework Directive“ (Council Directive 96/62/EC on ambient air quality assessment and management) definovala princípy hodnotenia kvality ovzdušia.

Pre zhodnotenie znečistenia ovzdušia členských krajín EÚ musí byť celé územie rozdelené do jednotlivých zón. Režim vyhodnocovania v každej zóne závisí od aktuálnej úrovne znečistenia. Na základe úrovne znečistenia je možné rozlišovať tri rozdielne monitorovacie režimy. Tieto režimy sú znázornené na obr. 2.90 a v tab. 2.10 sú špecifikované požiadavky pre hodnotenie kvality ovzdušia pre jednotlivé režimy.

Obr. 2.90 Režimy hodnotenia kvality ovzdušia v závislosti na L¹, HMS² a DMS³



Tab. 2.10 Požiadavky na hodnotenie pre tri rozdielne režimy

Maximálna úroveň znečistenia v aglomeráciách a zónach	Požiadavky na zhodnotenie
REŽIM 1 Nad hornou medzou stanovenia	Vysoká kvalita meraní je povinná. Namerané údaje môžu byť doplnené ďalšími informáciami vrátane modelových výpočtov.
REŽIM 2 Pod hornou medzou stanovenia, ale nad Dolnou medzou stanovenia	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 stanovenia	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 limity</i>	
<i>Vo všetkých zónach mimo aglomerácií pre všetky škodliviny, pre ktoré boli stanovené výstražné limity</i>	Modelové výpočty, expertízne odhady a indikatívne merania sú dostatočné.

¹ Limit, podľa 1999/30/EC

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

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

Pre niektoré škodliviny boli stanovené medze tolerancie tab. 2.12. Medze tolerancie sa postupne znižujú až po nulovú hodnotu, ktorú dosiahnu v roku, kedy vstúpia imisné limity do platnosti. Pre ich rozlíšenie od samotných **imisných limitov** sú v ďalšom texte označované imisné limity zvýšené o medzu tolerancie ako **imisné limity 2001**. Imisné limity, Horné a dolné medze stanovenia podľa Smerníc 1999/30/EC a 2000/69/EC sú uvedené v tabuľkách 2.11 a 2.12. Výstražné limity boli stanovené len pre:

- SO₂ - Ak hodnoty koncentrácií počas 3 hodín sú väčšie ako 500 µg.m⁻³
- NO₂ - Ak hodnoty koncentrácií počas 3 hodín sú väčšie ako 400 µg.m⁻³

Štatistické charakteristiky sú uvádzané v tabuľkovej forme a boli spracované pre všetky monitorovacie stanice na Slovensku. Stanice, kde boli prekročené imisné limity a imisné limity 2001 sú v tabuľkách zvýraznené hrubým písmom (tab. 2.13 až 2.16). Hodnoty znečistenia, ktoré zodpovedajú Režimu 1 (nad hornou hranicou stanovenia) sú v tabuľkách podčiarknuté (tab. 2.17 a 2.18).

Oxid siričitý Prekročenie imisných limitov 2001 sa nevyskytlo na žiadnej monitorovacej stanici a rovnako neboli prekročené ani imisné limity. Horná medza stanovenia bola prekročená na 1 stanici a dolná medza stanovenia na 5 staniaciach.

Oxid dusičitý Ročný imisný limit pre NO₂ bol prekročený na stanici Trnavské mýto a Kamenné námestie, pričom Imisný limit 2001 nebol prekročený na žiadnej stanici. Horná hranica stanovenia bola prekročená v Bratislave na všetkých troch staniaciach.

PM10 V roku 2001 sa monitorovali PM10 častice na 21 staniaciach. V polovici roku 2001 boli na jednej stanici zahájené merania PM2.5. Imisný limit bol prekročený na staniaciach: Bratislava, Jelšava, Prievidza, Bystričany, Košice a Veľká Ida. Imisné limity 2001 boli prekročené len na stanici Veľká Ida.

Oxid uhoľnatý Úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým je značne nízka a na žiadnej monitorovacej stanici nebol prekročený imisný limit.

Olovo Znečistenie ovzdušia olovom nepredstavuje v súčasnosti vážny problém. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia 0,174 µg.m⁻³ (Veľká Ida) je nižšia ako dolná medza stanovenia (0,250 µg.m⁻³).

Tab. 2.11 **Limitné hodnoty horné a dolné medze stanovenia**

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota [µg/m ³]	Medza stanovenia [µg/m ³]	
				Horná*	Dolná*
SO₂	Ľudské zdravie	1h	350 (24)		
	Ľudské zdravie	24h	125 (3)	75 (3)	50 (30)
	Vegetácia	1r, 1/2r	20 (-)	12 (-)	8 (-)
NO₂	Ľudské zdravie	1h	200 (18)	140 (18)	100 (18)
	Ľudské zdravie	1r	40 (-)	32 (-)	26 (-)
NO_x	Vegetácia	1r	30 (-)	24 (-)	19,5 (-)
PM10	Ľudské zdravie	24h	50 (35)	30 (7)	20 (7)
	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. 2.12 Limitné hodnoty plus medze tolerancie pre jednotlivé roky

	Interval správaní	Imisný limit [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Termín dosiahnutia	Medza tolerancie	Imisný limit + medza tolerancie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]												
					Do 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
SO ₂	1h	350	1/1/05	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500	470	440	410	380	350							
SO ₂	24h	125	1/1/05	-													
SO ₂ ^e	1r, W ¹	20	19/07/01	-													
NO ₂	1h	200	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		
NO _x ^e	1r	30	19/07/01	-													
PM10	24h	50	1/01/05	50%	75	70	65	60	55	50							
PM10	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 hod. denná hodnota	10 000	1/1/2003 (1/1/2005)		16 000	16 000	16 000	14 000	12 000	10 000							
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

Tab. 2.13 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EÚ

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit [µg/m ³] (počet prekročení)	Bratislava Manteyova	Bratislava Trnavské mýto	Bratislava Kamenné nám.	Banská Bystrica Nám. slobody	Ružomberok	Ziar nad Hronom	Martin	Jelšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Hnúšťa
Ochrana zdravia	SO ₂	1 hod	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
		24 hod	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NO ₂	1 hod	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ochrana zdravia		1 rok	39,4	45,1	42,1	31,7	19,9	15,2	15,5	14,8	23,7	13,8	16,1	12,3
		24 hod	**	69	17	34	28	**		53	59	49	17	34
	PM ₁₀	1 rok	**	36,2	25,7	29,3	33,5*	**		36,1	40,5*	38,1*	24,4	33,6
Olovo [#]	1 rok	39	20	35	34	14	14				10			
CO	8 hod (kízavý priemer)		3633 ²											
Benzén	1 rok													
ZIL	SO ₂	3 hod po sebe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NO ₂	3 hod po sebe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok	16,0 ¹	11,3 ¹	20,0 ¹	10,9 ¹	16,12 ¹	8,3 ¹	15,4 ¹	7,2 ¹	13,9 ¹	13,0 ¹	23,9 ¹	11,4 ¹
		Zimný polrok	19,0 ¹	12,7 ¹	18,5 ¹	16,2 ¹	21,7 ¹	13,1 ¹	24,2 ¹	9,5 ¹	25,4 ¹	26,2 ¹	32,8 ¹	29,9 ¹
	NO _x	1 rok	66,1 ¹	122,0 ¹	56,6 ²	58,6 ¹	38,6 ¹	22,0 ¹	22,5 ¹	23,0 ¹	36,9 ¹	23,2 ¹	23,6 ¹	19,7 ¹

¹ stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ² maximálna hodnota 8 hod kízavého priemeru

ZIL zvláštny imisný limit (počet dní) *50-75% meraní **menej ako 50% meraní [#] olovo je v ng/m³

hodnoty písané hrubým písmom sú nad imisným limitom

Tab. 2.14 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EÚ

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit [µg/m ³] (počet prekročení)	Veľká Okružná	Zilina	Vičince	Strážske	Prešov Solivar	Prešov Sídliisko III	Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou	Košice Stúrova	Košice - Strojárska	Veľká Ida
SO ₂	1 hod	350 (24)	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1
	24 hod	125 (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	1 hod	200 (18)	0	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
	1 rok	40	30,9	27,3	26,4	25,2	27,3	12,4	21,0	17,1	27,8	29,3	19,1	
PM ₁₀	24 hod	50 (35)	42	29	17	35	22	15	11	27	61	33	116	
	1 rok	40	32,1	29,1	25,7	32,2	28,1	30,1	25,0	30,1	35,2	29,8	54,0	
Olovo	1 rok	500*						152				34	174	
CO	8 hod (kízávy priemer)	10 000	3333 ²			1869 ²					3698 ²		2656 ²	
Benzén	1 rok	5												
SO ₂	3 hod po sebe	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 hod po sebe	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO ₂	1 rok	20	20,5 ¹	15,1 ¹	16,1 ¹	19,5 ¹	15,0 ¹	13,1 ¹	14,6 ¹	12,1 ¹	14,9 ¹	18,7 ¹	27,7 ¹	
	Zimný polrok	20	25,8 ¹	27,9 ¹	18,4 ¹	21,5 ¹	21,8 ¹	15,0 ¹	18,9 ¹	15,6 ¹	18,2 ¹	22,0 ¹	34,8 ¹	
NO _x	1 rok	30	73,6 ¹	44,9 ¹	38,1 ¹	46,6 ¹	39,9 ¹	24,0 ¹	28,8 ¹	38,1 ¹	57,9 ¹	53,0 ¹	27,9 ¹	

¹ stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ² maximálna hodnota 8 hod kľzavého priemeru
 ZIL zvláštny imisný limit (počet dní) ³ 50-75% meraní ⁴ menej ako 50% meraní ⁵ olovo je v ng/m³
 hodnoty písané hrubým písmom sú nad imisným limitom

Tab. 2.15 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EÚ

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit + hranica tolerancie [µg/m ³] (počet prekročení)	Bratislava Matteyova	Bratislava Trnavské myto	Bratislava Kamenné nám.	Banská Bystrica Nám. slobody	Ružomberok	Ziar nad Hronom	Martin	Jelšava	Prievidza	Bystričany	Handľová	Hnúšťa
SO ₂	1 hod	470 (24)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	24 hod	125 (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	1 hod	290 (18)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 rok	58	39,4	45,1	42,1	31,7	19,9	15,2	15,5	14,8	23,7	13,8	16,1	12,3
PM ₁₀	24 hod	70 (35)	**	13	4	2	9	**		8	20	8	1	4
	1 rok	46	**	36,2	25,7	29,3	33,5*	**		36,1	40,5*	38,1*	24,4	33,6
Olovo [#]	1 rok	900 [#]	39	20	35	34	14	14			10			
CO	8 hod (klzavý priemer)	16 000		3633 ²		3229 ²								
Benzén	1 rok	10												
SO ₂	3 hod po sebe	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	3 hod po sebe	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO ₂	1 rok	20	16,0 ¹	11,3 ¹	20,0 ¹	10,9 ¹	16,1 ¹	8,3 ¹	15,4 ¹	7,2 ¹	13,9 ¹	13,0 ¹	23,9 ¹	11,4 ¹
	Zimný polrok	20	19,0 ¹	12,7 ¹	18,5 ¹	16,2 ¹	21,7 ¹	13,1 ¹	24,2 ¹	9,5 ¹	25,4 ¹	26,2 ¹	32,8 ¹	29,9 ¹
NO _x	1 rok	30	66,1 ¹	122,0 ¹	56,6 ¹	58,6 ¹	38,6 ¹	22,0 ¹	22,5 ¹	23,0 ¹	36,9 ¹	23,2 ¹	23,6 ¹	19,7 ¹
Ochrana vegetácie														
ZIL														
Ochrana zdravia														

¹ stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ² maximálna hodnota 8 hod klzavého priemeru
 ZIL zvláštny imisný limit (počet dní) *50-75% meraní **menej ako 50% meraní # olovo je v ng/m³
 hodnoty písané hrubým písmom sú nad imisným limitom+mezzou tolerancie

Tab. 2.16 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EÚ

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit + hranica tolerancie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (počet prekročení)	Žilina Veľká Okružná	Žilina Včínce	Strážske	Prešov Solivar	Prešov Sidlisko III	Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou	Košice Stúrova	Košice - Strojárska	Veľká Ida
SO ₂	1 hod	470 (24)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24 hod	125 (3)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	1 hod	290 (18)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 rok	58	30,9	27,3	26,4	25,2	27,3	12,4	21,0	17,1	27,8	29,3	19,1
PM ₁₀	24 hod	70 (35)	10	2	1	7	4	0	0	6	14	7	70
	1 rok	46	32,1	29,1	25,7	32,2	28,1	30,1	25,0	30,1	35,2	29,8	54,0
Olovo	1 rok	900 [#]						152				34	174
CO	8 hod (kizavý priemer)	16 000	3333 ²			1869 ²					3698 ²		2656 ²
Benzén	1 rok	10											
SO ₂	3 hod po sebe	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	3 hod po sebe	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO ₂	1 rok	20	20,5 ¹	15,1 ¹	16,1 ¹	19,5 ¹	15,0 ¹	13,1 ¹	14,6 ¹	12,1 ¹	14,9 ¹	18,7 ¹	27,7 ¹
	Zimný polrok	20	25,8 ¹	27,9 ¹	18,4 ¹	21,5 ¹	21,8 ¹	15,0 ¹	18,9 ¹	15,6 ¹	18,2 ¹	22,0 ¹	34,8 ¹
NO _x	1 rok	30	73,6 ¹	44,9 ¹	38,1 ¹	46,6 ¹	39,9 ¹	24,0 ¹	28,8 ¹	38,1 ¹	57,9 ¹	53,0 ¹	27,9 ¹

¹ stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ² maximálna hodnota 8 hod kizavého priemeru
 ZIL zvláštny imisný limit (počet dní) ³50-75% meraní ⁴menej ako 50% meraní ⁵ olovo je v ng/m³
 hodnoty písané hrubým písmom sú nad imisným limitom+medzou tolerancie

Tab. 2.17 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EÚ

Zložka	Doba priemerovania	Hraničné hodnoty [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (počet prekročení)		Miestnosti														
		HMS	DMS	Bratislava Matheyova	Bratislava Trnavské mýto	Bratislava Kamenné nám.	Banská Bystrica Nám. slobody	Ružomberok	Ziar nad Hronom	Martin	Jelšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Hnušťa			
SO ₂	24 hod	HMS	75 (3)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	0
		DMS	50 (3)	6	0	0	1	1	1	0	0	0	3	2	27	0	0	
NO ₂	1 hod	HMS	140 (18)	16	27	114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DMS	100 (18)	143	423	459	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 rok	HMS	32	39,4	45,1	42,1	31,7	19,9	15,2	15,5	14,8	23,7	13,8	16,1	12,3	12,3	12,3	12,3
		DMS	26	39,4	45,1	42,1	31,7	19,9	15,2	15,5	14,8	23,7	13,8	16,1	12,3	12,3	12,3	12,3
PM ₁₀	24 hod	HMS	30 (7)	**	194	98	141	102	**	**	216	137	131	83	175	175	175	175
		DMS	20 (7)	**	269	207	237	149	**	**	304	190	176	175	280	280	280	280
	1 rok	HMS	14	**	36,2	25,7	29,3	33,5*	**	**	36,1	40,5*	38,1*	24,4	33,6	33,6	33,6	33,6
		DMS	10	**	36,2	25,7	29,3	33,5*	**	**	36,1	40,5*	38,1*	24,4	33,6	33,6	33,6	33,6
Olovo	1 rok	HMS	350 [#]	39	20	35	34	14	14	14	10	10						
		DMS	250 [#]	39	20	35	34	14	14	14	10	10						
CO	8 hod (kízavý priemer)	HMS	7 000		3633 ²		3229 ²											
		DMS	5 000		3633 ²		3229 ²											
Benzén	1 rok	HMS	3.5															
		DMS	2															
SO ₂	Zimný polrok	HMS	12	19,0 ¹	12,7 ¹	18,5 ¹	16,2 ¹	21,7 ¹	13,1 ¹	24,2 ¹	9,5 ¹	25,4 ¹	26,2 ¹	32,8 ¹	29,9 ¹	29,9 ¹	29,9 ¹	29,9 ¹
		DMS	8	19,0 ¹	12,7 ¹	18,5 ¹	16,2 ¹	21,7 ¹	13,1 ¹	24,2 ¹	9,5 ¹	25,4 ¹	26,2 ¹	32,8 ¹	29,9 ¹	29,9 ¹	29,9 ¹	29,9 ¹
NO _x	1 rok	HMS	24	66,1 ²	122,0 ²	56,6 ²	58,6 ²	38,6 ²	22,0 ²	22,5 ²	23,0 ²	36,9 ²	23,2 ²	23,6 ²	19,7 ²	19,7 ²	19,7 ²	19,7 ²
		DMS	19,5	66,1 ¹	122,0 ¹	56,6 ¹	38,6 ¹	22,0 ¹	22,5 ¹	23,0 ¹	23,0 ¹	36,9 ¹	23,2 ¹	23,6 ¹	19,7 ¹	19,7 ¹	19,7 ¹	19,7 ¹

HMS - horná medza stanovenia DMS - dolná medza stanovenia *50-75% meraní **menej ako 50% meraní # olovo je v ng/m^3
¹stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ²maximálna hodnota 8 hod kízavého priemeru
hodnoty písané hrubým písmom sú nad hornou medzou stanovenia , hodnoty písané podčiarknutým písmom sú nad dolnou medzou stanovenia

Tab. 2.18 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EÚ

Zložka	Doba priemerovania	Hraničné hodnoty [µg/m ³] (počet prekročení)	Veľká Okružná													
			Zilina	Zilina	Vičince	Strážske	Prešov	Solivar	Sídliisko III	Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou	Košice Stúrova	Košice - Strojárska	Veľká Ida	
SO ₂	24 hod	HMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		DMS	4	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	1 hod	HMS	1	2	1	0	7	0	0	0	0	0	1	2	0	0
		DMS	11	3	4	5	41	0	0	0	0	0	4	44	0	0
PM ₁₀	1 rok	HMS	30,9	27,3	26,4	25,2	27,3	12,4	21,0	17,1	17,1	27,8	29,3	19,1	19,1	19,1
		DMS	30,9	27,3	26,4	25,2	27,3	12,4	21,0	17,1	17,1	27,8	29,3	19,1	19,1	19,1
PM ₁₀	24 hod	HMS	162	146	95	158	126	85	86	144	196	141	232	232	232	232
		DMS	255	240	201	275	219	194	199	260	292	239	270	270	270	270
CO	8 hod (kľazový priemer)	HMS	32,1	29,1	25,7	32,2	28,1	30,1	25,0	30,1	35,2	29,8	54,0	54,0	54,0	54,0
		DMS	32,1	29,1	25,7	32,2	28,1	30,1	25,0	30,1	35,2	29,8	54,0	54,0	54,0	54,0
Benzén	1 rok	HMS	3333 ²													
		DMS	3333 ²													
Olovo [#]	1 rok	HMS														
		DMS														
SO ₂	Zimný polrok	HMS	25,8 ¹	27,9 ¹	18,4 ¹	21,5 ¹	21,8 ¹	15,0 ¹	18,9 ¹	15,6 ¹	18,2 ¹	22,0 ¹	34,8 ¹	34,8 ¹	34,8 ¹	34,8 ¹
		DMS	25,8 ¹	27,9 ¹	18,4 ¹	21,5 ¹	21,8 ¹	15,0 ¹	18,9 ¹	15,6 ¹	18,2 ¹	22,0 ¹	34,8 ¹	34,8 ¹	34,8 ¹	34,8 ¹
NO _x	1 rok	HMS	73,6 ¹	44,9 ¹	38,1 ¹	46,6 ¹	39,9 ¹	24,0 ¹	28,8 ¹	38,1 ¹	57,9 ¹	53,0 ¹	27,9 ¹	27,9 ¹	27,9 ¹	27,9 ¹
		DMS	73,6 ¹	44,9 ¹	38,1 ¹	46,6 ¹	39,9 ¹	24,0 ¹	28,8 ¹	38,1 ¹	57,9 ¹	53,0 ¹	27,9 ¹	27,9 ¹	27,9 ¹	27,9 ¹
Vegetácie	1 rok	HMS														
		DMS														

HMS - horná medza stanovenia DHH - dolná medza stanovenia *50-75% meraní **menej ako 50% meraní # olovo je v ng/m³
¹ stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ² maximálna hodnota 8 hod kľazového priemeru
 hodnoty písané hrubým písmom sú nad hornou medzou stanovenia, hodnoty písané podčiarknutým písmom sú nad dolnou medzou stanovenia

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. Súvisí s rastúcou emisiou prekursorov ozónu (NO_x , VOC, CO) z automobilovej dopravy, energetiky a priemyslu. Od začiatku deväťdesiatych rokov koncentrácie prízemného ozónu v Európe viac-menej stagnujú, čo potvrdzujú aj merania na Slovensku. Je to dôsledok zastavenia rastu emisií prekursorov ozónu v Európe. V budúcich rokoch sa v strednej Európe očakáva pokles extrémnych (maximálnych) koncentrácií, avšak mierny rast priemerných koncentrácií (vplyv rastu koncentrácií ozónu vo voľnej troposfére a otepľovania). Zvýšené koncentrácie ozónu vo voľnej troposfére zintenzívňujú skleníkový efekt atmosféry, v hraničnej vrstve atmosféry (0-2 km) nepriaznivo ovplyvňujú ľudské zdravie (hlavne dýchací systém človeka), vegetáciu (najmä poľnohospodárske plodiny a lesné porasty) a rôzne materiály.

3.2 PRÍZEMNÝ OZÓN V SR V ROKOCH 1996-2001

Imisné limity, kritické hodnoty pre ozón

V súvislosti s ochranou ľudského zdravia a vegetácie navrhli príslušné medzinárodné organizácie celý rad smerodajných hodnôt, kritických úrovní, resp. imisných limitov pre hodnotenie úrovne koncentrácie prízemného ozónu. Porovnaním nameraných koncentrácií ozónu s kritickými hodnotami, resp. imisnými limitmi môžu byť identifikované rizikové oblasti. V tabuľke 3.1 sú uvedené odporúčané imisné limity podľa smernice EÚ 92/72/EEC.

Tab. 3.1 Imisné limity koncentrácie prízemného ozónu odporúčané smernicou EÚ 92/72/EEC

Imisné limity	Koncentrácia O_3 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Priemer za časový interval
pre ochranu ľudského zdravia	110	8 h *
pre ochranu vegetácie	200 / 65	1 h / 24 h
pre informáciu obyvateľstva	180	1 h
pre varovanie obyvateľstva	360 (240* *)	1 h

* 8-h priemer je počítaný ako kľzavý priemer 4-krát za deň na základe hodnôt v časových intervaloch 0.00 -9.00 h, 8.00 -17.00 h, 16.00 -1.00 h a 12.00 -21.00 h

** Upravená hodnota podľa novej dcérskej smernice EÚ pre ozón

Na Slovensku platí od roku 1996 pre hodnotenie vplyvu O₃ na ľudské zdravie imisný limit 110 µg.m⁻³ (8-h priemer), rovnaký ako v EÚ. Dovtedy platil miernejší limit, 160 µg.m⁻³ (8-h priemer). Nový zákon o ovzduší prevzal všetky imisné limity podľa EÚ. Pre posúdenie dlhodobého vplyvu O₃ na vegetáciu sa často používal limit 50 µg.m⁻³, odporúčaný Európskou hospodárskou komisiou pri OSN a vypočítaný ako priemer koncentrácie ozónu z denných hodín (9.00-16.00 h) počas vegetačného obdobia (apríl až september).

Kumulatívne účinky expozície poľnohospodárskych plodín, lesných porastov a iných ekosystémov pri koncentráciách ozónu nad určitou prahovou úrovňou charakterizuje tzv. index expozície (AOT40), vyjadrený v ppb.h (1 ppb = 2 µg.m⁻³ pri STP). Podľa expertov EHK OSN je súčasne navrhnutá prahová úroveň koncentrácie O₃ 40 ppb. Kritická úroveň AOT40 vo výške 3 000 ppb.h zodpovedá zníženiu výnosu poľnohospodárskych plodín asi o 5%. Hodnota AOT40 sa počíta pre denné hodiny (charakterizované priemernou hodinovou hodnotou globálneho žiarenia minimálne 50 W.m⁻²), počas mesiacov máj až júl. Predbežne navrhovaná krátkodobá kritická hodnota AOT40 pre viditeľné poškodenie poľnohospodárskych plodín je 500 ppb.h pri vysokom sýtostnom doplnku (suché počasie) a 200 ppb.h pri nízkom sýtostnom doplnku (vlhké počasie), vypočítaná pre denné hodiny počas 5 po sebe nasledujúcich dní. Pre ochranu lesov v Európe je navrhovaná predbežná kritická úroveň vo výške 10 000 ppb.h. Aj v tomto prípade sa kumulácia počíta pre denné hodnoty, ale počas 6 mesiacov (apríl až september). Táto kritická hodnota je rovnaká pre listnaté aj ihličnaté stromy. Pre prirodzenú vegetáciu sa odporúča používať rovnakú kritickú hodnotu AOT40 ako pre poľnohospodárske plodiny. Pripravovaná tretia dcérska smernica pre ozón stanovuje cieľový limit (pre rok 2010) pre ochranu vegetácie AOT40 = 9 000 ppb.h (suma 1 h koncentrácií nad 40 ppb za mesiace máj až júl, vždy medzi 8 00 a 20 00 h SEČ), a to priemer za 5 rokov. Hodnota AOT40 = 3 000 ppb.h podľa tejto smernice predstavuje dlhodobý výhľadový cieľ.

Dlhodobé a krátkodobé charakteristiky prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1996-2001

S meraním koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku sa začalo v roku 1991 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. V roku 2001 boli zavedené merania prízemného ozónu na stanici Štrbské Pleso. Na stanicach SHMÚ sa na meranie koncentrácie prízemného ozónu používajú analyzátory O₃ amerických firiem Thermoelectron a MLU. Všetky prístroje pracujú na princípe absorpcie UV žiarenia. V roku 1994 bol na SHMÚ inštalovaný sekundárny národný štandard a začali sa robiť pravidelné kontroly staníc pomocou prenosného kalibrátora. Sekundárny štandard SHMÚ sa pravidelne porovnáva s primárnym štandardom pre ozón v ČHMÚ v Prahe. Počet chýbajúcich meraní na väčšine staníc bol v roku 2000 nižší ako 10% (tab.3.2). Mimoriadne vysoká poruchovosť bola na stanicach Martin, Žiar n/H a Chopok. Výsledky z týchto staníc sa preto neuvádzajú.

Ročné priemery koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku v znečistených mestských a priemyselných polohách sa v roku 2001 pohybovali v intervale 37-54 µg.m⁻³ (tab.3.3). Na ostatnom území od 55 do 89 µg.m⁻³, hlavne v závislosti od nadmorskej výšky. Najvyššie priemerné ročné koncentrácie prízemného ozónu v roku 2001 mala (pri absencii meraní z Chopku) vrcholová stanica Kojšovská hoľa (89 µg.m⁻³). Súvisí to s dominantným vplyvom ozónu z voľnej troposféry na koncentráciu vyšších vrcholových polôh. Údaje z Chopku sú spravidla ovplyvnené veľkým počtom chýbajúcich meraní na tejto ťažko dostupnej horskej stanici. Na celom území Slovenska (s výnimkou niektorých vnútramestských polôh) bola v období 1996-2001 pravidelne prekračovaná

kritická hodnota $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (EHK OSN), počítaná ako priemer z denných hodín za 6 mesačné vegetačné obdobie (tab.3.3). V roku 2001 bola táto hodnota prekročená na všetkých stanicích. Z toho vyplýva, že so škodami na vegetácii, ktoré sú spôsobené zvýšenými koncentraciami ozónu, je nutné počítať aj vo fotochemicky menej priaznivých rokoch (1993, 1997 a 1998). Rok 2001 sa podľa priemerných hodnôt za vegetačné obdobie zaraďuje medzi fotochemicky aktívne roky, podľa maximálnych koncentrácií naopak medzi fotochemicky menej aktívne roky.

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

Stanica	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Banská Bvstrica	19,1	5,1	2,4	2,5	3,0	9,3
Bratislava -Koliba	*	*	*	*	5,7	4,7
Bratislava -Petržalka	8,5	9,7	5,8	0,5	18,6	3,6
Hnúšťa	1,5	3,0	7,2	4,9	2,7	3,3
Humenné	–	32,3	1,7	15,1	2,7	3,0
Chopok	41,5	17,4	42,7	32,8	30,0	66,3
Jelšava	*	*	0,6	4,9	20,5	1,6
Košice -Podhradová	14,7	11,1	21,0	17,8	9,6	4,4
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	24,0	7,9
Martin	0,2	18,5	0,9	6,3	1,4	90,4
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	25,4	6,0
Prešov	*	*	*	10,9	16,7	3,3
Prievidza	30,3	43,2	10,2	9,3	10,1	13,4
Ružomberok	0,6	32,9	–	47,4	7,1	7,7
Stará Lesná	14,6	11,5	9,2	3,8	8,7	2,4
Starina	5,3	13,4	8,4	0,8	8,2	3,6
Štrbské Pleso	*	*	*	*	*	11,2
Topoľníky	51,9	19,5	58,5	11,2	10,1	25,8
Veľká Ida	*	*	*	4,7	34,2	15,0
Žiar nad Hronom	2,7	2,6	2,3	5,7	53,0	63,0
Žilina	1,0	5,1	4,6	7,4	13,1	1,4

* 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	1996		1997		1998		1999		2000		2001	
	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO
Banská Bystrica	28	58	35	80	42	83	42	65	41	62	44	63
Bratislava - Koliba	51	64	78	97	55	78	–	–	52	62	54	61
Bratislava - Petržalka	30	47	29	52	30	47	52	66	57	70	40	53
Hnúšťa	46	82	40	89	39	82	42	61	48	69	54	78
Humenné	–	–	52	85	57	91	54	69	48	63	54	67
Chopok	86	90	78	82	80**	84	90**	88**	75**	73**	–	–
Jelšava	*	*	*	*	50	75	50	69	47	65	49	68
Košice -Podhradová	55	79	43	66	40	62	34	40	60	72	58	69
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	*	*	*	*	100	100	89	87
Martin	49	75	47	86	49	91	49	64	46	62	–	–
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	*	*	*	*	51	66	46	57
Prešov	*	*	*	*	*	*	37	50	54	75	49	65
Prievidza	26	39	40	62	35	67	47	60	46	61	45	58
Ružomberok	34	50	37	64	–	–	34**	49**	39	53	46	61
Stará Lesná	68	94	48	70	49	73	65	82	60	76	55	70
Starina	62	82	53	72	56	76	59	70	60	77	63	76
Štrbské Pleso	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	75	80
Topoľníky	76	90	31	49	43**	78	53	65	59	69	41**	52**
Veľká Ida	*	*	*	*	*	*	44	60	47**	66**	37	53
Žiar nad Hronom	54	80	48	85	47	84	49	66	54**	67**	–	–
Žilina	30	51	39	72	41	84	42	59	47	64	38	52

RP - ročný priemer PVO - priemer z denných hodín (9.00-16.00 h) počas vegetačného obdobia (apríl až september)

* meranie ozónu zavedené neskôr

– stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

** 50-75 % meraní

Obrázok 3.1 znázorňuje sezónnu zmenu priemerných denných koncentrácií ozónu v Starej Lesnej v rokoch 1992-2001. Uvedený sezónny chod je typický pre nížinné a údolné (nie vrcholové) polohy priemyslových kontinentov. Pôvodné jarné maximum koncentrácie O₃, ktoré je spojené s transportom ozónu z vyšších vrstiev atmosféry, je rozšírené v dôsledku fotochemickej produkcie ozónu v hraničnej vrstve atmosféry na celé letné obdobie. Súčasne na obrázku možno vidieť, že imisný limit pre ochranu vegetácie 65 µg.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 obrázku 3.2. Obrázok dokumentuje, že priemerná úroveň maximálnych denných hodnôt koncentrácie ozónu vo fotochemicky priaznivých rokoch (r. 1992, 1994, 1995, 1999 a 2000) preyšuje o 30- 40 µg.m⁻³ úroveň vo fotochemicky menej priaznivých rokoch. Hodnoty z rokov 1997, 1998 a 2001 sú najnižšie v sledovanom období.

Počet prekročení odporúčaných krátkodobých imisných limitov pre ozón v rokoch 1995-2001 na Slovensku sumarizujú tabuľky 3.4-3.6. Limit pre varovanie obyvateľstva (360 µg.m⁻³) v období 1995-2000 nebol prekročený ani v jednom prípade. V roku 2001 nebol prekročený ani nový sprísnený limit pre varovanie obyvateľstva (240 µg.m⁻³). Vo fotochemicky aktívnych rokoch dochádza k občasnému prekračovaniu limitu pre informáciu obyvateľstva (180 µg.m⁻³), v roku 2001 bolo zaznamenaných 6 prekročení v Bratislave na Kolibe a 3 prekročenia v Bratislave Petržalka (tab. 3.4).

Imisný limit 110 µg.m⁻³ (8-h priemer), ktorý platí v EÚ a od roku 1996 aj na Slovensku, bol v období 1996-2001 najčastejšie prekračovaný v roku 2000 (tab. 3.5). Rok 2001 bol v počte prekročení o niečo nižší. Najväčší počet prekročení (236 prípadov) sa pozoroval na Kojšovskej holi.

Tab. 3.4 Počet prekročení krátkodobých imisných limitov ozónu (IH) pre varovanie a informáciu obyvateľstva v rokoch 1996- 2001

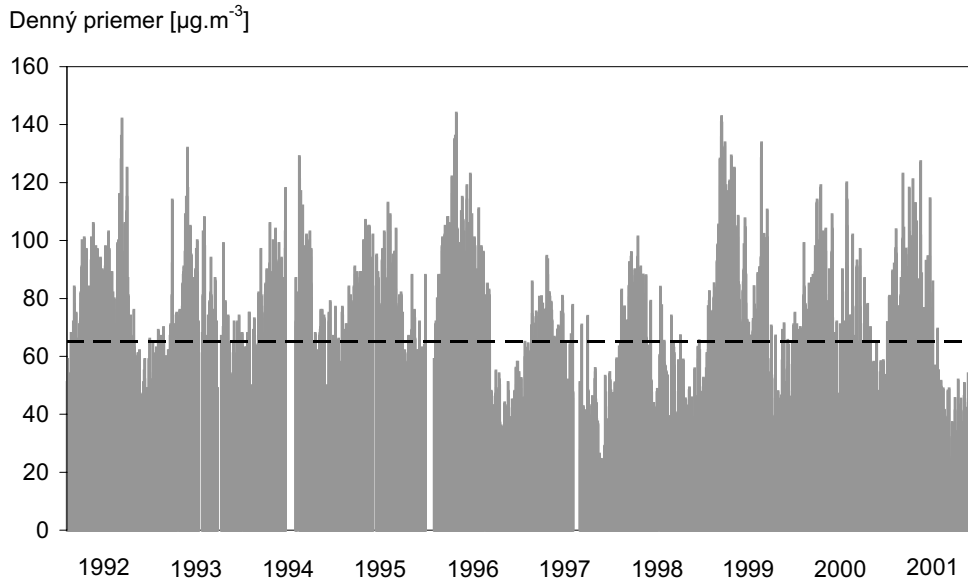
Stanica	IH _{1h} = 360 µg.m ⁻³						IH _{1h} = 180 µg.m ⁻³					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Bratislava - Koliba	0	0	0	-	0	0	0	0	1	-	2	6
Bratislava - Petržalka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	3
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Humenné	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0
Chopok	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Jelšava	*	*	0	0	0	0	*	*	0	0	0	0
Košice - Podhradová	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	45	0
Martin	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	0	0
Prešov	*	*	*	0	0	0	*	*	*	0	23	0
Prievidza	0	0	0	0	0	0	1	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
Topoľníky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0
Veľká Ida	*	*	*	0	0	0	*	*	*	0	2	0
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0
Žilina	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30	0	0

* meranie ozónu zavedené neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

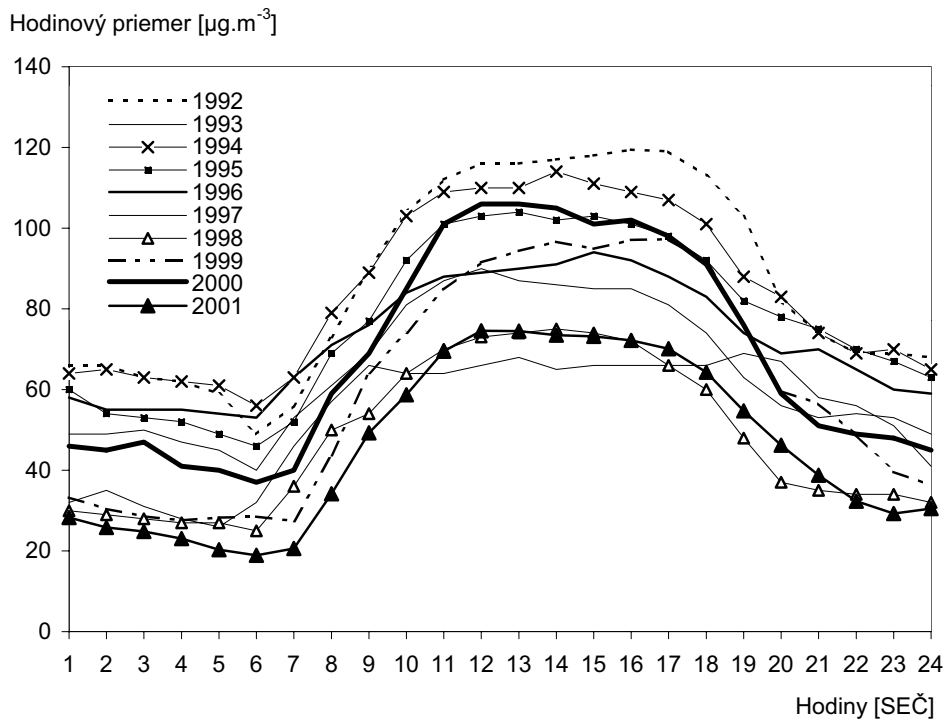
Obr. 3.1

**Sezónna zmena koncentrácie prízemného ozónu
v Starej Lesnej v rokoch 1992-2001**



Obr. 3.2

**Priemerná denná zmena koncentrácie prízemného ozónu
v Starej Lesnej v auguste 1992 - 2001**



Tab. 3.5 Počet prekročení imisných limitov ozónu (IH) pre ochranu ľudského zdravia platných v EÚ a na Slovensku v rokoch 1996-2001

Časový interval		IH _{8h} = 110 µg·m ⁻³																											
		1996		1997		1998		1999		2000		2001																	
		0-9	9-17	16-01	12-21	0-9	9-17	16-01	12-21	0-9	9-17	16-01	12-21	0-9	9-17	16-01	12-21												
Banská Bystrica		0	0	0	1	0	7	1	5	0	40	1	32	0	23	1	19	0	40	1	31	1	42	3	41				
Bratislava - Koliba		1	8	9	20	5	42	33	55	0	15	4	15	—	—	—	—	0	24	1	20	2	34	19	44				
Bratislava - Petržalka		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	46	13	40	0	58	14	52	0	21	1	21				
Hnúšťa		2	36	7	61	0	26	1	17	0	19	0	15	0	25	5	21	0	34	0	12	0	82	7	66				
Humenné		—	—	—	—	0	20	1	17	0	39	6	35	0	12	8	15	0	9	0	10	0	11	3	11				
Chopok		38	24	30	23	10	12	13	11	24	17	21	17	70	56	71	68	28	18	29	23	—	—	—	—				
Jeišava		*	*	*	*	*	*	*	*	0	49	6	37	2	53	13	43	0	28	1	20	0	47	7	44				
Košice - Podhradová		1	14	5	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	65	24	58	0	49	18	46				
Kojšovská hoľa		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	95	101	109	114	55	50	69	62				
Martin		0	14	6	43	0	17	1	15	0	39	6	41	0	13	0	14	0	23	9	25	—	—	—	—				
Poprad (Gánovce)		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	11	1	12	0	2	0	3				
Prešov		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	0	0	0	0	57	6	52	0	28	4	26
Prievidza		1	1	1	4	0	1	0	0	0	4	0	2	0	29	6	18	0	38	2	30	0	23	4	17				
Ružomberok		0	2	1	6	0	0	0	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	9	1	11	0	12	1	15				
Stará Lesná		11	58	34	56	0	1	0	2	0	7	0	3	14	68	39	74	1	33	15	31	7	41	12	36				
Starina		0	20	6	26	0	10	0	6	0	7	0	3	0	9	2	8	0	21	2	16	0	20	4	14				
Štrbské Pleso		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	48	26	40				
Topoľníky		1	29	14	36	0	1	0	2	0	9	2	9	0	3	5	27	4	50	52	61	0	15	1	7				
Veľká Ida		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0	23	1	14	0	11	0	7				
Žiar nad Hronom		0	10	7	39	0	18	2	23	0	30	7	29	2	20	14	23	0	20	6	20	—	—	—	—				
Žilina		0	0	0	3	0	0	0	0	0	29	3	30	2	16	11	18	0	40	3	47	0	10	5	25				

* meranie ozónu zavedené neskôr — stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

Tab. 3.6 Počet prekročení krátkodobých imisných limitov ozónu (IH) pre ochranu vegetácie v rokoch 1996- 2001

Stanica	IH _{1h} = 200 µg.m ⁻³						IH _{24h} = 65 µg.m ⁻³					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	4	18	61	63	72	88
Bratislava - Koliba	0	0	0	-	0	0	101	198	98		112	116
Bratislava - Petržalka	0	0	0	0	2	0	6	0	6	105	115	50
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	84	40	42	53	78	126
Humenné	-	-	0	0	0	0	-	71	133	111	56	110
Chopok	0	1	0	0	0	-	189	259	**182	**217	**147	-
Jelšava	*	*	0	0	0	0	*	*	101	115	80	109
Košice – Podhradová	0	0	0	0	0	0	134	36	14	12	143	147
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	8	0	*	*	*	*	259	298
Martin	0	0	0	0	0	-	97	70	91	89	48	-
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	65	56
Prešov	*	*	*	0	9	0	*	*	*	8	93	109
Prievidza	0	0	0	0	0	0	8	14	25	134	88	78
Ružomberok	0	0	-	0	0	0	34	4	-	**0	38	56
Stará Lesná	0	0	0	0	0	0	184	68	72	173	132	124
Starina	0	0	0	0	0	0	147	92	106	128	157	157
Štrbské Pleso	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	206
Topoľníky	0	0	0	0	1	0	123	**2	**31	100	133	39
Veľká Ida	*	*	*	0	0	0	*	*	*	44	**36	27
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	2	-	130	80	81	76	**46	-
Žilina	0	0	0	4	0	0	11	27	59	48	85	41

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

Imisný limit pre ochranu vegetácie 200 µg.m⁻³ (1-h priemer) bol v období 1996-2001 prekročený len v niekoľkých prípadoch. V roku 2001 sa nezaznamenalo žiadne prekročenie tohto limitu (tab. 3.6). Limit 65 µg.m⁻³ (24-h priemer) je pravidelne každoročne prekračovaný na celom území Slovenska, najviac vo vyšších horských polohách. V roku 2001 sa pozoroval doposiaľ rekordný počet prekročení (298 prípadov) na Kojšovskej holi.

Kumulatívne charakteristiky prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1996 až 2001 obsahuje tabuľka 3.7. Z údajov tabuľky 3.7 vidíme, že na väčšine nášho územia sú pravidelne prekračované kritické hodnoty indexu expozície AOT40, pre 5% redukciu výnosu poľnohospodárskych plodín (3 000 ppb.h) na časti územia viacnásobne. Podobne je prekračovaná kritická hodnota AOT40 pre poškodenie lesných porastov (10 000 ppb.h). V rokoch 1999 až 2001 sa pozorovali najväčšie hodnoty expozičných indexov od začiatku pozorovaní. Nový limit EÚ pre ochranu vegetácie AOT40 = 9 000 ppb.h (bude platiť podľa nového zákona o ovzduší aj v SR) bol v roku 2001 prekročený na 7 staniciach. Hodnoty týchto kumulatívnych indexov sú do značnej miery ovplyvnené výpadkami v meraniach (poruchy prístrojov). Je predpoklad, že pri kompletných meraniach by boli hodnoty indexu expozície ešte vyššie.

Na záver možno konštatovať, že doterajšie merania potvrdili vysokú úroveň koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku. Časté je prekračovanie primárnych aj sekundárnych limitov, určených na ochranu ľudského zdravia a vegetácie.

Tab. 3.7 Index expozície AOT40 (nad prahovou úrovňou 40ppb) pre ochranu vegetácie v rokoch 1996-2001 [ppb.h]

Stanica	AOT40 ⁽¹⁾						AOT40 ⁽²⁾					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Banská Bystrica	1 090	4 960	5 594	10 101	9 648	10 587	2 190	7 517	10 854	17 235	16 300	17 022
Bratislava - Koliba	2 966	8 182	3 080	–	7 004	8 640	5 436	16 665	8 217	–	11 660	14 538
Bratislava - Petržalka	416	300	201	12 024	12 598	4 577	730	486	872	19 856	17 242	8 948
Hnúšťa	9 010	7 106	5 879	4 333	7 003	15 257	16 068	11 455	10 386	8 922	13 175	23 486
Humenné	–	6 647	8 037	5 316	4 281	5 853	–	9 292	15 067	9 505	7 569	10 258
Chopok	4 874	6 150	**3 113	14 760	2 598	–	11 452	10 359	**11 063	21 713	**9 583	–
Jelšava	*	*	7 373	15 481	7 708	10 436	*	*	14 406	20 036	12 308	17 066
Košice - Podhradová	3 664	281	**109	–	13 051	11 378	6 646	1 783	**926	1 896	22 138	18 407
Kojšovská hola	*	*	*	*	21 491	11 110	*	*	*	*	34 390	22 547
Martin	5 840	5 236	9 720	5 530	3 643	–	10 893	10 179	15 443	9 495	10 697	–
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	4 733	2 410	*	*	*	*	7 355	3 845
Prešov	*	*	*	623	11 786	7 055	*	*	*	1 062	20 161	13 019
Prievidza	412	795	2 292	8 956	7 892	5 679	1 125	1 746	3 133	17 038	14 608	10 305
Ružomberok	1 620	477	–	**178	4 082	5 450	2 952	999	–	**474	7 275	8 758
Stará Lesná	11 502	1 208	1 775	12 500	6 881	11 156	19 342	1 964	4 350	26 133	14 295	15 227
Starina	5 506	2 211	2 053	4 139	6 575	6 883	9 968	4 399	6 276	7 709	11 378	11 050
Štrbské Pleso	*	*	*	*	*	12 603	*	*	*	*	*	16 689
Topoľníky	5 626	**559	**1 038	7 156	8 763	4 231	9 810	**788	**3 893	13 140	18 851	**5 247
Veľká Ida	*	*	*	2 747	6 506	4 490	*	*	*	4 486	**7 952	5 608
Žiar nad Hronom	5 758	6 628	7 390	3 310	7 209	–	10 946	10 166	12 859	14 336	**7 589	–
Žilina	1 470	1 665	7 180	2 892	10 058	6 289	2 348	4 354	13 215	10 624	16 961	10 586

(1) výpočet pre denné hodiny mesiacov máj až júl

* meranie ozónu zavedené neskôr

(2) výpočet pre denné hodiny počas vegetačného obdobia (apríl až september)

** veľké výpadky meraní

– stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

3.3 CELKOVÝ ATMOSFÉRICKÝ OZÓN NAD ÚZEMÍM SR V ROKU 2001

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 máji 2001 sa v Budapešti uskutočnilo medzinárodné porovnanie 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 odosielajú 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, poloblačnú a zamračenú oblohu je uverejňovaná na internetovej stránke SHMÚ (www.shmu.sk/ozon/). SHMÚ v spolupráci so Slovenskou dermatovenerologickou spoločnosťou preložil a rozšíril brožúru UV Index pre verejnosť, ktorá bola vydaná v rámci projektu COST-713. Limitovaný náklad sponzorovaný kozmetickou firmou bol distribuovaný medzi účastníkov dermatologickej konferencie (Dermaparty), ktorá sa uskutočnila v decembri v Bratislave.

Priemerná ročná hodnota celkového atmosférického ozónu v roku 2001 bola 328,6 Dobsonových jednotiek, čo je 2,8% pod dlhodobým priemerom vypočítaným z meraní v Hradci Králové v rokoch 1962-1990, ktorý sa používa aj pre našu oblasť ako dlhodobý normál. Situácia bola v porovnaní s rokom 2000, keď chýbalo 5,5%, priaznivejšia. 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 2001.

Priemerné mesačné odchýlky boli záporné od januára do augusta a v októbri. Boli však oveľa menej výrazné ako v predchádzajúcom roku. Najväčšia priemerná mesačná odchýlka -7% v októbri je skôr výnimkou, lebo v jeseni je v našej oblasti ozónová vrstva najstabilnejšia. Najvýraznejšie denné poklesy okolo 25% boli v polovici februára. V poslednej dekáde však boli kompenzované kladnými odchýlkami, preto v priemere chýbali v tomto mesiaci len 4% celkového ozónu. V posledných 5 rokoch sme zaznamenávali veľké záporné odchýlky v júni, čo je zvlášť nepriaznivé, pretože v tomto mesiaci je slnko na oblohe najvyššie a k zemskému povrchu prenikajú najväčšie dávky škodlivého ultrafialového žiarenia. V roku 2001 sa tento trend nepotvrdil, pretože v júni chýbali len 2% celkového atmosférického ozónu.

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 obr. 3.4 sú hodnoty hustoty toku slnečného UV-B žiarenia zhodnoteného spektrom biologickej účinnosti na erytém (sčervenanie pokožky) (McKinlay a Diffey 1987) namerané v čase miestneho

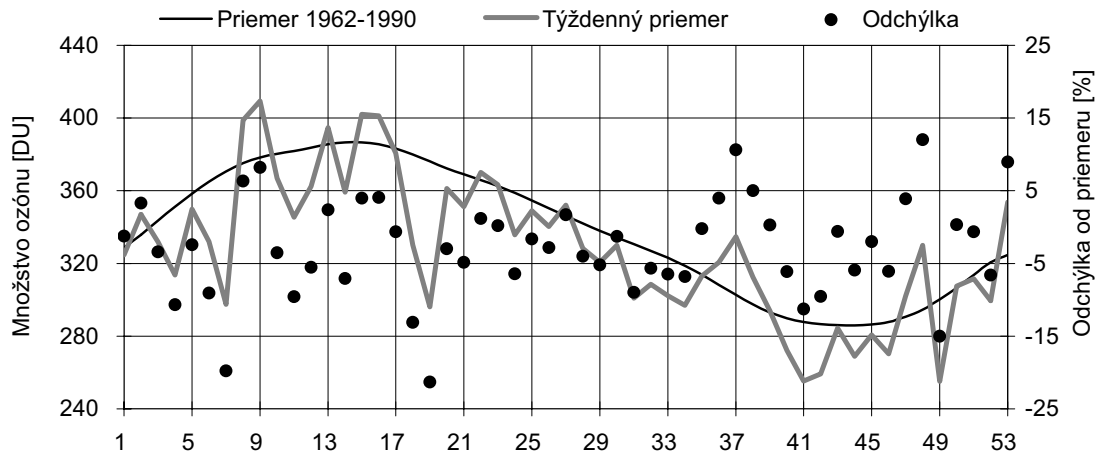
poludnia. Takto upravené UV-B žiarenie budeme ďalej označovať ako erytémové ultrafialové žiarenie. V priemere o 10:39 UTC prechádza slnko v Poprade cez miestny poludník, teda má v dennom chode najvyššiu možnú výšku a za jasného dňa by UV-B žiarenie malo nadobudnúť denné maximum. Výrazný rozptyl hodnôt 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 obr. 3.4 je znázornený aj tzv. UV index. Jeho hodnoty súvisia s hustotou toku erytémového ultrafialového žiarenia a môže sa z nich odvodiť doporučená 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.

Najväčšia hustota toku erytémového ultrafialového žiarenia na poludnie 190 mW/m^2 , čo odpovedá 3,26 MED/hod, bola nameraná 28. júna. Rovnako nízke poludňajšie ročné maximum bolo namerané aj v roku 1996. Pomerne nízke júnové a júlové hodnoty sú spôsobené častou oblačnosťou, ale aj dobrým stavom ozónovej vrstvy v týchto mesiacoch. Aj absolútne ročné maximum 196 mW/m^2 , čo odpovedá 3,36 MED/hod, namerané 1. júla o 11:10 UTC bolo o 10% nižšie ako minuloročné.

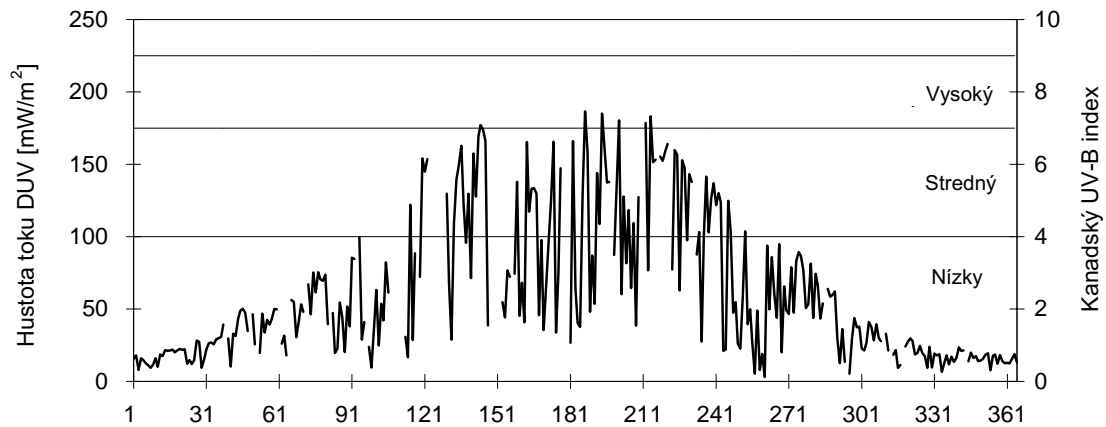
UV-B žiarenie sa monitoruje každý deň v pravidelných hodinových alebo polhodinových intervaloch. Počas búrok je pozorovací program z bezpečnostných dôvodov dočasne prerušovaný. Hodnoty denných súm sú na obr. 3.5. Maximálna denná dávka erytémového ultrafialového žiarenia 4400 J/m^2 , čo sa rovná 21 MED, bola nameraná rovnako ako poludňajšie maximum 28. júna. Aj táto hodnota je výrazne nižšia ako vlni. V tento deň bola ozónová vrstva redukovaná o 10%.

Celková suma denných dávok erytémového ultrafialového žiarenia v období apríl až september bola podstatne nižšia ako v roku 2000, čo je spôsobené menším počtom hodín so slnečným svitom. Jej číselnú hodnotu neuvádzame, pretože ju skresľuje 10 dní bez merania. V apríli sa vyskytla technická porucha prístroja a na prelome mája a júna bol prístroj na pravidelnej dvojročnej kalibrácii.

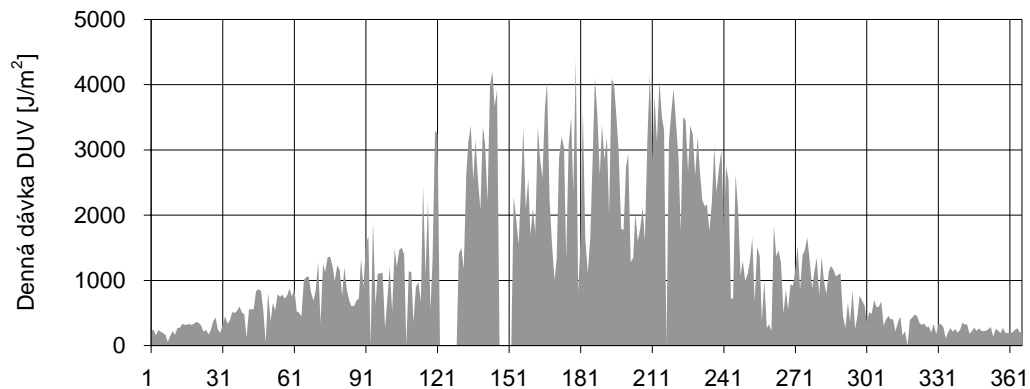
Obr. 3.3 Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 2001



Obr. 3.4 Ročný chod poludňajších hodnôt DUV (Diffey) žiarenia – Gánovce 2001



Obr. 3.5 Ročný chod denných dávok škodlivého ultrafialového slnečného žiarenia – Gánovce 2001



Tab. 3.8 Celkový ozón [DUJ] v roku 2001 a odchýlky od dlhodobého priemeru

Deň	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII			
	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch	O ₃	Odch		
1	340	4	333	-7	381	1	386	0	341	-11	334	-4	295	-11	331	6	276	-5	283	-5	276	-5	283	-1	360	22
2	303	-7	371	3	437	15	381	-1	323	-15	349	0	301	-9	324	4	261	-10	268	-10	261	-10	268	-6	328	11
3	325	-1	391	8	382	1	343	-11	320	-16	367	6	306	-7	309	0	259	-11	256	-11	259	-11	256	-11	347	17
4	346	5	325	-10	383	1	319	-18	340	-10	409	12	296	-10	304	-2	273	-6	270	-6	273	-6	270	-6		
5	359	9	315	-13	418	10	360	-7			404	11	364	5	318	3	299	3	269	-6	299	3	269	-6	328	10
6	316	-5	306	-16	385	1	382	-1			360	-1	341	-1	310	-6	278	-4	287	0	278	-4	287	0	297	-1
7	285	-14	298	-18	382	1	383	-1			372	3	328	-5	311	1	259	-10	276	-3	259	-10	276	-3	257	-15
8	305	-8	325	-11	326	-14	346	-10			346	-5	351	2	291	-11	283	-12	283	-12	255	-12	283	-1	280	-7
9	350	5	360	-2	321	-16	371	-4			337	-7	340	-1	308	-6	253	-12	266	-7	253	-12	266	-7	276	-9
10	376	12	368	0	376	0	356	-8	361	4	316	-12	353	3	306	-6	247	-14	332	16	247	-14	332	16	300	-1
11	345	3	351	-5	361	-5	363	-6	372	-1	319	-12	325	-5	314	-4	247	-14	252	-12	247	-14	252	-12	295	-3
12	358	6	337	-9	313	-18	375	-3	375	0	356	-1	328	-4	322	-1	254	-12	256	-11	254	-12	256	-11	296	-3
13	363	7	274	-26	341	-11	443	15	372	-1	344	-4	315	-8	314	-3	264	-8	276	-4	264	-8	276	-4	293	-5
14	332	-2	273	-26	383	0	449	16	368	-2	332	-7	320	-6	307	-5	267	-7	288	0	267	-7	288	0	299	-3
15	337	-1	270	-27	361	-6	458	18	366	-2	346	-3	317	-7	309	-5	270	-6	305	6	270	-6	305	6	310	1
16	323	-5	278	-25	335	-12	405	5	385	3	318	-11	308	-9	304	-6	253	-12	272	-6	253	-12	272	-6	360	16
17	331	-3	285	-24	321	-16	402	4	341	-8	336	-6	308	-9	296	-8	243	-15	244	-15	243	-15	244	-15	333	7
18	356	4	366	-2	364	-5			339	-9	362	2	314	-7	295	-8	268	-6	251	-13	268	-6	251	-13	302	-3
19	337	-2	347	-7	339	-11	409	6	377	2	353	-1	311	-8	291	-10	266	-7	262	-10	266	-7	262	-10	295	-6
20	315	-9	405	8	400	4	390	4	352	-5	359	1	302	-11	298	-7	262	-9	290	0	262	-9	290	0	311	-1
21	325	-6	336	-10	350	-9	407	6	358	-3	328	-8	351	4	304	-5	253	-12	279	-4	253	-12	279	-4	307	-3
22	319	-8	394	5	393	3	395	3	380	3	327	-8	352	5	304	-5	275	-4	297	2	275	-4	297	2	293	-7
23	335	-4	429	14	355	-7	393	2	351	-5	362	2	333	-1	298	-6	295	3	330	13	295	3	330	13	341	8
24	307	-12	442	17	359	-7	394	3	327	-11	353	0	338	1	294	-8	277	-3	347	19	277	-3	347	19	301	-5
25	298	-15	439	17	341	-11	397	3	337	-9	346	-2	338	1	287	-10	293	-3	311	6	276	-3	311	6	297	-7
26	315	-11	436	16	381	-1	367	-4	349	-5	335	0	335	0	295	-7	279	-3	328	12	279	-3	328	12	305	-5
27	318	-10	451	19	391	2	411	7	356	-3	343	-2	345	4	297	-6	293	2	289	-1	293	2	289	-1	326	2
28	304	-14	397	5	391	2	381	0			315	-10	319	-4	293	-7	284	4	297	1	296	4	297	1	253	-21
29	335	-6			412	7	322	-16			346	-1	302	-9	328	4	291	2	339	15	291	2	339	15	305	-5
30	342	-4			396	3	327	-14			366	5	312	-6	311	-1	265	-7	369	25	265	-7	369	25	310	-4
31	352	-1			407	5					295	-11	309	-1	309	-1	251	-12			251	-12			354	9
Ø	331	-3	354	-4	370	-3	383	-1	354	-5	349	-2	331	-3	303	-6	268	-7	289	0	268	-7	289	0	309	0
Std	21	7	55	14	31	8	34	9	19	5	23	6	20	5	9	3	15	5	31	10	15	5	31	10	26	9
Max	376	12	451	19	437	15	458	18	385	3	409	12	367	6	328	4	299	4	369	25	299	4	369	25	360	22
Min	285	-15	270	-27	313	-18	319	-18	320	-16	315	-12	295	-11	287	-11	243	-15	244	-15	243	-15	244	-15	253	-21

O₃ - celkový ozón Odch. - relatívna odchýlka od dlhodobého priemeru (Hradec Králové 1962-1990) Std. - štandardná odchýlka [DUJ]

4.1 INVENTARIZÁCIA EMISIÍ A ZDROJOV ZNEČIŠŤOVANIA 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 priorit 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 (REZZO1, REZZO2) s modulom NEIS (veľké, stredné zdroje), resp. porovnanie jednotlivých zdrojov v oboch systémoch je obtiažne.

Podľa zákona SNR č.134/1992 Z.z. (§5 odst.2, písm. k) o štátnej správe ochrany ovzdušia a v znení neskorších predpisov, 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 databáz NEIS CU a zabezpečením spracovania údajov na národnej úrovni (Vestník MŽP SR č.6/2000). V roku 2001 sa na SHMÚ uskutočnil prvý zber a spracovanie údajov v module NEIS.

NEIS zahŕňa zdroje znečisťovania ovzdušia, ktoré sa členia podľa výkonu a kategorizácie (v zmysle Nariadenia vlády SR č. 92/1996 Z.z., ktorým sa vykonáva zákon č.309/1991 Z.z. a v znení neskorších predpisov):

Veľké zdroje	Technologické celky obsahujúce stacionárne zariadenia na spaľovanie palív so súhrnným tepelným výkonom 50 MW a vyšším a ostatné technologické celky
Stredné zdroje	Technologické celky obsahujúce stacionárne zariadenia na spaľovanie palív so súhrnným tepelným výkonom 0,2-50 MW a ostatné technologické celky
Malé zdroje	Stacionárne zariadenia - domáce kúreniská a ostatné stacionárne zariadenia na spaľovanie tuhých palív s menovitým tepelným výkonom do 0,2 MW (podľa vyhlášky MŽP SR 144/2000)

Spracovanie údajov (1990-2000) – zhodnotenie

REZZO 1

Databázu REZZO 1 tvorí rad údajov od roku 1985 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

Vybrané údaje o zdrojoch a ich emisiách za rok 2000 boli spracované v module NEIS za 677 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 nie sú porovnateľné. Tretia aktualizácia prebehla v spolupráci s úradmi životného prostredia v období 1993-1996 a bola ukončená v decembri 1996.

Stredné zdroje

V roku 2000 bolo spracovaných v module NEIS 10 364 stredných zdrojov. Systém REZZO2 v roku 1996 evidoval 9044 zdrojov, avšak do tejto evidencie boli zaradené iba zdroje s výkonom 0,2-5MW.

REZZO 3

Databáza REZZO 3 sa aktualizovala do roku 1997 každoročne. Lokálne kúreniská boli hodnotené ako plošné zdroje na úrovni okresu. Emisie sa počítali na základe emisných faktorov a údajov o sumárnej spotrebe paliva malospotrebiteľmi a zo spotreby zemného plynu pre obyvateľstvo, získané z evidencie SPP, a.s. Od roku 1997 upravuje požiadavky na kvalitu palív, vedenie prevádzkovej evidencie a poskytovanie údajov orgánom štátnej správy vyhláška MŽP SR č.144/2000. Bilancia emisií za rok 1998 a 1999 nebola spracovaná.

Malé zdroje

Bilancia emisií za rok 2000 bola spracovaná v module NEIS CU rovnakým spôsobom výpočtu ako do roku 1997. Vstupné údaje (množstvá palív, podľa druhov, predané pre domácnosti a malospotrebiteľov a akostné znaky) potrebné pre bilanciu emisií boli získané od OÚ v module NEIS BU.

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, prechádzajúcom hranicami štátov. Vychádza z počtu jednotlivých typov automobilov, množstva najazdených 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.

4.2 VÝVOJOVÉ TRENDY ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK

EMISIE ZÁKLADNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK

Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok, ktoré boli spracované v systémoch REZZO a NEIS sú uvedené v tabuľke 4.1a,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 ďalšie zavádzanie odľučovacej techniky (Slovnaft a.s., Bratislava), resp. zvyšovanie jej účinnosti. Klesajúci trend emisií SO₂ od roku 1996 pokračuje aj v roku 2000 v dôsledku zníženia spotreby hnedého, čierneho uhlia a ťažkého vykurovacieho oleja (Elektrárne Zemianske Kostolány, Vojany a Slovnaft) a odsírovania veľkých energetických zdrojov (Elektrárne Zemianske Kostolány). Súčasne vzrastá spotreba zemného plynu.

Oxidy dusíka

Emisie oxidov dusíka vykazovali v období od roku 1990 mierny pokles. Mierny nárast 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 vedie k ďalšiemu poklesu emisií NO_x.

CO

Emisie CO mali od roku 1989 klesajúcu tendenciu, ktorá bola spôsobená najmä znížením spotreby a zmenou zloženia paliva vo sfére malospotrebiteľov (REZZO 3). Emisie CO z veľkých zdrojov klesajú 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 železa a ocele. Po jej náraste v roku 1993 na úroveň z roku 1989 sa úmerne zvýšili aj emisie CO. Mierny pokles emisií oxidov uhlíka v roku 1996 je zapríčinený zohľadnením účinkov opatrení na obmedzovanie emisií CO v najvýznamnejšom zdroji tohoto sektoru, ktoré boli stanovené na základe výsledkov merania emisií. Tendencia poklesu pokračuje aj v roku 2000.

EMISIE OSTATNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK

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.

V dôsledku harmonizácie inventúry s požiadavkami vyplývajúcimi z direktív EÚ dôjde v budúcnosti k ďalšej revízii zdrojov a emisií NMVOC, POPs a TK na Slovensku.

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 nízko-rozpúšťadlových 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 uhlíkovodíkov (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. 4.8a,b, obr. 4.4).

TK

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

Podiel jednotlivých sektorov na celkových emisiách v SR v roku 2000

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 uhoľnatým. Spaľovacie procesy a priemysel sú zase hlavným prispievateľom znečisťovania ovzdušia oxidmi síry a tuhými látkami. V tab. 4.3 sú emisie znečisťujúcich látok v zaťažených územiach (vyhl. MŽP SR 112/93 Z.z.). V tab.4.2 sú uvedené sumárne hodnoty emisií za vybrané druhy výrobných podľa členenia OKEČ.

Najvýznamnejšie zdroje znečisťovania ovzdušia v SR v roku 2000

V tabuľke 4.4 je uvedených 20 najvýznamnejších zdrojov znečisťovania ovzdušia. Podiel týchto zdrojov na celkovom znečisťovaní ovzdušia Slovenska prevádzkovateľmi je od 78,4 do 92,8%. V tab. 4.5 je uvedené poradie 10 najväčších znečisťovateľov v kraji podľa množstva základných znečisťujúcich látok.

Merné územné emisie za rok 2000

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 znakoch 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 sú inventúry za rok N ukončené k 31.12. (N+1).

Tab. 4.1a Emisie základných znečisťujúcich látok v SR v rokoch 2000 a 2001*** [tis.t]

		TZL		SO ₂		NO _x		CO	
		2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
Stacionárne zdroje - NEIS	Veľké zdroje*	29,923	29,722	101,955	109,823	54,485	51,653	120,609	115,177
	Stredné zdroje*	4,958	4,405	8,083	6,655	8,052	7,751	10,779	10,280
	Malé zdroje**	15,196	13,086	12,983	11,150	5,549	5,606	40,758	35,327
Mobilné zdroje	Cestná doprava	1,969	2,149	0,670	0,750	32,979	35,551	110,434	118,501
	Ostatná doprava	0,399	0,404	0,189	0,194	4,860	4,899	1,719	1,626
Spolu		52,445	49,766	123,880	128,572	105,925	105,460	284,299	280,911

* podľa Nariadenia vlády SR 92/1996, ktorým sa vykonáva zákon č.309/1991Z.z. a v znení neskorších predpisov

** podľa Vyhlášky MŽP SR 144/2000

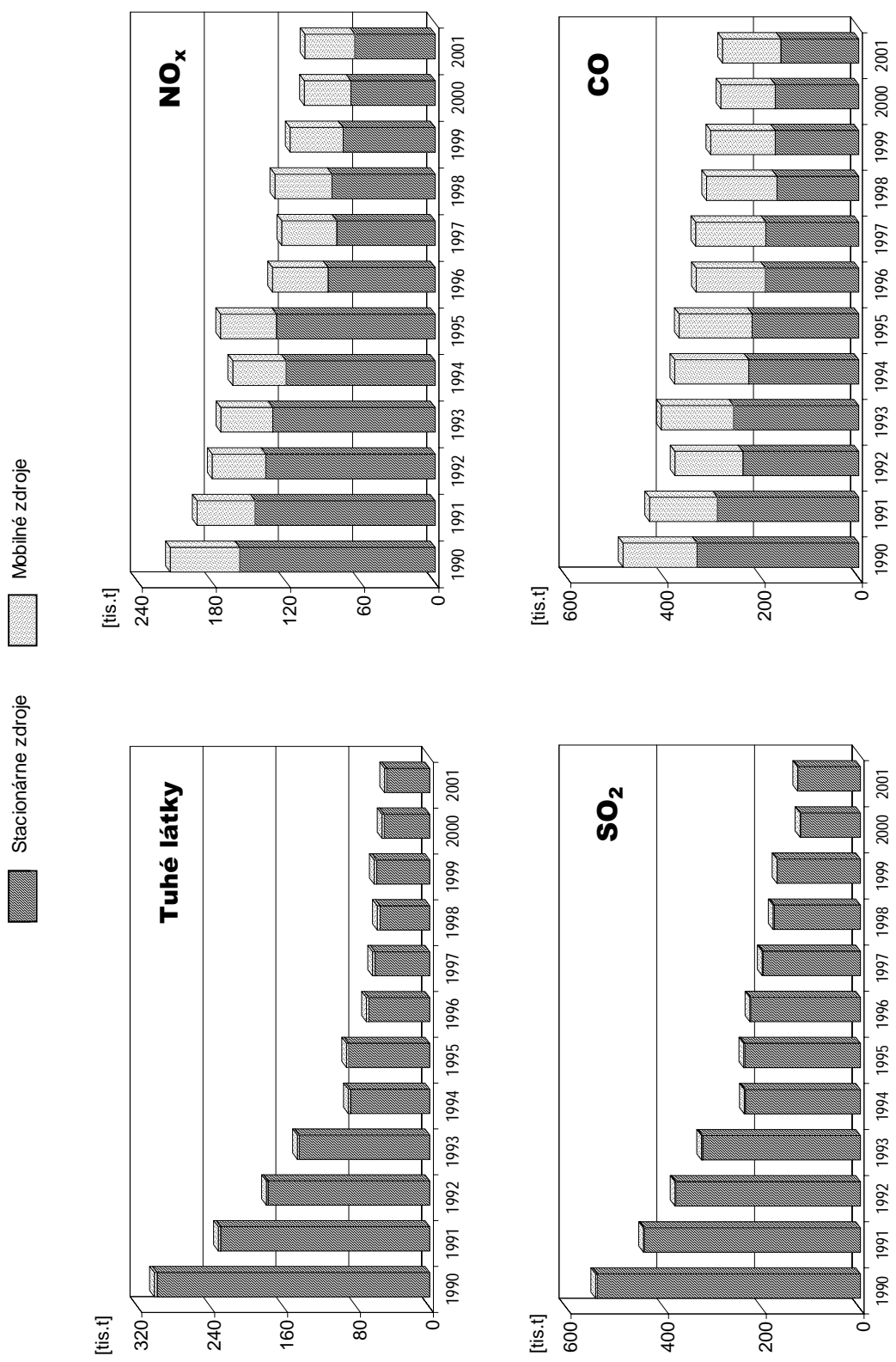
*** predbežné údaje

Tab. 4.1b Emisie základných znečisťujúcich látok v SR v rokoch 1990-1999 [tis. t]

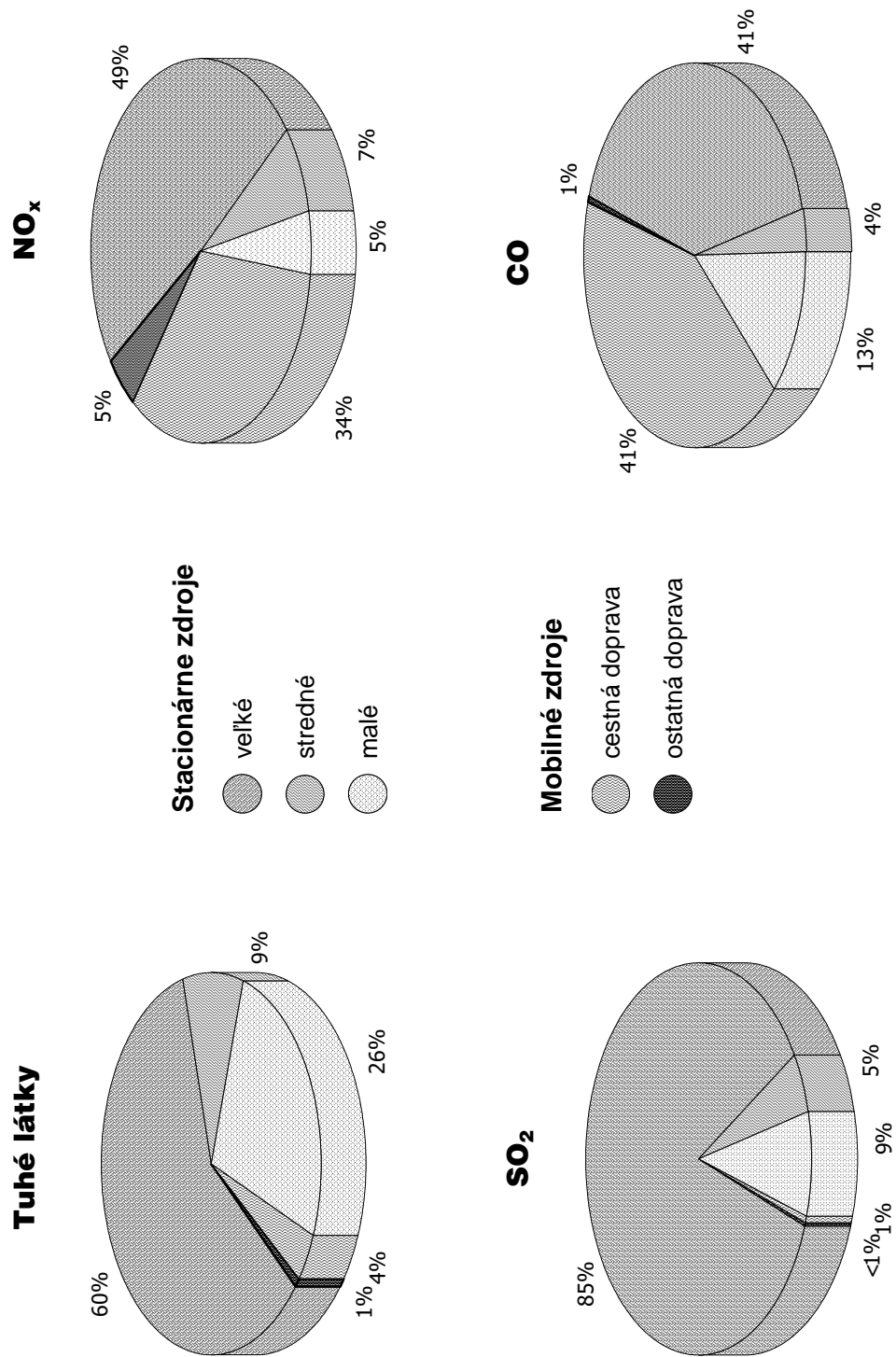
Emisie tuhých látok										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
REZZO 1	208,075	153,590	110,545	79,925	52,335	55,770	38,461	36,646	31,168	34,813
REZZO 2	36,425	#36,425	#36,425	#36,425	#17,097	#17,097	9,478	*9,478	*9,478	*9,478
REZZO 3	54,868	39,593	30,511	26,968	17,869	16,111	19,038	14,166	**14,166	**14,166
REZZO 4	3,128	2,513	2,113	1,998	2,420	2,622	2,688	2,696	2,918	2,693
Spolu	302,496	232,121	179,594	145,317	89,722	91,600	69,665	62,986	57,730	61,150
Emisie SO ₂										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	#37,509	#37,509	#37,509	#27,091	#27,091	10,577	*10,577	*10,577	*10,577
REZZO 3	79,487	57,298	44,091	39,255	25,926	20,706	16,314	12,087	**12,087	**12,087
REZZO 4	3,424	2,722	2,390	2,175	2,313	2,490	2,536	2,393	2,724	1,088
Spolu	542,401	444,613	380,024	325,350	238,076	238,877	226,735	201,620	179,110	170,862
Emisie NO _x										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	#5,193	#5,193	3,960	*3,960	*3,960	*3,960
REZZO 3	6,783	5,352	4,639	4,218	3,692	5,203	5,852	5,177	**5,177	**5,177
REZZO 4	56,198	46,898	43,380	42,113	43,377	45,181	44,938	44,485	46,238	42,861
Spolu	214,416	192,601	180,433	173,461	163,878	173,616	131,603	124,205	129,697	117,434
Emisie CO										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
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	#27,307	#27,307	#27,307	#11,409	#11,409	12,037	*12,037	*12,037	*12,037
REZZO 3	143,633	103,121	78,846	70,107	46,712	42,594	50,794	38,029	**38,029	**38,029
REZZO 4	152,282	139,516	139,403	149,028	152,574	150,413	142,387	144,244	144,598	132,486
Spolu	485,269	430,535	378,431	406,554	379,256	370,131	334,605	335,945	313,245	304,701

údaje získané odborným odhadom * údaje sú za rok 1996 ** údaje sú za rok 1997

Obr. 4.1 Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok v rokoch 1990-2001



Obr. 4.2 Emisie základných znečisťujúcich látok v roku 2001



Tab.4.2 Znečistenie ovzdušia v SR (NEIS), množstvo emisií podľa Odvetvovej klasifikácie ekonomických činností (OKEČ) za rok 2000 [tis.t/rok]

Druh výroby	Kód OKEČ	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
Výroba a rozvod elektriny	40.1	9,25	43,02	23,01	2,07
Výroba a rozvod pary a teplej vody	40.3	0,44	5,43	2,39	0,87
Zariadenia lokálneho vykurovania*	X	15,20	12,98	5,55	40,76
Priemyselné technologické procesy	15-37	21,81	53,73	28,84	115,14
výroba a spracovanie železa a ocele	27.1 - 27.3	15,30	16,98	10,25	84,60
výroba a sprac. neželezných kovov	27.4, 27.53, 27.54	0,20	2,47	0,61	7,97
výroba nekovových miner. produktov	26	1,66	1,37	6,25	10,11
výroba motorových vozidiel	34	0,02	0,01	0,09	0,07
výroba chemikálií, chem. vlákien	24	1,28	9,67	2,32	5,18
výroba koksu, raf. rop. prod. a jad. palív	23	0,88	13,05	4,77	0,79
výroba papiera a celulózy	21	0,66	7,39	2,07	2,77
výroba potravín a nápojov	15	0,21	1,01	0,81	0,38
Iné stacionárne zdroje	X	3,38	7,86	8,30	13,31
Stacionárne zdroje spolu	X	50,08	123,02	68,09	172,15

Tab. 4.3 Emisie znečisťujúcich látok zo zaťažených území*: REZZO1 - 1997, 1998, 1999 a NEIS - 2000 [t/rok]

Oblasť	Rok	Znečisťujúca látka			
		TZL	SO ₂	NO _x	CO
Banská Bystrica	1997	237	562	786	448
	1998	144	437	460	208
	1999	108	188	709	130
	2000	151	139	840	220
Bratislava	1997	1509	23408	5674	1043
	1998	1415	21338	5396	1011
	1999	1354	20589	5738	1142
	2000	878	13192	6259	1325
Hnúšťa-Tisovec	1997	112	76	80	74
	1998	131	50	74	73
	1999	67	17	38	37
	2000	81	26	56	61
Horná Nitra	1997	1612	45079	4244	1134
	1998	1581	41942	5232	1020
	1999	1455	45173	5325	1112
	2000	1399	25127	5234	1087
Jelšava-Lubeník	1997	285	47	683	1252
	1998	309	90	705	1086
	1999	270	181	603	1125
	2000	291	352	959	3817
Košice	1997	10558	17689	15893	83959
	1998	9177	13390	20518	72558
	1999	16344	15122	13365	85031
	2000	15735	18288	12327	84469

Oblasť	Rok	Znečisťujúca látka			
		TZL	SO ₂	NO _x	CO
Prešov	1997	50	22	173	101
	1998	123	21	180	136
	1999	50	1	162	80
	2000	28	16	121	125
Ružomberok	1997	1101	2696	1276	2256
	1998	629	1994	1100	1934
	1999	201	2927	1111	414
	2000	201	2878	1132	603
Strážske-Vranov-Humenné	1997	1540	14975	3519	3439
	1998	977	13951	3404	3395
	1999	910	13441	2915	3557
	2000	526	9580	1431	5264
Stredný Spiš	1997	310	7283	117	746
	1998	167	2562	109	736
	1999	29	636	25	202
	2000	55	26	17	275
Žiarska kotlina	1997	352	2609	426	10715
	1998	263	2296	343	10685
	1999	218	2678	500	8601
	2000	226	2497	621	8014
Žilina	1997	333	3682	1298	7059
	1998	154	2117	1161	138
	1999	128	1748	1061	128
	2000	503	1386	1159	345

* v zmysle vyhlášky MŽP SR č.112/1993 Z. z.

Tab. 4.4 Najvýznamnejšie zdroje znečistenia ovzdušia v SR a ich podiel na emisiách znečisťujúcich látok (NEIS) za rok 2000

Por. číslo	TZL		SO ₂		NO _x		CO	
	Prevádzkovateľ	[%]	Prevádzkovateľ	[%]	Prevádzkovateľ	[%]	Prevádzkovateľ	[%]
1	U.S. Steel Košice, s.r.o.	43,74	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolany	22,57	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	23,59	U.S. Steel Košice, s.r.o.	64,03
2	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	22,22	U.S. Steel Košice, s.r.o.	15,39	U.S. Steel Košice, s.r.o.	16,16	SLOVALCO, a.s., Žiar n/Hronom	6,00
3	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolany	2,14	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	12,88	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolany	7,99	CENON, s.r.o., Strážske	3,39
4	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	1,84	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	11,72	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	7,51	SLOVMAG, a.s., Lubeník	2,83
5	NCHZ, a.s., Nováky	1,46	CHEMKO, a.s., Strážske	7,13	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	2,56	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a váp.	2,00
6	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Žilina	1,26	Želba, a.s., o.z. Nižná Slaná	4,01	HIROCEM, a.s., Rohožník	2,13	OFZ, a.s., Istebné	1,62
7	DUSLO, a.s., Šaľa	1,23	BUKOCEL, a.s., Hencovce	3,21	SPP, a.s., Bratislava, záv. Veľké Kapušany	2,00	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	1,62
8	OFZ, a.s., Istebné	0,88	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Zvolen	2,89	SPP, a.s., Bratislava, záv. Jablonov nad Turňou	1,70	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,54
9	KERAMIKA, s.r.o., Košice	0,84	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	2,58	SPP, a.s., Bratislava, záv. Veľké Zlievce	1,61	Vápenka, a.s., Margecany	0,92
10	BUKOCEL, a.s., Hencovce	0,82	CHEMES, a.s., Humenné	1,53	CHEMKO, a.s., Strážske	1,40	Hirocem, a.s., Rohožník	0,68
11	CHEMKO, a.s., Strážske	0,78	DUSLO, a.s., Šaľa	1,37	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	1,40	Kameňolom a vápenka Glassner a.s., Žirany	0,60
12	Petrochema a.s., Dubová	0,67	ZSNP, a.s., Žiar nad Hronom	1,18	SPP, š.p., Bratislava, záv. Ivanka pri Nitre	1,40	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	0,58
13	Považská cementárneň, a.s., Ladce	0,64	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Žilina	1,17	DUSLO, a.s., Šaľa	1,38	Považská cementárneň, a.s., Ladce	0,53
14	CHEMES, a.s., Humenné	0,63	SLOVALCO, a.s., Žiar nad Hronom	1,07	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Žilina	1,31	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolany	0,46
15	Cementárneň, a.s., Turňa n/Bodvou	0,48	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	0,97	SKLOOBAL, a.s. Nemšová	1,19	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	0,43
16	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	0,47	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Martin	0,95	SMZ, a.s., Jelšava	1,12	ŽELBA, a.s., Nižná Slaná	0,43
17	Bučina, a.s., Zvolen	0,46	AssiDomán a.s., Štúrovo,	0,89	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,05	CHEMKO, a.s., Strážske	0,42
18	ENERGO Plus, Partizánske	0,46	Juhocukor a.s., Dunajská Streda	0,48	Považská cementárneň, a.s., Ladce	1,00	Bučina, a.s., Zvolen	0,42
19	SMZ, a.s., Jelšava	0,43	ENERGO Plus, Partizánske	0,48	OFZ, a.s., Istebné	0,97	Wienerberger slov. tehelne, s.r.o., Zlaté Moravce	0,36
20	SLOVMAG, a.s., Lubeník	0,41	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	0,32	Stredoslovenská cementárneň, s.r.o., Banská Bystrica	0,88	Kronospan Slovakia, s.r.o., Prešov	0,33
Spolu		81,86		92,79		78,35		89,19

Tab. 4.5 Znečisťovanie ovzdušia - poradie zdrojov v rámci kraja podľa množstva emisií - 2000

BRATISLAVSKÝ KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II
2.	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky	ISTROCHEM, a.s., Bratislava	Bratislava III
3.	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II
4.	Vojenský útvar 5949 Pezinok	Pezinok	Psychiatrická nemocnica Philippa Pinela,	Pezinok
5.	TERMING s.r.o., Bratislava	Bratislava I	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky
6.	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	TERMING s.r.o., Bratislava	Bratislava I
7.	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	Vojenský útvar 5949 Pezinok	Pezinok
8.	VÚ Kuchyňa	Malacky	ZEZ, š.p., Bratislava, Výhrevňa - juh	Bratislava II
9.	Fakultná nemocnica Bratislava	Bratislava I	CEVASERVIS, a.s., Stupava	Malacky
10.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	Fakultná nemocnica Bratislava	Bratislava I
NO _x			CO	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky
2.	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II
3.	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	TERMING s.r.o., Bratislava	Bratislava I
4.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	SkyLife s.r.o., Bratislava	Malacky
5.	C – term s.r.o., Bratislava	Bratislava V	Technické služby Bratislava, s.r.o.	Bratislava III
6.	TECHNICKÉ SKLO, a.s., Bratislava	Bratislava IV	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III
7.	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	VÚ Kuchyňa	Malacky
8.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň-západ	Bratislava IV	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV
9.	NAFTA GAS, a.s., Malacky	Malacky	C – term s.r.o., Bratislava	Bratislava V
10.	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III

TRNAVSKÝ KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
2.	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská	CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta
3.	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica
4.	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava	Železničné opravovne a strojárne, a.s., Trnava	Trnava
5.	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava
6.	Poľnohospodárske družstvo Zavar	Trnava	Drôtovňa Dróty, a.s., Hlohovec	Hlohovec
7.	Malokarpatské štrkopieskovne	Trnava	D-APETIT, s.r.o., Dunajská Streda	Dunajská Streda
8.	Technické služby mesta Galanta	Galanta	Wienerbergetr Slov.tehelne s.r.o., závod	Trnava
9.	TŽK a.s. Trnava	Trnava	SE a.s., AE Bohunice o.z., Jaslovské Bohunice	Trnava
10.	Liehovar Krystal Sedín, s.r.o.	Galanta	Baňa Záhorie, Holíč, stredisko Čáry	Senica
NO _x			CO	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava	Wienerberger Slov.tehelne s.r.o.	Trnava
2.	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava
3.	CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta	Drôtovňa Dróty, a.s., Hlohovec	Hlohovec
4.	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava
5.	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	SWEDWOOD SLOVAKIA, s.r.o., o.z. Trnava	Trnava
6.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň Trnava	Trnava	Liehovar Krystal Sedín, s.r.o.	Galanta
7.	Drôtovňa Dróty, a.s., Hlohovec	Hlohovec	Cesty Nitra, a.s., Obaľovacia súprava	Trnava
8.	SOUTHERM s.r.o. Dunajská Streda	Dunajská	VÚ 2755 Senica	Senica
9.	Slovakofarma a.s., Hlohovec	Hlohovec	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava
10.	Bytový podnik, s.r.o., Piešťany	Piešťany	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica

NITRIANSKY KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa
2.	AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky	AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
3.	JCP IZOLÁCIE, a.s., Štúrovo	Nové Zámky	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra
4.	Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra	MENERT-THERM, s.r.o., Šaľa	Šaľa
5.	IDEA NOVA, s.r.o., Nitra	Nitra	ŽSR Bratislava, zdroje – Štúrovo, Nové Zámky	Nové Zámky
6.	SES REAL, s.r.o., Tlmače	Levice	JCP IZOLÁCIE, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
7.	ŽSR Bratislava, zdroje – Štúrovo, Nové Zámky	Nové Zámky	SES Kotly, a.s., Tlmače	Levice
8.	Poľonákup NAVYS, a.s.	Nitra	Energo – Bytos s.r.o., Levice	Levice
9.	DECODOM, s.r.o., Topoľčany	Topoľčany	SES REAL, a.s., Tlmače	Levice
10.	PTZ Levice, s.r.o.	Levice	SLUŽBYT Nitra, s.r.o.	Nitra
NO _x			CO	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra	Kameňolom a vápenka, a.s., Žirany	Nitra
2.	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa	Wienerberger Slov.tehelne s.r.o., Zlaté	Zlaté Moravce
3.	AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky	SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nové Zámky
4.	Službyt, a.s., Nitra	Nitra	AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nitra
5.	LEVITEX, a.s., Levice	Levice	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra
6.	Heineken Slovensko, a.s., prevádzka Hurbanovo	Komárno	PTZ Levice, s.r.o	Levice
7.	Tekom – therm s.r.o. Komárno	Komárno	DECODOM, s.r.o., Topoľčany	Topoľčany
8.	Bytový podnik Nové Zámky	Nové Zámky	JCP Izolácie a.s., Štúrovo	Nitra
9.	TOMA s.r.o., Topoľčany	Topoľčany	Duslo, a.s. Šaľa	Šaľa
10.	Fortunae, s.r.o., Levice	Levice	IDEA NOVA, s.r.o., Nitra	Nitra

TRENČIANSKY KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolány	Prievidza	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolány	Prievidza
2.	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza	ENERGO PLUS, s.r.o., Partizánske	Partizánske
3.	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystr.
4.	ENERGO PLUS, s.r.o., Partizánske	Partizánske	HBP, a.s., Baňa Cígeľ, o.z.	Prievidza
5.	ZTS-ENERGO, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava	Syenit a.s., Púchov	Púchov
6.	SKLOOBAL a.s., Nemšová	Trenčín	SKLOOBAL a.s., Nemšová	Trenčín
7.	LR CRYSTAL, a.s., Lednické Rovne	Púchov	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava
8.	HBP, a.s., Baňa Cígeľ, o.z.	Prievidza	TSM, s.r.o., Partizánske	Partizánske
9.	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	Trenčín	ZTS-ENERGO, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava
10.	LUDOPRINT a.s., Bobot	Trenčín	TATRA SIPOX, a.s., Bánovce nad Bebravou	Bánovce
NO _x			CO	
	Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres
1.	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolány	Prievidza	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	Trenčín
2.	SKLOOBAL a.s., Nemšová	Trenčín	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava
3.	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolány	Prievidza
4.	LR CRYSTAL, a.s., Lednické Rovne	Púchov	ENERGO PLUS, s.r.o., Partizánske	Partizánske
5.	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	Trenčín	ZTS-Metalurgia, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava
6.	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza	V.O.S.R., s.r.o., Pravenec	Prievidza
7.	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza
8.	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystr.	Tepláreň, a.s., Považská Bystrica	Považská
9.	ENERGO PLUS, s.r.o., Partizánske	Partizánske	HBP, a.s., Baňa Cígeľ, Prievidza	Prievidza
10.	ZTS-Energo, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava	TSM, s.r.o., Partizánske	Partizánske

BANSKOBYSSTRICKÝ KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres	
1. PETROCHEMA, a.s., Dubová	Brezno	SSE, š.p., Tepláreň Zvolen	Zvolen	
2. Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen	ZSNP, a.s, Žiar nad Hronom	Žiar nad	
3. Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom	Žiar nad	
4. SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	
5. SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom	Žiar nad	PETROCHEMA, a.s., Dubová	Brezno	
6. ZSNP, a.s., Žiar nad Hronom	Žiar nad	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica	
7. ANB, a.s., prevádzka Žarnovica	Žarnovica	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	
8. SSE, š.p., Tepláreň Zvolen	Zvolen	Biotika, a.s., Slovenská Lupča	Banská Bystrica	
9. Lovinit, a.s., Lovinobaňa	Lučenec	BAŇA DOLINA, a.s, Veľký Krtíš	Veľký Krtíš	
10. Smrečina Holding, a.s., Banská Bystrica	Banská Bystrica	Gemercukor, a.s. Rim. Sobota	Rim. Sobota	
NOx			CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres	
1. SPP, š.p., SLOVTRNSGAZ, závod Veľké	Veľký Krtíš	SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom	Žiar nad	
2. Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	
3. Štredoslov. cementáreň, s.r.o., Banská	Banská Bystrica	Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen	
4. SSE š.p. Tepláreň Zvolen	Zvolen	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica	
5. ZSNP, a.s, Žiar nad Hronom	Žiar nad	Železiarne Podbrezová, a.s.	Brezno	
6. SLOVALCO, a.s. Žiar nad Hronom	Žiar nad	SPP, š.p., SLOVTRNSGAZ, závod Veľké	Veľký Krtíš	
7. SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	
8. Bučina Zvolen a.s.	Zvolen	ZŤS Sabinov, Zlieváreň Hronec	Brezno	
9. Slovglass, a.s., Poltár	Poltár	ZSNP, a.s, Žiar nad Hronom	Žiar n/Hronom	
10. Železiarne Podbrezová, a.s.	Brezno	Liečebné termálne kúpele, a.s., Sklené Teplice	Žiar n/Hronom	

ŽILINSKÝ KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres	
1. SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	Severoslov. celulóžky a papierne, a.s.,	Ružomberok	
2. Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	
3. Severoslov. celulóžky a papierne, a.s.,	Ružomberok	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martin	
4. Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	Žilina	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo	
5. ŽOS, a.s, Vrútky	Martin	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín	
6. ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo	ŽOS, a.s, Vrútky	Martin	
7. Drevomax, s.r.o., Liptovský Mikuláš	Dolný Kubín	SOTE, s.r.o., výhrevňa Sihly	Čadca	
8. ŽSR Bratislava, zdroje – Žilina, Strečno, Varín	Žilina	ENERGODIT, s.r.o., Liptovský Mikuláš	Lipt. Mikuláš	
9. OFZ – Profily, a.s., Istebné	Dolný Kubín	Drevoprodukt s.r.o., Turany	Martin	
10. Ludová tvorba, Veľké Rovné	Bytča	Drevina s.r.o., Turany	Martin	
NOx			CO	
Prevádzkovateľ	Okres	Prevádzkovateľ	Okres	
1. SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostofany	Prievidza	CEMMAC, a.s., Horné Sŕnie	Trenčín	
2. Severoslov. celulóžky a papierne, a.s.,	Ružomberok	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	Žilina	
3. SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	OFZ, a.s., Istebné	Dolný Kubín	
4. OFZ, a.s., Istebné	Dolný Kubín	Severoslov. celulóžky a papierne, a.s.,	Ružomberok	
5. SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martin	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	
6. Aquachema, s.r.o., Žilina	Žilina	Drevoindustria Súľov 01, s.r.o.	Bytča	
7. Slovenská. paroplynová spol., a.s., Ružomberok	Ružomberok	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo	
8. MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský	ŽOS, a.s, Vrútky	Martin	
9. OFZ – Profily, a.s., Istebné	Dolný Kubín	Speciality Minerals Slovakia, s.r.o.,	Ružomberok	
10. Bavlnárske závody – TEXICOM, s.r.o.,	Ružomberok	OFZ – Profily, a.s., Istebné	Dolný Kubín	
	Martin	Drevomax, s.r.o., Liptovský Mikuláš	Lipt. Mikuláš	

PREŠOVSKÝ KRAJ

Tuhé látky			SO ₂	
Prevádzkovateľ	Okres		Prevádzkovateľ	Okres
1. BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov n/Topľou		BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov n/Topľou
2. CHEMES, a.s., Humenné	Humenné		CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
3. KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov		VIHORLAT, a.s., Snina	Snina
4. VIHORLAT, a.s., Snina	Snina		Tehelne Temako a.s., Hanušovce	Vranov nad
5. Bukóza Preglejka a.s., Hencovce	Vranov nad		UNIOL-VRANOV, s.r.o., teheliňa Vranov nad	Vranov nad
6. INWOOD, a.s., Kružľov	Bardejov		Obuv Bardejov,a.s.,Bardejov	Bardejov
7. ZELBA, a.s., Kovostroj Švábovce	Poprad		ŽELBA, a.s., Kovostroj Švábovce	Poprad
8. Bukóza Progres s.r.o., Vranov n.T.	Vranov nad		TESLA,a.s., Stará Lubovňa	Stará Lubovňa
9. Cestné stavby a.s.,Košice,obaľ. súprava	Prešov		Zastrova, a.s. Spišská Stará Ves	Kežmarok
10. TATRAVAGÓNKA, a.s., Poprad	Poprad		Cestné stavby a.s. Košice, obaľ.súprava	Michalovce
NOx			CO	
Prevádzkovateľ	Okres		Prevádzkovateľ	Okres
1. BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov n/Topľou		BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov n/Topľou
2. CHEMES, a.s., Humenné	Humenné		KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov
3. VIHORLAT, a.s., Snina	Snina		CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
4. KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov		VIHORLAT, a.s., Snina	Snina
5. SPRAVBYT, a.s., Prešov	Prešov		Cest. stav., a.s., Košice, Obaľ. súpr.	Prešov
6. SPRAVBYT, a.s., Bardejov	Bardejov		Chemosvit-Strojchem, a.s., Svit	Poprad
7. Chemosvit-Energochem, a.s., Svit	Poprad		Cest. stav., a.s., Košice, Obaľ. súpr. Kvetnica	Poprad
8. Dalkia, a.s.,Poprad	Poprad		VÚ 1018 – VSB 1017, Prešov	Prešov
9. Malterie Soufflet Slovaquie,s.r.o.,Veľký Šariš	Prešov		Inž.stav.,a.s,Košice, obaľ.súpr.Krásna	Prešov
10. Bardejovské kúpele a.s.	Bardejov		Spravbyt, a.s., Prešov	Prešov

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, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce		SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce
3. Keramika, a.s., Košice	Košice II		CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce
4. CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce		ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava
5. Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie		SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV
6. FINIS-NOVA,s.r.o. Spišská Nová Ves	Spišská N.Ves		FINIS – NOVA s.r.o., Spišská Nová Ves	Spišská N.Ves
7. ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava		Keramika, a.s., Košice	Košice II
8. Carmeuse Slovakia s.r.o., Dvorníky- Včeláre	Košice - okolie		EKOTHERMAL 99,s.r.o, SPAKO-Krásna	Košice IV
9. Kalcit, s.r.o., Slaveč	Rožňava		Tepelné hospodárstvo Moldava a.s.	Košice - okolie
10. SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV		ŽSR SR, zdroje-Košice IV	Košice IV
NOx			CO	
Prevádzkovateľ	Okres		Prevádzkovateľ	Okres
1. SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce		U.S. Steel,s.r.o., Košice	Košice II
2. U.S. Steel, s.r.o., Košice	Košice II		CENON, s.r.o., Strážske	Michalovce
3. SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV		Vápenka, a.s., Margecany	Gelnica
4. SPP a.s., závod Veľké Kapušany	Michalovce		SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce
5. SPP a.s., závod Jablonov nad Turňou	Rožňava		ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava
6. CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce		CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce
7. Keramika, a.s., Košice	Košice II		Zlieváreň SEZ Krompachy,a.s., Krompachy	Spišská N. Ves
8. Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie		SPP a.s., závod Jablonov nad Turňou	Rožňava
9. ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava		SPP a.s., závod Veľké Kapušany	Michalovce
10. EKOTHERMAL 99,s.r.o, SPAKO-Krásna n/Hornád	Košice IV		Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie

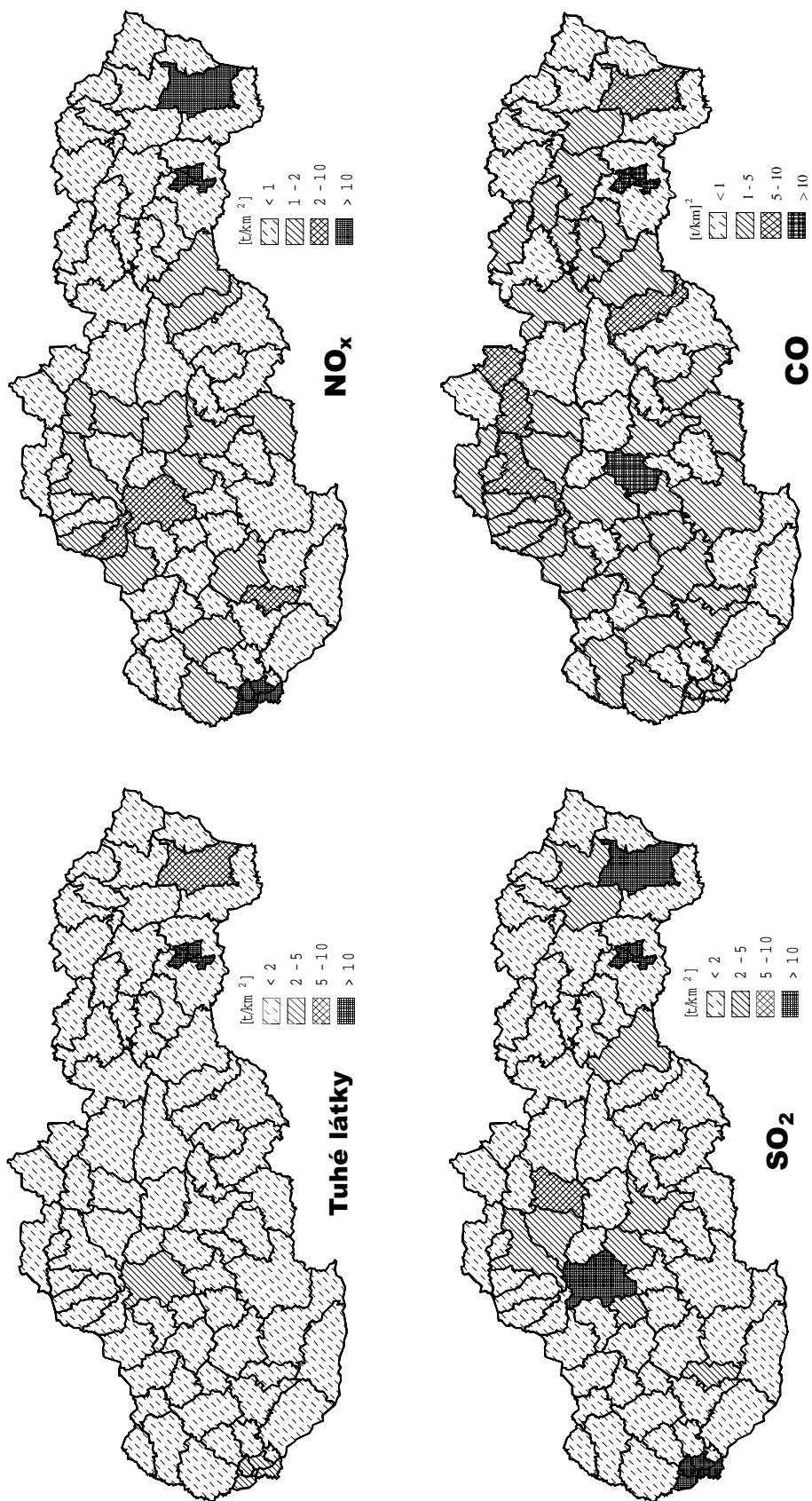
Tab. 4.6 Množstvo emisií zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 2000 v územnom členení za okresy

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	923	13227	6385	1476	2,509	35,942	17,351	4,011
2. Malacky	206	97	1520	1169	0,237	0,111	1,743	1,340
3. Pezinok	127	158	122	301	0,340	0,423	0,326	0,802
4. Senec	86	76	119	291	0,239	0,210	0,331	0,805
5. Dunajská Streda	395	857	301	1034	0,367	0,797	0,280	0,962
6. Galanta	523	676	313	1371	0,815	1,054	0,487	2,138
7. Hlohovec	99	115	126	407	0,371	0,431	0,470	1,524
8. Piešťany	122	95	117	348	0,320	0,248	0,308	0,913
9. Senica	293	353	205	870	0,385	0,463	0,269	1,143
10. Skalica	117	99	70	309	0,327	0,275	0,195	0,860
11. Trnava	342	344	863	1382	0,727	0,730	1,832	2,934
12. Bánovce n/B	57	63	61	147	0,124	0,137	0,132	0,318
13. Ilava	422	234	812	1189	1,176	0,651	2,261	3,312
14. Myjava	93	81	60	250	0,286	0,248	0,184	0,768
15. Nové Mesto n/V	324	271	131	843	0,559	0,467	0,227	1,454
16. Partizánske	219	641	180	553	0,729	2,129	0,599	1,837
17. Považská Bystrica	206	518	208	597	0,445	1,119	0,448	1,290
18. Prievidza	2578	26126	5516	4141	2,685	27,215	5,746	4,313
19. Púchov	276	318	616	658	0,736	0,849	1,643	1,755
20. Trenčín	229	295	1254	2598	0,339	0,437	1,857	3,849
21. Komárno	148	127	203	432	0,134	0,116	0,184	0,393
22. Levice	710	665	301	1760	0,458	0,429	0,194	1,135
23. Nitra	378	348	1218	1771	0,434	0,400	1,398	2,034
24. Nové Zámky	597	1474	773	1277	0,444	1,094	0,574	0,948
25. Šala	705	1792	980	752	1,980	5,034	2,754	2,114
26. Topoľčany	283	221	156	745	0,474	0,370	0,262	1,248
27. Zlaté Moravce	125	114	91	839	0,239	0,219	0,174	1,610
28. Bytča	283	226	87	737	1,002	0,800	0,309	2,612
29. Čadca	677	822	286	1944	0,890	1,081	0,377	2,559
30. Dolný Kubín	617	384	760	2764	1,260	0,784	1,551	5,640
31. Kysucké Nové Mesto	176	166	98	493	1,014	0,952	0,562	2,832
32. Liptovský Mikuláš	427	543	276	1006	0,323	0,411	0,208	0,761
33. Martin	525	1665	522	1113	0,713	2,262	0,709	1,512
34. Námestovo	346	531	94	607	0,501	0,769	0,137	0,879
35. Ružomberok	699	3328	1241	1850	1,080	5,144	1,919	2,860
36. Turčianske Teplice	110	90	34	281	0,280	0,229	0,087	0,715
Slovensko	50077	123021	68086	172146	1,027	2,523	1,396	3,530

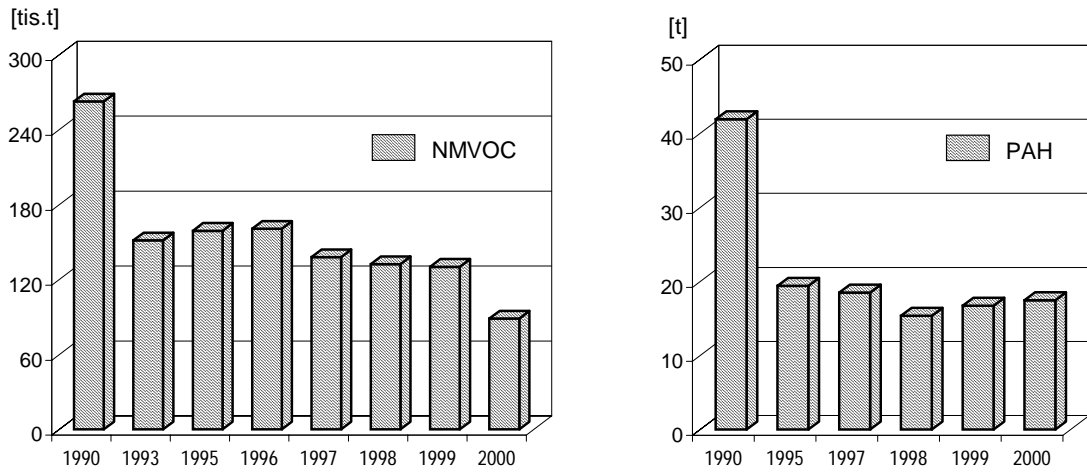
Okres	Emisie [t/rok]				Merné územné emisie [t/rok.km ²]			
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	TZL	SO ₂	NO _x	CO
37. Tvrdošín	1025	906	225	2654	2,140	1,891	0,470	5,540
38. Žilina	1240	1956	1397	4589	1,522	2,400	1,714	5,631
39. Banská Bystrica	335	296	915	676	0,414	0,366	1,131	0,836
40. Banská Štiavnica	63	55	29	182	0,226	0,197	0,103	0,655
41. Brezno	602	502	283	1153	0,476	0,397	0,224	0,911
42. Detva	151	137	67	414	0,318	0,288	0,140	0,871
43. Krupina	75	67	34	210	0,128	0,115	0,058	0,360
44. Lučenec	488	305	201	1021	0,633	0,395	0,261	1,324
45. Poltár	109	75	234	273	0,216	0,149	0,463	0,540
46. Revúca	420	460	1024	4149	0,575	0,630	1,402	5,684
47. Rimavská Sobota	362	328	197	765	0,246	0,223	0,134	0,520
48. Veľký Krtíš	400	387	1120	1054	0,471	0,455	1,319	1,241
49. Zvolen	610	3563	863	1596	0,804	4,694	1,137	2,103
50. Žarnovica	248	261	155	676	0,582	0,612	0,364	1,588
51. Žiar n/H	402	2652	686	8561	0,755	4,985	1,289	16,093
52. Bardejov	299	256	166	703	0,319	0,273	0,177	0,751
53. Humenné	317	1765	567	485	0,420	2,340	0,752	0,643
54. Kežmarok	109	104	81	293	0,129	0,124	0,096	0,349
55. Levoča	151	135	59	424	0,424	0,378	0,166	1,187
56. Medzilaborce	35	36	17	99	0,082	0,085	0,041	0,232
57. Poprad	446	363	296	1208	0,397	0,323	0,263	1,076
58. Prešov	329	227	373	1188	0,352	0,243	0,400	1,272
59. Sabinov	268	225	99	737	0,554	0,466	0,205	1,523
60. Snina	147	261	217	270	0,183	0,325	0,270	0,336
61. Stará Ľubovňa	323	293	96	846	0,518	0,469	0,154	1,355
62. Stropkov	33	28	25	95	0,086	0,073	0,064	0,244
63. Svidník	39	29	37	98	0,071	0,052	0,067	0,178
64. Vranov n/T	433	3699	758	2230	0,563	4,811	0,986	2,900
65. Gelnica	142	116	63	1586	0,243	0,198	0,108	2,716
66. Košice	15872	18407	12402	84850	64,783	75,132	50,621	346,328
67. Košice - okolie	662	421	397	1087	0,432	0,274	0,259	0,709
68. Michalovce	8209	22125	17071	6140	8,056	21,712	16,752	6,025
69. Rožňava	513	4750	1436	1671	0,437	4,049	1,224	1,425
70. Sobrance	62	61	30	89	0,114	0,113	0,055	0,165
71. Spišská Nová Ves	409	379	186	976	0,696	0,645	0,317	1,662
72. Trebišov	303	256	182	793	0,282	0,238	0,170	0,738
Slovensko	50077	123021	68086	172146	1,027	2,523	1,396	3,530

Merné územné emisie - 2000

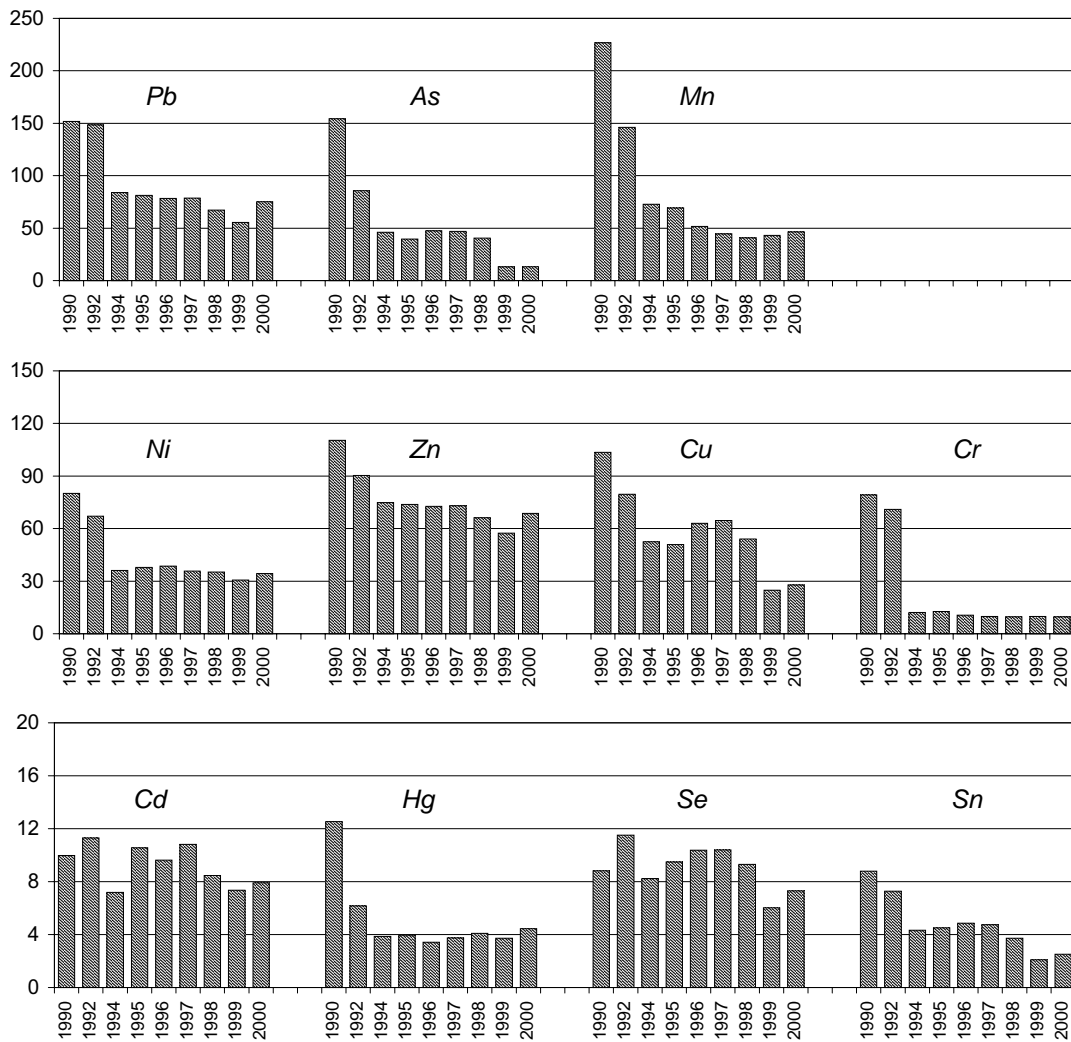
Obr. 4.3



Obr. 4.4 Vývojové trendy emisií NMVOC a PAH



Obr. 4.5 Vývojové trendy emisií ťažkých kovov [t]



Tab. 4.7 Emisie NMVOC v Slovenskej republike [t]

Sektor / Subsektor	1990	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Spaľovacie procesy I	335	276	258	257	247	265	228	201
Systémova energetika	223	190	187	189	182	192	166	139
Komunálna energetika	112	86	71	68	65	73	62	62
Spaľovacie procesy II	9576	5496	3095	3590	2761	2761	2761	2899
Vykurovanie obchodu a služieb	226	226	150	134	134	134	134	33
Spaľovanie v poľnohospodárstve	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	14
Vykurovanie domácností	9350	5270	2945	3456	2627	2627	2627	2853
Spaľovacie procesy v priemysle	1063	1169	1083	1270	1291	993	632	868
Priemyselná energetika	206	152	151	152	144	126	124	159
Výroba železa	32	29	29	26	28	25	27	28
Aglomerácia rudy	628	500	635	582	601	443	462	679
Výroba medi	197	488	268	510	518	399	19	2
Priemyselné technológie	155410	64160	70961	74840	60632	56758	61112	24494
Spracovanie ropy	17188	12119	7474	8359	7717	7960	6563	6627
Výroba koksu	1053	844	834	769	779	640	681	719
Výroba ocele	43	35	36	31	31	32	33	34
Studené a teplé valcovanie	233	250	297	283	302	290	304	300
Výroba hliníka	0,101	0,058	0,049	0,167	0,165	0,162	0,164	0,160
Priemyselná organická chémia	6437	3519	1369	1386	1364	870	785	652
Potravínarský priemysel	3224	3233	2359	2252	2567	1590	1546	1538
Asfaltovanie ciest	127232	44160	58592	61760	47872	45376	51200	14624
Ťažba a distribúcia nerastných surovín	8822	8868	8535	8104	9336	5854	6606	5929
Ťažba a doprava ropy	5198	5194	4298	4296	3803	3801	4194	3750
Distribúcia pohonných hmôt	3624	3674	4237	3808	5533	2053	2412	2179
Používanie rozpúšťadiel a ostat. výrobkov	48071	38301	41166	39781	30762	32221	29429	29063
Používanie náterov a lepidiel	32811	19349	20687	19122	15653	16035	14365	13214
Chemické čistenie a odmasťovanie	6650	10366	11838	12108	6498	7563	6483	7272
Spracovanie rast. tukov a olejov	332	308	363	273	332	345	303	299
Výrobky	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278
Cestná doprava	33070	30699	32651	31510	31617	32023	28240	24371
Ostatná doprava	953	543	599	609	584	659	571	528
Spaľovanie odpadu	4538	1339	259	147	153	226	180	208
Komunálny odpad	102	102	102	59	77	98	95	133
Priemyselný odpad	157	157	157	74	67	122	79	66
Nemocničný odpad	IE	IE	IE	14	9	6	6	9
Poľnohospodársky odpad*	4279	1080	-	-	-	-	-	-
Poľnohospodárstvo	651	436	436	436	436	436	436	436
Spolu	262488	151287	159042	160544	137819	132195	130195	88997

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. 4.8a Emisie perzistentných organických látok v Slovenskej republike v roku 1990

Sektor / Subsektor	PCDD/PCDF* [g]	PCB [kg]	PAH			I(1,2,3-cd)P [kg]
			suma PAH [kg]	B(a)P [kg]	B(k)F [kg]	
Spaľovacie procesy I	8,047	27,031	17266,448	6598,875	9370,216	702,140
Systémová energetika	6,028	21,699	11,159	0,048	5,511	0,089
Komunálna energetika	1,481	5,332	9,489	0,028	4,705	0,051
Výroba koksu	0,538		17245,800	6598,800	9360,000	702,000
Spaľovacie procesy II	35,130	42,205	12258,882	2871,733	1542,160	4056,048
Vykurovanie obchodu a služieb	3,286	4,853	5,456	0,517	1,161	0,839
Vykurovanie domácností	31,844	37,352	12253,426	2871,216	1540,998	4055,209
Spaľovacie procesy v priemysle	41,287	36,628	803,787	231,997	28,801	114,489
Priemyselná energetika	5,081	18,290	37,500	0,107	18,599	0,195
Výroba železa	17,805		60,537	60,537		
Aglomerácia rudy	17,130	14,846	685,200	171,300		114,200
Výroba liatiny	0,301					
Ostatné	0,970	3,492	20,551	0,053	10,202	0,094
Priemyselné technológie	28,813		10167,878	4081,115	2863,235	360,293
Výroba hliníka	0,135		9527,664	3774,400	2708,132	337,000
Výroba ocele	28,674		81,243	81,243		
Uhlíkaté materiály	0,004		536,655	216,545	150,640	18,830
Impregnácia dreva			22,316	8,927	4,463	4,463
Cestná doprava	0,714	53,653	1195,462	298,915	179,151	298,915
Ostatná doprava	0,082	1,629	193,513	48,386	28,999	48,386
Spaľovanie odpadu	75,333	2,327	0,210	0,210		
Komunálny odpad	32,169	0,758	0,100	0,100		
Priemyselný odpad	43,163	1,570	0,110	0,110		
Spolu	189,405	163,474	41886,180	14131,231	14012,562	5580,271

* 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)
 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

Tab. 4.8b Emisie perzistentných organických látok v Slovenskej republike v roku 2000

Sektor / Subsektor	PCDD/PCDF* [g]	PCB [kg]	PAH			I(1,2,3-cd)P [kg]
			suma PAH [kg]	B(a)P [kg]	B(k)F [kg]	
Spaľovacie procesy I	5,016	16,738	11773,534	4503,343	6389,759	479,126
Systémová energetika	4,496	16,187	2,243	0,021	1,091	0,041
Komunálna energetika	0,153	0,551	1,983	0,005	0,984	0,010
Výroba koksu	0,367		11769,308	4503,317	6387,684	479,076
Spaľovacie procesy II	9,230	11,268	3134,357	733,241	404,446	1023,676
Vykurovanie obchodu a služieb	1,009	1,873	2,277	0,133	0,739	0,217
Vykurovanie domácností	8,221	9,395	3132,080	733,108	403,706	1023,459
Spaľovacie procesy v priemysle	39,967	35,989	858,019	239,177	31,498	123,761
Priemyselná energetika	2,460	8,855	30,966	0,083	15,367	0,149
Výroba železa	15,832		53,828	53,828		
Aglomerácia rudy	18,518	16,049	740,714	185,178		123,452
Výroba liatiny	0,078					
Ostatné	3,079	11,085	32,511	0,088	16,131	0,16
Priemyselné technológie	23,105		792,249	298,66	229,575	30,001
Výroba hliníka	0,220		403,124	131,776	127,383	16,582
Výroba ocele	22,796		64,589	64,589		
Uhlíkaté materiály	0,089		324,019	102,088	102,088	13,316
Impregnácia dreva			0,517	0,207	0,103	0,103
Cestná doprava	0,628	66,267	807,622	201,939	121,031	201,939
Ostatná doprava	0,042	0,846	100,470	25,122	15,056	25,122
Spaľovanie odpadu	67,503	1,744	0,184	0,184		
Komunálny odpad	42,349	0,998	0,132	0,132		
Priemyselný odpad	18,156	0,660	0,046	0,046		
Nemocničný odpad	6,999	0,086	0,006	0,006		
Spolu	145,491	132,851	17466,435	6001,666	7191,365	1883,625

* 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)
 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

Tab. 4.9a Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike v roku 1990 [t]

Sektor / Subsektor	Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Spalovacie procesy I	5,046	28,244	0,204	9,552	7,885	0,424	16,220	1,311	12,203	1,876	69,705
Systémová energetika	3,415	22,250	0,135	7,138	5,732	0,324	11,014	1,031	8,730	1,373	49,089
Komunálna energetika	1,632	5,994	0,069	2,414	2,153	0,101	5,206	0,280	3,473	0,503	20,616
Spalovacie procesy II	5,278	26,078	0,204	8,257	7,701	0,228	7,010	0,428	12,864	2,003	86,871
Výkurovanie obchodu a služieb	2,246	10,260	0,090	3,246	3,026	0,096	2,941	0,170	5,279	0,785	34,088
Výkurovanie domácností	3,032	15,818	0,114	5,011	4,675	0,132	4,069	0,257	7,585	1,218	52,783
Spalovacie procesy v priemysle	66,460	97,477	8,200	9,547	74,460	10,067	26,342	7,021	52,219	4,866	60,366
Priemyselná energetika	5,198	16,426	0,225	7,061	6,109	0,360	21,042	0,962	10,277	1,379	56,123
Výroba železa	0,121	0,011	0,192	0,915	0,071	0,306	3,048	0,039	7,624		
Výroba skla	10,226	1,416	7,338	0,560	0,140	0,012	0,443	4,199	2,566		
Aglomerácia rudy	38,742	1,324	0,023	0,126	12,733	3,506	0,976	1,799	20,271	1,456	4,231
Výroba meďi	5,181	77,744	0,369		55,339	4,310			9,547	1,870	
Výroba cementu	6,971	0,086	0,021	0,764		1,431	0,808	0,011	1,779		0,011
Úprava hliníkovej rudy				0,016		0,139			0,027		
Výroba magnezitu	0,021	0,471	0,033	0,105	0,067	0,002	0,023	0,011	0,128	0,160	
Priemyselné technológie	1,940	2,541	0,034	50,977	4,979	1,074	24,226	0,014	19,477	0,048	9,756
Výroba ocele	1,319	0,072	0,014	0,167	2,605	0,014	2,633	0,014	5,496	0,048	1,094
Výroba hliníka			0,007				0,674		0,674		
Výroba ferozliatin	0,182	0,012	0,006	2,138	0,010		0,014		1,312		8,528
Výroba liatiny	0,361	0,015	0,008	0,060			0,030		0,256		0,113
Galvanické pokovovanie	0,020			0,174	0,060		0,920		1,740		0,020
Výroba zliatiny	0,060	2,442		48,438	2,305	0,843	19,955		9,999		
Anorganický chemický priemysel			0,0002			0,217					
Cestná doprava	61,000		0,487	0,219	6,266		5,172	0,022	7,141		
Ostatná doprava			0,008		0,815		0,815		0,815		
Spalovanie odpadu	11,927	0,015	0,828	0,719	1,357	0,731	0,402	0,011	5,727		
Komunálny odpad	6,434	0,007	0,357	0,643	0,886	0,257	0,386	0,002	2,431		
Priemyselný odpad	5,494	0,008	0,471	0,075	0,471	0,471	0,016	0,009	3,296		
Kremácia			0,003			0,003					
Spolu	151,66	154,35	9,97	79,27	103,46	12,52	80,19	8,81	110,45	8,79	226,70

Tab. 4.9b Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike v roku 2000 [t]

Sektor / Subsektor	Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Spaľovacie procesy I	0,764	1,650	0,032	1,267	1,103	0,059	2,741	0,280	1,484	0,211	6,296
Systémova energetika	0,585	1,463	0,024	1,171	1,031	0,048	2,087	0,260	1,219	0,197	5,731
Komunálna energetika	0,178	0,187	0,008	0,096	0,073	0,011	0,654	0,020	0,264	0,014	0,565
Spaľovacie procesy II	1,461	6,355	0,057	2,031	1,898	0,061	1,684	0,110	3,390	0,491	21,201
Vykurovanie obchodu a služieb	0,682	2,251	0,028	0,745	0,699	0,027	0,642	0,047	1,435	0,177	7,548
Vykurovanie domácností	0,779	4,104	0,029	1,285	1,199	0,034	1,042	0,063	1,954	0,314	13,652
Spaľovacie procesy v priemysle	58,468	5,230	6,450	3,264	15,504	3,722	16,642	6,867	34,967	1,775	9,980
Priemyselná energetika	2,478	1,515	0,118	1,652	1,208	0,191	12,346	0,481	3,428	0,174	5,406
Výroba železa	0,108	0,009	0,171	0,814	0,063	0,272	2,710	0,035	6,779		
Výroba skla	13,474	2,030	6,129	0,587	0,147	0,012	0,465	4,404	2,692		
Aglomerácia rudy	41,881	1,163	0,025	0,136	13,765	3,068	1,056	1,944	21,913	1,574	4,574
Výroba meďi	0,001	0,425	0,002	0,057	0,309	0,070	0,061	0,001	0,133		
Výroba cementu	0,523	0,006	0,002	0,057		0,107					
Úprava hliníkovej rudy											
Výroba magnézitu	0,003	0,080	0,006	0,018	0,011		0,004	0,002	0,022	0,027	
Priemyselné technológie	1,415	0,071	0,029	1,924	2,459	0,041	8,817	0,011	17,268	0,038	8,887
Výroba ocele	1,049	0,057	0,011	0,133	2,071	0,011	2,093	0,011	4,369	0,038	0,870
Výroba hliníka			0,011				1,098		1,098		
Výroba ferozliatin	0,150	0,010	0,005	0,714	0,007		0,006		0,867		7,866
Výroba liatiny	0,093	0,004	0,002	0,016			0,008		0,066		0,029
Galvanické pokovovanie	0,122			1,061	0,366		5,612		10,614		0,122
Výroba zliatiny	0,002				0,015	0,030			0,254		
Anorganický chemický priemysel											
Cestná doprava	1,800		0,630	0,298	5,083		3,591	0,030	6,276		
Ostatná doprava			0,005		0,423		0,423		0,423		
Spaľovanie odpadu	11,081	0,013	0,694	0,883	1,391	0,566	0,516	0,007	4,766		
Komunálny odpad	8,470	0,009	0,471	0,847	1,167	0,339	0,508	0,002	3,200		
Priemyselný odpad	2,311	0,003	0,198	0,032	0,198	0,198	0,007	0,004	1,386		
Nemocničný odpad	0,301	0,0004	0,026	0,004	0,026	0,026	0,001	0,001	0,180		
Kremácia						0,004					
Spolu	75,00	13,32	7,90	9,67	27,86	4,45	34,41	7,31	68,57	2,51	46,36

Emisie všetkých znečisťujúcich látok ako boli stanovené k 31.7.2002.

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 FCCC¹) - 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 23.11.1994. Slovensko akceptovalo všetky záväzky Dohovoru, vrátane zníženia emisií skleníkových plynov do roku 2000 na úroveň roku 1990. Pravidelná inventarizácia emisií skleníkových plynov je jednou z povinností, vyplývajúcou z Dohovoru.

Kjótsky protokol

Na konferencii členských štátov v Kjóte v decembri 1997 bol prijatý tzv. Kjótsky protokol, z ktorého vyplývajú ďalšie požiadavky na znížovanie emisií skleníkových plynov. Slovensko a väčšina európskych krajín by mala do roku 2008-2012 znížiť celkové emisie o 8% oproti základnému roku (1990). Slovenská republika tak ako krajiny EU ratifikovala Kjótsky protokol 31.5.2002².

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 prepušťaajú, 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 dôsledku tohto efektu o 33°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. Po nej nasleduje oxid uhličitý (CO₂) s príspevkom 30% k skleníkovému efektu, metán (CH₄) oxid dusný (N₂O) a ozón (O₃) spolu 3%. Skupina umelých látok HFCs (neplnohalogenované fluórované uhľovodíky), PFCs (perfluórované uhľovodíky) a SF₆ sú tiež skleníkové plyny. 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 prispievajú nepriamo k skleníkovému efektu atmosféry. Spoločne sú evidované ako prekursor ozónu, pretože ovplyvňujú vznik a rozpad ozónu v atmosfére.

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 ANNEXu 1 ktoré spolu prispievajú najmenej 55% k celkovým emisiám CO₂ za r.1990 ako sú uvedené v prílohe B k článku 25 protokolu

Keď hovoríme o emisiách skleníkových plynov, máme na mysli CO₂, CH₄ a N₂O a „nové plyny“ ako ich definuje Kjótsky protokol. Hoci patria medzi prirodzené zložky ovzdušia, ich súčasný obsah v atmosfére je významne ovplyvnený ľudskou činnosťou. Rast koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére (vyvolaná antropogénnou emisiou) vedie k zosilňovaniu skleníkového efektu a tým k dodatočnému otepľovaniu atmosféry.

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

- emisiami do atmosféry
- zoslabovaním prirodzených záchytných mechanizmov

Globálne³ ročná antropogénna emisia CO₂ sa pohybuje okolo 4-8 mld. ton C (cca 4 t CO₂/obyv. zemegule). Najvýznamnejším zdrojom "nového" CO₂ je spaľovanie fosílnych palív a výroba cementu. CO₂ sa uvoľňuje aj z pôdy (odlesňovanie, lesné požiare, konverzia lúk na poľnohospodársku pôdu), ale tento príspevok je zložitejšie kvantifikovať. Oxid uhličitý v atmosfére je veľmi stabilný, má životnosť desiatky rokov (60-200). Z atmosféry je odstraňovaný komplexom prirodzených záchytných mechanizmov. Predpokladá sa, že 40% dnes emitovaného CO₂ je absorbovaných oceánmi. Ďalším dôležitým záchytným mechanizmom je fotosyntéza vegetáciou a morským planktónom, avšak len prechodným, nakoľko po odumretí (konzumácii) rastliny sa CO₂ opäť uvoľní.

Hladinu metánu v ovzduší ovplyvňuje ľudská činnosť viacerými spôsobmi. Transformácia pôdy na poľnohospodársku (hlavne ryžové polia), chov dobytka, ťažba uhlia, ťažba, transport a využívanie zemného plynu a spaľovanie biomasy sú antropogénne činnosti. Prírodné zdroje metánu nie sú zatiaľ plne preskúmané, takže úloha CH₄ v mechanizme klimatickej zmeny nie je celkom jasná. Na rozdiel od CO₂ dochádza k jeho deštrukcii chemickými reakciami v atmosfére (OH radikálom), doba života 10-12 rokov. Celková ročná antropogénna emisia sa dnes udáva okolo 0,4 mld. ton CH₄, emisia z prírodných zdrojov je okolo 0,16 mld. ton. (IPCC⁴ 1995).

PFCs, HFCs a SF₆ sa dostávajú do atmosféry len vplyvom ľudskej činnosti. Používajú sa ako nosné plyny v sprayoch, náplne chladiacich a hasiacich systémov, ako izolačné látky, rozpúšťadlá pri výrobe polovodičov,... Okrem toho, že atakujú stratosférický ozón, sú to veľmi "silné" inertné skleníkové plyny s dobou života napr. perfluórmétán (CF₄) až 50 000 rokov. To znamená, že aj malé emisie majú veľký negatívny dopad na životné prostredie.

Koncentrácie prízemného ozónu narastajú v dôsledku emisií CO, NO_x a uhlíkovodíkov (NMVOC), ktorých veľmi významným zdrojom sú výfukové plyny, spaľovanie fosílnych palív a pri NMVOC aj používanie rozpúšťadiel.

N₂O sa dostáva do atmosféry z viacerých malých zdrojov. Najvýznamnejším sa javia emisie z pôdy (prebytky dusíka ako dôsledok intenzívneho 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 2x väčšie ako antropogénne. N₂O je odbúravaný hlavne fotolyticky v stratosfére.

³ *Climate Change 1995, The Science of Climate Change, Contribution of WG1 to the 2nd Assessment Report,*

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 stanovujú v súlade s požiadavkami Dohovoru a Kjótskeho protokolu⁵. 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.

Celkové antropogénne emisie skleníkových plynov na Slovensku

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO₂* [Tg]	60	53	49	46	43	45	45	46	45	44	41
CH₄ [Gg]	323	295	269	251	244	249	254	241	224	221	215
N₂O [Gg]	20	17	15	12	12	13	11	11	10	10	10

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2002

* Emisie CO₂ bez LUC&F (Land Use Change & Forestry)

Pri revízii inventúry v roku 2002 došlo k viacerým menším spresneniam. V sektore *priemysel* došlo k revízii vstupných údajov (z množstva použitého vápenca a dolomitu bol oddelený magnezit) a k spresneniu výpočtu emisií CO₂ z výroby cementu použitím EF vzťahnutého na množstvo vyrobeného slinku. Bol spresnený EF u výroby kyseliny dusičnej. V sektore *lesné ekosystémy* sa skompletizoval celý časový rad 1990-2000 (dopočítali sa doteraz chýbajúce roky 1991,1992,1993 a 1995). V sektore *poľnohospodárstvo* došlo k oprave EF pre nepriame emisie N₂O v súlade s metodikou IPCC⁶ (revised 1996).

CO₂ - oxid uhličitý

Emisie

Najvýznamnejším zdrojom CO₂ na Slovensku je spaľovanie fosílnych palív pri výrobe energie a v doprave (tab. 5.1, obr.5.1). 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.

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 1950-1999 sa množstvo viazaného uhlíka v lesoch Slovenska zvýšilo zhruba o 50 Tg. Je to dôsledok rozširovania zalesnenej plochy a zvýšenia hektárových zásob drevnej hmoty. Fixácia uhlíka v lesných ekosystémoch Slovenska sa stanovuje na základe bilancie uhlíka v nadzemnej (stromy, bylinný kryt, nadložný

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

humus) a podzemnej (korene, humus v pôde) časti lesa, včítane zhodnotenia ťažby dreva a lesných požiarov. Ročný záchyt CO₂ sa pohybuje v rozmedzí 1500- 4000Gg. Predpokladaná neistota stanovenia sa pohybuje okolo 30-50%.

CH₄ - metán

Najväčším zdrojom metánu u nás je poľnohospodárstvo, veľkochovy hovädzieho dobytku a ošípaných (tab.5.2, obr.5.2). CH₄ 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 1996, 2000 a zo Zelenej Správy Ministerstva Pôdohospodárstva. Veľmi významným zdrojom metánu sú úniky zemného plynu v nízkotlakových 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.

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 1996. Emisia N₂O vznikajúca pri manipulácii s odpadovými vodami a kalmi bola stanovená aj pre čistiarne komunálnych a priemyselných vôd. (tab. 5.3, obr. 5.3).

HFCs, PFCs, SF₆

Boli vyhodnotené zdroje a emisie tzv. „nových plynov“ na území Slovenska. Postupovalo sa podľa metodiky IPCC 1996 a boli stanovené skutočné a potenciálne emisie v rokoch 1995-2000 (tab.5.4). Tieto plyny sa na Slovensku nevyrábajú. Zdrojom emisií je ich používanie ako chladív, hasív, napeňovadiel, rozpúšťadiel, SF₆ ako izolačný plyn v transformátoroch a v metalurgickom priemysle. Pri výrobe hliníka vznikajú CF₄ a C₂F₆. Používanie HFCs, PFCs, 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. Najväčší podiel 85% pripadá na CO₂, emisie metánu sa pohybujú na úrovni 9%, N₂O prispieva približne 6%, príspevok „nových plynov“ je menší ako 1%. (obr.5.4, obr.5.5).

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

5.3 ZHODNOTENIE

Na základe bilancie vzťahujúcej sa k roku 2000 celkové antropogénne emisie CO₂ oproti roku 1999 poklesli asi o 7% na 41 mil. t (v roku 1990 dosahovali 60 mil. t). Emisie metánu klesli z 323 tis. t v roku 1990 na 215 tis. t v roku 2000. Pokles oproti roku 1999 je necelé 3%. Celkové emisie N₂O boli odhadnuté na 10 tis. t (v roku 1990 približne 20 tis. t). 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.

Najväčším zdrojom emisií v roku 2000 bolo spaľovanie fosílnych palív pri výrobe elektriny a tepla vyše 70%, nasleduje doprava s podielom 10%. Priame emisie z priemyselných procesov a z poľnohospodárstva⁸ sa pohybujú na úrovni 7%. Pri spracovaní odpadov vzniká zhruba 3% emisií a emisie z ťažby a transportu fosílnych palív tvoria asi 2%.

Podiel Slovenska na globálnej antropogénnej emisii skleníkových plynov tvorí zhruba 0,2%. Ročná emisía CO₂ pripadajúca na jedného obyvateľa v súčasnosti sa pohybuje okolo 7,5 t/rok a zaraďuje SR medzi štáty s najvyššími mernými emisiami na svete. Celkové emisie skleníkových plynov, aj emisie CO₂ v roku 2000 klesli viac ako o 30%, takže požiadavka Dohovoru OSN bola splnená. Na základe scenárov vypracovaných pre *Tretiu národnú správu* sa dá predpokladať, že pri uplatňovaní vhodných opatrení aj požiadavky Kjótskeho protokolu budú splnené.

⁸ Poznámka: sektory priemysel a poľnohospodárstvo v nomenklatúre IPCC nezodpovedajú ekonomickým sektorom definovaným napr. v štatistickej ročenke SR. Celkový príspevok priemyslu a poľnohospodárstva k emisiám skleníkových plynov je podstatne vyšší.

CO₂ - oxid uhličitý

Tab. 5.1 Celkové emisie a záchyty CO₂ [Gg] v rokoch 1990-2000

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Antropogénne CO ₂ emisie	59746	52658	49179	46232	43365	44898	45156	45556	44811	43600	40935
Net CO ₂ emisie*	57319	49182	45051	41966	40078	42215	42728	44145	42875	41950	38492
Spaľovanie fosílnych palív	55724	49487	45731	42908	39802	41062	41628	41803	40089	38886	36965
Výroba elektriny a tepla	50654	45257	41784	39016	35684	36684	37194	37212	35139	34066	32646
Doprava	5070	4229	3947	3892	4118	4378	4434	4591	4950	4820	4319
Procesy v priemysle	4022	3171	3447	3324	3563	3836	3527	3753	4722	4714	3970
Minerálne produkty.	4022	3171	3447	3324	3563	3836	3527	3753	4722	4714	3970
Lesné ekosystémy	-2427	-3475	-4128	-4266	-3287	-2683	-2427	-1411	-1936	-1651	-2443
Zmeny v zásobe drev. hmoty	-1753	-2603	-3333	-3344	-2479	-1786	-1734	-975	-1474	-1107	-1410
Odlesňovanie	141	130	129	128	126	119	111	111	131	125	113
CO ₂ emisie a záchyty v pôde	-815	-1002	-924	-1050	-934	-1016	-804	-547	-593	-669	-1146
CO₂ emisie zo spaľovania biomasy**	1686	1382	1254	720	717	326	316	349	303	269	263

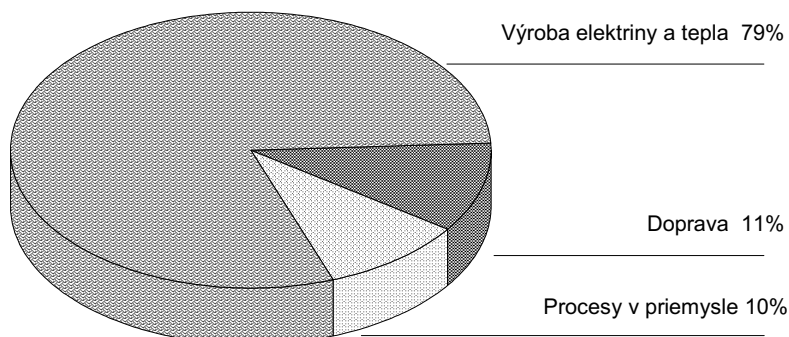
Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2002

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

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

Obr. 5.1

Emisie CO₂ v roku 2000



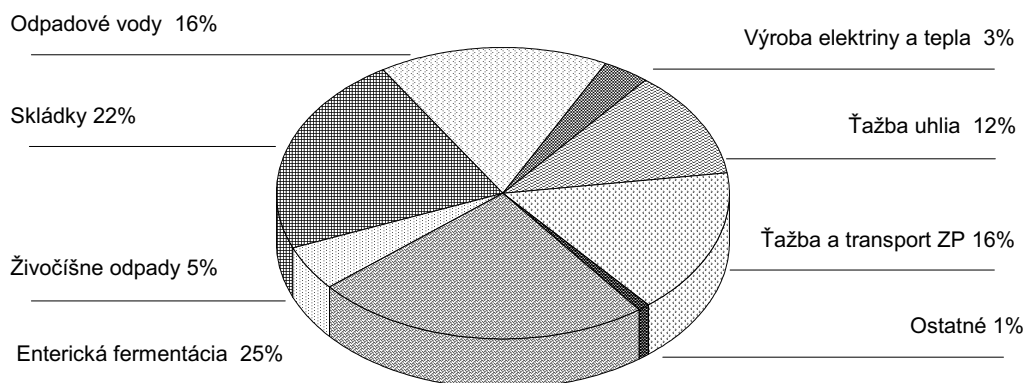
CH₄ - metán

Tab. 5.2 Emisie CH₄ [Gg] v rokoch 1990-2000

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Emisie CH₄ spolu	322,7	294,8	268,8	250,5	244,0	248,8	254,4	241,1	223,6	221,4	215,0
Energetika	85,9	77,4	69,0	68,6	68,1	70,5	72,6	73,4	71,3	70,6	68,5
Spaľovanie fosílnych palív	17,4	14,9	13,4	11,7	10,8	9,7	9,7	9,5	8,8	8,5	8,1
Výroba elektriny a tepla	16,4	14,0	12,5	10,7	9,8	8,7	8,6	8,4	7,7	7,4	7,1
Doprava	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
Fugitívne emisie	68,5	62,5	55,6	56,9	57,3	60,8	62,9	63,9	62,5	62,1	60,4
Ťažba uhlia	33,4	29,0	24,7	24,8	25,4	26,3	26,8	27,4	27,7	26,2	25,5
Ťažba a transport ZP	35,1	33,5	30,9	32,1	31,9	34,5	36,1	36,5	34,8	35,9	34,9
Poľnohospodárstvo	135,1	118,4	102,6	88,4	82,9	84,7	81,3	74,6	66,9	64,0	62,5
Enterická fermentácia	116,3	100,9	86,8	73,9	69,2	70,8	67,9	62,3	56,0	53,6	52,3
Živočíšne odpady	18,8	17,5	15,8	14,5	13,7	13,9	13,4	12,3	10,9	10,4	10,2
Lesné ekosystémy	3,2	3,2	3,2	3,2	2,3	2,3	0,9	1,9	0,5	0,6	0,7
Spaľ. biomasy/ les. požiare	3,2	3,2	3,2	3,2	2,3	2,3	0,9	1,9	0,5	0,6	0,7
Odpady	98,5	95,8	94,0	90,3	90,7	91,3	99,6	91,3	84,9	86,2	83,4
Skládky	50,3	50,3	50,3	50,3	50,3	50,9	59,6	51,0	45,8	46,6	48,3
Odpadové vody	48,2	45,5	43,7	40,0	40,4	40,4	40,0	40,3	39,1	39,6	35,1

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2002

Obr. 5.2 Emisie metánu v roku 2000



N₂O - oxid dusný

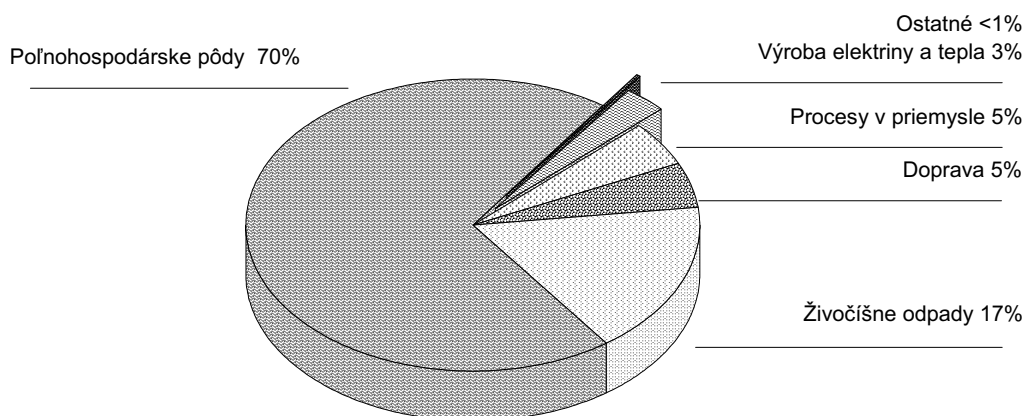
Tab. 5.3 Emisie N₂O [Gg] v rokoch 1990-2000

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Emisie N₂O spolu	19,8	16,7	14,6	12,2	12,3	12,9	11,1	10,9	10,4	10,1	10,0
Energia	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8
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
Doprava	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5
Procesy v priemysle	1,9	1,8	1,6	1,3	2,1	2,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Poľnohospodárstvo	17,0	14,1	12,3	10,2	9,5	9,8	9,7	9,5	9,0	8,6	8,7
Živočíšne odpady	3,6	3,2	2,8	2,5	2,3	2,3	2,2	2,0	1,8	1,7	1,7
Poľnohospodárske pôdy	13,4	10,9	9,5	7,7	7,2	7,5	7,5	7,5	7,2	6,9	7,0
Lesné ekosystémy											
Spaľ.biomasy/ lesné požiare	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Odpady	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Priem. čističky/ komunálne OV	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2002

Obr. 5.3

Emisie N₂O v roku 2000



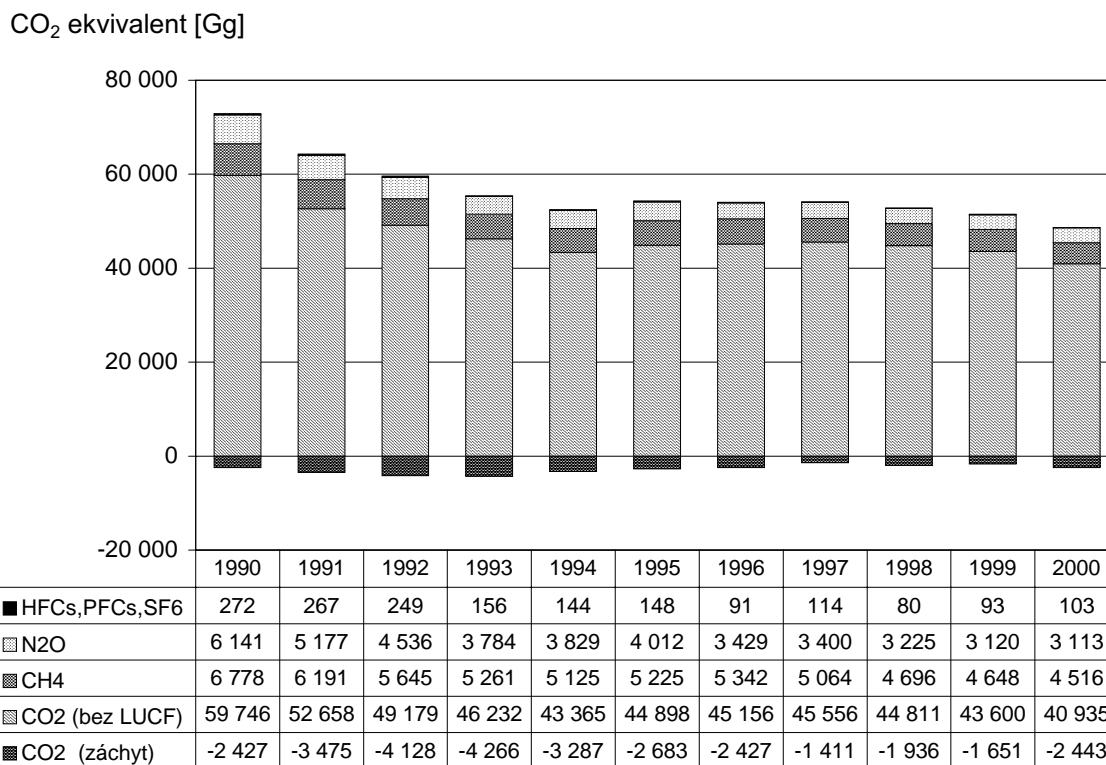
HFCs, PFCs a SF₆

Tab. 5.4 Emisie HFCs, PFCs a SF₆ v rokoch 1990-2000

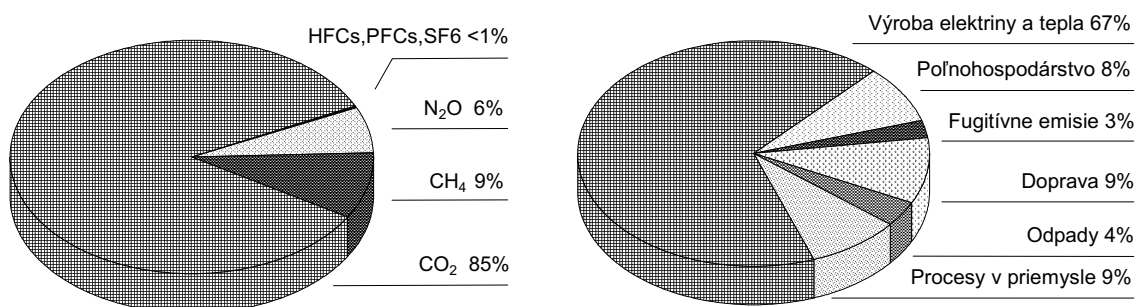
	GWP		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Emisie spolu CO ₂ ekvivalent		[Gg]	272	267	249	156	144	148	91	114	80	93	103
Emisie HFCs CO ₂ ekvivalent		[Gg]					2,91	24,52	44,86	69,83	43,58	66,01	78,3
HFC-23	11700	[Mg]						<0,01	0,07	0,07	0,05	0,05	0,05
HFC-32	650	[Mg]							0,02	0,11	0,07	0,10	0,32
HFC-41	150												
HFC-43-10mee	1300												
HFC-125	2800	[Mg]						0,01	0,08	0,26	0,43	0,76	1,91
HFC-134	1000												
HFC-134a	1300	[Mg]					0,01	10,98	25,45	41,80	29,18	44,43	47,73
HFC-152a	140	[Mg]							<0,01	0,14	0,32	0,61	0,83
HFC-143	300												
HFC-143a	3800	[Mg]							0,12	0,31	0,46	0,80	1,92
HFC-227ea	2900	[Mg]					1,00	3,52	3,52	4,39	0,71	0,80	0,80
HFC-236fa	6300												0,05
HFC-245ca	560												
Emisie PFCs CO ₂ ekvivalent		[Gg]	271,9	267,1	249,0	155,8	132,3	113,9	35,2	33,2	23,8	13,93	11,60
CF ₄	6500	[Mg]	36,6	36,0	33,5	21,0	17,8	15,4	4,7	4,5	3,2	1,9	1,6
C ₂ F ₆	9200	[Mg]	3,7	3,6	3,4	2,1	1,8	1,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
C ₃ F ₈	7000												
C ₄ F ₁₀	7000												
c-C ₄ F ₈	8700												
C ₅ F ₁₂	7500												
C ₆ F ₁₄	7400												
Emisie SF₆ CO ₂ ekvivalent		[Gg]	0,03	0,03	0,04	0,06	9,27	9,91	10,76	11,34	12,24	12,68	13,11
SF ₆	23900	[Mg]	0,001	0,001	0,002	0,003	0,388	0,415	0,450	0,474	0,512	0,531	0,549

Agregované emisie

Obr. 5.4 Agregované emisie skleníkových plynov, 1990-2000



Obr. 5.5 Agregované emisie skleníkových plynov v roku 2000⁹



⁹ Poznámka: sektory priemysel a poľnohospodárstvo v nomenklatúre IPCC nezodpovedajú ekonomickým sektorom definovaným napr. v štatistickej ročenke SR. Celkový príspevok priemyslu a poľnohospodárstva k emisiám skleníkových plynov je podstatne vyšší.

PRÍLOHA 1 Imisné limity podľa Nariadenia vlády SR č. 92/1996 Z. z., ktorým sa vykonáva zákon č. 309/1991 Zb. o ochrane ovzdušia pred znečisťujúcimi látkami, uvedené v Prílohe 6 tohto nariadenia

Znečisťujúca látka	Vyjadrená ako	Imisné limity [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]			
		IH _r	IH _d	IH _{8h}	IH _k
Polietavý prach		60	150		500
Oxid siričitý	SO ₂	60	150		500
Oxid siričitý a polietavý prach	SO ₂ + pol. prach		250*		
Oxidy dusíka	NO ₂	80	100		200
Oxid uhoľnatý	CO		5 000		10 000
Ozón	O ₃			110	
Olovo v polietavom prachu	Pb	0.5			
Kadmium v polietavom prachu	Cd	0.01			
Pachové látky	nesmú byť v koncentráciách obťažujúcich obyvateľstvo				

Podmienky dodržania limitu: Koncentrácia IH_d a IH_k pre polietavý prach, SO₂, NO_x a CO nesmie byť v priebehu roka prekročená vo viac než 5% prípadov.

Vysvetlivky k symbolom: * - Vypočítaný aritmetický súčet denných priemerných koncentrácií obidvoch zložiek.

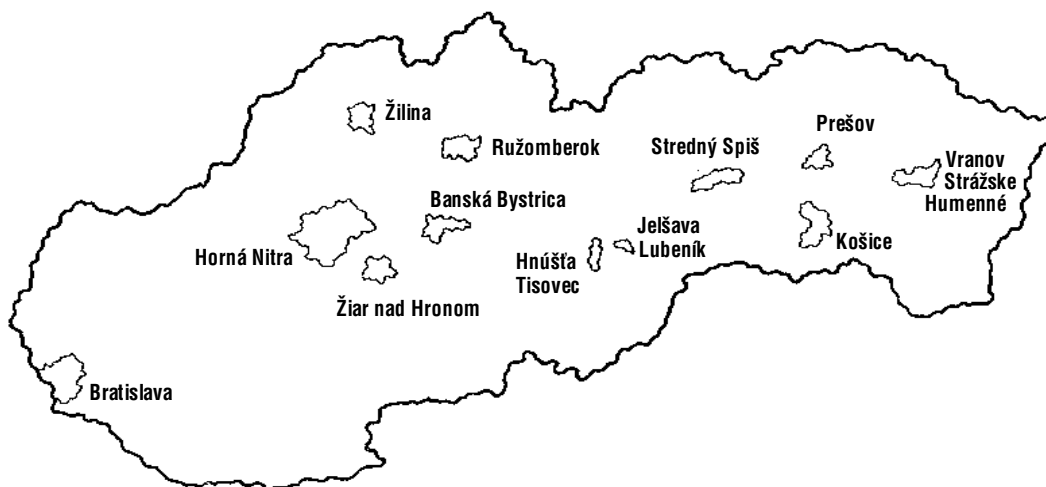
IH_r - Priemerná ročná koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku jedného roka ako aritmetický priemer z priemerných 24-hodinových koncentrácií.

IH_d - Priemerná denná koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou dennou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku 24 hodín. Priemernou dennou koncentráciou sa rozumie aj stredná hodnota najmenej 12 rovnomerne rozložených meraní priemerných polhodinových koncentrácií v časovom úseku 24 hodín (aritmetický priemer).

IH₈ - Priemerná 8-hodinová koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou 8-hodinovou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku 8 hodín.

IH_k - Priemerná polhodinová koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou polhodinovou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku 30 minút.

PRÍLOHA 2 Zatiažené územia Slovenskej republiky



Oblasť	Vymedzenie územia - Katastrálne územia miest a obcí
Banská Bystrica	Banská Bystrica, Kynceľová, Selce, Slovenská Ľupča
Bratislava	Bratislava, hl. mesto SR, Hamuliakovo, Kalinkovo, Rovinka
Hnúšťa - Tisovec	Brádno, Hačava, Hnúšťa, Likier, Polom, Rimavská Píla, Rimavské Brezovo, Tisovec
Horná Nitra	Prievidzský okres
Jelšava - Lubeník	Chyžné, Jelšava, Lubeník, Magnezitovce, Mokrú Lúka, Revúcka Lehota
Košice	Bočiar Haniska, Košice, Sokoľany, Veľká Ida
Prešov	Prešov
Ružomberok	Biely Potok, Likavka, Liptovská Štiavnica, Lisková, Ludrová, Martinček, Ružomberok, Sliače, Štiavnička
Strážske - Vranov - Humenné	Brekov, Dlhé Klčovo, Hudcovce, Humenné, Kladzany, Kučín, Majerovce, Nižný Hrabovec, Nižný Hrušov, Pusté Čemerné, Sedliská, Staré, Strážske, Topoľovka, Továrniarska Polianka, Voľa, Vranov nad Topľou, Závadka
Stredný Spiš	Hrišovce, Chrásť nad Hornádom, Kaľava, Kluknava, Kolinovce, Krompachy, Markušovce, Matejovce, Olcnava, Richňava, Rudňavy, Spišské Vlasy, Vítkovce, Vojkovce
Žiarska kotlina	Dolná Trnávka, Dolná Ždaňa, Hliník nad Hronom, Horná Ždaňa, Ladomiarska Vieska, Lehôtka pod Brehmi, Lovča, Lovčica - Trubín, Lutilla, Prestavky, Stará Kremnička, Šášovské Podhradie, Žiar nad Hronom
Žilina	Žilina, Lietavská Lúčka

SPRÁVA
O KVALITE OVZDUŠIA
A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV
NA JEHO ZNEČISŤOVANÍ
V SLOVENSKEJ REPUBLIKE
2001

Vydavateľ

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

Tlač

Účelová publikácia: 132 s., 42 tab., 131 obr.
Publikácia neprešla jazykovou úpravou
Náklad: 300 výtlačkov

Správa č. OKO-2002/66
ISBN 80-88907-30-6