



Slovenský
hydrometeorologický ústav



Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky

SPRÁVA

O KVALITE OVZDUŠIA

A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV

NA JEHO ZNEČIŠŤOVANÍ

V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

2000

Bratislava 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 - *Ing. K. Magulová*
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 2000	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 - 11
2.5 Zhodnotenie znečistenia ovzdušia v SR	2 - 54
2.6 Spracovanie výsledkov meraní podľa smerníc EU	2 - 60
3. Atmosférický ozón	
3.1 Atmosférický ozón	3 - 1
3.2 Prízemný ozón v SR v rokoch 1995-2000	3 - 1
3.3 Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 2000	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 - 2
4.3 Verifikácia výsledkov	4 - 4
4.4 Transformácia emisného informačného systému	4 - 4
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 predstavujú v súčasnosti 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 ťažkých kovoch (Aarhus, 1998), o perzistentných organických látkach (Aarhus, 1998) a o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu (Gothenburg, 1999). Závazok z prvého Protokolu o síre predstavoval redukcii európskych emisií 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. Monitorovacia sieť EMEP (obr. 1.1) má v súčasnosti približne 100 regionálnych staníc a 4 vybrané stanice národnej regionálnej siete staníc SHMÚ sú 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 - Nórsnym 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 imisných a depozičných limitov. V Slovenskej republike zatiaľ neboli prijaté žiadne sekundárne imisné a depozičné limity.

Stanovenie sekundárnych imisných alebo limitov na ochranu ekosystémov 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 Pracovnej skupiny zameranej na efekty (Working Group on Effects) boli v rámci Dohovoru navrhnuté nasledujúce kritické úrovne pre ozón:

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

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

Územie Slovenskej republiky je stredne ekologicky citlivé na depozíciu síry. Hodnota kritickej depozície síry (kritická záťaž síry, korigovaná na neutralizačný vplyv bázičných kationov) na území SR predstavuje $1-3 \text{ g S.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$ 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 boli v roku 2000 takéto:

Depozícia síry	Podunajská nížina	Horské polohy (> 1 500 m)
Suchá	0,8	0,1
Mokrá	0,3	1,0 (1,4) ⁺
Skrytá	0,1	0,5 (0,7) ⁺⁺
Celková	1,2	1,6 (2,2)

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

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

⁺⁺ Horný odhad skrytej depozície

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

1.2 NÁRODNÁ SIĚŤ REGIONÁLNYCH STANÍC V SR

V roku 2000 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. 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 hrebni 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 čerpacej stanice. Merania sa uskutočňujú od roku 1983.
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, V, 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 ²⁺ , Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Al ³⁺ , Pb ²⁺ , Cd ²⁺ , F ⁻ , PO ₄ ³⁻

Metódy stanovenia

Ovzdušie		
	Záchyt	Stanovenie
SO ₂	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
HNO ₃	na filter W41, impregnovaný roztokom KOH	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
O ₃	registrácia analyzátorom Thermoelectron	princíp - UV absorbcia
Prchavé organické zlúčeniny C ₂ - C ₆	do nerezového kanistra	metódou plynovej chromatografie, chromatografom Chrompack v konfigurácii s plameňovým ionizačným detektorom
Hmotnostná koncent. polietavého prachu	na filter Sartorius	hmotnostne-gravimetricky
Ťažké kovy - Pb, Cu, Mn, Cr, Ni, Cd	na filter Sartorius	po mineralizácii metódou atómovej absorpčnej spektrofotometrie, spektrofotometrom Varian/Perkin Elmer v plameni alebo v grafitovom atomizéri
SO ₄ ²⁻	na filter W40	metódou kapilárnej izotachoforézy z vodného výluhu
NO ₃ ⁻	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
SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , PO ₄ ³⁻ , F ⁻	"bulk" - do polyetylénového vedra	metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
Zn ²⁺ , Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Al ³⁺ , Pb ²⁺ , Cd ²⁺		metódou atómovej absorpčnej spektrometrie, spektrometrom Varian v plameni alebo grafitovom atomizéri

1.3 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANÍ ZA ROK 2000

SO₂, sírany

V roku 2000 sa regionálna úroveň koncentrácií oxidu siričitého (tab.1.1, obr. 1.3) pohybovala v rozpätí 0,72 $\mu\text{g S.m}^{-3}$ (Chopok) až 4,15 $\mu\text{g S.m}^{-3}$ (Topoľníky). V porovnaní s predchádzajúcim rokom sú hodnoty oxidu siričitého na všetkých staniciach nižšie. Horná hranica koncentračného rozpätia predstavuje menej než 42% z hodnoty kritickej úrovne oxidu siričitého (kritická úroveň pre les a prirodzenú vegetáciu je 10 $\mu\text{g S.m}^{-3}$ a pre poľnohospodárske plodiny 15 $\mu\text{g S.m}^{-3}$). Pri porovnaní s rokom 1999 boli koncentrácie síranov v atmosférickom aerosóle v roku 2000 na všetkých regionálnych staniciach nižšie (tab.1.1, obr. 1.4). Regionálna úroveň koncentrácie síranov na Chopku bola 0,23 $\mu\text{g S.m}^{-3}$, v Starej Lesnej 0,87 $\mu\text{g S.m}^{-3}$ a na ostatných regionálnych staniciach boli koncentrácie síranov vyššie ako 1 $\mu\text{g S.m}^{-3}$, v Topoľníkoch boli najvyššie, 1,51 $\mu\text{g S.m}^{-3}$. Percentuálne zastúpenie síranov na celkovej hmotnosti atmosférického aerosólu bolo 4-15% (obr.1.7). Pomer koncentrácií síranov a oxidu siričitého, vyjadrený v síre, predstavuje interval 0,32-0,57, čo zodpovedá regionálnej úrovni znečistenia.

Oxidy dusíka, dusičnany

Koncentrácie oxidov dusíka na regionálnych staniciach, vyjadrené v NO₂-N (tab.1.1, obr.1.5), sa pohybovali v rozpätí 1,18-2,91 $\mu\text{g N.m}^{-3}$, s najnižšou ročnou priemernou hodnotou na Chopku, 1,18 $\mu\text{g N.m}^{-3}$, vyššou na Starine 1,49 $\mu\text{g N.m}^{-3}$, v Starej Lesnej 1,81 $\mu\text{g N.m}^{-3}$, na Lieseku 1,88 $\mu\text{g N.m}^{-3}$ a hodnotou 2,91 $\mu\text{g N.m}^{-3}$ na nížinnej stanici Topoľníky. Kritická úroveň koncentrácie oxidov dusíka (9 $\mu\text{g N.m}^{-3}$ pre všetky ekosystémy) nebola na žiadnej regionálnej stanici v roku 2000 prekročená. Najvyššia koncentrácia oxidov dusíka v Topoľníkoch, 2,91 $\mu\text{g N.m}^{-3}$ predstavuje menej než 30% z kritickej úrovne. Dusičnany v ovzduší na regionálnych staniciach 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 staniciach Chopok, Stará Lesná a Liesek. 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 3% do 16% (obr. 1.7). Pomer celkových dusičnanov (HNO₃+NO₃⁻) ku NO₂, vyjadrený v dusíku, sa pohyboval v rozpätí 0,12-0,39.

Polietavý prach, ťažké kovy

Koncentrácie atmosférického aerosólu v roku 2000 kolísali v intervale 16,2- 32,7 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (tab.1.1). Na všetkých staniciach boli koncentrácie atmosférického aerosólu v porovnaní s rokom 1999 vyššie. Rozdiely priemerných ročných hodnôt boli len zopár $\mu\text{g .m}^{-3}$. V tabuľke 1.1 a na obrázku 1.8 sú uvedené koncentrácie ťažkých kovov v atmosférickom

aerosóle na regionálnych stanicich v roku 2000. Pri porovnaní s rokom 1999, koncentrácie mangánu boli v roku 2000 vyššie na všetkých stanicich, naopak meď a kadmium dosahovali na všetkých stanicich nižšie koncentrácie. 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 stanicich SR kolíše v rozpätí 0,07-0,16% (obr. 1.7).

Ozón

Na obrázkoch 1.9-1.12 je znázornený ročný chod koncentrácie ozónu na regionálnych stanicich 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 2000 bola priemerná ročná koncentrácia ozónu na Chopku $75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, na Starine $63 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v Topoľníkoch $59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. 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 (obr. 1.13). Pozoruhodná je prítomnosť izoprénu, ktorý sa uvoľňuje z okolitého lesného porastu. Paralelné merania prchavých organických zlúčenín identických vzoriek vzduchu v SHMÚ a v NILU vykazovali vysokú zhodu v presnosti analýz. Rovnako aj merania v rámci projektu AMOHA (Accurate Measurements of Hydrocarbons in Atmosphere), ktorý organizoval NPL (National Physical Laboratory) v Anglicku, a ktorého konečným produktom bude európska smernica pre optimálny odber a vyhodnocovanie uhľovodíkov, sú v zhode s požiadavkami NPL.

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 pôvo-

du. 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 pokles kyslosti v porovnaní s predchádzajúcim rokom iba na Chopku. Na ostatných staniách bol zaznamenaný mierny nárast kyslosti, alebo hodnota pH bola ako v predchádzajúcom roku (na Lieseku). Pre ilustráciu je na obrázku 1.15 znázornené aj množstvo zrážok, ktoré sa v roku 2000 pohybovalo od 430 mm do 1046 mm, v závislosti od polôh jednotlivých staníc. Interval pH hodnôt v mesačných zrážkach kolísal v rozpätí 4,5-5,2 (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, ale aj dusičnanov v zrážkových vodách boli na väčšine staníc nižšie ako v predchádzajúcom roku, podobne aj sodíka a draslíka. Koncentrácie amónnych iónov boli nižšie na všetkých staniách. Hodnoty vodivosti (tab.1.2, obr.1.16) dosahovali na všetkých staniách nižšie hodnoty ako v predchádzajúcom roku. Pokles koncentrácií síranov zodpovedá poklesu emisií SO₂ od roku 1980.

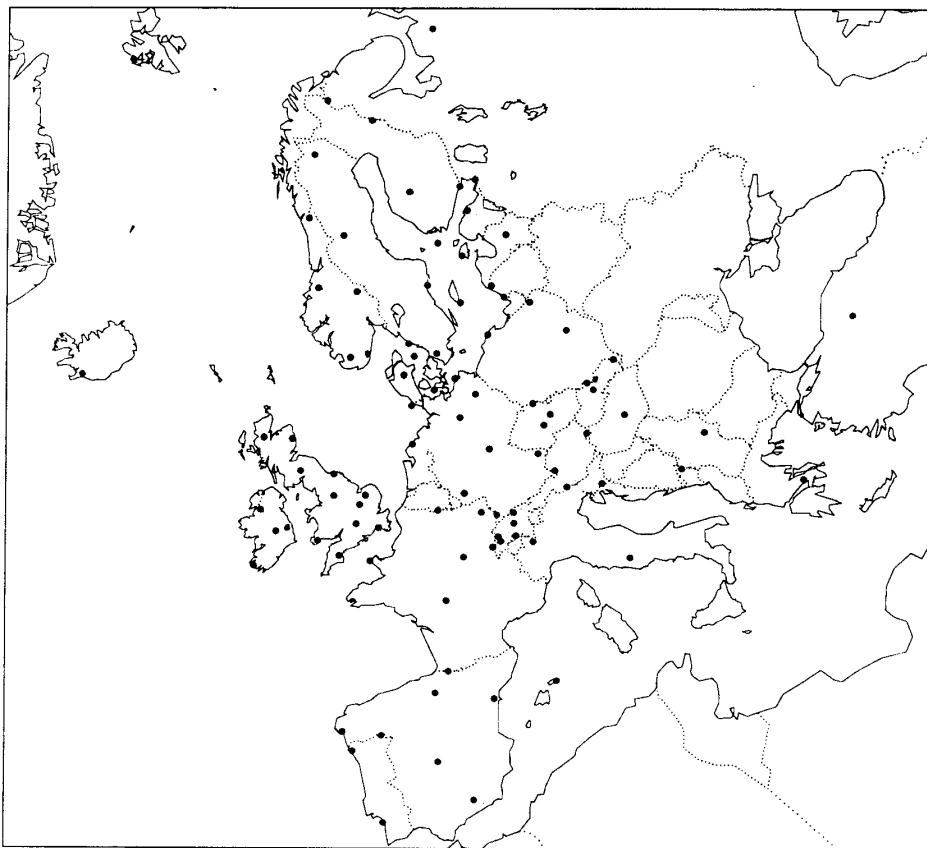
Koncentrácie ostatných sledovaných komponentov v zrážkovej vode (tab.1.2, obr.1.18, 1.19 a 1.20) nevykazovali v ostatnom desaťročí významnejší trend, v porovnaní s predchádzajúcim rokom vykazujú ťažké kovy nižšie koncentrácie. Od roku 2000 sa začali stanovovať v zrážkach aj olovo a kadmium. Pre mokrú depozíciu ešte nie sú stanovené kritické záťaž. 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 2000 na území Slovenska prekračovaná:

Stanica	Mokrú depozícia síranov [g S.m ⁻² .r ⁻¹]
Chopok	1,02
Topoľníky	0,34
Starina	0,72
Stará Lesná	0,73
Liesek	0,63
Bratislava	0,64

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.

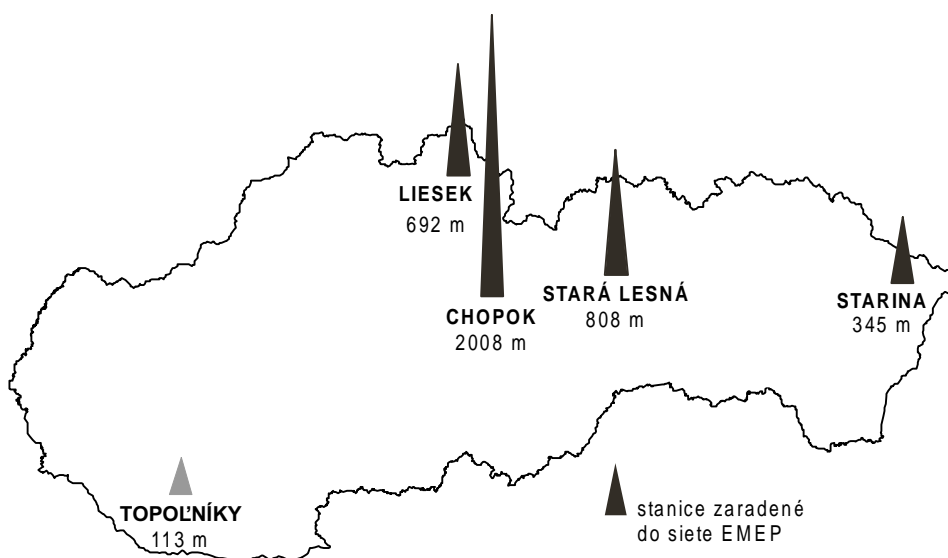
Obr. 1.1

Sieť monitorovacích staníc EMEP



Obr. 1.2

Sieť regionálnych staníc SR - 2000



Tab. 1.1 Priemerné ročné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 2000

	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
Chopok	16,2	0,72	1,18	0,05	0,23	0,09	75	3,47	2,39	2,11	0,15	1,47	1,44
Topoľníky	30,7	4,15	2,91	-	1,51	1,11	59	17,83	8,21	4,86	0,51	2,79	3,10
Starina	24,7	2,58	1,49	0,33	1,09	0,25	63	18,47	6,29	3,82	0,58	1,56	1,99
Stará Lesná	28,2	1,48	1,81	0,07	0,87	0,29	60	10,53	5,96	2,86	0,34	1,86	2,03
Liesek	32,7	2,34	1,88	0,07	1,03	0,51	-	11,8	25,61	8,27	0,41	1,91	3,26

Tab. 1.2 Ročné vážené priemery koncentrácií škodlivín v mesačných zrážkach - 2000

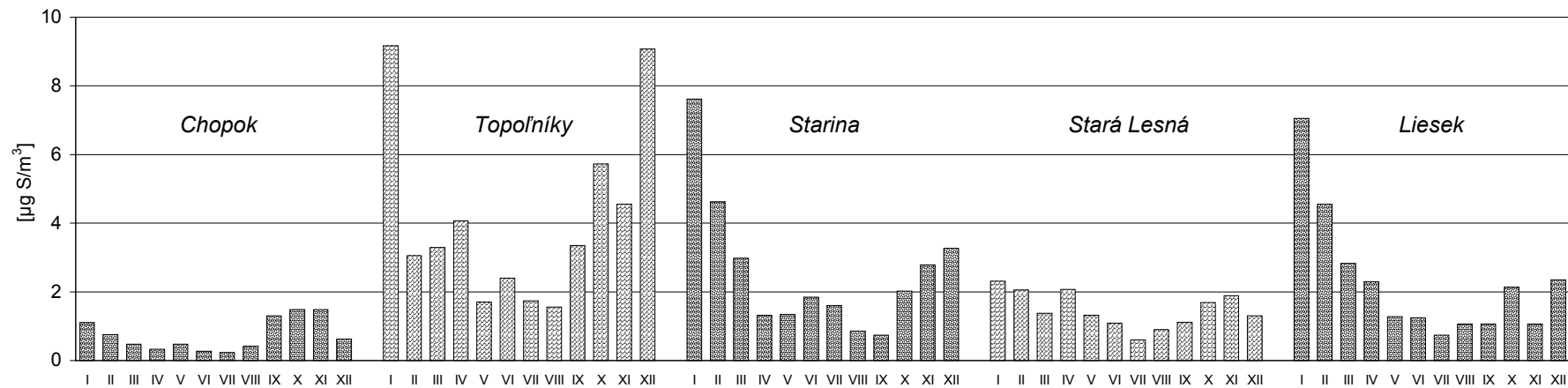
	zrážky mm	pH	vod μS/cm	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Zn ²⁺ μg/l	Fe ²⁺ μg/l	Al ³⁺ μg/l	Mn ²⁺ μg/l	Cd ²⁺ μg/l	Pb ²⁺ μg/l	Cl ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	NO ₃ ⁻ -N mg/l	SO ₄ ²⁻ -S mg/l	F ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l
Chopok	1046,0	4,7	20,86	0,25	0,27	0,073	0,46	65	29	23	4,9	0,95	4,43	0,40	0,49	0,46	0,98	0,01	0,03
Bratislava	638,3	5,2	20,88	0,19	0,20	0,135	0,77	21	12	25	3,6	0,16	2,36	0,42	0,64	0,60	1,00	0,01	0,02
Topoľníky	430,9	4,5	23,11	0,16	0,15	0,091	0,54	8	9	24	3,8	0,08	1,22	0,29	0,33	0,67	0,79	0,29	0,05
Starina	881,7	4,6	20,66	0,20	0,18	0,074	0,34	8	5	29	4,1	0,13	3,00	0,39	0,42	0,40	0,82	0,02	0,02
Stará Lesná	908,5	4,6	17,98	0,15	0,13	0,060	0,45	6	12	25	4,0	0,32	2,24	0,28	0,33	0,36	0,80	0,00	0,01
Liesek	887,8	4,7	16,22	0,24	0,17	0,068	0,40	9	9	20	4,9	0,13	1,96	0,40	0,36	0,34	0,71	0,01	0,00

Tab. 1.3 Priemerné ročné koncentrácie prchavých organických zlúčenín [ppb] v ovzduší - 2000

	etán	etén	propán	propén	i-bután	n-bután	etín	butén	pentén	i-pentán	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén	toluén
Starina	2,290	0,985	0,738	0,178	0,348	0,455	0,888	0,623	0,277	0,418	0,367	0,305	0,103	0,266	0,498

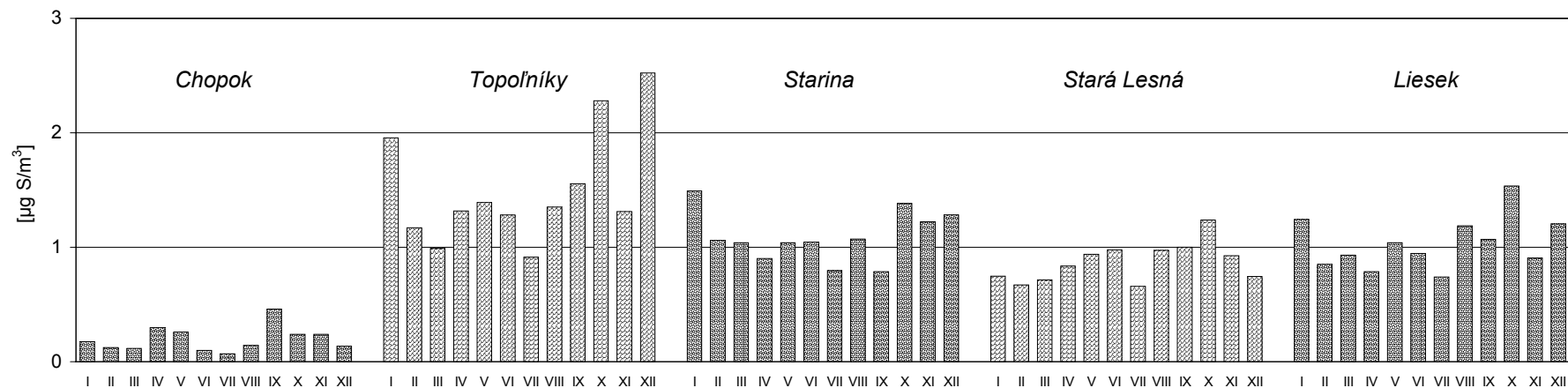
Obr. 1.3

Priemerné mesačné koncentrácie oxidu siričitého - 2000



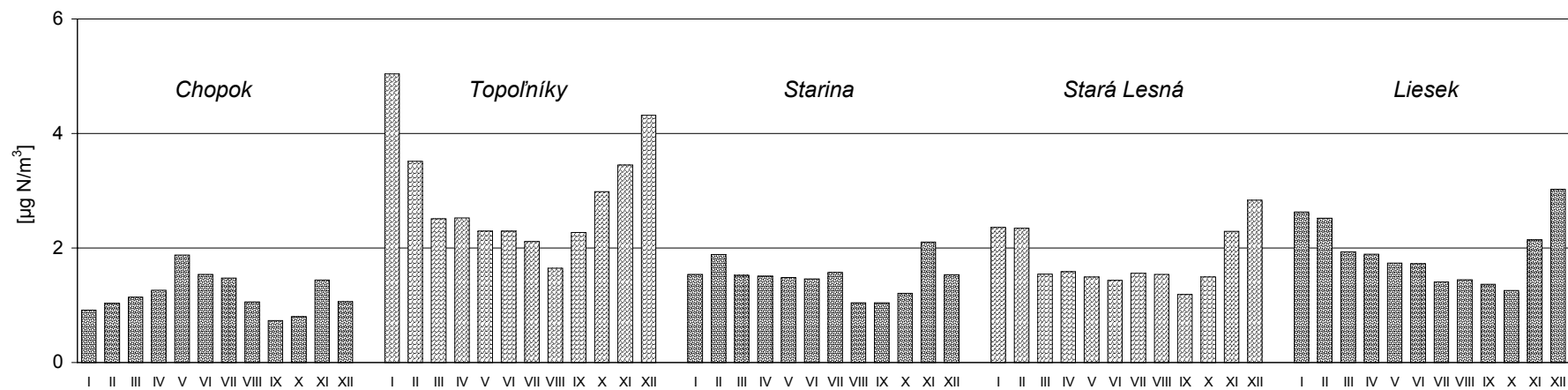
Obr. 1.4

Priemerné mesačné koncentrácie síranov v aerosóle - 2000



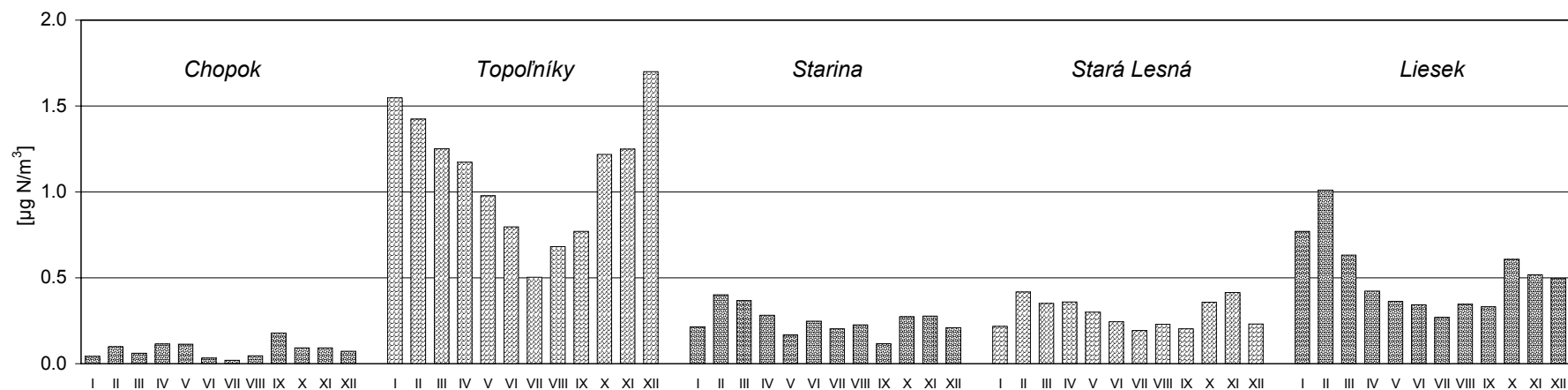
Obr. 1.5

Priemerné mesačné koncentrácie oxidov dusíka - 2000



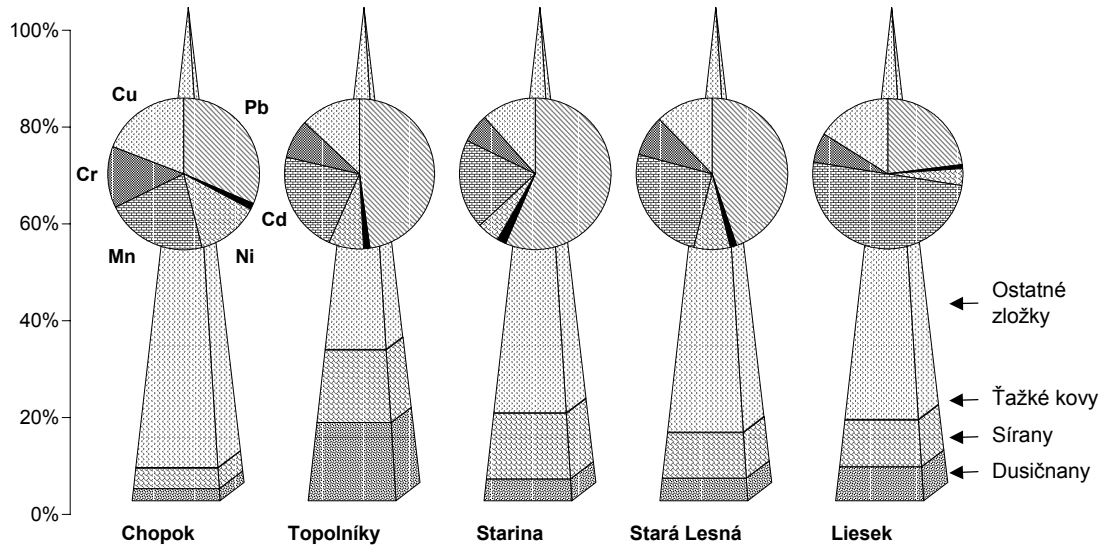
Obr. 1.6

Priemerné mesačné koncentrácie dusičnanov v aerosóle - 2000



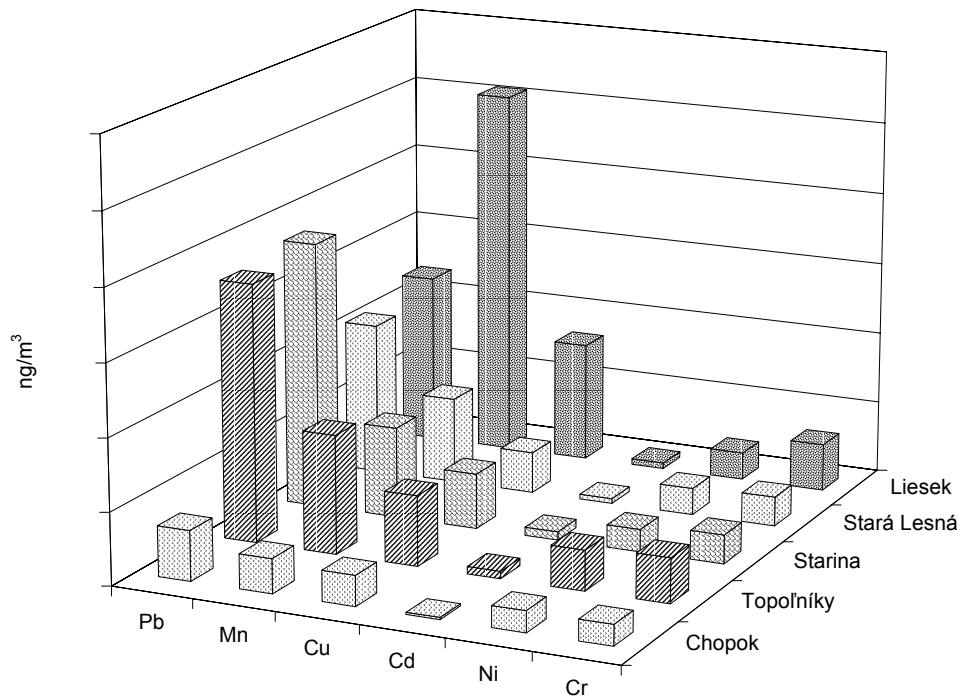
Obr. 1.7

Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov - 2000



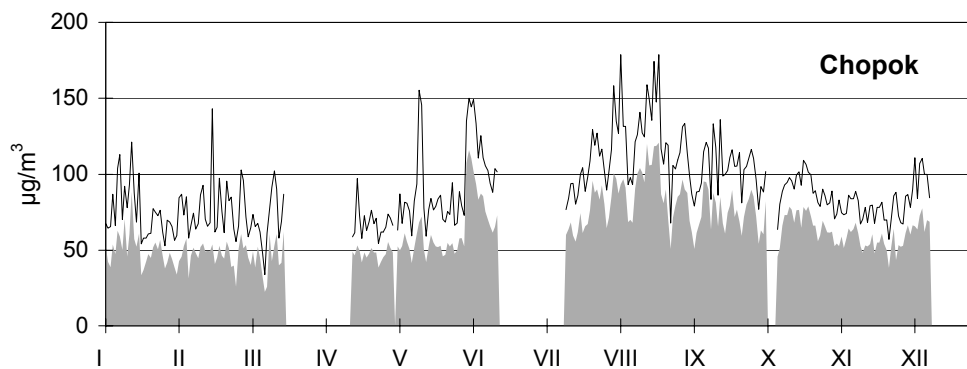
Obr. 1.8

Ťažké kovy v ovzduší - 2000

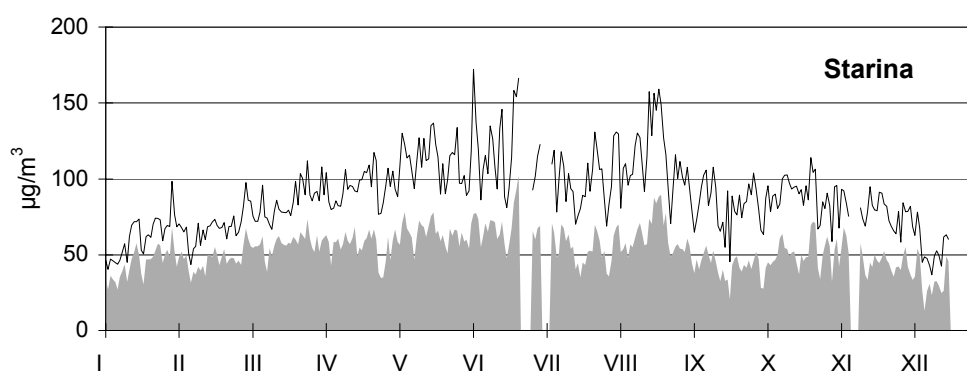


Prízemný ozón – 2000

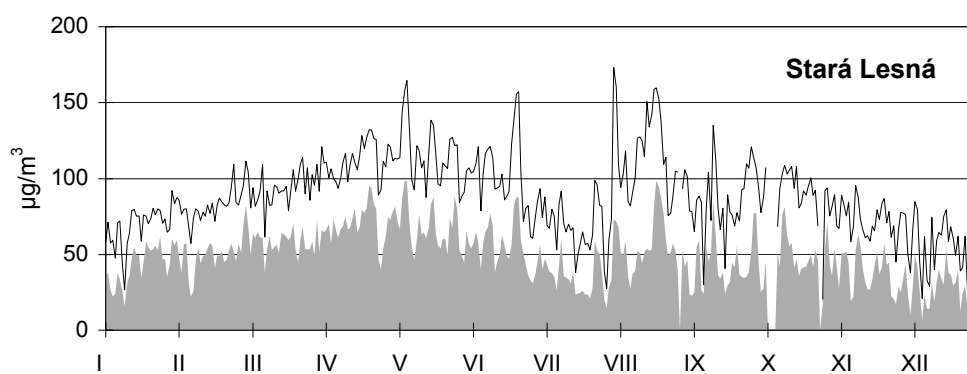
■ denný priemer — hodinové maximum



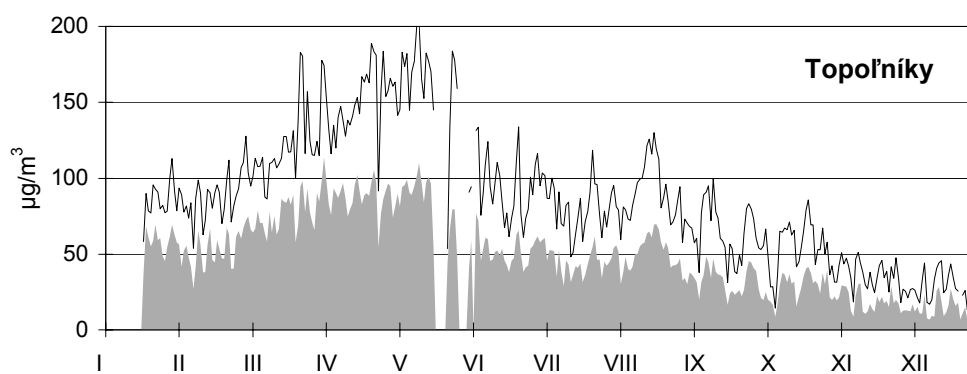
Obr. 1.9



Obr. 1.10

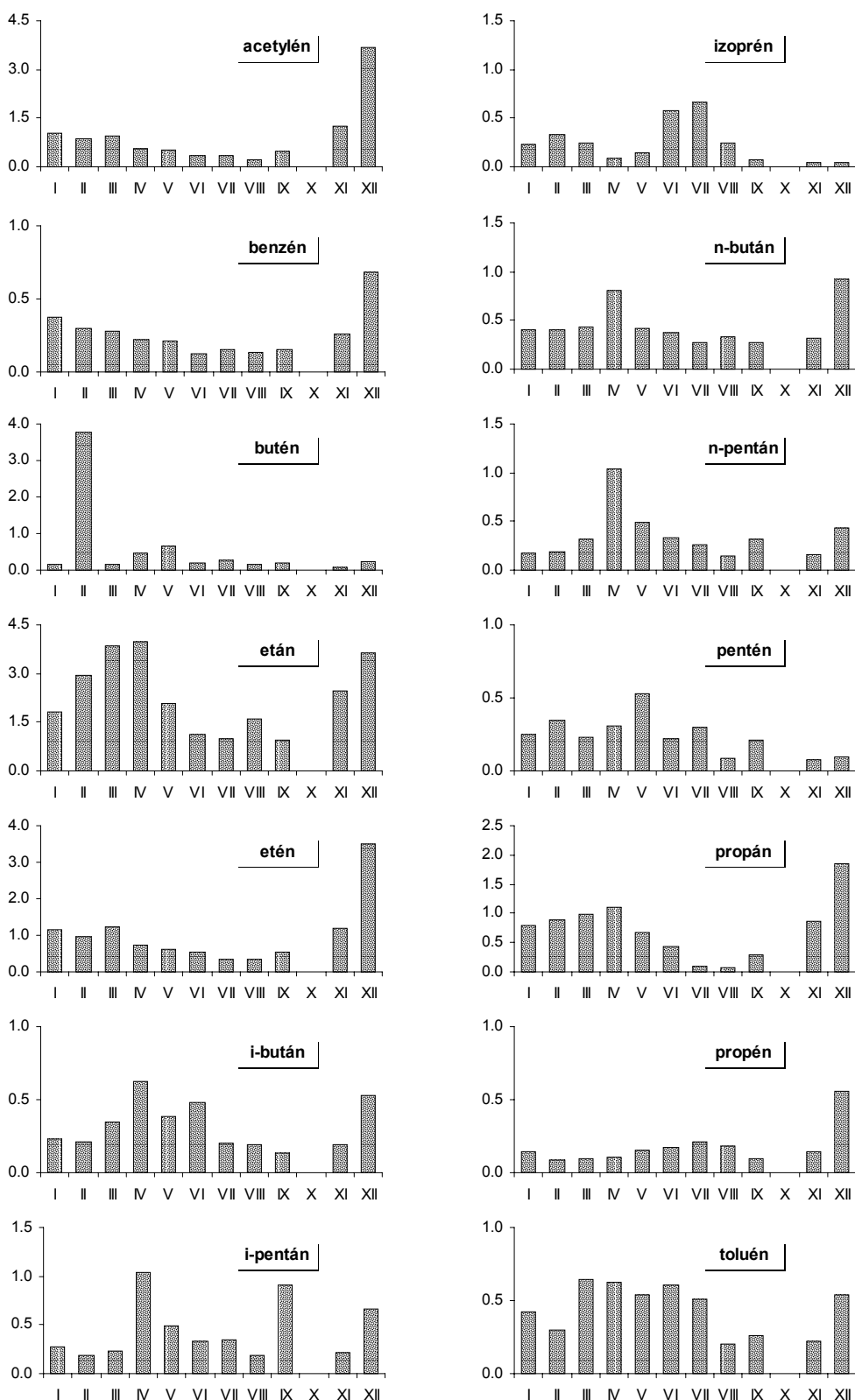


Obr. 1.11



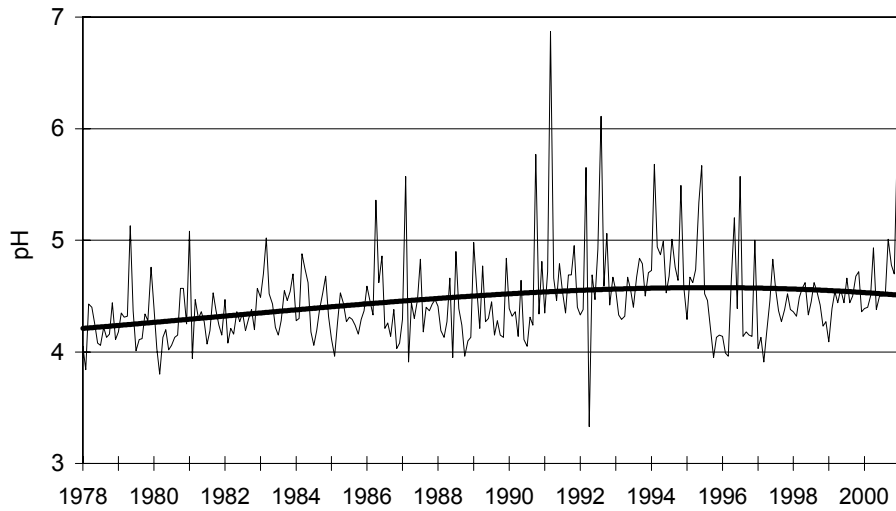
Obr. 1.12

Obr. 1.13 Prchavé organické zlúčeniny [ppb] - Starina - 2000



Obr. 1.14

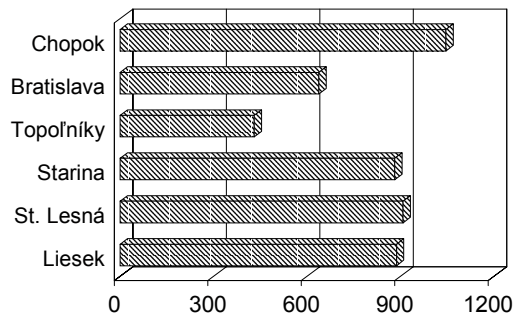
pH v zrážkach - Chopok



Mesačné zrážky – 2000

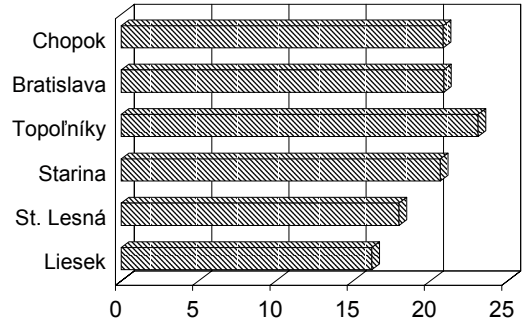
Obr. 1.15

Množstvo zrážok [mm]



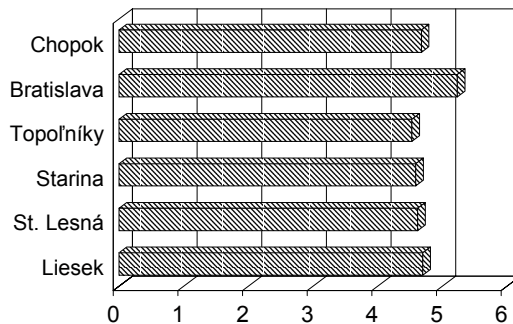
Obr. 1.16

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

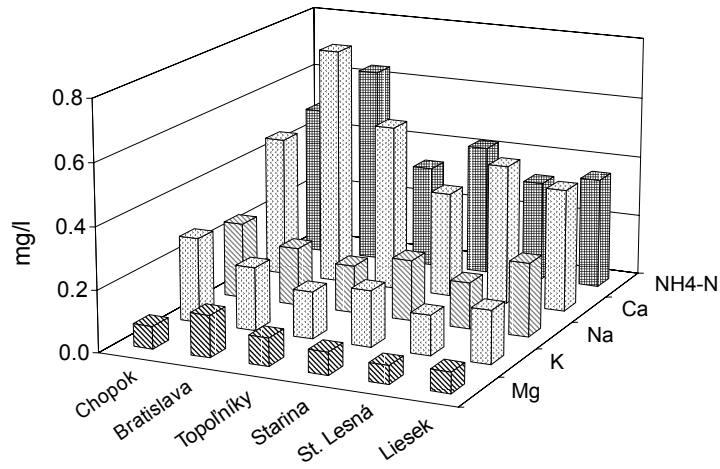


Obr. 1.17

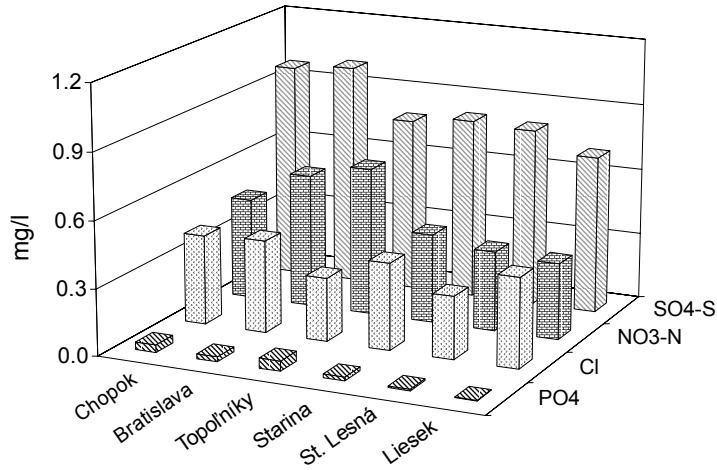
pH zrážok



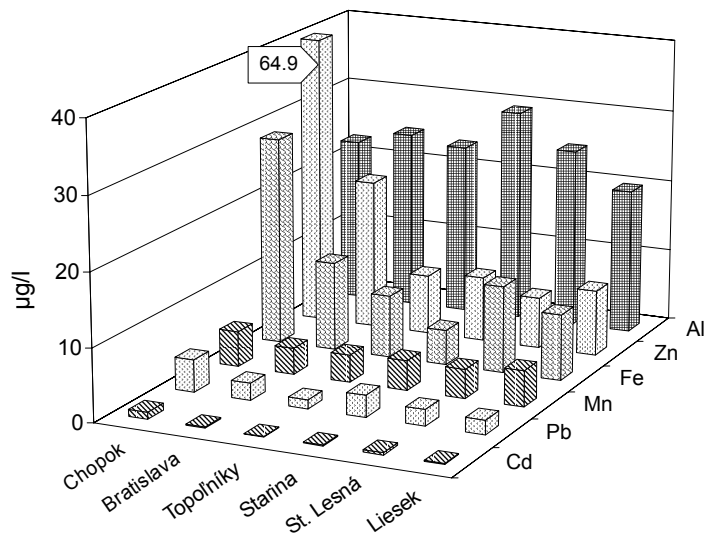
Mesačné zrážky - 2000



Obr. 1.18



Obr. 1.19

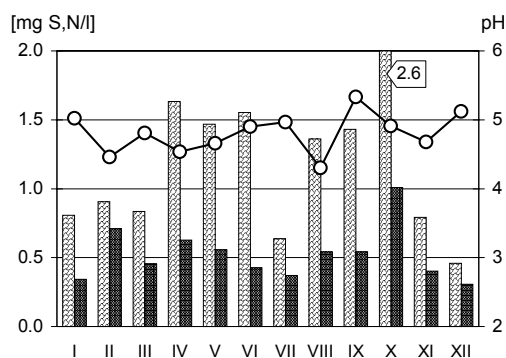


Obr. 1.20

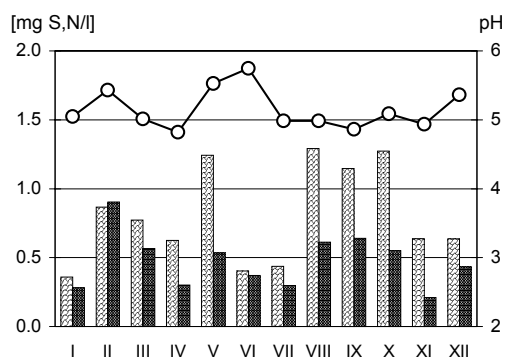
Denné zrážky – 2000

▨ Sírany ▨ Dusičnany ○ pH

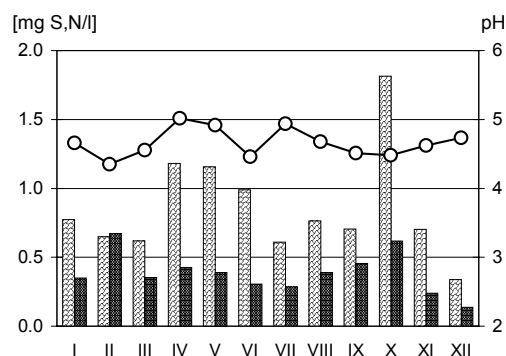
Obr. 1.21 **Chopok**



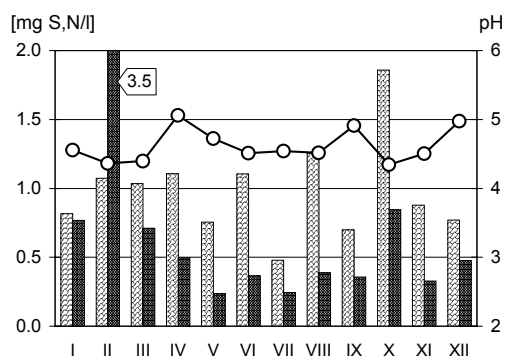
Obr. 1.22 **Topoľníky**



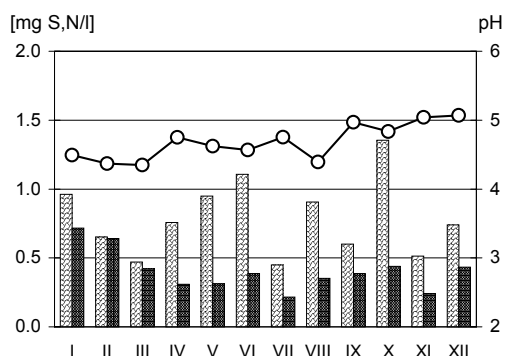
Obr. 1.23 **Stará Lesná**



Obr. 1.24 **Starina**



Obr. 1.25 **Liesek**



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 2000 bolo na území SR rozmiestnených 25 staníc, z ktorých 23 monitorovalo úroveň znečistenia základnými škodlivinami (SO₂, NO_x, NO₂, CO a prach). Na dvoch staniciach sa monitorovala aj úroveň znečistenia 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 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 klimatickej 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 celulóžky a papierne. Značný podiel na tomto znečistení majú aj malé lokálne zdroje. Špecifické znečistenie ovzdušia je spôsobené zmesou prevažne organosírných zlúčenín epizódne unikajúcich z technológie výroby celulózy.

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 $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, čo je približne 3-krát nižšia hodnota ako v Bratislave ($5,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). 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 $2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 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 klimatickej charakteristiky do mierne teplej oblasti. V oblasti kotliny je po celý rok zvýšená relatívna vlhkosť vzduchu, je to oblasť s najväčším počtom dní v roku s hmlou. Charakteristická je tu slabá veternosť s priemernou rýchlosťou vetra $1,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 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 $2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a vysoká relatívna vlhkosť sa podieľajú na zvýšených koncentráciách emisií oxidov dusíka, oxidov síry a polievavého 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 Muráň s orientáciou severozápad - juhovýchod. Prúdenie vzduchu je určované smerovaním údolia rieky Muráň s relatívne malou priemernou ročnou rýchlosťou $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Členitý horský terén dáva predpoklad k vzniku častých prízemných nočných inverzií a k tomuto čiastočne prispieva aj ohraničenie údolia masívami Skalky a Slovenskej skaly. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia majú Slovenské magnezitové závody v Jelšave a Lubeníku severozápadne od mesta a drobné lokálne vykurovacie systémy, ktoré sú prevažne plynofikované.

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 $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 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 $5,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Priemerná rýchlosť v roku zo všetkých smerov je $3,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 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 bezvetří usadzuje na dne kotliny. V priebehu roka prevláda severné prúdenie vzduchu, ktoré je aj najsilnejšie. Vedľajšie maximum prúdenia vzduchu pripadá na južný smer. V dôsledku rozširovania údolia v sútoku Sekčova do Torysy je zabezpečená dobrá ventilácia mesta. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia mesta majú mestské kotolne, väčšinou bez 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 $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hlavný podiel na znečistení 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 vyhranené prevládajúce 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 pozadňovú 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 magnetitových 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 okraja 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 železniarní na kvalitu ovzdušia obce.

**Prešov -
Sídliisko 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**

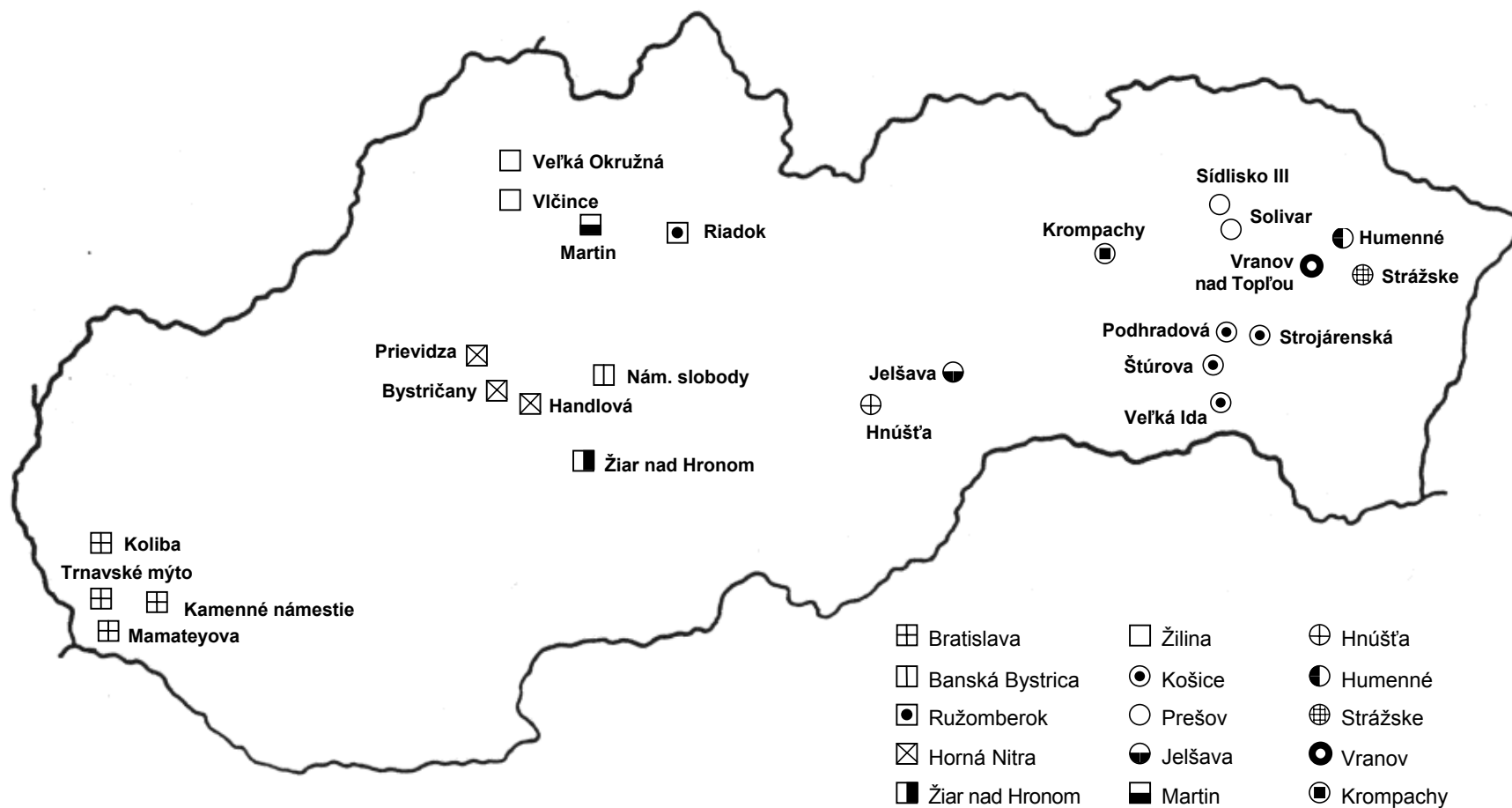
Stanica sa nachádza v centre mesta pred Domom kultúry asi 2 km severozápadne od závodu Bukóza Vranov. Okolitú zástavbu predstavujú 3 až 4-poschodové obytné domy pozdĺž hlavnej cesty vzdialenej asi 30 m od stanice.

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.

Obr. 2.0

Rozmiestnenie automatických monitorovacích staníc znečistenia ovzdušia v Slovenskej republike



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
Jeľava		20°14'18"	48°37'48"	255
Hnúšťa		19°57'12"	48°35'04"	315
Košice	Štúrova	21°15'47"	48°43'01"	199
	Strojárske	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

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 (SO_2 , 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 , SO_2 .

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 :

$$\text{IZO}_r = \sum_{i=1}^3 [\text{priemerná ročná koncentrácia} / \text{IH}_r]_{Si}$$

$$\text{IZO}_k = \sum_{i=1}^3 [95 \text{ percentil}_k / \text{IH}_k]_{Si}$$

$$\text{IZO}_d = \sum_{i=1}^3 [95 \text{ percentil}_d / \text{IH}_d]_{Si}$$

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

Rozsah IZO	Stupeň znečistenia ovzdušia
0,0 – 0,4	takmer žiadne
0,5 – 0,9	slabé
1,0 – 1,4	mierne
1,5 – 2,0	stredné
nad 2	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
SO₂	UV-Fluorescencia	0...2.6	2.6	TEI	Model 43A,43B
	UV-Fluorescencia	0...2.6	1.3	Monitor Labs	ML 9850
H₂S	UV-Fluorescencia	0...2.6	2.6	TEI, Monitor Labs	Model 340
H₂S	UV-Fluorescencia	0...1.3	1.3	Monitor Labs	ML 88XX
NO, NO₂, NO_x	Chemilumiscencia	0...1.9	0.9	TEI	Model 42
	Chemilumiscencia	0...1	< 0.9	Monitor Labs	ML 9841
CO	GFC	0...72.5	< 72.5	TEI	Model 48
	GFC	0...72.5	< 11.5	Monitor Labs	ML 9830
O₃	UV-Fotometria	0...2	4	TEI	Model 49, 49C
	UV-Fotometria	0...1	2	Monitor Labs	ML 9810,9811
Prach	Beta-Absorbcia	0...1000	10	VEREWA	F 703
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)

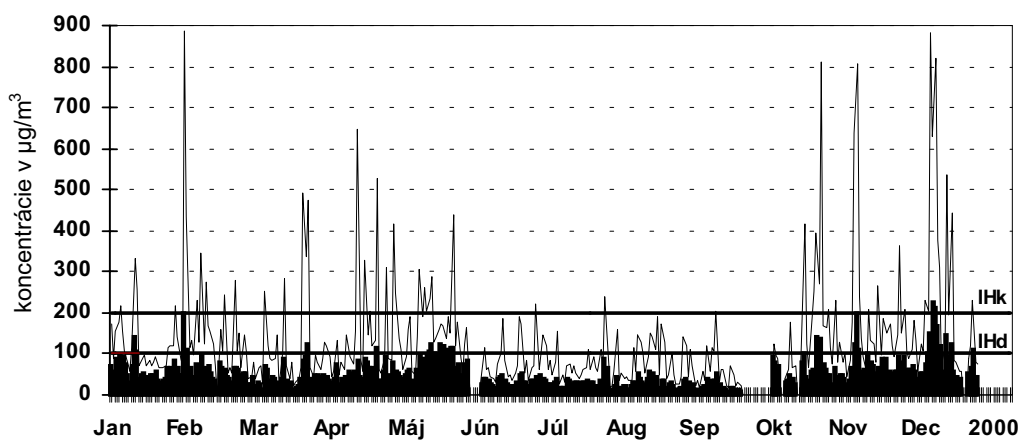
Tab. 2.3 Zoznam monitorovaných škodlivín na Slovensku v roku 2000

Oblasť	Stanica	SO ₂	NO _x	Prach	PM10	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 v ovzduší

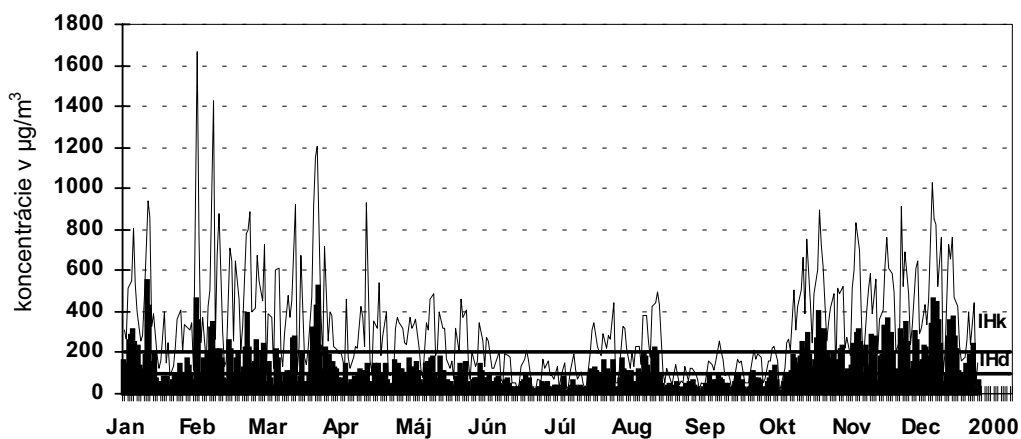
Obr.2.1

Bratislava - Mamateyova



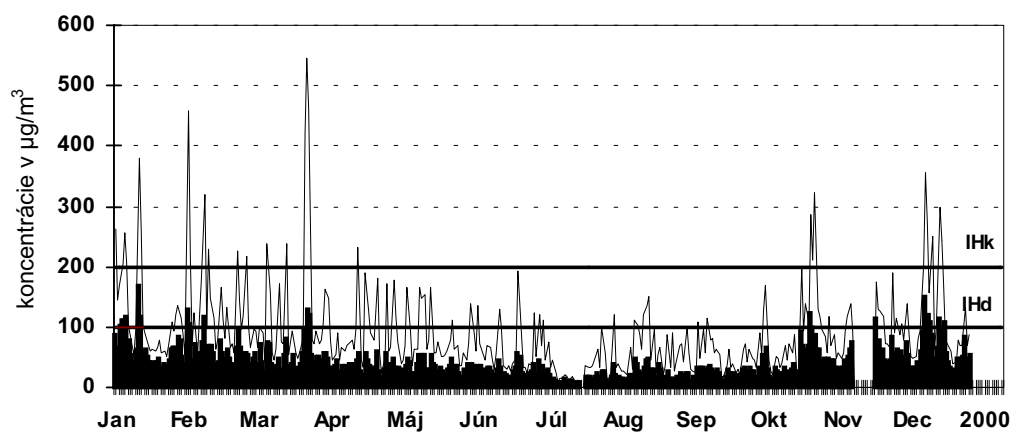
Obr.2.2

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.3

Bratislava - Kamenné námestie

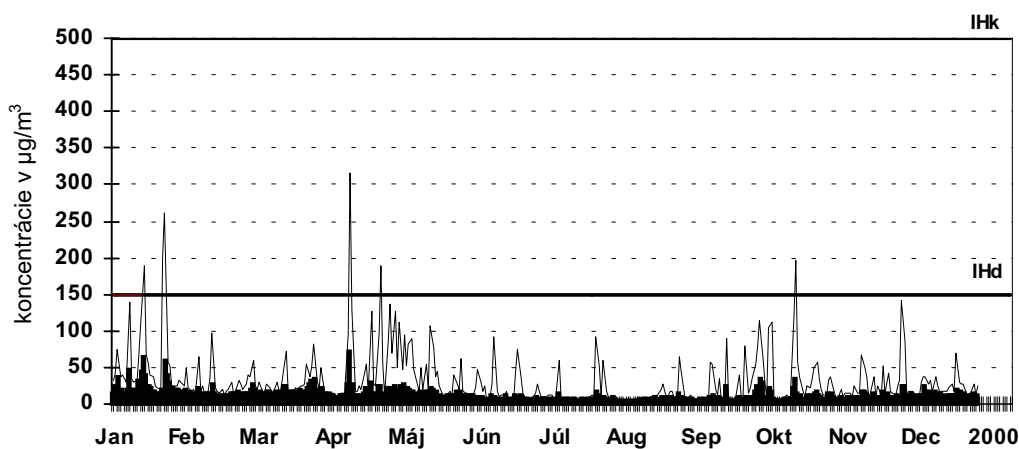


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

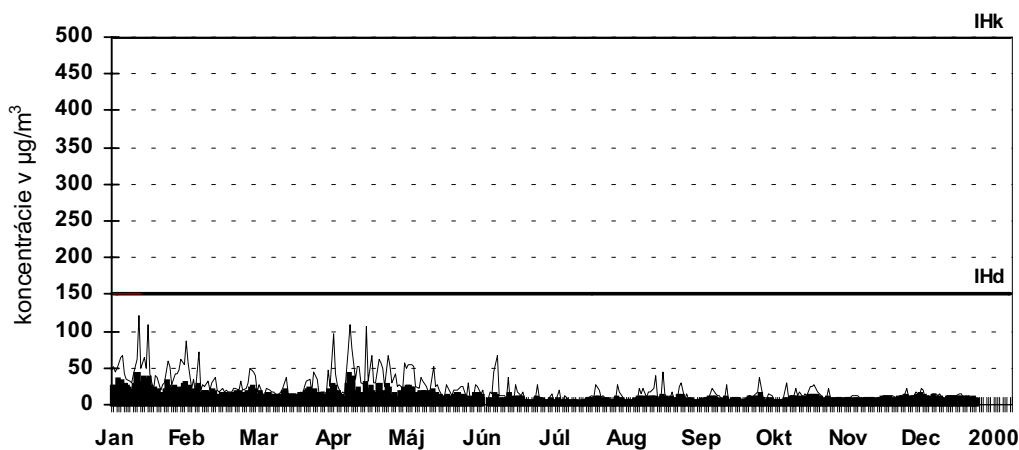
Obr.2.4

Bratislava - Mamateyova



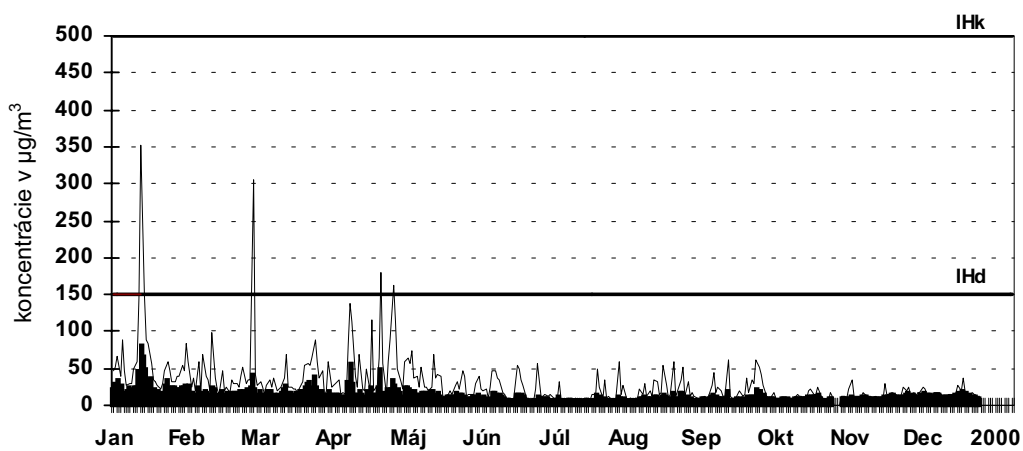
Obr.2.5

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.6

Bratislava - Kamenné námestie

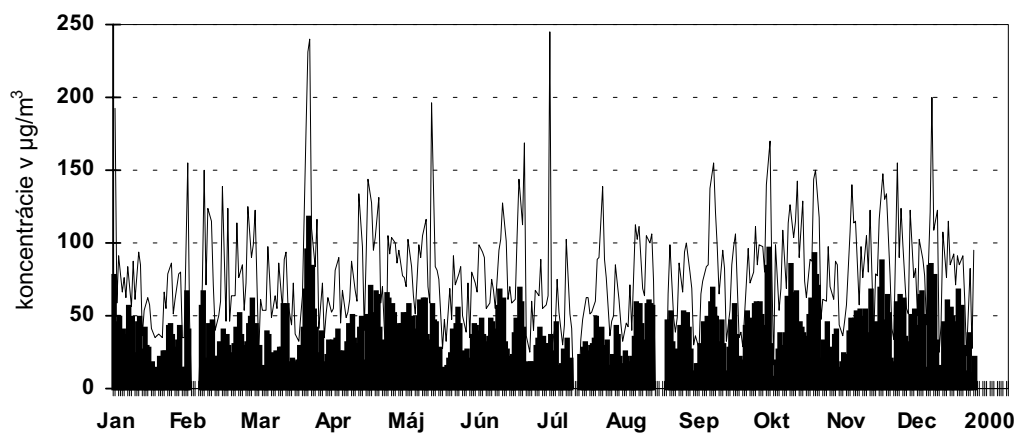


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10 v ovzduší

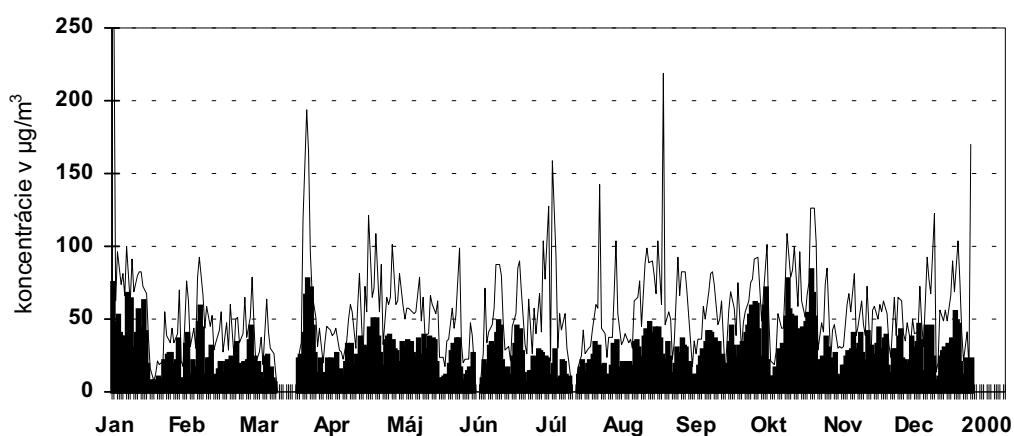
Obr.2.7

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.8

Bratislava - Kamenné námestie

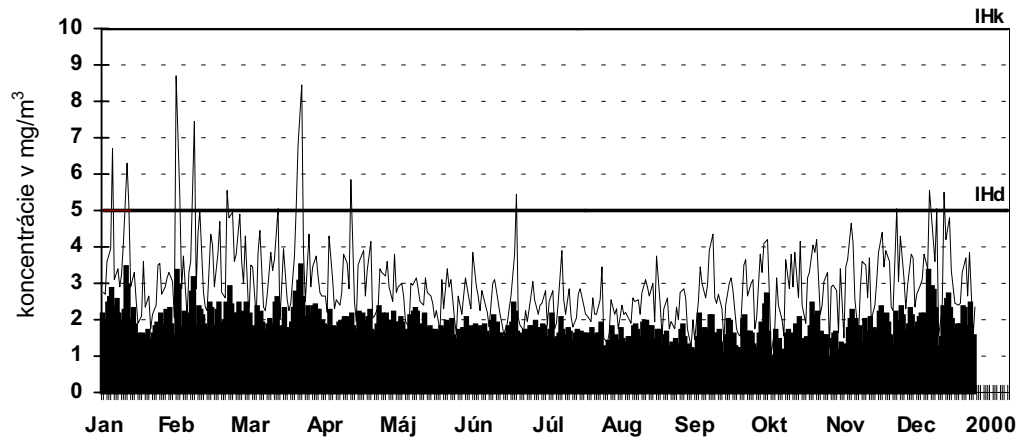


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

Obr.2.9

Bratislava - Trnavské mýto

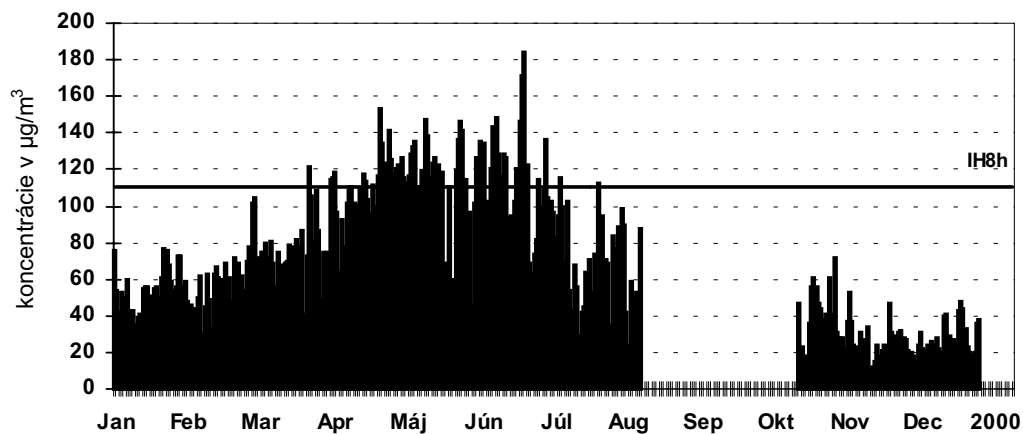


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

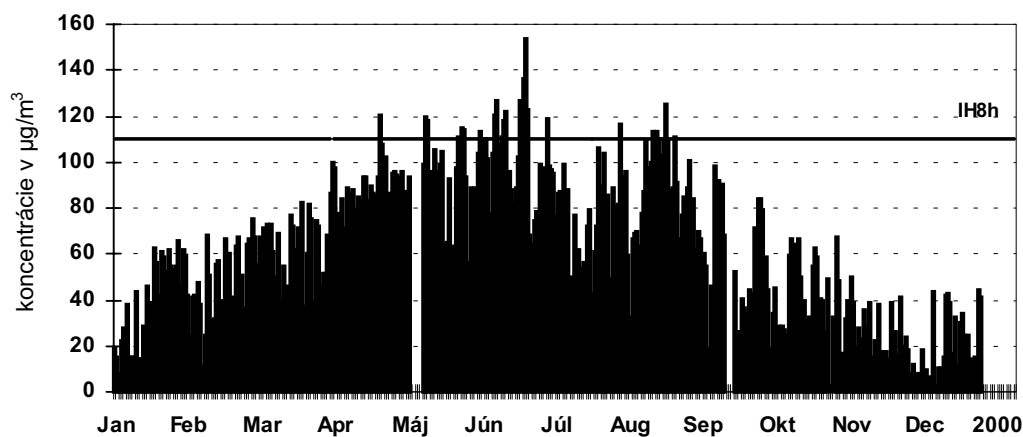
Obr.2.10

Bratislava - Mamateyova



Obr.2.11

Bratislava - Koliba

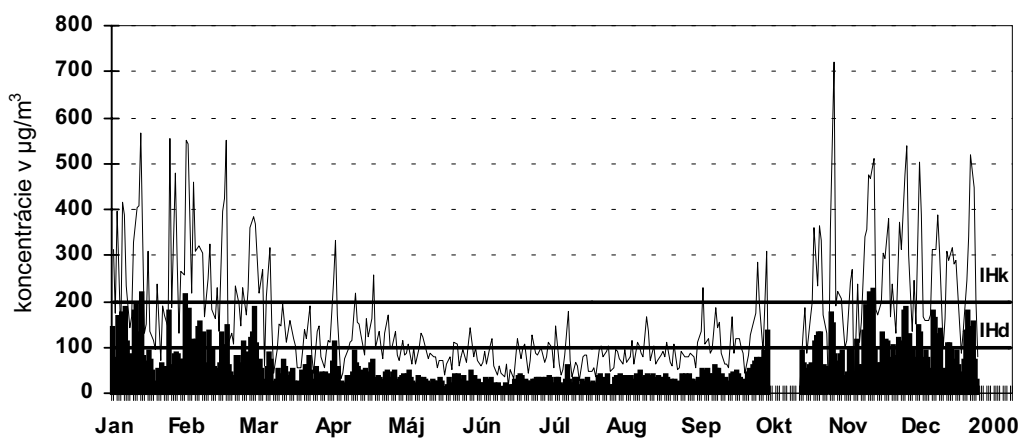


- priem. 8-hod. koncentrácie

NO_x v ovzduší

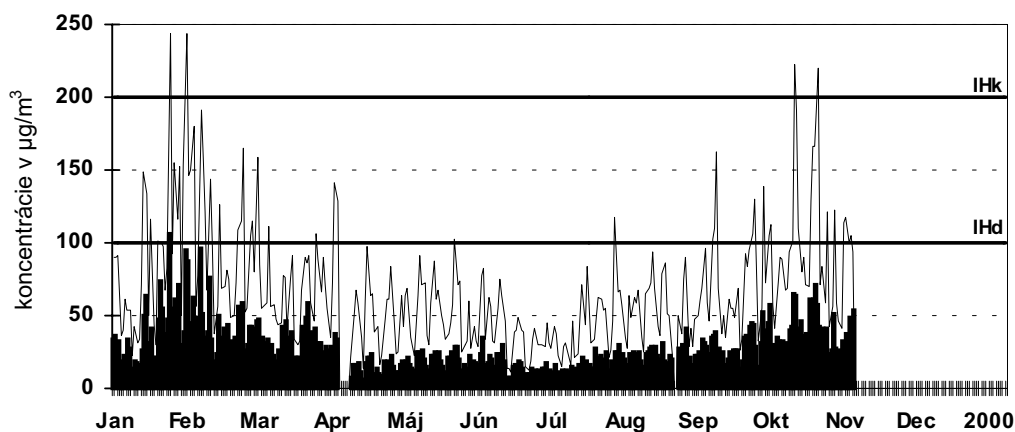
Obr.2.12

Banská Bystrica - Nám. slobody



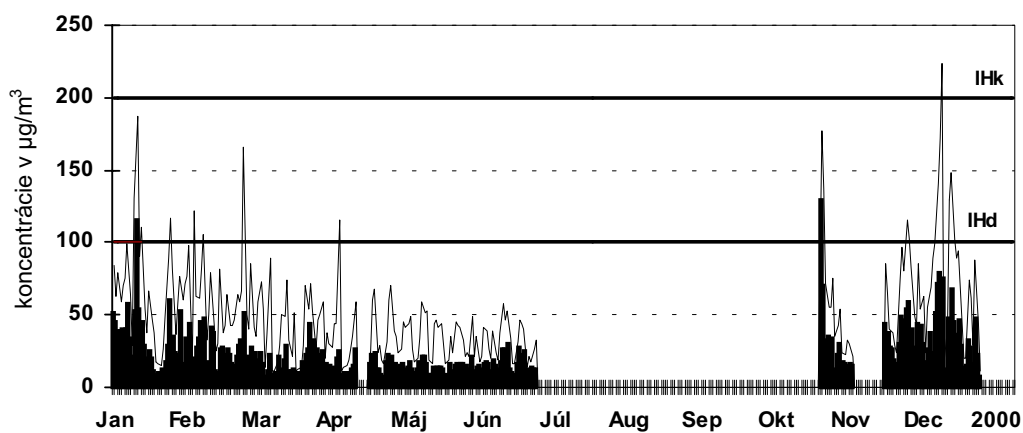
Obr.2.13

Ružomberok - Riadok



Obr.2.14

Žiar nad Hronom

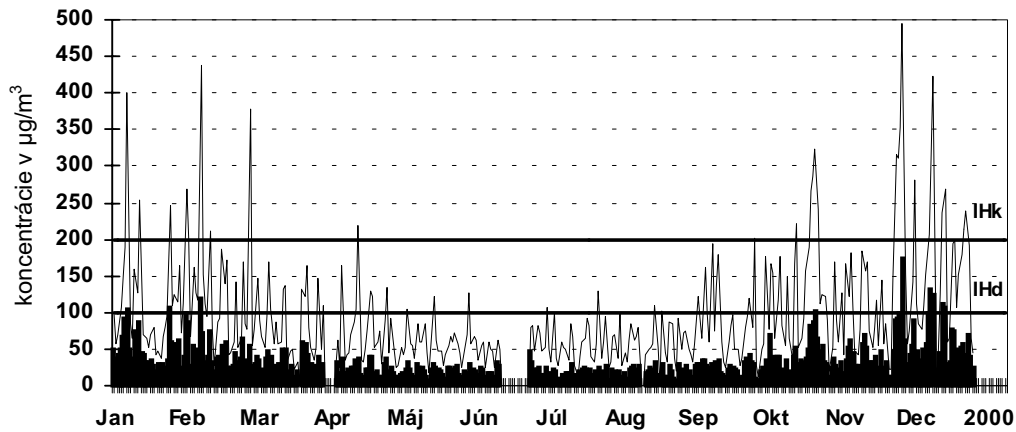


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

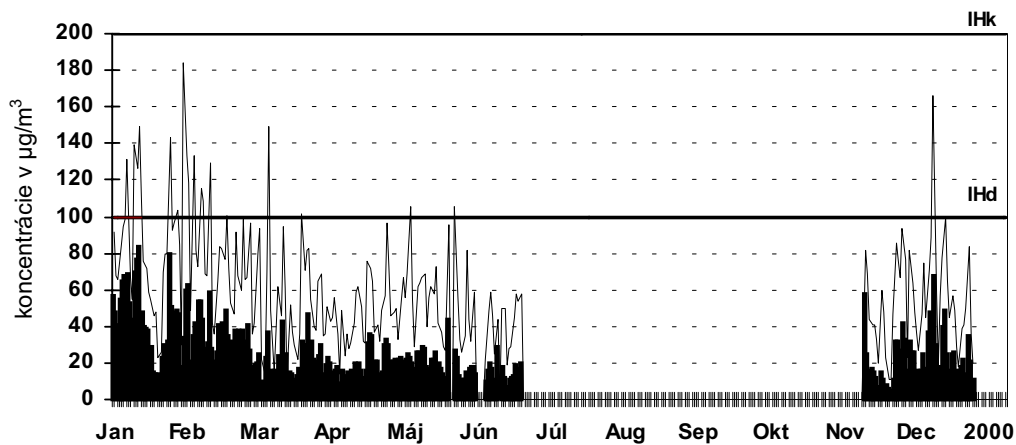
Obr.2.15

Prievidza



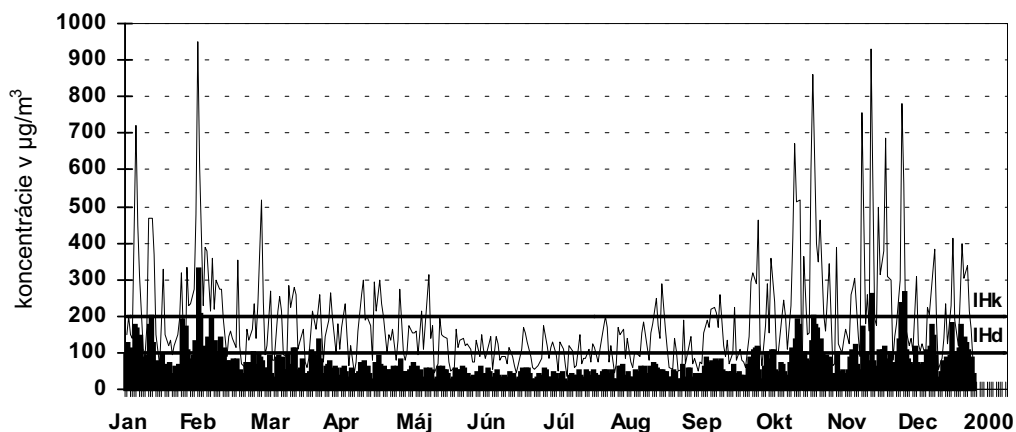
Obr.2.16

Bystričany



Obr.2.17

Žilina - Veľká Okružná

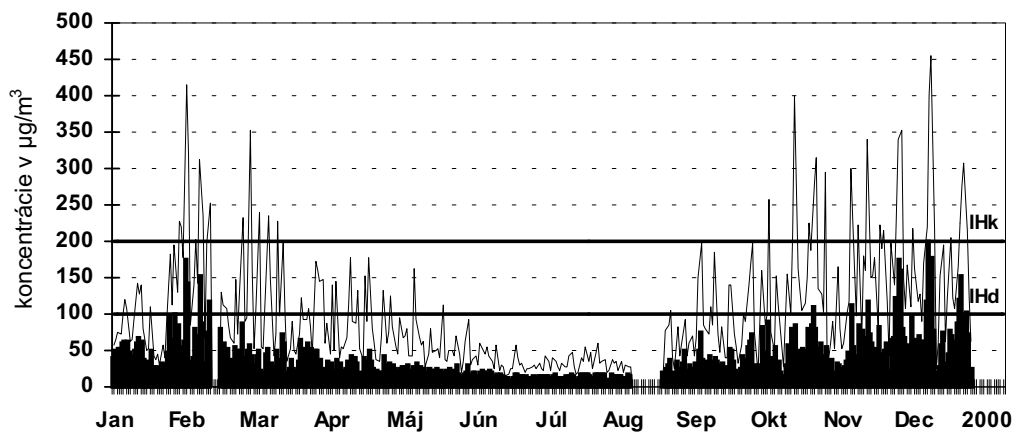


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

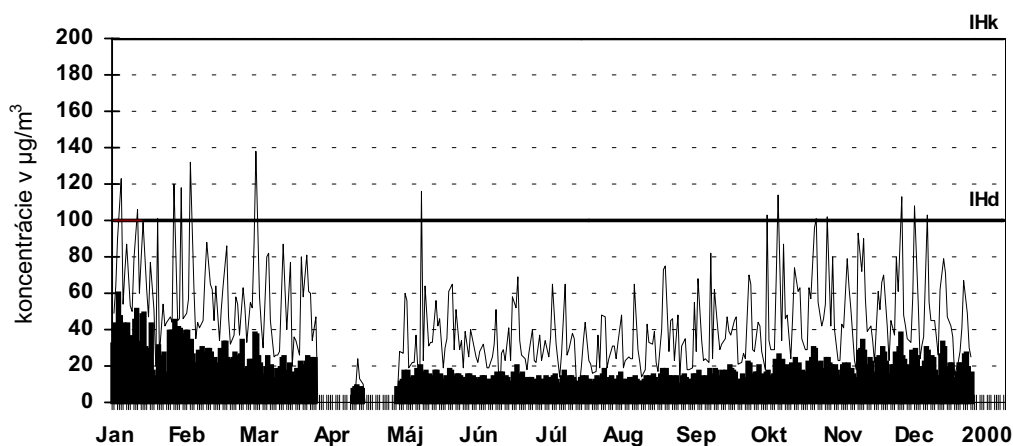
Obr.2.18

Žilina - Vlčince



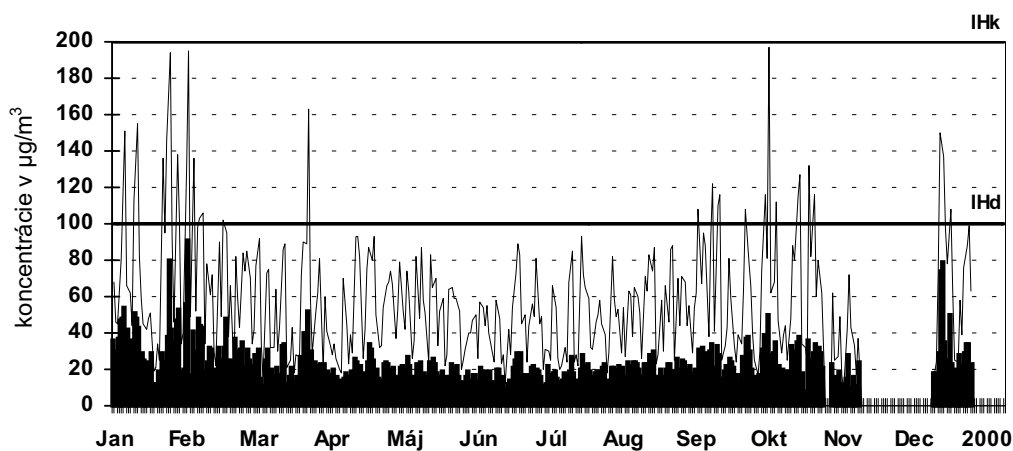
Obr.2.19

Hnúšťa



Obr.2.20

Handlová

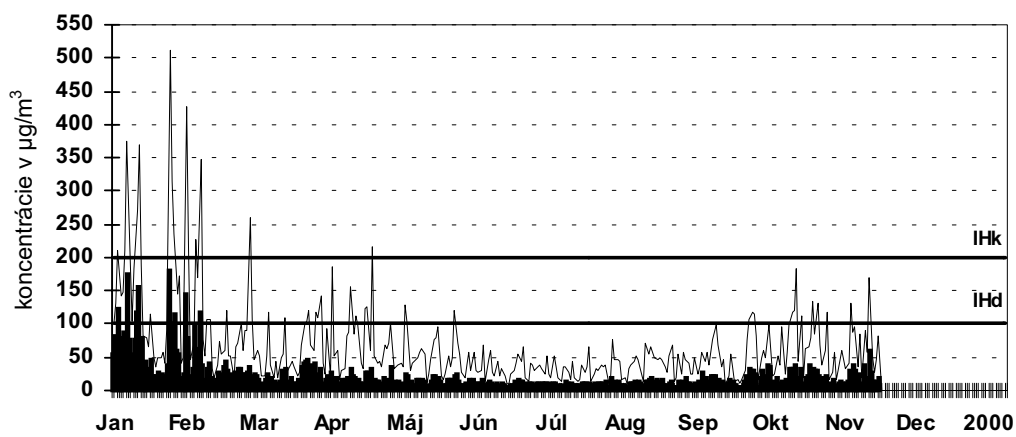


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

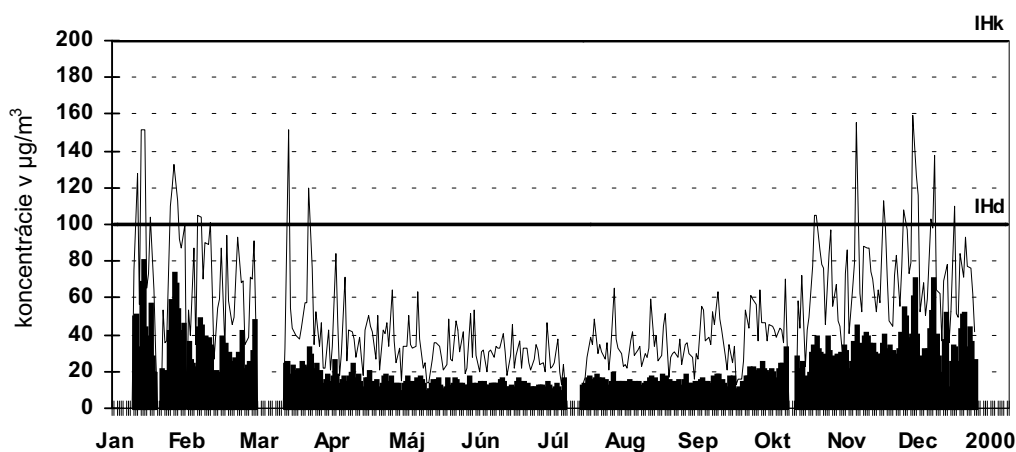
Obr.2.21

Martin



Obr.2.22

Jelšava

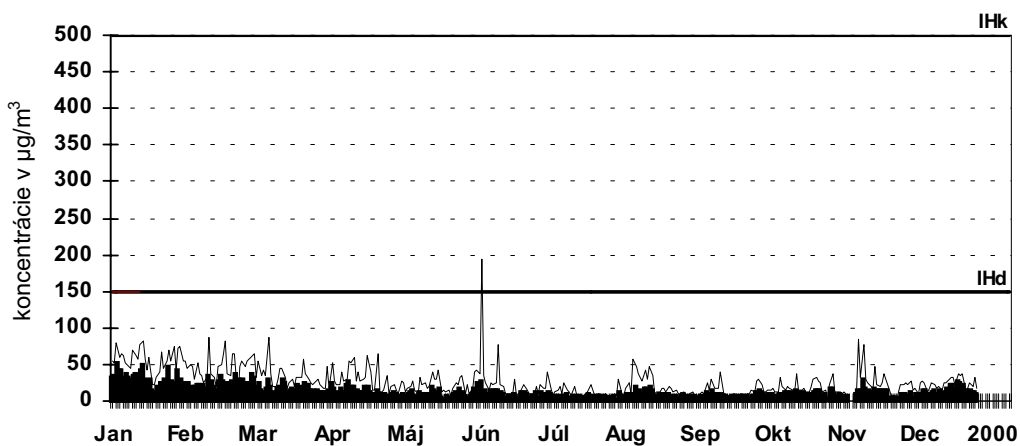


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

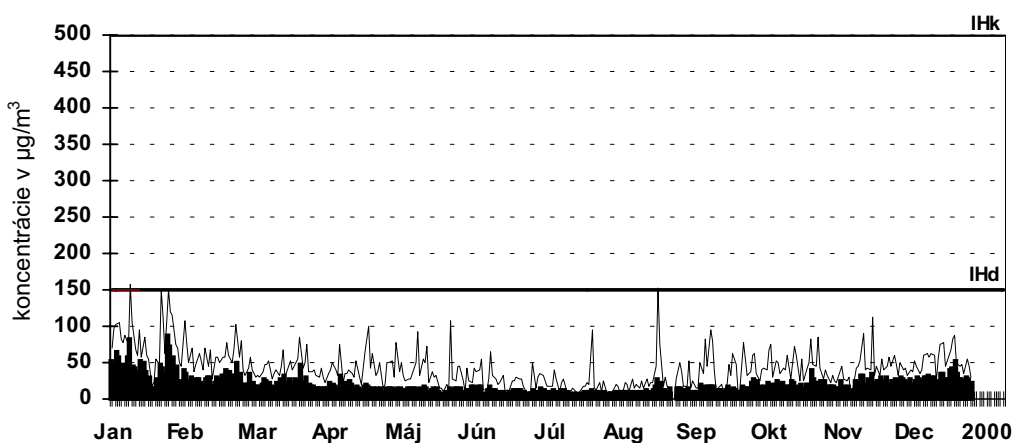
Obr.2.23

Banská Bystrica - Nám. slobody



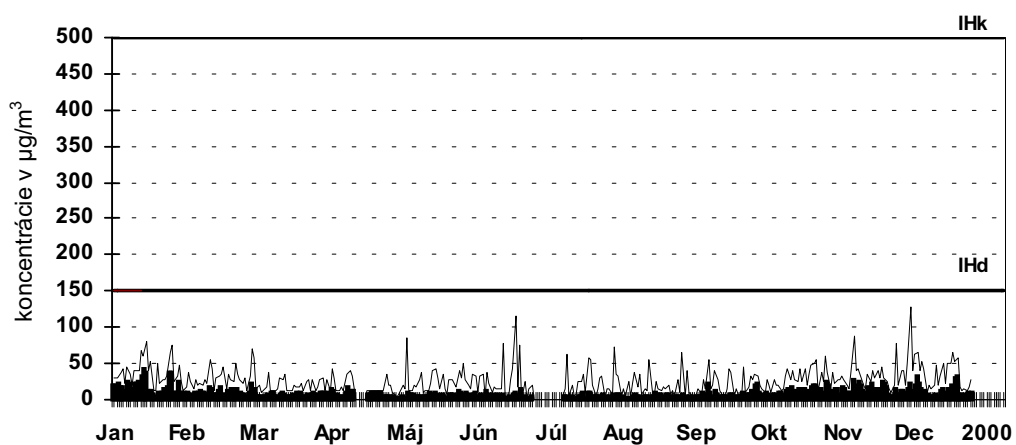
Obr.2.24

Ružomberok - Riadok



Obr.2.25

Žiar nad Hronom

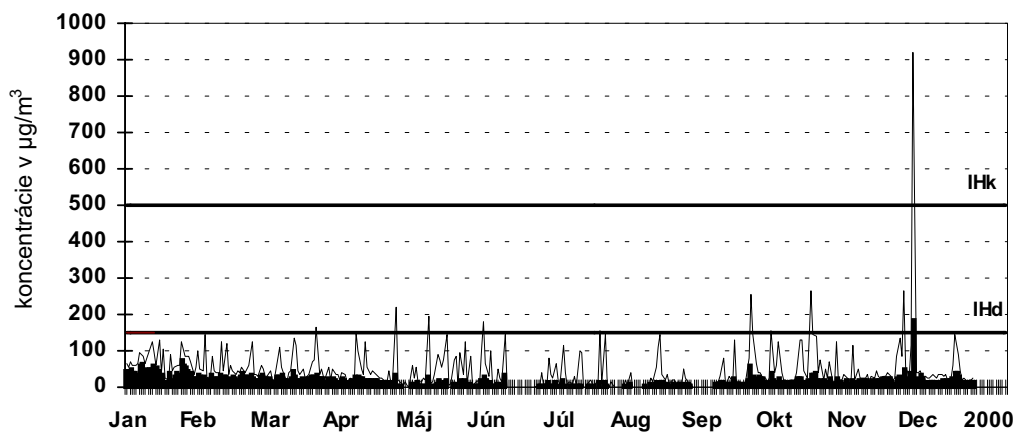


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

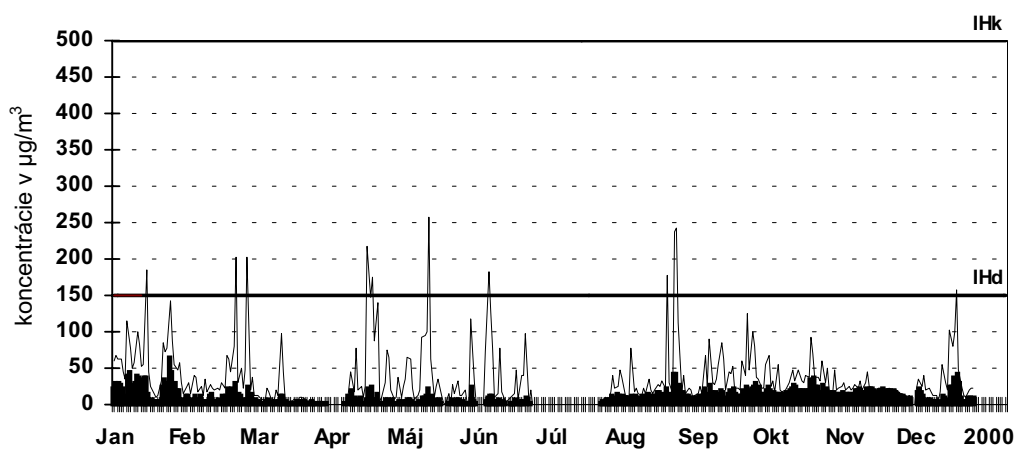
Obr.2.26

Prievidza



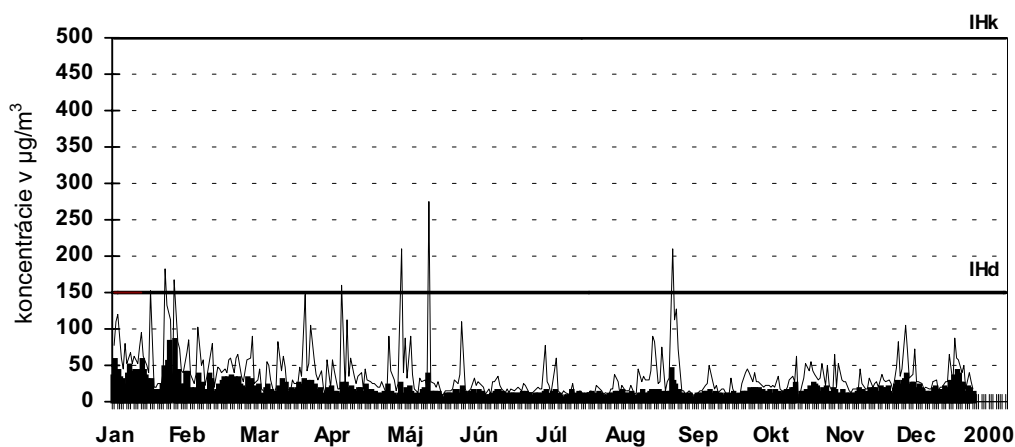
Obr.2.27

Bystričany



Obr.2.28

Žilina - Veľká Okružná

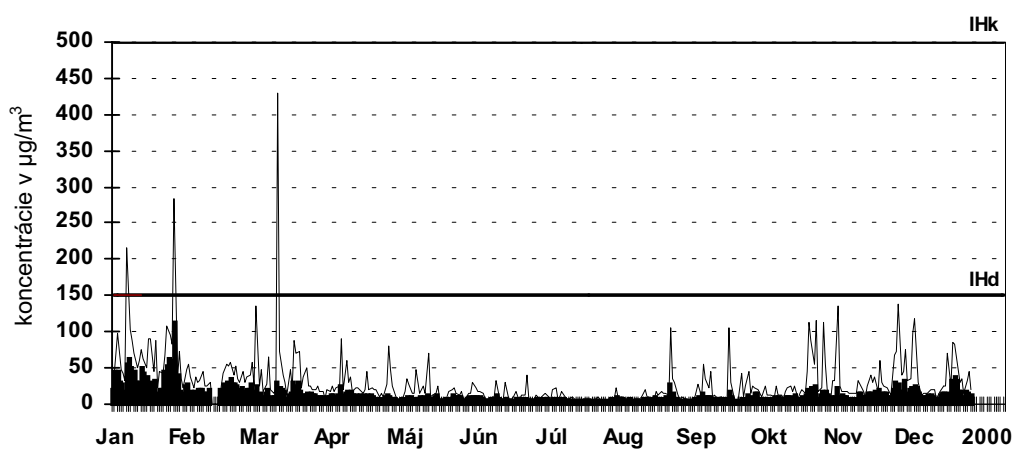


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

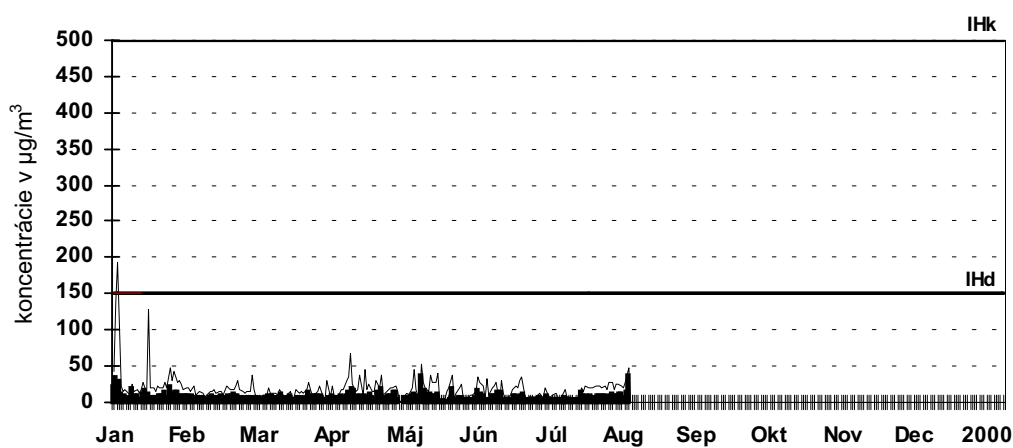
Obr.2.29

Žilina - Vlčince



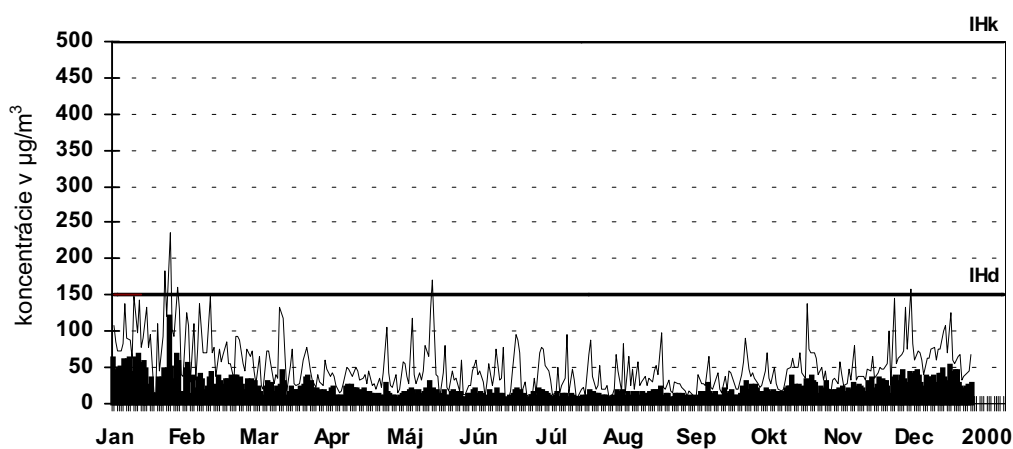
Obr.2.30

Hnúšťa



Obr.2.31

Handlová

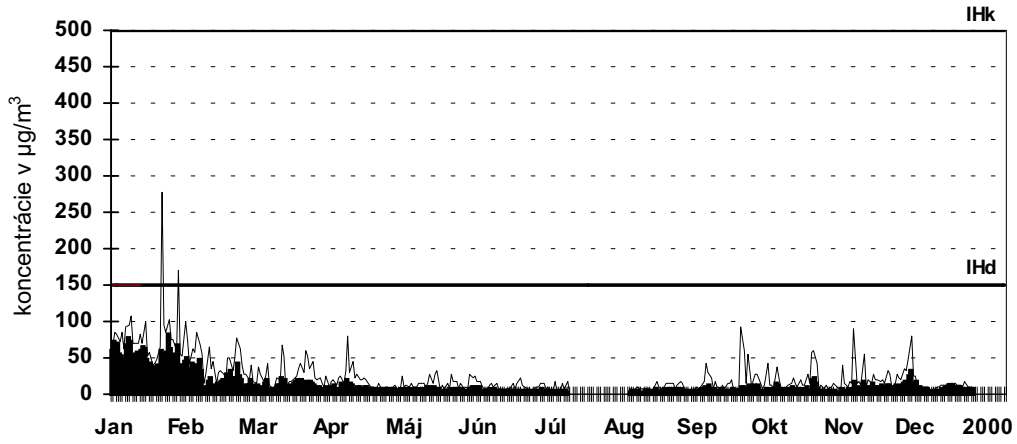


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

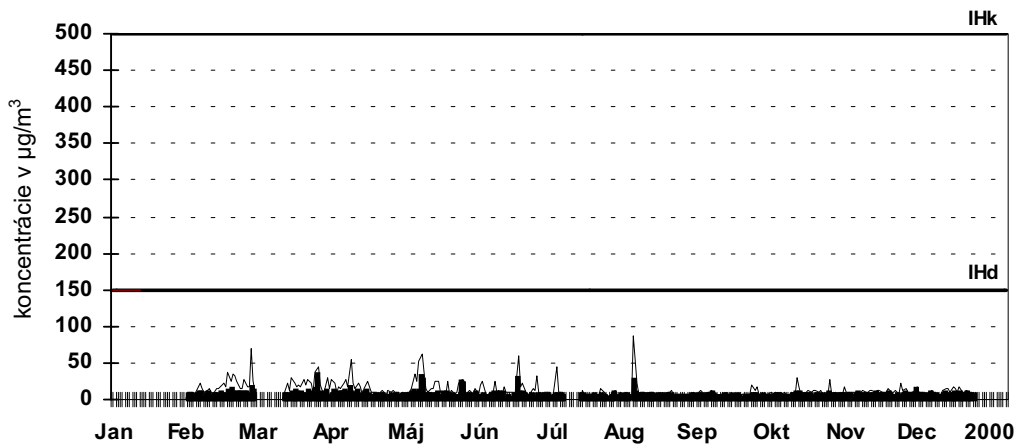
Obr.2.32

Martin



Obr.2.33

Jelšava

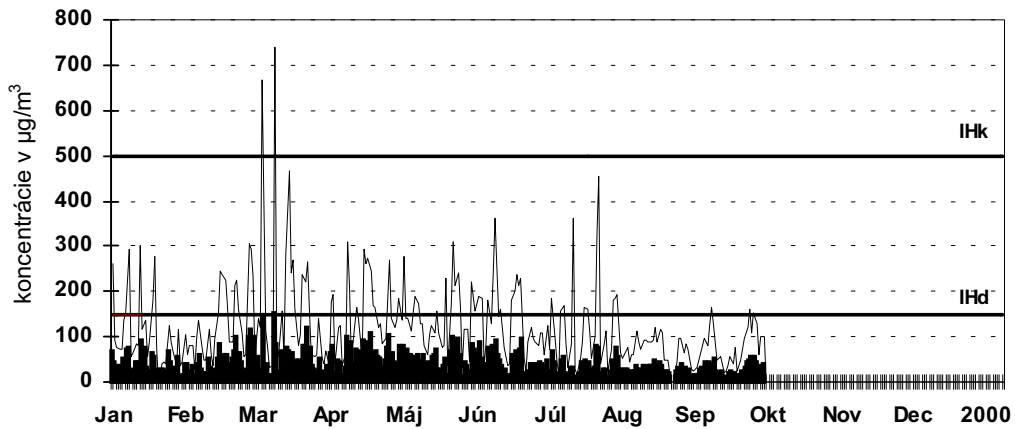


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

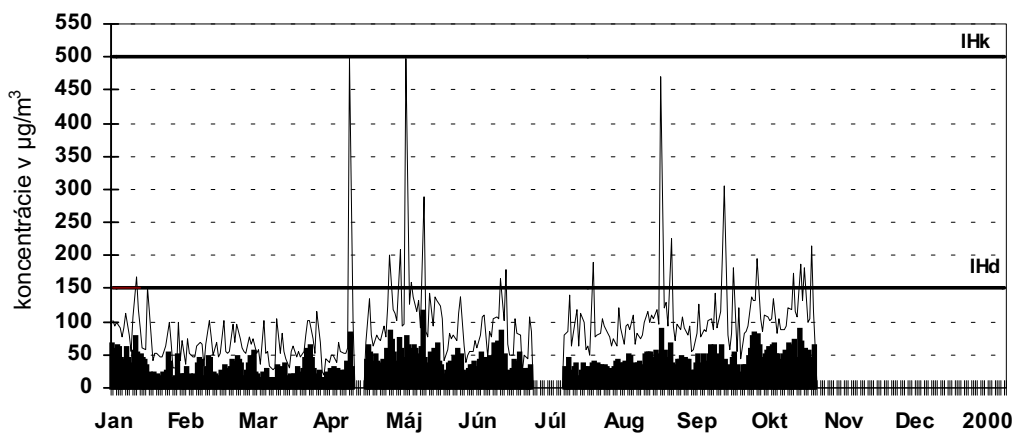
Obr.2.34

Ružomberok - Riadok



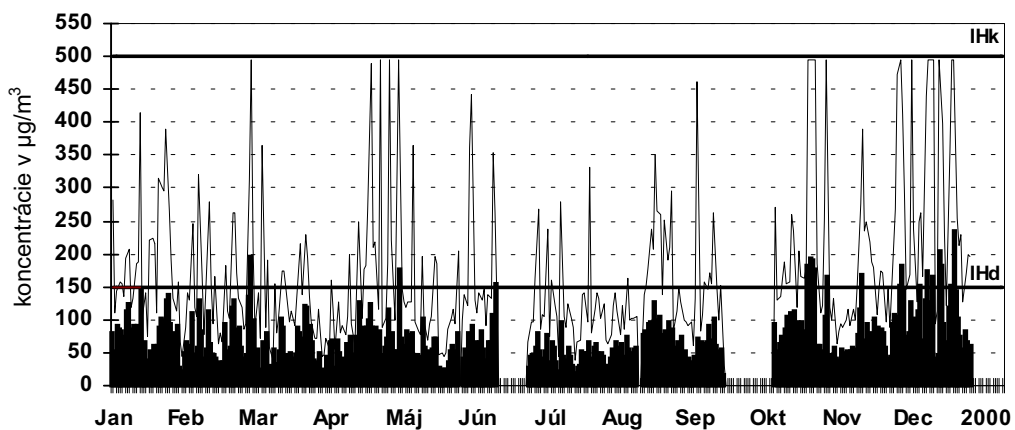
Obr.2.35

Žiar nad Hronom



Obr.2.36

Prievidza

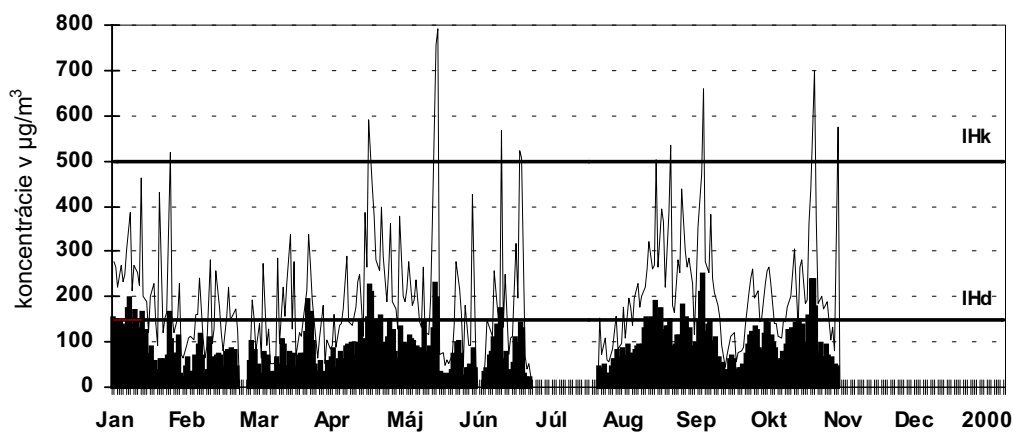


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

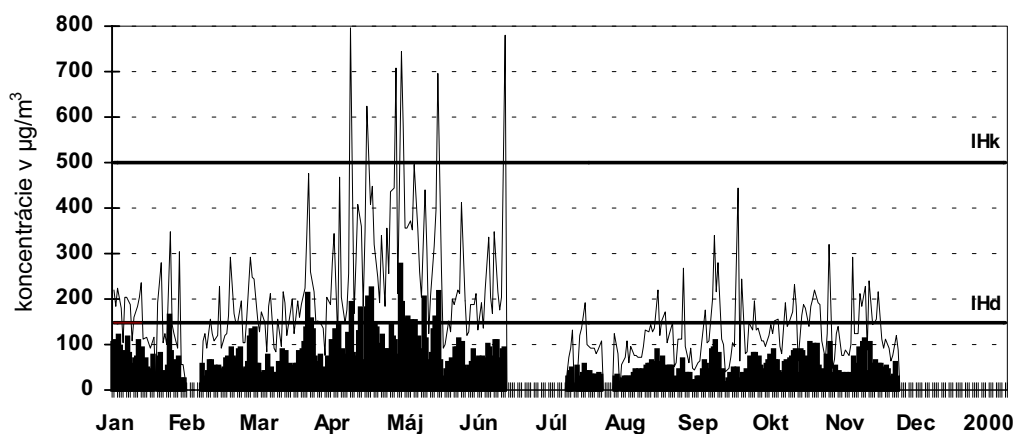
Obr.2.37

Bystričany



Obr.2.38

Martin

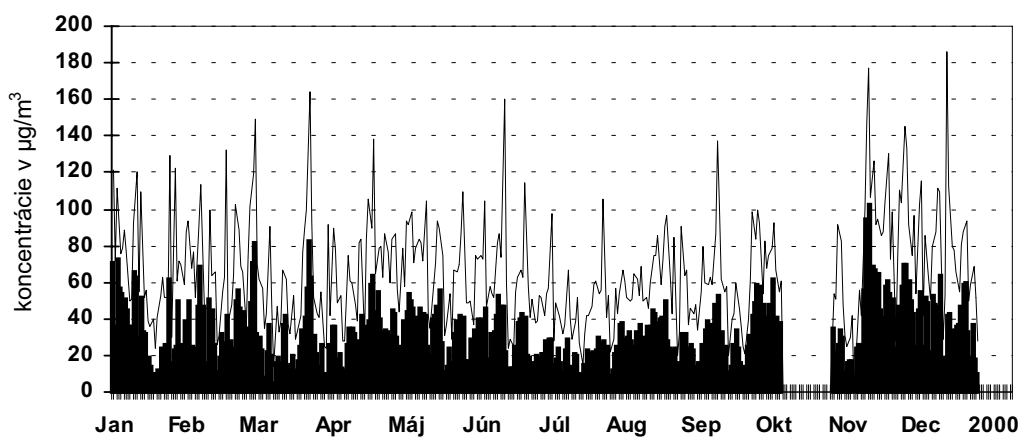


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10 v ovzduší

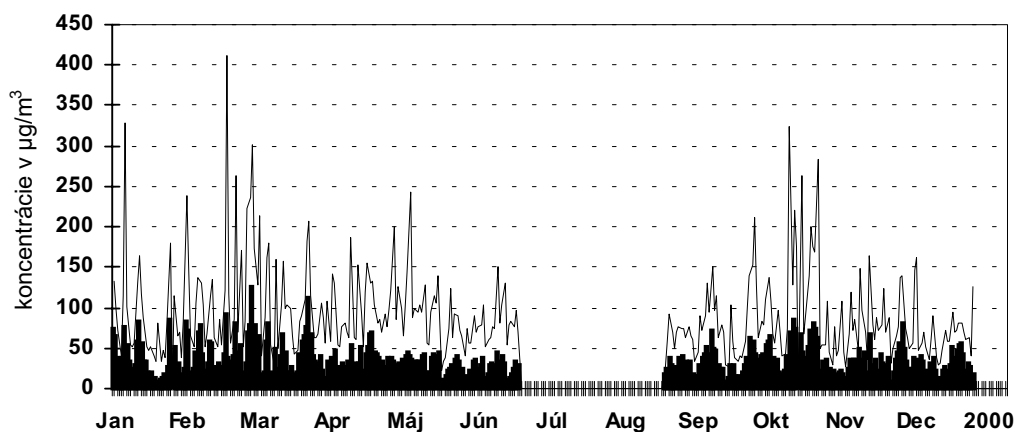
Obr.2.39

Banská Bystrica - Nám. slobody



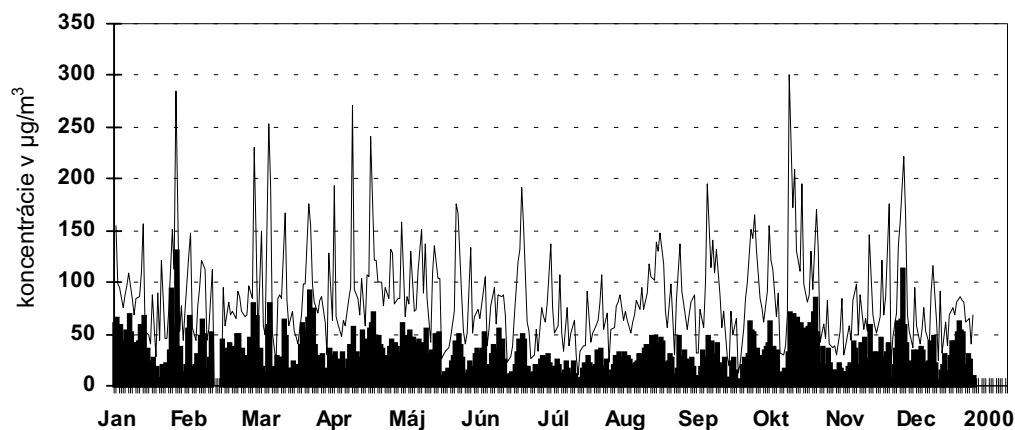
Obr.2.40

Žilina - Veľká Okružná



Obr.2.41

Žilina - Vlčince

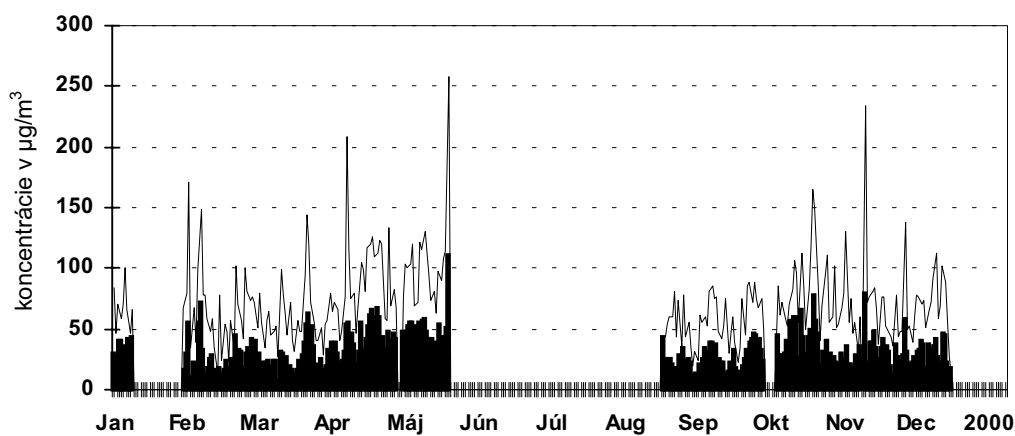


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10 v ovzduší

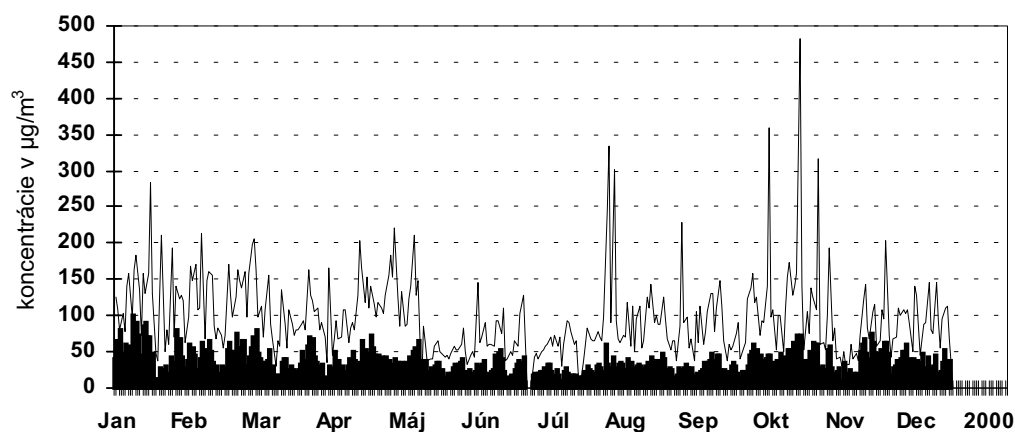
Obr.2.42

Handlová



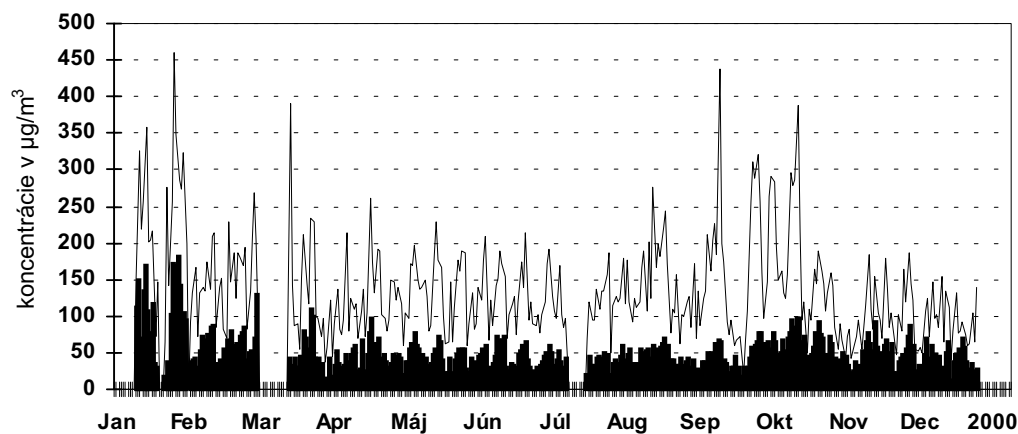
Obr.2.43

Hnúšťa



Obr.2.44

Jelšava

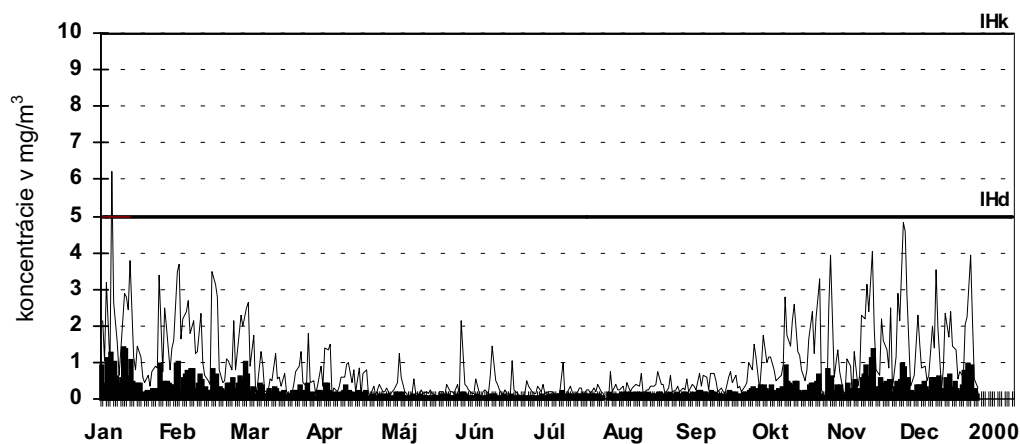


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

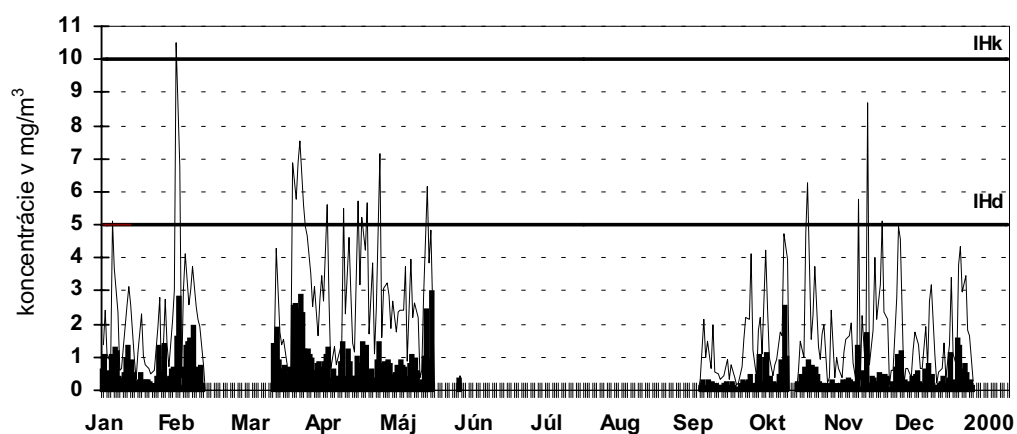
Obr.2.45

Banská Bystrica - Nám. slobody



Obr.2.46

Žilina - Veľká Okružná

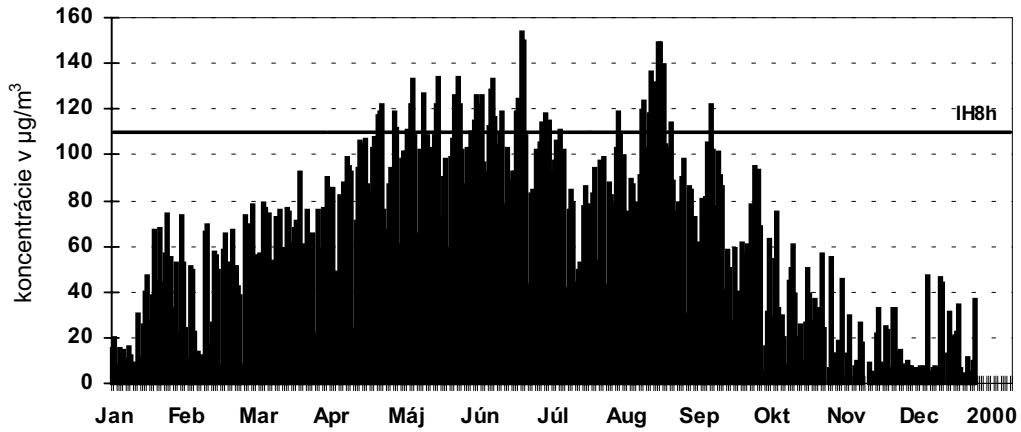


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

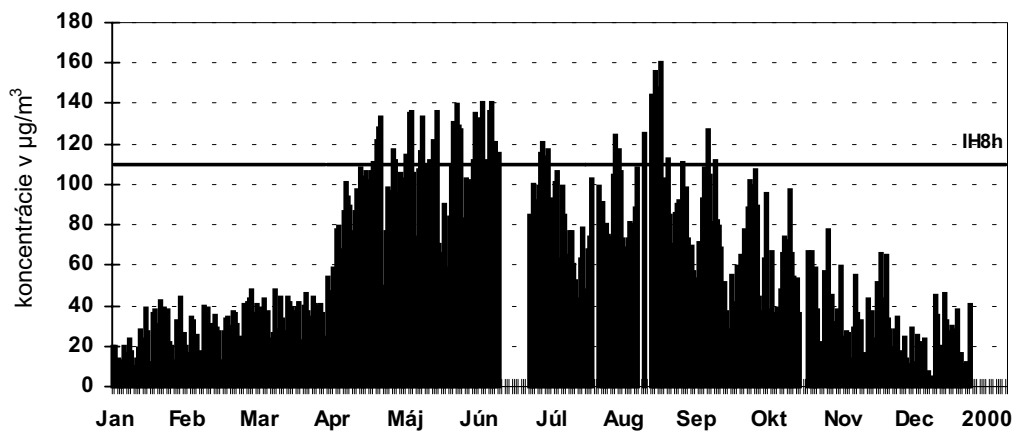
Obr.2.47

Banská Bystrica - Nám. slobody



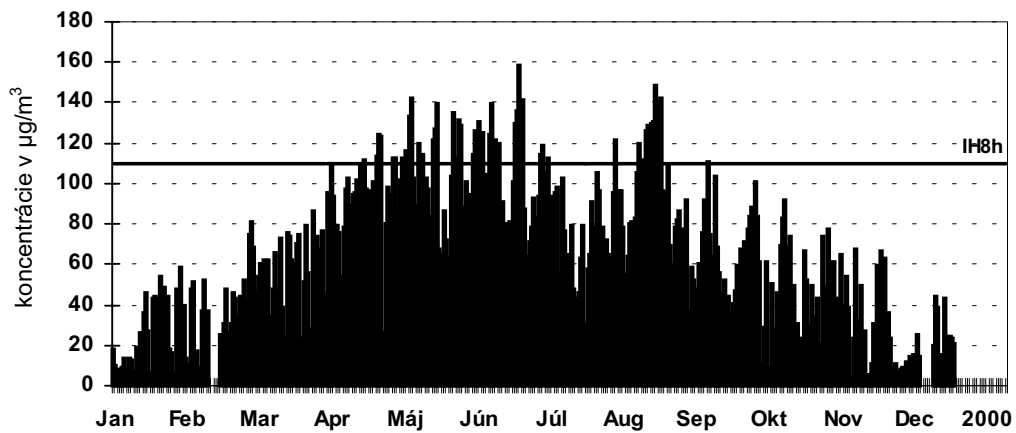
Obr.2.48

Prievidza



Obr.2.49

Žilina - Vlčince

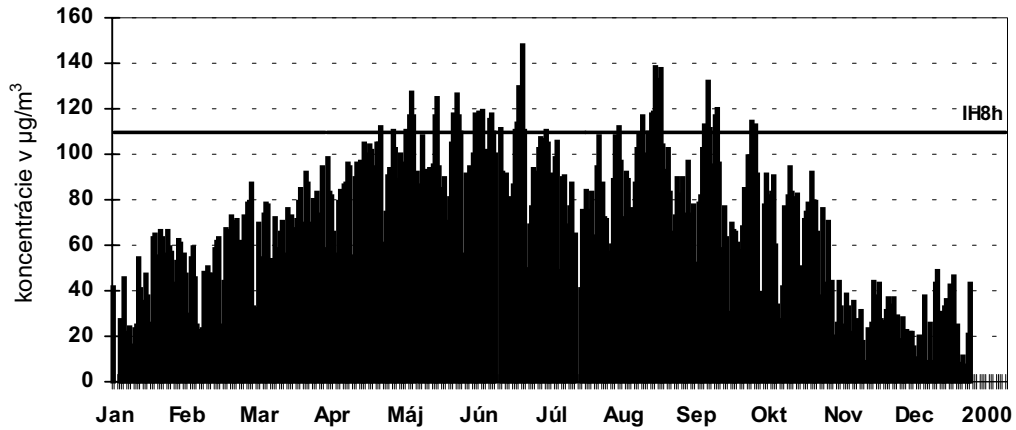


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

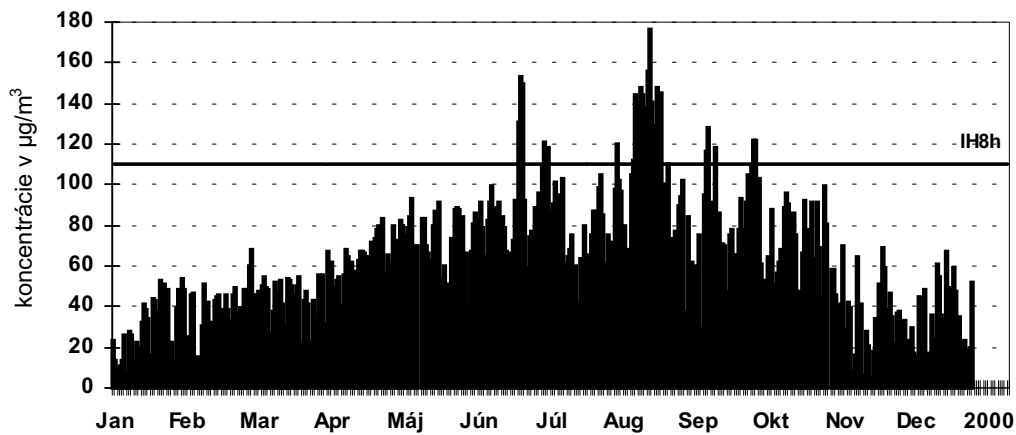
Obr.2.50

Hnúšťa



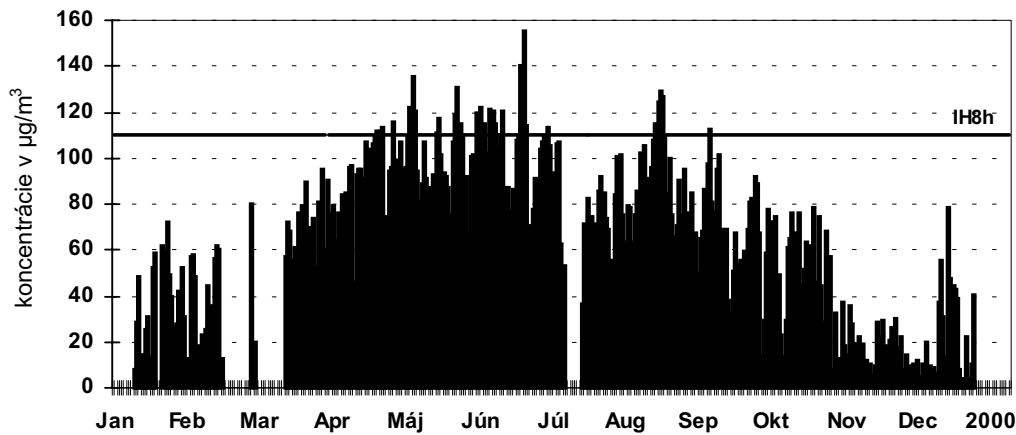
Obr.2.51

Martin



Obr.2.52

Jelšava

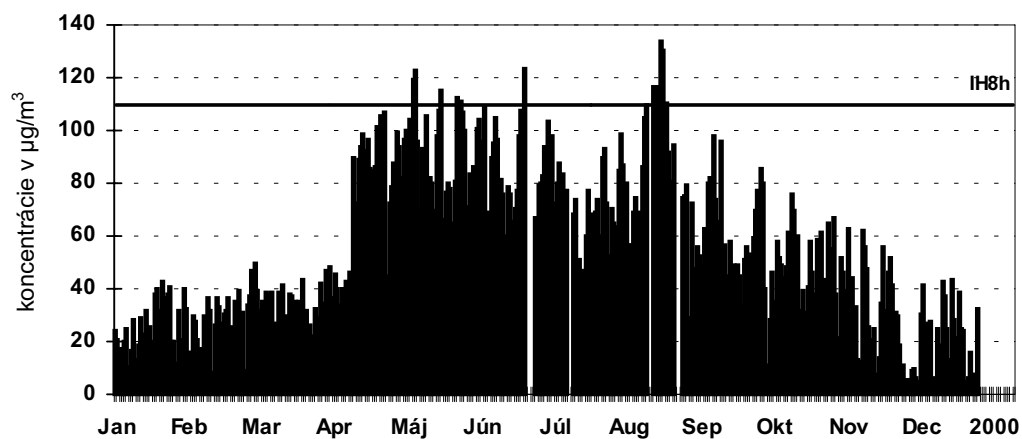


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

Obr.2.53

Ružomberok - Riadok

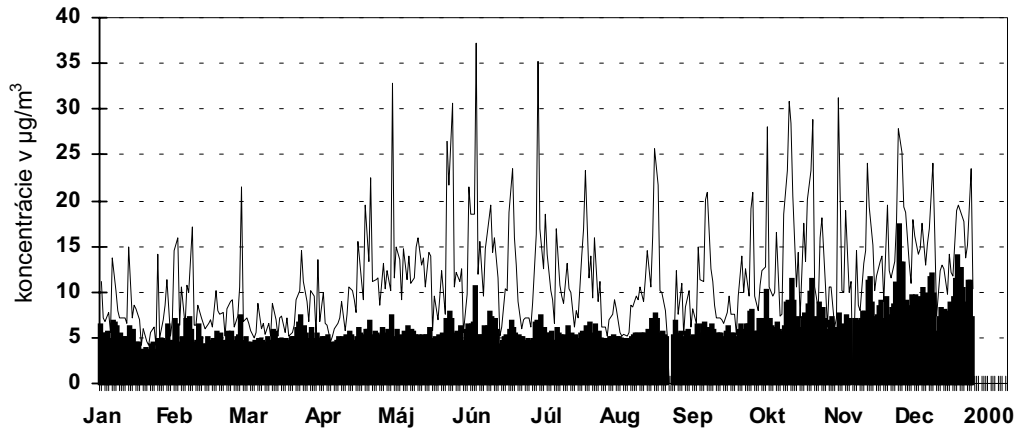


- priem. 8-hod. koncentrácie

H₂S v ovzduší

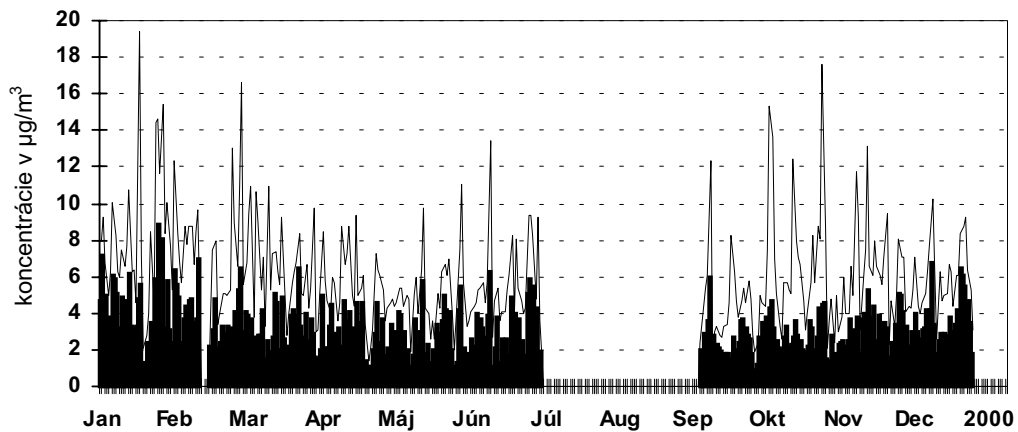
Obr.2.54

Ružomberok - Riadok



Obr.2.55

Žilina - Vlčince

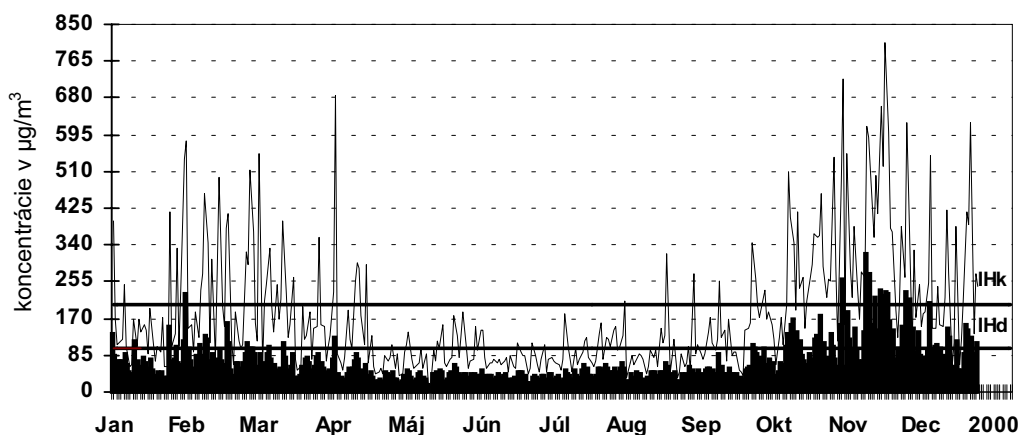


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

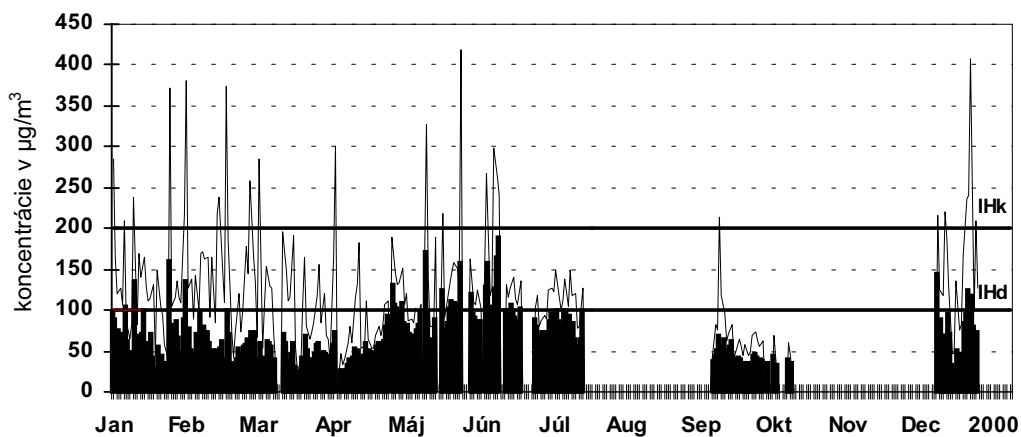
Obr.2.56

Košice - Štúrova



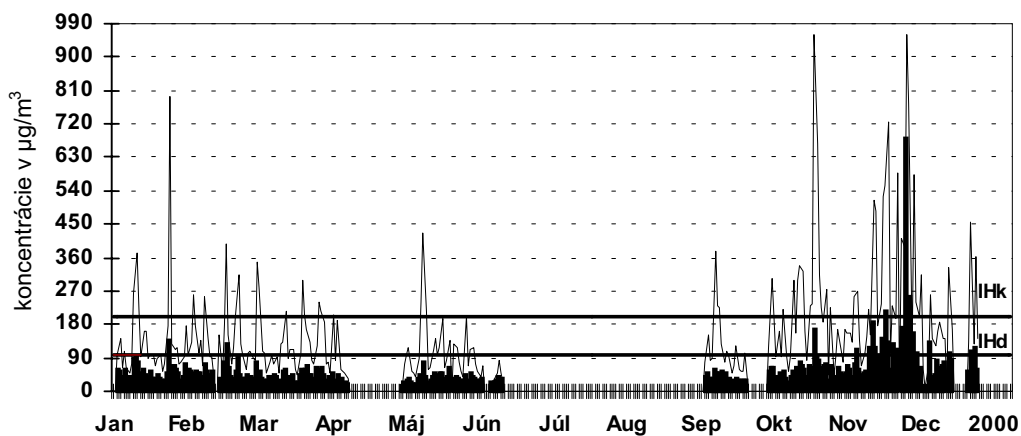
Obr.2.57

Košice - Strojárska



Obr.2.58

Prešov - Solivar

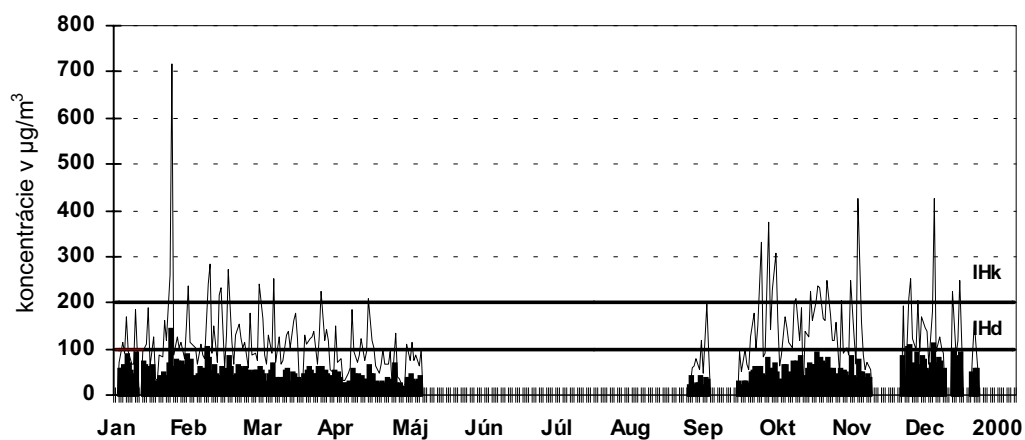


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

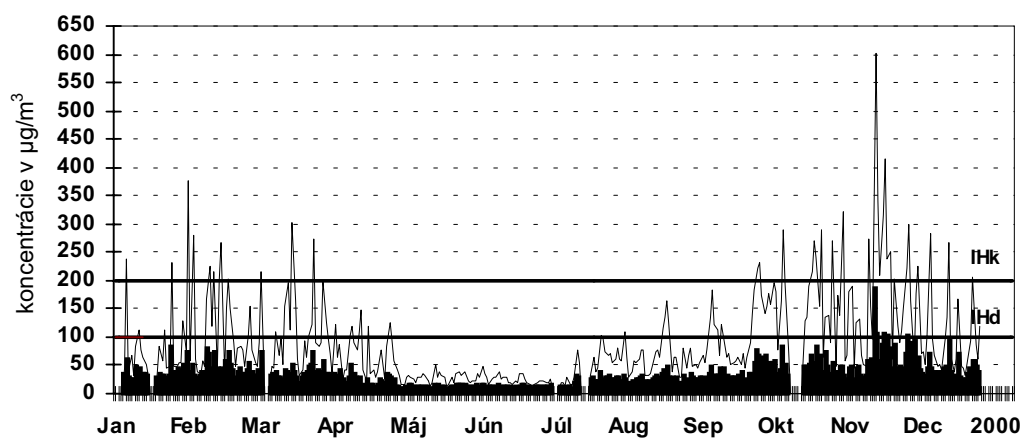
Obr.2.59

Prešov - Sídliisko III



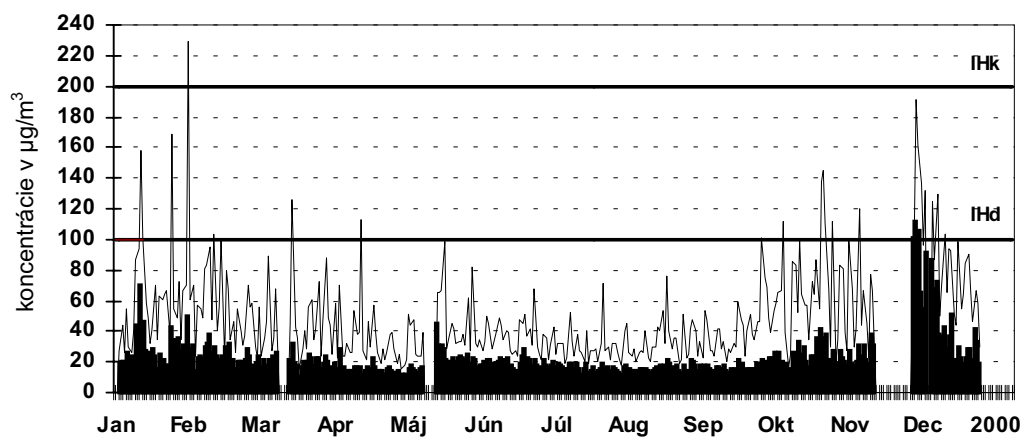
Obr.2.60

Vranov nad Topľou



Obr.2.61

Humenné

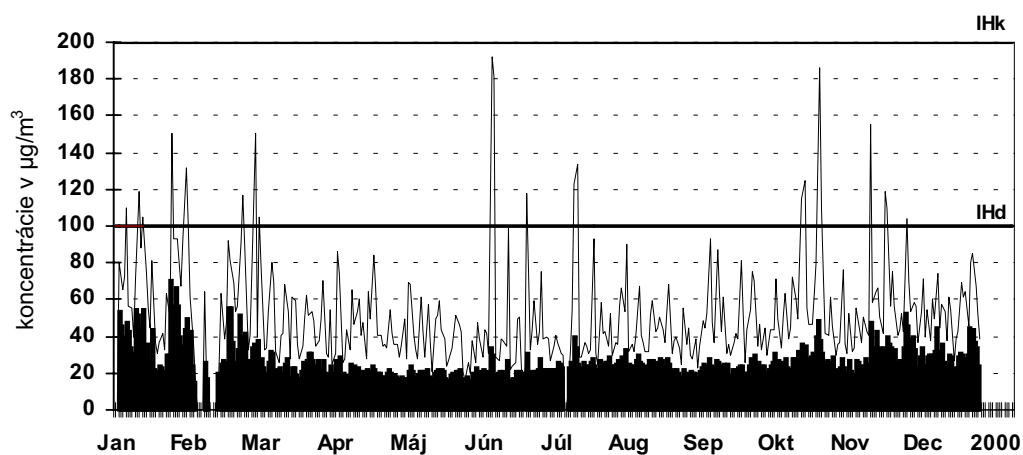


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

Obr.2.62

Krompachy

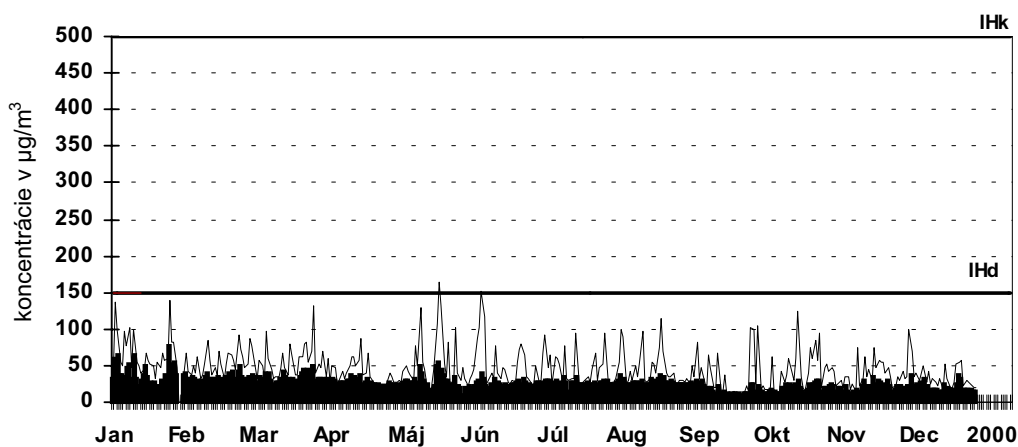


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

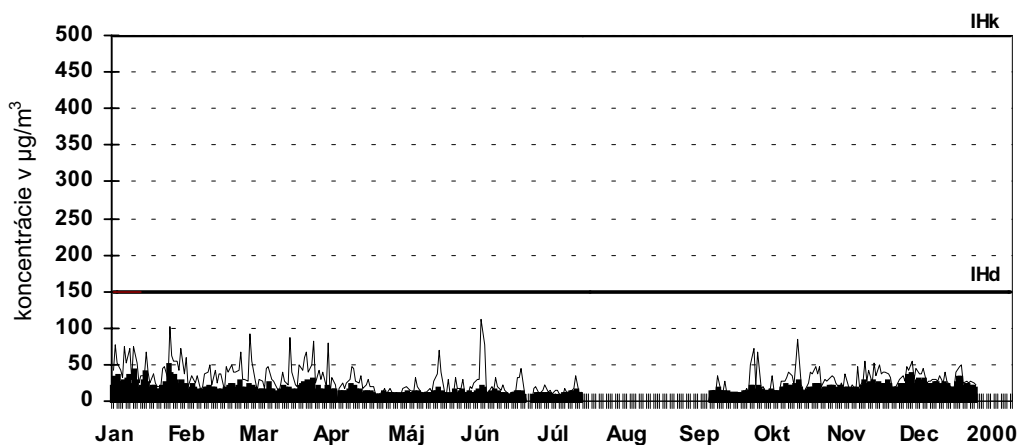
Obr.2.63

Košice - Štúrova



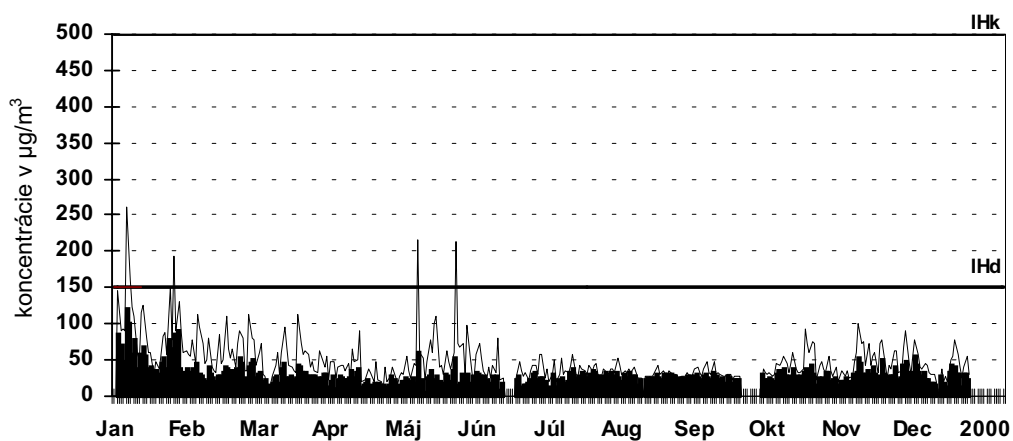
Obr.2.64

Košice - Strojársená



Obr.2.65

Prešov - Solivar

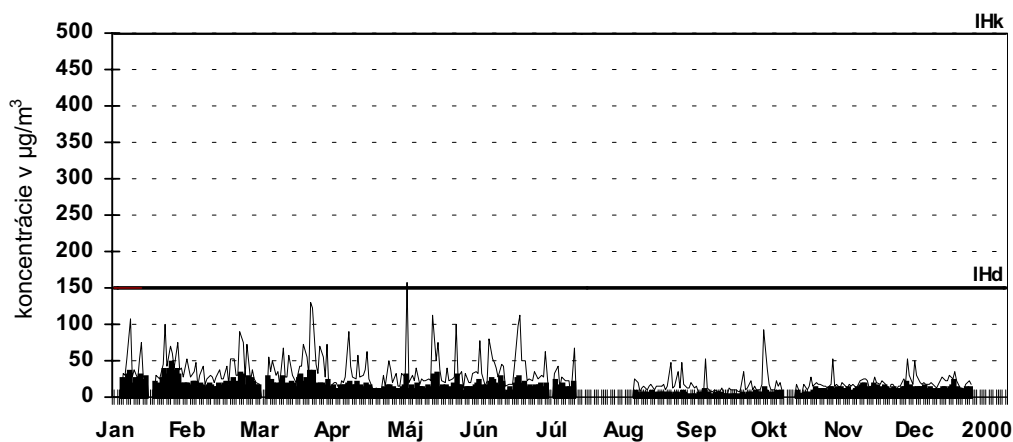


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

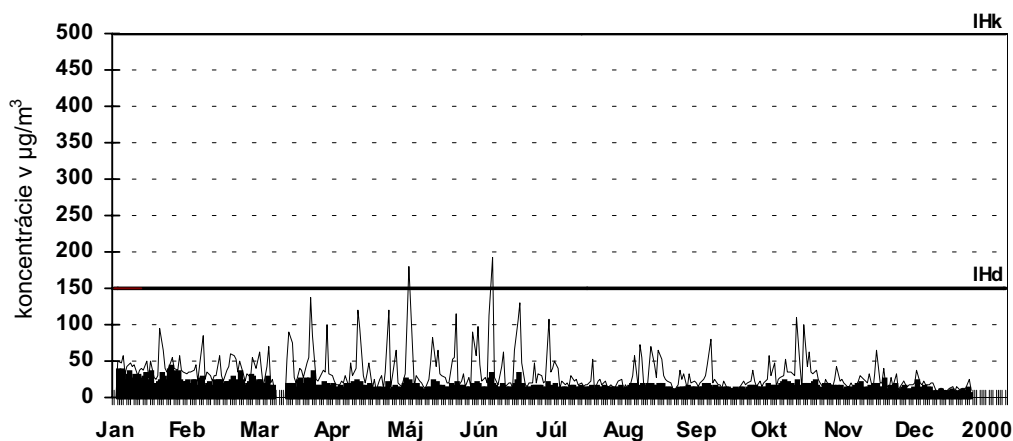
Obr.2.66

Vranov nad Topľou



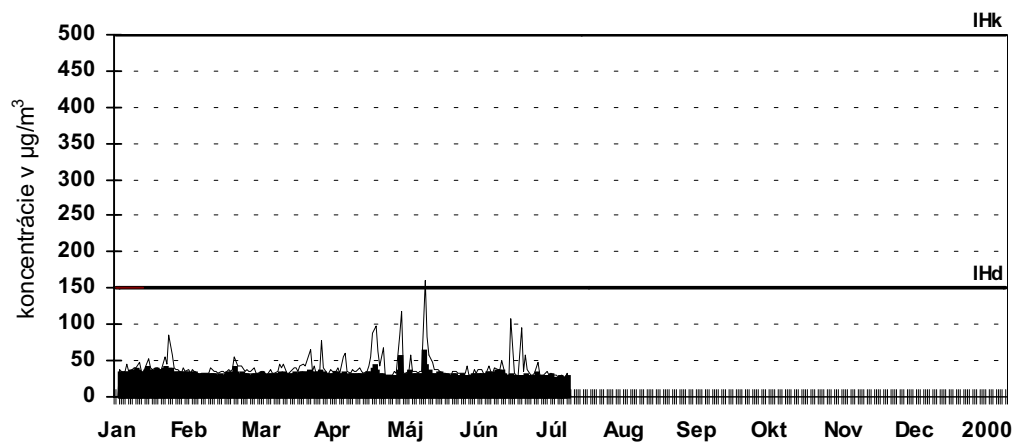
Obr.2.67

Humenné



Obr.2.68

Veľká Ida

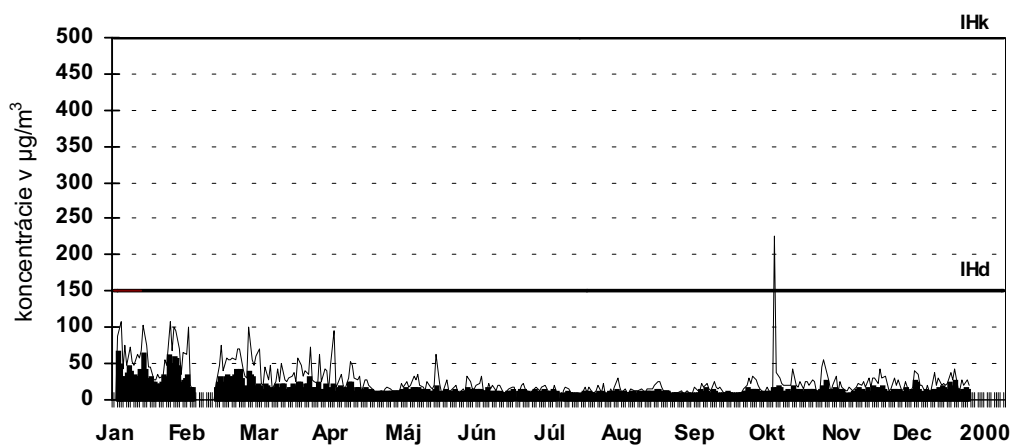


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

Obr.2.69

Kropachy

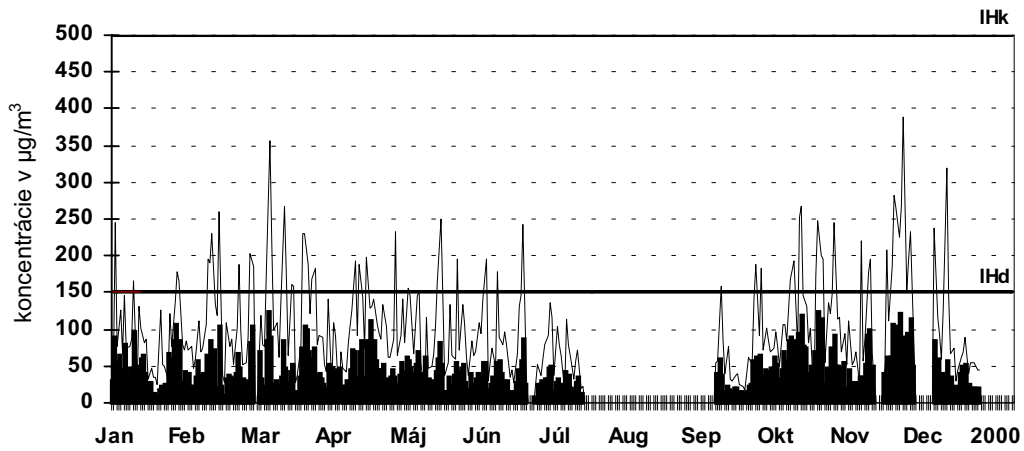


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

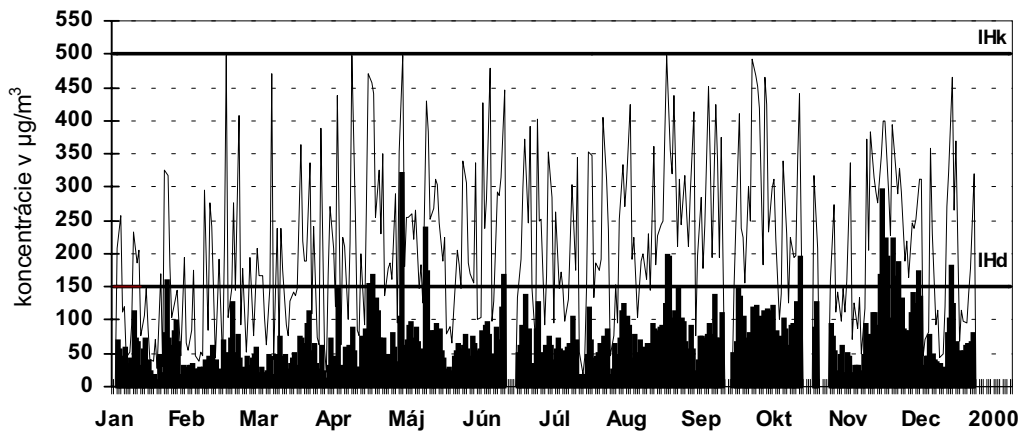
Obr.2.70

Košice - Strojársená



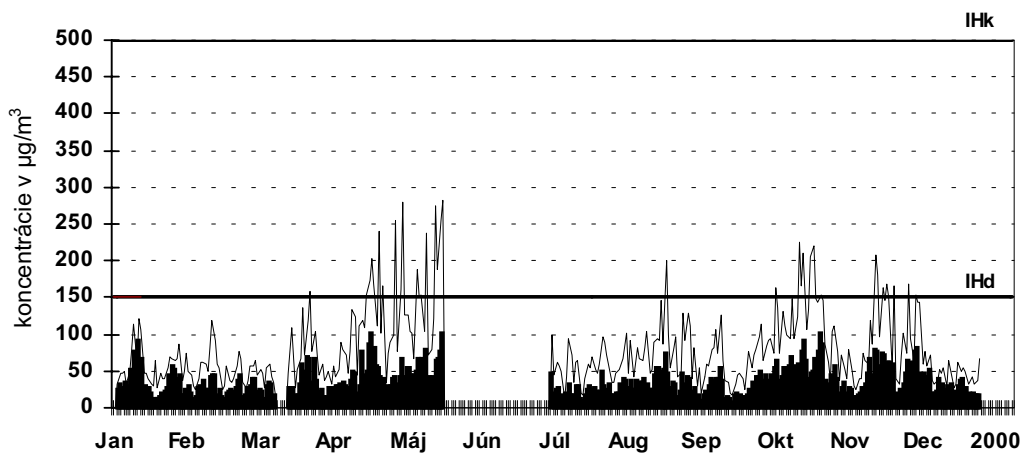
Obr.2.71

Veľká Ida



Obr.2.72

Humenné

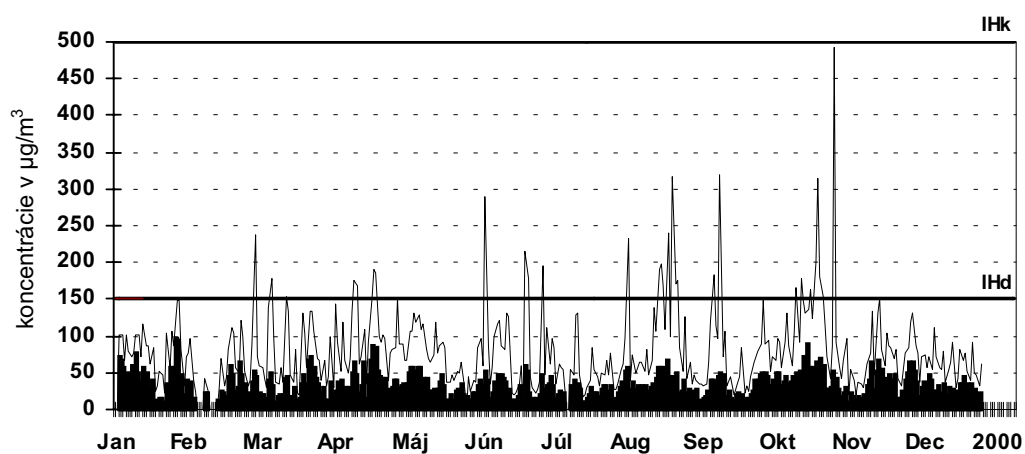


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

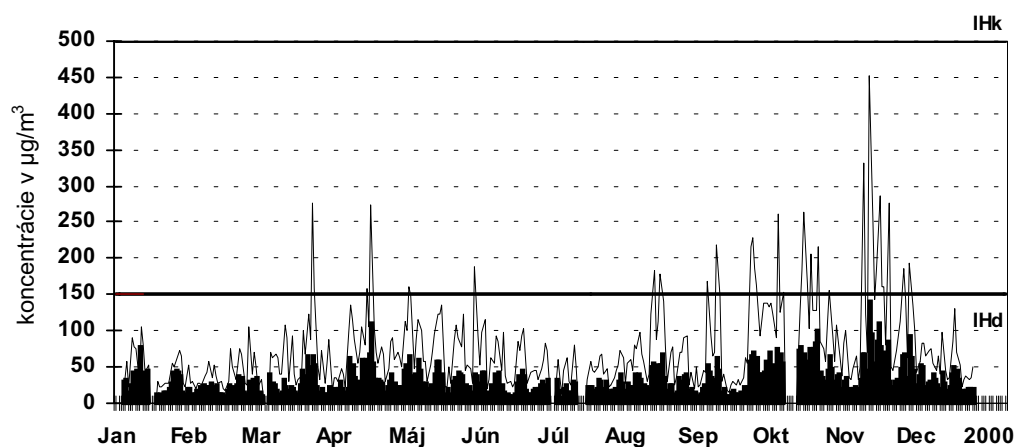
Obr.2.73

Krompachy



Obr.2.74

Vranov nad Topľou

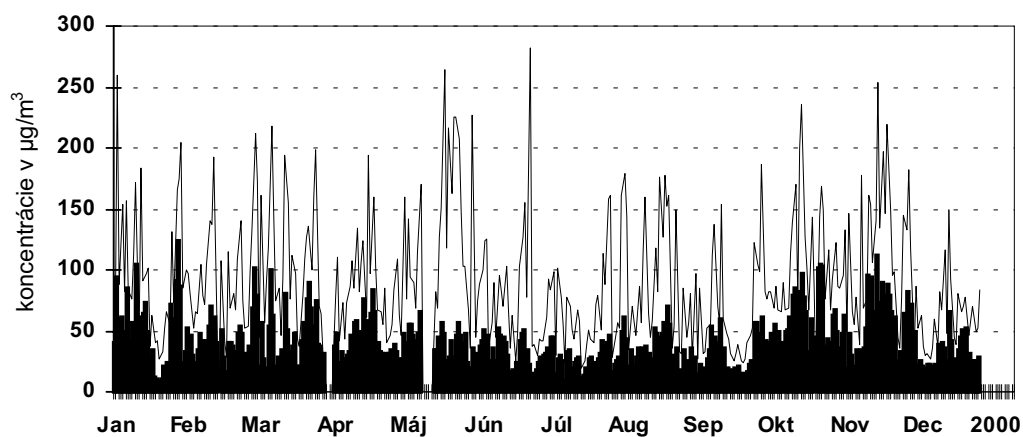


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

PM10 v ovzduší

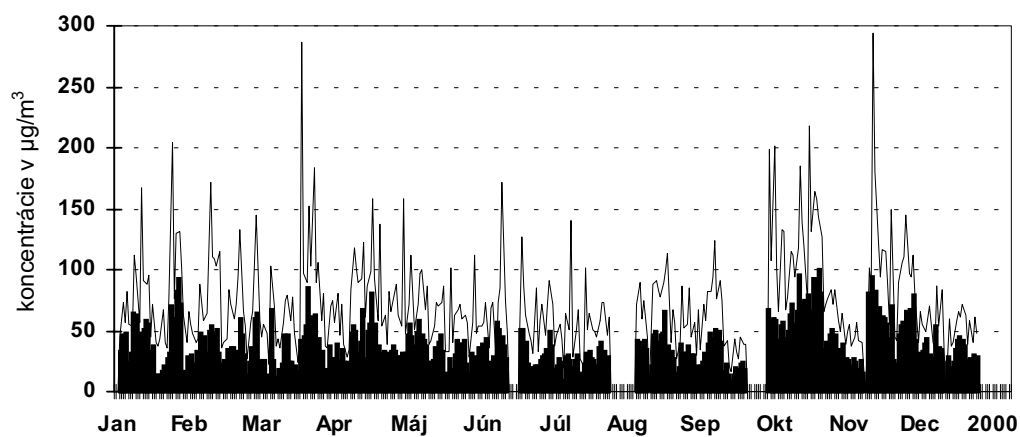
Obr.2.75

Košice - Štúrova



Obr.2.76

Prešov - Solivar

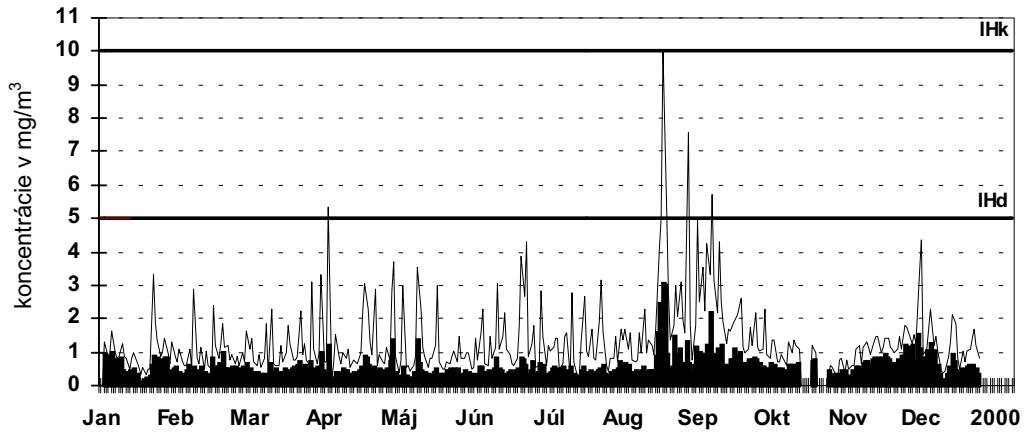


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

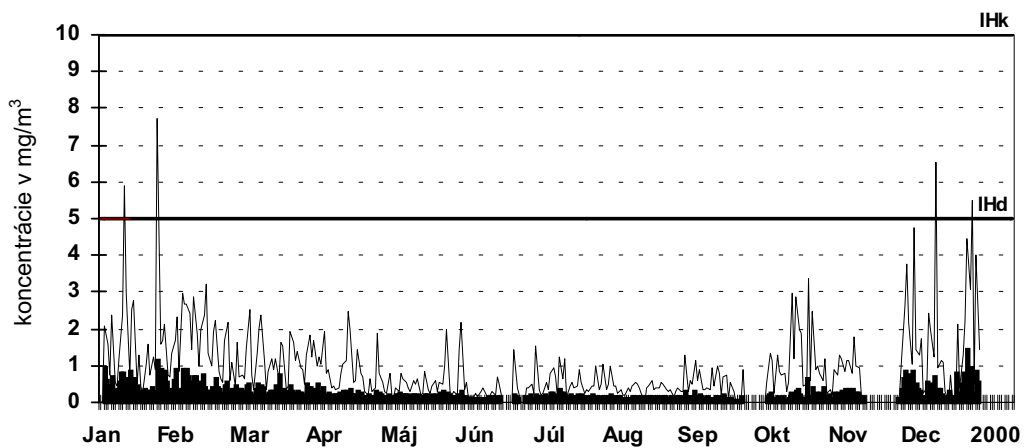
Obr.2.77

Veľká Ida



Obr.2.78

Prešov - Solivar

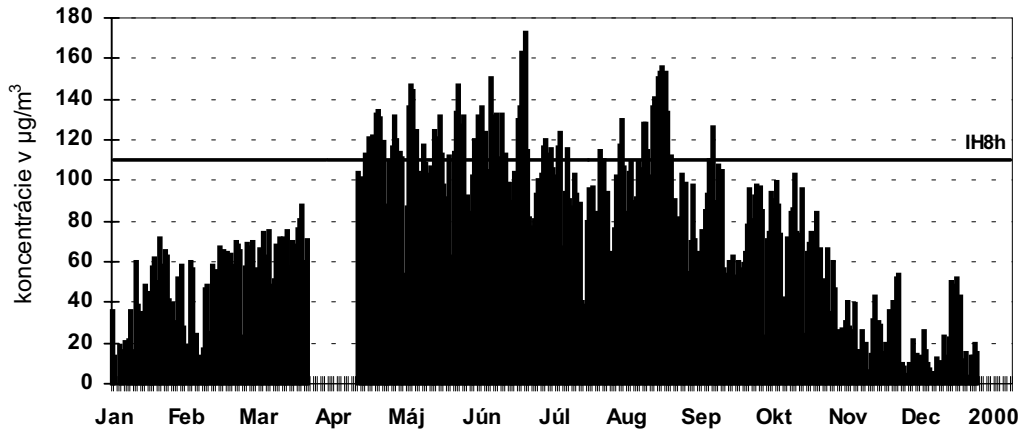


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

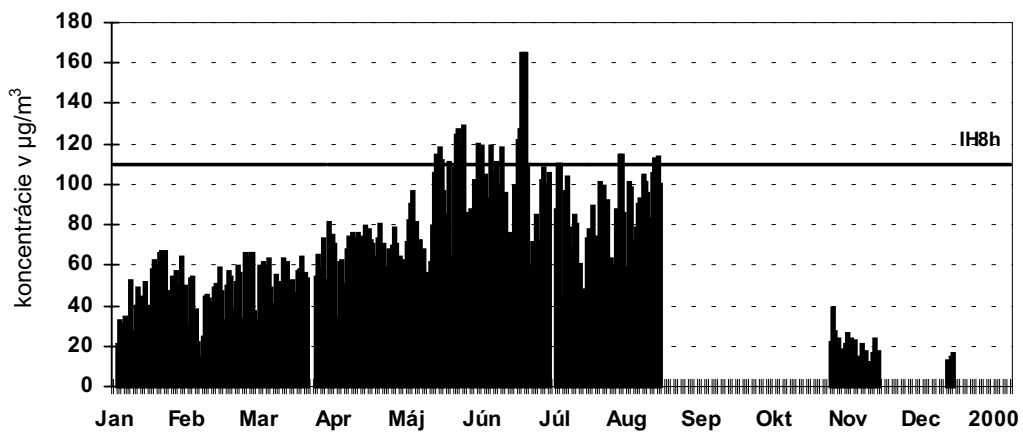
Obr.2.79

Košice - Podhradová



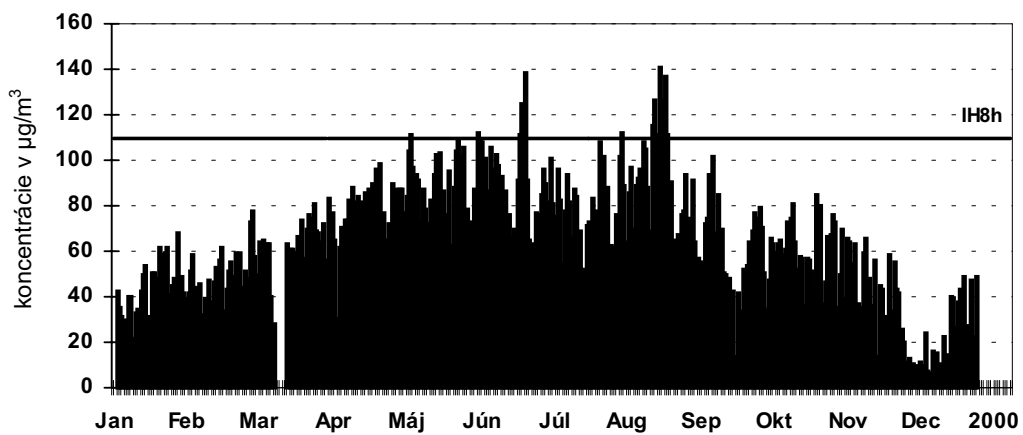
Obr.2.80

Veľká Ida



Obr.2.81

Humenné

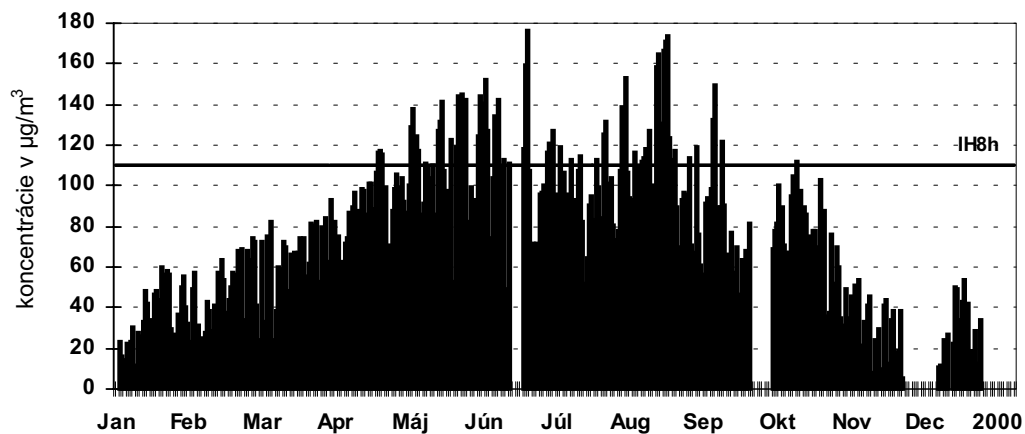


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

Obr.2.82

Prešov - Solivar



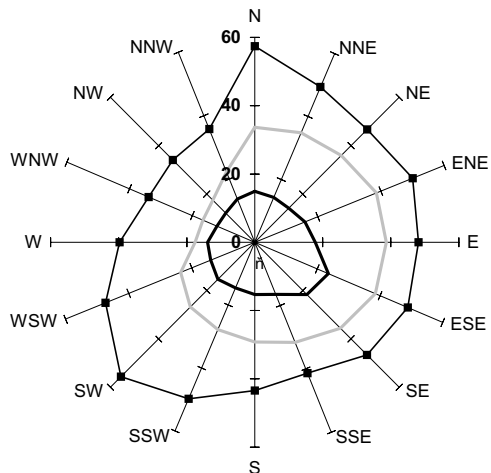
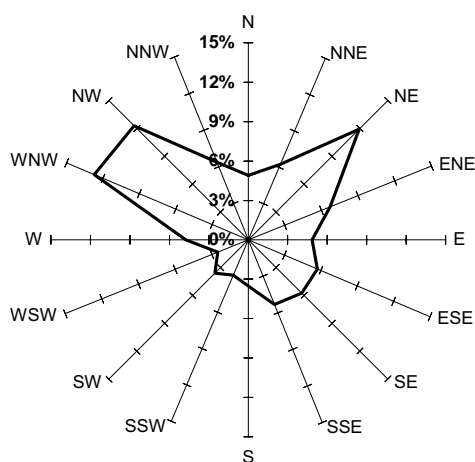
- priem. 8-hod. koncentrácie

Veterné ružice

Koncentračné ružice

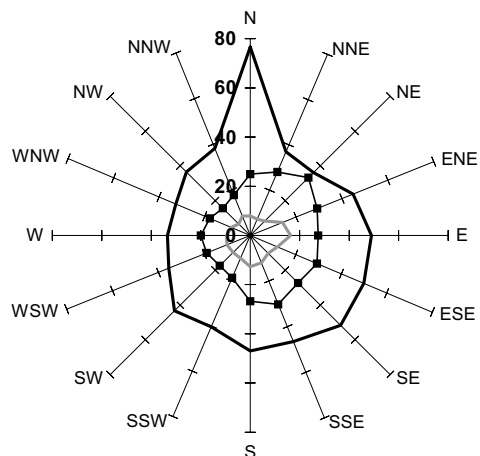
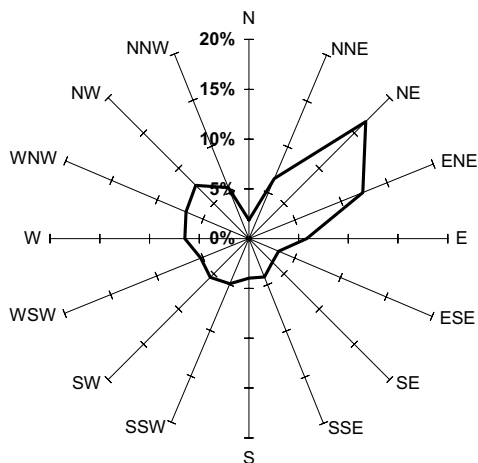
Obr. 2.83

Bratislava – Kamenné námestie



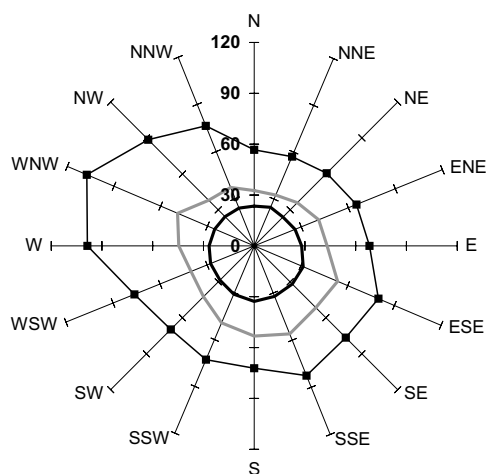
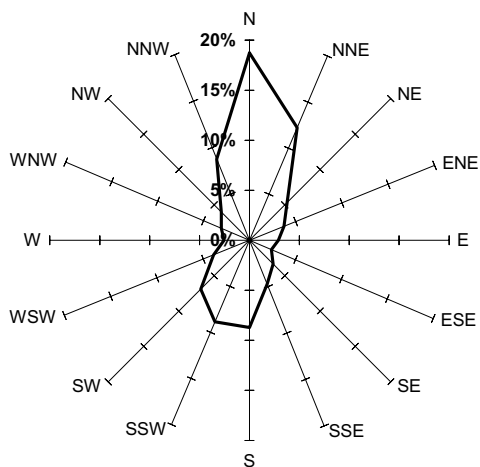
Obr. 2.84

Žiar nad Hronom



Obr. 2.85

Košice - Štúrova



— SO₂ ■ NO_x — prach [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Tab. 2.4 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.2000

Západoslovenský región		Bratislava		
		Mamateyova	Trnavské mýto	Kamenné nám.
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	54,3	129,8	43,5
	SO ₂	14,1	12,5	15,1
	Prach	**	47,6 ¹	34,4 ¹
	H ₂ S			
	CO		1865,7	
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	118	318	101
	SO ₂	28	27	27
	Prach	**	82 ¹	67 ¹
	H ₂ S			
	CO		2 583	
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	133	417	105
	SO ₂	31	30	33
	Prach	**	103 ¹	76 ¹
	H ₂ S			
	CO		3 099	
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	225	548	168
	SO ₂	73	42	81
	Prach	**	142 ¹	101 ¹
	H ₂ S			
	CO		3 508	
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	885	1 668	546
	SO ₂	315	120	352
	Prach	**	293 ¹	353 ¹
	H ₂ S			
	CO		8 679	

* 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.- 31.12.2000

Stredoslovenský región		B.Bystrica Nám. Slobody	Ružomberok Riadok	Žiar nad Hronom	Martin	Jelšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Žilina		Hnúšťa
										Veľ. Okružná	Vlčince	
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	61,3	28,7	24,5*	23,4	22,6	34,2	26,5*	24,0	69,6	41,7	19,9
	SO ₂	14,4	20,7	10,0	14,2	7,8	19,2	13,6	21,9	17,0	13,9	9,1*
	Prach	40,1 ¹	45,7	40,4	74,6	61,2¹	73,4	90,4	*40,7¹	45,0 ¹	40,6 ¹	44,9 ¹
	H ₂ S		6,1								3,3	
	CO	266,7								640,6*		
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	165	59	53	78	50	88	58	45	167	98	39
	SO ₂	32	46	23	55	13	45	31	49	38	34	17
	Prach	75 ¹	92	69	155	116 ¹	151	173	72 ¹	91 ¹	78 ¹	82 ¹
	H ₂ S		10								6	
	CO	863								1 709		
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	189	71	65	80	57	95	67	57	183	122	44
	SO ₂	35	50	29	54	15	53	36	56	41	39	23
	Prach	88 ¹	137	91	192	154 ¹	179	218	86 ¹	112 ¹	100 ¹	108 ¹
	H ₂ S		12								7	
	CO	979								2 477		
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	226	106	130	181	80	175	83	91	328	200	60
	SO ₂	52	87	43	82	34	187	65	121	84	113	39
	Prach	123 ¹	152	117	277	217 ¹	234	250	133 ¹	151 ¹	156 ¹	121 ¹
	H ₂ S		17								9	
	CO	1 374								2 978		
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	722	244	224	512	159	496	184	197	951	454	138
	SO ₂	195	158	128	278	88	921	257	237	276	429	194
	Prach	223 ¹	742	499	794	552 ¹	496	791	310 ¹	494 ¹	362 ¹	578 ¹
	H ₂ S		37								19	
	CO	6 233								10 532		

* 50-75% meraní

** <50% meraní

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

Tab. 2.6 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.2000

Východoslovenský región		Košice			Strážske	Prešov		Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou
		Štúrova	Strojárska	Veľká Ida		Solivar	Sídliisko III			
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	70,5	70,2*	**	**	56,4*	50,8*	26,7	22,4	35,2
	SO ₂	26,9	17,1	31,4*	**	29,3	**	15,0	16,1	13,6
	Prach	49,9 ¹	45,8	70,9	**	45,4 ¹	**	34,6	36,6	33,6
	H ₂ S									
	CO	**		577,7		283,0				
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	156	126	**	**	128	87	45	42	75
	SO ₂	42	29	37	**	53	**	33	29	29
	Prach	101 ¹	100	159	**	86 ¹	**	65	77	70
	H ₂ S									
	CO	**		1140		780				
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	195	138	**	**	150	114	54	51	35
	SO ₂	49	34	38	**	61	**	37	34	14
	Prach	118 ¹	121	211	**	100 ¹	**	82	87	84
	H ₂ S									
	CO	**		1 317		874				
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	320	189	**	**	681	144	71	111	188
	SO ₂	77	49	62	**	120	**	66	44	46
	Prach	149 ¹	125	319	**	120 ¹	**	97	101	140
	H ₂ S									
	CO	**		3 034		1 437				
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	809	420	**	**	960	716	192	229	602
	SO ₂	164	112	161	**	261	**	226	192	158
	Prach	338 ¹	388	499	**	353 ¹	**	492	281	453
	H ₂ S									
	CO	**		10 031		7 701				

* 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 2000

Oblasť	Stanica	Pb	Cd
Bratislava	Koliba	24	0,7
	Kamenné nám.	37	0,7
	Trnavské mýto	36	0,2
	Lachova	41	0,7
Banská Bystrica	Nám. slobody	29	1,0
Horná Nitra	Prievidza	15	0,6
	Handlová	20	0,7
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	23	0,7
	Hliník nad Hronom	15	0,8
Ružomberok	Riadok	17	0,6
Košice	Strojárska	48	3,1
	Veľká Ida	132	4,3
Krompachy		40	1,8

Tab. 2.8 Indexy znečistenia ovzdušia za rok 2000

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	0,7	0,2			1,2	0,2			0,7	0,1		
	Kamenné nám.	0,5	0,3	0,6	1,4	1,0	0,2	0,4	1,6	0,5	0,1	0,2	0,8
	Trnavské mýto	1,6	0,2	0,8	2,6	3,2	0,2	0,5	3,9	2,1	0,1	0,2	2,4
Banská Bystrica	Nám. slobody	0,8	0,2	0,7	1,7	1,7	0,2	0,5	2,4	0,9	0,1	0,2	1,2
Ružomberok	Riadok	0,4	0,3	0,8	1,5	0,6	0,3	0,6	1,5	0,4	0,1	0,3	0,8
Žiar nad Hronom		0,3	0,2	0,7	1,2	0,5	0,2	0,5	1,2	0,3	0,1	0,2	0,6
Horná Nitra	Prievidza	0,4	0,3	1,2	1,9	0,9	0,3	1,0	2,2	0,5	0,1	0,4	1,0
	Handlová	0,3	0,4	0,7	1,4	0,5	0,3	0,5	1,3	0,3	0,1	0,2	0,6
	Bystričany	0,3	0,2	1,5	2,1	0,6	0,2	1,2	2,0	0,3	0,1	0,4	0,8
Žilina	Veľká Okružná	0,9	0,3	0,8	2,0	1,7	0,3	0,6	2,6	0,9	0,1	0,2	1,2
	Vlčince	0,5	0,2	0,7	1,4	1,0	0,2	0,5	1,7	0,6	0,1	0,2	1,0
Hnúšťa		0,2	0,2	0,7	1,1	0,4	0,1	0,5	1,0	0,2	0,0	0,2	0,4
Martin		0,3	0,2	1,5	2,0	0,8	0,4	1,0	2,2	0,4	0,1	0,5	1,0
Jeľšava		0,3	0,1	1,0	1,4	0,5	0,1	0,8	1,4	0,3	0,0	0,3	0,6
Košice	Štúrova	0,9	0,4	0,8	2,1	1,6	0,3	0,7	2,6	1,0	0,1	0,2	1,3
	Strojárska	0,9	0,3	0,8	2,0	1,3	0,2	0,7	2,2	0,7	0,1	0,2	1,0
	Veľká Ida		0,5	1,2			0,2	1,1			0,1	0,4	
Krompachy		0,3	0,3	0,6	1,2	0,5	0,2	0,4	1,1	0,3	0,1	0,2	0,6
Humenné		0,3	0,3	0,6	1,2	0,4	0,2	0,5	1,1	0,3	0,1	0,2	0,6
Prešov	Solivar	0,7	0,5	0,8	2,0	1,3	0,4	0,6	2,3	0,7	0,1	0,2	1,0
	Sídliisko III	0,6				0,9				0,6			
Vranov n. Topľou		0,4	0,2	0,6	1,2	0,7	0,2	0,5	1,4	0,5	0,1	0,2	0,8

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, 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 2000 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. Stanica Koliba meria len úroveň znečistenia ozónom.

Oblasť

Bratislava

Z monitorovaných škodlivín sa na vysokej úrovni znečistenia podieľajú najmä oxidy dusíka, ktorých hodnoty koncentrácií na staniách umiestnených v blízkosti ciest s hustou dopravou dlhodobo prekračujú imisné limity. Z lokalít je úroveň znečistenia oxidmi dusíka najvyššia v oblasti Trnavské mýto, kde viac ako 48% dní v roku bol prekračovaný denný imisný limit I_{H_d} . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým je relatívne nízke a priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozsahu od $12,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Trnavské mýto) do $15,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Kamenné námestie). Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým má sezónny chod s maximálnymi koncentraciami v zimnom období. Celkovo bola úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v roku 2000 pod imisnými limitmi. Vplyv najväčšieho zdroja emisií SO_2 , petrochemického komplexu Slovnaft, a.s. je zrejмый 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 $47,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrácie oxidu uhoľnatého neprekročili imisné limity (Trnavské Mýto). Podľa indexovej klasifikácie patria jednotlivé lokality mesta medzi stredne a veľmi znečistené. V Bratislave na Trnavskom mýte prekročila úroveň znečistenia osobitný imisný limit pre signál upozornenie v 117 prípadoch, 16 krát bol prekročený osobitný imisný limit pre signál prvý regulačný stupeň a 2 krát pre druhý regulačný stupeň. 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 2000 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 prekračovali hodnotu IH_d 17 % dní v roku. Značné bolo aj znečistenie ovzdušia polietavým prachom, priemerná ročná koncentrácia dosiahla $40,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým nepresiahlo imisné limity ani v jednom ukazovateli, priemerná ročná koncentrácia bola $14,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Obdobne aj úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým bola pod prípustnými imisnými limitmi. Hodnota indexu znečistenia ovzdušia 2,4 dokumentuje, že ide o lokalitu s vysokým stupňom znečistenia, na ktorom má najväčší podiel znečistenie ovzdušia oxidmi dusíka a tuhými časticami.

Ružomberok

V lokalite mesta bol zredukovaný počet staníc na jednu 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. Namerané koncentrácie H_2S naproti tomu výraznejšie neprevyšujú úroveň nameranú v ostatných oblastiach Slovenska. Priemerná ročná koncentrácia H_2S bola v lokalite Riadok $6,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 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.. Relatívne vyššiu úroveň znečistenia dosahuje v Žiari nad Hronom prašnosť, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu $40,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Lokalita Žiar nad Hronom je klasifikovaná slabým stupňom znečistenia.

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 Handlovej. Na celkovom znečistení majú hlavný podiel najmä oxidy dusíka a tuhé častice. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia polietavého prachu ($90,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bola v Bystričanoch. Podľa indexovej klasifikácie patria uvedené lokality medzi veľmi znečistené (Bystričany a Prievidza) a stredne znečistené (Handlová).

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, ktorých denné koncentrácie prekročovali imisný limit na stanici Veľká Okružná v 18,1% dní a v lokalite Vlčince v 4,7% dní v roku. Priemerná ročná koncentrácia tuhých častíc na stanici Veľká Okružná bola $45,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Znečistenie oxidom siričitým je podstatne nižšie. Podľa indexovej klasifikácie patrí lokalita Veľká Okružná medzi oblasti s veľkým znečistením ($\text{IZO}_d=2,6$) a stanica Vlčince je klasifikovaná stredným stupňom znečistenia.

Martin

V oblasti je umiestnená 1 AMS, ktorá je v prevádzke od roku 1998. Na úrovni znečistenia ovzdušia majú najväčší podiel tuhé častice a oxidy dusíka. U žiadnej z meraných škodlivín sa nevyskytol prípad prekročenia stanovených imisných limitov. Priemerná ročná koncentrácia prachu $74,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekračuje imisný limit IH_r $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podľa indexovej klasifikácie patrí Martin medzi oblasti s veľkým znečistením.

**Hnúšťa
Jelšava**

Hnúšťa sa podľa výsledkov monitorovania zaraďuje medzi oblasti s nízkou úrovňou znečistenia, na ktorej má najväčší podiel polietavý prach a oxidy dusíka. Relatívne najnižšie je znečistenie ovzdušia oxidom siričitým s priemernou ročnou koncentráciou $9,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnota indexu znečistenia 1,1 klasifikuje oblasť ako mierne znečistenú. Na celkovej úrovni znečistenia ovzdušia sa v Jelšave najvýraznejšie podieľa vysoká prašnosť. Priemerná ročná koncentrácia prachu $61,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekračuje imisný limit IH_r . Priemerná ročná koncentrácia oxidu siričitého $7,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dosahuje najnižšiu úroveň na Slovensku. Celkovo patrí oblasť medzi mierne znečistenú s indexom znečistenia 1,4.

Východoslovenský región

Na východnom Slovensku bolo v roku 2000 v prevádzke 10 AMS. Z nich 2 monitorujú úroveň znečistenia na území mesta Košice, (stanica Podhradová monitorovala len úroveň prízemného ozónu) a 1AMS je umiestnená v priľahlej obci Veľká Ida. Monitorovanie bolo v roku 1998 rozšírené o ďalšiu stanicu v Prešove.

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, kde viac ako 18% 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 $17,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Strojárska) do $31,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Veľká Ida). Na znečistení mesta má značný podiel aj úroveň znečistenia tuhými časticami. Najvyššia úroveň bola dosiahnutá na stanici Veľká Ida, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu $70,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podľa indexovej klasifikácie patria lokality medzi veľmi znečistené.

Prešov Krompachy Strážske Vranov nad Topľou Humenné

Podľa indexu znečistenia ovzdušia lokality patria podľa klasifikácie IZO medzi stredne a mierne znečistené oblasti, len na stanici Solivar bola hodnota IZO_d väčšia ako 2. Na všetkých ostatných 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 $33,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Vranov nad Topľou) do $45,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Prešov-Solivar). Úroveň znečistenia oxidom siričitým je nižšia a priemerné ročné koncentrácie sa pohybujú v rozpätí od $13,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ do $29,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Zhodnotenie

V roku 2000 bolo na Slovensku v prevádzke 23 automatických staníc, ktoré monitorovali hlavné škodliviny (TSP/PM₁₀, SO₂, NO_x, CO). Monitorovacie stanice sú vybavené účelovo analyzátorami 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 Prievidza vyskytlo sa prekročenie osobitných imisných limitov. Z tabuľky 2.9 je zrejmé, že v Prievidzi trval signál upozornenie 4 hod a 1. Regulačný stupeň iba 1,5 hod., pričom na ostatných staniciach (Bystričany a Handlová) 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 výraznejšie prekročený v Bratislave (Trnavské mýto), v Banskej Bystrici (Nám. slobody), v Žiline (Veľká Okružná) a v Košiciach (Štúrova). Priemerné ročné koncentrácie prekročili imisnú hodnotu IH_r len v Bratislave na stanici Trnavské mýto..

Polietavý prach

Krátkodobý imisný limit IH_k nebol prekročený ani v jednej lokalite na Slovensku napriek tomu hodnoty IH_d boli prekročené nad povolených 5% na viacerých staniciach (Martin, Prievidza, Bystričany a Veľká Ida). Znečistenie ovzdušia polietavým prachom nad úroveň imisného limitu IH_r sa vyskytlo v Martine, Jelšave, Prievidzi Bystričanoch a vo Veľkej Ide.

Spomedzi 19 vyhodnotených lokalít Slovenska podľa indexovej klasifikácie znečistenia ovzdušia, 9 patrí 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 117. 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 prekročovaní osobitných imisných limitov na celom Slovensku: 141 prípadov výskytu signálu Upozornenie, 18 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 a rovnako 1 prípad výskytu signálu Reg.1. Na prekročovaní 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 2000

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	1	0	0	0	0	0	17,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0
BA Trnavské mýto	108	0	0	15	0	0	2	0	0	413,5	0	0	35	0	0	4	0	0
BA Kamenné nám.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	117	0	0	16	0	0	2	0	0	431,5	0	0	35,5	0	0	4	0	0
BB Nám. slobody	9	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	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	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	1,5	0	0	0	0
Bystričany	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	1	0	0	0	0	0	4	0	0	1,5	0	0	0	0
ZA Veľká Okružná	16	0	0	1	0	0	0	0	0	38,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0
ZA Vlčince	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	16	0	0	1	0	0	0	0	0	38,5	0	0	0,5	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Strojársená	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	7	0	0	1	0	0	0	0	0	8,5	0	0	5	0	0	0	0	0
Suma	7	0	0	1	0	0	0	0	0	8,5	0	0	5	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0

2.6 SPRACOVANIE VÝSLEDKOV MERANÍ PODĽA SMERNÍC EU

Rada Európskych spoločenstiev (ES) v rámcovej smernici „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 režimy. Tieto režimy sú znázornené na obr. 2.86 a v tab. 2.10 sú špecifikované požiadavky pre hodnotenie kvality ovzdušia pre jednotlivé režimy.

Filozofia imisných limitov v EU je založená na ich postupnom znižovaní a ktoré sú vyjadrené pre jednotlivé roky ako hodnota „imisný limit + hranica tolerancie“. Pre ich rozlíšenie od samotných **imisných limitov** sú v ďalšom texte označované ako **imisné limity 2000**. Imisné limity, Horná Hranica Stanovenia a Dolná Hranica Stanovenia podľa Smernice 99/30/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 2000 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 2000 sa nevyskytlo na žiadnej monitorovacej stanici a rovnako neboli prekročené ani Imisné limity. Napriek tomu bolo v Prievidzi zaznamenané prekročenie Zvláštneho imisného limitu. Horná hranica stanovenia bola prekročená na 1 stanici a dolná hranica stanovenia na 10 staniach.

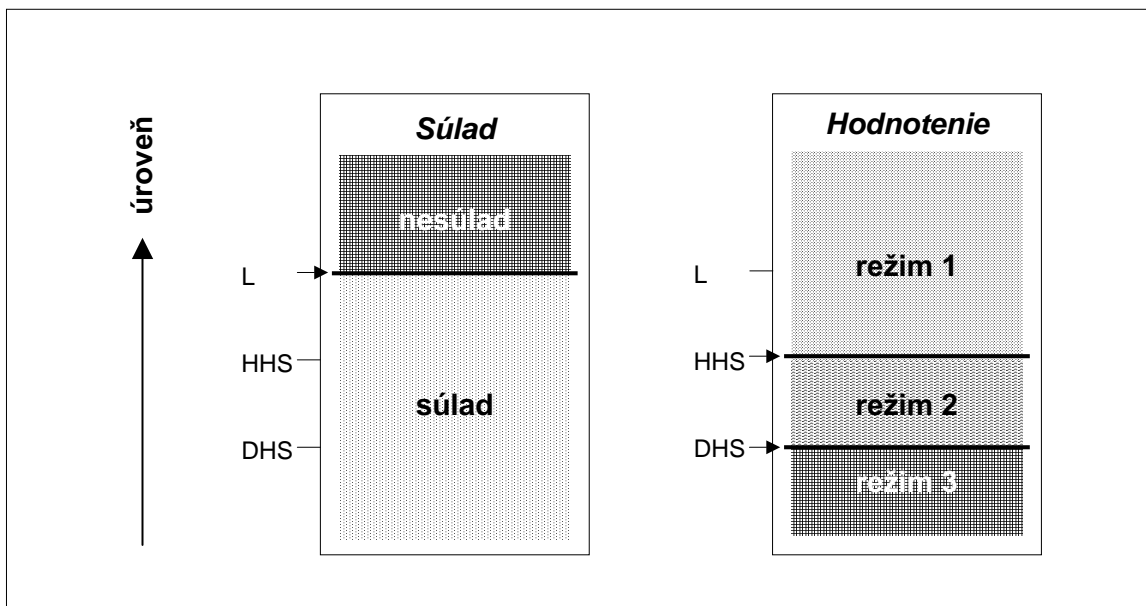
Oxid dusičitý Imisný limit pre NO₂ bol prekročený na stanici Trnavské mýto, pričom Imisný limit 2000 nebol prekročený na žiadnej stanici. Horná hranica stanovenia bola prekročená v Bratislave, Banskej Bystrici, Žiline a v Košiciach.

PM10 V roku 2000 sa monitorovali PM10 častice na 10 staniach: Na staniach, ktoré merajú len celkový prach (TSP), sa hodnota PM10 vyjadřila podľa vzťahu: PM10=TSP/1,2. Európska legislatíva umožňuje prepočet PM10 na TSP podľa vzťahu: TSP=PM10*1,2. Imisné limity 2000 boli prekročené na staniach: Martin, Jelšava, Prievidza, Bystričany a Veľká Ida. Imisné limity pre denné hodnoty boli prekročené na všetkých staniach okrem Handlovej a Krompachoch. Horná hranica stanovenia bola prekročená na všetkých staniach.

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 0,132 µg.m⁻³ (Veľká Ida) je nižšia ako Dolná Hranica Stanovenia (0,250 µg.m⁻³).

Obr. 2.86 Režimy hodnotenia kvality ovzdušia v závislosti na L^1 , HHS² a DHS³



Tab. 2.10 Požiadavky na hodnotenie pre tri rozdielne režimy

Maximálna úroveň znečistenia v aglomeráciách a zónach	Požiadavky na zhodnotenie
REŽIM 1 Nad Hornou Hranicou Stanovenia	Vysoká kvalita meraní je povinná. Namerané údaje môžu byť doplnené ďalšími informáciami vrátane modelových výpočtov.
REŽIM 2 Pod Hornou Hranicou Stanovenia, ale nad Dolnou Hranicou 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 Hranicou stanovenia	
<i>V aglomeráciách, len pre škodliviny pre ktoré bola stanovené výstražné limity</i>	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>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 Hranica Stanovenia, podľa 1999/30/EC

³ Dolná Hranica Stanovenia, podľa 1999/30/EC

Tab. 2.11 Horná a dolná hranica stanovenia

	Receptor	Interval spriemerovania	Limitná hodnota [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Hranica stanovenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
				Horná*	Dolná*
SO₂	Ľudské zdravie	1h	350	75 (3)	50 (30)
SO₂	Ľudské zdravie	24h	125	-	-
SO₂	Vegetácia	1r, 1/2r	20	12 (-)	8 (-)
NO₂	Ľudské zdravie	1h	200	140 (18)	100 (18)
NO₂	Ľudské zdravie	1r	40	32 (-)	26 (-)
NO_x	Vegetácia	1r	30	24 (-)	19,5 (-)
PM10	Ľudské zdravie	24h	50	30 (7)	20 (7)
PM10	Ľudské zdravie	1r	40	14 (-)	10 (-)
Pb	Ľudské zdravie	1r	0.5	0,35 (-)	0,25 (-)

* povolený počet prekročení je uvedený v zátvorkách

Tab. 2.12 Limitné hodnoty plus hranice tolerancie pre jednotlivé roky

	Interval spriemerovania	Limitná hodnota [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Termín dosiahnutia	Hranica tolerancie	Imisná hodnota + hranica tolerancie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]										
					Do 31/12/00	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO₂	1h	350	1/1/05	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500	470	440	410	380	350					
SO₂	24h	125	1/1/05	-											
SO₂^e	1r, W ¹	20	19/07/01	-											
NO₂	1h	200	1/01/10	50%	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200
NO₂	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					
Pb²	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

1) zimné obdobie (1. október - 31. marec)

2) len pre špecifické bodové zdroje

e) pre ochranu ekosystémov

Tab. 2.13 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EU

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit [µg/m ³] (počet prekročení)	Bratislava Mamteyova	Bratislava Trnavské mýto	Bratislava Kamenné nám.	Banská Bystrica Nám. slobody	Ružomberok Riadok	Žiar nad Hronom	Martin	Jeľšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Hnúšťa	
Ochrana zdravia	SO ₂	1 hod	350 (24)	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	
		24 hod	125 (3)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	NO ₂	1 hod	200 (18)	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1 rok	60	29,5	48,8	28,9	33,4	15,2	18,3*	16,9	16,3	22,6	18,1*	16,7	12,6
	PM ₁₀	24 hod	50 (35)	**	87	28	49	71 ¹	37 ¹	153 ¹	135	181 ¹	194 ¹	34	70
		1 rok	48	**	39,7	28,7	33,4	39,3 ¹	34,2 ¹	62,2 ¹	50,9	61,6 ¹	75,8 ¹	33,9*	37,4
	Olovo [#]	1 rok	1000 [#]	41	36	37	29	17	23			15		20	
	CO	8 hod (klzavý priemer)	16 000		5374 ³		2179 ³								
Benzén	1 rok	10													
ZIL	SO ₂	3 hod po sebe	500	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	NO ₂	3 hod po sebe	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok	20	14,1 ²	12,5 ²	15,1 ²	14,4 ²	20,7 ²	10,0 ²	14,2 ²	7,8 ²	19,2 ²	13,6 ²	21,9 ²	9,1* ²
		Zimný polrok	20	15,7 ²	10,3 ²	14,9 ²	14,7 ²	28,6 ²	14,3 ²	13,0 ²	7,6 ²	20,8 ²	17,9 ²	30,1 ²	11,6 ²
	NO _x	1 rok	30	54,3 ²	129,8 ²	43,5 ²	61,3 ²	28,7 ²	24,5* ²	23,4 ²	22,6 ²	34,2 ²	26,5* ²	24,0 ²	19,9 ²

¹prepočítané na PM10 podľa vzťahu: PM10=TSP/1,2 ²stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ³maximálna 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

Tab. 2.14 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EU

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit [µg/m ³] (počet prekročení)	Žilina	Veľká Okružná	Žilina	Vlčince	Strážske	Prešov	Solivar	Prešov	Sídliisko III	Kropáčky	Humenné	Vranov	nad Topľou	Košice	Štúrova	Košice -	Strojárske	Veľká	Ida	
SO ₂	1 hod	350 (24)	0	0	**	0	**	0	**	0	0	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	0	0	0	0	0	0
NO ₂	1 hod	200 (18)	0	0	**	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**	**
	1 rok	60	33,1	23,8	**	28,9*	29,4*	17,2	16,2	19,6	36,3	25,3*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
PM ₁₀	24 hod	50 (35)	60	60	**	70	**	23¹	40¹	37¹	97	68¹	180¹									
	1 rok	48	37,5	33,8	**	37,8	**	28,8 ¹	30,5 ¹	28,0 ¹	41,6	38,2 ¹	59,1¹									
Olovo	1 rok	1000 [#]										40							48		132	
CO	8 hod (klzavý priemer)	16 000	4258 ³					2721 ³								3430 ³					4756 ³	
Benzén	1 rok	10																				
ZIL	SO ₂	3 hod po sebe	500	0	0	**	0	**	0	0	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	0	0	0	0	**	**
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok	20	17,0 ²	13,9 ²	**	29,3²	**	15,0 ²	16,1 ²	13,6 ²	26,9²	17,1 ²	31,4^{2*}								
		Zimný polrok	20	20,6²	17,7 ²	**	28,2²	**	15,9 ²	13,4 ²	11,9 ²	19,3 ²	21,5²	22,7²								
	NO _x	1 rok	30	69,6²	41,7²	**	56,4^{2*}	50,8^{2*}	26,7 ²	22,4 ²	35,2²	70,5²	70,2^{2*}	**								

¹prepočítané na PM10 podľa vzťahu: PM10=TSP/1,2 ²stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ³maximálna 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

Tab. 2.15 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EU

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit + hranica tolerancie [µg/m ³] (počet prekročení)	Bratislava Mameyova	Bratislava Trnavské mýto	Bratislava Kamenné nám.	Banská Bystrica Nám. slobody	Ružomberok Riadok	Žiar nad Hronom	Martin	Jeľšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Hnúšťa	
Ochrana zdravia	SO ₂	1 hod	500 (24)	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	
		24 hod	125 (3)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	NO ₂	1 hod	300 (18)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1 rok	60	29,5	48,8	28,9	33,4	15,2	18,3*	16,9	16,3	22,6	18,1*	16,7	12,6
	PM ₁₀	24 hod	75 (35)	**	13	3	4	16 ¹	1 ¹	70 ¹	40	81 ¹	122 ¹	3	7
		1 rok	48	**	39,7	28,7	33,4	39,3 ¹	34,2 ¹	62,2 ¹	50,9	61,6 ¹	75,8 ¹	33,9*	37,4
	Olovo [#]	1 rok	1000 [#]	41	36	37	29	17	23			15		20	
	CO	8 hod (klzavý priemer)	16 000		5374 ³		2179 ³								
Benzén	1 rok	10													
ZIL	SO ₂	3 hod po sebe	500	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	NO ₂	3 hod po sebe	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok	20	14,1 ²	12,5 ²	15,1 ²	14,4 ²	20,7 ²	10,0 ²	14,2 ²	7,8 ²	19,2 ²	13,6 ²	21,9 ²	9,1* ²
		Zimný polrok	20	15,7 ²	10,3 ²	14,9 ²	14,7 ²	28,6 ²	14,3 ²	13,0 ²	7,6 ²	20,8 ²	17,9 ²	30,1 ²	11,6 ²
	NO _x	1 rok	30	54,3 ²	129,8 ²	43,5 ²	61,3 ²	28,7 ²	24,5* ²	23,4 ²	22,6 ²	34,2 ²	26,5* ²	24,0 ²	19,9 ²

¹prepočítané na PM10 podľa vzťahu: PM10=TSP/1,2 ²stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ³maximálna 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+hranicou tolerancie

Tab. 2.16 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EU

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit + hranica tolerancie [µg/m ³] (počet prekročení)	Žilina	Veľká Okružná	Žilina	Vlčince	Strážske	Prešov	Solivar	Prešov	Sídliisko III	Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou	Košice	Štúrova	Košice - Strojárska	Veľká Ida
SO ₂	1 hod	500 (24)	0	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	0
NO ₂	1 hod	300 (18)	0	0	**			8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**
	1 rok	60	33,1	23,8	**			28,9*	29,4*	17,2	16,2	19,6	36,3	25,3*	**			
PM ₁₀	24 hod	75 (35)	16	7	**			14	**	2 ¹	4 ¹	6 ¹	30	24 ¹	81 ¹			
	1 rok	48	37,5	33,8	**			37,8	**	28,8 ¹	30,5 ¹	28,0 ¹	41,6	38,2 ¹	59,1 ¹			
Olovo	1 rok	1000 [#]								40						48	132	
CO	8 hod (klzavý priemer)	16 000	4258 ³					2721 ³							3430 ³			4756 ³
Benzén	1 rok	10																
ZIL	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	**
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok	20	17,0 ²	13,9 ²	**		29,3 ²	**	15,0 ²	16,1 ²	13,6 ²	26,9 ²	17,1 ²	31,4 ²			
		Zimný polrok	20	20,6 ²	17,7 ²	**		28,2 ²	**	15,9 ²	13,4 ²	11,9 ²	19,3 ²	21,5 ²	22,7 ²			
	NO _x	1 rok	30	69,6 ²	41,7 ²	**		56,4 ²	50,8 ²	26,7 ²	22,4 ²	35,2 ²	70,5 ²	70,2 ²	**			

¹prepočítané na PM10 podľa vzťahu: $PM10 = TSP/1,2$ ²stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ³maximálna 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+hranicou tolerancie

Tab. 2.17 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EU

Zložka	Doba priemerovania	Hraničné hodnoty [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (počet prekročení)		Bratislava Mamteyova	Bratislava Trnavské mýto	Bratislava Kamenné nám.	Banská Bystrica Nám. slobody	Ružomberok Riadok	Žiar nad Hronom	Martin	Jelšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Hnúšťa	
		HHS	DHS													
Ochrana zdravia	SO ₂	24 hod	HHS	75 (3)	0	0	1	0	2	0	2	0	2	0	1	0
			DHS	50 (3)	3	0	30	2	11	0	21	0	12	1	15	0
	NO ₂	1 hod	HHS	140 (18)	1	<u>139</u>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
			DHS	100 (18)	51	752	33	33	0	0	45	0	0	0	0	0
	1 rok	HHS	32	29,5	<u>48,8</u>	28,9	<u>33,4</u>	15,2	18,3*	16,9	16,3	22,6	18,1*	16,7	12,6	
		DHS	26	29,5	48,8	28,9	33,4	15,2	18,3*	16,9	16,3	22,6	18,1*	16,7	12,6	
	PM ₁₀	24 hod	HHS	30 (7)	**	<u>236</u>	<u>146</u>	<u>178</u>	<u>155¹</u>	<u>161¹</u>	<u>246¹</u>	<u>279</u>	<u>297¹</u>	<u>245¹</u>	<u>130</u>	<u>217</u>
			DHS	20 (7)	**	299	242	261	222 ¹	225 ¹	288 ¹	323	321 ¹	266 ¹	198	311
		1 rok	HHS	14	**	<u>39,7</u>	<u>28,7</u>	<u>33,4</u>	<u>39,3</u>	<u>34,2</u>	<u>62,2</u>	<u>50,9</u>	<u>61,6</u>	<u>75,8</u>	<u>33,9*</u>	<u>37,4</u>
			DHS	10	**	39,7	28,7	33,4	39,3	34,2	62,2	50,9	61,6	75,8	33,9*	37,4
	Olovo	1 rok	HHS	350 [#]	41	36	37	29	17	23			15		20	
			DHS	250 [#]	41	36	37	29	17	23			15		20	
Ochrana vegetácie	SO ₂	Zimný polrok	HHS	12	<u>15,7²</u>	10,3 ²	<u>14,9²</u>	<u>14,7²</u>	<u>28,6²</u>	<u>14,3²</u>	<u>13,0²</u>	7,6 ²	<u>20,8²</u>	<u>17,9²</u>	<u>30,1²</u>	11,6 ²
			DHS	8	15,7 ²	10,3 ²	14,9 ²	14,7 ²	28,6 ²	14,3	13,0 ²	7,6 ²	20,8 ²	17,9 ²	30,1 ²	11,6 ²
	NO _x	1 rok	HHS	24	<u>54,3²</u>	<u>129,8²</u>	<u>43,5²</u>	<u>61,3²</u>	<u>28,7²</u>	<u>24,5²</u>	23,4 ²	22,6 ²	<u>34,2²</u>	<u>26,5²</u>	24,0 ²	19,9 ²
			DHS	19,5	54,3 ²	129,8 ²	43,5 ²	61,3 ²	28,7 ²	24,5 ²	23,4 ²	22,6 ²	34,2 ²	26,5 ²	24,0 ²	19,9 ²
	PM ₁₀	1 rok	HHS	14	**	<u>39,7²</u>	<u>28,6²</u>	<u>33,4²</u>	<u>47,2²</u>	<u>40,9²</u>	<u>74,6²</u>	<u>50,9²</u>	<u>73,8²</u>	<u>91,0²</u>	<u>33,9²</u>	<u>37,4²</u>
			DHS	10	**	39,7 ²	28,6 ²	33,4 ²	47,2 ²	40,9 ²	74,6 ²	50,9 ²	73,8 ²	91,0 ²	33,9 ²	37,4 ²

HHS - horná hranica stanovenia DHH - dolná hranica stanovenia * 50-75% meraní ** menej ako 50% meraní # olovo je v ng/m³

¹prepočítané na PM10 podľa vzťahu: PM10=TSP/1,2 ²stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách ¹podčiarknuté hodnoty sú nad hornou hranicou stanovenia

Tab. 2.18 Vyhodnotenie znečistenia podľa smerníc EU

	Zložka	Doba priemerovania	Hraničné hodnoty [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (počet prekročení)		Žilina Veľká Okružná	Žilina Vičince	Strážske	Prešov Solivar	Prešov Sídliisko III	Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou	Košice Štúrova	Košice - Strojárska	Veľká Ida
			HHS	DHS											
Ochrana zdravia	SO ₂	24 hod	HHS	75 (3)	2	1	**	7	**	0	0	0	1	0	0
			DHS	50 (3)	6	7	**	23	**	5	0	0	8	0	2
	NO ₂	1 hod	HHS	140 (18)	0	0	**	15	0	0	0	0	0	0	**
			DHS	100 (18)	9	0	**	23	3	1	3	0	19	0	**
		1 rok	HHS	32	<u>33,1</u>	23,8	**	28,9*	29,4*	17,2	16,2	19,6	<u>36,3</u>	25,3*	**
			DHS	26	33,1	23,8	**	28,9*	29,4*	17,2	16,2	19,6	36,3	25,3*	**
	PM ₁₀	24 hod	HHS	30 (7)	<u>180</u>	<u>182</u>	**	<u>201</u>	**	<u>149</u> ¹	<u>136</u> ¹	<u>122</u> ¹	<u>234</u>	<u>169</u> ¹	<u>271</u> ¹
			DHS	20 (7)	251	277	**	295	**	237 ¹	221 ¹	203 ¹	315	231 ¹	315 ¹
		1 rok	HHS	14	<u>37,5</u>	<u>33,8</u>	**	<u>37,8</u>	**	<u>28,8</u> ¹	<u>30,5</u> ¹	<u>28,0</u> ¹	<u>41,6</u>	<u>38,2</u> ¹	<u>59,1</u>
			DHS	10	37,5	33,8	**	37,8	**	28,8 ¹	30,5 ¹	28,0 ¹	41,6	38,2 ¹	59,1
Olovo [#]	1 rok	HHS	350 [#]							40				48	132
		DHS	250 [#]							40				48	132
Ochrana vegetácie	SO ₂	Zimný polrok	HHS	12	<u>20,6</u> ²	<u>17,7</u> ²	**	<u>28,2</u> ²	**	<u>15,9</u> ²	<u>13,4</u> ²	11,9 ²	<u>19,3</u> ²	<u>21,5</u> ²	<u>22,7</u> ^{*2}
			DHS	8	20,6 ²	17,7 ²	**	28,2 ²	**	15,9 ²	13,4 ²	11,9 ²	19,3 ²	21,5 ²	22,7 ^{*2}
	NO _x	1 rok	HHS	24	<u>69,6</u> ²	<u>41,7</u> ²	**	<u>56,4</u> ^{*2}	<u>50,8</u> ^{*2}	<u>26,7</u> ²	22,4 ²	<u>35,2</u> ²	<u>70,5</u> ²	<u>70,2</u> ^{*2}	**
			DHS	19,5	69,6 ²	41,7 ²	**	56,4 ^{*2}	50,8 ^{*2}	26,7 ²	22,4 ²	35,2 ²	70,5 ²	70,2 ^{*2}	**
	PM ₁₀	1 rok	HHS	14	<u>37,5</u> ²	<u>33,8</u> ²	**	<u>37,8</u> ²	**	<u>28,8</u> ²	<u>30,5</u> ²	<u>28,0</u> ²	<u>41,6</u> ²	<u>38,2</u> ²	<u>70,9</u> ²
			DHS	10	37,5 ²	33,8 ²	**	37,8 ²	**	28,8 ²	30,5 ²	28,0 ²	41,6 ²	38,2 ²	70,9 ²

HHS - horná hranica stanovenia DHH - dolná hranica stanovenia * 50-75% meraní ** menej ako 50% meraní # olovo je v ng/m³

¹prepočítané na PM10 podľa vzťahu: PM10=TSP/1,2 ²stanice sa nachádzajú v mestských aglomeráciách podčiarknuté hodnoty sú nad hornou hranicou 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 je pozorovaný 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.

Rast koncentrácie ozónu v troposfére priemyslových kontinentov severnej pologule sa pozoroval do konca osemdesiatych rokov, a to približne o $1 \mu\text{g.m}^{-3}$ ročne. Súvisí s rastúcou emisiou prekursorov ozónu (NO_x , VOC, CO) z automobilovej dopravy, energetiky a priemyslu. V deväťdesiatych rokoch koncentrácia prízemného ozónu v Európe viac-menej stagnuje, čo potvrdzujú aj merania na Slovensku. Zvýšené koncentrácie ozónu vo voľnej troposfére zintenzívňujú skleníkový efekt atmosféry; v hraničnej vrstve atmosféry (0-2 km) nepriaznivo ovplyvňujú ľudské zdravie (hlavne dýchačací systém človeka), vegetáciu (najmä poľnohospodárske plodiny a lesné porasty) a rôzne materiály.

3.2 PRÍZEMNÝ OZÓN V SR V ROKOCH 1995-2000

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.

Na Slovensku platí od roku 1996 pre hodnotenie vplyvu O_3 na ľudské zdravie imisný limit $110 \mu\text{g.m}^{-3}$ (8-h priemer), rovnaký ako v EÚ. Dovedy platil miernejší limit, $160 \mu\text{g.m}^{-3}$ (8-h priemer). Pre posúdenie dlhodobiejšieho vplyvu O_3 na vegetáciu sa často používa limit $50 \mu\text{g.m}^{-3}$, odporúčaný

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

Imisné limity	Koncentrácia O_3 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	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	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

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 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pri STP). Podľa expertov EHK OSN je súčasne navrhnutá prahová úroveň koncentrácie O_3 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 $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$), 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.

Dlhodobé a krátkodobé charakteristiky prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1995-2000

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 2000 boli zavedené merania prízemného ozónu na staniciach Poprad-Gánovce a Kojšovská hoľa a boli zrušené merania na stanici Košice-Štúrova. Na staniciach SHMÚ sa na meranie koncentrácie prízemného ozónu používajú analyzátory O_3 amerických firiem Thermolectron 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 15% (tab.3.2). Mimoriadne vysoká poruchovosť bola na staniciach Žiar n/H, Veľká Ida a Chopok. Nové stanice Kojšovská hoľa a Poprad-Gánovce začali merať až koncom 1. štvrtroku.

Ročné priemery koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku v znečistených mestských a priemyselných polohách sa v roku 2000 pohybovali v intervale $39\text{-}57 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab.3.3). Na ostatnom území od 51 do $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, hlavne v závislosti od nadmorskej výšky. Najvyššie ročné priemerné koncentrácie prízemného ozónu v roku 1999 mala vrcholová stanica Kojšovská hoľa ($100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Súvisí to s dominantným vplyvom ozónu z voľnej troposféry na koncentráciu vyšších vrcholových polôh. Údaje z Chopku sú spravidla ovplyvnené veľkými počtom chýbajúcich meraní na tejto ťažko dostupnej horskej stanici. Na celom území Slovenska (s výnimkou niektorých vnútromestských polôh) bola v období 1995-2000 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 2000 bola táto hodnota prekročená na všetkých staniciach. 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 2000 sa zaraďuje medzi fotochemicky aktívne roky.

Tab. 3.2 Počet chýbajúcich denných priemerov koncentrácie prízemného ozónu [%] v rokoch 1995-2000

Stanica	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Banská Bystrica	10,1	19,1	5,1	2,4	2,5	3,0
Bratislava -Koliba	*	*	*	*	*	5,7
Bratislava -Petržalka	4,1	8,5	9,7	5,8	0,5	18,6
Hnúšťa	1,1	1,5	3,0	7,2	4,9	2,7
Humenné	32,3	–	32,3	1,7	15,1	2,7
Chopok	21,9	41,5	17,4	42,7	32,8	30,0
Jelšava	*	*	*	0,6	4,9	20,5
Košice -Podhradová	80,8	14,7	11,1	21,0	17,8	9,6
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	*	24,0
Martin	*	0,2	18,5	0,9	6,3	1,4
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	*	25,4
Prievidza	16,2	30,3	43,2	10,2	9,3	10,1
Prešov	*	*	*	*	10,9	16,7
Ružomberok	2,2	0,6	32,9	–	47,4	7,1
Stará Lesná	6,8	14,6	11,5	9,2	3,8	8,7
Starina	5,8	5,3	13,4	8,4	0,8	8,2
Topoľníky	1,9	51,9	19,5	58,5	11,2	10,1
Veľká Ida	*	*	*	*	4,7	34,2
Žiar nad Hronom	20,8	2,7	2,6	2,3	5,7	53,0
Žilina	7,9	1,0	5,1	4,6	7,4	13,1

* stanica inštalovaná neskôr

– stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

Tab. 3.3 Dlhodobé charakteristiky úrovne koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 1995-2000

Stanica	1995		1996		1997		1998		1999		2000	
	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO
Banská Bystrica	38	76	28	58	35	80	42	83	42	65	41	62
Bratislava -Koliba	*	*	51	64	78	97	55	78	–	–	52	62
Bratislava -Petržalka	42	65	30	47	29	52	30	47	52	66	57	70
Hnúšťa	50	88	46	82	40	89	39	82	42	61	48	69
Humenné	49	86	–	–	52	85	57	91	54	69	48	63
Chopok	91	102	86	90	78	82	80**	84	90**	88**	75**	73**
Jelšava	*	*	*	*	*	*	50	75	50	69	47	65
Košice -Podhradová	–	–	55	79	43	66	40	62	34	40	60	72
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	100	100
Martin	*	*	49	75	47	86	49	91	49	64	46	62
Poprad (Gánovce)	*	*					*	*	*	*	51	66
Prievidza	37	57	26	39	40	62	35	67	47	60	46	61
Prešov	*	*	*	*	*	*	*	*	37	50	54	75
Ružomberok	55	88	34	50	37	64	–	–	34**	49**	39	53
Stará Lesná	69	97	68	94	48	70	49	73	65	82	60	76
Starina	54	73	62	82	53	72	56	76	59	70	60	77
Topoľníky	50	79	76	90	31	49	43**	78	53	65	59	69
Veľká Ida	*	*	*	*	*	*	*	*	44	60	47**	66**
Žiar nad Hronom	48	71	54	80	48	85	47	84	49	66	54**	67**
Žilina	39	70	30	51	39	72	41	84	42	59	47	64

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 1992-2000. 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 a 1998 sú najnižšie v sledovanom období.

Počet prekročení odporúčaných krátkodobých imisných limitov pre ozón v rokoch 1995-2000 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. Vo fotochemicky aktívnych rokoch dochádza k občasnému prekračovaniu limitu pre informáciu obyvateľstva (180 µg.m⁻³), v roku 2000 bolo zaznamenaných 45 prekročení na Kojšovskej holi a 23 prekročení v Topoľníkoch a Prešove (tab. 3.4).

Tab. 3.4 Počet prekročení krátkodobých imisných limitov ozónu (IH) pre varovanie a informáciu obyvateľstva v rokoch 1995- 2000

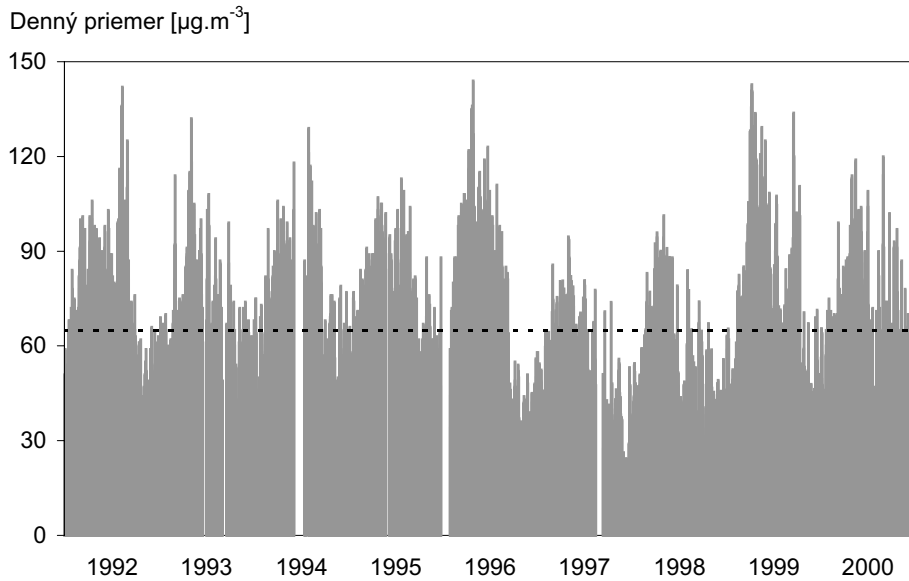
Stanica	IH _{1h} = 360 µg.m ⁻³						IH _{1h} = 180 µg.m ⁻³					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Bratislava–Koliba	*	0	0	0	-	0	*	0	0	1	-	2
Bratislava–Petržalka	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5	6
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Humenné	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Chopok	0	0	0	0	0	0	4	0	2	2	0	0
Jelšava	*	*	*	0	0	0	*	*	*	0	0	0
Košice - Podhradová	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	2
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	45
Martin	*	0	0	0	0	0	*	0	0	1	0	4
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	0
Prievidza	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Prešov	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	0	23
Ružomberok	0	0	0	-	0	0	1	0	0	-	0	0
Stará Lesná	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Starina	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Topoľníky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Veľká Ida	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	0	2
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
Žilina	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	30	0

* meranie ozónu zavedené neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

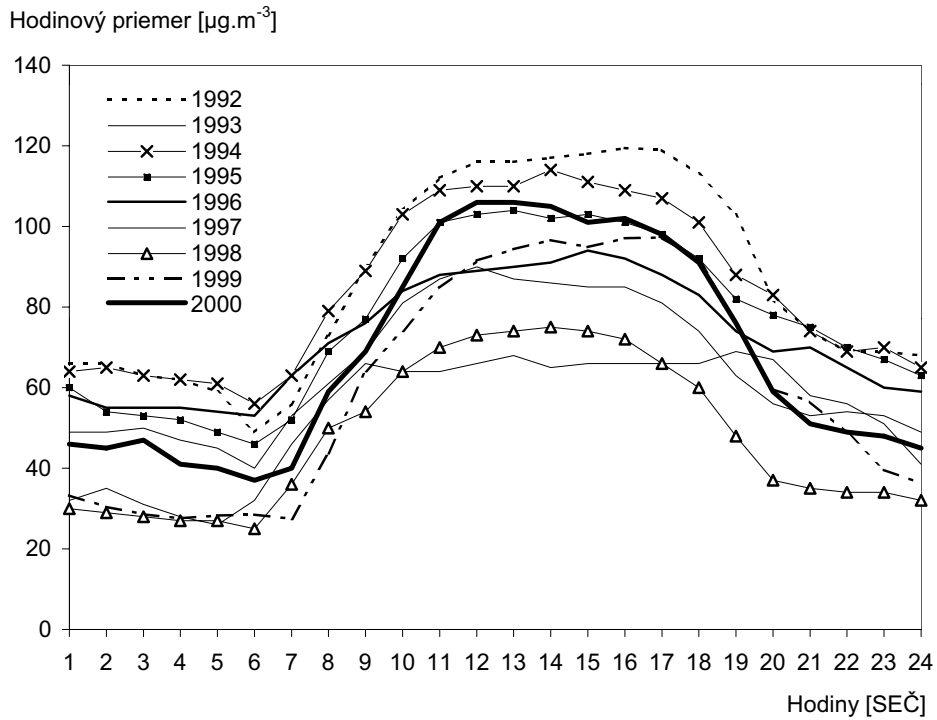
Obr. 3.1

**Sezónna zmena koncentrácie prízemného ozónu
v Starej Lesnej v rokoch 1992-2000**



Obr. 3.2

**Priemerná denná zmena koncentrácie prízemného ozónu
v Starej Lesnej v auguste 1992 - 2000**



Tab. 3.5 Počet prekročení imisných limitov ozónu (IH) pre ochranu ľudského zdravia platných v EÚ a na Slovensku v rokoch 1995-2000

Časový interval	IH_{8h} = 110 µg.m⁻³																							
	1995				1996				1997				1998				1999				2000			
	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	0-9	9-17	16-01	12-21	0-9	9-17	16-01	12-21
Banská Bystrica	0	6	0	30	0	0	0	1	0	7	1	5	0	40	1	32	0	23	1	19	0	40	1	31
Bratislava - Koliba		*			1	8	9	20	5	42	33	55	0	15	4	15		–			0	24	1	20
Bratislava - Petržalka	0	8	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	46	13	40	0	58	14	52
Hnúšťa	0	34	5	49	2	36	7	61	0	26	1	17	0	19	0	15	0	25	5	21	0	34	0	12
Humenné	0	11	1	18		–			0	20	1	17	0	39	6	35	0	12	8	15	0	9	0	10
Chopok	47	36	40	39	38	24	30	23	10	12	13	11	24	17	21	17	70	56	71	68	28	18	29	23
Jelšava		*				*				*			0	49	6	37	2	53	13	43	0	28	1	20
Košice - Podhradová		–			1	14	5	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	65	24	58
Kojšovská hoľa		*				*				*				*				*			95	101	109	114
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
Prievidza	0	4	1	9	1	1	1	4	0	1	0	0	0	4	0	2	0	29	6	18	0	38	2	30
Prešov		*				*				*				*			0	0	0	0	0	57	6	52
Ružomberok	2	36	14	49	0	2	1	6	0	0	0	0		–			0	0	0	0	0	9	1	11
Stará Lesná	0	44	10	38	11	58	34	56	0	1	0	2	0	7	0	3	14	68	39	74	1	33	15	31
Starina	0	10	0	3	0	20	6	26	0	10	0	6	0	7	0	3	0	9	2	8	0	21	2	16
Topoľníky	0	13	7	27	1	29	14	36	0	1	0	2	0	9	2	9	0	3	5	27	4	50	52	61
Veľká Ida		*				*				*				*			0	1	0	2	0	23	1	14
Žiar nad Hronom	0	4	4	13	0	10	7	39	0	18	2	23	0	30	7	29	2	20	14	23	0	20	6	20
Žilina	0	7	8	26	0	0	0	3	0	0	0	0	0	29	3	30	2	16	11	18	0	40	3	47

* 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 1995- 2000

Stanica	IH_{1h} = 200 µg.m⁻³						IH_{24h} = 65 µg.m⁻³					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	45	4	18	61	63	72
Bratislava - Koliba	*	0	0	0	-	0	*	101	198	98		112
Bratislava - Petržalka	1	0	0	0	0	2	56	6	0	6	105	115
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	108	84	40	42	53	78
Humenné	0	-	-	0	0	0	49	-	71	133	111	56
Chopok	1	0	1	0	0	0	166	189	259	**182	**217	**147
Jelšava	*	*	*	0	0	0	*	*	*	101	115	80
Košice – Podhradová	-	0	0	0	0	0	-	134	36	14	12	143
Kojšovská hoľa	*	*	*	*	*	8	*	*	*	*	*	259
Martin	*	0	0	0	0	0	*	97	70	91	89	48
Poprad (Gánovce)	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	65
Prievidza	1	0	0	0	0	0	26	8	14	25	134	88
Prešov	*	*	*	*	0	9	*	*	*	*	8	93
Ružomberok	1	0	0	-	0	0	96	34	4	-	**0	38
Stará Lesná	2	0	0	0	0	0	141	184	68	72	173	132
Starina	1	0	0	0	0	0	66	147	92	106	128	157
Topoľníky	0	0	0	0	0	1	95	123	**2	**31	100	133
Veľká Ida	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	44	**36
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	2	37	130	80	81	76	**46
Žilina	0	0	0	0	4	0	38	11	27	59	48	85

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

Imisný limit 110 µg.m⁻³ (8-h priemer), ktorý platí v EÚ a od roku 1996 aj na Slovensku, bol v období 1995-2000 najčastejšie prekračovaný v roku 2000 (tab. 3.5). Rekordný počet prekročení (419 prípadov) za celé obdobie pozorovaní sa pozoroval na Kojšovskej holi. Nižší počet prekročení na Chopku súvisí s veľkými výpadkami meraní na tejto horskej stanici. Tento imisný limit bol na všetkých staniách, s výnimkou Chopku (horský chod koncentrácií), najčastejšie prekračovaný v časových intervaloch od 9 00 do 17 00 a od 12 00 do 21 00 h.

Imisný limit pre ochranu vegetácie 200 µg.m⁻³ (1-h priemer) bol v období 1995-2000 prekročený len v niekoľkých prípadoch. Najväčší počet prekročení tohto limitu sa zaznamenal v roku 2000 v Prešove (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 2000 sa pozoroval doposiaľ rekordný počet prekročení (259 prípadov) na Kojšovskej holi. Vo fotochemicky aktívnych rokoch (napr. rok 2000) sa pozoruje počet prekročení nad 100 prípadov aj na niektorých staniách v nižších polohách (tab. 3.6).

Kumulatívne charakteristiky prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1995 až 2000 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 a 2000 sa pozorovali najväčšie hodnoty expozičných indexov od začiatku pozorovaní. 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.

Tab. 3.7 Index expozície AOT40 (nad prahovou úrovňou 40ppb) pre ochranu vegetácie v rokoch 1995-2000 [ppb.h]

Stanica	AOT40 ⁽¹⁾						AOT40 ⁽²⁾					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Banská Bystrica	6 842	1 090	4 960	5 594	10 101	9 648	9 907	2 190	7 517	10 854	17 235	16 300
Bratislava - Koliba	*	2 966	8 182	3 080	–	7 004	*	5 436	16 665	8 217	–	11 660
Bratislava - Petržalka	4 694	416	300	201	12 024	12 598	5 460	730	486	872	19 856	17 242
Hnúšťa	11 320	9 010	7 106	5 879	4 333	7 003	16 906	16 068	11 455	10 386	8 922	13 175
Humenné	3 716	–	6 647	8 037	5 316	4 281	6 204	–	9 292	15 067	9 505	7 569
Chopok	8 958	4 874	6 150	**3 113	14 760	2 598	15 988	11 452	10 359	**11 063	21 713	**9 583
Jelšava	*	*	*	7 373	15 481	7 708	*	*	*	14 406	20 036	12 308
Košice - Podhradová	–	3 664	281	**109		13 051	–	6 646	1 783	**926	1 896	22 138
Kojšovská hoľa						21 491						34 390
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						7 355
Prievidza	1 548	412	795	2 292	8 956	7 892	3 025	1 125	1 746	3 133	17 038	14 608
Prešov					623	11 786					1 062	20 161
Ružomberok	8 713	1 620	477	–	**178	4 082	17 080	2 952	999	–	**474	7 275
Stará Lesná	9 788	11 502	1 208	1 775	12 500	6 881	17 164	19 342	1 964	4 350	26 133	14 295
Starina	3 524	5 506	2 211	2 053	4 139	6 575	7 066	9 968	4 399	6 276	7 709	11 378
Topoľníky	6 629	5 626	**559	**1 038	7 156	8 763	10 499	9 810	**788	**3 893	13 140	18 851
Veľká Ida					2 747	6 506					4 486	**7 952
Žiar nad Hronom	1 422	5 758	6 628	7 390	3 310	7 209	4 602	10 946	10 166	12 859	14 336	**7 589
Žilina	6 055	1 470	1 665	7 180	2 892	10 058	8 579	2 348	4 354	13 215	10 624	16 961

(1) výpočet pre denné hodiny mesiacov máj až júl

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

* meranie ozónu zavedené neskôr

** veľké výpadky meraní

– stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

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. Úroveň koncentrácie prízemného ozónu pozitívne koreluje s teplotou vzduchu, čo je veľmi dôležité v spojitosti s globálnym otepľovaním našej planéty.

3.3 CELKOVÝ ATMOSFÉRICKÝ OZÓN NAD ÚZEMÍM SR V ROKU 2000

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. Stanica Poprad-Gánovce je súčasťou globálneho ozónového pozorovacieho systému (GOOS). Výsledky sa pravidelne odosielať 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 prostredníctvom TA SR. Od apríla začalo pracovisko aerológie a merania ozónu vydávať predpoveď slnečného UV indexu na nasledujúci deň. Predpoveď denného chodu UV indexu pre jasnú, polooblačnú a zamračenú oblohu je uverejňovaná na internetovej stránke SHMÚ (www.shmu.sk/ozon/).

Priemerná ročná hodnota celkového atmosférického ozónu v roku 2000 bola 320 Dobsonových jednotiek, čo je 5,5% pod dlhodobým priemerom vypočítaným z meraní v Hradci Králové v rokoch 1962-1990, ktorý sa používa aj pre našu oblasť ako dlhodobý normál. Je to po roku 1995 druhý najnižší ročný priemer od začiatku meraní v Gánovciach. 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 2000.

Dlhodobý priemer bol prekročený len v decembri, v ostatných mesiacoch boli priemerné odchýlky záporné. Z hľadiska vplyvu na biosféru sú najvýznamnejšie výrazné záporné odchýlky v marci až júni a v auguste, pretože v týchto mesiacoch je slnko na oblohe vysoko a dráha slnečných lúčov cez ozónovú vrstvu je krátka. Na zemský povrch dopadajú najvyššie dávky ultrafialového žiarenia, ktoré sú pre deficit celkového ozónu ešte zvýšené. V posledných rokoch pozorujeme nad našou oblasťou posun výrazných poklesov celkového množstva ozónu od konca zimy na koniec jari až začiatok leta, čo sa výrazne potvrdilo aj tento rok. Jún bol rovnako ako v predchádzajúcom roku mesiacom s najväčšou zápornou odchýlkou. Ozónová vrstva bola v júni v priemere redukovaná o 10%. V apríli a máji chýbalo nad našou oblasťou 9% celkového atmosférického ozónu. Sú to v tomto období rovnako veľké záporné odchýlky ako v roku 1995, kedy redukcia pokračovala s rovnakou intenzitou ešte aj v júli. Tento rok bolo v júli množstvo ozónu iba o 3% nižšie ako dlhodobý priemer. Pomerne veľké záporné odchýlky boli zaznamenané vo februári a októbri. Októbrová odchýlka -6% je skôr výnimkou, pretože jesenné mesiace

sa v našej oblasti vyznačujú najväčšou stabilitou ozónovej vrstvy. 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.

I keď koncentrácia chlóru v stratosfére dosiahla koncom deväťdesiatych rokov kulminačný bod a očakáva sa, že v priebehu 20-30 rokov zachytia pozitívny trend vo vývoji ozónovej vrstvy aj monitorovacie stanice, vedci upozorňujú, že v tomto prechodnom období bude ozónová vrstva citlivá na veľké výkyvy. Striedať sa budú obdobia s relatívne dobrým stavom s obdobiami s výraznými poklesmi, čo potvrdil aj rok 2000.

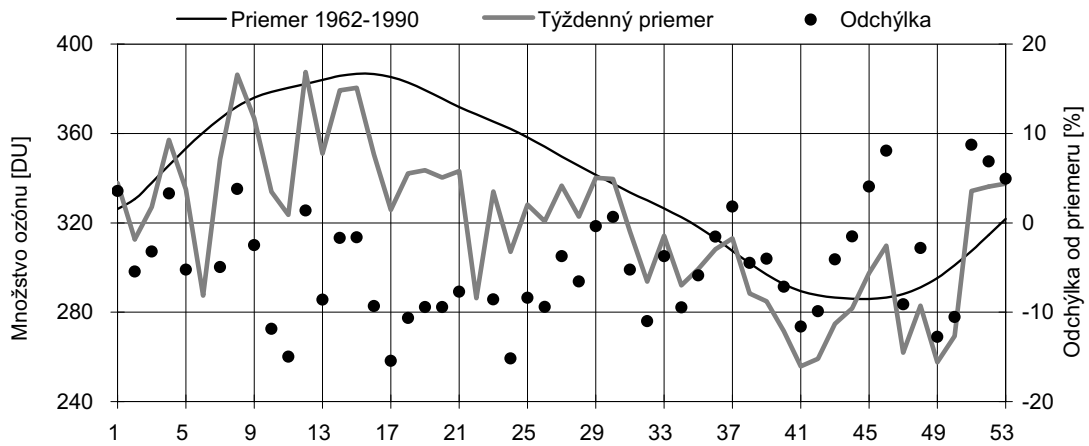
Na obr. 3.4 sú hodnoty hustoty toku slnečného UV-B žiarenia zhodnotené spektrom biologickej účinnosti na erytém (sčervenanie pokožky) (McKinlay a Diffey 1987) namerané v čase miestneho poludnia. Takto upravené UV-B žiarenie sa v odbornej literatúre označuje ako škodlivé ultrafialové žiarenie (DUV). V 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 DUV žiarenia a môže sa z nich odvodiť odporúčaná doba pobytu na slnku. Hodnoty vyššie ako 7 sú dosahované v letných mesiacoch okolo poludnia a znamenajú, že na slnku by sme v tomto čase mali zdržiavať bez náležitej ochrany nanajvýš niekoľko minút. Konkrétny čas pobytu na slnku závisí od fototypu pokožky a štádia postupnej adaptácie na zvýšené dávky slnečného žiarenia po zimnom období. Hodnoty nižšie ako 4, ktoré sa vyskytujú v októbri až marci naopak znamenajú, že ani niekoľkohodinový pobyt na slnku nie je nebezpečný i keď ozónová vrstva môže byť výraznejšie redukovaná. Pomerne vysoké dávky DUV žiarenia sú aktuálne už na začiatku jari v zasnežených vysokohorských polohách. Podrobnejšie informácie o tejto problematike je možné získať spolu s predpoveďou UV indexu na internetovej stránke SHMÚ.

Najväčšia hustota toku škodlivého UV-B žiarenia (Diffey) 222 mW/m² bola nameraná 10. júna na poludnie. V tento deň chýbalo 19% celkového atmosférického ozónu. V júni a začiatkom júla boli v siedmich dňoch namerané hodnoty vyššie ako 200 mW/m². Chýbajúce poludňajšie hodnoty v niektorých dňoch hlavne počas leta súvisia s vypínaním prístroja počas búrok z bezpečnostných dôvodov.

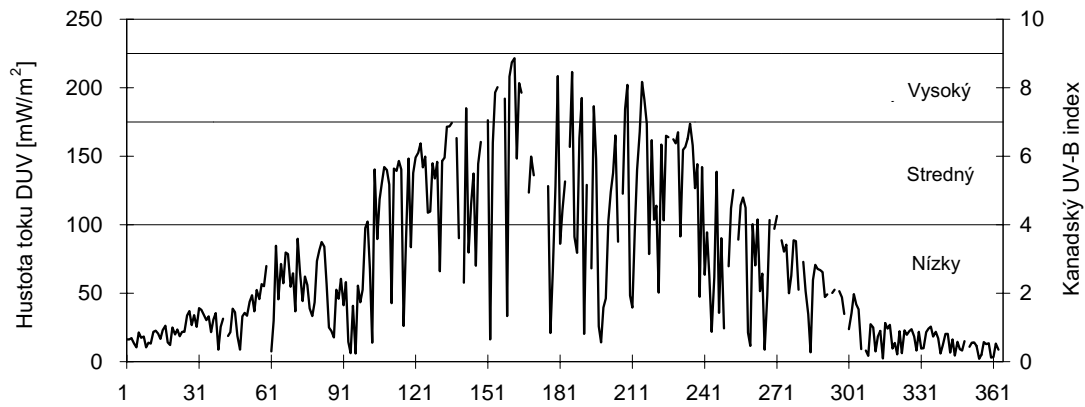
UV-B žiarenie sa v roku 2000 monitorovalo každý deň v pravidelných hodinových alebo polhodinových intervaloch. Len počas silných zrážok a búrok bol pozorovací program dočasne prerušovaný. Hodnoty denných súm v sú na obr. 3.5. Maximálna denná dávka 5206 J/m² bola nameraná 10. júna. Bolo to v deň, keď bola ozónová vrstva v júni najviac redukovaná a na poludnie bola nameraná najväčšia hustota toku škodlivého UV-B žiarenia.

Celková suma denných dávok DUV žiarenia v období apríl až september bola 462 267 J/m², čo bolo o 0,9% viac ako v roku 1999. Napriek výrazne vyšším hodnotám UV žiarenia v júni a začiatkom júla je celková dávka len nepatrne vyššia ako vlani. Nízke hodnoty boli namerané za oblačného a daždivého počasia začiatkom apríla a v polovici júla.

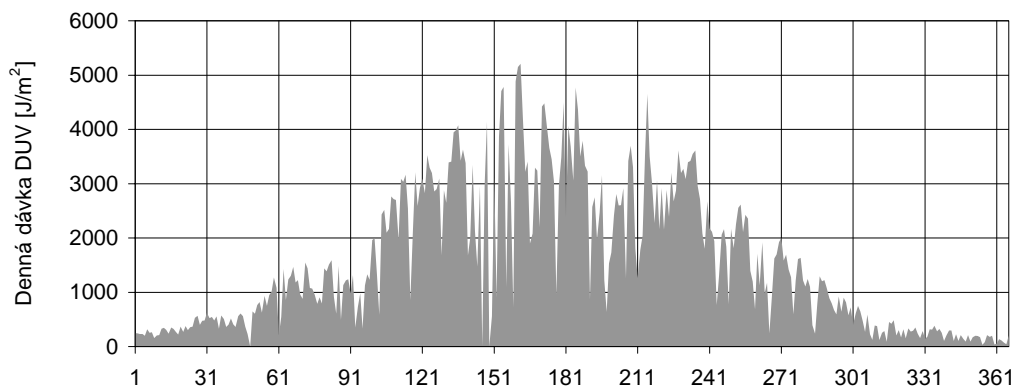
Obr. 3.3 Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 2000



Obr. 3.4 Ročný chod poludňajších hodnôt DUV (Diffey) žiarenia – Gánovce 2000



Obr. 3.5 Ročný chod denných dávok škodlivého ultrafialového slnečného žiarenia – Gánovce 2000



Tab. 3.8 Celkový ozón [DU] v roku 2000 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	374	15	276	-23	354	-6	367	-5	333	-13	353	-3	331	-5	310	-6	316	1	273	-6	300	5	272	-8
2	302	-8	290	-19	344	-9	403	4	337	-12	315	-14	310	-11	277	-16	303	-3	247	-15	310	9	251	-15
3	301	-8	281	-22	298	-21	367	-5	349	-8	310	-15	293	-16	278	-16	317	2	247	-15	289	1	247	-17
4	298	-9	332	-8	311	-18	360	-7	345	-9	314	-14	290	-16	280	-15	331	7	246	-15	284	-1	266	-11
5	326	-1	277	-24	363	-4	347	-10	354	-7	315	-13	319	-8	285	-13	321	4	260	-10	321	12	254	-15
6	304	-8	272	-25	304	-20	391	1	348	-8	311	-14	338	-2	292	-11	333	8	267	-8	298	4	265	-12
7	358	8	319	-12	311	-18	394	2	340	-10	310	-15	326	-6	332	1	318	3	263	-9	298	4	259	-14
8	292	-12	339	-7	312	-18	401	4	339	-10	322	-11	346	0	315	-4	314	2	262	-9	327	14	257	-15
9	310	-7	373	2	306	-20	403	4	330	-13	296	-18	349	1	315	-4	288	-6	265	-8	324	13	268	-11
10	327	-2	378	3	386	1	361	-7	336	-11	293	-19	314	-9	312	-4	285	-7	276	-4	336	17	316	4
11	323	-4	347	-6	319	-16	395	2	348	-7	303	-16	327	-5	309	-5	278	-9	272	-5	310	8	336	10
12	319	-5	344	-7	327	-14	364	-6	343	-9	298	-17	361	6	313	-4	273	-10	251	-13	276	-4	320	5
13	313	-7	340	-8	320	-16	333	-14	345	-8	298	-17	351	3	304	-7	277	-9	250	-13	265	-8	297	-3
14	340	0	366	-1	346	-9	325	-16	341	-9	303	-16	344	1	307	-5	289	-4	251	-13	274	-5	319	4
15	364	7	347	-6	427	12	335	-13	335	-10	319	-11	333	-2	302	-7	289	-4	250	-13	282	-2	361	17
16	305	-11	356	-4	404	6	342	-12	336	-10	349	-2	352	4	291	-10	291	-3	263	-8	263	-9	365	18
17	303	-11	451	21	403	5	326	-16	335	-10	380	6	340	0	286	-11	322	7	268	-7	262	-9	341	10
18	347	1	425	14	415	8	322	-17	345	-7	350	-2	335	-1	282	-13	300	0	265	-8	236	-18	330	6
19	385	12	372	0	398	4	327	-15	336	-10	341	-4	337	0	289	-10	292	-2	278	-3	252	-13	356	14
20	324	-6	387	3	385	0	324	-16	347	-6	332	-7	339	0	287	-11	274	-8	281	-2	279	-4	334	7
21	384	11	411	10	341	-11	326	-15	368	-1	328	-7	346	3	274	-14	281	-5	278	-3	280	-4	342	9
22	352	1	377	0	350	-9	328	-15	342	-7	318	-10	343	2	275	-14	292	-1	291	2	277	-5	333	5
23	405	16	391	4	350	-9	327	-15	338	-9	300	-15	337	0	295	-7	276	-7	278	-3	353	21	322	2
24	421	20	351	-7	344	-10	329	-14	332	-10	300	-15	301	-10	310	-3	280	-5	292	2	264	-9	335	6
25	396	13	325	-14	347	-10	340	-11	337	-9	327	-7	304	-9	324	2	266	-9	282	-1	269	-8	321	1
26	296	-16	360	-5	340	-12	341	-11	328	-11	356	1	311	-7	316	0	268	-9	267	-7	259	-12	326	2
27	282	-20	352	-7	355	-8	347	-9	328	-11	350	0	326	-2	301	-5	253	-14	302	6	282	-4	304	-5
28	335	-5	313	-17	388	1	355	-7			321	-8	311	-7	302	-4	267	-9	282	-2	285	-3	335	4
29	303	-15	336	-11	383	-1	349	-9	332	-9	339	-3	330	-1	305	-3	281	-4	269	-6	236	-20	334	4
30	313	-12			363	-6	333	-13	368	1	349	0	330	-1	304	-3	294	1	285	0	229	-22	372	15
31	285	-20			395	2			346	-5			335	1	310	-1			293	3			371	14
Ø	332	-3	348	-6	354	-7	352	-9	341	-9	323	-10	329	-3	299	-7	292	-3	269	-6	284	-2	313	1
Std	37	11	43	11	35	9	26	7	10	3	22	7	18	5	15	5	21	6	15	5	29	11	38	10
Max	421	20	451	21	427	12	403	4	368	1	380	6	361	6	332	2	333	8	302	6	353	21	372	18
Min	282	-20	272	-25	298	-21	322	-17	328	-13	293	-19	290	-16	274	-16	253	-14	246	-15	229	-22	247	-17

O₃ - celkový ozón

Odch. - relatívna odchýlka od dlhodobého priemeru (Hradec Králové 1962-1990)

Std. - štandardná odchýlka [DU]

4.1 INVENTARIZÁCIA EMISIÍ A ZDROJOV ZNEČISŤOVANIA OVZDUŠIA

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

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

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

Údaje o zdrojoch a emisiách sú nevyhnutné na národnej úrovni a vzhľadom na medzinárodný charakter atmosféry aj na medzinárodnej úrovni.

Slovenský emisný inventarizačný systém predstavuje Register emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia (REZZO). Register emisií je členený podľa výkonu, veľkosti a druhu zdrojov na 4 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
REZZO 4	Mobilné zdroje bez ohľadu na výkon

REZZO 1

Databáza REZZO 1 predstavuje súvislý rad údajov od roku 1985. V roku 1999 bolo v prevádzke 967 zdrojov znečisťovania ovzdušia, t.j. územnosprávnych jednotiek definovaných pomocou IČO. Pre každú z nich sa každoročne aktualizujú údaje o množstve, druhu a akosti spotrebovaného paliva a o technických a technologických údajoch spaľovacích a odľučovacích zariadení. Z týchto údajov sa pre jednotlivé zdroje pomocou emisných faktorov počítajú emisie CO, NO_x, SO₂ a tuhých látok. Od roku 1996 sú pre vybrané zdroje tieto hodnoty nahradené údajmi, ktoré uvádzajú prevádzkovatelia na základe prepočtu z výsledkov meraní.

Údaje o emisiách z technológií poskytujú jednotlivé zdroje na základe vlastných zistení. Emisie zo spaľovacích procesov a technológií z jed-

notlivých zdrojov sa ďalej sumarizujú na úrovni územnosprávnych jednotiek. Zdroje evidované v REZZO 1 majú priradené aj geografické súradnice, čo umožňuje ich zobrazenie v geografickom informačnom systéme. Údaje za rok 2000 sú predbežné.

REZZO 2

Aktualizácia údajov REZZO 2 sa vykonáva 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. Najbližšia aktualizácia bude až po uvedení nového Národného emisného inventarizačného systému (NEIS) do rutinej prevádzky.

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. Od roku 1997 upravuje požiadavky na kvalitu palív, vedenie prevádzkovej evidencie a poskytovanie údajov orgánom štátnej správy vyhláška MŽP SR č.144/00. Bilancia emisií za rok 1998 a 1999 nebola spracovaná. Najbližšia aktualizácia bude až po uvedení nového Národného emisného inventarizačného systému (NEIS) do rutinej prevádzky.

REZZO 4

Databáza REZZO 4 sa aktualizuje podľa požiadaviek MŽP SR. Výpočet emisií sa robí metódou 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 zahŕňa aj železničnú, leteckú a lodnú dopravu.

Spôsob registrácie zdrojov a súbor údajov evidovaných za jednotlivé zdroje, umožňuje využívanie národného emisného inventarizačného systému REZZO aj ako podpornej databázy pre medzinárodné emisné inventúry, resp. na kompilovanie špeciálnych emisných inventúr (tab. 4.4 - 4.6).

4.2 VÝVOJOVÉ TRENDY ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK

Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok sú uvedené v tabuľke 4.1 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 zlepšovaním akostných znakov používaných palív. 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 Kostol'any, Vojany a Slovnaft) a odsírovania veľkých energetických zdrojov (Elektrárne Zemianske Kostol'any). Súčasne vzrastá spotreba zemného plynu.

Oxidy dusíka

Emisie oxidov dusíka vykazovali v období od roku 1990 mierny pokles. Mierne zvýšenie emisií v roku 1995 súvisí so zvýšením spotreby zemného plynu. Pokles emisií oxidov dusíka v roku 1996 bol zapríčinený zmenou emisného faktora, zohľadňujúcou súčasný 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 zo spaľovacích procesov vo veľkých zdrojoch tiež mierne klesajú. 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. Pokles emisií oxidov uhlíka v roku 1996 je zapríčinený zohľadnením účinkov opatrení na obmedzovanie emisií CO v najvýznamnejšom zdroji tohoto sektoru, stanovenými na základe výsledkov merania emisií.

NM VOC

Emisie prchavých nemetánových organických látok (NM VOC) poklesli od roku 1990 o 47 %. Tento vývoj bol zapríčinený najmä poklesom spotreby náterových látok a postupným zavádzaním nízkorozpúšťadlových typov náterov, rozsiahlym zavádzaním opatrení v sektore spracovania ropy a distribúcie palív, zmenou palivovej základne v energetike a zmenou automobilového parku v prospech vozidiel vybavených riadeným katalyzátorom (tab. 4.4, obr. 4.4).

POPs

Podobne aj emisie perzistentných organických látok (POPs) majú od roku 1990 klesajúci trend. Najvýraznejšie sa prejavuje pri emisiách polyaromatických uhl'ovodíkov (PAH). Klesajúci trend emisií je zapríčinený najmä zmenou technológie výroby hliníka (používanie vopred vypálených anód), inštaláciou termálnej deštrukcie v Elektrokarbonate Topoľčany a zmenou technológie impregnácie dreva (tab. 4.5 a,b, obr. 4.5).

TK

Emisie ťažkých kovov (TK) majú od roku 1990 tiež klesajúci trend. Okrem odstavenia niektorých zastaralých neefektívnych výrobných zariadení tento trend ovplyvnili rozsiahle rekonštrukcie odlučovacích zariadení, zmena používaných surovín a najmä prechod na používanie bezolovnatých typov benzínov od roku 1996 (tab. 4.6 a,b, obr. 4.6 a 4.7).

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.

Najvýznamnejšie zdroje znečisťovania ovzdušia v SR v roku 2000

V tabuľke 4.2 je uvedených 20 najvýznamnejších zdrojov znečisťovania ovzdušia. Podiel týchto zdrojov na celkovom znečisťovaní ovzdušia Slovenska zdrojmi REZZO 1 je od 80,7 do 93,8%.

Merné územné emisie za rok 2000

Tabuľka 4.3 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 môže významne ovplyvniť množstvo vypočítaných emisií. Ďalšie odlišnosti vznikali v dôsledku toho, že OÚ umožnili zdrojom nahlásiť emisie vypočítané na základe výsledkov meraní. 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.

4.4 TRANSFORMÁCIA EMISNÉHO INFORMAČNÉHO SYSTÉMU

Po roku 1989 sa postupne vytvorila nová legislatíva v ochrane ovzdušia a súčasne vznikli orgány štátnej správy v ochrane ovzdušia. Prevádzkovatelia veľkých a stredných zdrojov majú zákonnú povinnosť každoročne nahlásiť údaje o emisiách a ďalších súvisiacich veličinách príslušnému okresnému úradu (OÚ) za účelom ich spoplatnenia. Po technickej stránke niektoré OÚ na tento účel využívali software AIR-2, ostatné OÚ údaje spracúvali manuálne. Údaje z jednotlivých úradov neboli prepojené do celoslovenskej databázy.

Dôsledkom historického vývoja bol duplicitný zber údajov od prevádzkovateľov zdrojov znečistenia ovzdušia a existencia dvoch paralelných informačných systémov, ktoré neboli celkom konzistentné.

Od roku 1997 prebiehala transformácia národného informačného systému - projekt NEIS. Cieľom projektu NEIS bolo nahradiť duplicitný zber údajov o zdrojoch znečisťovania ovzdušia a ich emisiách jednotným systémom, ktorý umožní racionálny zber, spracovanie a ďalšie využívanie údajov na lokálnej aj národnej úrovni, podľa potrieb vyplývajúcich z právnej úpravy ochrany ovzdušia, štátnej environmentálnej politiky a medzinárodných záväzkov SR.

Riešenie projektu prebiehalo pod gestorstvom MŽP SR v koordinácii SHMÚ za úzkej spolupráce s MV SR, krajskými a okresnými úradmi ako aj s vybranými priemyselnými podnikmi. NEIS využíva podporu štandardných databázových produktov MS ACCESS a MS SQL Server.

Softvérový produkt NEIS je koncipovaný ako viacmodulový systém, ktorý plne zodpovedá požiadavkám súčasnej legislatívy. Modul NEIS BU umožňuje uskutočniť komplexný zber a spracovanie údajov na jednotlivých OÚ, ako aj vykonať logickú kontrolu správnosti výpočtu emisií zo vstupných údajov a vytlačiť rozhodnutie o výške poplatku. Vstupné údaje o zdrojoch umožňuje zadať výlučne spôsobom, ktorý je v súlade s legislatívou. Zber údajov sa uskutočňuje pomocou súboru tlačív, ale je možné využiť aj softvérový modul NEIS PZ, ktorý umožňuje prevádzkovateľom okrem vyplnenia tlačív v elektronickej forme aj výpočet emisií a načítanie údajov od prevádzkovateľov do okresných databáz NEIS BU. Údaje z okresných databáz sa potom načítavajú do centrálnej databázy NEIS CD, ktorá je umiestnená na SHMÚ.

Funkčnosť systému bola overená počas tzv. pilotného testovania vo vybraných okresoch v rámci celého územia SR. Systém bol medzirezortným riadiacim výborom prijatý pozitívne s odporúčením na urýchlenú implementáciu.

Prínos transformácie emisného informačného systému je nasledovný:

- Odstránenie duplicitného zberu a spracovania údajov o zdrojoch a ich emisiách, zabezpečenie jednotnosti údajov na všetkých úrovniach.
- Poskytnutie moderného a účinného nástroja všetkým primárnym spracovateľom údajov a tým zabezpečenie jednotnej úrovne zberu, spracovania a kontroly údajov o zdrojoch a ich emisiách vo všetkých okresoch.
- Sprehľadnenie postupu priznávania množstva emisií a tým aj platenia poplatkov za znečisťovanie ovzdušia prevádzkovateľmi zdrojov z dôvodu zabudovaného systému kontroly a nevyhnutnosti udávať do NEIS vstupné údaje výlučne v súlade s legislatívnymi predpismi.
- Vytvorenie kvalitnej celoslovenskej databázy, ktorá umožní vrcholovým orgánom štátnej správy optimálne plnenie úloh.

Implementácia systému prebiehala od roku 1999 a predpokladá sa, že bude ukončená do konca roku 2001. Realizovali sa školenia pre všetkých zodpovedných pracovníkov KÚ a OÚ. Účast' na školeniach bola umožnená aj pracovníkom prevádzkovateľov zdrojov znečisťovania ovzdušia a odborným posudzovateľom z oblasti ochrany ovzdušia.

Od 1.1. 2001 podľa zákona SNR č.134/1992 Z.z. (§5 odst.2,písm.k) o štátnej správe ochrany ovzdušia v znení neskorších predpisov sú OÚ povinné každoročne spracovávať súhrnné ročné vyhodnotenie prevádzkovej evidencie zdrojov znečisťovania v okrese a predkladať ho najneskôr do 31.5. bežného roka v elektronickej forme určenej MŽP SR, organizácii poverenej MŽP SR (SHMÚ).

V súčasnosti sú okresné databázy NEIS BU naplnené základnými údajmi o veľkých zdrojoch znečistenia ovzdušia a testuje sa centrálna databáza NEIS.

Tab. 4.1 Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok v SR [tis. t]

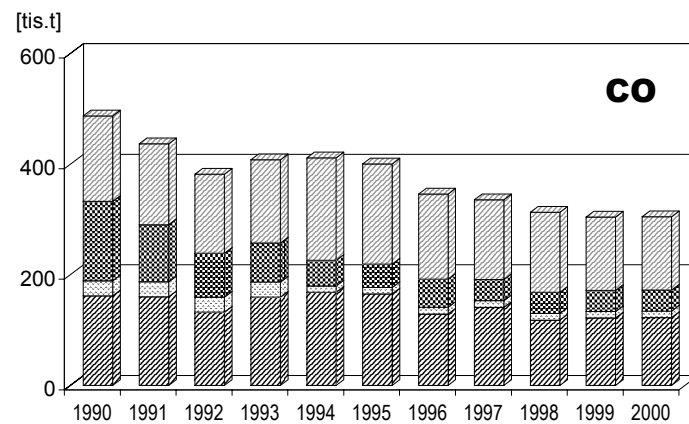
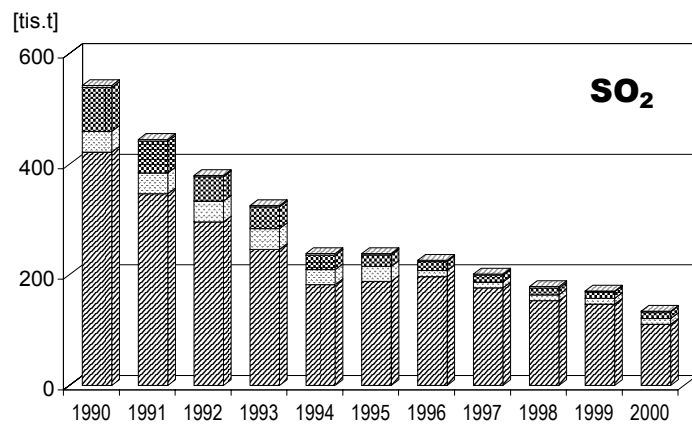
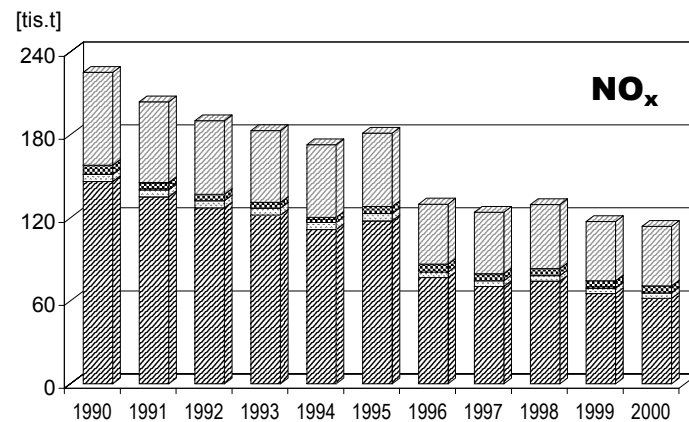
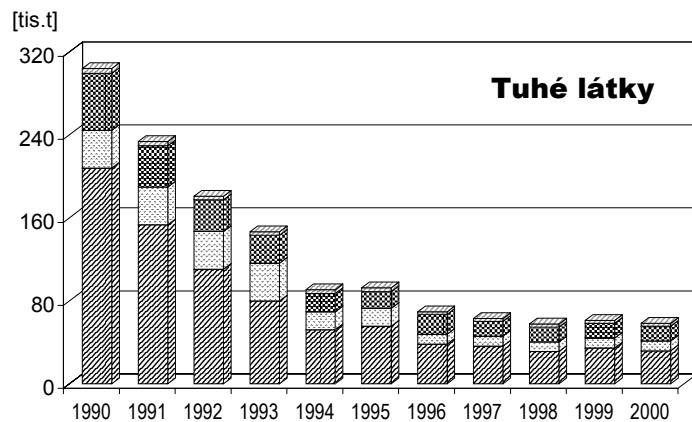
Emisie tuhých látok											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
REZZO 1	208,075	153,590	110,545	79,925	52,335	55,770	38,461	36,646	31,168	34,813	##32,071
REZZO 2	36,425	#36,425	#36,425	#36,425	#17,097	#17,097	9,478	*9,478	*9,478	*9,478	*9,478
REZZO 3	54,868	39,593	30,511	26,968	17,869	16,111	19,038	14,166	**14,166	**14,166	**14,166
REZZO 4	4,758	4,076	3,478	3,275	3,646	3,744	2,532	2,696	2,918	2,693	***2,693
Spolu	304,126	233,684	180,959	146,593	90,947	92,722	69,509	62,986	57,730	61,150	58,408
Emisie SO₂											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
REZZO 1	421,981	347,084	296,034	246,411	182,746	188,590	197,308	176,564	153,723	147,111	##110,624
REZZO 2	37,509	#37,509	#37,509	#37,509	#27,091	#27,091	10,577	*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	**12,087
REZZO 4	3,614	3,061	2,322	2,119	2,932	2,346	2,310	2,393	2,724	1,088	***1,088
Spolu	542,591	444,952	379,956	325,294	238,695	238,733	226,509	201,621	179,111	170,862	134,376
Emisie NO_x											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
REZZO 1	146,474	135,389	127,454	122,169	111,616	118,040	76,853	70,583	74,322	65,436	##61,881
REZZO 2	4,961	#4,961	#4,961	#4,961	#5,193	#5,193	3,960	*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	**5,177
REZZO 4	67,090	58,383	53,321	51,916	52,517	52,886	43,403	44,485	46,238	42,859	***42,859
Spolu	225,308	204,085	190,375	183,264	173,018	181,322	130,068	124,205	129,697	117,432	113,877
Emisie CO											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
REZZO 1	162,047	160,591	132,874	160,112	168,561	165,715	129,388	141,636	118,581	122,149	##122,750
REZZO 2	27,307	#27,307	#27,307	#27,307	#11,409	#11,409	12,037	*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	**38,029
REZZO 4	154,397	146,193	142,915	150,880	184,956	181,098	154,273	144,244	144,598	132,452	***132,452
Spolu	487,384	437,212	381,942	408,406	411,638	400,816	346,492	335,946	313,245	304,667	305,268

údaje získané odborným odhadom ## predbežné údaje * údaje sú za rok 1996 ** údaje sú za rok 1997 *** údaje sú za rok 1999

Obr. 4.1

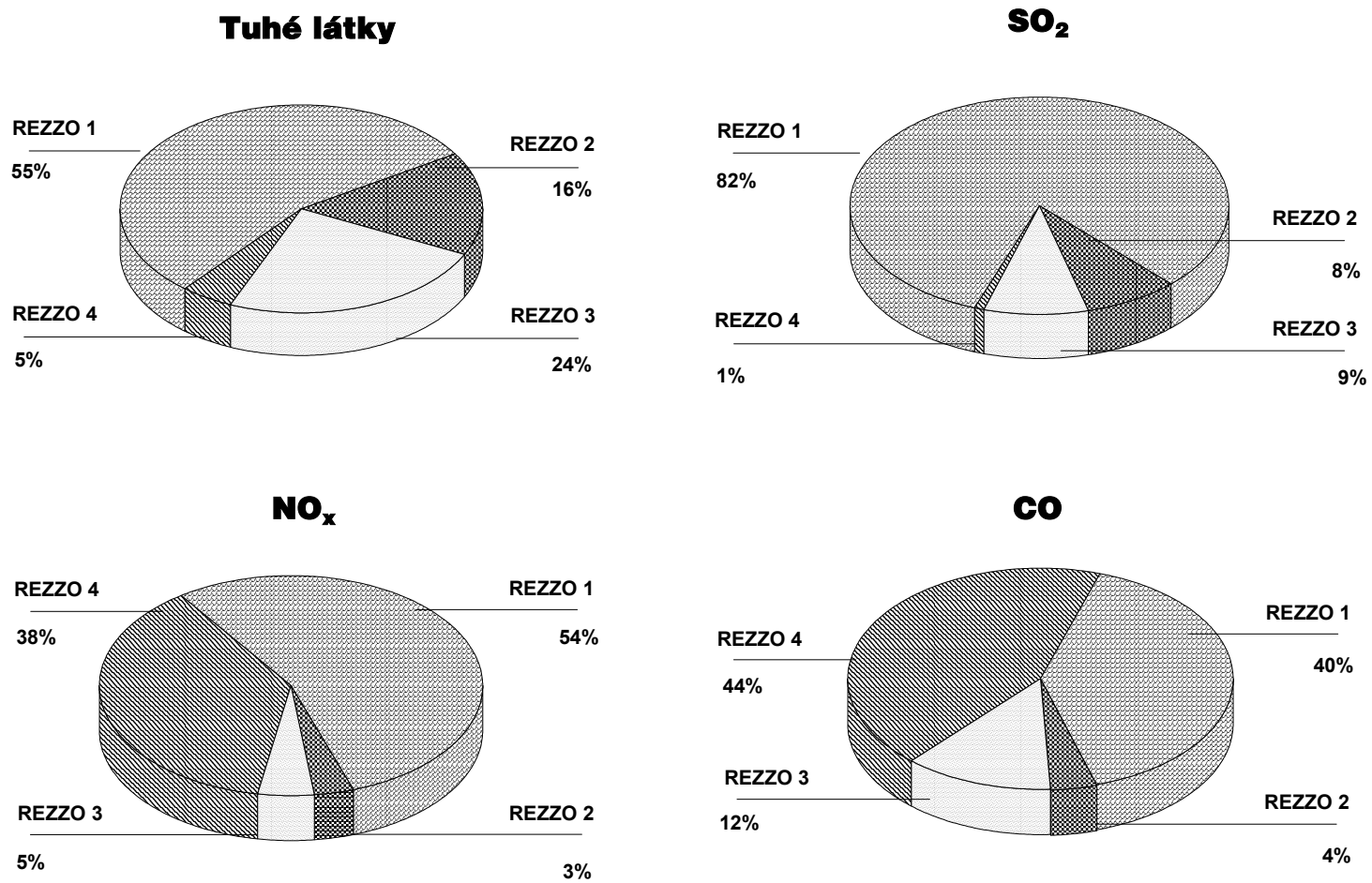
Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok

REZZO 1 REZZO 2 REZZO 3 REZZO 4



Obr. 4.2

Emisie základných znečisťujúcich látok v roku 2000



Tab. 4.2 Najvýznamnejšie zdroje znečistenia ovzdušia v SR a ich podiel na emisiách znečisťujúcich látok (REZZO1) za rok 2000

Por. číslo	TZL		SO ₂		NO _x		CO	
	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]
1	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	47,57	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	22,13	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	23,84	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	68,54
2	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	24,17	Východosl. železiarne, a.s., Košice	15,31	Východosl. železiarne, a.s., Košice	16,33	ZSNP, a.s., SLOVALCO, Žiar n/H	6,43
3	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	2,30	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	12,80	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	7,99	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	3,45
4	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	2,00	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	11,66	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	7,59	SLOVMAG, a.s., Lubeník	3,03
5	DUSLO, a.s., Šaľa	1,38	CHEMKO, a.s., Strážske	7,09	DUSLO, a.s., Šaľa	3,31	CHEMKO, a.s., Strážske	2,18
6	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,14	Želba, a.s., o.z. Nižná Slaná	3,99	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	2,59	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a váp.	2,14
7	KERAMIKA, s.r.o., Košice	0,91	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Zvolen	2,88	HIROCEM, a.s., Rohožník	2,15	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	1,60
8	CHEMKO, a.s., Strážske	0,87	BUKOCEL, a.s., Hencovce	2,43	SPP, š.p., Veľké Kapušany	2,02	Vápenka, a.s., Margecany	0,99
9	Petrochema a.s., Dubová	0,73	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	2,08	SPP, š.p., Bratislava, záv. Jablonov nad Turňou	1,72	HIROCEM, a.s., Rohožník	0,72
10	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0,73	CHEMES, a.s., Humenné	1,52	SPP, š.p., Bratislava, záv. Veľké Zlievce	1,63	Kameňolom a vápenka Glassner a.s., Žirany	0,64
11	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	0,70	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Žilina	1,37	CHEMKO, a.s., Strážske	1,42	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	0,62
12	CHEMES, a.s., Humenné	0,69	DUSLO, a.s., Šaľa	1,36	SPP, š.p., Bratislava, záv. Ivanka pri Nitre	1,41	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0,56
13	Cementáreň, a.s., Turňa nad Bodvou	0,53	ZSNP, a.s., Energetické hospodárstvo, Žiar nad Hronom	1,17	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	1,32	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	0,47
14	Bučina, a.s., Zvolen	0,50	ZSNP, a.s., SLOVALCO, Žiar nad Hronom	1,07	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Žilina	1,23	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	0,46
15	Pasinvest a.s., Partizánske	0,49	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	0,96	SKLOOBAL, a.s. Nemšová	1,20	ŽELBA, a.s., Nižná Slaná	0,46
16	SMZ, a.s., Jelšava	0,46	SSE, š.p., Žilina, Tepláreň Martin	0,94	SMZ, a.s., Jelšava	1,13	Bučina, a.s., Zvolen	0,45
17	HIROCEM, a.s., Rohožník	0,44	AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	0,88	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,13	Pasinvest a.s., Partizánske	0,31
18	SLOVMAG, a.s., Lubeník	0,43	SCP, a.s., Solo, Ružomberok	0,49	Považská cementáreň, a.s., Ladce	1,01	BUKOCEL, a.s., Hencovce	0,27
19	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	0,43	Juhocukor a.s., Dunajská Streda	0,48	Stredoslovenská cementáreň, s.r.o., Banská Bystrica	0,89	SCP, a.s., Celpap, Ružomberok	0,27
20	Želba, a.s., o.z. Nižná Slaná	0,36	Pasinvest a.s., Partizánske	0,48	CHEMES, a.s., Humenné	0,83	CHEMES, a.s., Humenné	0,18
Spolu		86,83		91,08		80,71		93,77

Tab. 4.3 Množstvo emisií zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 2000 v územnom členení za okresy

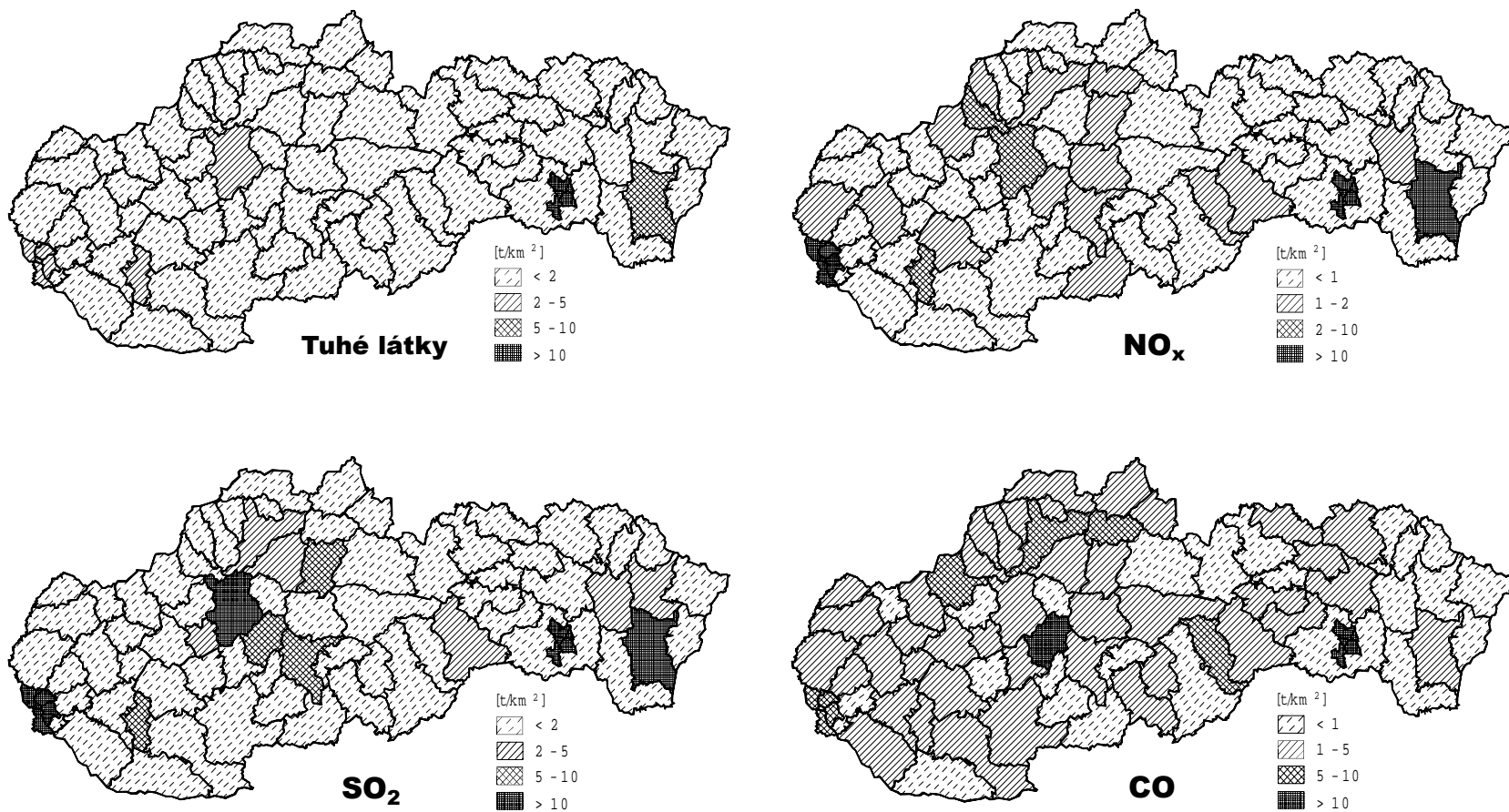
Okres	*Emisie [t/rok]				*Merné územné emisie [t/rok.km ²]			
	TZL	SO ₂	NO _x	CO	TZL	SO ₂	NO _x	CO
1. Bratislava	1371	13864	6429	1921	3,725	37,674	17,470	5,220
2. Malacky	252	183	1545	1206	0,290	0,210	1,772	1,383
3. Pezinok	189	372	152	456	0,503	0,992	0,405	1,215
4. Senec	18	21	84	83	0,051	0,059	0,232	0,230
5. Dunajská Streda	566	1097	343	1154	0,527	1,020	0,319	1,074
6. Galanta	527	708	312	758	0,822	1,104	0,487	1,183
7. Hlohovec	265	260	163	500	0,992	0,975	0,609	1,874
8. Piešťany	167	160	143	472	0,440	0,421	0,375	1,240
9. Senica	559	964	387	1421	0,734	1,267	0,508	1,867
10. Skalica	213	185	98	529	0,594	0,516	0,274	1,473
11. Trnava	494	916	880	1233	1,049	1,944	1,868	2,618
12. Bánovce n/B	110	58	71	133	0,239	0,126	0,153	0,287
13. Ilava	479	312	800	1323	1,333	0,869	2,229	3,684
14. Myjava	73	61	67	155	0,223	0,186	0,205	0,475
15. Nové Mesto n/V	481	440	181	1197	0,830	0,759	0,312	2,064
16. Partizánske	234	683	191	528	0,779	2,268	0,635	1,755
17. Považská Bystrica	260	576	213	710	0,562	1,244	0,459	1,534
18. Prievidza	1979	26013	5717	2588	2,062	27,097	5,955	2,695
19. Púchov	379	663	656	898	1,009	1,769	1,750	2,394
20. Trenčín	310	828	1150	4794	0,460	1,227	1,704	7,102
21. Komárno	261	262	250	589	0,237	0,238	0,227	0,536
22. Levice	1120	1100	374	2463	0,722	0,709	0,241	1,588
23. Nitra	499	725	1281	1874	0,572	0,833	1,471	2,152
24. Nové Zámky	783	1634	808	1464	0,581	1,213	0,600	1,087
25. Šaľa	873	2021	2214	1038	2,453	5,677	6,218	2,917
26. Topoľčany	295	274	183	765	0,493	0,460	0,306	1,282
27. Zlaté Moravce	205	201	81	511	0,393	0,386	0,155	0,981
28. Bytča	347	303	90	753	1,230	1,073	0,319	2,672
29. Čadca	633	836	242	1729	0,832	1,100	0,318	2,274
30. Dolný Kubín	538	423	672	2594	1,097	0,863	1,372	5,294
31. Kysucké Nové Mesto	220	219	93	585	1,262	1,257	0,535	3,361
32. Liptovský Mikuláš	664	798	324	1004	0,502	0,603	0,245	0,760
33. Martin	744	1895	563	1223	1,011	2,575	0,765	1,661
34. Námestovo	349	711	123	898	0,506	1,031	0,178	1,301
35. Ružomberok	770	3672	1283	1802	1,190	5,676	1,984	2,785
36. Turčianske Teplice	82	70	25	59	0,208	0,178	0,062	0,151

* predbežné údaje

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	671	799	175	1661	1,402	1,667	0,366	3,467
38. Žilina	1119	2458	1295	4876	1,372	3,016	1,589	5,983
39. Banská Bystrica	641	1039	1049	986	0,792	1,285	1,297	1,218
40. Banská Štiavnica	60	94	30	154	0,217	0,339	0,107	0,555
41. Brezno	726	593	263	1360	0,574	0,468	0,208	1,075
42. Detva	155	157	66	415	0,326	0,331	0,138	0,874
43. Krupina	208	214	48	515	0,356	0,366	0,083	0,881
44. Lučenec	714	533	300	1365	0,926	0,691	0,389	1,771
45. Poltár	260	202	279	541	0,516	0,399	0,552	1,070
46. Revúca	474	526	1038	4229	0,649	0,721	1,422	5,793
47. Rimavská Sobota	648	541	234	1271	0,441	0,368	0,159	0,864
48. Veľký Krtíš	450	478	1124	730	0,530	0,563	1,324	0,860
49. Zvolen	871	3907	923	1922	1,147	5,148	1,216	2,532
50. Žarnovica	191	212	137	452	0,448	0,498	0,322	1,062
51. Žiar n/H	426	2829	697	8951	0,800	5,317	1,310	16,825
52. Bardejov	492	447	196	1105	0,526	0,477	0,209	1,180
53. Humenné	355	1810	579	579	0,471	2,401	0,768	0,768
54. Kežmarok	182	176	96	434	0,216	0,210	0,114	0,517
55. Levoča	181	160	64	310	0,506	0,448	0,179	0,868
56. Medzilaborce	40	83	27	80	0,094	0,195	0,063	0,187
57. Poprad	189	146	278	385	0,168	0,130	0,248	0,343
58. Prešov	507	392	441	1029	0,543	0,420	0,472	1,102
59. Sabinov	385	308	116	858	0,796	0,637	0,240	1,774
60. Snina	128	266	212	258	0,159	0,331	0,263	0,320
61. Stará Ľubovňa	461	408	112	1048	0,739	0,654	0,179	1,680
62. Stropkov	52	47	22	28	0,133	0,120	0,056	0,072
63. Svidník	73	45	34	24	0,132	0,082	0,061	0,044
64. Vranov n/T	576	2943	818	511	0,749	3,827	1,064	0,664
65. Gelnica	162	128	58	1498	0,277	0,220	0,099	2,566
66. Košice	16204	18861	12695	85296	66,138	79,983	51,816	348,146
67. Košice - okolie	822	790	479	1396	0,536	0,515	0,313	0,911
68. Michalovce	8274	22174	17095	3872	8,120	21,760	16,776	3,800
69. Rožňava	583	4934	1415	1677	0,497	4,206	1,207	1,430
70. Sobrance	167	102	43	34	0,309	0,189	0,080	0,062
71. Spišská Nová Ves	393	442	178	623	0,669	0,754	0,303	1,062
72. Trebišov	568	532	217	931	0,529	0,496	0,202	0,867
Slovensko	55715	133288	71018	172816	1,1	2,7	1,5	3,5

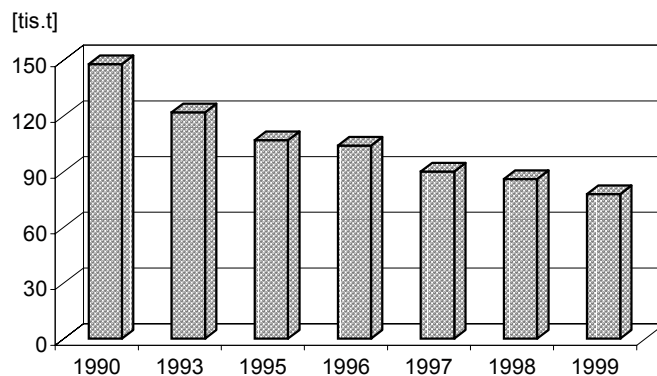
Obr. 4.3

Merné územné emisie - 2000

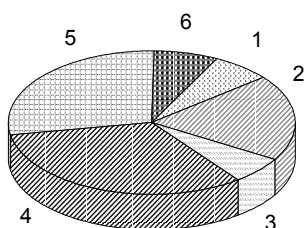


Obr. 4.4

Emisie NM VOC

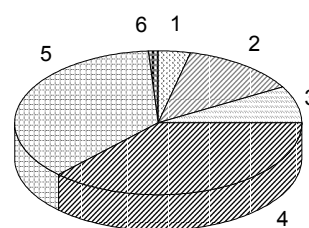


1990



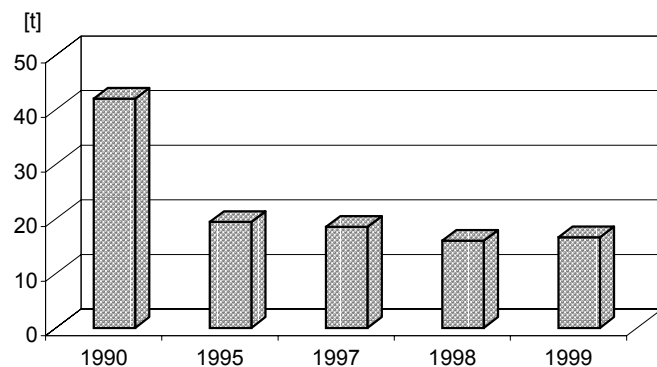
7%	1 Nepriemyselné spaľovanie	4%
20%	2 Priemyselné procesy	13%
6%	3 Ťažba a distribúcia nerastných surovín	8%
32%	4 Používanie rozpúšťadiel a ostatných výrobkov	37%
28%	5 Doprava	37%
7%	6 Ostatné	1%

1999

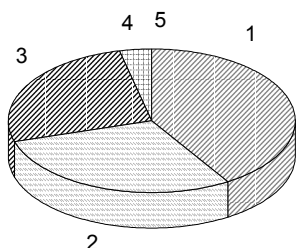


Obr. 4.5

Emisie PAH

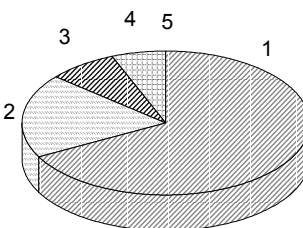


1990



41%	1 Palivovo-energetický sektor	67%
29%	2 Nepriemyselné spaľovanie	19%
26%	3 Priemyselné procesy	8%
4%	4 Doprava	6%
<1%	5 Spaľovanie odpadu	<1%

1999



Tab. 4.4 Emisie NM VOC v Slovenskej republike [t]

Sektor / Subsektor	1990	1993	1995	1996	1997	1998	1999
Palivovo-energetický sektor	1786	1638	49	257	247	265	228
Systémova energetika			32	189	182	192	166
Komunálna energetika			17	68	65	73	62
Nepriemyselné spaľovanie	9679	9679	3095	3590	2761	2761	2761
Vykur. nepriemysel. sektoru a obyt. priestorov	303	303	150	134	134	134	134
Vykurovanie domácností	9376	9376	2945	3457	2627	2627	2627
Priemyselné procesy termické	842	989	1052	1270	1291	868	508
Priemyselná energetika			120	152	144	126	124
Výroba železa	32	29	29	26	28	25	27
Aglomerácia rudy	613	472	635	582	601	319	339
Výroba medi	197	488	268	510	518	399	19
Priemyselné procesy netermické	28173	20018	12369	13230	12760	11382	9912
Spracovanie ropy	17188	12119	7474	8359	7717	7960	6563
Výroba koksu	1053	844	834	918	779	640	681
Výroba ocele	43	35	36	31	31	32	33
Studené a teplé valcovanie	228	267	297	283	301	290	304
Výroba hliníka	0,101	0,058	0,049	0,167	0,165	0,162	0,164
Priemyselná organická chémia	6437	3519	1369	1386	1364	870	785
Potravinársky priemysel	3224	3233	2359	2252	2567	1590	1546
Ťažba a distribúcia nerastných surovín	8822	8868	8535	8104	9336	5854	6606
Ťažba a doprava ropy	5198	5194	4298	4296	3803	3801	4193
Distribúcia pohonných hmôt	3624	3674	4237	3808	5533	2053	2412
Používanie rozpúšťadiel a ostat. výrobkov	48516	38301	41076	39781	30756	32122	29364
Používanie náterov a lepidiel	32811	19349	20687	19122	15653	16035	14365
Chemické čistenie a odmasťovanie	6650	10366	11838	12108	6498	7563	6483
Spracovanie rast. tukov a olejov	777	308	273	273	326	246	238
Výrobky	8278	8278	8278	8278	8278	8278	8278
Cestná doprava	40355	40336	39669	36623	31617	32023	28213
Ostatná doprava	953	543	599	609	584	659	571
Spaľovanie odpadu	8298	1605	574	526	287	305	242
Komunálny odpad	170	98	178		87	128	124
Priemyselný odpad	3848	426	162		131	116	78
Nemocničný odpad			234		69	61	41
Poľnohospodársky odpad	4279	1080					
Poľnohospodárstvo	651	436	436	436	436	436	436
Spolu	148074	122413	107454	104426	90075	86675	78841

Tab. 4.5a Emisie perzistentných organických látok v Slovenskej republike v roku 1990

Sektor / Subsektor	PCDD/PCDF* [g]	PCB [kg]	PAH				
			suma PAH [kg]	B(a)P [kg]	B(k)F [kg]	B(b)F [kg]	I(1,2,3-cd)P [kg]
Palivovo-energetický sektor	8,047	27,031	17266,448	6598,875	9370,216	595,216	702,140
Systémova energetika	6,028	21,699	11,159	0,048	5,511	5,511	0,089
Komunálna energetika	1,481	5,332	9,489	0,028	4,705	4,705	0,051
Výroba koksu	0,538		17245,800	6598,800	9360,000	585,000	702,000
Nepriemyselné spaľovanie	35,130	42,205	12258,882	2871,733	1542,160	3788,942	4056,048
Vykurovanie priem. sektoru a obytných priestorov	3,286	4,853	5,456	0,517	1,161	2,938	0,839
Vykurovanie domácností	31,844	37,352	12253,426	2871,216	1540,998	3786,003	4055,209
Priemyselné procesy termické	41,407	36,732	808,611	233,203	28,801	431,315	115,293
Priemyselná energetika	5,081	18,290	37,500	0,107	18,599	18,599	0,195
Výroba železa	17,805		60,537	60,537			
Aglomerácia rudy	17,251	14,951	690,024	172,506		402,514	115,004
Výroba liatiny	0,301						
Ostatné	0,970	3,492	20,551	0,053	10,202	10,202	0,094
Priemyselné procesy netermické	28,813	0,000	10167,878	4081,115	2863,235	2863,235	360,293
Výroba hliníka	0,135		9527,664	3774,400	2708,132	2708,132	337,000
Výroba ocele	28,674		81,243	81,243			
Uhlíkaté materiály	0,004		536,655	216,545	150,640	150,640	18,830
Impregnácia dreva			22,316	8,927	4,463	4,463	4,463
Cestná doprava	0,748	54,290	1276,584	319,199	191,308	446,878	319,199
Ostatná doprava	0,082	1,629	193,513	48,386	28,999	67,741	48,386
Spaľovanie odpadu	110,328	2,957	0,286	0,286			
Komunálny odpad	54,000	1,272	0,168	0,168			
Priemyselný odpad	41,250	1,500	0,105	0,105			
Nemocničný odpad	15,078	0,185	0,013	0,013			
Spolu	224,554	164,845	41972,202	14152,797	14024,719	8193,327	5601,359

* 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. 4.5b Emisie perzistentných organických látok v Slovenskej republike v roku 1999

Sektor / Subsektor	PCDD/PCDF* [g]	PCB [kg]	PAH				
			suma PAH [kg]	B(a)P [kg]	B(k)F [kg]	B(b)F [kg]	I(1,2,3-cd)P [kg]
Palivovo-energetický sektor	4,997	16,738	11149,568	4264,594	6051,107	380,140	453,728
Systémova energetika	4,496	16,187	2,243	0,021	1,091	1,091	0,041
Komunálna energetika	0,153	0,551	1,983	0,005	0,984	0,984	0,010
Výroba koksu	0,348		11145,341	4264,568	6049,032	378,065	453,677
Nepriemyselné spaľovanie	9,230	11,268	3134,357	733,241	404,446	972,994	1023,676
Vyukurovanie priem. sektoru a obytných priestorov	1,009	1,873	2,277	0,133	0,739	1,187	0,217
Vyukurovanie domácností	8,221	9,395	3132,080	733,108	403,706	971,807	1023,459
Priemyselné procesy termické	29,800	27,944	483,681	143,306	31,498	246,997	61,880
Priemyselná energetika	2,460	8,855	30,966	0,083	15,367	15,367	0,149
Výroba železa	14,935		50,779	50,779			
Aglomerácia rudy	9,236	8,004	369,425	92,356		215,498	61,571
Výroba liatiny	0,090						
Ostatné	3,079	11,085	32,511	0,088	16,131	16,131	0,160
Priemyselné procesy netermické	22,111		787,654	295,280	228,983	233,425	29,966
Výroba hliníka	0,218		400,873	131,040	126,672	126,672	16,489
Výroba ocele	21,804		61,778	61,778			
Uhlíkaté materiály	0,089		324,244	102,159	102,159	106,601	13,325
Impregnácia dreva			0,759	0,304	0,152	0,152	0,152
Cestná doprava	0,707	74,853	907,900	227,012	136,059	317,817	227,012
Ostatná doprava	0,047	0,941	111,760	27,945	16,748	39,123	27,945
Spaľovanie odpadu	94,068	2,113	0,205	0,205			
Komunálny odpad	39,261	0,925	0,122	0,122			
Priemyselný odpad	21,401	0,778	0,054	0,054			
Nemocničný odpad	33,406	0,410	0,029	0,029			
Spolu	160,960	133,857	16575,125	5691,583	6868,841	2190,494	1824,206

* 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. 4.6a Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike v roku 1990 [t]

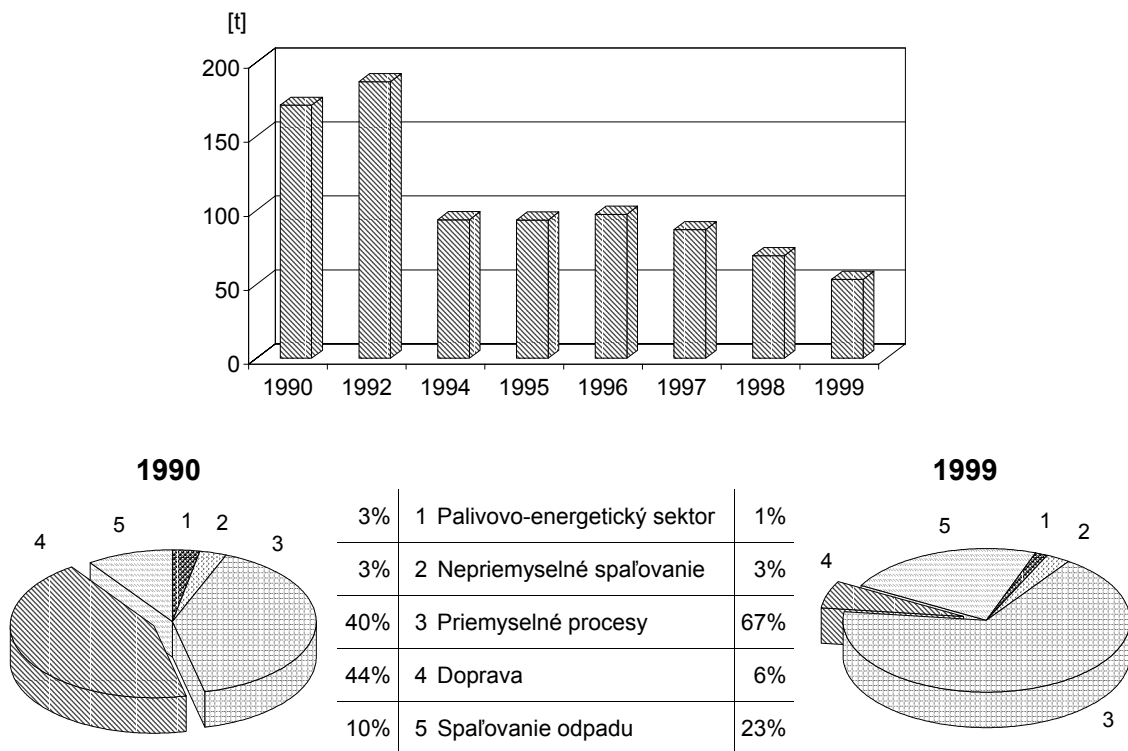
Sektor / Subsektor	Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Palivovo-energetický sektor	5,046	28,244	0,204	9,552	7,885	0,424	16,220	1,311	12,203	1,876	69,705
Systémova energetika	3,415	22,250	0,135	7,138	5,732	0,324	11,014	1,031	8,730	1,373	49,089
Komunálna energetika	1,632	5,994	0,069	2,414	2,153	0,101	5,206	0,280	3,473	0,503	20,616
Nepriemyselné spaľovanie	5,278	26,078	0,204	8,257	7,701	0,228	7,010	0,428	12,864	2,003	86,871
Vykurovanie priem. sektoru a obyč. priestorov	2,246	10,260	0,090	3,246	3,026	0,096	2,941	0,170	5,279	0,785	34,088
Vykurovanie domácností	3,032	15,818	0,114	5,011	4,675	0,132	4,069	0,257	7,585	1,218	52,783
Priemyselné procesy termické	66,901	97,203	7,870	9,522	74,519	10,068	26,373	7,292	52,443	4,716	60,396
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	10,406	1,418	7,027	0,596	0,149	0,012	0,472	4,469	2,731		
Aglomerácia rudy	39,015	1,324	0,023	0,127	12,823	3,507	0,983	1,811	20,413	1,466	4,261
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		
Úprava hliníkovej rudy				0,016		0,139			0,027		0,011
Výroba magnezitu	0,009	0,195	0,014	0,044	0,028	0,001	0,019		0,044		
Priemyselné procesy netermické	1,923	2,539	0,034	52,245	4,980	1,074	24,234	0,014	19,633	0,048	7,533
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	0,162	0,010	0,005	3,406	0,011		0,022		1,468		6,306
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 (Cu-Zn)	0,060	2,442		48,438	2,305	0,843	19,955		9,999		
Anorganický chemický priemysel						0,217					
Cestná doprava	75,000		0,490	0,218	6,604		5,511	0,022	7,478		
Ostatná doprava			0,008		0,815		0,815		0,815		
Spaľovanie odpadu	16,698	0,020	1,106	1,161	1,994	0,940	0,665	0,013	7,619		
Komunálny odpad	10,800	0,012	0,600	1,080	1,488	0,432	0,648	0,003	4,080		
Priemyselný odpad	5,250	0,008	0,450	0,072	0,450	0,450	0,015	0,009	3,150		
Nemocničný odpad	0,648	0,001	0,056	0,009	0,056	0,056	0,002	0,001	0,389		
Kremácia						0,003					
Spolu	170,846	154,084	9,916	80,957	104,497	12,735	80,828	9,080	113,054	8,642	224,505

Tab. 4.6b Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike v roku 1999 [t]

Sektor / Subsektor	Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Palivovo-energetický sektor	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
Nepriemyselné spaľovanie	1,461	6,355	0,057	2,031	1,898	0,061	1,684	0,110	3,390	0,491	21,201
Vykurovanie priem. sektoru a byt. priestorov	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
Priemyselné procesy termické	34,563	4,546	5,909	3,045	9,799	0,821	15,881	5,221	23,490	1,042	7,687
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	0,102	0,009	0,161	0,768	0,060	0,257	2,557	0,033	6,395		
Výroba skla	10,036	1,379	5,602	0,485	0,121	0,010	0,384	3,637	2,223		
Aglomerácia rudy	20,888	0,090	0,012	0,068	6,865	0,208	0,526	0,970	10,929	0,785	2,281
Výroba medi	0,496	1,496	0,010		1,537	0,040		0,099	0,358	0,083	
Výroba cementu	0,561	0,007	0,002	0,061		0,115	0,065	0,001	0,143		
Úprava hliníkovej rudy				0,000		0,000			0,000		0,000
Výroba magnezitu	0,002	0,050	0,004	0,011	0,007	0,000	0,003		0,014		
Priemyselné procesy netermické	1,295	0,067	0,028	3,582	2,300	0,042	5,330	0,011	13,499	0,036	5,153
Výroba ocele	1,003	0,055	0,011	0,127	1,981	0,011	2,002	0,011	4,179	0,036	0,832
Výroba hliníka			0,011				1,092		1,092		
Výroba ferozliatin	0,120	0,008	0,004	3,019	0,008		0,019		1,186		4,239
Výroba liatiny	0,108	0,005	0,002	0,018			0,009		0,077		0,034
Galvanické pokovovanie	0,048			0,418	0,144		2,208		4,176		0,048
Výroba zliatiny (Cu-Zn)	0,017				0,168				2,789		
Anorganický chemický priemysel						0,031					
Cestná doprava	3,170		0,712	0,337	5,724		4,038	0,034	7,073		
Ostatná doprava			0,005		0,470		0,470		0,470		
Spaľovanie odpadu	12,011	0,015	0,793	0,842	1,438	0,674	0,483	0,009	5,461		
Komunálny odpad	7,852	0,009	0,436	0,785	1,082	0,314	0,471	0,002	2,966		
Priemyselný odpad	2,724	0,004	0,233	0,037	0,233	0,233	0,008	0,005	1,634		
Nemocničný odpad	1,435	0,002	0,123	0,020	0,123	0,123	0,004	0,002	0,861		
Kremácia						0,004					
Spolu	53,264	12,633	7,535	11,104	22,733	1,656	30,627	5,665	54,866	1,780	40,337

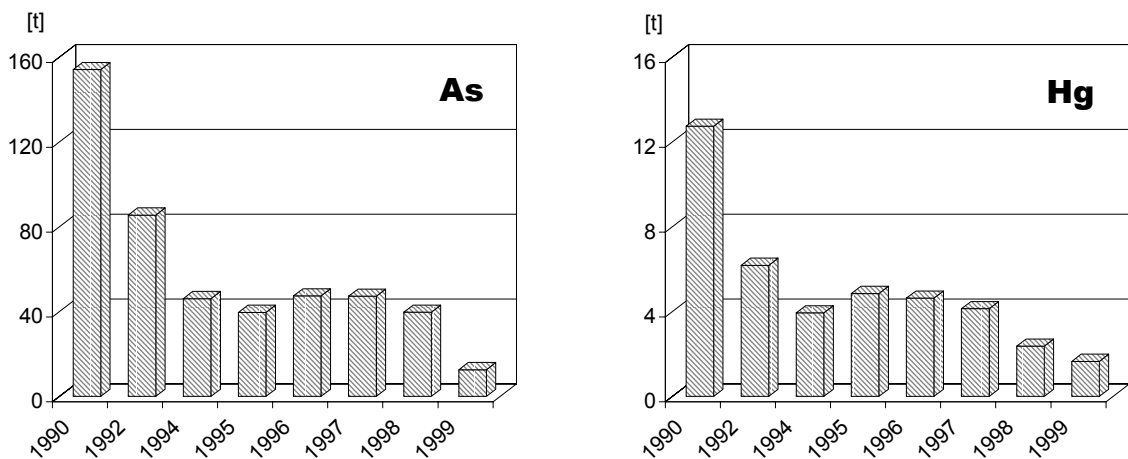
Obr. 4.6

Emisie Pb



Obr. 4.7

Emisie As a Hg



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 znižovanie 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 podpísala Kjótsky protokol 26.2.1999². V súčasnosti sa pripravuje jeho ratifikácia.

Skleníkový efekt atmosféry

Je to podobný jav, ako pozorujeme v záhradných skleníkoch, len funkciu skla preberajú v atmosfére "skleníkové plyny" (medzinárodná skratka GHG). Krátkovlnné slnečné žiarenie voľne prepúšťajú, to dopadá na zemský povrch a zohrieva ho. Dlhovlnné (infračervené) žiarenie, ktoré vyžaruje zemský povrch je z väčšej časti týmito plynmi zachytené a čiastočne spätne vyžiarené smerom k zemskému povrchu. Priemerná teplota prízemnej atmosféry je 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),

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

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.

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 (vyvolaný 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 záchytnom. 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. perfluórmetán (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.

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.*

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 dobytky 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.

5.2 EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV V SR

Emisie boli stanovené v súlade s metodikou IPCC/OECD/IEA⁵. 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
CO₂* [Tg]	60	52	49	46	43	44	45	45	44	45
CH₄ [Gg]	322	294	268	250	244	248	254	241	223	222
N₂O [Gg]	19	16	14	12	12	12	10	10	10	9

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2001

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

Pri revízii inventúry boli v niektorých sektoroch emisie upravené. V sektore energetika hlavnou príčinou boli revidované emisné faktory pre emisie metánu z rozvodov zemného plynu. V sektore priemysel došlo k revízii množstva použitého vápna a cementu. V sektore poľnohospodárstvo boli prehodnotené hodnoty frakcie N pri aplikácii syntetických hnojív a revidované emisné faktory CH₄ pre dojnice. Pre stanovenie emisií N₂O z komunálnych odpadových vôd bola použitá nová metodika ISI a pre kaly a odpadové vody boli v súlade odporúčaniami GPG⁶ prehodnotené hodnoty MCF.

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.

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

⁶ IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management, 2000

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 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 1996,1999 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 1995-1999 (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, prepčítané cez GWP100 (Global warming potential)⁷. Najväčší podiel 86% pripadá na CO₂, emisie metánu sa pohybujú na úrovni 9%, N₂O prispieva 5%, príspevok „nových plynov je menší ako 1%. (obr.5.4, obr.5.5).

5.3 ZHODNOTENIE

Na základe bilancie vzťahujúcej sa k roku 1999 celkové antropogénne emisie CO₂ dosiahli 45 mil. t (v roku 1990 dosahovali 60 mil. t). Emisie metánu klesli z 322 tis. t v roku 1990 na 222 tis. t v roku 1999. Celkové emisie N₂O boli odhadnuté na 9 tis. t (v roku 1990 približne 19 tis. t). Emisie skleníkových plynov dosahovali najvyššiu úroveň koncom 80-tych rokov, v období 1990-1994 došlo k poklesu okolo 25%, od roku 1994 sa emisie pohybujú na približne rovnakej úrovni.

Najväčším zdrojom emisií v roku 1999 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 emisia CO₂ pripadajúca na jedného obyvateľa v súčasnosti sa pohybuje okolo 8 t/rok a zaraďuje SR medzi štáty s najvyššími mernými emisiami na svete. Pri vývoji hospodárstva podľa doterajšieho scenára v roku 2000 emisie na našom území neprekročia úroveň roku 1990, čím bude splnená požiadavka Dohovoru OSN. Predpoklady Slovenska na splnenie požiadaviek Kjótskeho protokolu bude možné vyhodnotiť po vypracovaní nových scenárov na základe hospodárskej a energetickej koncepcie vlády.

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

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 1990-1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Antropogénne CO₂ emisie	59606	52432	48892	46000	43051	44470	44877	45157	43594	44875
Net CO₂ emisie*	57180	50006	46466	43574	39816	41235	40644	41072	41911	42248
Spaľovanie fosilných palív	55724	49487	45731	42907	39802	41062	41628	41803	40089	41326
Výroba elektriny a tepla	50654	45061	41615	38878	35613	36846	37464	37212	35139	36505
Doprava	5070	4426	4116	4029	4189	4216	4164	4591	4950	4821
Procesy v priemysle	3882	2945	3161	3093	3249	3408	3249	3354	3505	3549
Minerálne produkty.	3882	2945	3161	3093	3249	3408	3249	3354	3505	3549
Lesné ekosystémy	-2426	-2426	-2426	-2426	-3235	-3235	-4233	-4085	-1683	-2627
Zmeny v zásobe drev. hmoty	-401	-401	-401	-401	-1056	-1056	-2149	-2245	185	-684
Odlesňovanie	141	141	141	141	126	126	111	111	131	140
Zalesňovanie	-1352	-1352	-1352	-1352	-1371	-1371	-1391	-1405	-1407	-1415
CO ₂ emisie a záchyty v pôde	-814	-814	-814	-814	-934	-934	-804	-546	-592	-669
CO₂ emisie zo spaľovania biomasy**	1686	1382	1253	720	717	326	316	349	303	269

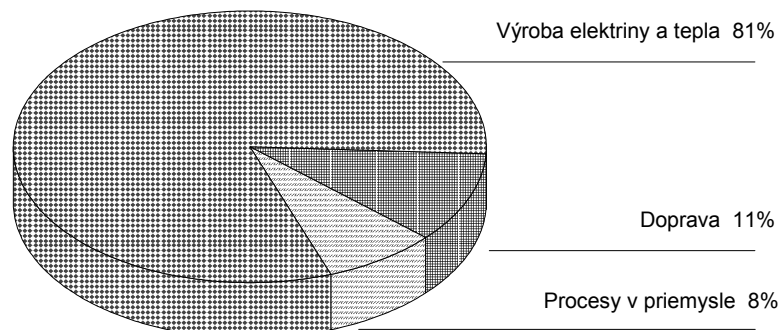
Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2001

* Emisie s odpočítaním záchytov 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 1999



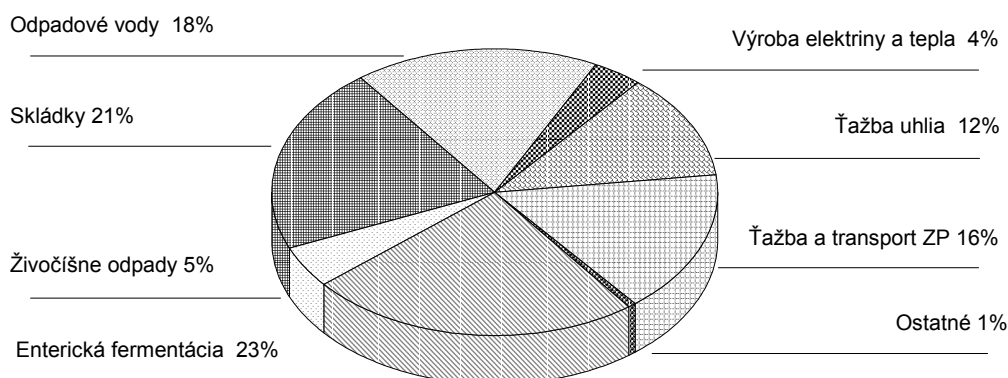
CH₄ - metán

Tab. 5.2 Emisie CH₄ [Gg] v rokoch 1990-1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emisie CH₄ spolu	322,2	294,4	268,3	250,2	243,5	248,2	254,1	240,8	223,2	221,8
Energetika	85,4	77,0	68,5	68,2	67,6	69,9	72,3	73,0	70,9	71,0
Spalovanie fosílnych palív	17,3	14,9	13,4	11,7	10,7	9,5	9,8	9,5	8,8	9,3
Výroba elektriny a tepla	16,4	14,0	12,5	10,7	9,8	8,7	8,6	8,4	7,7	8,2
Doprava	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	1,2	1,1	1,1	1,1
Fugitívne emisie	68,1	62,1	55,1	56,5	56,9	60,4	62,5	63,5	62,1	61,7
Ťažba uhlia	33,4	29,0	24,7	24,8	25,4	26,3	26,8	27,4	27,7	26,2
Ťažba a transport ZP	34,7	33,1	30,4	31,7	31,5	34,1	35,7	36,1	34,4	35,5
Poľnohospodárstvo	135,2	118,4	102,6	88,5	82,9	84,7	81,3	74,6	66,9	64,0
Enterická fermentácia	116,3	100,9	86,8	74,0	69,2	70,8	67,9	62,3	56,0	53,6
Živočíšne odpady	18,8	17,5	15,8	14,5	13,7	13,9	13,4	12,3	10,9	10,4
Lesné ekosystémy	3,2	3,2	3,2	3,2	2,3	2,3	0,9	1,9	0,5	0,6
Spaľ.biomasy/ les. požiare	3,2	3,2	3,2	3,2	2,3	2,3	0,9	1,9	0,5	0,6
Odpady	98,5	95,8	94,0	90,3	90,7	91,3	99,6	91,3	84,9	86,2
Skládky	50,3	50,3	50,3	50,3	50,3	50,9	59,6	51,0	45,8	46,6
Odpadové vody	48,2	45,5	43,7	40,0	40,4	40,4	40,0	40,3	39,1	39,6

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2001

Obr. 5.2 Emisie metánu v roku 1999



N₂O - oxid dusný

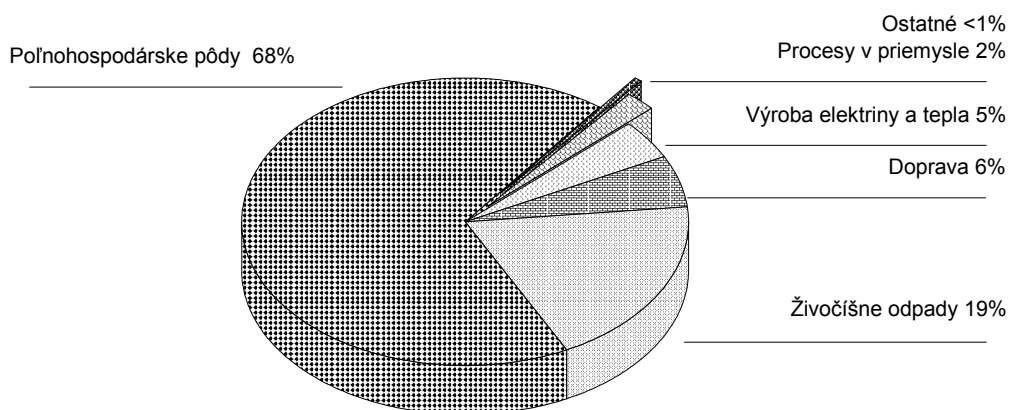
Tab. 5.3 Emisie N₂O [Gg] v rokoch 1990-1999

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emisie N₂O spolu	19,0	16,1	14,1	11,8	11,9	12,5	10,3	10,3	9,8	8,9
Energia	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
Výroba elektriny a tepla	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Doprava	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
Procesy v priemysle	1,9	1,8	1,6	1,3	2,1	2,3	0,2	0,3	0,2	0,2
Poľnohospodárstvo	16,2	13,5	11,8	9,8	9,0	9,4	9,3	9,1	8,6	7,7
Živočíšne odpady	3,6	3,3	2,8	2,5	2,3	2,3	2,3	2,0	1,8	1,7
Poľnohospodárske pôdy	12,6	10,2	9,0	7,3	6,7	7,1	7,0	7,1	6,8	6,0
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
Odpady	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Priemyselné čističky	0,07	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Komunálne odpadové vody										

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2001

Obr. 5.3

Emisie N₂O v roku 1999



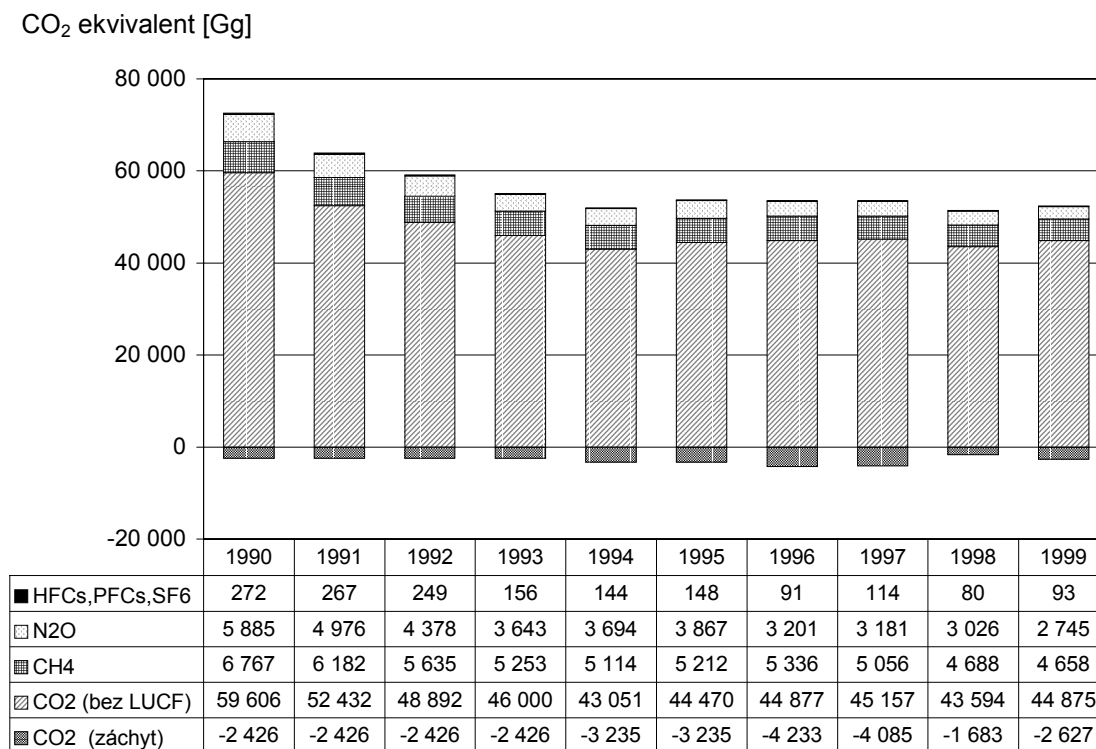
HFCs, PFCs a SF₆

Tab. 5.4 Emisie HFCs, PFCs a SF₆ v rokoch 1990-1999

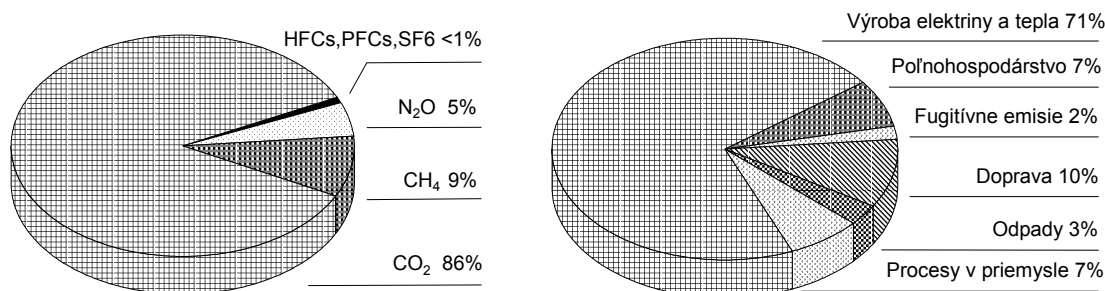
	GWP		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Emisie spolu CO ₂ ekvivalent		[Gg]	272	267	249	156	144	148	91	114	80	93
Emisie HFCs CO ₂ ekvivalent		[Gg]					2,91	24,52	44,86	69,83	43,58	66,01
HFC-23	11700	[Mg]						<0,01	0,07	0,07	0,05	0,05
HFC-32	650	[Mg]							0,02	0,11	0,07	0,10
HFC-41	150											
HFC-43-10mee	1300											
HFC-125	2800	[Mg]						0,01	0,08	0,26	0,43	0,76
HFC-134	1000											
HFC-134a	1300	[Mg]					0,01	10,98	25,45	41,80	29,18	44,43
HFC-152a	140	[Mg]							<0,01	0,14	0,32	0,61
HFC-143	300											
HFC-143a	3800	[Mg]							0,12	0,31	0,46	0,80
HFC-227ea	2900	[Mg]					1,00	3,52	3,52	4,39	0,71	0,80
HFC-236fa	6300											
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
CF ₄	6500	[Mg]	36,6	36,0	33,5	21,0	17,8	15,4	4,7	4,5	3,2	1,9
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
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
SF ₆	23900	[Mg]	0,001	0,001	0,002	0,003	0,388	0,415	0,450	0,474	0,512	0,531

Agregované emisie

Obr. 5.4 Agregované emisie skleníkových plynov, 1990-1999



Obr. 5.5 Agregované emisie skleníkových plynov v roku 1999⁹



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 oboch 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).

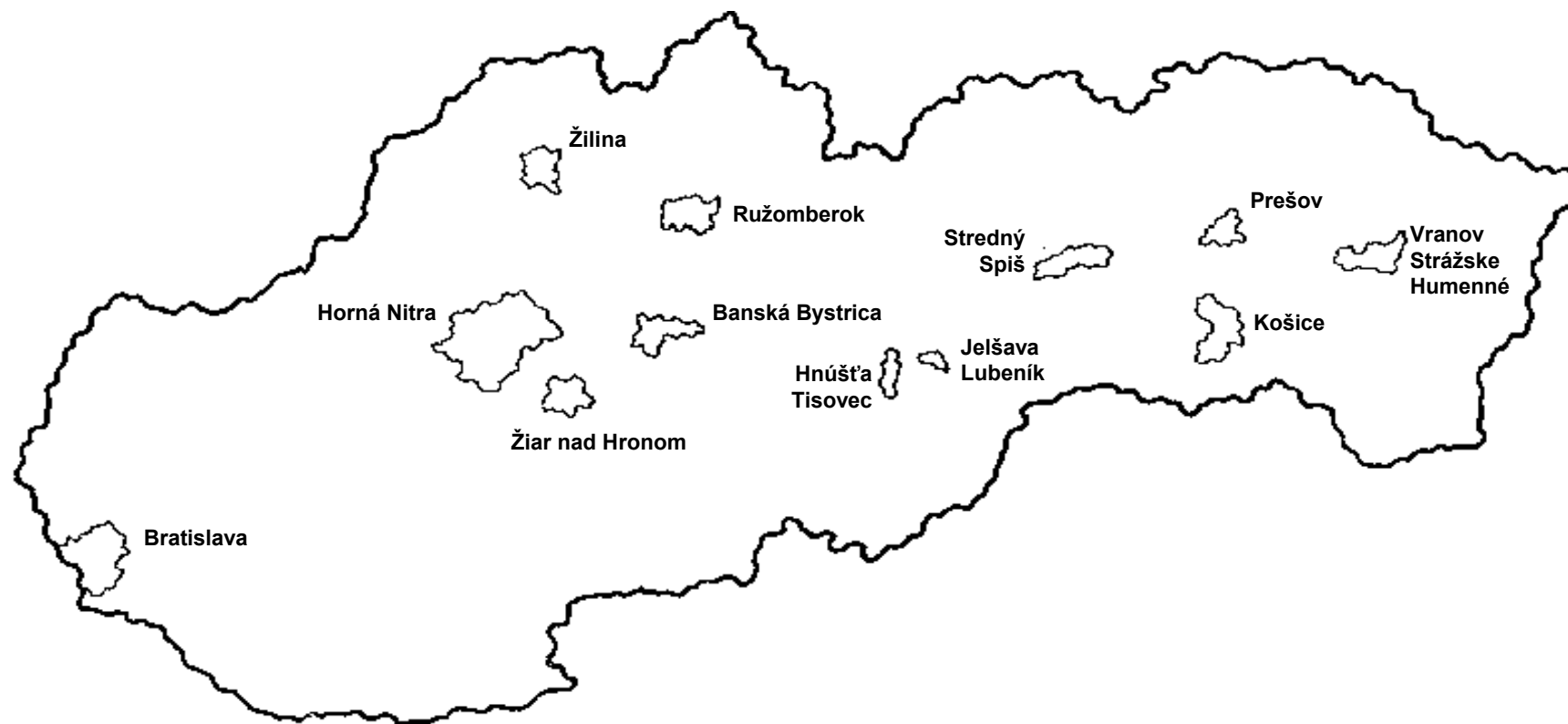
IH₈ - Priemerná 8-hodinová koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou 8-hodinovou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku 8 hodín.

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 Zťažené 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	Prievidzký 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, Ladomierska Vieska, Lehôtka pod Brehmi, Lovča, Lovčica - Trubín, Lutilla, Prestavky, Stará Kremnička, Šášovské Podhradie, Žiar nad Hronom
Žilina	Žilina, Lietavská Lúčka

PRÍLOHA 2 Zat'azené územia Slovenskej republiky - pokračovanie



SPRÁVA
O KVALITE OVZDUŠIA
A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV
NA JEHO ZNEČISŤOVANÍ
V SLOVENSKEJ REPUBLIKE
2000

Vydavateľ

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

Tlač

Reprografické pracovisko SHMÚ v roku 2001
Účelová publikácia: 150 s., 39 tab., 129 obr.
Publikácia neprešla jazykovou úpravou
Náklad: 300 výtlačkov

Správa č. OKO-2001/02
ISBN 80-88907-15-2