



Slovenský
hydrometeorologický ústav



Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky

SPRÁVA

O KVALITE OVZDUŠIA

A PODIELE JEDNOTLIVÝCH ZDROJOV

NA JEHO ZNEČIŠŤOVANÍ

V SLOVENSKEJ REPUBLIKE

1999

Bratislava 2000

Materiál vypracovali:

Slovenský hydrometeorologický ústav

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

Ministerstvo životného prostredia SR

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

Zodpovedný: *Ing. C. Burda*

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 1999	1 - 6
2. Lokálne znečistenie ovzdušia	
2.1 Charakteristika oblastí, kde sa monitoruje znečistenie ovzdušia	2 - 1
2.2 Popis umiestnenia automatických monitorovacích staníc	2 - 4
2.3 Kvalita dát a spracovanie výsledkov meraní.....	2 - 10
2.4 Zhodnotenie znečistenia ovzdušia v SR.....	2 - 58
2.5 Spracovanie výsledkov meraní podľa smerníc EU.....	2 - 64
3. Atmosférický ozón	
3.1 Atmosférický ozón	3 - 1
3.2 Prízemný ozón v SR v rokoch 1994-1999	3 - 1
3.3 Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 1999	3 - 9

EMISNÁ ČASŤ

4. Register emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia	
4.1 Register emisií a zdrojov znečisťovania ovzdušia	4 - 1
4.2 Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok	4 - 2
4.3 Podiel jednotlivých sektorov na celkových emisiách v SR.....	4 - 3
4.4 Merné územné emisie za rok 1999	4 - 3
4.5 Najvýznamnejšie zdroje znečisťovania ovzdušia v SR.....	4 - 4
4.6 Verifikácia výsledkov	4 - 4
4.7 Zhodnotenie kvality údajov	4 - 4
4.8 Transformácia emisného informačného systému	4 - 5
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 redukcii emisií ťažkých kovov (Aarhus, 1998), o obmedzovaní emisií perzistentných organických látok (Aarhus, 1998) a o znížení acidifikácie, eutrofizácie a prízemného ozónu (Gothenburg, 1999). Závazok z prvého Protokolu o síre predstavoval redukcii európskych emisií SO₂ o 30% do konca roku 1993 v porovnaní s rokom 1980. Slovenská republika tento záväzok z Protokolu splnila. Redukcia európskych emisií sa už pozitívne prejavila poklesom kyslosti zrážkových vôd na území Slovenska. V súlade s druhým Protokolom o síre by sa európske emisie oxidu siričitého mali znížiť o 60% do roku 2000, o 65% do roku 2005 a o 72% do roku 2010 v porovnaní s rokom 1980. Posledný protokol 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 - Nórskym ústavom pre atmosférický výskum v Kjelleri, realizovať merania prchavých organických látok. V súčasnosti, od roku 1995, prebieha 6. fáza programu EMEP, v ktorej sú začlenené aj merania ťažkých kovov a perzistentných organických látok. Sieť EMEP pre merania ťažkých kovov sa konštituuje a merania perzistentných organických látok zostávajú v členských krajinách EMEP na báze dobrovoľnosti.

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

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

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

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

Škodlivina	Ekosystém	KÚ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Obdobie
SO₂ - S	Les	10	ročný priemer
	Prírodná vegetácia	10	
	Poľnohospodárske plodiny	15	
NO_x - N	Všetky kategórie	9	ročný priemer
O₃	Všetky kategórie	50	9 až 16-h priemer (1.4.-30.9.)
		60	8-h priemer
		150	1-h priemer

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

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

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

Kritická záťaž je depozičný ekologický limit. Predstavuje maximálne prípustnú depozíciu škodliviny v ekosystéme. Vyjadruje sa v hmotnosti deponovanej škodliviny alebo v jej ekvivalente, na jednotku plochy za jednotku času (napr. $\text{g.m}^{-2}.\text{r}^{-1}$, $\text{kg.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$ alebo $\text{ekvivalent.ha}^{-1}.\text{r}^{-1}$). 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 hmieľ 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. Aj napriek poklesu európskych emisií SO_2 o 30%, 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 1999 takéto:

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

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 STANIĆ V SR

V roku 1999 bolo do 31.5.1999 na území SR v činnosti 7 staníc na monitorovanie regionálneho znečistenia ovzdušia a chemického zloženia zrážkových vôd. Od 1.6.1999 bolo z finančných dôvodov pozastavené monitorovanie na stanici Milhostov a ku 31.12.1999 bolo z rovnakých dôvodov pozastavené monitorovanie na stanici Mochovce. Lokalizácia a nadmorské výšky jednotlivých staníc sú znázornené na obrázkoch 1.2. a 1.3. Z prímestskej stanice Koliba, ktorá leží nad Bratislavou v nadmorskej výške 286 m, sa pravidelne analyzuje chemické zloženie zrážkových vôd.

Charakteristika regionálnych staníc

Chopok	Meteorologické observatórium SHMÚ na hrebeni Nízkyh Tatier, v n. v. 2008 m, z. d. 19°35'32", z. š. 48°56'38". Merania sa začali realizovať v roku 1977. Od roku 1978 je súčasťou siete EMEP a siete GAW/BAPMoN/WMO.
Mochovce	Meteorologické observatórium SHMÚ, asi 4 km severne od jadrovej elektrárne Mochovce, na samote, v n. v. 260 m, z. d. 18°27'22", z. š. 48°17'22". Merania prebiehajú od roku 1982.
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.
Milhostov	Meteorologické observatórium asi 6 km severne od Trebišova, vo Východoslovenskej nížine, v n. v. 104 m, z. d. 21°44'05", z. š. 48°40'05". Je v prevádzke 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 priemery
		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 (polietavý prach)	hmotnostná koncentrácia atmosférického aerosólu - týždenné odbery
		Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, V, Ni, Cd – mesačné priemery
		SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ - 24-hodinové priemery
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⁺ , 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 látky C ₂ - C ₆	do nerezového kanistra	metódou plynovej chromatografie, chromatografom Chrompack v konfigurácii s plameňovým ionizačným detektorom
Hmotnostná koncentrácia polietavého prachu	na filter Sartorius	hmotnostne-gravimetricky
Ťažké kovy - Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, V, Ni, Cd	na filter Sartorius	po mineralizácii metódou atómovej absorpčnej spektrofotometrie, spektrofotometrom Varian 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	"wet only" - do zrážkomerov WADOS "bulk" - do polyetylénového vedra	pH meter ORION, sklená elektróda
vodivosť		konduktometer WTW
SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , PO ₄ ³⁻ , F ⁻		metódou kvapalinovej iónovej chromatografie, chromatografom Dionex
Zn ²⁺ , Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Al ³⁺		metódou atómovej absorpčnej spektrometrie, spektrometrom Varian v plameni alebo grafitovom atomizéri

1.3 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV MERANÍ ZA ROK 1999

SO₂, sírany

V roku 1999 sa regionálna úroveň koncentrácií oxidu siričitého (tab.1.1 obr. 1.4, 1.8, 1.11, 1.15, 1.19, 1.23 a 1.27) pohybovala v rozpätí 1,12 µg S.m⁻³ (Chopok) až 4,38 µg S.m⁻³ (Topoľníky). V porovnaní s predchádzajúcim rokom sú hodnoty oxidu siričitého na väčšine staníc vyššie. Horná hranica koncentračného rozpätia predstavuje 44% z hodnoty kritickej úrovne oxidu siričitého (kritická úroveň pre les a prirodzenú vegetáciu je 10 µg S.m⁻³ a pre poľnohospodárske plodiny 15 µg S.m⁻³). Pri porovnaní s rokom 1998 boli koncentrácie síranov v atmosférickom aerosóle v roku 1999 na regionálnych staniciach Chopok, Starina a Liesek nižšie, na staniciach s nižšou nadmorskou výškou Mochovce, Milhostov, Topoľníky vyššie a v Starej Lesnej bola ich koncentrácia rovnaká ako v roku 1998 (tab.1.1, obr. 1.5, 1.9, 1.12, 1.16, 1.20, 1.24 a 1.28). Regionálna úroveň koncentrácie síranov na Chopku bola 0,47 µg S.m⁻³, na ostatných regionálnych staniciach boli koncentrácie síranov vyššie ako 1 µg S.m⁻³, v Mochovciach a v Milhostove boli najvyššie, 1,84 µg S.m⁻³, resp. 1,74 µg S.m⁻³. Percentuálne zastúpenie síranov na celkovej hmotnosti atmosférického aerosólu bolo 10-19% (obr.1.31-1.37). Pomer koncentrácií síranov a oxidu siričitého, vyjadrený v síre, predstavuje interval 0,31-0,62, čo zodpovedá regionálnej úrovni znečistenia.

Oxidy dusíka, dusičnany

Koncentrácie oxidov dusíka na regionálnych staniciach, vyjadrené v NO₂-N (tab.1.1, obr.1.6, 1.13, 1.17, 1.21, 1.25 a 1.29), sa pohybovali v rozpätí 0,90-3,05 µg N.m⁻³, s najnižšou ročnou priemernou hodnotou

tou na Chopku, $0,90 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, vyššou na Starine $1,46 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej $1,57 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$, na Lieseku $1,99 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ a hodnotami vyššími ako $3 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ na nížinných staniciach Topoľníky a Milhostov. Kritická úroveň koncentrácie oxidov dusíka ($9 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ pre všetky ekosystémy) nebola na žiadnej regionálnej stanici v roku 1999 prekročená. Najvyššie koncentrácie oxidov dusíka v Topoľníkoch, $3,01 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ a v Milhostove $3,05 \mu\text{g N}\cdot\text{m}^{-3}$ predstavujú 30% z kritickej úrovne. Trend oxidov dusíka sa vzhľadom na zložitý transformačný cyklus rozličných dusíkových zlúčenín nedá spoľahlivo zhodnotiť. Dusičnany v ovzduší na regionálnych staniciach SR boli prevažne v aerosólovej forme (tab.1.1, obr. 1.7, 1.10, 1.14, 1.18, 1.22, 1.26 a 1.30. 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 zachytávajú a merajú oddelene, v súlade s EMEP sa udáva ich suma, pretože fázové delenie závisí od teploty a vlhkosti vzduchu. Ich percentuálne zastúpenie v atmosférickom aerosóle sa pohybovalo od 5% do 17% (obr. 1.31-1.37). Pomer celkových dusičnanov ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3$) ku NO_2 , vyjadrený v dusíku, predstavoval rozpätie 0,23-0,36.

Polietavý prach, ťažké kovy

Koncentrácie atmosférického aerosólu v roku 1999 kolísali v intervale $13,8 - 47,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab.1.1). Na väčšine staníc boli koncentrácie atmosférického aerosólu v porovnaní s rokom 1998 nižšie. Rozdiely priemerných ročných hodnôt boli len niekoľko $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V tabuľke 1.1 a na obrázku 1.38 sú uvedené koncentrácie ťažkých kovov v atmosférickom aerosóle na regionálnych staniciach v roku 1999. Pri porovnaní s rokom 1998, koncentrácie mangánu, kadmia, niklu a chrómu boli v roku 1999 vyššie na väčšine staníc, naopak olovo, zinok a vanád dosahovali na väčšine staníc nižšie koncentrácie. Zvýšené koncentrácie zinku na Chopku sú pravdepodobne zapríčinené lokálnymi vplyvmi. Percentuálne zastúpenie sumy meraných ťažkých kovov v polietavom prachu na regionálnych staniciach SR kolíše v rozpätí 0,2-0,7% (obr. 1.31-1.37). Najvýraznejší prejav poklesu je pri olove, čo súvisí s postupným znižovaním olova v benzíne od roku 1982 a v súčasnosti výrobou benzínu bez obsahu olova.

Ozón

Na obrázkoch 1.39-1.42 je znázornený ročný chod koncentrácie ozónu v regionálnych staniciach Chopok, Starina, Stará Lesná a Topoľníky. Stará Lesná má najdlhší časový rad meraní ozónu. Merania ozónu v Topoľníkoch, na Starine a na Chopku sa začali realizovať v priebehu roka 1994. V roku 1999 bola priemerná ročná koncentrácia ozónu na Chopku $90 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, na Starine $59 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, v Starej Lesnej $65 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a v Topoľníkoch $53 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Merania ozónu a prekračovania 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 odberať 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. 1.43-1.45). Pozoruhodná je prítomnosť izoprénu, ktorý sa uvoľňuje z okolitého lesného porastu. Pre krátkosť meraní nie je zatiaľ možné ich komplexnejšie hodnotenie. Paralelné merania prchavých organických zlúčenín identických vzoriek vzduchu v SHMÚ a v NILU vykazujú vysokú zhodu v presnosti analýz. Rovnako aj merania v rámci projektu AMOHA (Accurate Measurements of Hydrocarbons in Atmosphere), ktorý organizuje 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 pôvodu. Z kationov majú dominantné zastúpenie ióny amónne, vápenaté, horečnaté, sodné a draselné. Amónne ióny tvoria osobitný prípad preto, že v pôdach oxidujú na kyselinu dusičnú.

Chemické analýzy atmosférických zrážok dokumentujú mierny pokles kyslosti v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Pre ilustráciu je na obrázku 1.47 znázornené aj množstvo zrážok, ktoré sa v roku 1999 pohybovalo od 689 mm do 1185 mm, v závislosti od polôh jednotlivých staníc. Interval pH hodnôt v mesačných zrážkach kolísal v rozpätí 4,5-6,1 (tab. 1.2, obr. 1.48). Priebeh pH hodnôt z denných zrážok je znázornený spolu s priebehom síranov a dusičnanov na obrázkoch 1.53-1.58. Časový rad a trend pH za dlhšie obdobie jasne naznačuje pokles acidity (obr. 1.46). Hodnoty pH dobre korešpondujú s hodnotami pH podľa máp EMEP. Koncentrácie dominantných síranov, ale aj dusičnanov v zrážkových vodách mali výrazný vplyv tiež na ich mine-

ralizáciu. Hodnoty vodivosti (tab. 1.2, obr. 1.49) dosahovali na všetkých staniách mierne 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. 1.50, 1.51 a 1.52) nevykazovali v ostatnom desaťročí významnejší trend, v porovnaní s predchádzajúcim rokom vykazujú ťažké kovy nižšie koncentrácie. Pre mokrú depozíciu ešte nie sú stanovené kritické záťaž. USA a Kanada stanovili hodnotu mokrej depozície síranov 0,7 g S.m⁻² za rok ako cieľovú záťaž pre lesy. Táto hodnota bola v roku 1999 na území Slovenska prekračovaná:

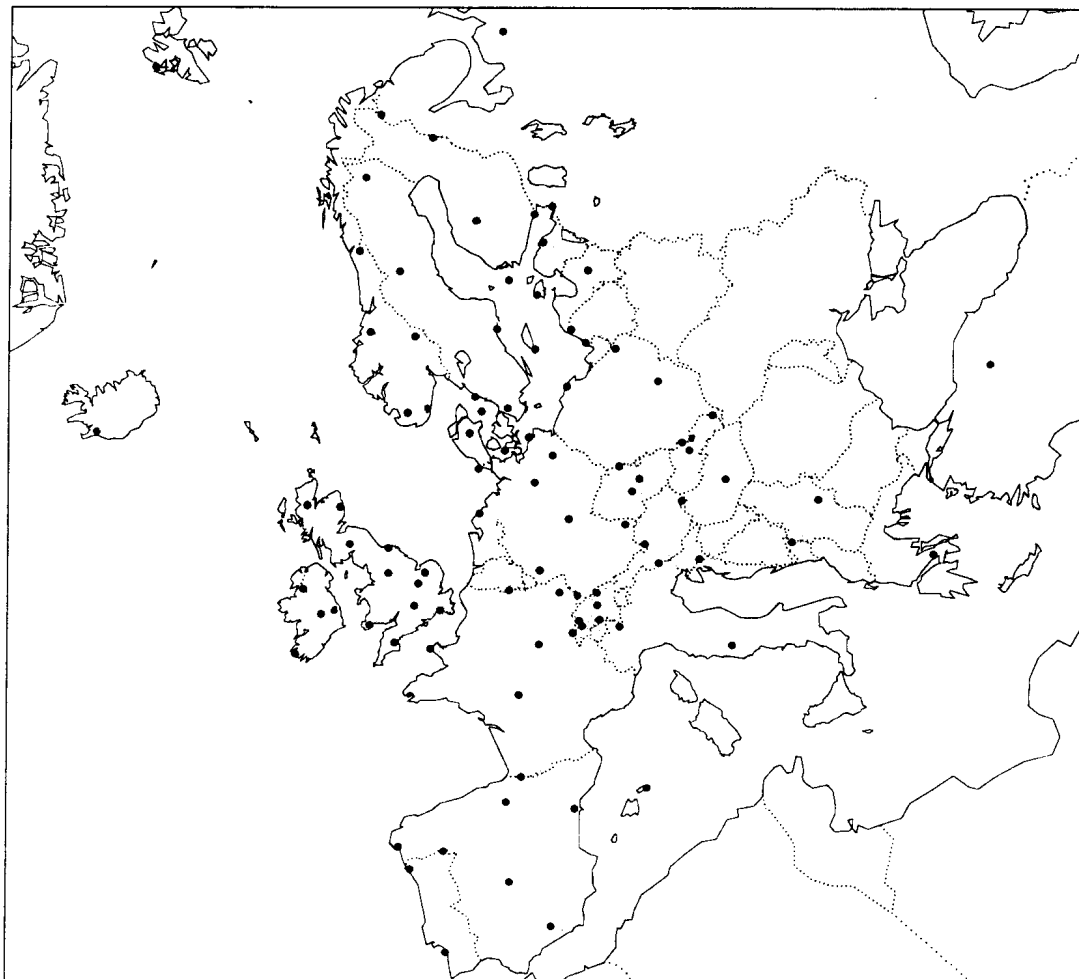
Stanica	Mokrú depozícia síranov [g S.m ⁻² .r ⁻¹]
Chopok	1,38
Mochovce	0,60
Topoľníky	0,55
Milhostov	0,23*
Starina	0,67
Stará Lesná	0,70
Liesek	0,72
Bratislava	0,66

* za 5 mesiacov

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.

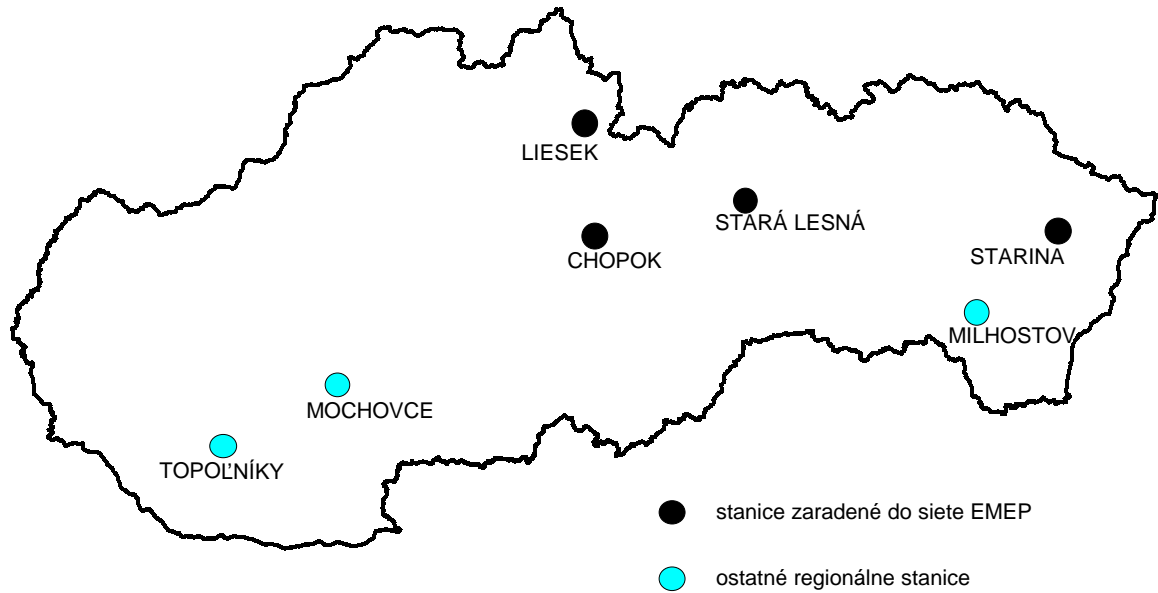
Obr. 1.1

Sieť monitorovacích staníc EMEP v roku 1997



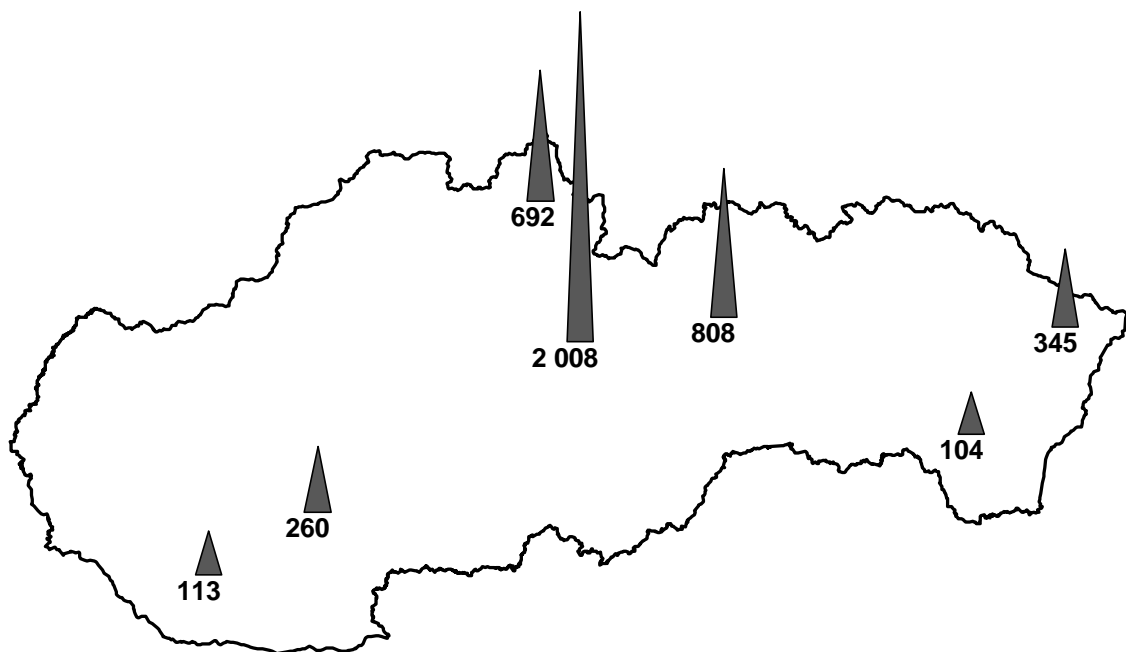
Obr. 1.2

Sieť regionálnych staníc SR



Obr. 1.3

Nadmorská výška regionálnych staníc SR [m]



Tab. 1.1 Priemerné ročné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 1999

	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	Zn ng/m ³	Ni ng/m ³	V ng/m ³	Cr ng/m ³
Chopok	13,8	1,12	0,90	0,08	0,47	0,19	90	2,4	1,6	2,8	0,3	87,8	2,1	0,1	2,6
Mochovce	36,9	4,31	-	-	1,84	0,89	-	16,6	10,9	4,5	0,6	51,0	4,6	1,3	1,7
Topoľníky	26,2	4,38	3,01	-	1,68	1,01	53	17,1	8,0	6,2	0,6	54,3	4,9	2,1	3,6
Milhostov*	47,0	4,29	3,05	-	1,74	1,10	-	23,6	9,0	4,8	0,8	25,7	2,3	2,2	1,8
Starina	20,5	3,04	1,46	0,32	1,14	0,21	59	14,6	5,6	5,0	0,7	94,7	6,2	0,6	2,0
Stará Lesná	22,1	1,71	1,57	0,07	1,06	0,30	65	15,6	6,0	3,8	0,5	36,6	1,7	0,3	1,6
Liesek	30,9	4,10	1,99	0,06	1,26	0,53	-	15,5	21,9	24,1	0,6	111,5	3,0	0,7	4,3

Tab. 1.2 Ročné vážené priemery koncentrácií škodlivín v mesačných zrážkach - 1999

	zrážky mm	pH	vodivosť µS/cm	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Al µg/l	Mn µg/l	Cl ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	NO ₃ ⁻ -N mg/l	SO ₄ ²⁻ -S mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l
Chopok	1185,3	4,5	24,17	0,23	0,21	0,069	0,36	40	42	25	5,2	0,36	0,68	0,47	1,17	0,04
Bratislava	697,8	5,1	22,11	0,27	0,22	0,098	0,76	15	26	30	4,2	0,77	0,72	0,54	0,94	0,02
Mochovce	689,1	4,9	18,53	0,15	0,18	0,067	0,54	13	22	22	3,7	0,22	0,47	0,41	0,87	0,05
Topoľníky	715,3	5,1	15,09	0,12	0,24	0,090	0,56	10	10	19	3,8	0,32	0,38	0,41	0,77	0,02
Milhostov*	174,7	6,1	29,73	0,22	0,20	0,103	0,68	15	26	46	11,2	0,57	1,67	0,69	1,33	0,07
Starina	761,5	4,8	23,78	0,25	0,24	0,065	0,35	15	17	24	3,3	0,27	0,56	0,45	0,88	0,05
Stará Lesná	702,5	4,8	21,83	0,21	0,24	0,065	0,35	13	21	20	3,9	0,32	0,55	0,42	1,00	0,04
Liesek	853,4	4,7	19,33	0,25	0,30	0,073	0,33	103	17	23	4,9	0,37	0,66	0,40	0,84	0,05

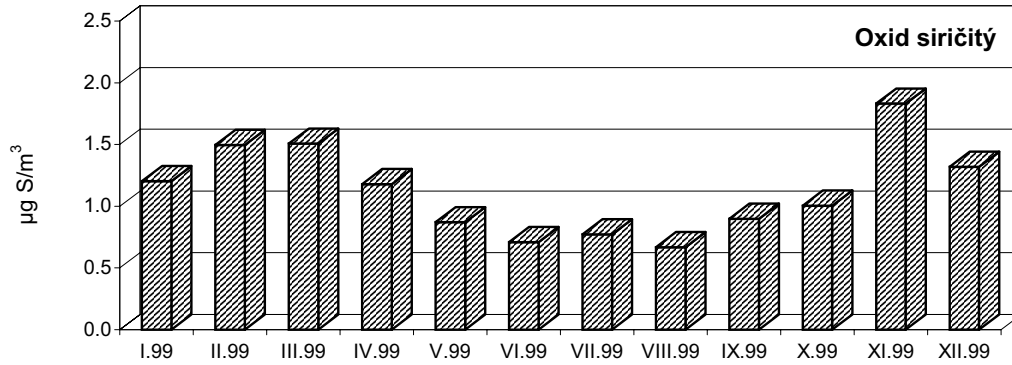
* údaje za 5 mesiacov

Tab. 1.3 Priemerné ročné koncentrácie VOC [ppb] v ovzduší - 1999

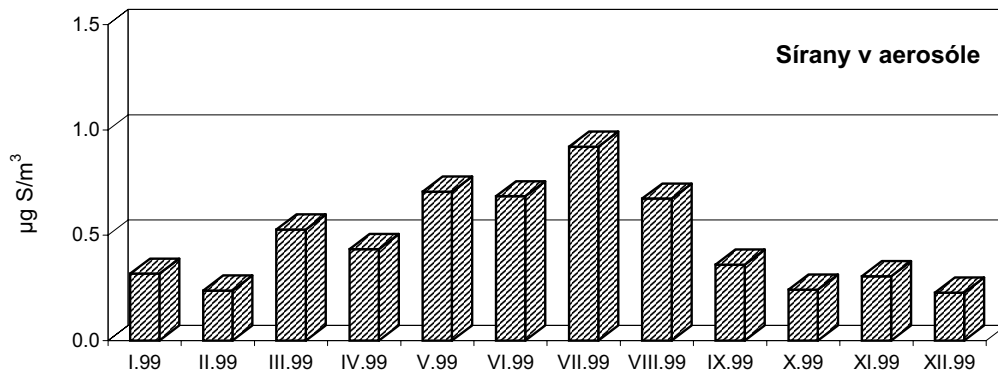
	etán	etén	propán	propén	i-bután	n-bután	etín	butén	pentén	i-pentán	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén	toluén
Starina	3,149	1,664	1,370	0,226	0,438	0,676	1,337	0,308	0,351	0,484	0,449	0,157	0,098	0,584	0,605

CHOPOK

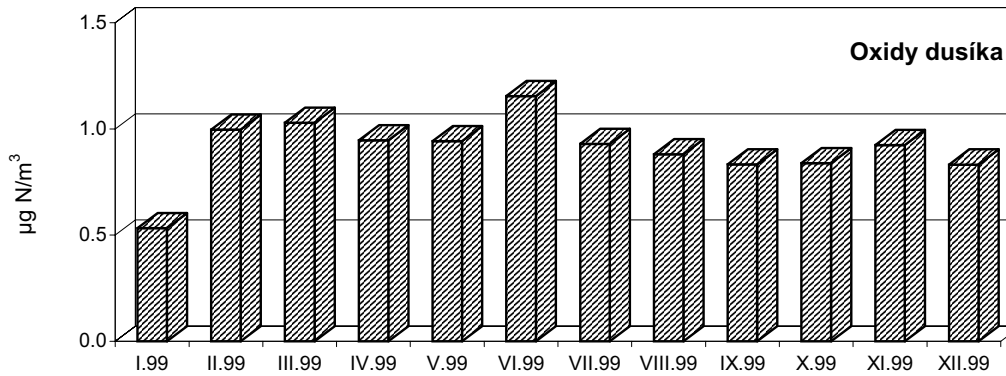
priemerné mesačné koncentrácie



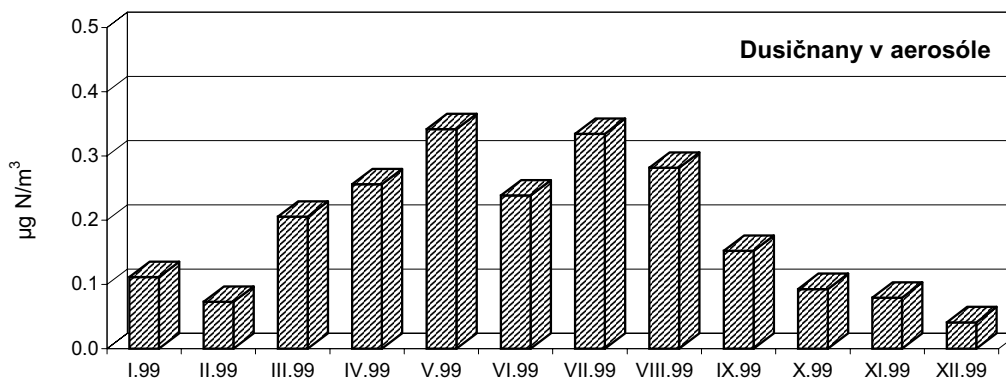
Obr. 1.4



Obr. 1.5



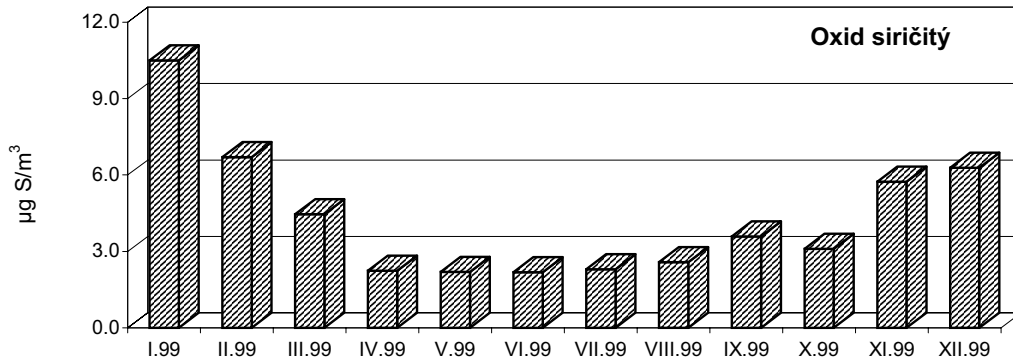
Obr. 1.6



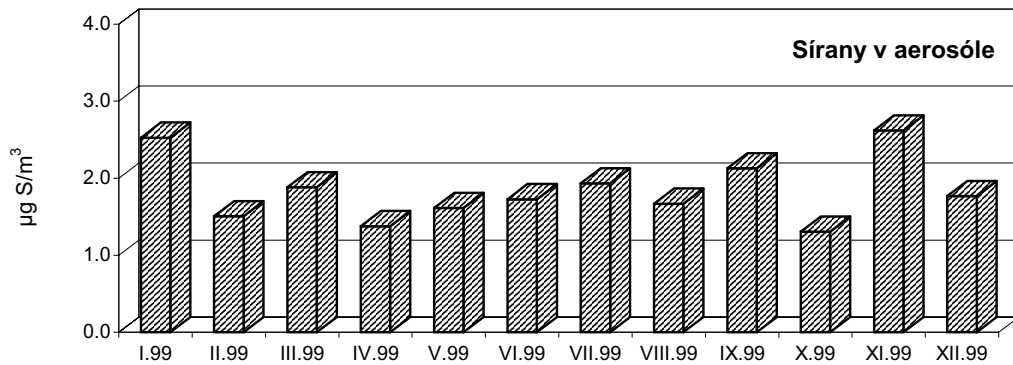
Obr. 1.7

MOCHOVCE

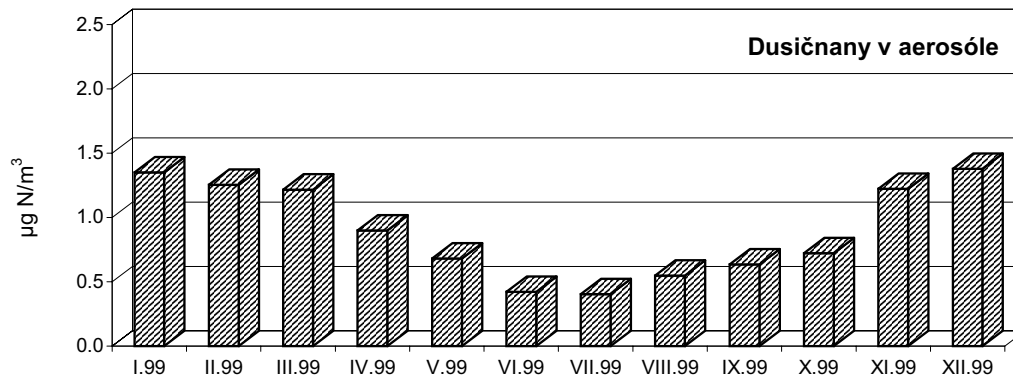
priemerné mesačné koncentrácie



Obr. 1.8



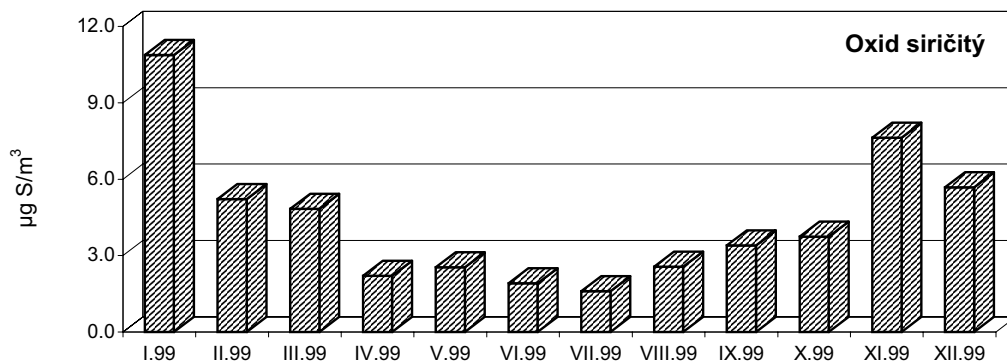
Obr. 1.9



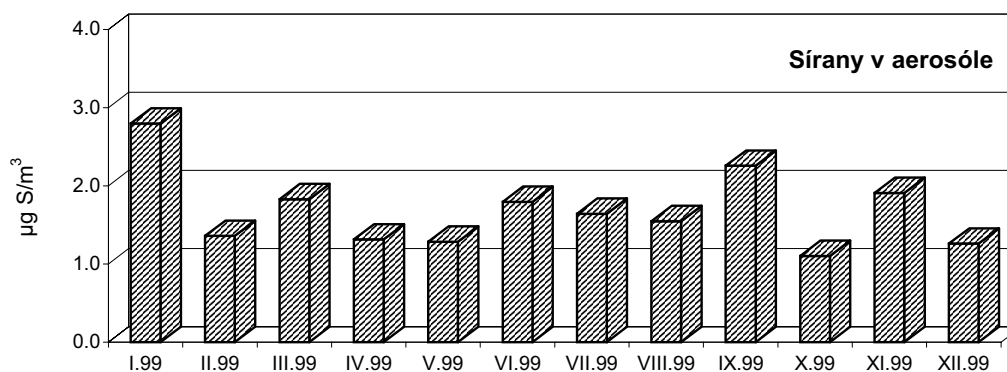
Obr. 1.10

TOPOLNÍKY

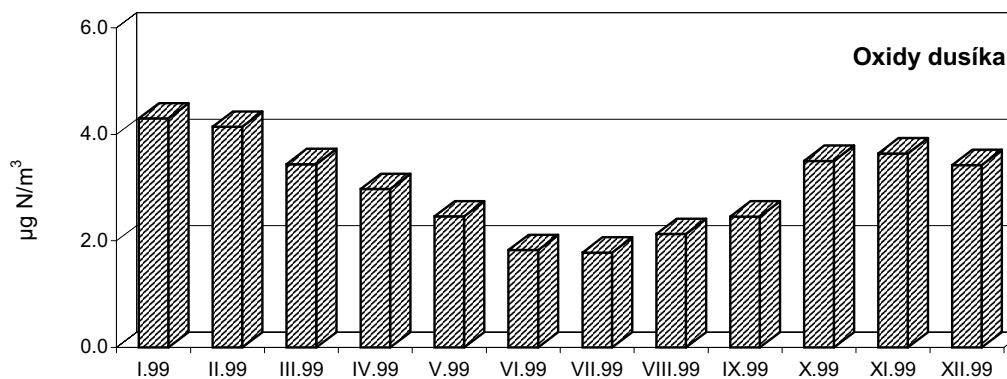
priemerné mesačné koncentrácie



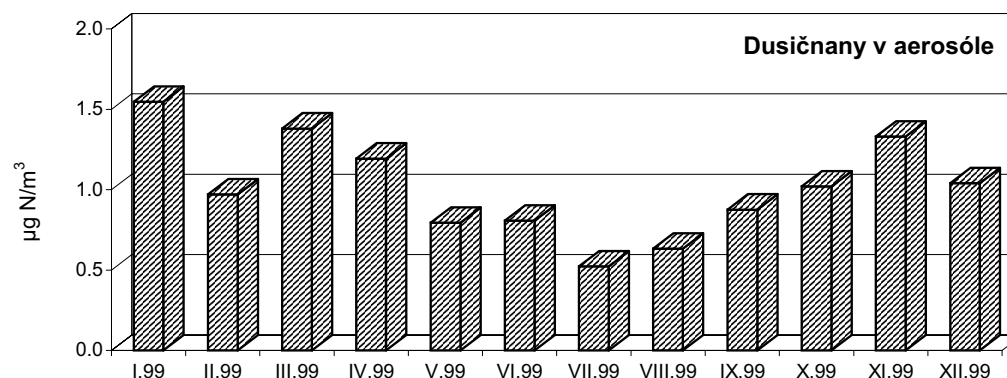
Obr. 1.11



Obr. 1.12



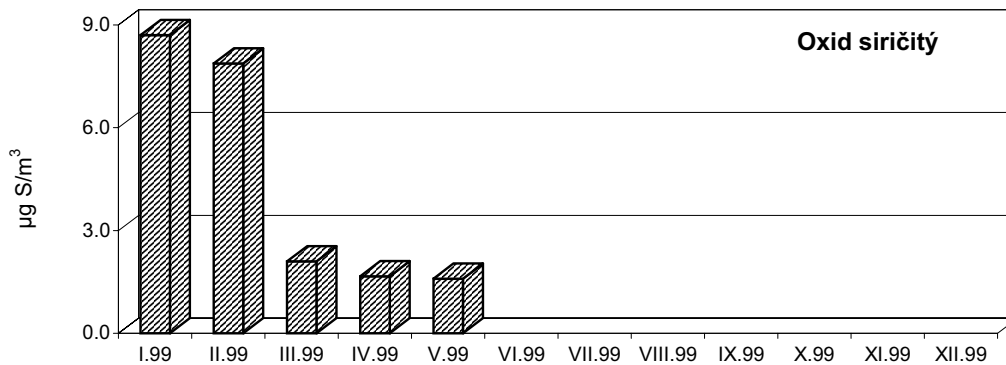
Obr. 1.13



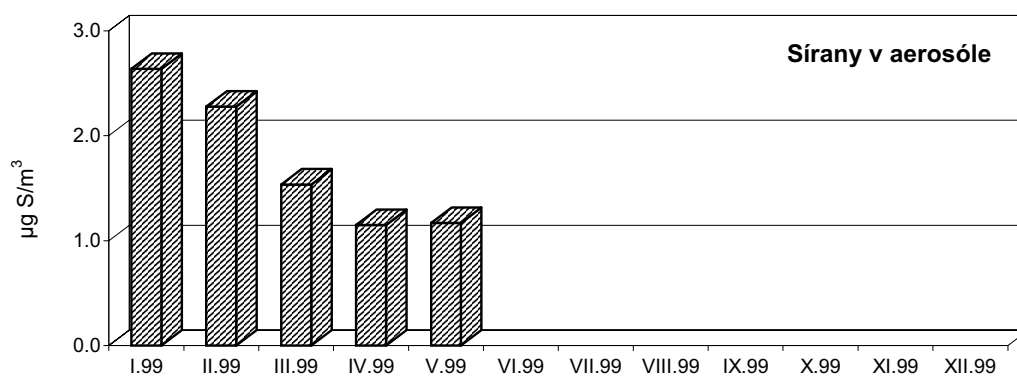
Obr. 1.14

MILHOSTOV

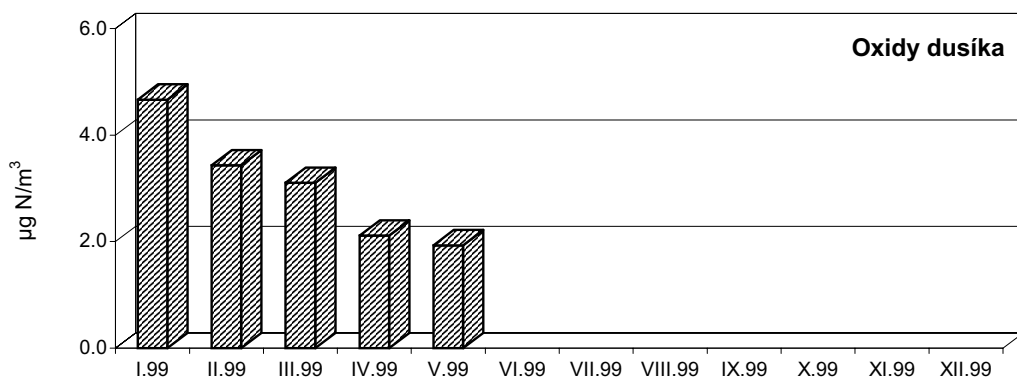
priemerné mesačné koncentrácie



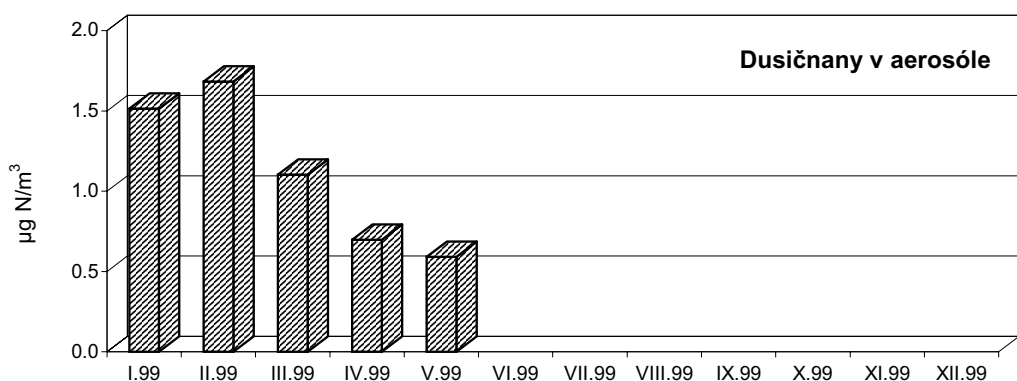
Obr. 1.15



Obr. 1.16



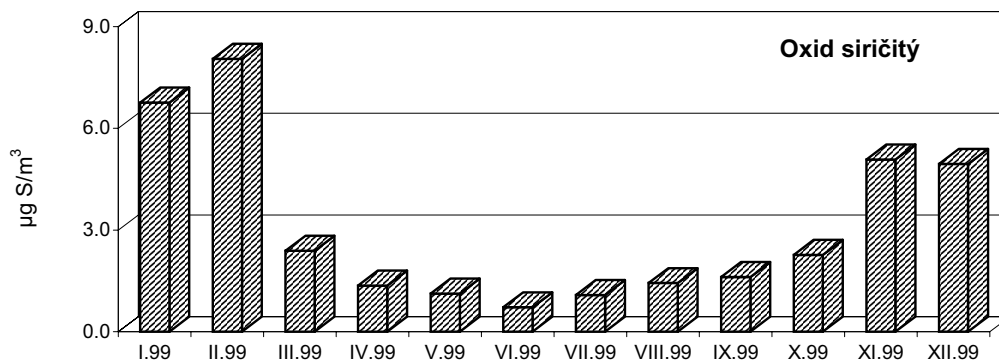
Obr. 1.17



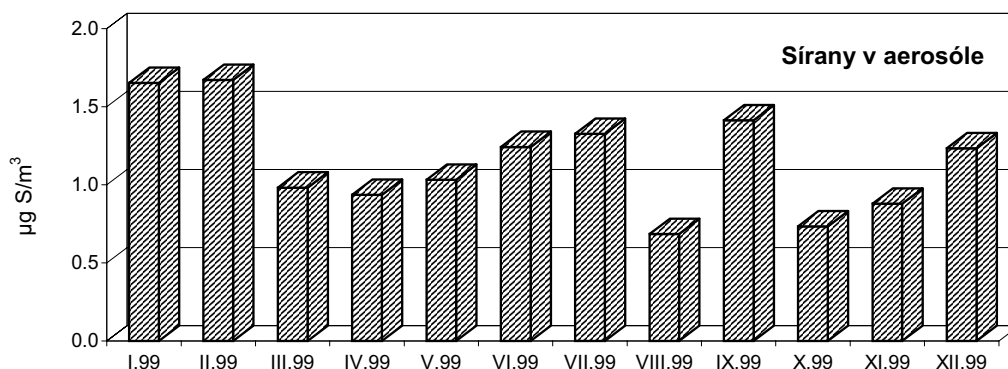
Obr. 1.18

STARINA

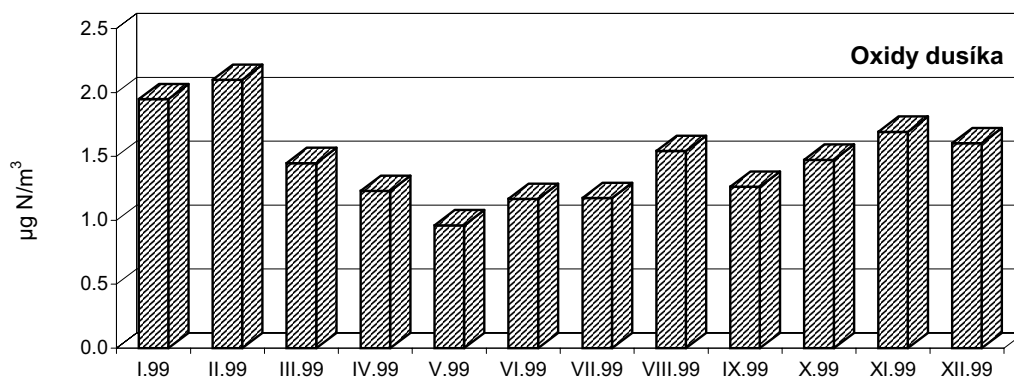
priemerné mesačné koncentrácie



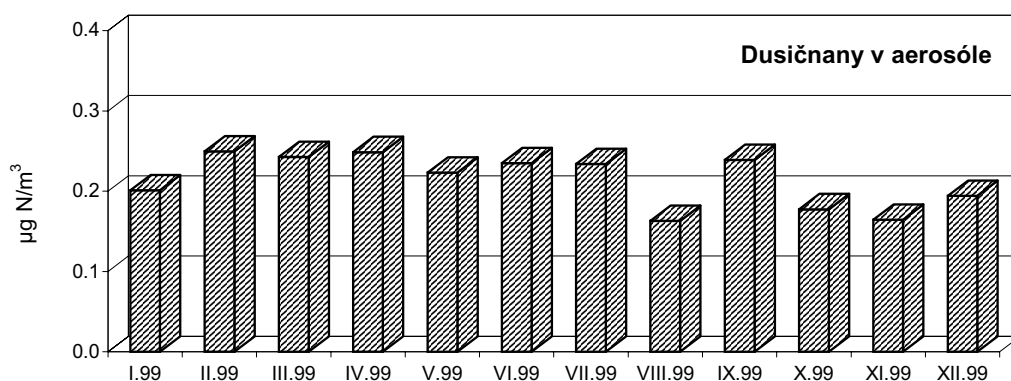
Obr. 1.19



Obr. 1.20



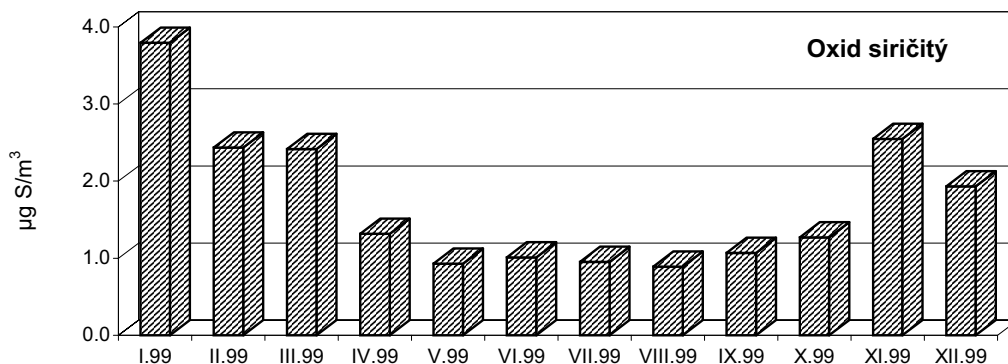
Obr. 1.21



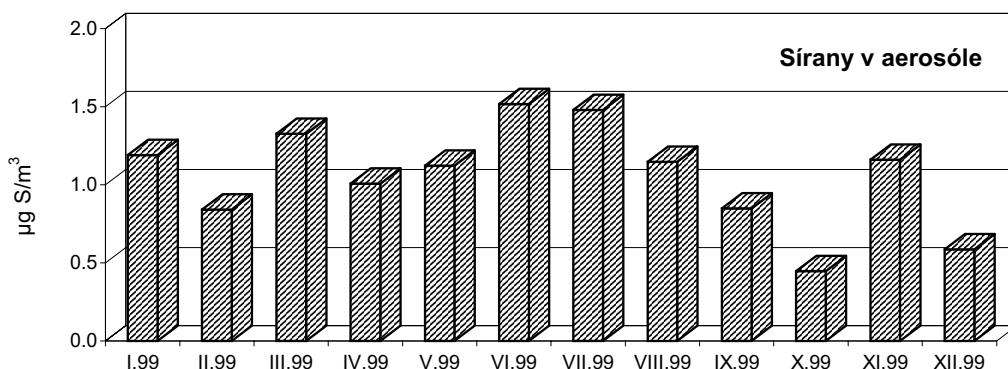
Obr. 1.22

STARÁ LESNÁ

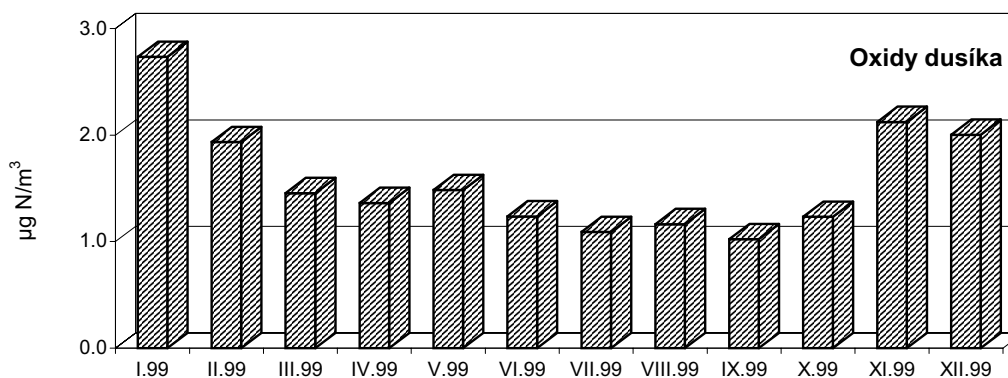
priemerné mesačné koncentrácie



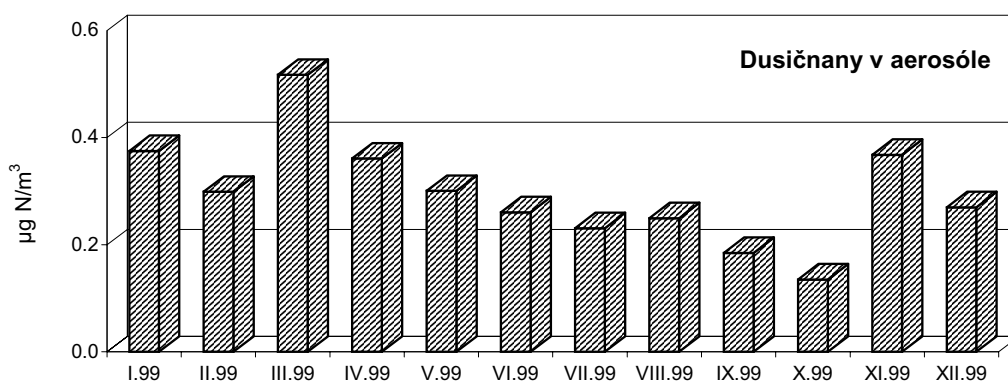
Obr. 1.23



Obr. 1.24



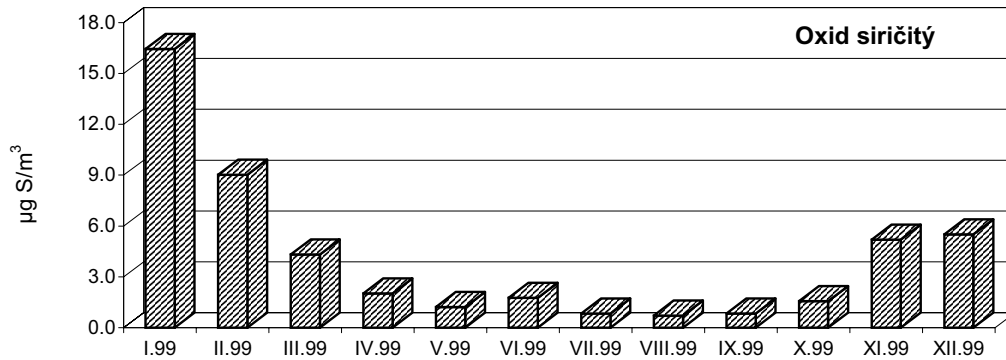
Obr. 1.25



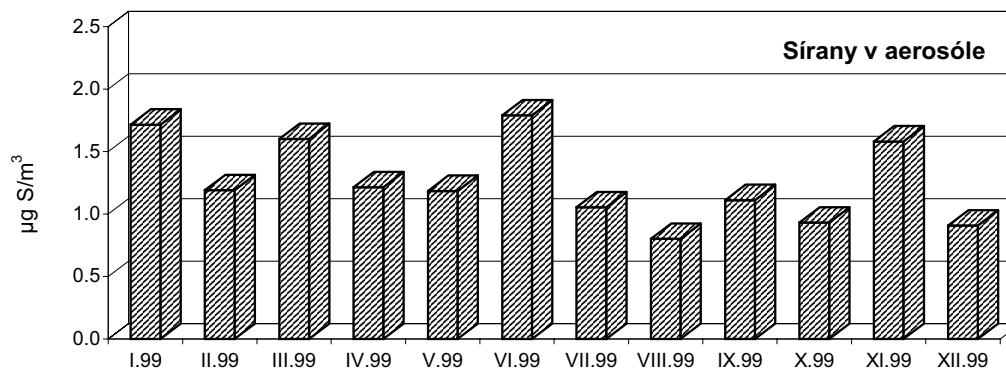
Obr. 1.26

LIESEK

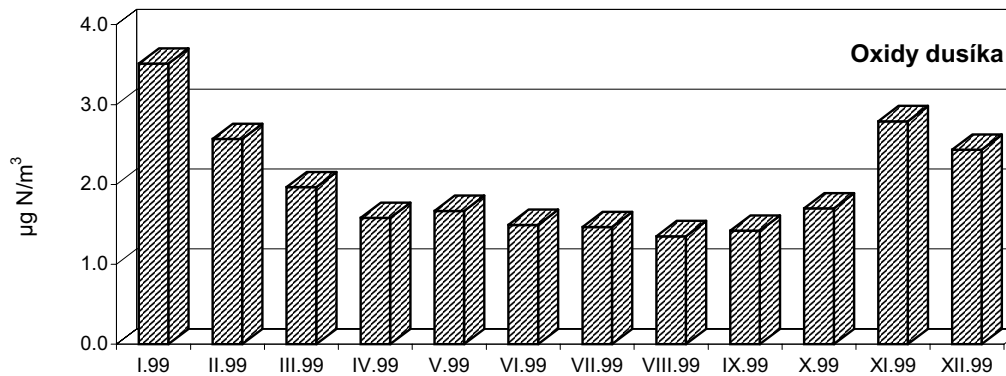
priemerné mesačné koncentrácie



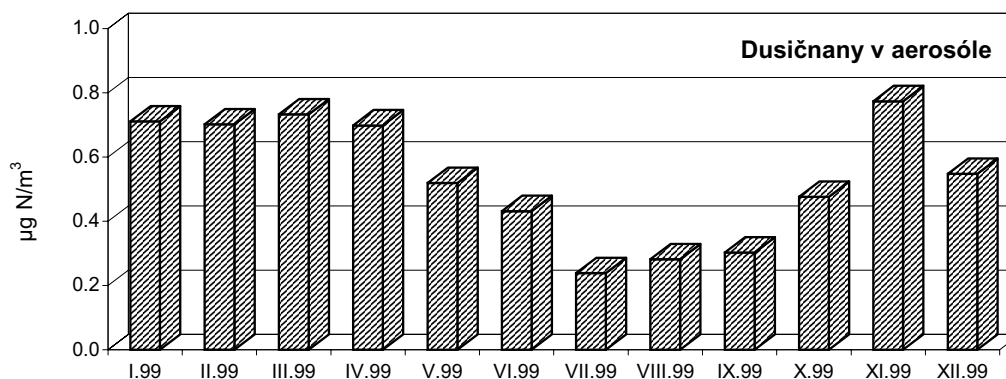
Obr. 1.27



Obr. 1.28



Obr. 1.29

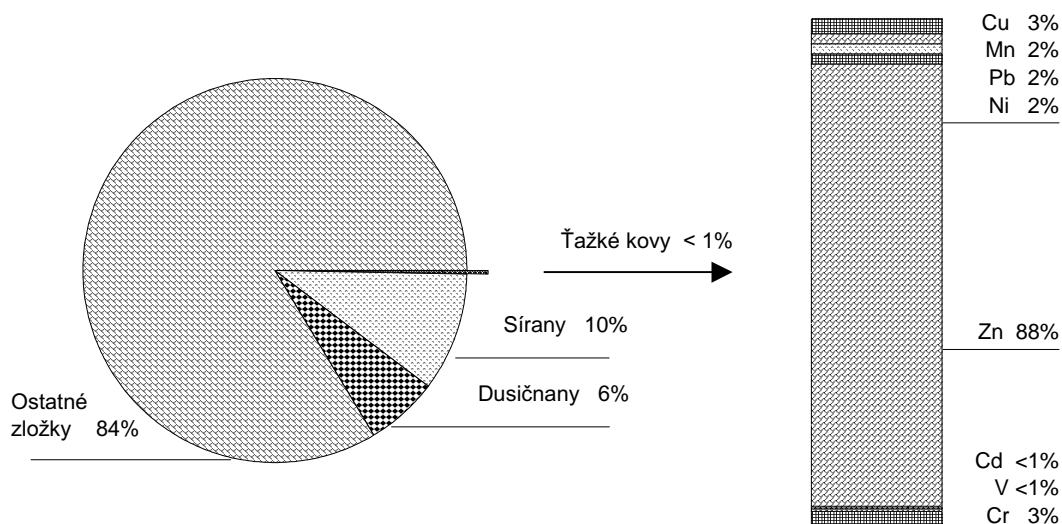


Obr. 1.30

Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie t'azkých kovov

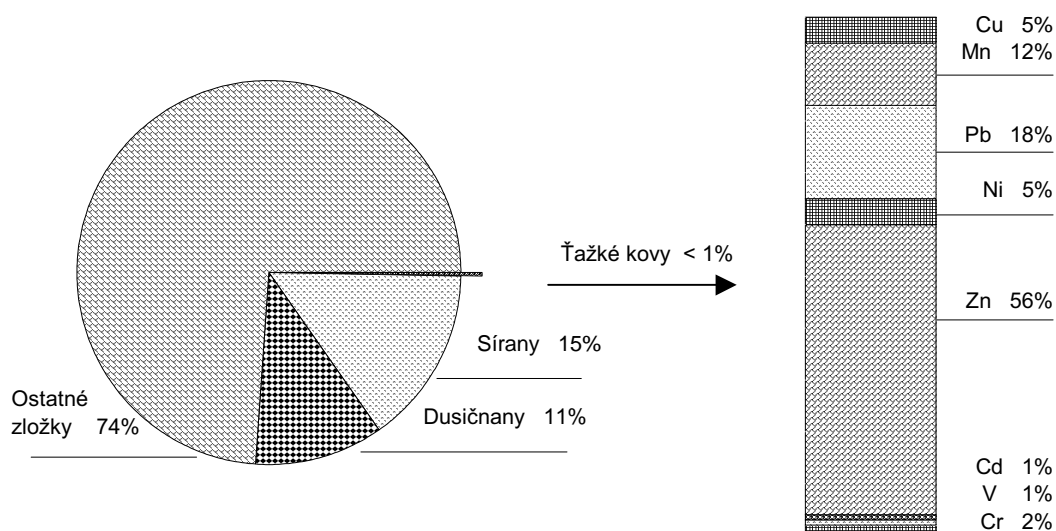
Obr. 1.31

Chopok - 1999



Obr. 1.32

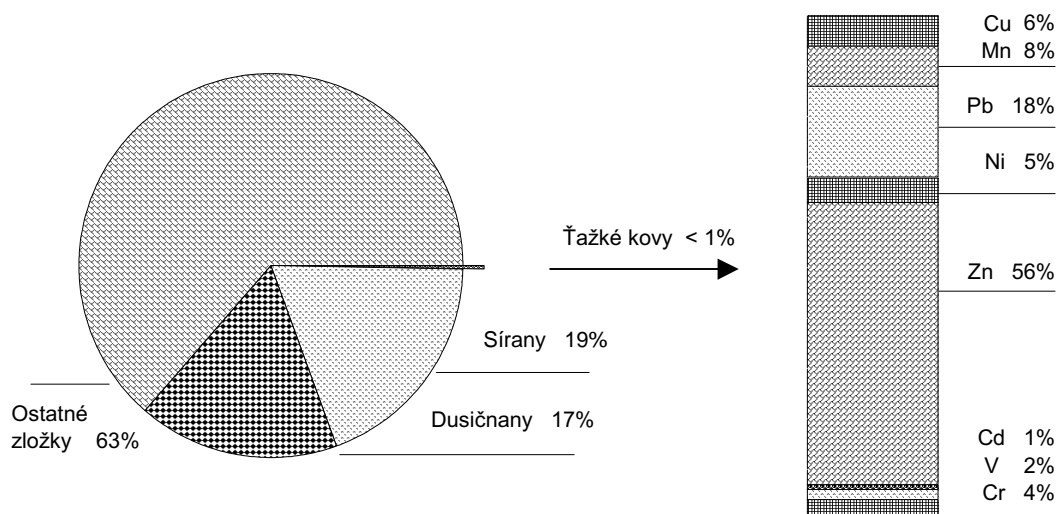
Mochovce - 1999



Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov

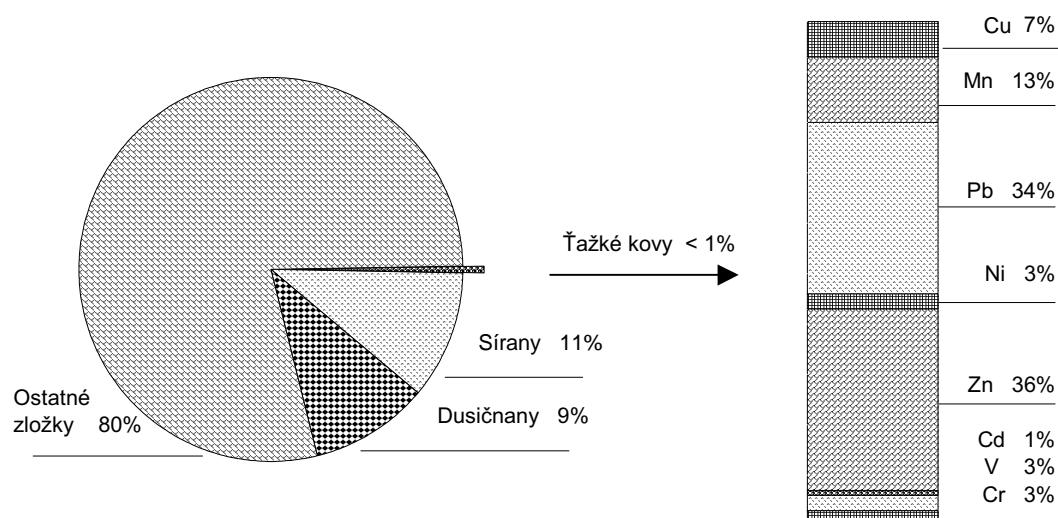
Obr. 1.33

Topoľníky - 1999



Obr. 1.34

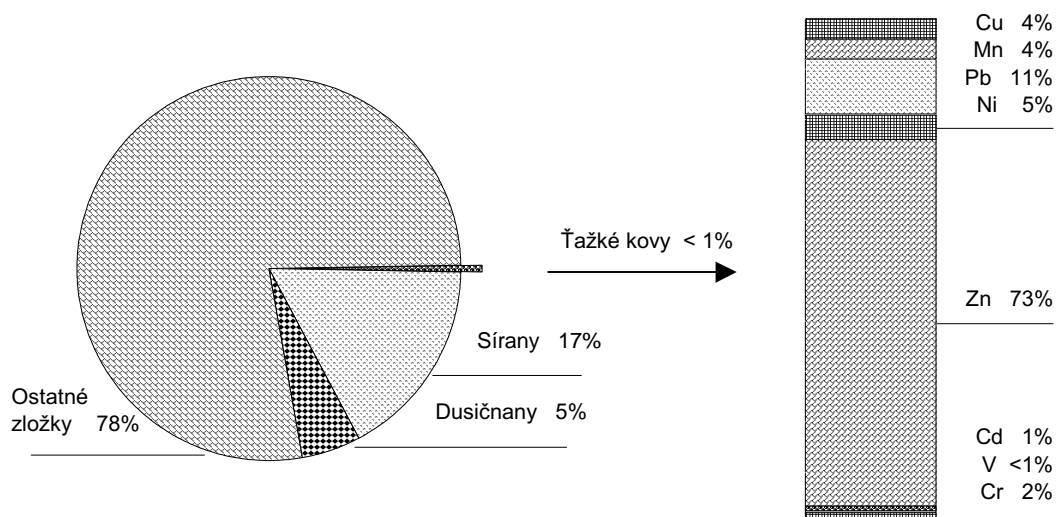
Milhostov - 1999



Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov

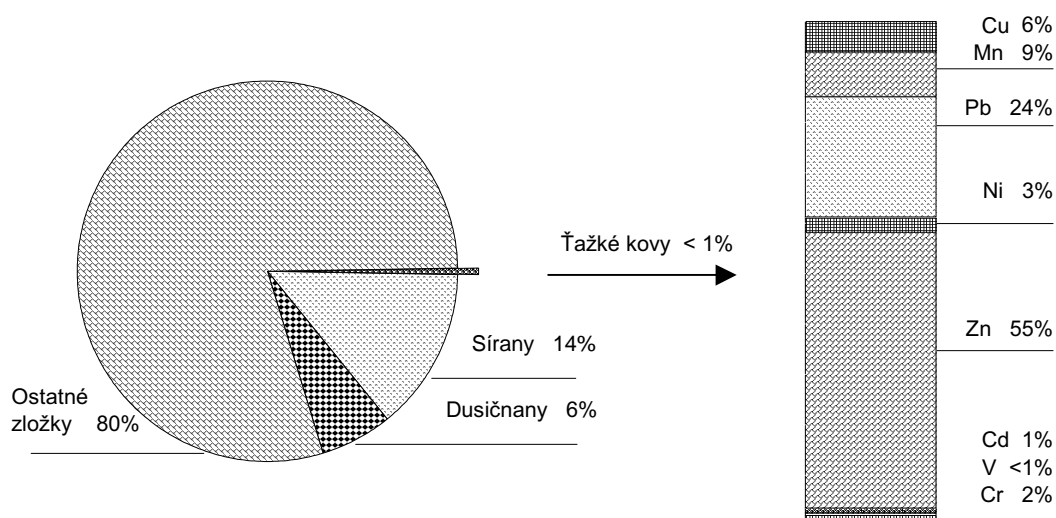
Obr. 1.35

Starina - 1999



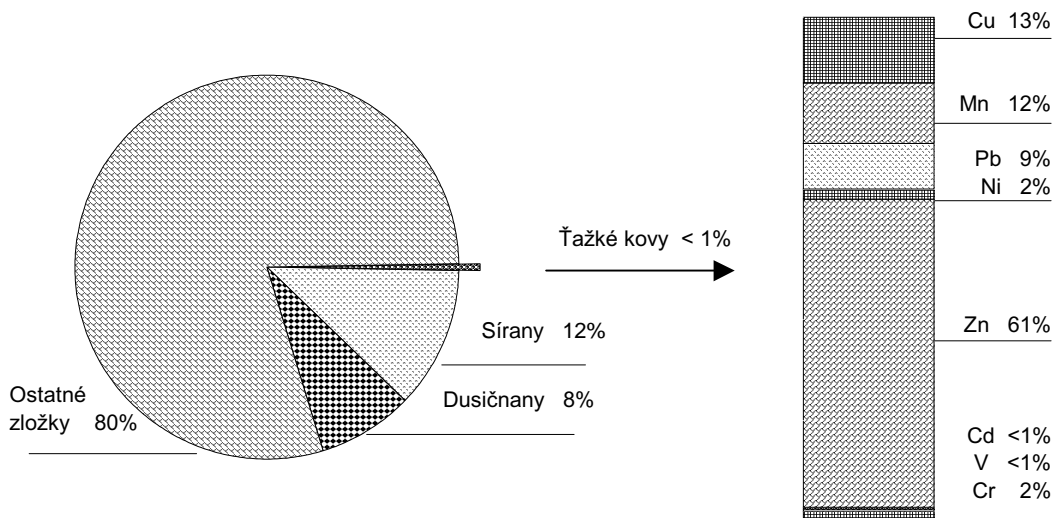
Obr. 1.36

Stará Lesná - 1999



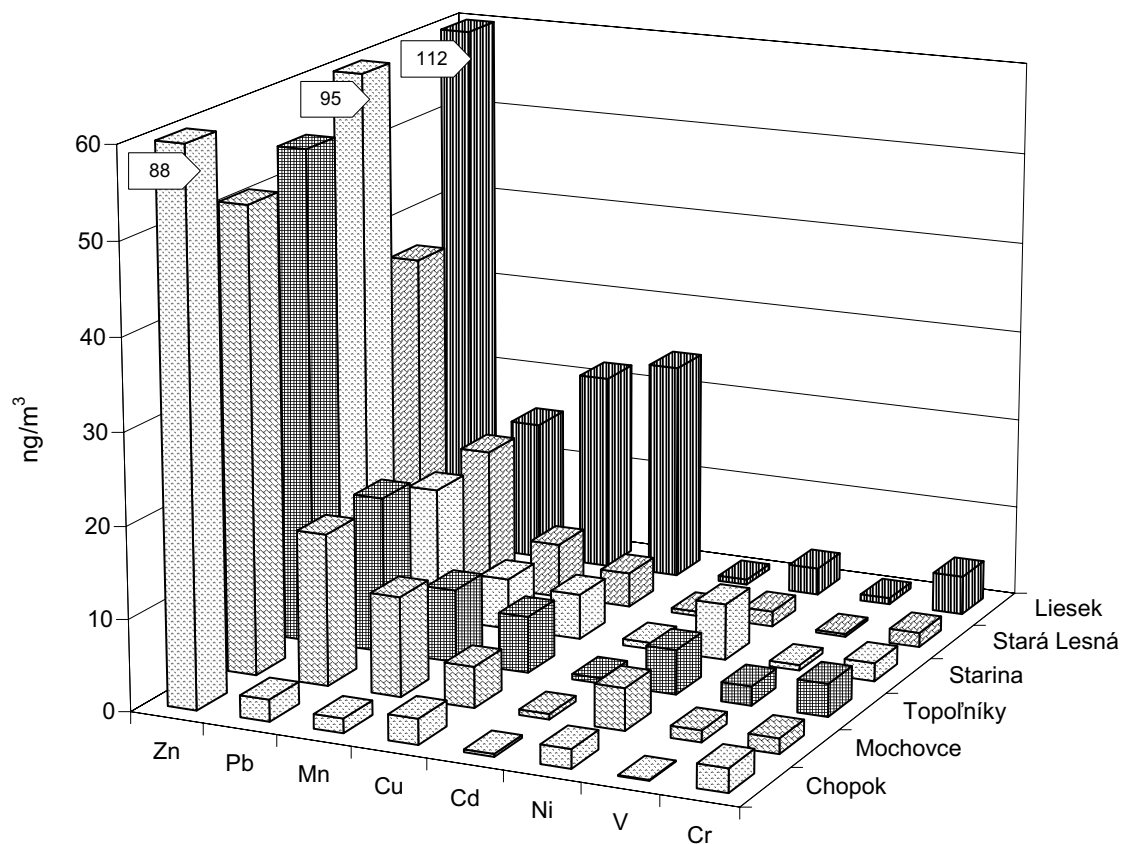
Obr. 1.37

Liesek - 1999



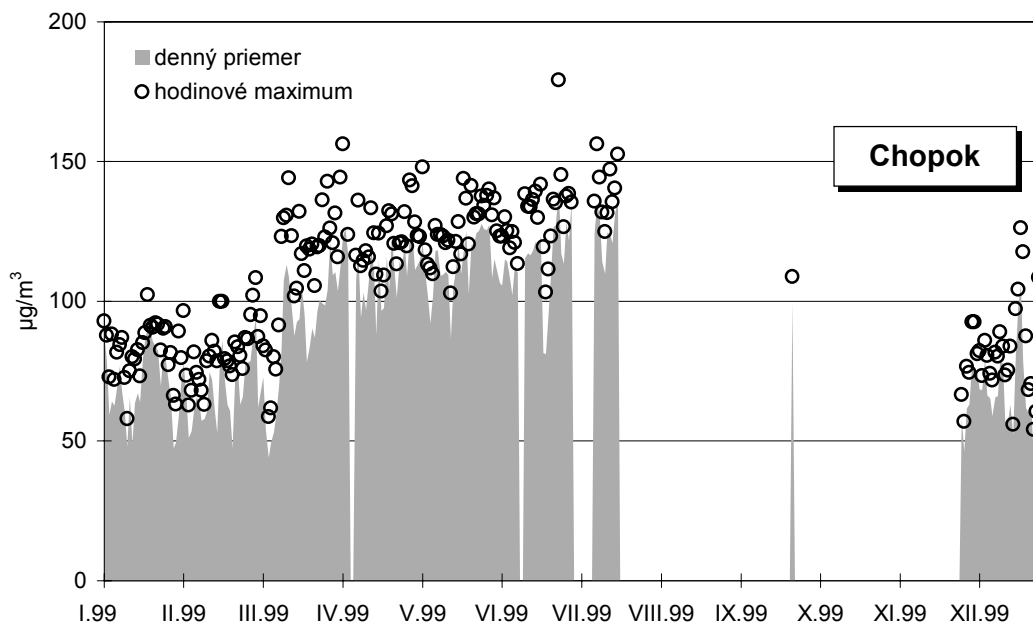
Obr. 1.38

Ťažké kovy v ovzduší - 1999

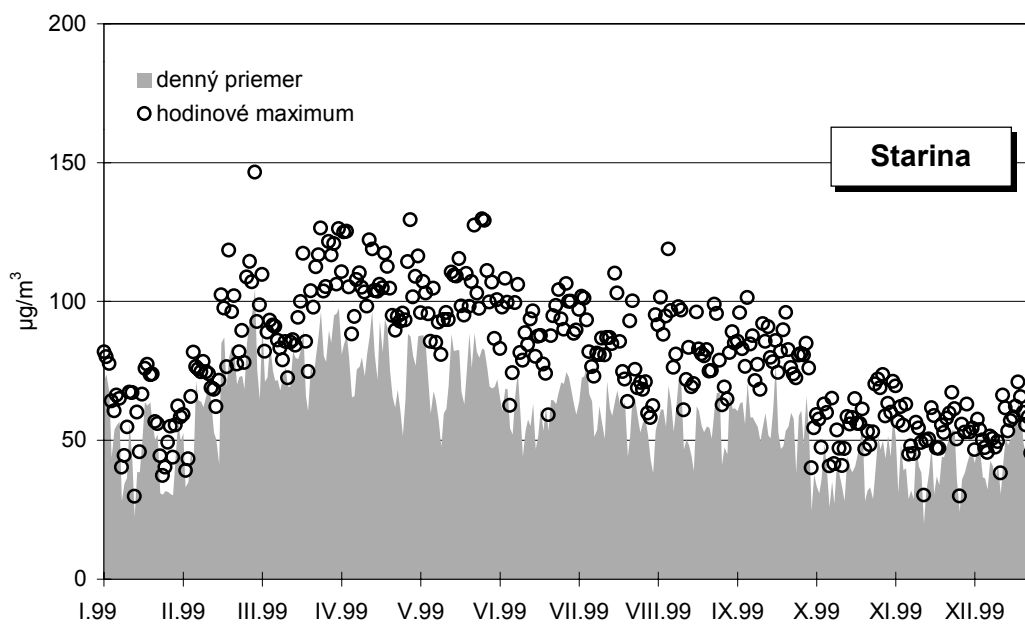


Prízemný ozón - 1999

Obr. 1.39

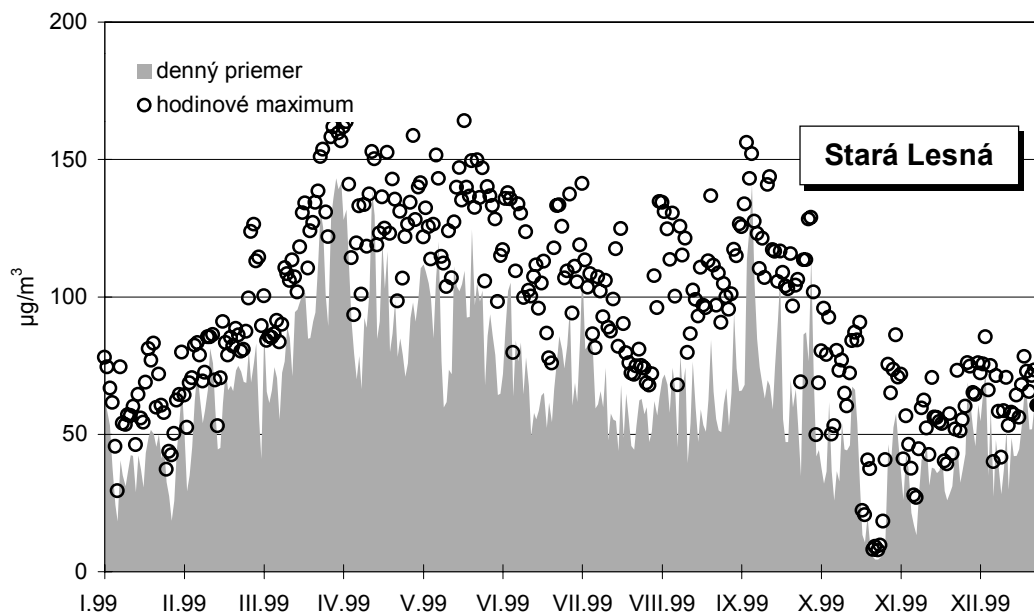


Obr. 1.40

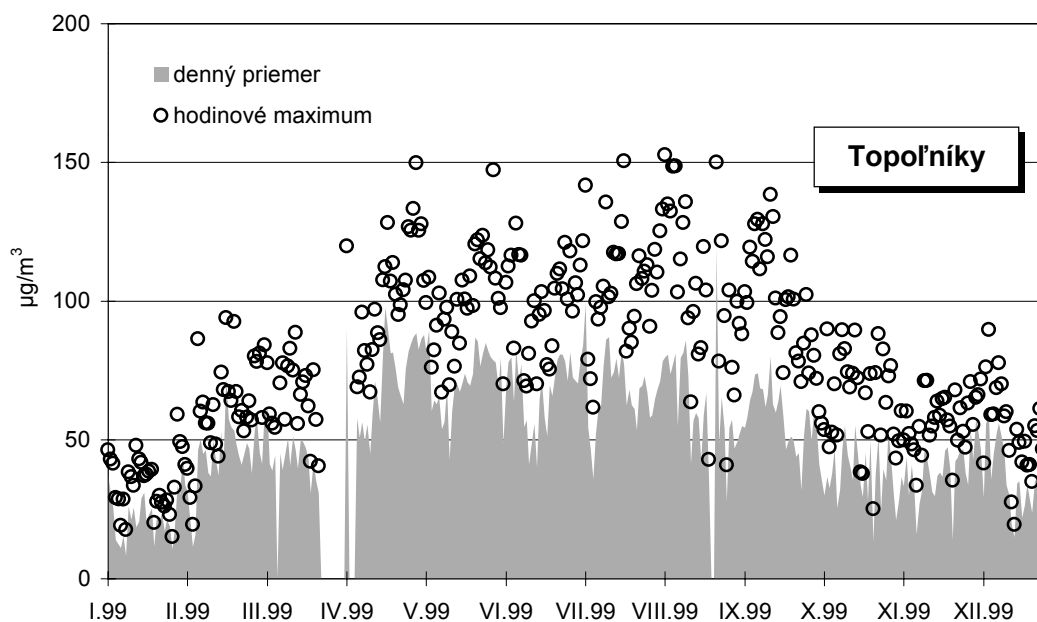


Prízemný ozón - 1999

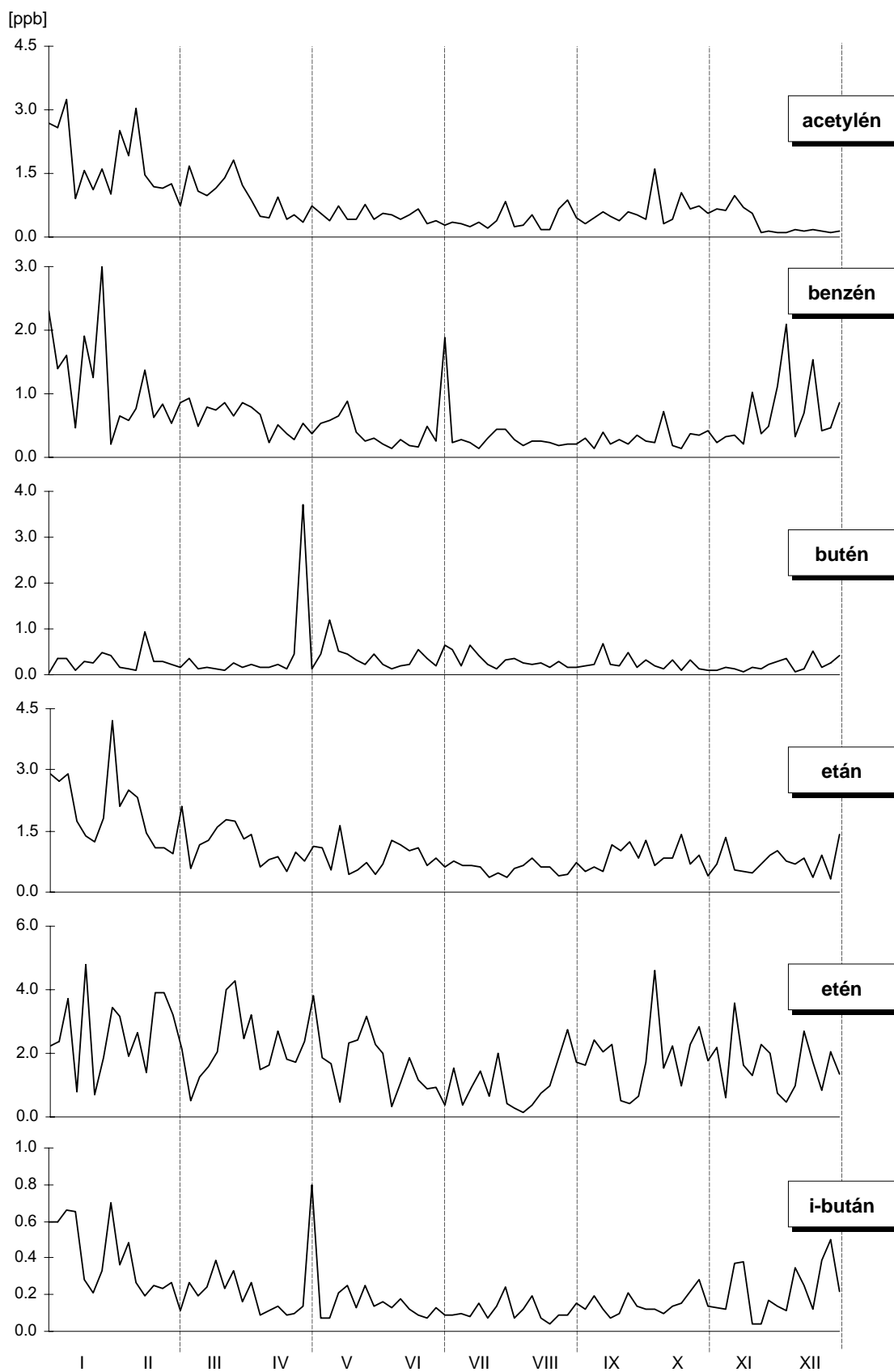
Obr. 1.41



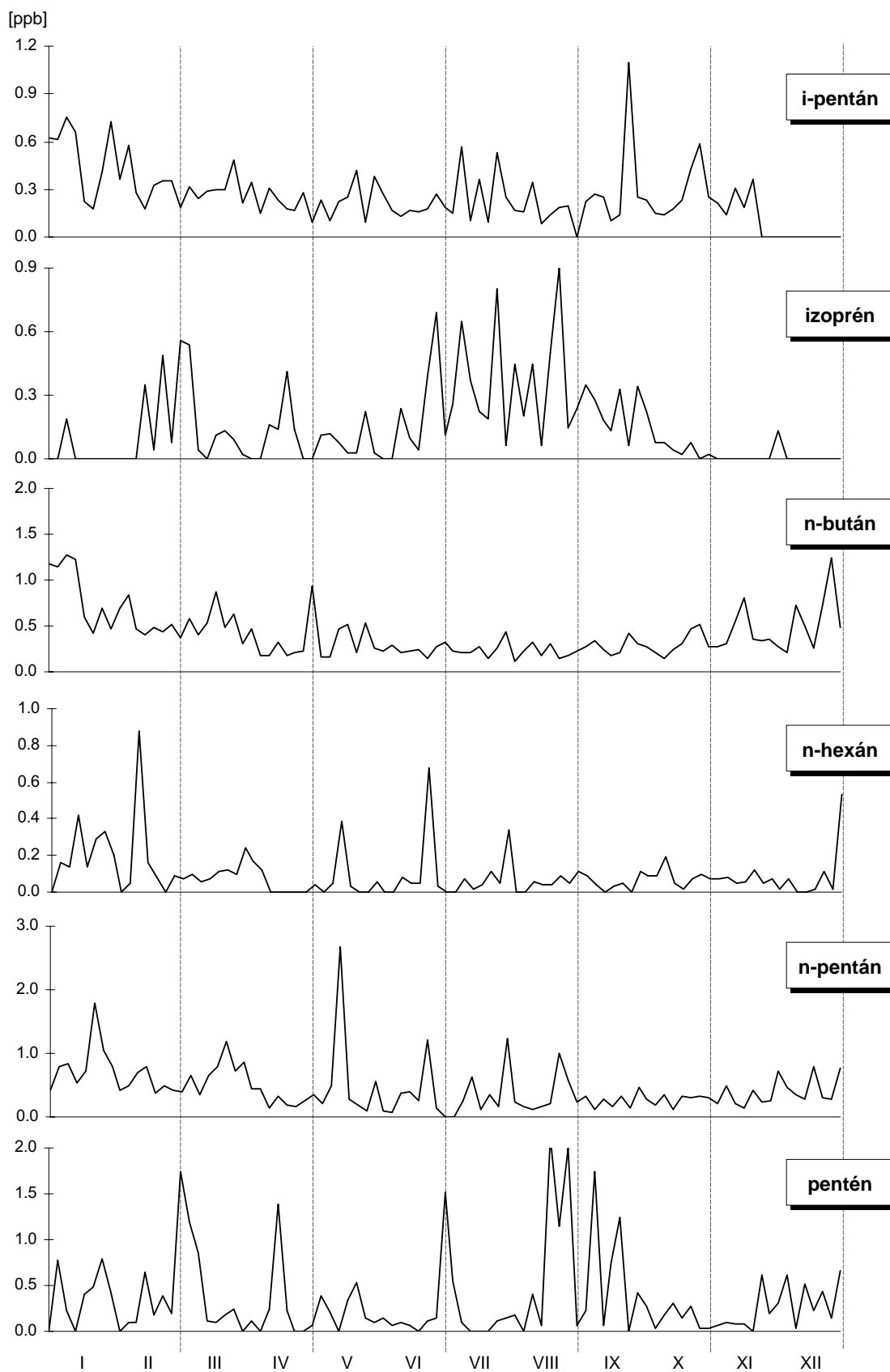
Obr. 1.42



Obr. 1.43

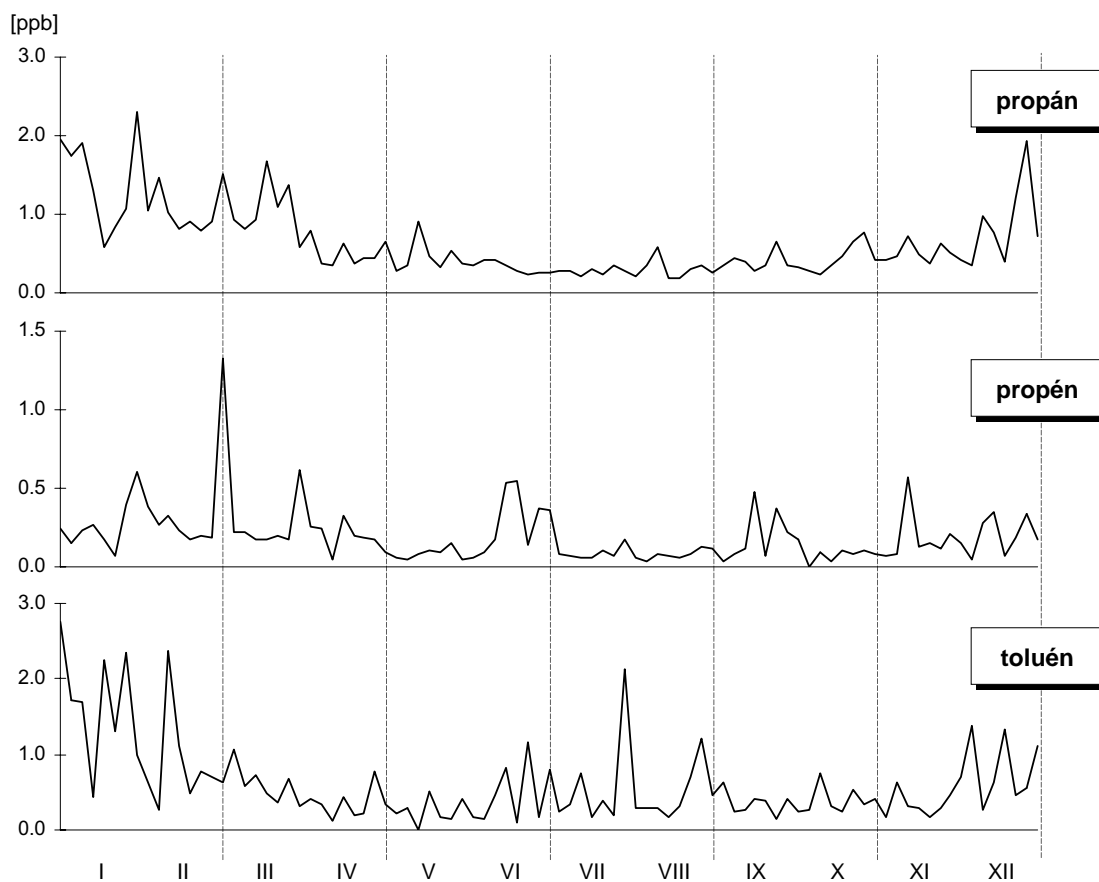
Prchavé organické látky - Starina - 1999

Obr. 1.44

Prchavé organické látky - Starina - 1999

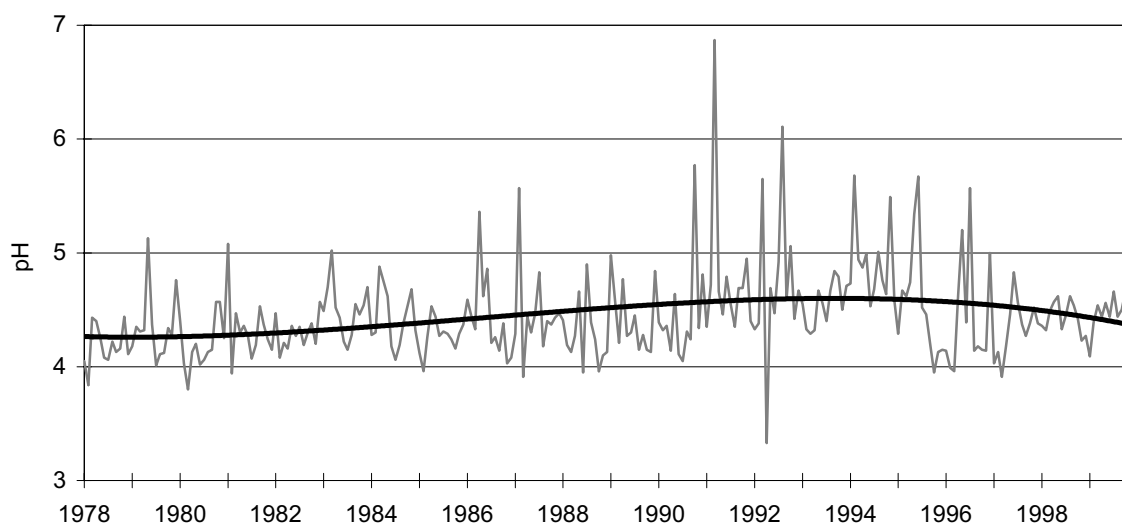
Obr. 1.45

Prchavé organické látky - Starina - 1999



Obr. 1.46

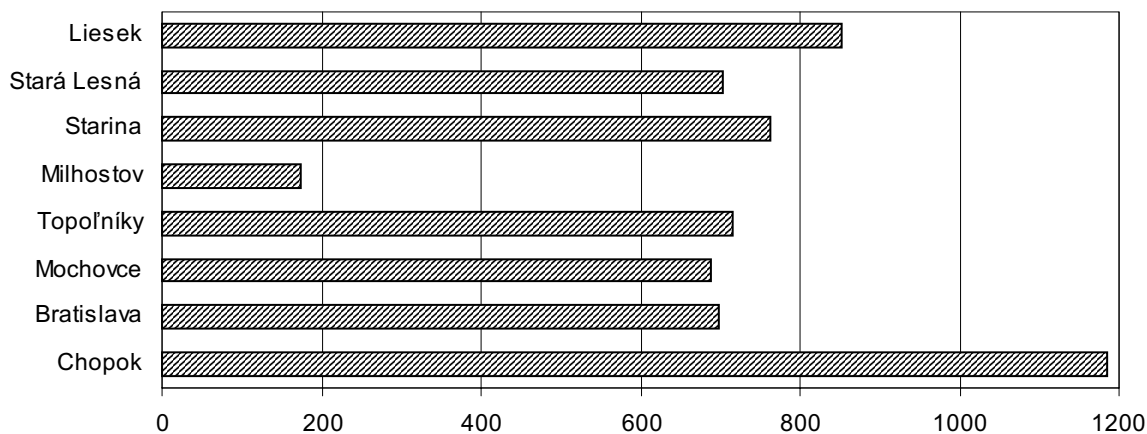
pH v zrážkach - Chopok



Mesačné zrážky – 1999

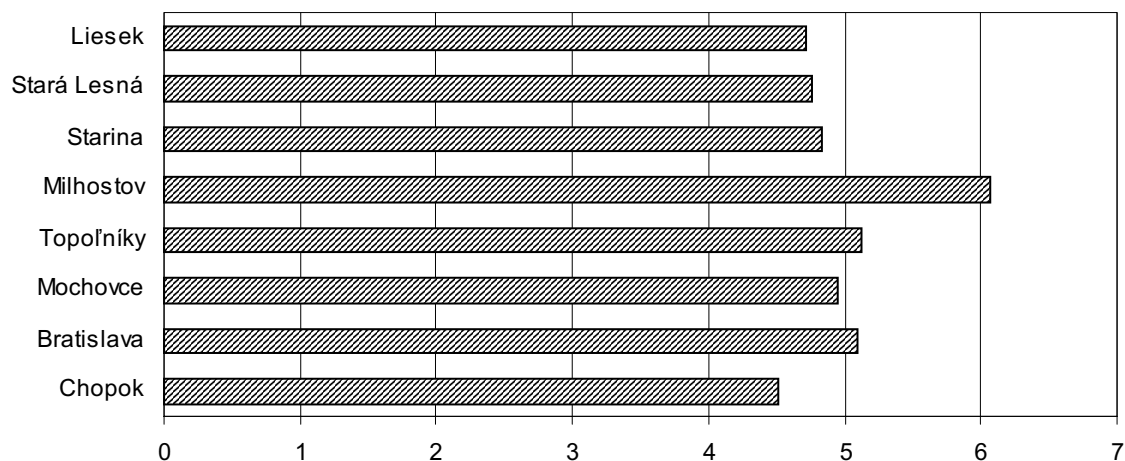
Obr. 1.47

Množstvo zrážok [mm]



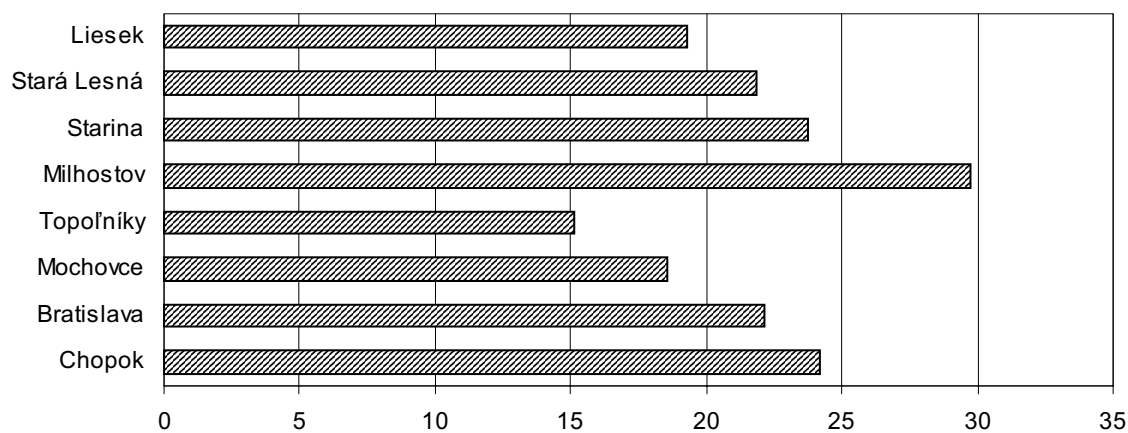
Obr. 1.48

pH zrážok



Obr. 1.49

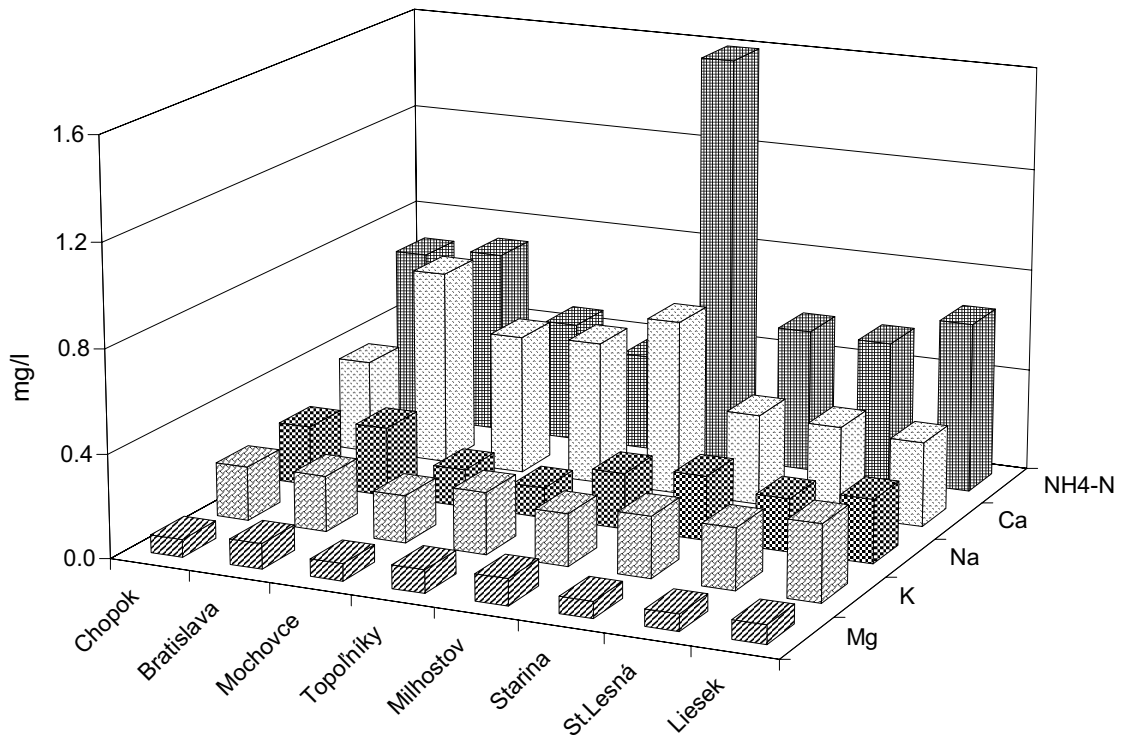
Vodivosť zrážok [$\mu\text{S}/\text{cm}$]



Obr. 1.50

Katióny v mesačných zrážkach

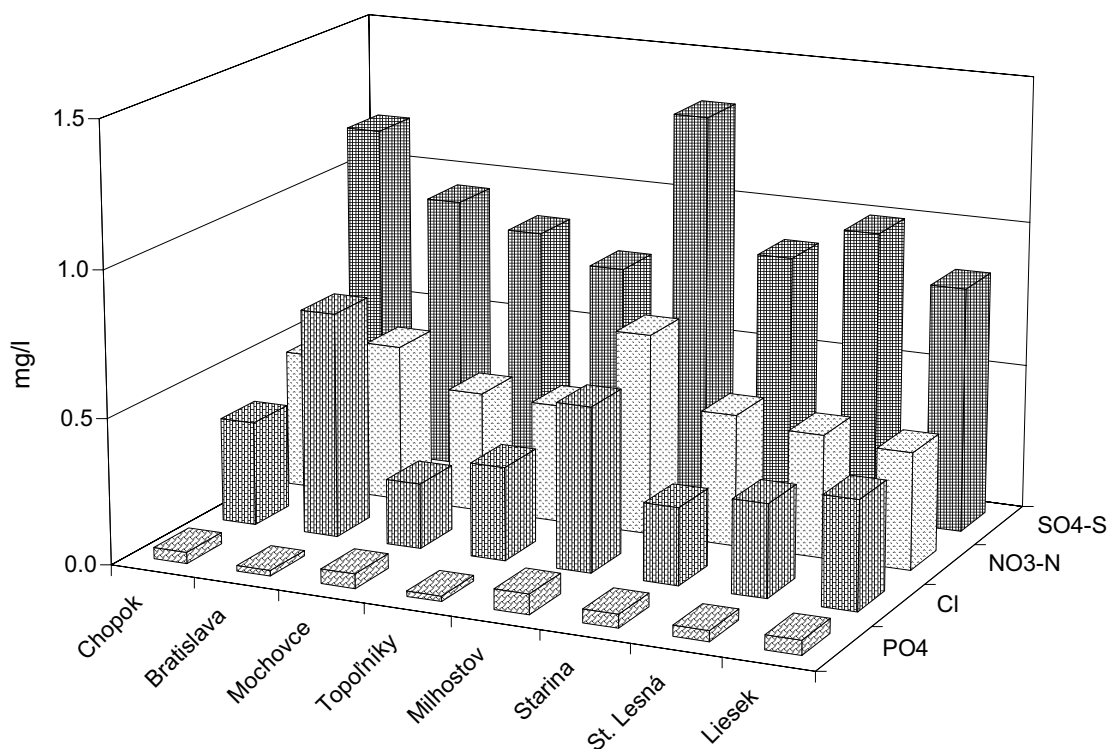
Ročné vážené priemery - 1999



Obr. 1.51

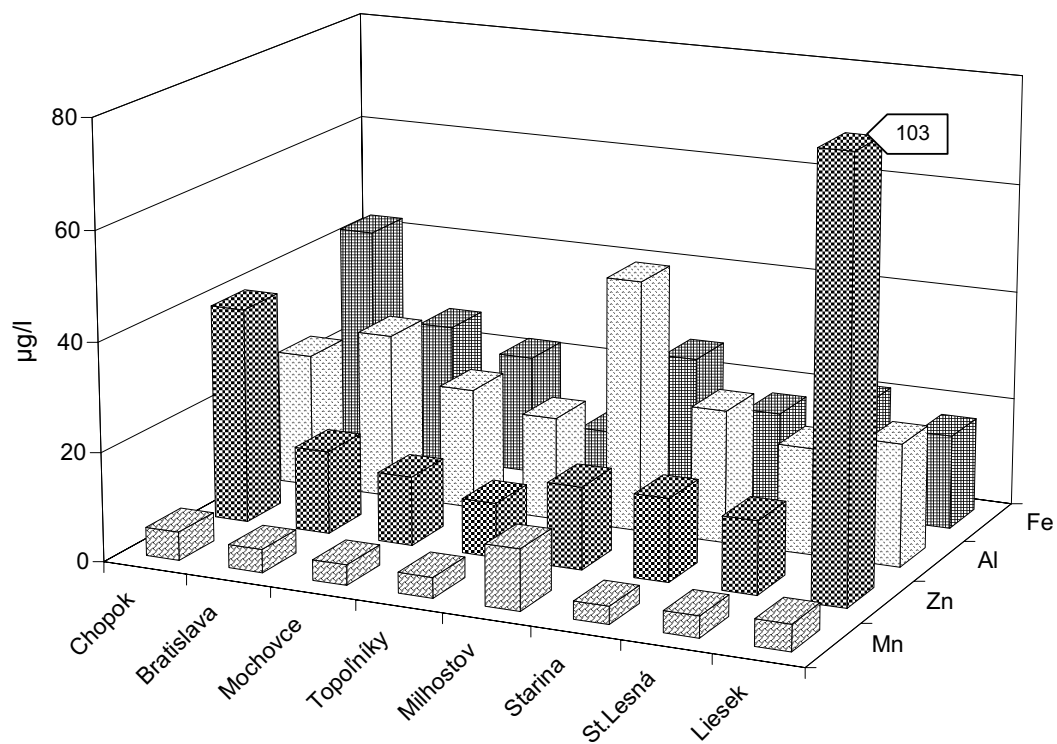
Anióny v mesačných zrážkach

Ročné vážené priemery - 1999

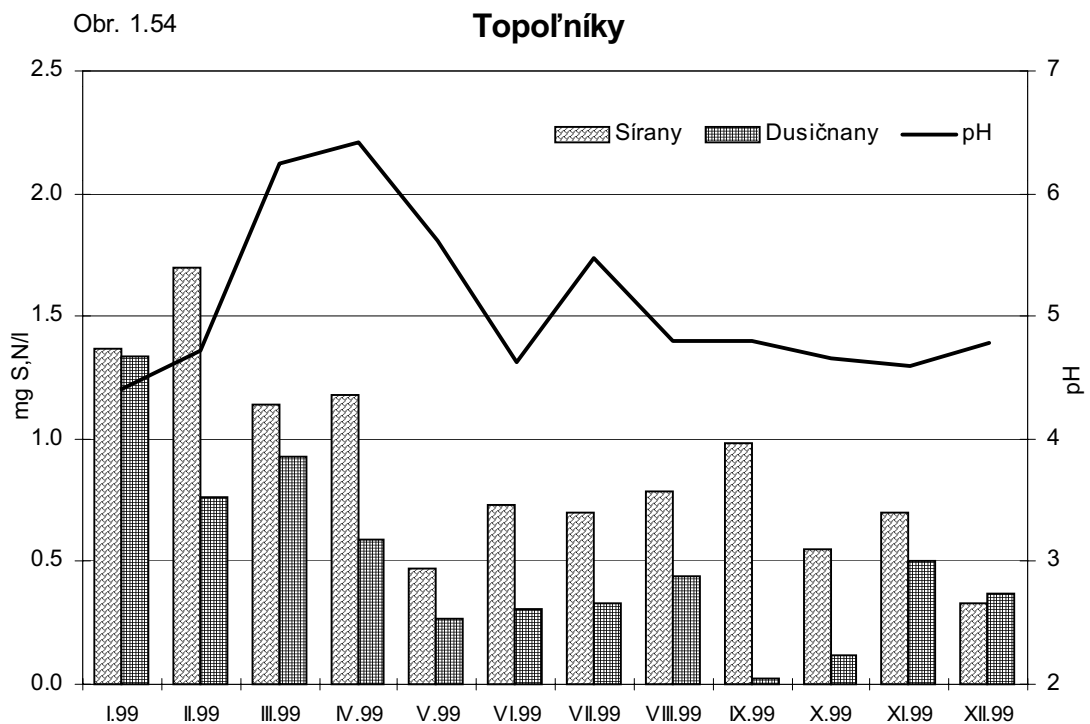
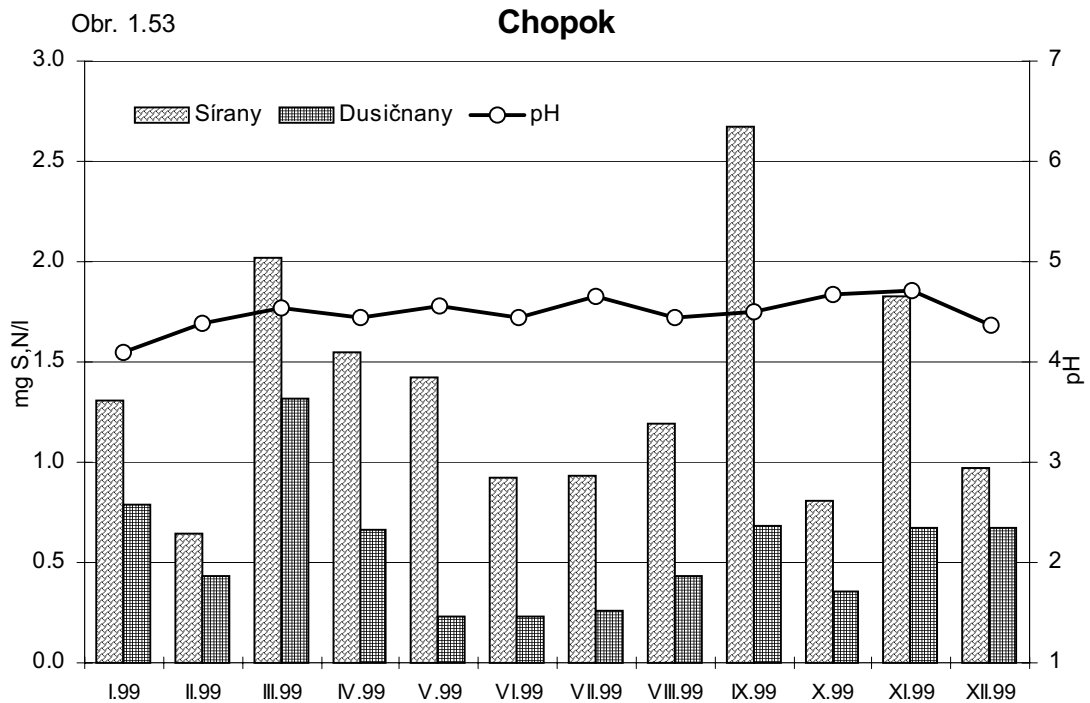


Obr. 1.52

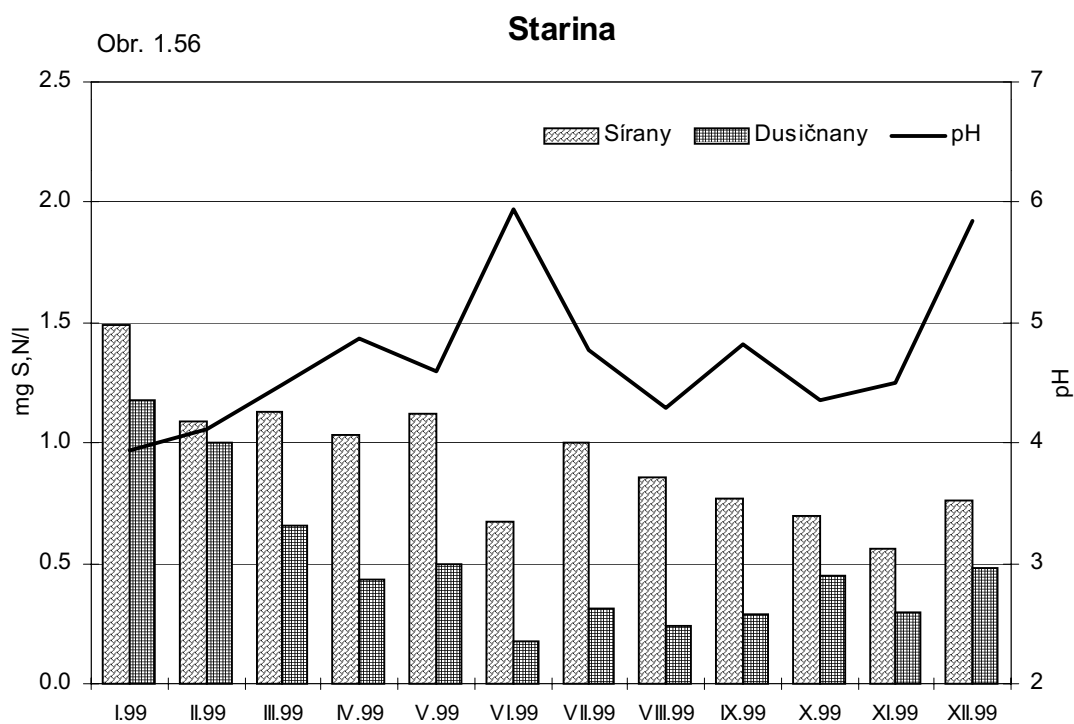
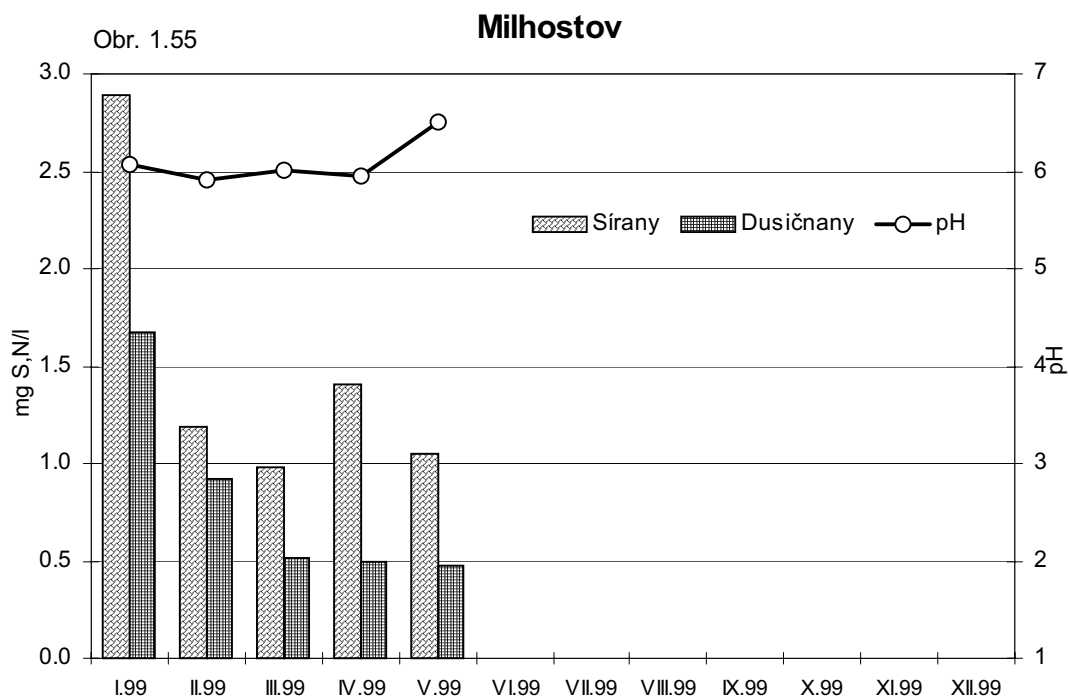
Kovy v mesačných zrážkach Ročné vážené priemery - 1999



Denné zrážky – 1999



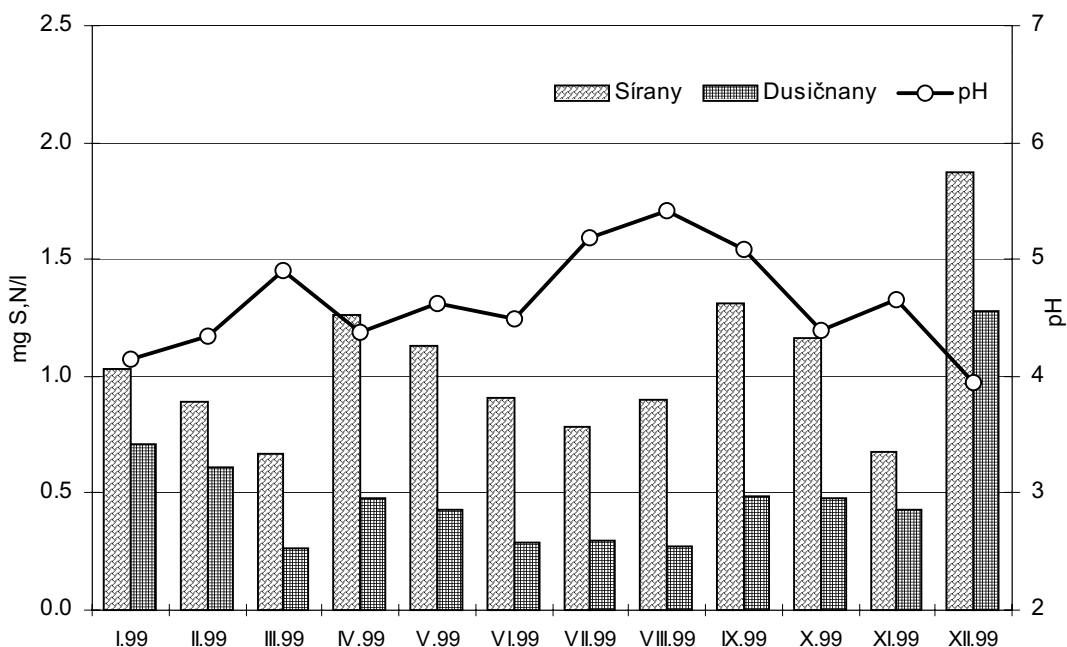
Denné zrážky – 1999



Denné zrážky – 1999

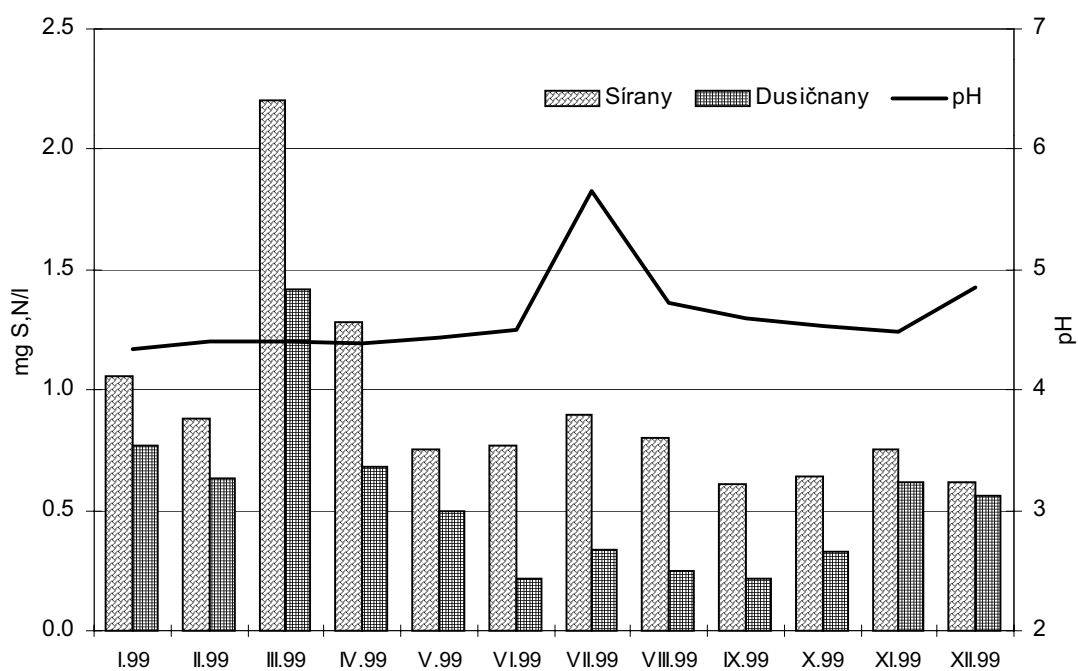
Obr. 1.57

Stará Lesná



Obr. 1.58

Liesek



2.1 CHARAKTERISTIKA OBLASTÍ, KDE SA MONITORUJE ZNEČISTENIE OVZDUŠIA

Bratislava

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

Banská Bystrica

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

Ružomberok

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

Žiar nad Hronom

Oblasť Žiarskej kotliny je uzavretá z viacerých strán. Na juhozápade kotlinu ohraničuje Pohronský Inovec, na západe až severe Vtáčnik a Kremnické vrchy a na východe až juhovýchode Štiavnické vrchy. Oblasť sa vyznačuje veľmi nepriaznivými meteorologickými podmienkami vzhľadom na úroveň znečistenia prízemnej vrstvy ovzdušia priemyselnými exhalátmi. Priemerná ročná rýchlosť vzduchu zo všetkých smerov je $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 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 klimateckej charakteristiky do mierne teplej oblasti. V oblasti kotliny je po celý rok zvýšená relatívna vlhkosť vzduchu, je to oblasť s najväčším počtom dní v roku s hmlou. Charakteristická je tu slabá veternosť s priemernou rýchlosťou vetra $1,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 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.

Hnúšť'a

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 Hačave.

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 kotelne.

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 kotelne, 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 znečisťovaní ovzdušia majú severovýchodne lokalizované Kovohuty v Krompachoch a miestne vykurovacie systémy.

Strážske

Strážske sa nachádza na východ od Vihorlatu v severnej časti Východoslovenskej nížiny v priestore tzv. Brekovej 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 vyhranený prevládajúci smer vetra. Početnosť bezvetria je relatívne vysoká. Hlavný zdroj znečistenia ovzdušia lokality predstavuje miestny chemický priemysel.

2.2 POPIS UMIESTNENIA AUTOMATICKÝCH MONITOROVACÍCH STANÍC

Západoslovenský región

**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.

Hnúšť'a 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 okraju približne 15 m. Pri južnom prúdení vetra je táto lokalita exponovaná výfukovými plynni 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. Pri južnom prúdení vzduchu, kedy sú väčšinou zhoršené aj rozptylové podmienky je lokalita značne exponovaná.

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

**Prešov -
Solivar**

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

Krompachy

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

Strážske

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

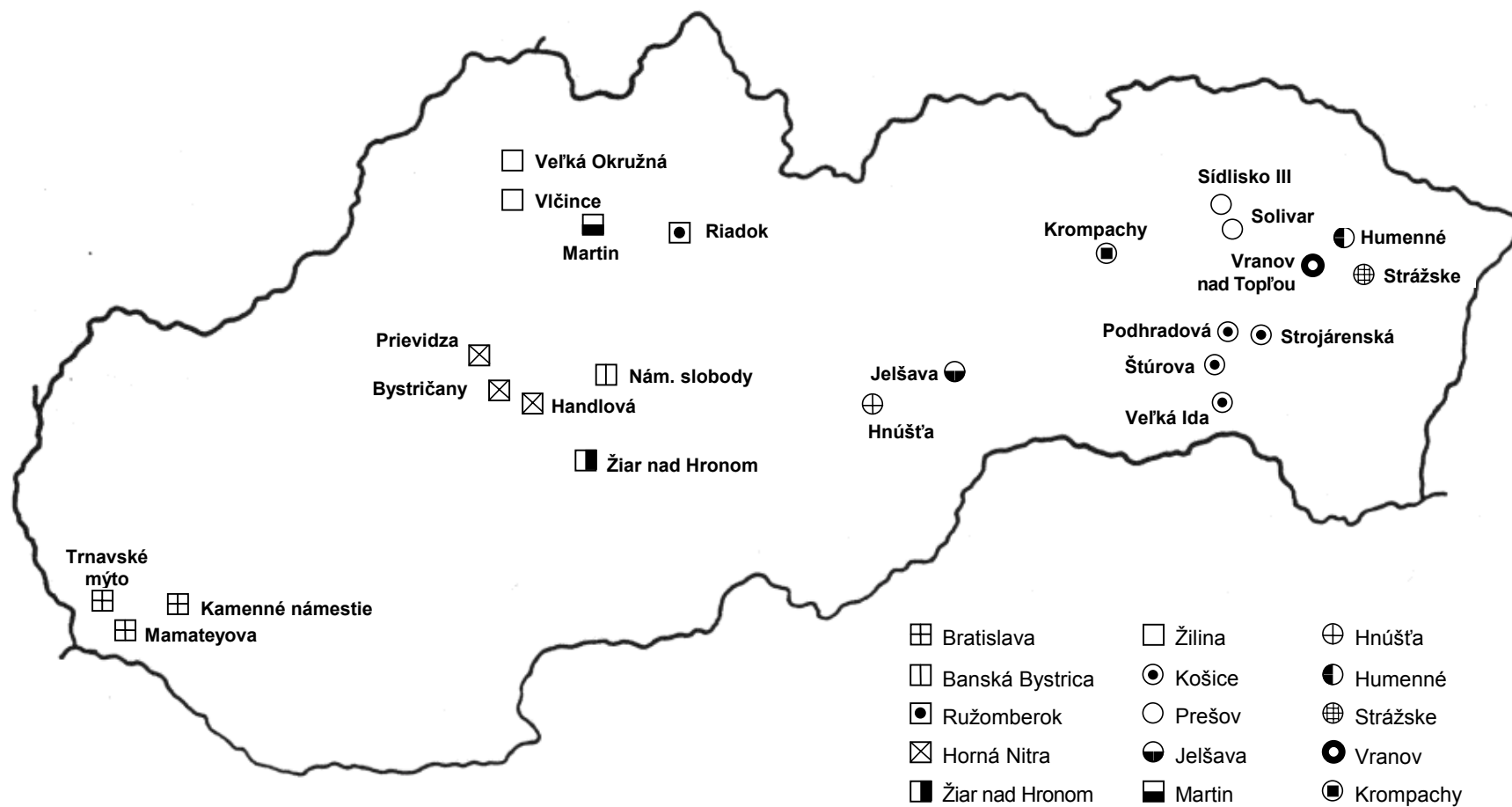
**Vranov
nad Topľou**

Stanica sa nachádza v centre mesta pred Domom kultúry asi 2 km severozápadne od závodu Bukóza Vranov. Okolitú zástavbu predstavujú 3 až 4-poschodové obytné domy pozdĺž hlavnej cesty 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
Banská Bystrica	Nám. slobody	19°09'30"	48°44'12"	343
Ružomberok	Riadok	19°18'27"	49°04'32"	485
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	18°51'07"	48°35'17"	263
Horná Nitra	Prievidza	18°37'30"	48°45'11"	269
	Handlová	18°45'32"	48°44'00"	437
	Bystričany	18°31'00"	48°40'02"	251
Žilina	Veľká Okružná	18°44'18"	49°13'12"	390
	Vlčince	18°46'20"	49°12'40"	368
Martin		18°55'26"	49°04'03"	396
Jelšava		20°14'18"	48°37'48"	255
Hnúšťa		19°57'12"	48°35'04"	315
Košice	Štúrova	21°15'47"	48°43'01"	199
	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
Rudňany		20°41'17"	48°52'47"	523
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

2.3 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 zriedňovaní kalibračného plynu je potrebné používať nulový plyn, ktorý neobsahuje prímеси vyvolávajúce odozvu analyzátora. 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

Tab. 2.2 Technické parametre meracích prístrojov

Meraná škodlivina	Princíp merania	Rozsah merania [mg/m ³]	Detekčný limit [µg/m ³]	Výrobca	Typ
SO ₂	UV-Fluorescencia	0...2.6	2.6	TEI	Model 43A
	UV-Fluorescencia	0...1.3	1.3	Monitor Labs	ML 9850
H ₂ S	UV-Fluorescencia	0...1.4	1.4	TEI	Model 340
NO, NO ₂ , 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	< 114.5	Monitor Labs	ML 9830
O ₃	UV-Fotometria	0...2	4	TEI	Model 49
	UV-Fotometria	0...1	2	Monitor Labs	ML 9811
Prach	Beta-Absorbcia	0...3.3	10	ENVIRONMENT SA	MPSI 100
	Beta-Absorbcia	0.005...20	5	FAG	FH 62 I-N
	Beta-Absorbcia	0.001...1	10	VEREWA	F 703
	Mikrováženie vo vf elektrickom poli	0.005...1	5	Rupprecht &	1400
		0.005...1	5	Potashnick	1400ab

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

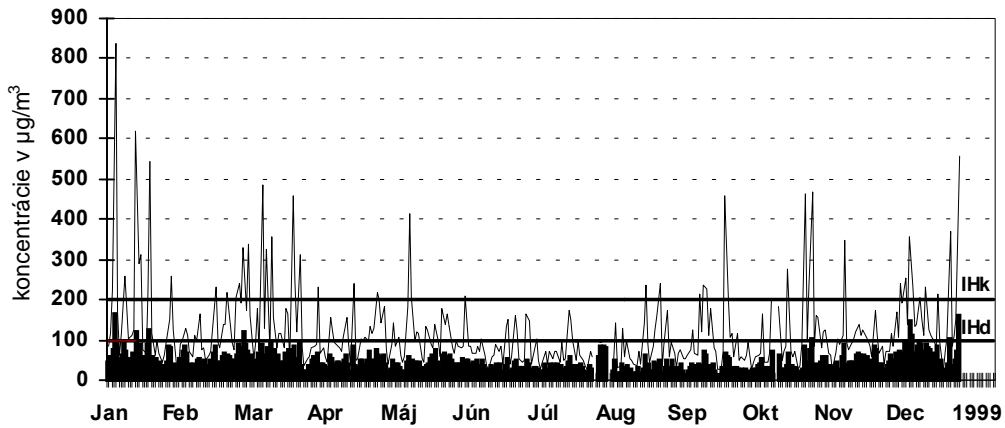
Tab. 2.3 Zoznam monitorovaných škodlivín na Slovensku

Oblasť	Stanica	SO ₂	NO _x	Prach	O ₃	CO	H ₂ S
Bratislava	Mamateyova	*	*	*	*	*	*
	Trnavské mýto	*	*	*		*	
	Kamenné námestie	*	*	*			
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	*	*	*	*	*	
	Strojárske	*	*	*			
	Podhradová	*	*	*	*		
	Veľká Ida	*	*	*	*	*	
Prešov	Sídliisko III.	*	*	*			
	Solivar	*	*	*	*	*	
Krompachy		*	*	*			
Strážske		*	*	*			
Vranov nad Topľou		*	*	*			
Humenné		*	*	*	*		

NO_x v ovzduší

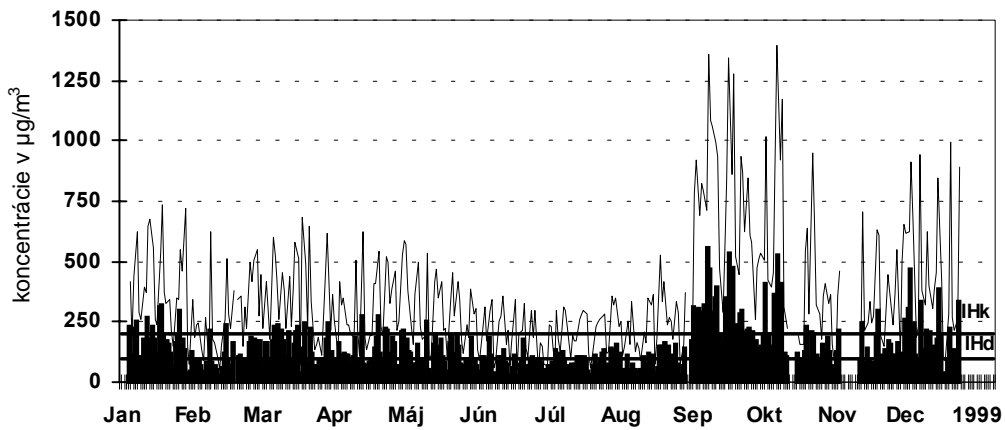
Obr.2.1

Bratislava - Mamateyova



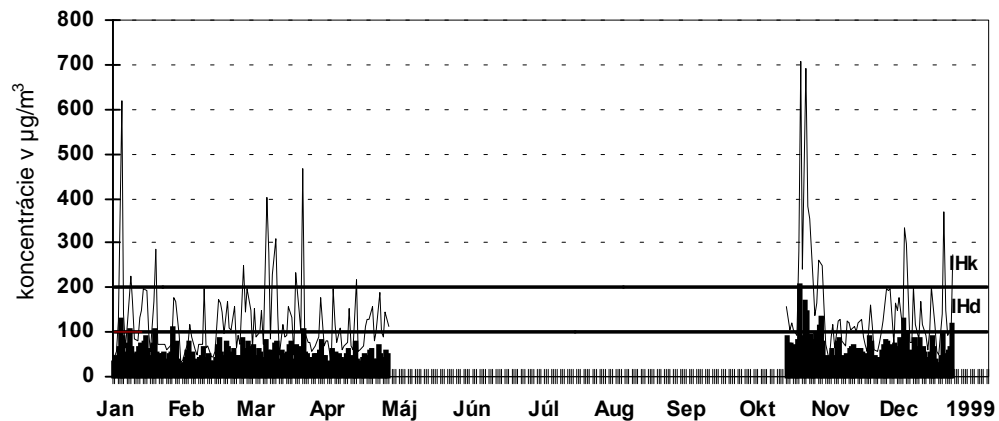
Obr.2.2

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.3

Bratislava - Kamenné námestie

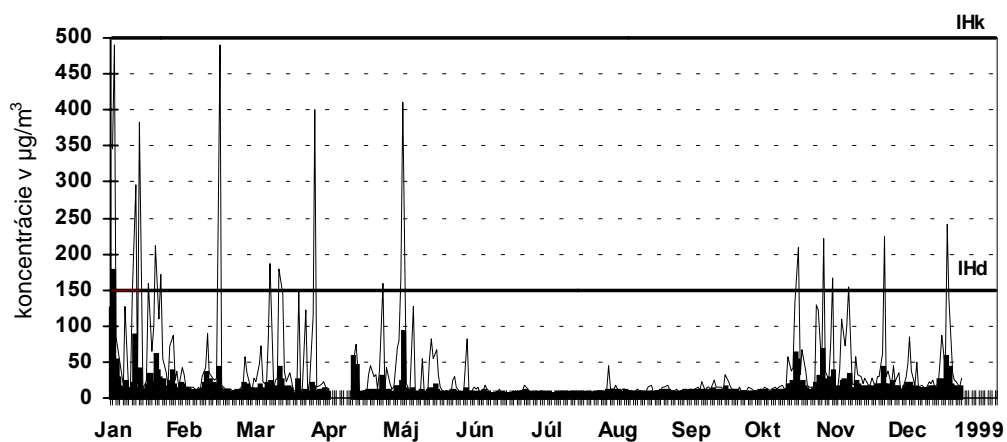


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

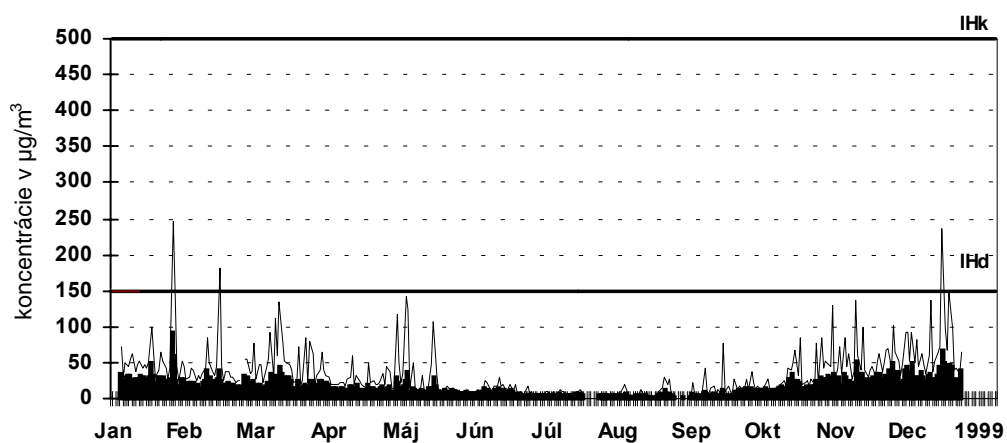
Obr.2.4

Bratislava - Mamateyova



Obr.2.5

Bratislava - Trnavské mýto

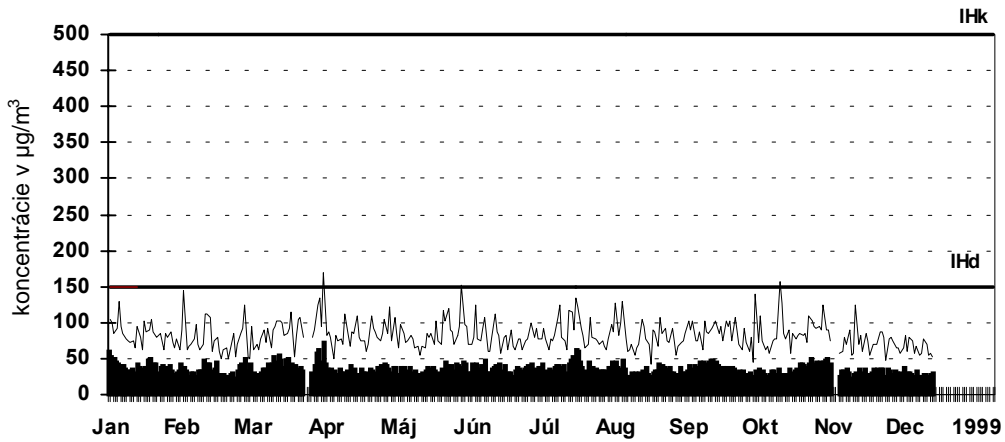


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

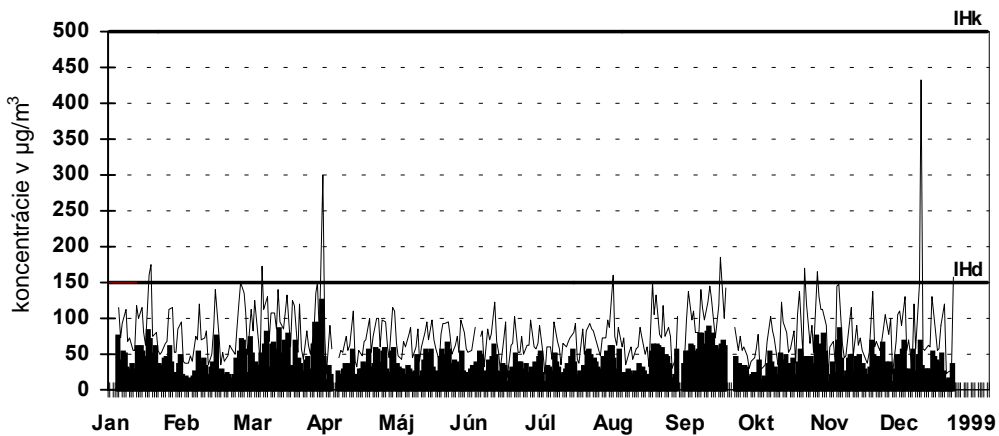
Obr.2.6

Bratislava - Mamateyova



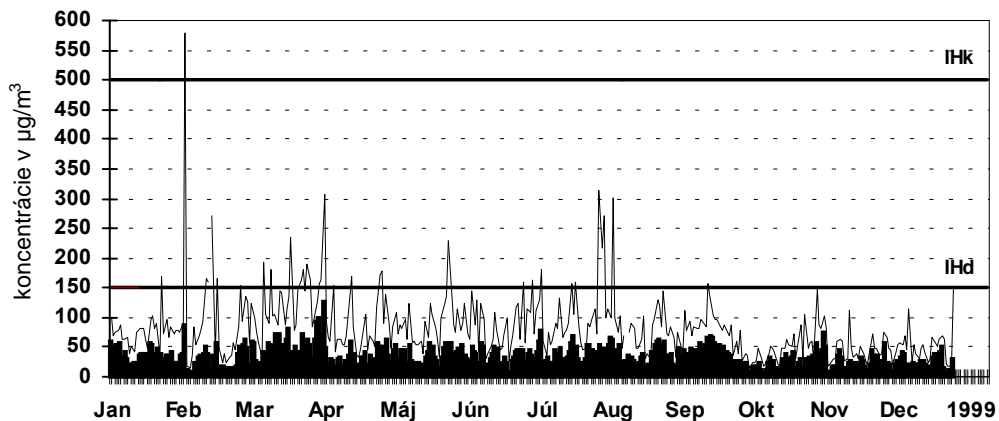
Obr.2.7

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.8

Bratislava - Kamenné námestie

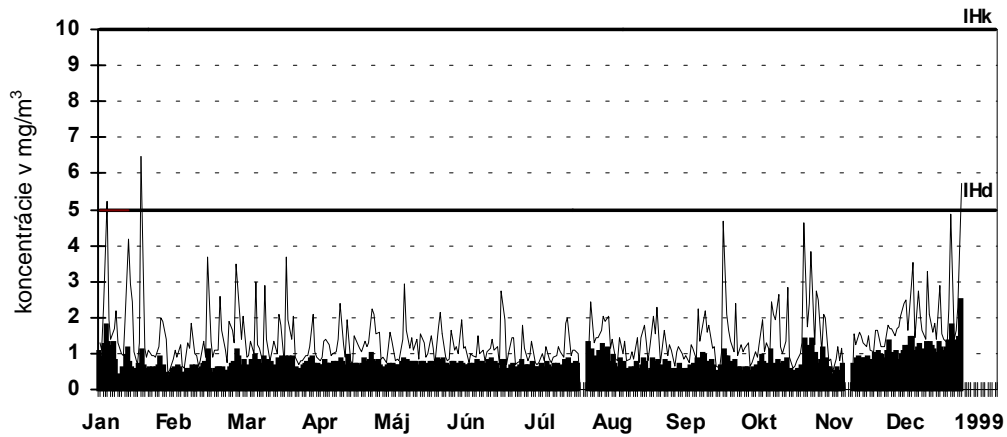


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

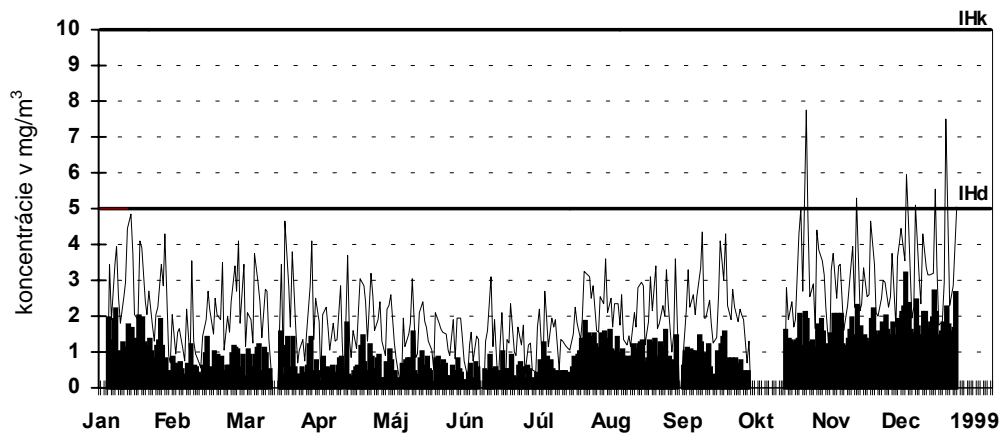
Obr.2.9

Bratislava - Mamateyova



Obr.2.10

Bratislava - Trnavské mýto

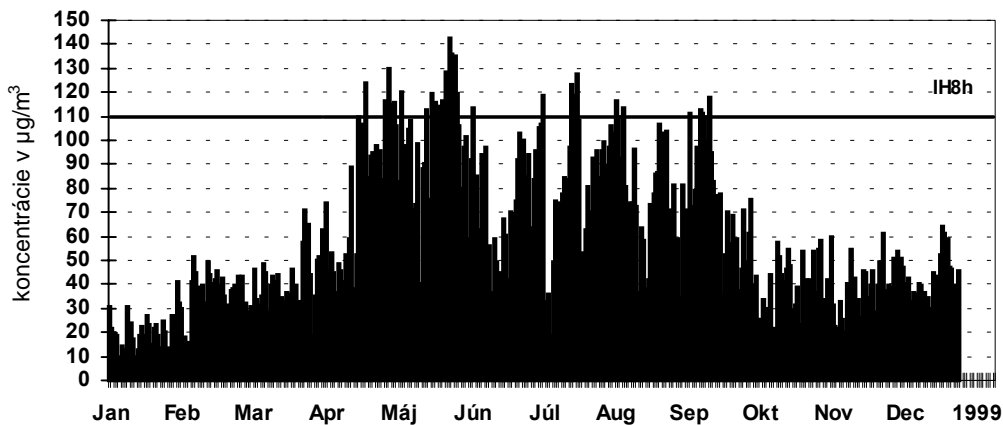


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

Obr.2.11

Bratislava - Mamateyova

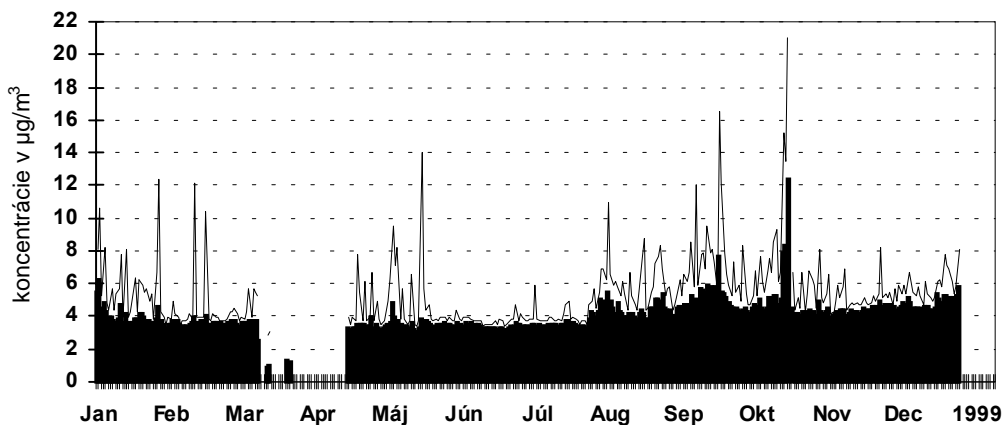


- priem. 8-hod. koncentrácie

H₂S v ovzduší

Obr.2.12

Bratislava - Mamateyova

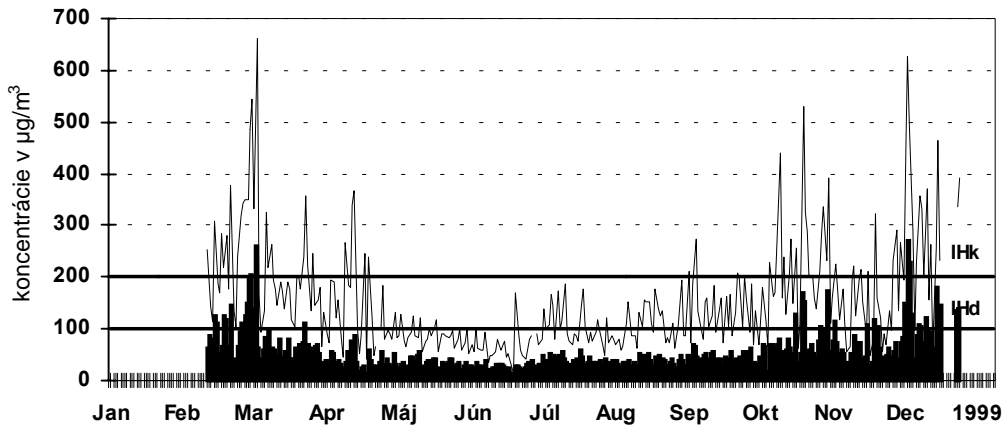


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

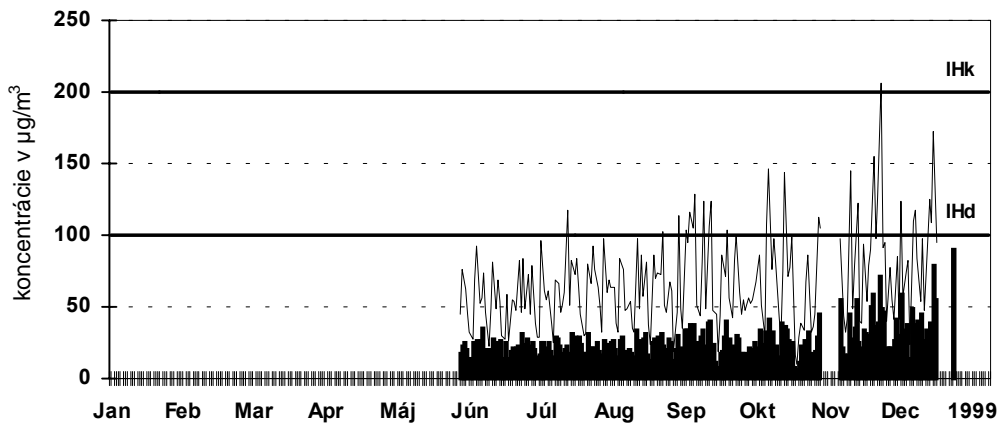
Obr.2.13

Banská Bystrica - Nám. slobody



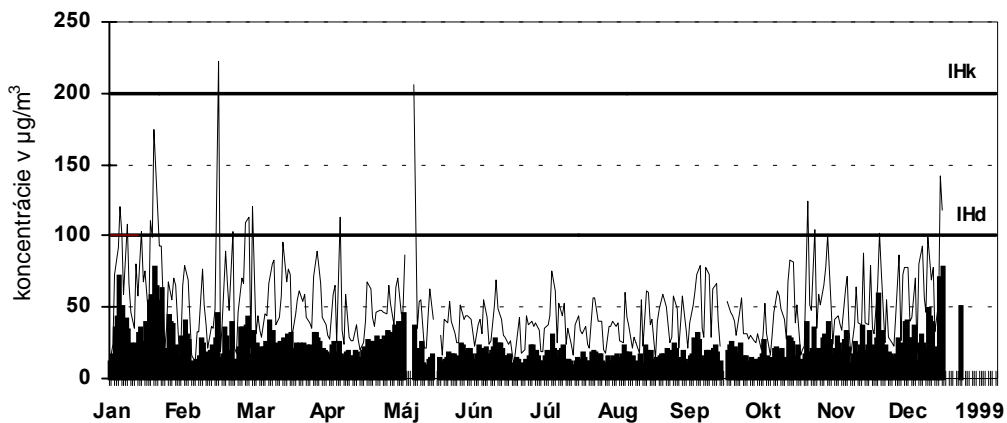
Obr.2.14

Ružomberok - Riadok



Obr.2.15

Žiar nad Hronom

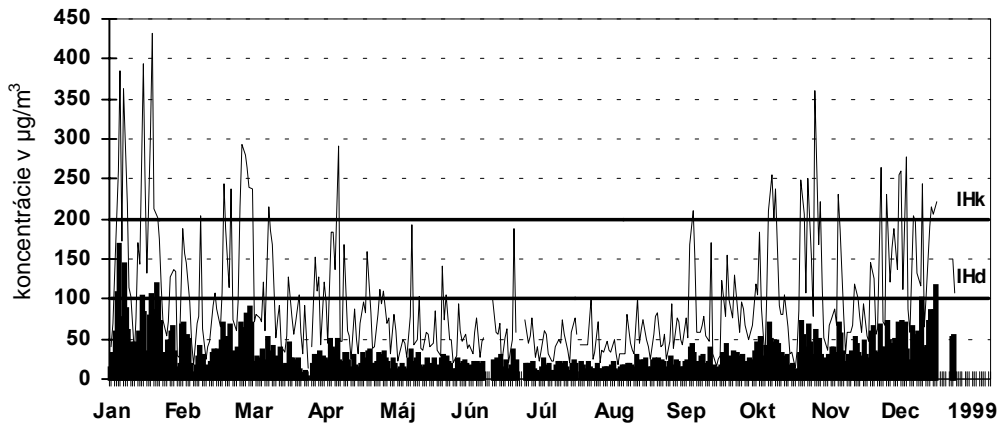


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

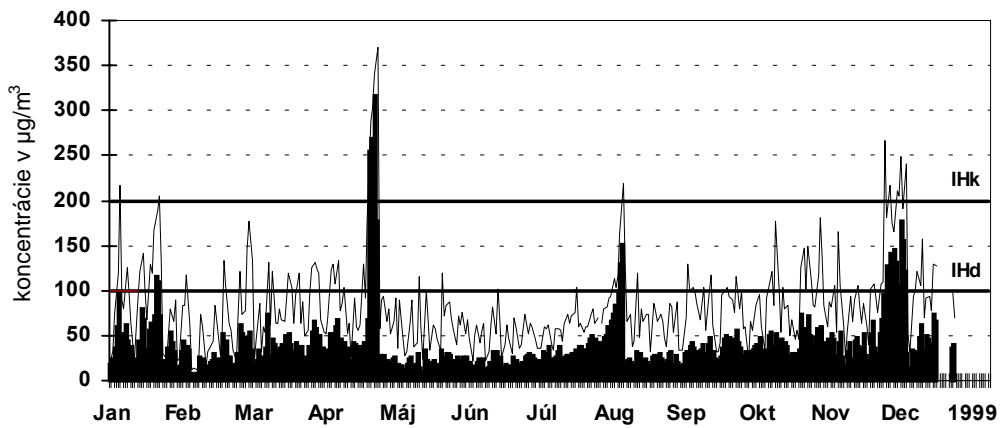
Obr.2.16

Prievidza



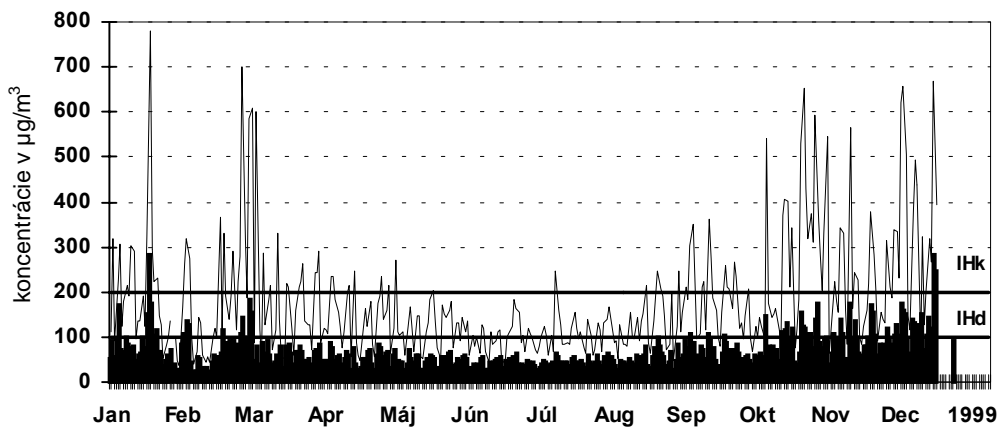
Obr.2.17

Bystričany



Obr.2.18

Žilina - Veľká Okružná

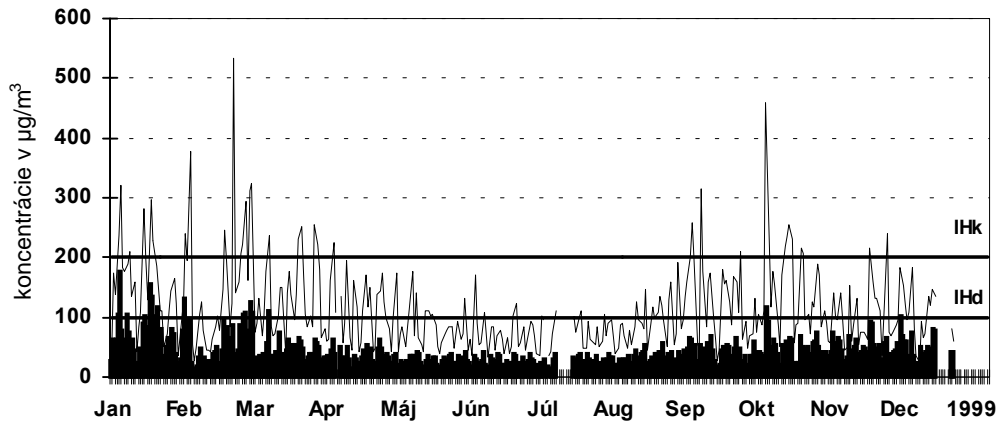


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

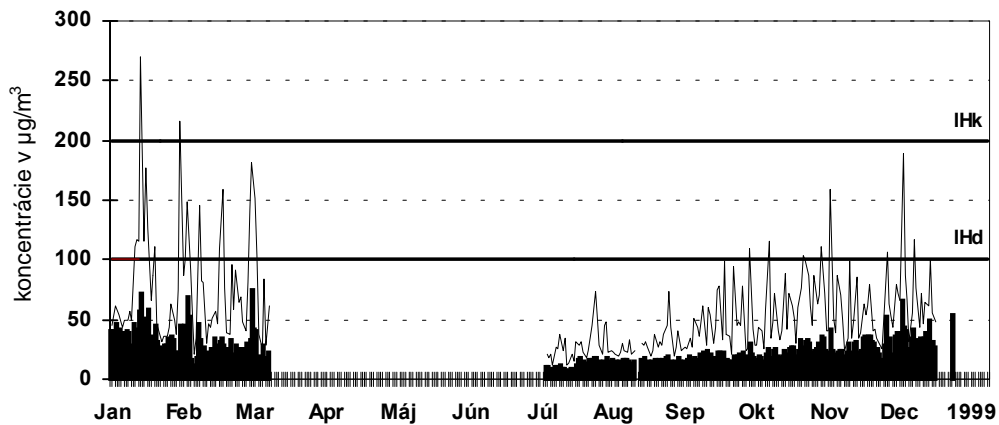
Obr.2.19

Žilina - Vlčince



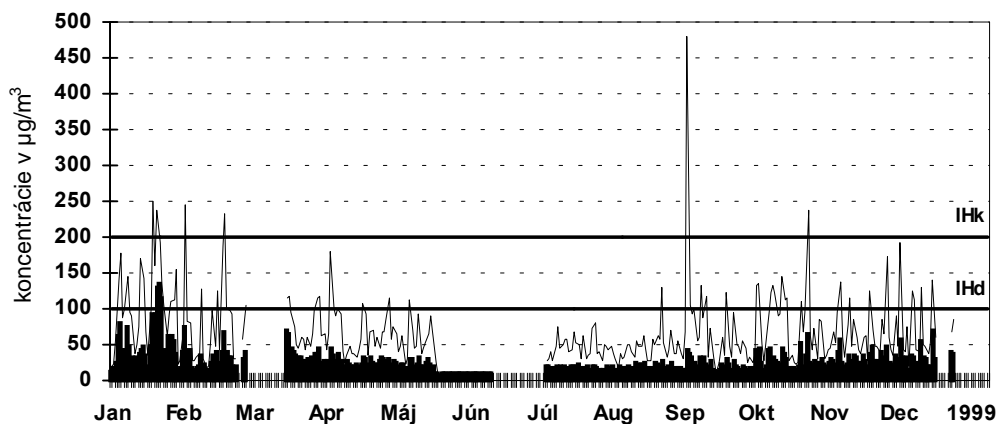
Obr.2.20

Hnúšťa



Obr.2.21

Handlová

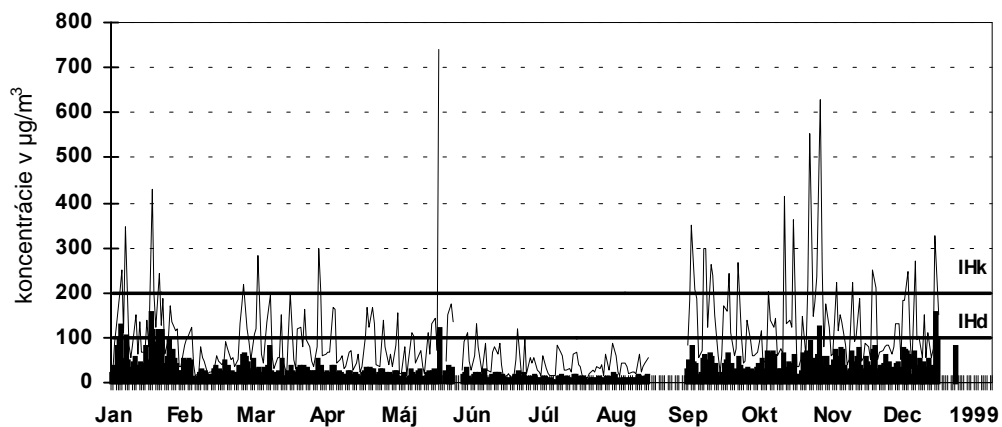


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

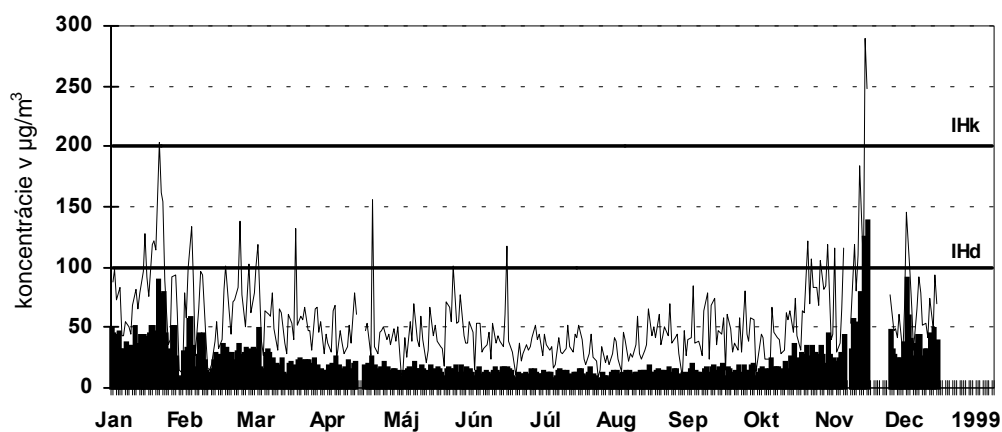
Obr.2.22

Martin



Obr.2.23

Jeľšava

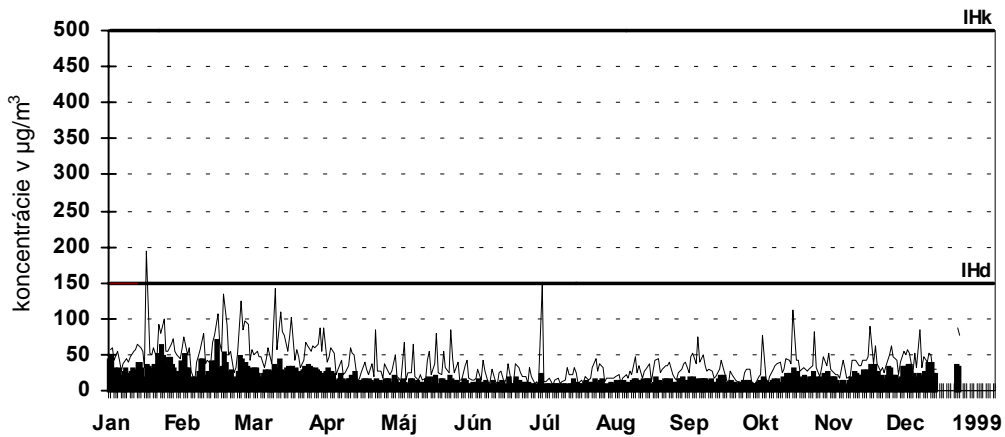


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

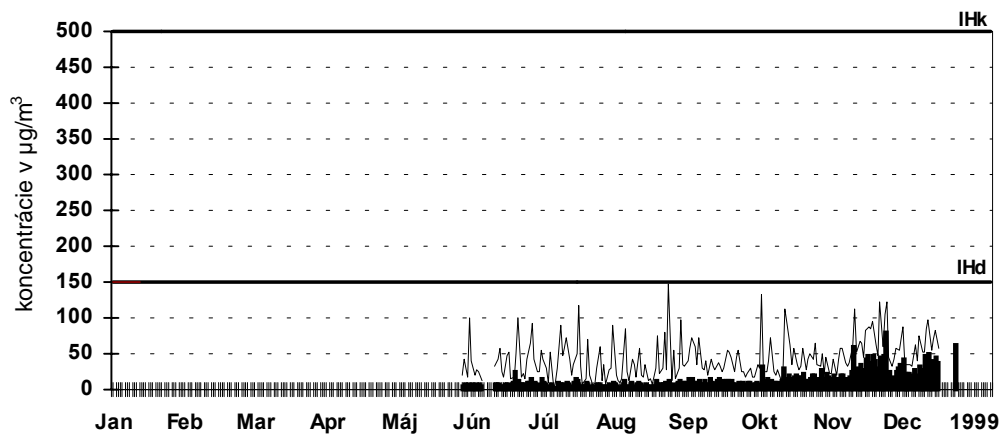
Obr.2.24

Banská Bystrica - Nám. slobody



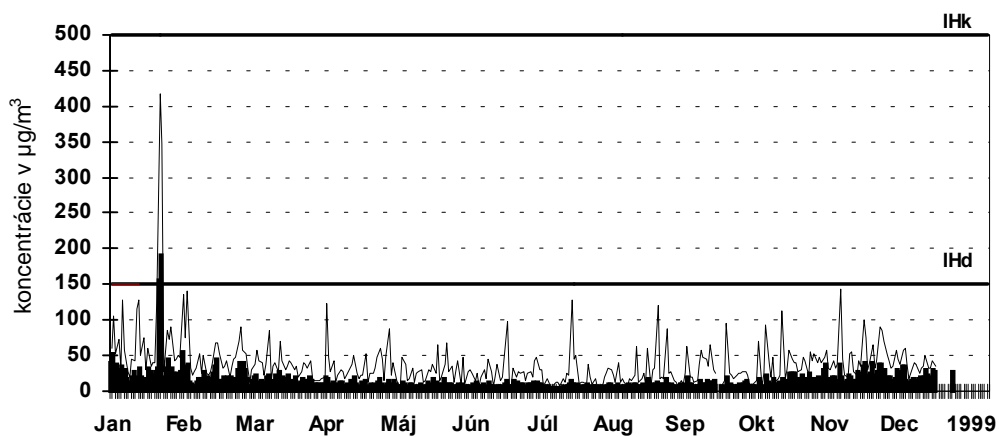
Obr.2.25

Ružomberok - Riadok



Obr.2.26

Žiar nad Hronom

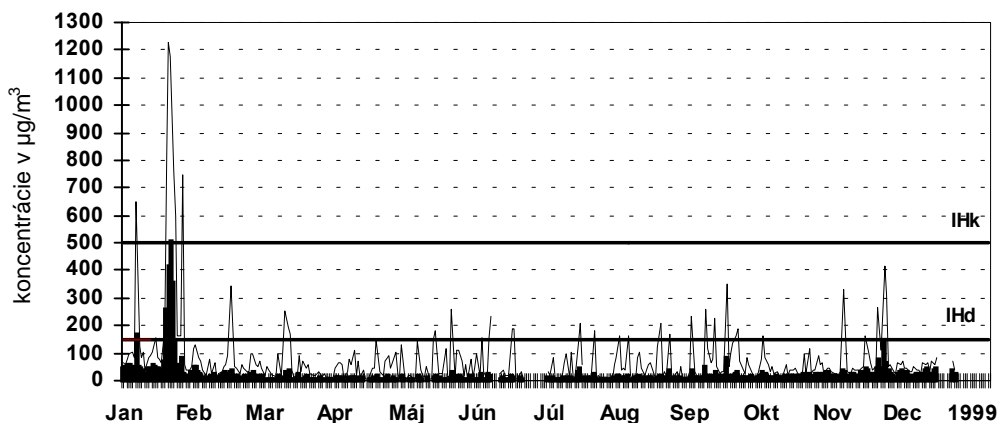


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

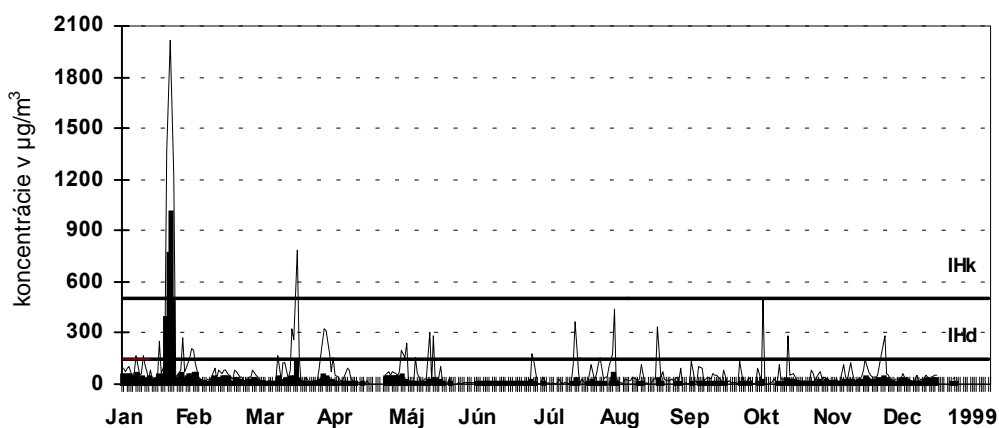
Obr.2.27

Prievidza



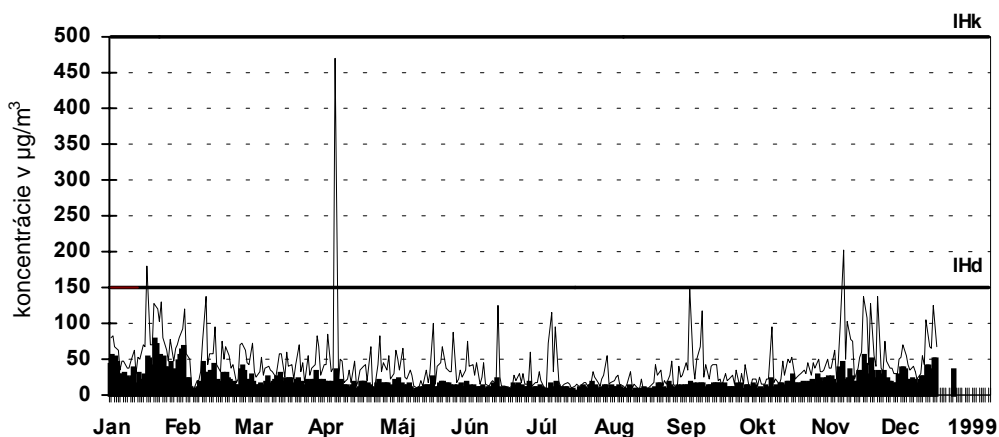
Obr.2.28

Bystričany



Obr.2.29

Žilina - Veľká Okružná

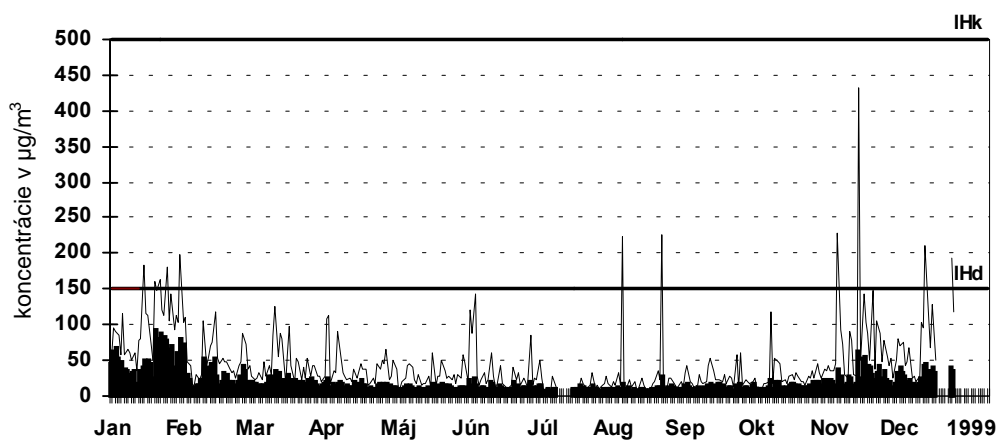


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

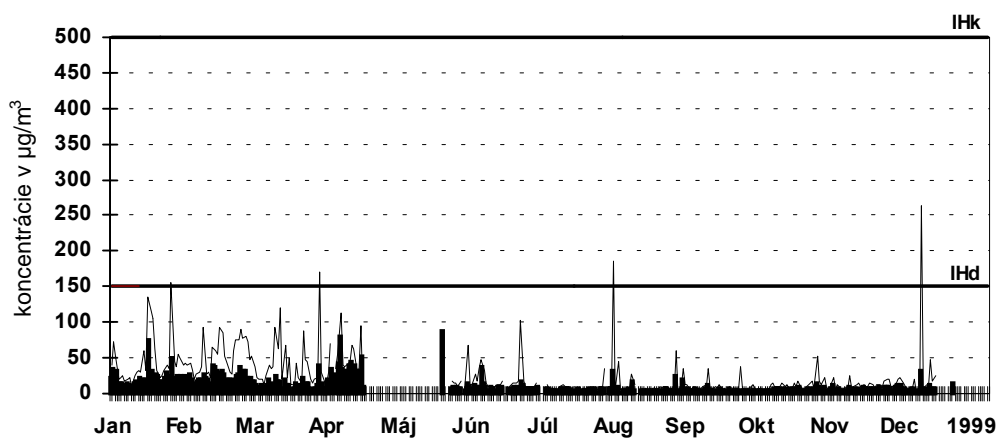
Obr.2.30

Žilina - Vlčince



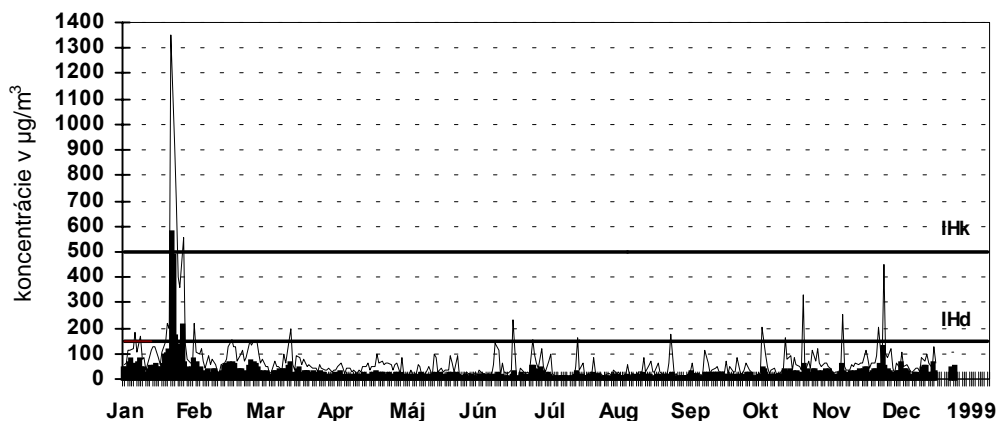
Obr.2.31

Hnúšťa



Obr.2.32

Handlová

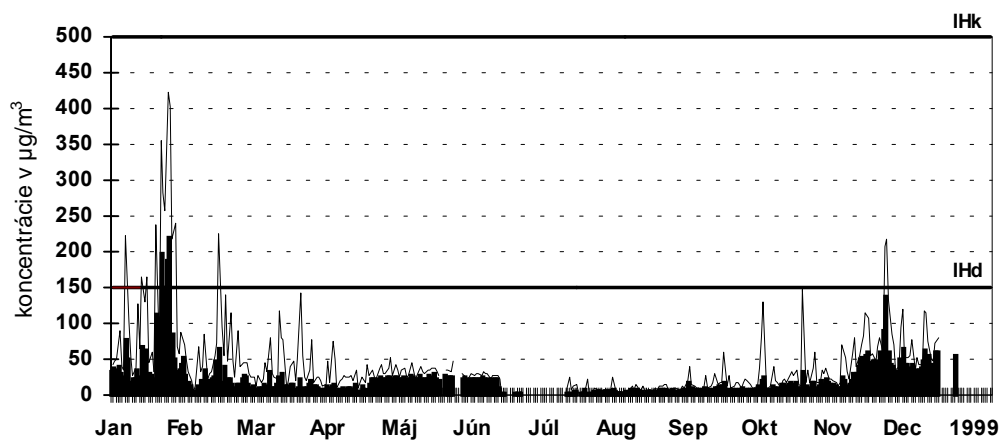


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

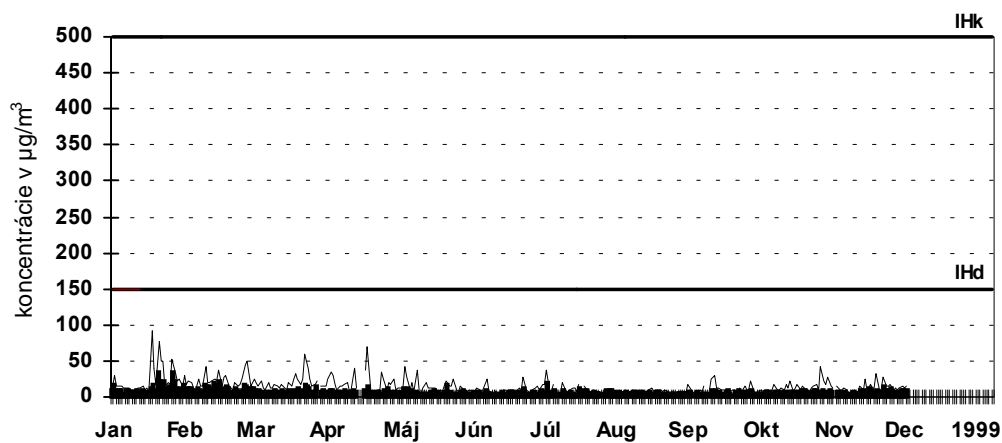
Obr.2.33

Martin



Obr.2.34

Jeľšava

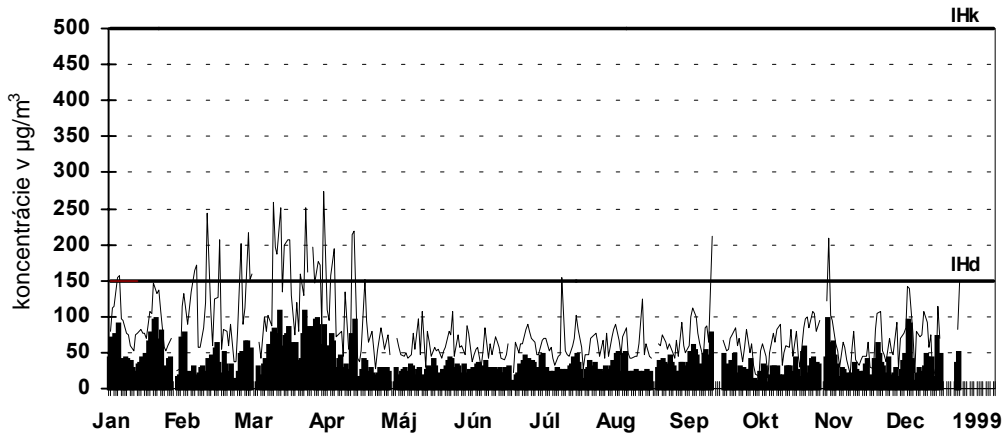


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

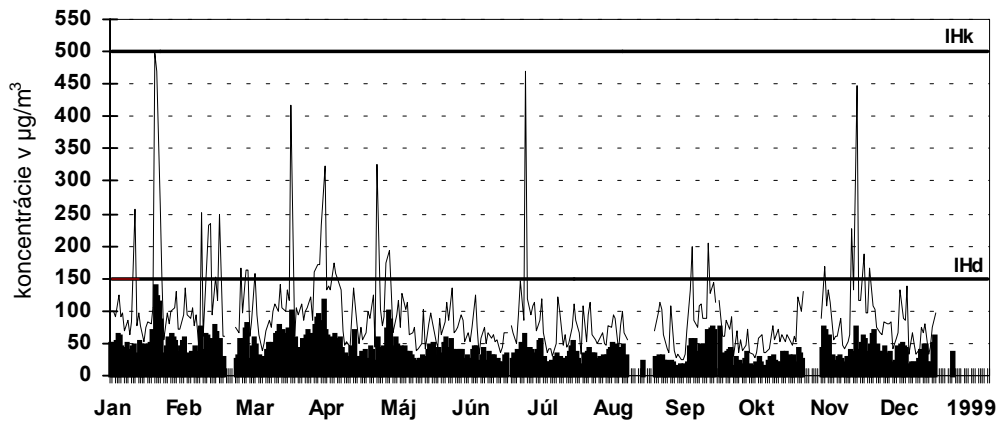
Obr.2.35

Banská Bystrica - Nám. slobody



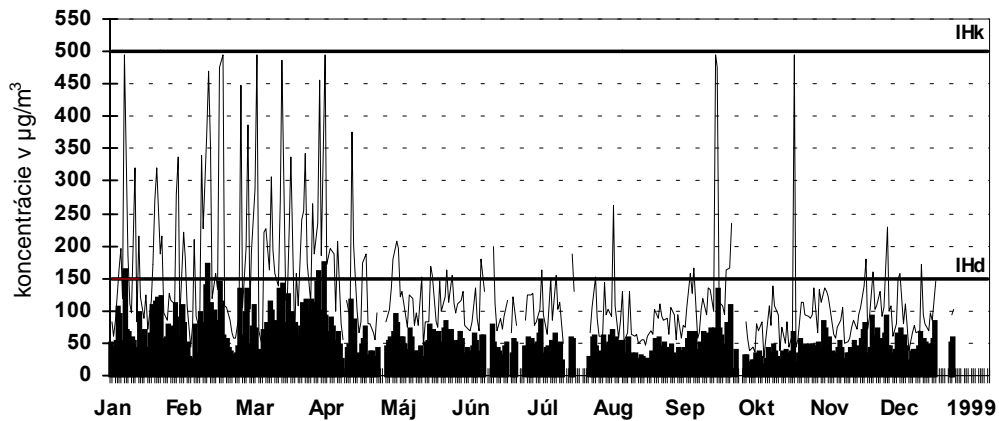
Obr.2.36

Žiar nad Hronom



Obr.2.37

Prievidza

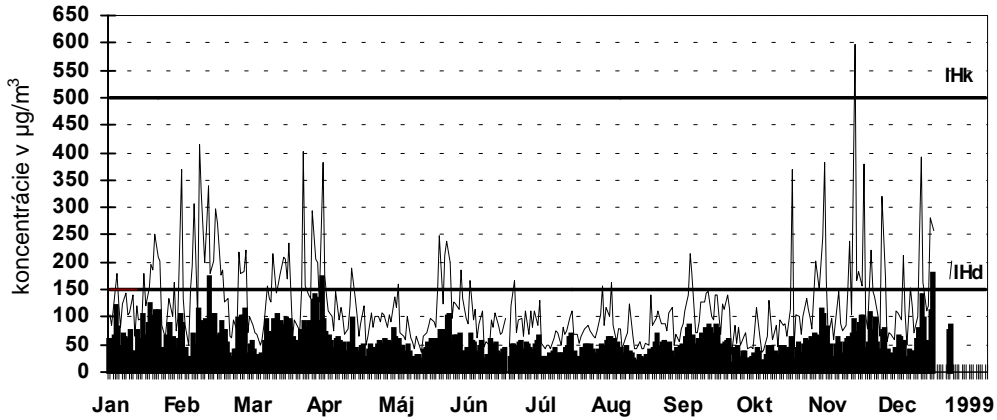


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

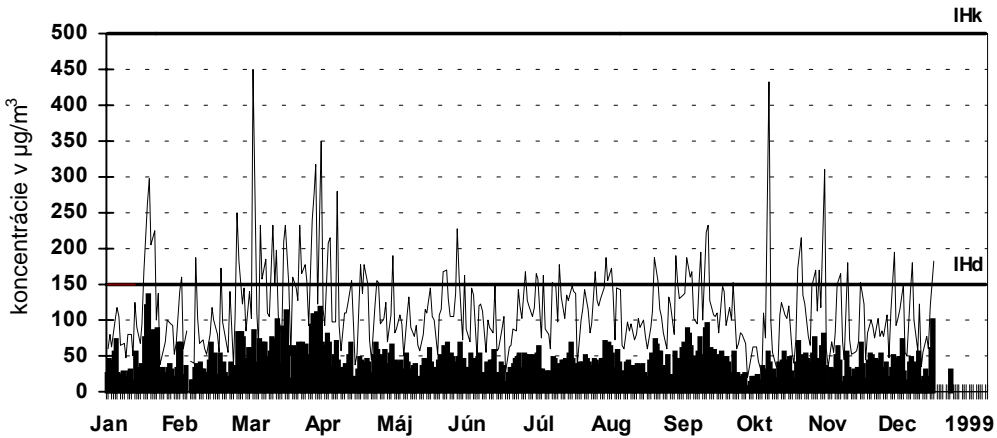
Obr.2.38

Bystričany



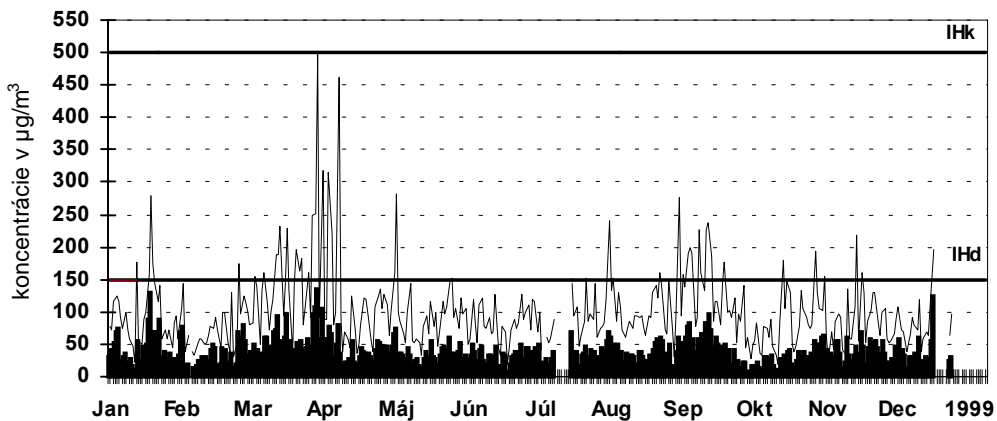
Obr.2.39

Žilina - Veľká Okružná



Obr.2.40

Žilina - Vlčince

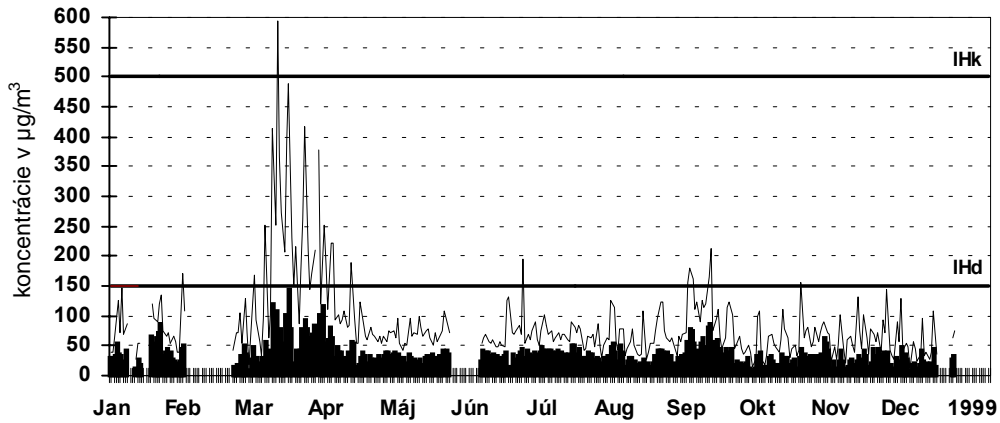


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

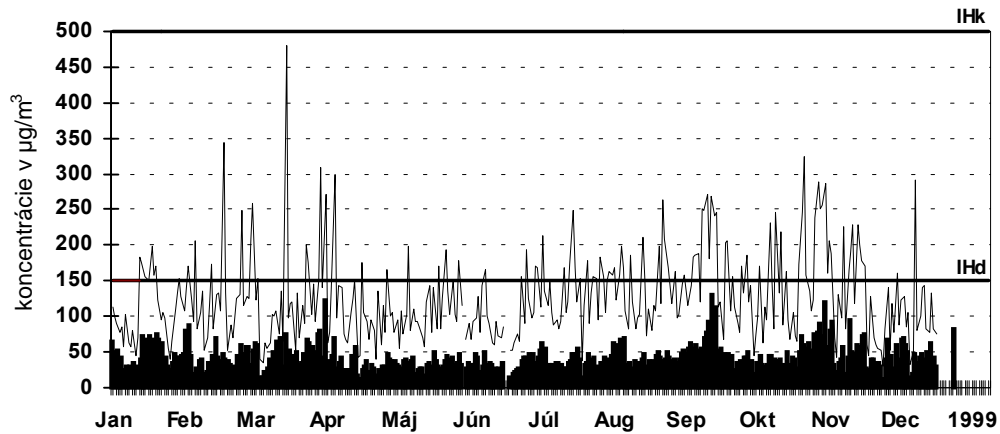
Obr.2.41

Handlová



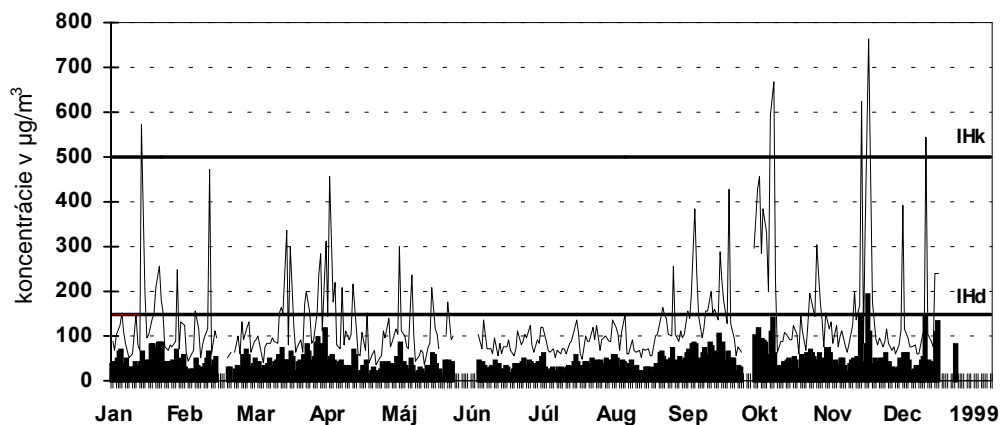
Obr.2.42

Hnúšťa



Obr.2.43

Martin

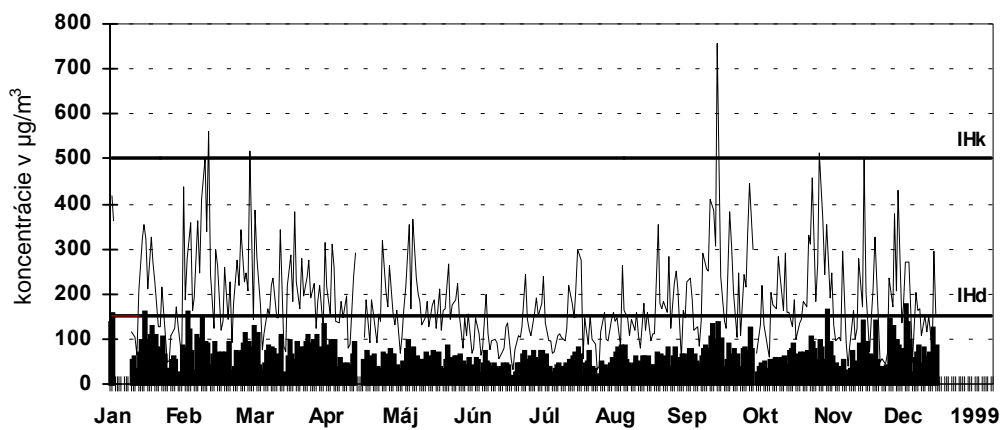


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

Obr.2.44

Jelšava

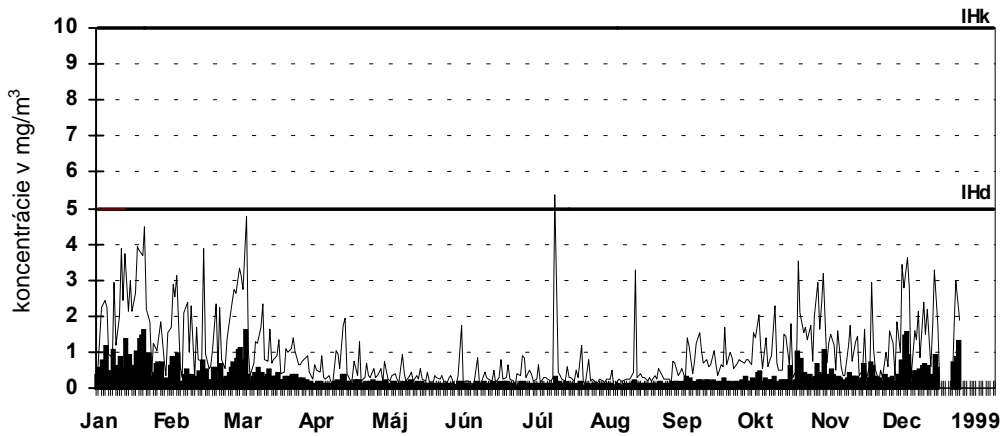


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

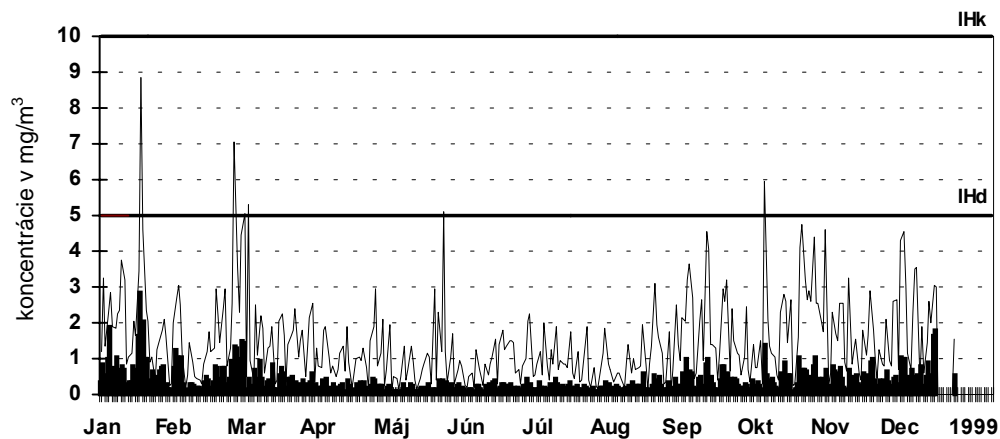
Obr.2.45

Banská Bystrica - Nám. slobody



Obr.2.46

Žilina - Veľká Okružná

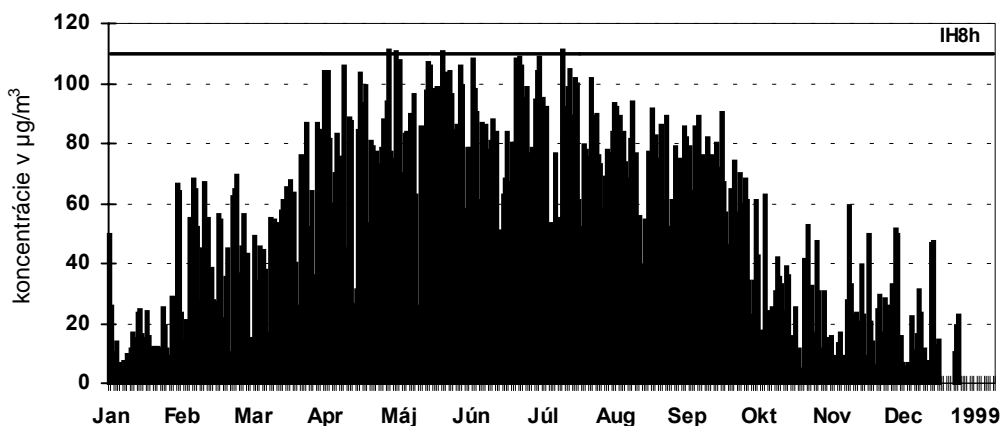


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

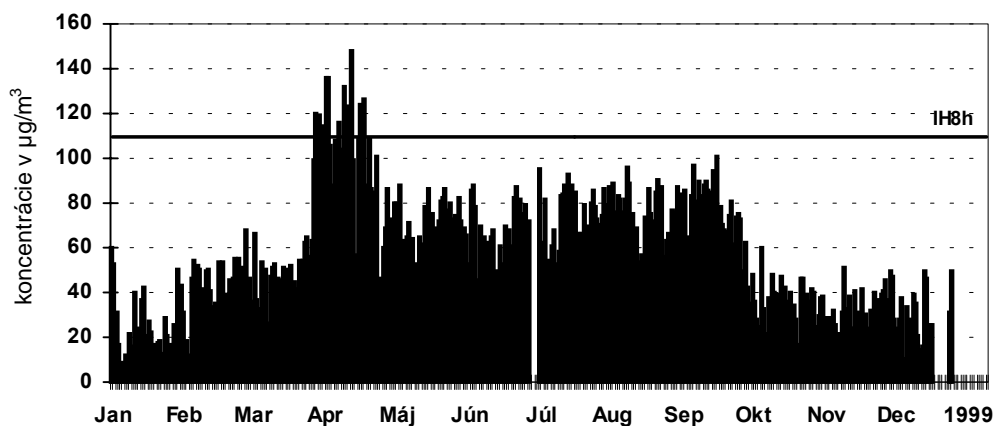
Obr.2.47

Banská Bystrica - Nám. slobody



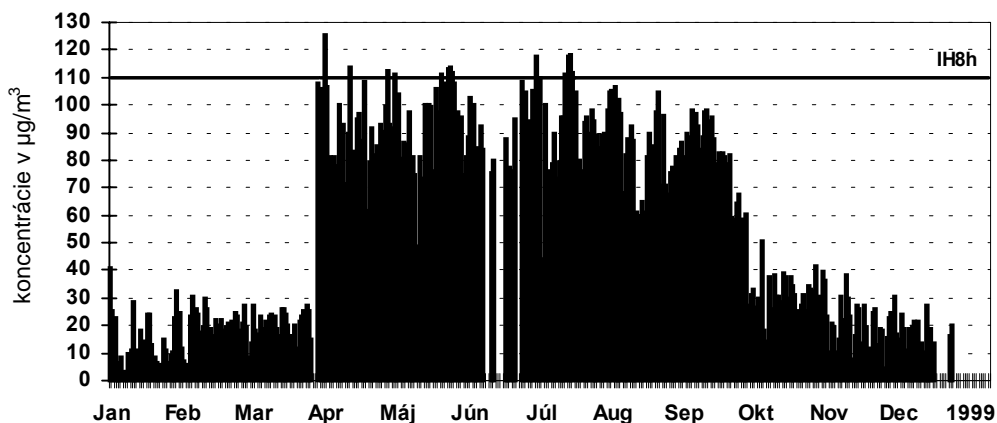
Obr.2.48

Žiar nad Hronom



Obr.2.49

Prievidza

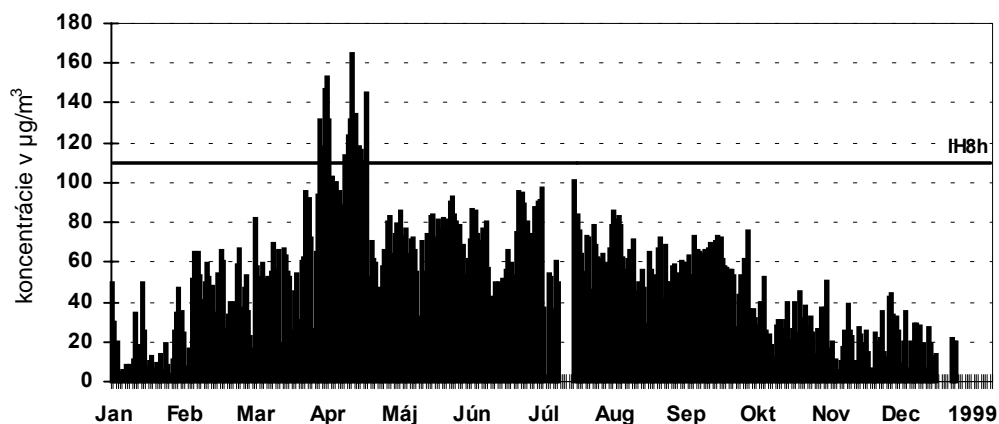


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

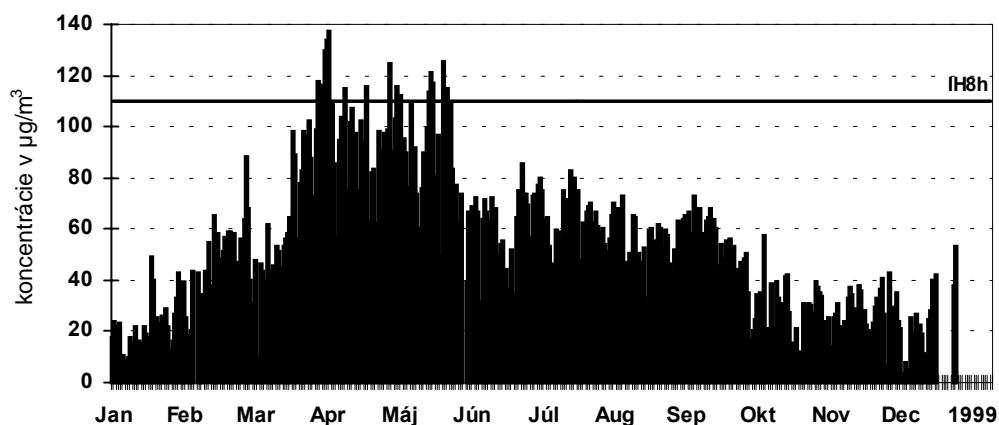
Obr.2.50

Žilina - Vlčince



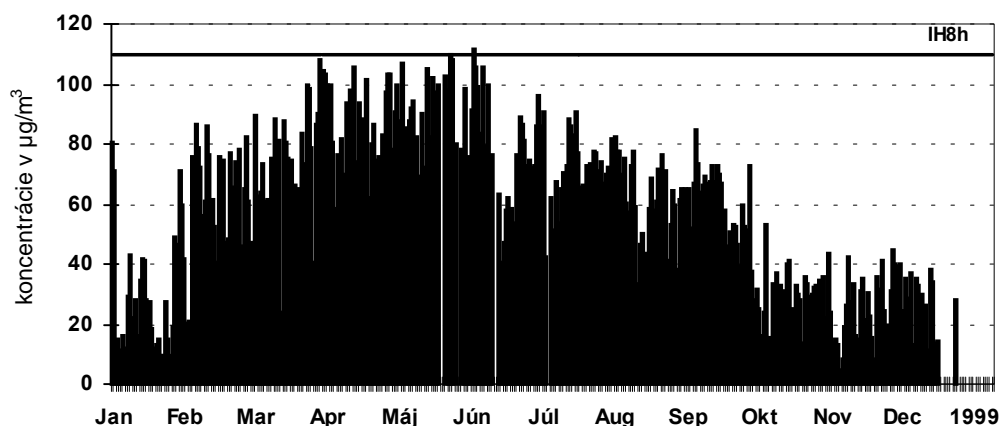
Obr.2.51

Hnúšťa



Obr.2.52

Martin

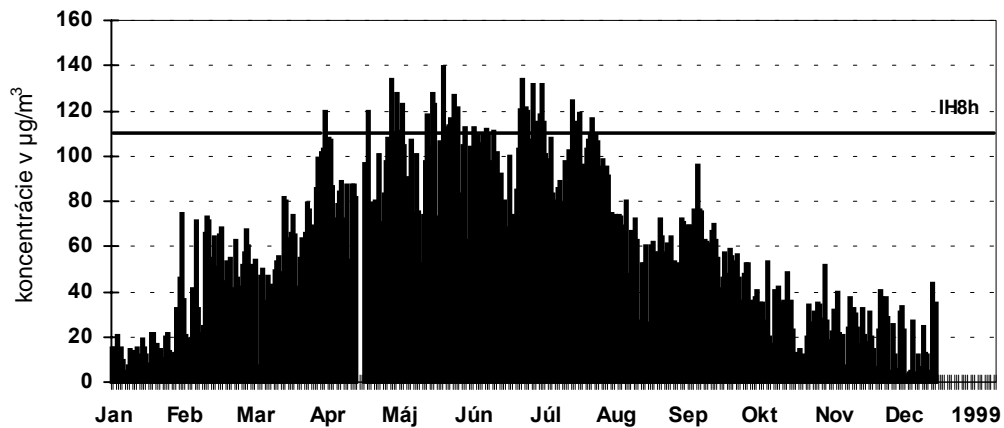


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

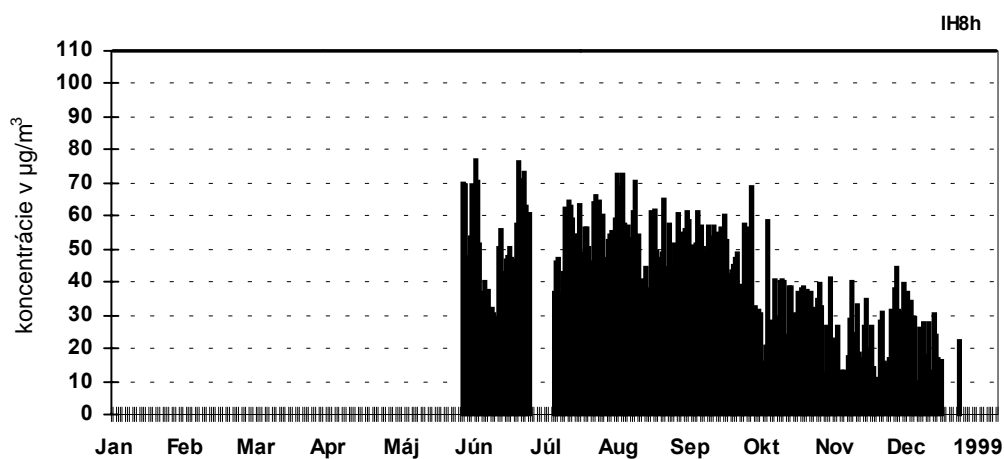
Obr.2.53

Jelšava



Obr.2.54

Ružomberok - Riadok

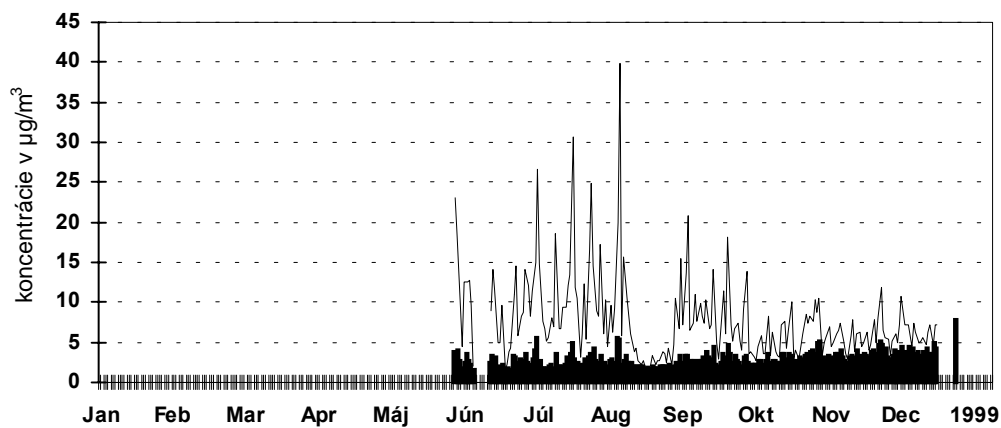


- priem. 8-hod. koncentrácie

H₂S v ovzduší

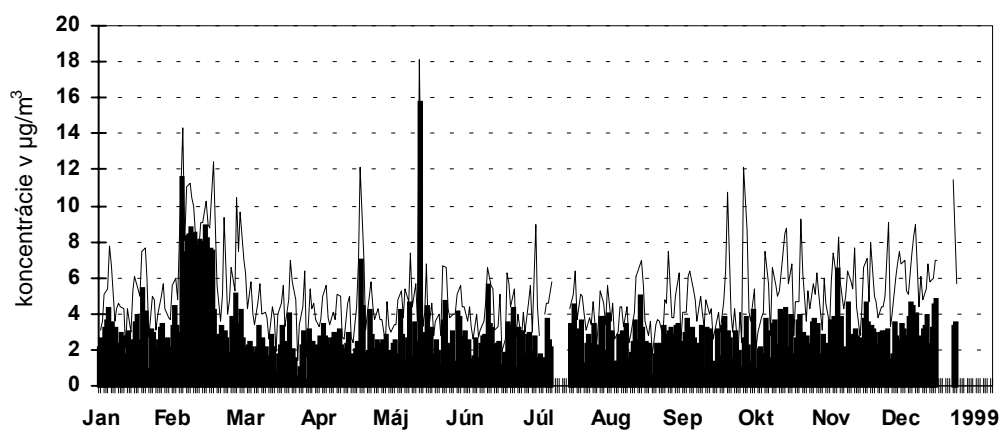
Obr.2.55

Ružomberok - Riadok



Obr.2.56

Žilina - Vlčince

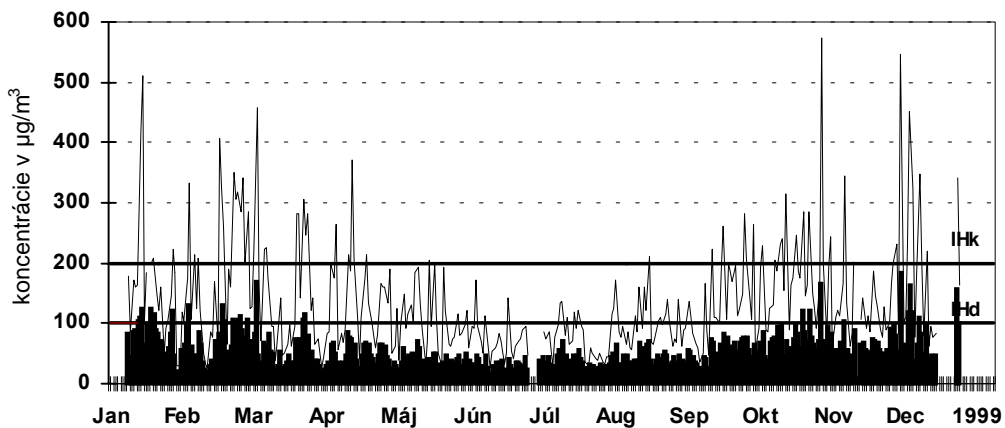


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

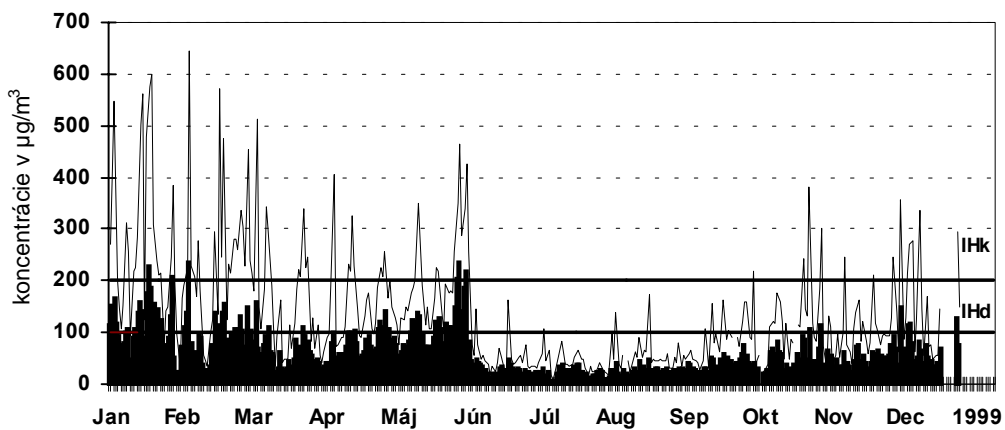
Obr.2.57

Košice - Štúrova



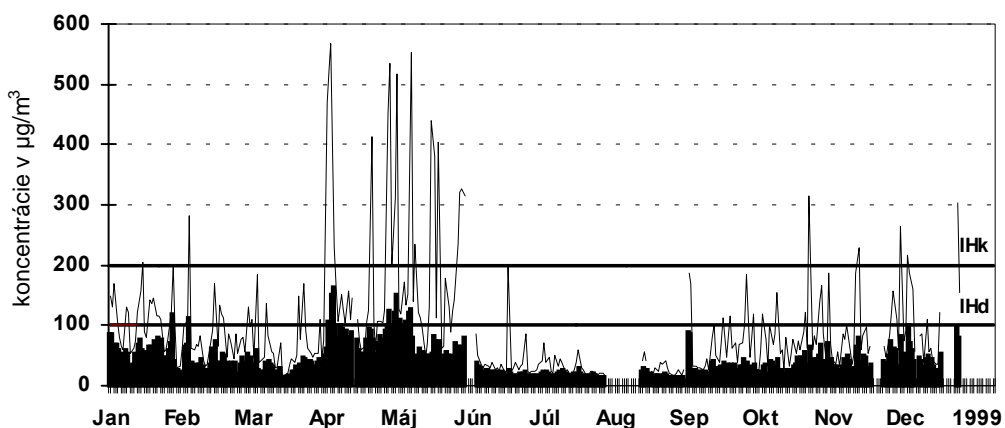
Obr.2.58

Košice - Strojársená



Obr.2.59

Košice - Podhradová

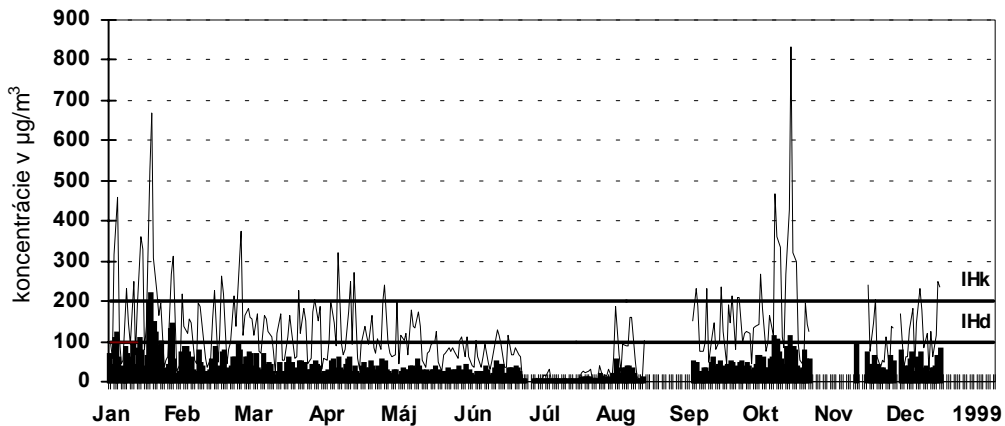


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

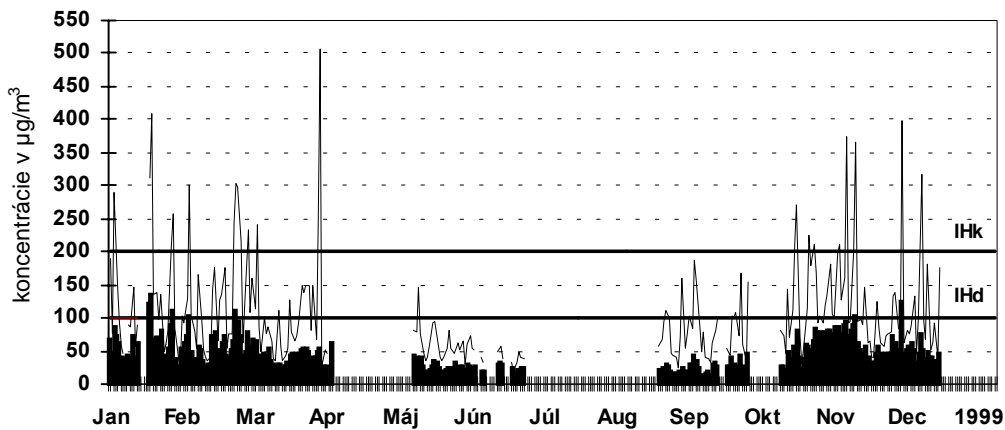
Obr.2.60

Prešov - Solivar



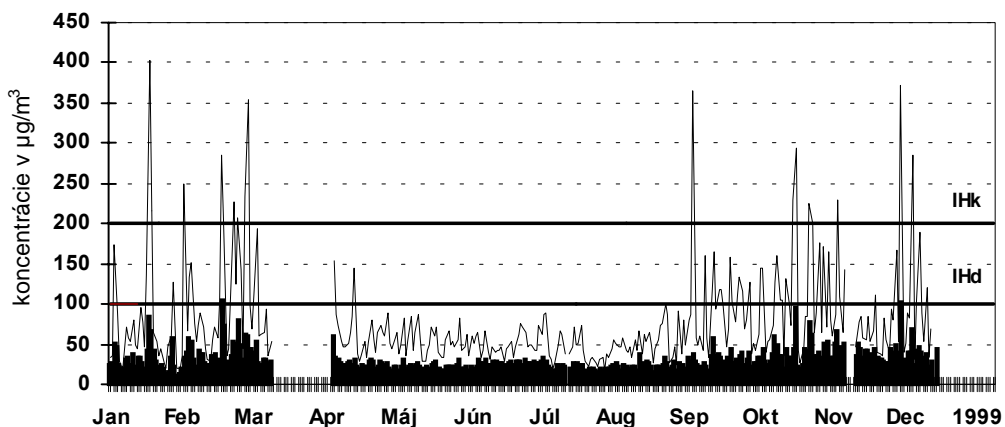
Obr.2.61

Prešov - Sídliisko III



Obr.2.62

Vranov nad Topľou

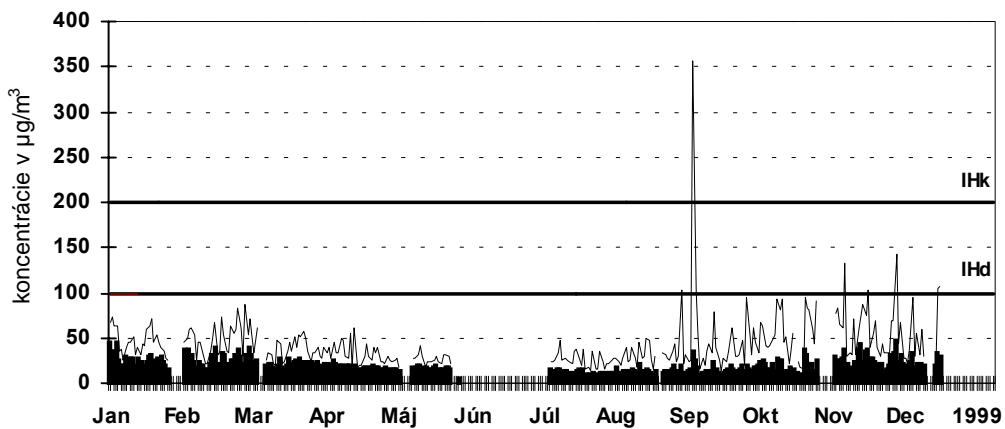


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

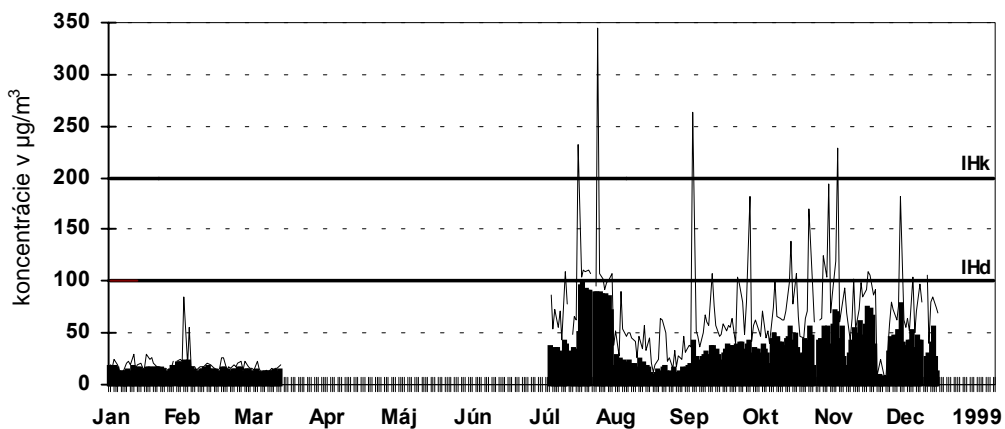
Obr.2.63

Humenné



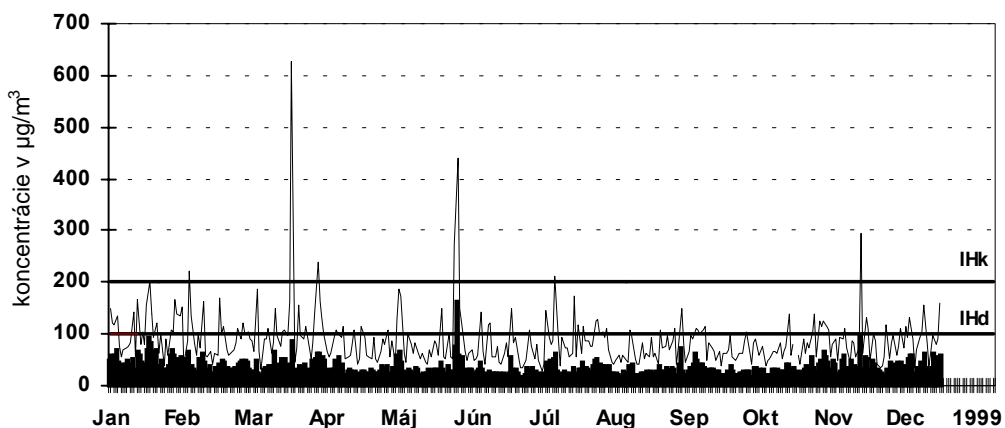
Obr.2.64

Strážske



Obr.2.65

Veľká Ida

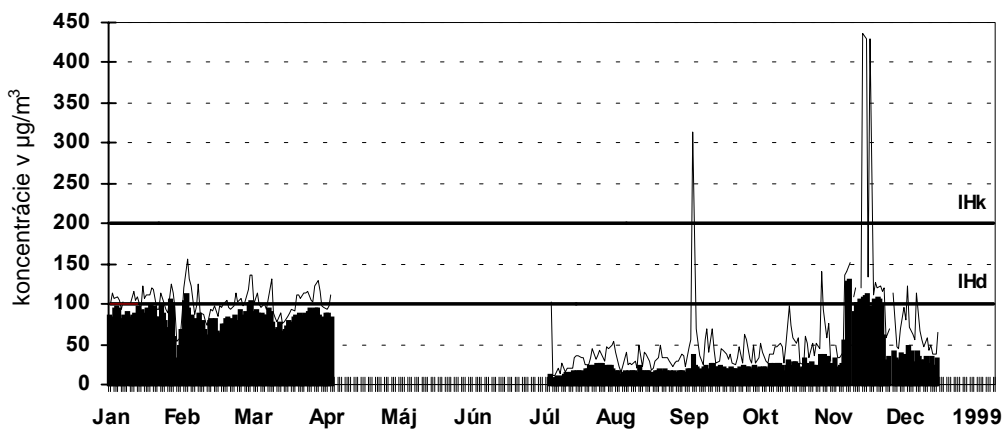


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

Obr.2.66

Krompachy

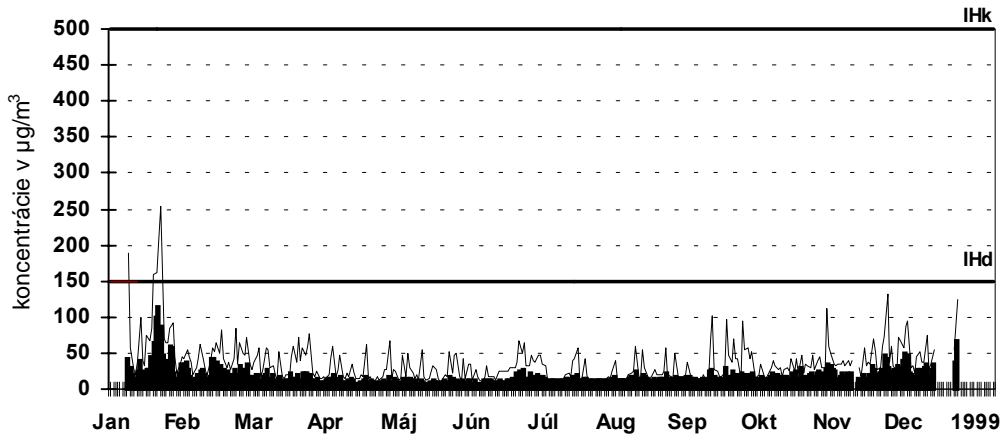


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

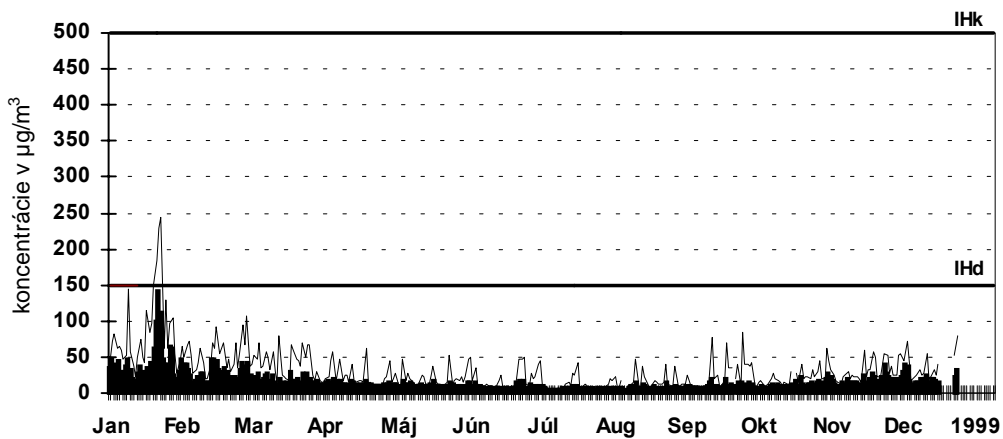
Obr.2.67

Košice - Štúrova



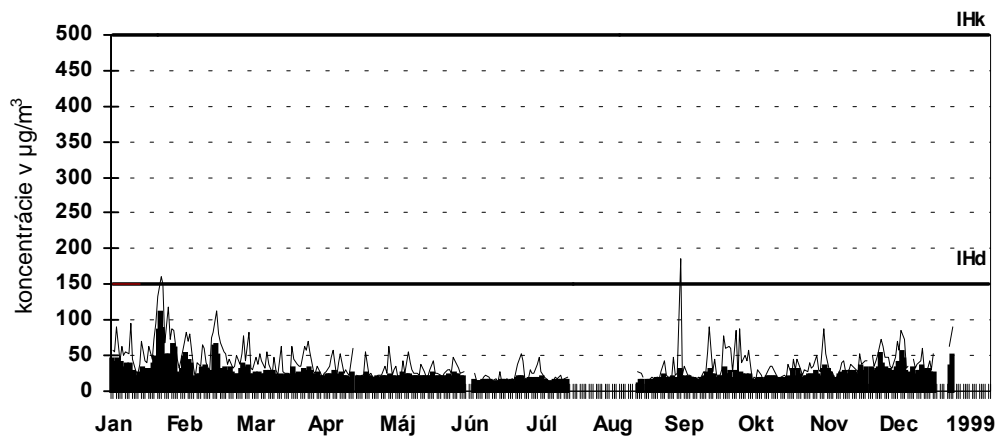
Obr.2.68

Košice - Strojársená



Obr.2.69

Košice - Podhradová

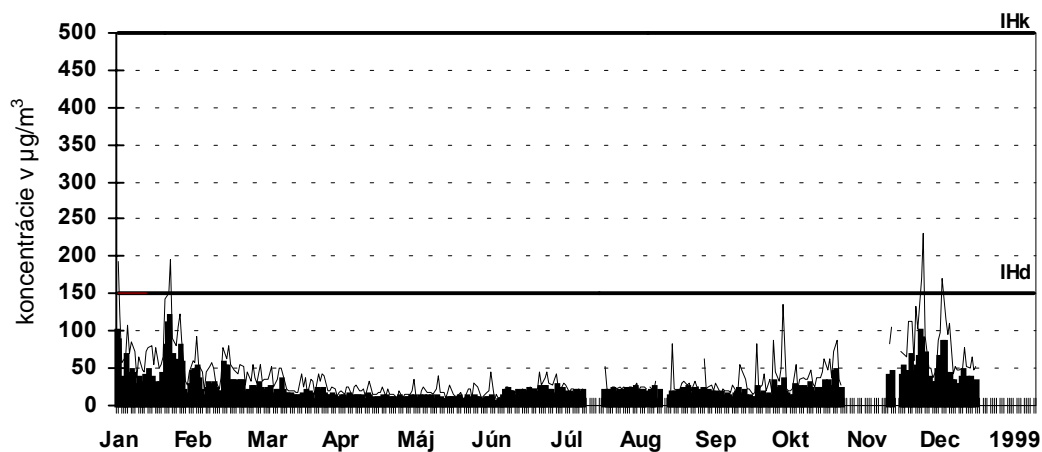


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

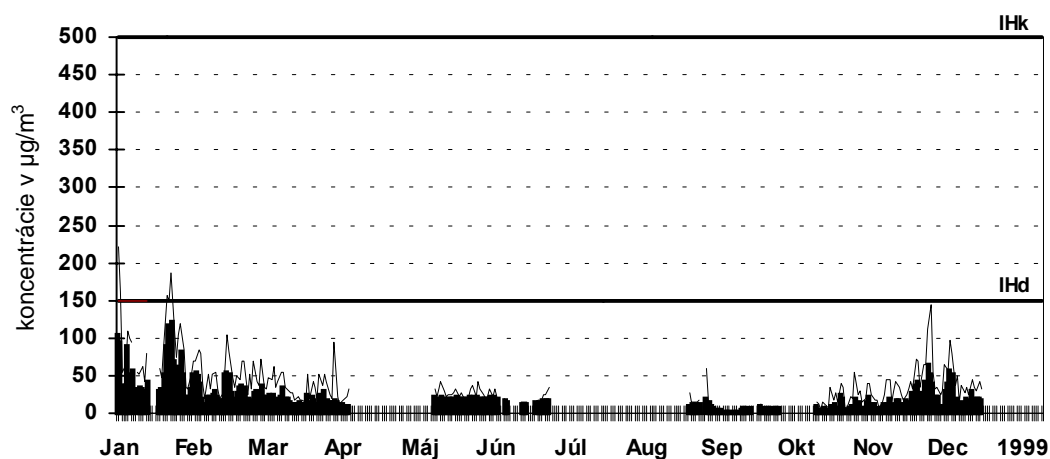
Obr.2.70

Prešov - Solivar



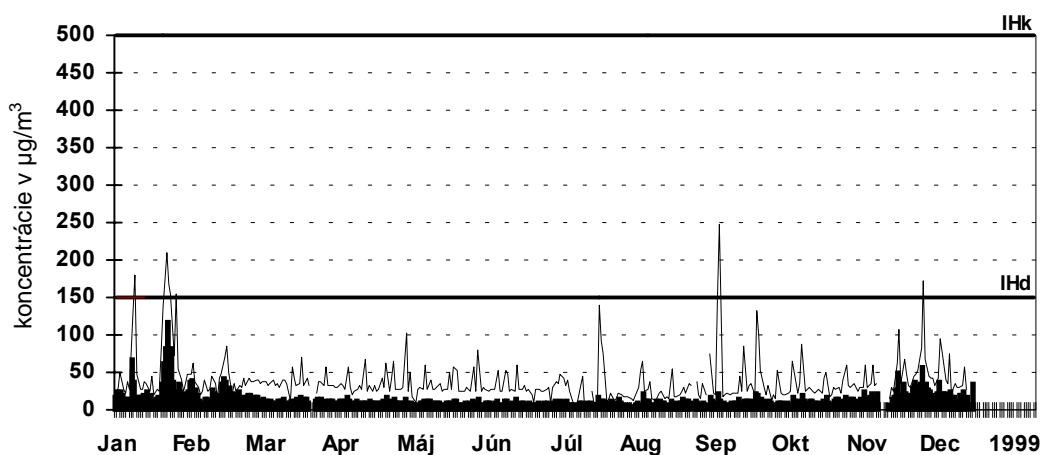
Obr.2.71

Prešov - Sídliisko III



Obr.2.72

Vranov nad Topľou

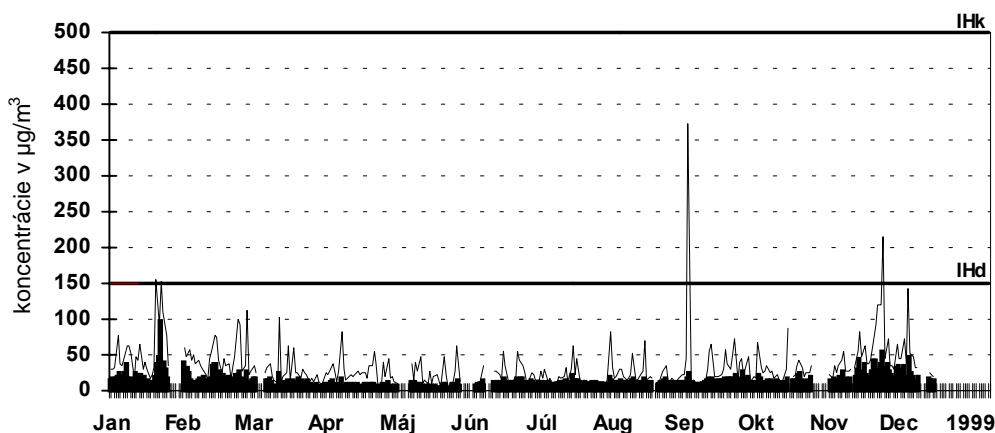


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

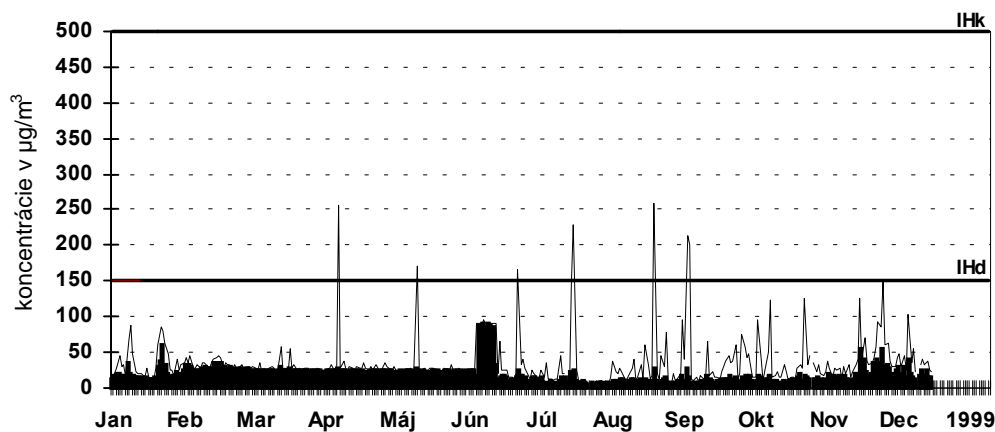
Obr.2.73

Humenné



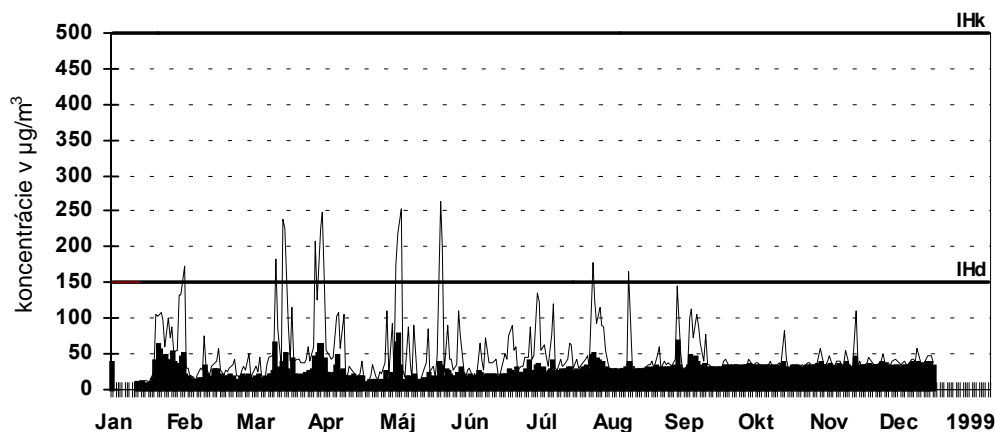
Obr.2.74

Strážske



Obr.2.75

Veľká Ida

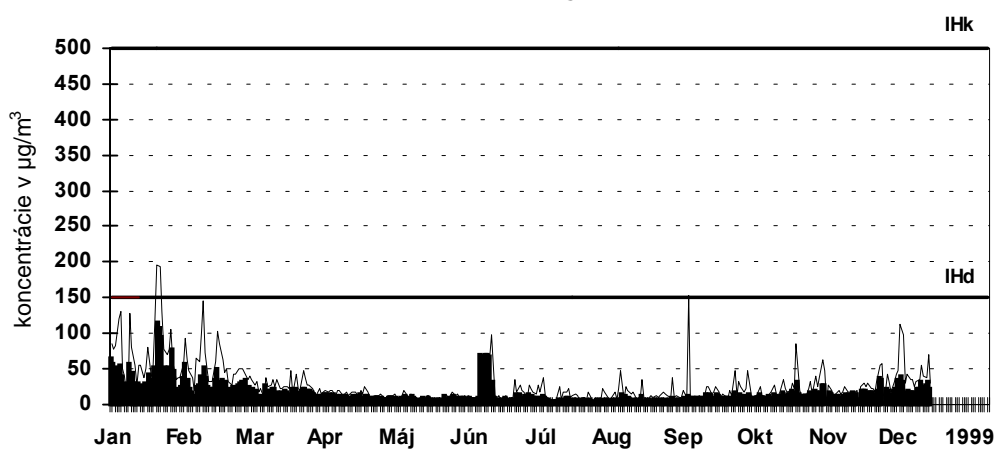


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

Obr.2.76

Krompachy

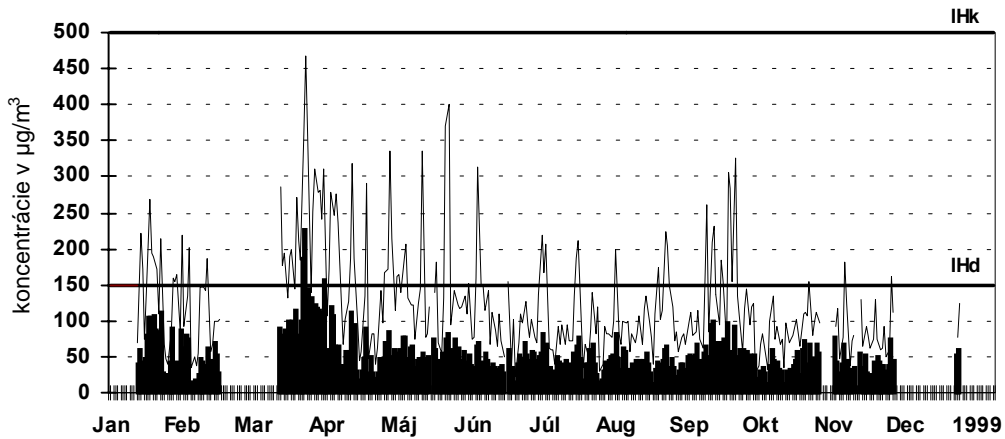


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

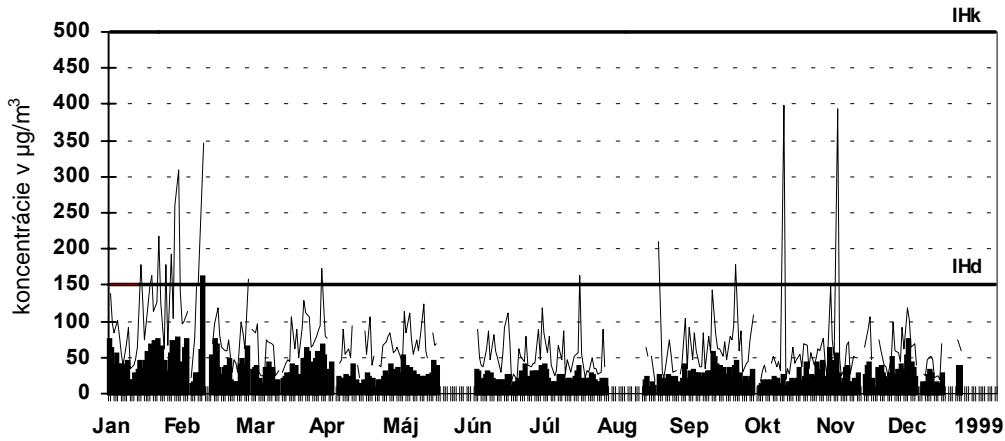
Obr.2.77

Košice - Štúrova



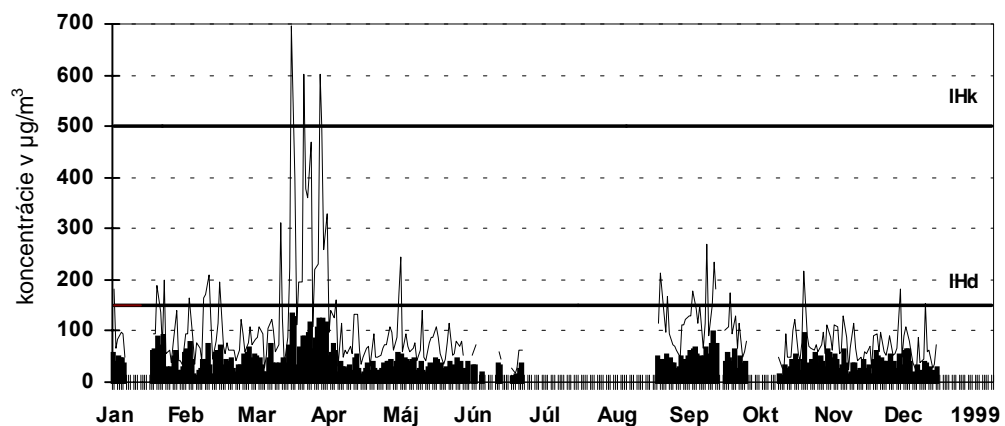
Obr.2.78

Košice - Podhradová



Obr.2.79

Prešov - Sídliisko III

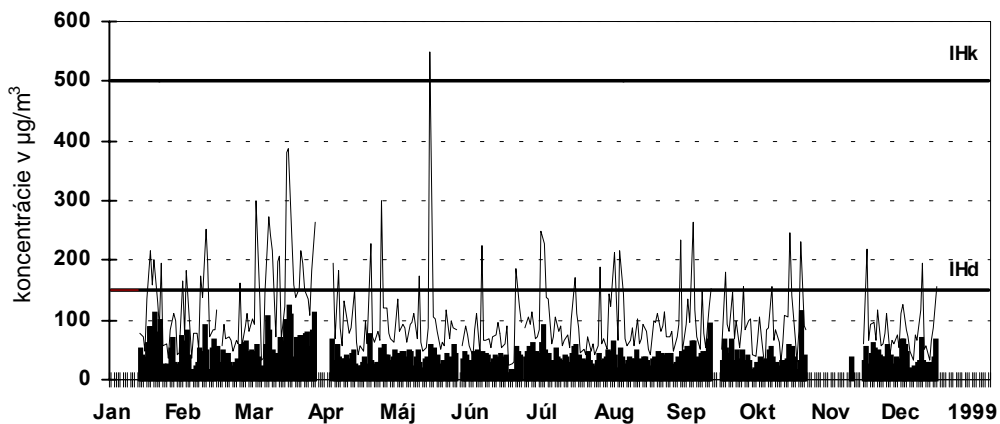


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

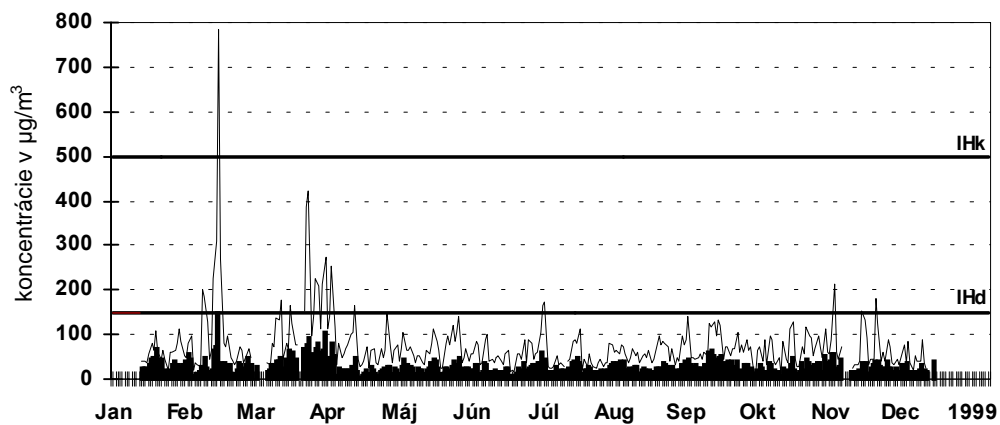
Obr.2.80

Prešov - Solivar



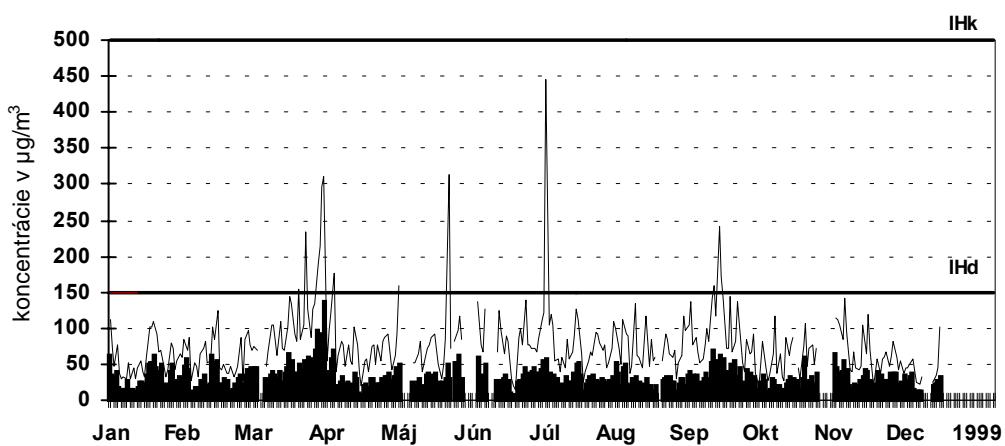
Obr.2.81

Vranov nad Topľou



Obr.2.82

Humenné

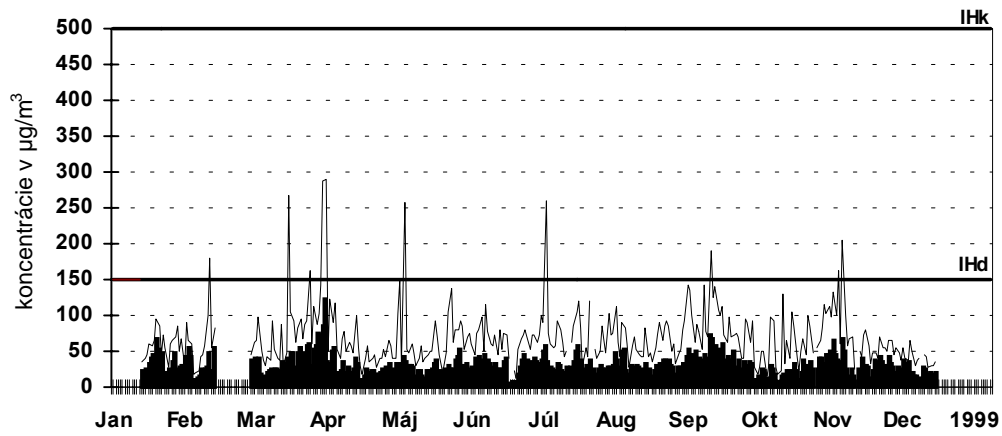


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

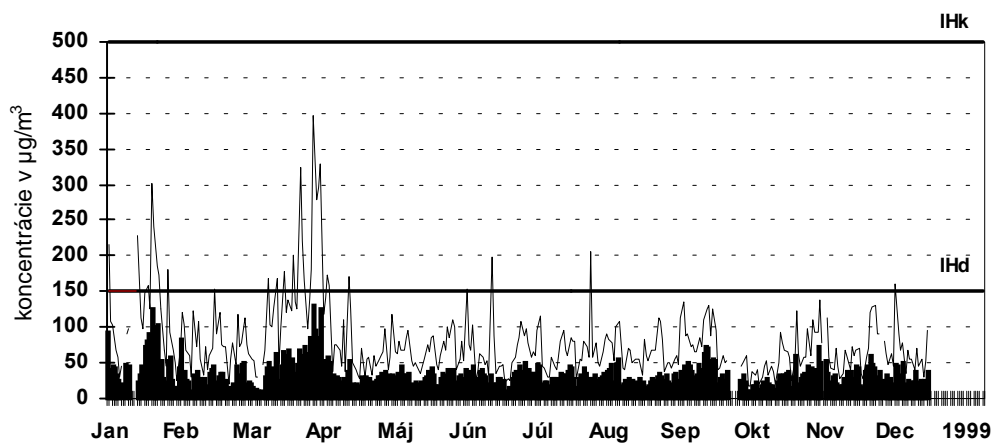
Obr.2.83

Strážske



Obr.2.84

Kropachy

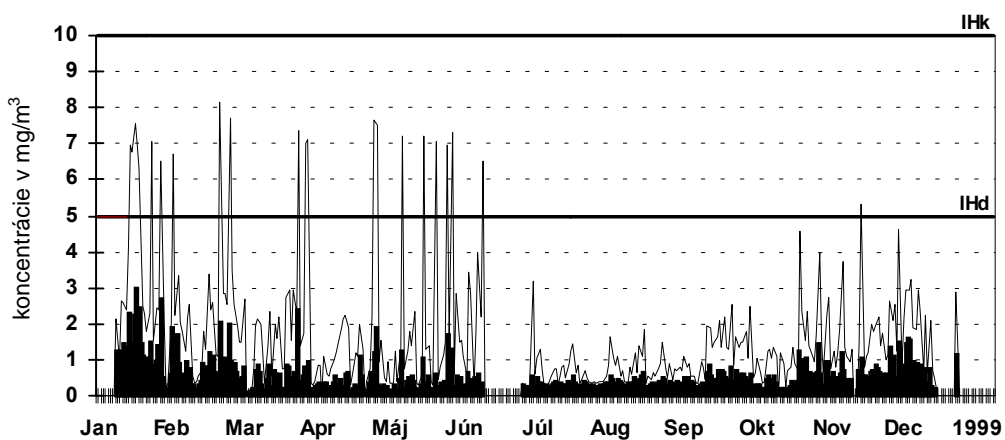


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

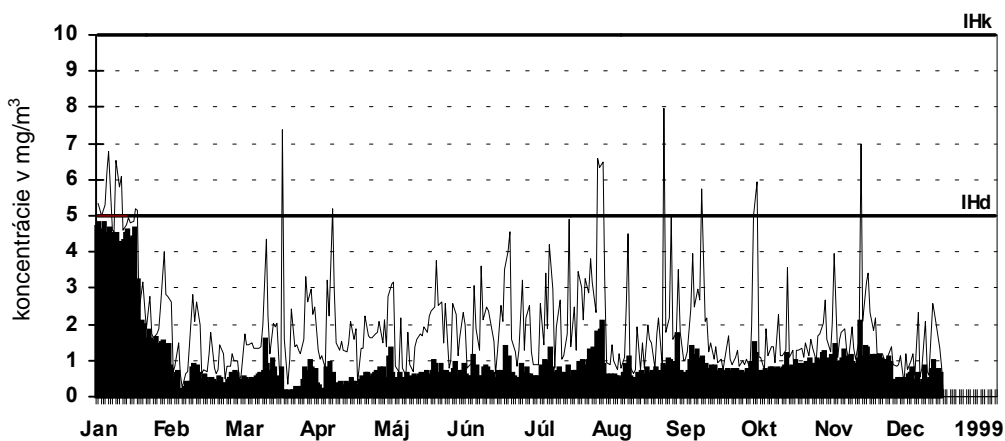
Obr.2.85

Košice - Štúrova



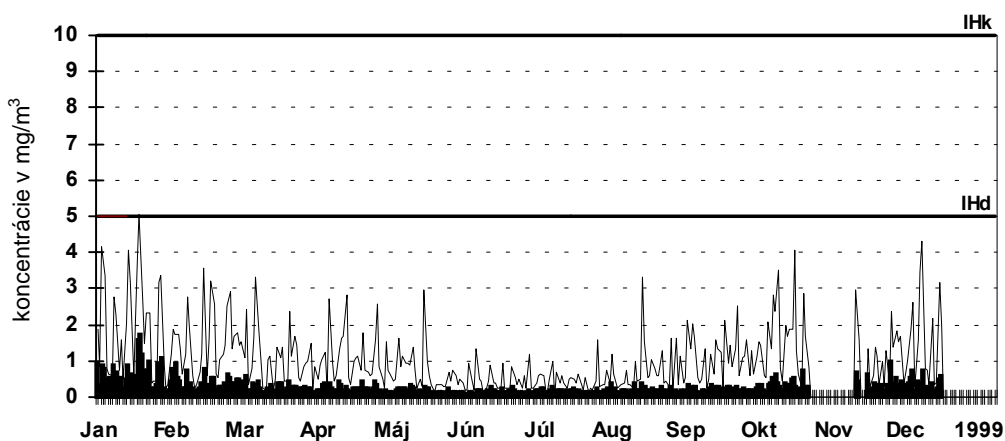
Obr.2.86

Veľká Ida



Obr.2.87

Prešov - Solivar

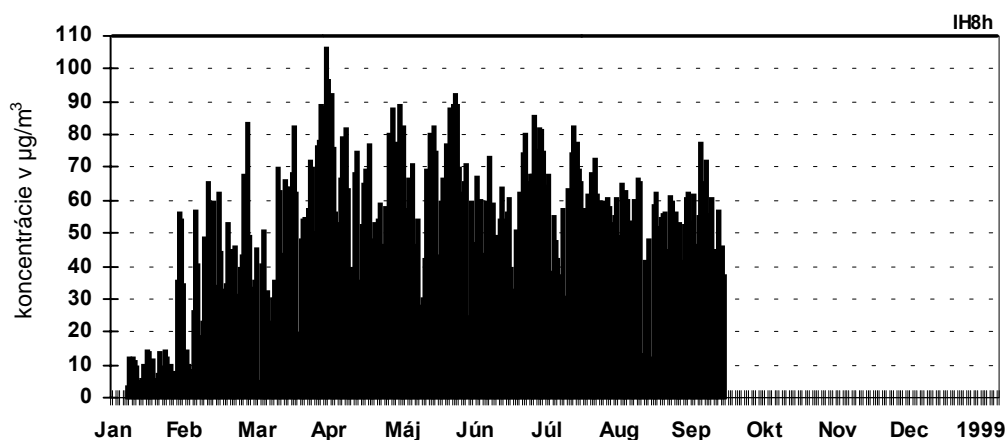


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

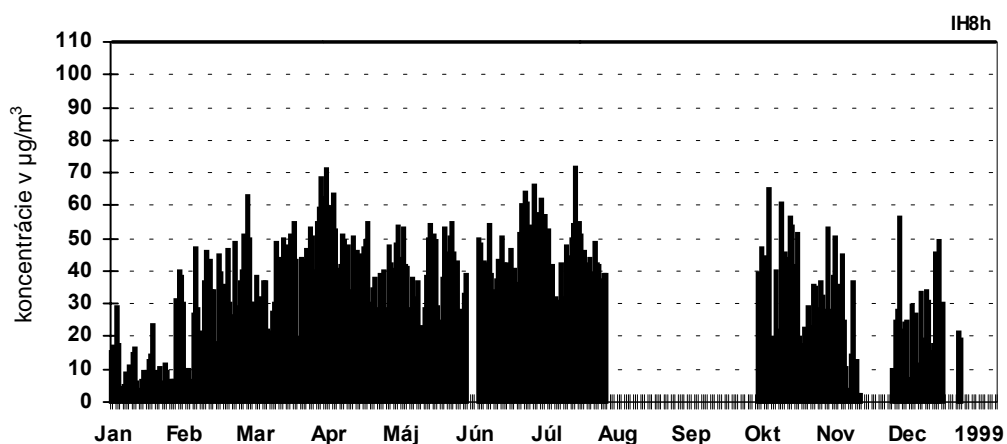
Obr.2.88

Košice - Štúrova



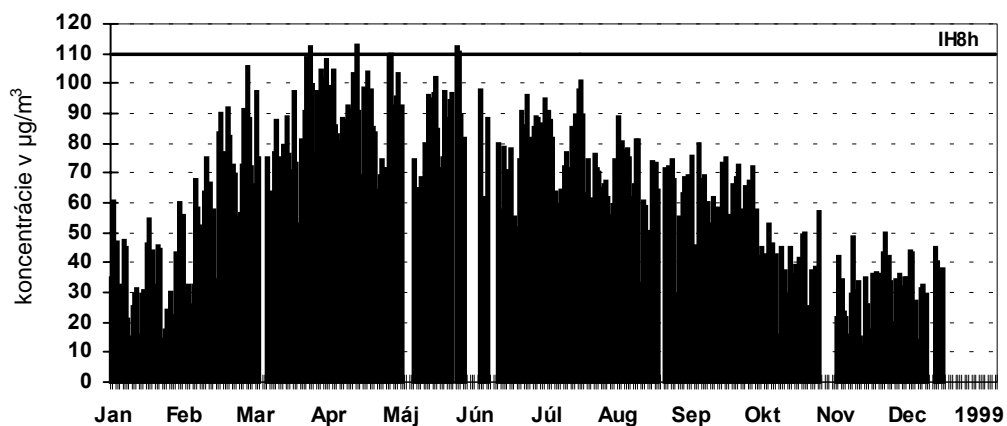
Obr.2.89

Košice - Podhradová



Obr.2.90

Humenné

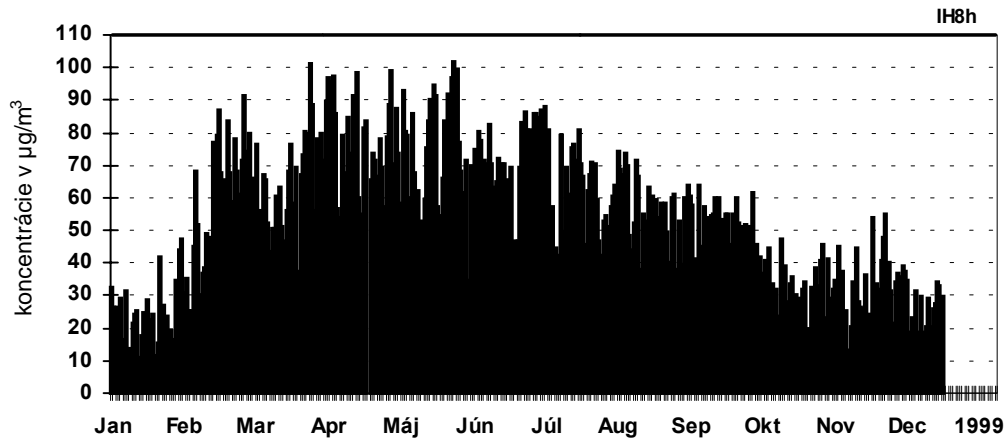


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

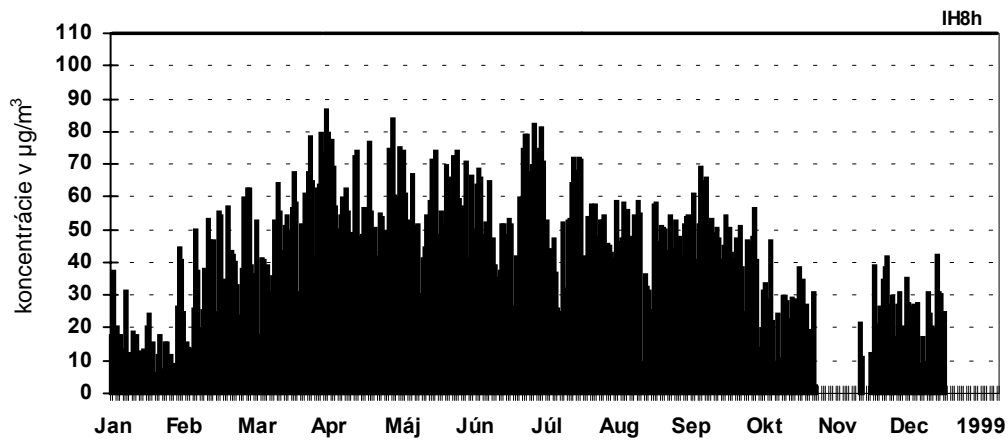
Obr.2.91

Veľká Ida



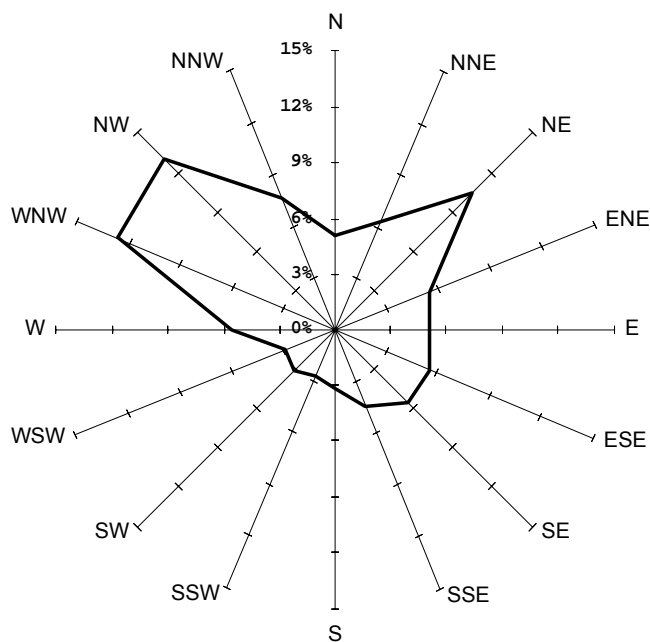
Obr.2.92

Prešov - Solivar

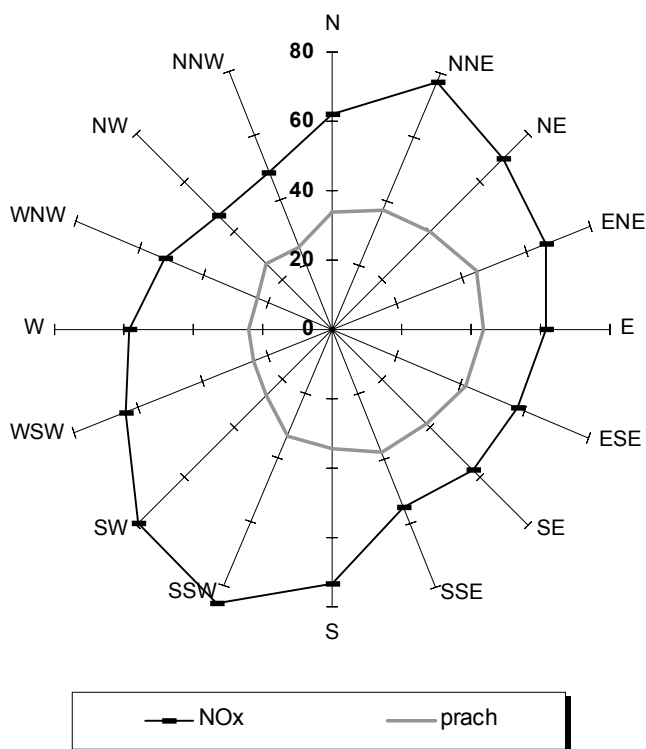


- priem. 8-hod. koncentrácie

Veterná ružica - Bratislava 1999

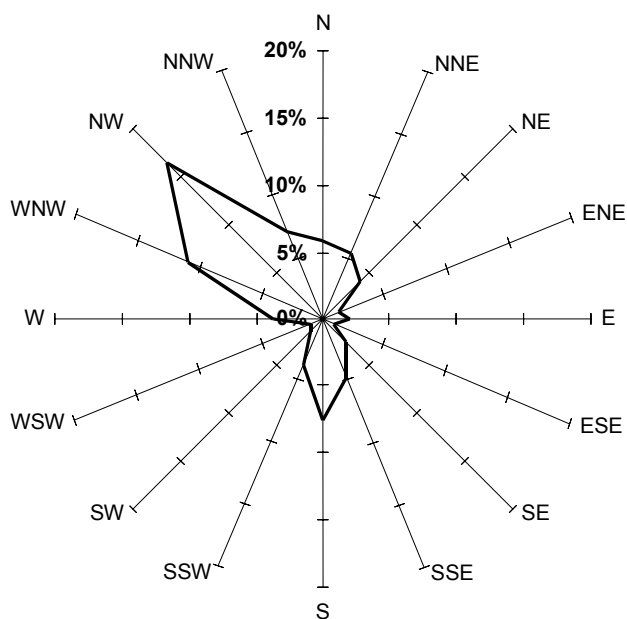


Koncentračná ružica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Kamenné námestie 1999

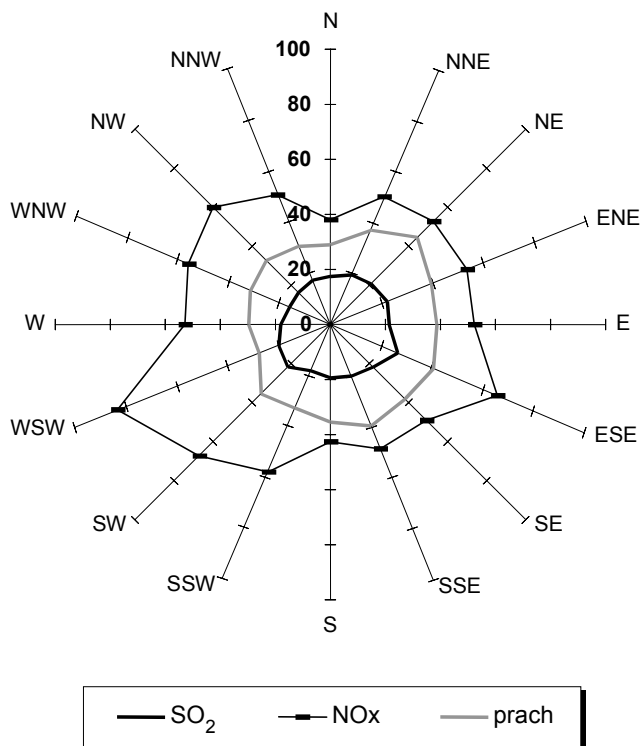


Obr. 2.94

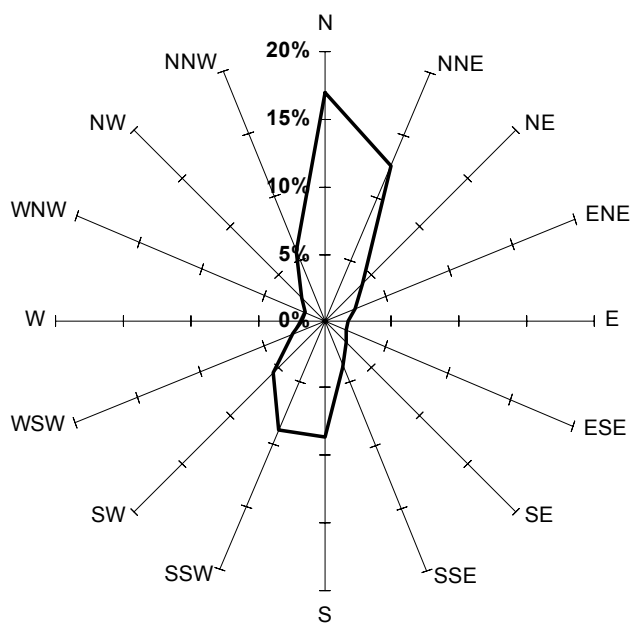
Veterná ružica - Banská Bystrica 1999



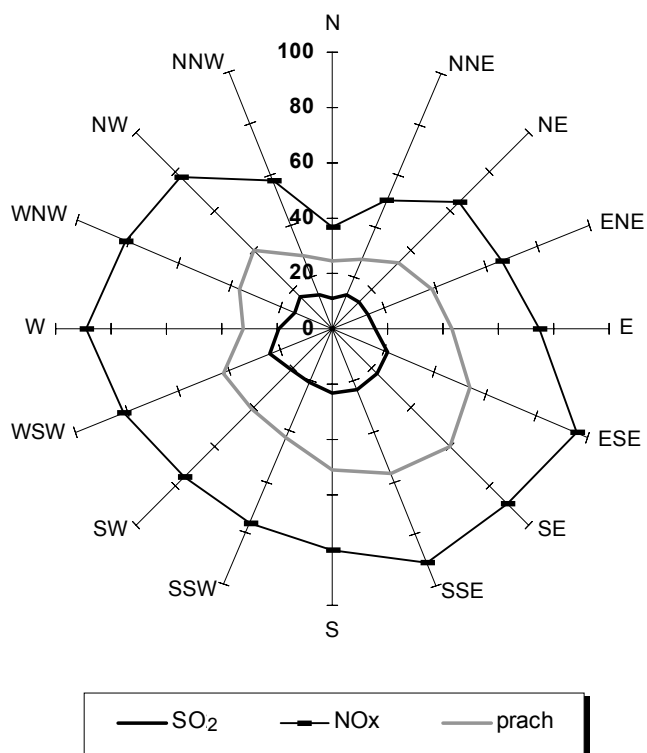
Koncentračná ružica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) B.Bystrica - Nám.slobody 1999



Veterná ružica - Košice 1999



Koncentračná ružica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Košice - Strojársená 1999



Tab. 2.4 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1999

Západoslovenský región		Bratislava		
		Mamateyova	Trnavské mýto	Kamenné nám.
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	48,7	144,1	61,0*
	SO ₂	14,4	18,3	**
	Prach	35,3	39,6	36,4
	H ₂ S	4,1		
	CO	769,2	1018,6	
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	91	319	106
	SO ₂	41	39	
	Prach	48	71	66
	H ₂ S	5		
	CO	1 262	2 059	
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	111	418	128
	SO ₂	34	43	
	Prach	70	87	79
	H ₂ S	6		
	CO	1 386	2 516	
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	167	560	203
	SO ₂	176	92	
	Prach	73	126	126
	H ₂ S	12		
	CO	2 491	3 204	
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	838	1 394	710
	SO ₂	490	247	
	Prach	170	434	580
	H ₂ S	21		
	CO	6 489	8 330	

* 50-75% meraní ** <50% meraní

Tab. 2.5 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1999

Stredoslovenský región		B.Bystrica Nám. slobody	Ružomberok Riadok	Žiar nad Hronom	Martin	Jelšava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Žilina		Hnúšťa
										Veľ.Okružná	Vičince	
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	55,4	26,6*	22,5		22,4	32,3	40,7	27,7	69,2	45,1	25,7*
	SO ₂	18,9	15,0*	16,3	22,6	8,3	24,3	22,7	28,5	18,7	20,8	13,2
	Prach	36,5	**	41,1	45,9	63,1	58,6	56,8	36,2	44,9	40,0	43,2
	H ₂ S		3,0*								2,9	
	CO	288,1								414,7		
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	136	49	42	80	50	75	100	62	148	95	47
	SO ₂	40	44	36	61	16	53	51	66	49	61	36
	Prach	79		74	86	124	115	106	78	82	76	76
	H ₂ S		5								6	
	CO	904								1 032		
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	161	67	53	102	60	95	106	71	178	115	57
	SO ₂	45	48	40	63	17	67	55	75	49	58	38
	Prach	86		95	106	166	139	124	81	110	97	105
	H ₂ S		6								7	
	CO	1 049								1 526		
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	270	90	78	156	138	168	316	135	282	176	75
	SO ₂	70	79	190	220	34	506	1 010	578	76	92	88
	Prach	108		139	193	175	175	180	143	135	134	130
	H ₂ S		8								16	
	CO	1 617								2 839		
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	663	206	222	957	290	431	370	480	782	533	271
	SO ₂	194	148	418	423	93	1226	2 014	1352	469	433	264
	Prach	279		498	764	756	496	597	594	449	499	479
	H ₂ S		40								18	
	CO	5 394								8 842		

* 50-75% meraní

** <50% meraní

Tab. 2.6 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1999

Východoslovenský región		Košice				Strážske	Prešov		Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou
		Štúrova	Strojárska	Podhradová	Veľká Ida		Solivar	Sídliisko III			
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	56,8	64,3	45,1	36,9	30,6*	39,7	45,7*	49,0*	20,3	31,2
	SO ₂	19,3	17,0	24,8	27,8	20,4	24,5	22,8*	18,0	16,1	15,3
	Prach	53,1	**	30,3	68,7	31,2	42,2	41,8*	34,8	32,5	29,1
	H ₂ S										
	CO	594,3			955,4		309,2				
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	110	148	99	64	83	92	89	102	36	57
	SO ₂	39	41	47	47	35	61	57	53	37	35
	Prach	108		68	157	56	80	86	69	59	61
	H ₂ S										
	CO	1 438			3 199		743				
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	139	172	106	78	85	119	97	105	43	67
	SO ₂	44	46	51	47	38	64	63	53	38	39
	Prach	129		73	200	67	98	93	83	72	69
	H ₂ S										
	CO	1 794			3 891		920				
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	185	237	162	162	98	216	135	128	47	104
	SO ₂	114	141	110	77	91	120	121	114	98	118
	Prach	227		160	248	123	122	133	130	138	151
	H ₂ S										
	CO	2 978			4 799		1 724				
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	572	644	568	628	345	832	506	436	357	403
	SO ₂	253	244	186	264	258	231	221	234	372	248
	Prach	467		398	639	291	548	696	396	446	784
	H ₂ S										
	CO	8 143			7 969		5 056				

* 50-75% meraní

** <50% meraní

Tab. 2.7 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov v polietavom prachu v roku 1999

	Stanica	Pb [ng/m³]	Cd [ng/m³]
Bratislava	Koliba	16	0,6
	Kamenné nám.	29	0,9
	Trnavské mýto	28	1,5
	Lachova	36	1,1
Banská Bystrica	Nám. slobody	26	1,6
Horná Nitra	Prievidza	12	0,4
	Handlová	16	0,8
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	19	0,7
	Hliník nad Hronom	8	0,6
Ružomberok	Riadok	17	0,5
Košice	Strojárske	212	11,7
	Veľká Ida	191	8,6
Krompachy		41	1,6

Tab. 2.8 Indexy znečistenia ovzdušia za rok 1999

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

2.4 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 Banskej Bystrici 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 prekročovali osobitné imisné limity stanovené pre signály: upozornenie, varovanie a regulácia.

Západoslovenský región

V roku 1999 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.

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 prekročujú imisné limity. Z lokalít je úroveň znečistenia oxidmi dusíka najvyššia v oblasti Trnavské mýto, kde viac ako 60% dní v roku bol prekročený denný imisný limit IH_d . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým je relatívne nízke a priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozsahu od $14,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Mamateyova) do $18,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Trnavské mýto). Pre značnú poruchovosť neboli spracované výsledky merania na stanici Kamenné námestie. Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým má sezónny chod s maximálnymi koncentraciami v zimnom období. Celkovo bola úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v roku 1999 pod imisnými limitmi. 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 $39,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrácie oxidu uhoľnatého ani na jednej z dvoch monitorovacích staníc (Mamateyova, Trnavské Mýto) neprekročili imisné limity. Pokiaľ ide o prevládajúce smery vetra je mesto priaznivo situované vzhľadom na najväčšie zdroje emisií. Značné výpadky meraní neumožnili vyhodnotiť závislosť koncentrácií SO_2 od jednotlivých smerov vetra. 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 72 dňoch a 19 dní bol dokonca prekročený osobitný imisný limit pre signál prvý regulačný stupeň.

Stredoslovenský región

V roku 1999 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 I_{H_d} 10.5 % dní v roku. Značné bolo aj znečistenie ovzdušia polietavým prachom, priemerná ročná koncentrácia dosiahla $36,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým nepresiahlo hygienické limity ani v jednom ukazovateli, priemerná ročná koncentrácia bola $18,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Obdobne aj úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým bola pod prípustnými imisnými limitmi. Hodnota indexu znečistenia ovzdušia 2,2 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. Stanica Riadok bola v prevádzke od 1. júna 1999, preto výsledky meraní neposkytujú dostatočný podklad na celkové zhodnotenie znečistenia v tejto lokalite. Namerané koncentrácie H_2S naproti tomu výraznejšie neprevyšujú úroveň nameranú v ostatných oblastiach Slovenska. Priemerná ročná koncentrácia H_2S bola v lokalite Riadok $3,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Žiar nad Hronom

V oblasti sa v súčasnosti prevádzkuje 1 AMS v meste Žiar nad Hronom. Stanica monitoruje hlavný zdroj znečistenia v oblasti závod SNP, a. s.. Relatívne vyššiu úroveň znečistenia dosahuje v Žiari nad Hronom prašnosť, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu $41,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Napriek tomu, že lokalita Žiar nad Hronom je klasifikovaná miernym stupňom znečistenia, za nepriaznivých meteorologických podmienok sa vyskytli v oblasti vysoké hodnoty znečistenia oxidom siričitým, ktoré v dvoch dňoch presiahli osobitný imisný limit pre signál upozornenie.

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 SEZ, a.s., Nováky. Ďalšie stanice monitorujú kvalitu ovzdušia v Prievidzi a Handlovej. Na celkovom znečistení majú hlavný podiel oxidy dusíka a tuhé častice. Najvyššia priemerná ročná koncentrácia polietavého prachu ($58,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bola v Prievidzi. Podľa indexovej klasifikácie patria uvedené lokality medzi stredne znečistené (Handlová, Bystričany a Prievidza).

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 prekračovali imisný limit na stanici Veľká Okružná v 15,4% dní a v lokalite Vlčince v 4,6% dní v roku. Priemerná ročná koncentrácia tuhých častíc na stanici Veľká Okružná bola $44,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Znečistenie oxidom siričitým je podstatne nižšie. Podľa indexovej klasifikácie patrí lokalita Veľká Okružná medzi oblasti s veľkým znečistením ($\text{IZO}_d=2,3$) 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. S hodnotou indexu znečistenia IZO_d 1,8 patrí oblasť medzi stredne znečistené lokality.

**Hnúšťa
Jelšava**

Hnúšťa sa podľa výsledkov monitorovania zaraďuje medzi oblasti so strednou úrovňou znečistenia, na ktorom má najväčší podiel polietavý prach a oxidy dusíka. Relatívne najnižšie je znečistenie ovzdušia oxidom siričitým s priemernou ročnou koncentráciou $13,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnota indexu znečistenia 1,2 klasifikuje oblasť ako mierne znečistenú. Na celkovej úrovni znečistenia ovzdušia sa v Jelšave najvýraznejšie podieľa vysoká prašnosť. Priemerná ročná koncentrácia prachu $63,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekračuje imisný limit IH_p . Priemerná ročná koncentrácia oxidu siričitého $8,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dosahuje najnižšiu úroveň na Slovensku. Celkovo patrí oblasť medzi stredne znečistenú s indexom znečistenia 1,5.

Východoslovenský región

Na východnom Slovensku bolo v roku 1999 v prevádzke 9 AMS. Z nich 3 monitorujú úroveň znečistenia na území mesta Košice a 1 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 Strojárskej, kde viac ako 19% 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 $17,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Strojárskej) do $27,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (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 $68,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podľa indexovej klasifikácie patria lokality medzi veľmi znečistené (Štúrova a Veľká Ida) a stredne znečistené (Strojárskej a Podhradová).

Prešov Krompachy Strážske Vranov nad Topľou Humenné

Podľa indexu znečistenia ovzdušia lokality patria podľa klasifikácie IZO medzi stredne a mierne znečistené oblasti. Z uvedených lokalít boli prekročené imisné limity I_{H_d} len v Prešove (Solivar), a to u oxidov dusíka v 3,8% dní v roku a v lokalite Krompachy v 6,6% dní v roku. V lokalitách Strážske, Humenné a Vranov nad Topľou nedochádzalo k prekračovaniu imisných limitov u žiadnej z monitorovaných škodlivín. Vzhľadom na imisné limity má najväčší podiel na znečistení prašnosť a oxidy dusíka. Priemerné ročné koncentrácie tuhých častíc sa pohybovali od $29,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Vranov) do $42,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Prešov). Úroveň znečistenia oxidom siričitým je nižšia a priemerné ročné koncentrácie sa pohybujú od $15,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ do $24,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Zhodnotenie

V roku 1999 sa na Slovensku monitorovalo znečistenie ovzdušia v 24 lokalitách. Monitorovacie stanice sú vybavené účelovo analyzátormi podľa zdrojov znečistenia v danej lokalite. Všeobecne je možno konštatovať, že k zhoršenej kvalite ovzdušia prispieva najmä znečistenie ovzdušia oxidmi dusíka a polietavým prachom. Podrobné zhodnotenie úrovne znečistenia jednotlivých lokalít je uvedené v rámci oblastí pre 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 I_{H_k} a I_{H_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 lokalite neprekročil ročný imisný limit. Najvyššie priemerné ročné koncentrácie boli namerané na hornej Nitre, čo dobre korešponduje aj s ostatnými ukazovateľmi. Na všetkých troch staniaciach (Prievidza, Bystričany, Handlová) sa vyskytli prípady prekročenia najvyšších osobitných imisných limitov (2. Regulačný stupeň). Táto vy-

soká úroveň znečistenia sa vyskytovala od 20. do 23. januára. Z tabuľky 2.9 je zrejmé, že v Prievidzi trval 2. Regulačný stupeň iba 0,5 hod.

Oxidy dusíka

Krátkodobý imisný limit IH_k bol prekročený (nad povolených 5%) len v Bratislave (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 (Strojárska). 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 a hodnoty IH_d boli prekročené nad povolených 5% iba vo Veľkej Ide. Znečistenie ovzdušia polietavým prachom nad úroveň imisného limitu IH_r sa vyskytlo len v Jelšave vo Veľkej Ide.

Spomedzi 24 vyhodnotených lokalít Slovenska podľa indexovej klasifikácie znečistenia ovzdušia, 6 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 dosahujú 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 a na jednotlivých monitorovacích staniciach v zaťažených oblastiach. Najviac prípadov pre signál upozornenie sa vyskytlo v oblasti Bratislava, celkovo 76. 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: 93 prípadov výskytu signálu Upozornenie, 21 prípadov výskytu signálu Reg.1. Počet prípadov prekročenia osobitných limitov bol u ostatných škodlivín podstatne nižší. U oxidu siričitého sa vyskytlo 21 prípadov prekročenia signálu Upozornenie, 9 prípadov výskytu signálu Reg.1. a 6 prípadov výskytu signálu Reg.2. V oblastiach Horná Nitra, Ružomberok a Košice sa vyskytli prípady prekročenia 24 hodinových koncentrácií „ SO_2 a 2x prach“. Z toho bolo 11 prípadov na úrovni zodpovedajúcej signálu Upozornenie a 4 prípady na úrovni Regulácia 1 a 2 na úrovni Reg. 2. Vysoká úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým je podmienená najmä sezónnym chodom emisií, s maximom v zimnom období, kedy pri výskyte nepriaznivých meteorologických podmienkach pre rozptyl exhalátov dochádzalo ku kumulácii škodlivín v prízemnej vrstve atmosféry. Na prekročovaní osobitných imisných limitov u oxidov dusíka 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 len v Košickom a Prešovskom 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 1999

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	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	1.5	0	0	0	0	0	0	0
BA Trnavské mýto	72	0	0	19	0	0	0	0	0	367.5	0	0	42	0	0	0	0	0
BA Kamenné nám.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	76	2	0	19	0	0	0	0	0	375.5	1.5	0	42	0	0	0	0	0
BB Nám. slobody	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RK Riadok	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
Žiar nad Hronom	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Prievidza	0	7	2	0	2	0	0	1	0	0	43.5	17	0	22.5	0	0	0.5	0
Bystričany	0	5	3	0	4	3	0	4	2	0	24.5	15.5	0	20.5	25	0	22	27.5
Handlová	0	5	2	0	3	0	0	1	0	0	41	16	0	5.5	0	0	2.5	0
Suma	0	17	7	0	9	3	0	6	2	0	109	48.5	0	48.5	25	0	25	27.5
ZA Veľká Okružná	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	0	0	0	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	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	0	0	0	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	3	0	0	2	0	0	0	0	0	10.5	0	0	6.5	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	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	4	0	0	0	0	0
KE Strojárska	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Podhradová	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	11.5	0	0	8.5	0	0	0
Veľká Ida	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Suma	6	0	2	0	0	1	0	0	0	9	0	11.5	5	0	8.5	0	0	0
PO Sídliisko III.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PO Solivar	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0
Kropáčky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Strážske	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vranov nad Topľou	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Humenné	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.5 SPRACOVANIE VÝSLEDKOV MERANÍ PODĽA SMERNÍC EU

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

Pre zhodnotenie znečistenia ovzdušia členských krajín EÚ musí byť celé územie rozdelené do jednotlivých zón. Režim vyhodnocovania v každej zóne závisí od aktuálnej úrovne znečistenia. Na základe úrovne znečistenia je možné rozlišovať tri rozdielne režimy. Tieto režimy sú znázornené na obr. 2.96 a v tab. 2.10 sú špecifikované požiadavky pre hodnotenie kvality ovzdušia pre jednotlivé režimy.

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 sú v tabuľkách zvýraznené hrubým písmom (tab. 2.13 a 2.14). Hodnoty znečistenia, ktoré zodpovedajú Režimu 1 sú v tabuľkách podčiarknuté (tab. 2.15 a 2.16).

Oxid siričitý

Prekročenie imisných limitov sa vyskytlo len oblasti Hornej Nitry a na stanicach Prievidza a Bystričany bolo zaznamenané prekročenie Výstražných limitov. Horná hranica stanovenia bola prekročená na 8 stanicach.

Oxid dusičitý

Imisný limit pre NO₂ nebol prekročený na žiadnej stanici. Horná hranica stanovenia bola prekročená v Bratislave, Žiline, Prešove, Krompachoch a v Košiciach.

PM10

V roku 1999 sa monitorovali PM10 častice len na troch stanicach: Bratislava (Trnavské mýto a Kamenné námestie) a v Banskej Bystrici na Námestí slobody. V rámci Twining projektu, rakúsky partner navrhol vyjadriť TSP ako PM10 pomocou korekčného faktora: TSP = PM10 * 1,2. Imisné limity boli prekročené na stanicach: Jelšava, Prievidza, Bystričany a Veľká Ida. Horná hranica stanovenia bola prekročená na všetkých stanicach, pre ktoré bol vyhodnotený ročný priemer.

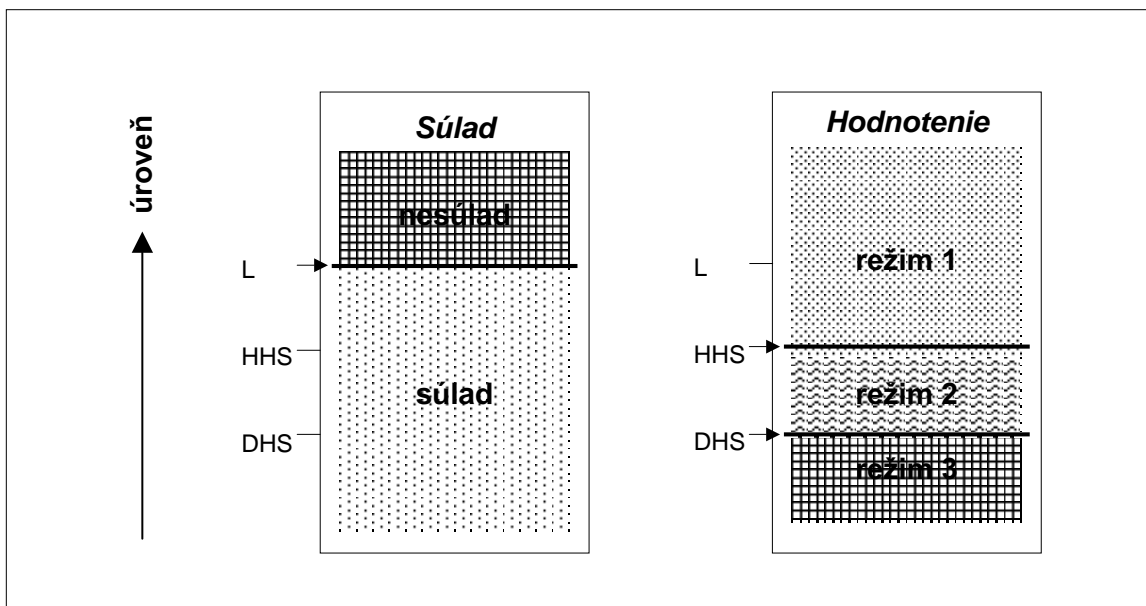
Oxid uhoľnatý

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 0.212 µg.m⁻³ (Košice) je nižšia ako Dolná Hranica Stanovenia (0,250 µg.m⁻³).

Obr. 2.96 Režimy hodnotenia kvality ovzdušia v závislosti na DHS¹ and HHS²



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 Dolná Hranica Stanovenia, podľa 1999/30/EC

² Horná 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 sprieme- rovania	Limitná hodnota [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Termín dosiahnutia	Hranica tolerancie	Imisná hodnota + hranica tolerancie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]										
					Od 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 direktív 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	Jeišava	Prievidza	Bystričany	Handlová	Hnúšťa	
Ochrana zdravia	SO ₂	1 hod	500 (24)								29	55	24		
		24 hod	125 (3)	1					2	5	7	5	5		
	NO ₂	1 hod	300 (18)												
		1 rok	60	31,7	57,4	39,0	34,7	15,6*	15,4	24,5	16,8	20,3	20,1	20,3	17,8
	PM ₁₀	24 hod	75 (35)		16	6	20	2	7	10	52	41	43	7	7
		1 rok	48	29,2	40,0	36,0	36,0		34,2	37,5	52,5	48,3	47,5	30,0	35,8
	Olovo [#]	1 rok	1000 [#]	36	28	29	26	17	19			12		16	
CO	8 hod (klzavý priemer)	15 000													
Benzén	1 rok	10													
ZIL	SO ₂	3 hod po sebe	500								5	5	4		
	NO ₂	3 hod po sebe	400												
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok	20												
		Zimný polrok	20												
	NO _x	1 rok	30												

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

Tab. 2.14 Vyhodnotenie znečistenia podľa direktív EU

Zložka	Doba priemerovania	Imisný limit [µg/m ³] (počet prekročení)	Žilina	Veľká Okružná	Žilina	Vičince	Strážske	Prešov	Solivar	Prešov	Sídliisko III	Krompachy	Humenné	Vranov	nad Topľou	Košice	Štúrova	Košice -	Strojárska	Košice -	Podhradová	Veľká Ida			
	SO ₂	1 hod																							
		24 hod	500 (24)																						
	NO ₂	1 hod	125 (3)																						
		1 rok	300 (18)	34,8	27,5	22,0	23,3	32,4	38,1	13,2	16,5	31,9	34,8	23,7	29,7										
	PM ₁₀	24 hod	60	11	8	1	11	*	9	2	2	27	*												73
		1 rok	75 (35)	39,2	33,3	25,8	35,8	*	22	26,7	24,2	45,8	*												57,5
	Olovo	1 rok	48										41							212					191
CO	1 rok	1000 [#]																							
CO	8 hod (klzavý priemer)	15 000																							
Benzén	1 rok	10																							
ZIL	SO ₂	3 hod po sebe																							
	NO ₂	3 hod po sebe																							
Ochrana vegetácie	SO ₂	1 rok																							
		Zimný polrok	20																						
	NO _x	1 rok	20																						
			30																						

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

Tab. 2.15 Vyhodnotenie znečistenia podľa direktív 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)	<u>4</u>	1			2	<u>10</u>		<u>10</u>	<u>5</u>	<u>13</u>	2	
			DHS	50 (3)	10	4	22	2	2	4	25	0	25	18	35	4
	NO ₂	1 hod	HHS	140 (18)		<u>263</u>		2				9			3	
			DHS	100 (18)	7	833	10	46			4	22	3		4	
		1 rok	HHS	32	31,7	<u>57,4</u>	<u>39,0</u>	<u>34,7</u>	15,6*	15,4	24,5	16,8	20,3	20,1	20,3	17,8
			DHS	26	31,7	57,4	39,0	34,7	15,6*	15,4	24,5	16,8	20,3	20,1	20,3	17,8
	PM ₁₀	24 hod	HHS	30 (7)	<u>133</u>	<u>215</u>	<u>209</u>	<u>160</u>	<u>51</u>	<u>167</u>	<u>199</u>	<u>280</u>	<u>243</u>	<u>270</u>	<u>116</u>	<u>207</u>
			DHS	20 (7)	335	305	296	279	110	254	293	321	305	336	234	315
		1 rok	HHS	14	<u>29,2</u>	<u>40,0</u>	<u>36,0</u>	<u>36,0</u>	*	<u>34,2</u>	<u>37,5</u>	<u>52,5</u>	<u>48,3</u>	<u>47,5</u>	<u>30,0</u>	<u>35,8</u>
			DHS	10	29,2	40,0	36,0	36,0	*	34,2	37,5	52,5	48,3	47,5	30,0	35,8
	Olovo	1 rok	HHS	350 [#]												
			DHS	250 [#]												
Ochrana vegetácie	SO ₂	Zimný polrok	HHS	12												
			DHS	8												
	NO _x	1 rok	HHS	24												
			DHS	19,5												
	PM ₁₀	1 rok	HHS	14												
			DHS	10												

HHS - horná hranica stanovenia, DHH - dolná hranica stanovenia, * 50-75% meraní, ** menej ako 50% meraní, # olovo je v ng/m^3

Tab. 2.16 Vyhodnotenie znečistenia podľa direktív EU

Zložka	Doba priemerovania	Hraničné hodnoty [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (počet prekročení)		Žilina Veľká Okružná	Žilina Vičince	Stražske	Prešov Solivar	Prešov Sídliisko III	Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou	Košice Štúrova	Košice - Strojárska	Košice - Podhradová	Veľká Ida	
		HHS	DHS													
Ochrana zdravia	SO ₂	24 hod	HHS	75 (3)	1	6	6	10	7	4	1	3	3	3	3	1
			DHS	50 (3)	13	22	9	25	22	19	2	6	6	6	9	11
	NO ₂	1 hod	HHS	140 (18)		1	1	4				1		30		1
			DHS	100 (18)	8	10	10	8	10	12		9	7	204	3	3
		1 rok	HHS	32	34,8	27,5	22,0	23,3	32,4	38,1	13,2	16,5	31,9	34,8	23,7	29,7
			DHS	26	34,8	27,5	22,0	23,3	32,4	38,1	13,2	16,5	31,9	34,8	23,7	29,7
	PM ₁₀	24 hod	HHS	30 (7)	236	171	92	163	131	114	93	73	217	40	49	251
			DHS	20 (7)	312	270	213	258	185	242	212	171	262	63	104	297
		1 rok	HHS	14	39,2	33,3	25,8	35,8	*	29	26,7	24,2	45,8	*	*	57,5
			DHS	10	39,2	33,3	25,8	35,8	*	29	26,7	24,2	45,8	*	*	57,5
Olovo [#]	1 rok	HHS	350 [#]													
		DHS	250 [#]													
Ochrana vegetácie	SO ₂	Zimný polrok	HHS	12												
			DHS	8												
	NO _x	1 rok	HHS	24												
			DHS	19,5												
PM ₁₀	1 rok	HHS	14													
		DHS	10													

HHS - horná hranica stanovenia, DHH - dolná hranica stanovenia, * 50-75% meraní, ** menej ako 50% meraní, # olovo je v ng/m^3

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 $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 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 dýchací systém človeka), vegetáciu (najmä poľnohospodárske plodiny a lesné porasty) a rôzne materiály.

3.2 PRÍZEMNÝ OZÓN V SR V ROKOCH 1994-1999

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 direktívy EÚ 92/72/EEC.

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

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

Imisné limity	Koncentrácia O_3 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Priemer za časový interval
pre ochranu ľudského zdravia	110	8 h *
pre ochranu vegetácie	200 / 65	1 h / 24 h
pre informáciu obyvateľstva	180	1 h
pre varovanie obyvateľstva	360	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 sýťostnom doplnku (suché počasie) a 200 ppb.h pri nízkom sýťostnom 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 1994 -1999

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 1999 sa pre malý počet meraní nevyhodnocovala stanica Bratislava – Koliba, boli obnovené merania v Ružomberku a zavedené merania na stanicach Košice – Štúrova, Prešov a Veľká Ida. Na stanicach SHMÚ sa na meranie koncentrácie prízemného ozónu používajú analyzátory O_3 amerických firiem Thermoelectron a MLU. Všetky prístroje pracujú na princípe absorpcie UV žiarenia. V roku 1994 bol na SHMÚ inštalovaný sekundárny národný štandard a začali sa robiť pravidelné kontroly staníc pomocou prenosného kalibrátora. Sekundárny štandard SHMÚ sa pravidelne porovnáva s primárnym štandardom pre ozón v ČHMÚ v Prahe. Namerané údaje sú poznačené veľkou nehomogenitou (tab.3.2), ktorú spôsobujú časté poruchy analyzátorov, výpadky čerpadiel a problémy s klimatizáciou, spôsobené nedostatočným financovaním monitorovacieho systému SHMÚ. V roku 1999 boli výpadky na väčšine staníc pod 10%. Výpadky nad 10% boli na dvoch a nad 30% na 3 z celkového počtu 18 vyhodnocovaných staníc.

Ročné priemery koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku v znečistených mestských a priemyselných polohách sa v roku 1999 pohybovali v intervale 34-54 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab.3.3). Na ostatnom území od 53 do 90 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, hlavne v závislosti od nadmorskej výšky. Najvyššie ročné priemerné koncentrácie prízemného ozónu v roku 1999 mala vrcholová stanica Chopok (90 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Súvisí to s dominantným vplyvom ozónu z voľnej troposféry na koncentráciu vyšších vrcholových polôh. Na celom území Slovenska (s výnimkou vnútro-mestských polôh) je v každom roku pravidelne prekračovaná kritická hodnota 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (EHK OSN), počítaná ako priemer z denných hodín vegetačného obdobia (tab.3.3). 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 1999 patrí medzi fotochemicky aktívne roky.

Tab. 3.2 Počet chýbajúcich denných priemerov koncentrácie prízemného ozónu [%] v rokoch 1994-1999

Stanica	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Banská Bystrica	47,1	10,1	19,1	5,1	2,4	2,5
Bratislava -Koliba	*		14,8	32,1	27,8	–
Bratislava -Petržalka	16,7	4,1	8,5	9,7	5,8	0,5
Hnúšťa	48,5	1,1	1,5	3,0	7,2	4,9
Humenné	20,5	32,3	–	32,3	1,7	15,1
Chopok	*	21,9	41,5	17,4	42,7	32,8
Jelšava	*	*	*	*	0,6	4,9
Košice -Podhradová	35,9	80,8	14,7	11,1	21,0	17,8
Košice -Štúrova						30,7
Martin	*	*	0,2	18,5	0,9	6,3
Prievidza	38,4	16,2	30,3	43,2	10,2	9,3
Prešov						10,9
Ružomberok	–	2,2	0,6	32,9	–	47,4
Stará Lesná	13,7	6,8	14,6	11,5	9,2	3,8
Starina	24,4	5,8	5,3	13,4	8,4	0,8
Topoľníky	9,6	1,9	51,9	19,5	58,5	11,2
Veľká Ida						4,7
Žiar nad Hronom	43,0	20,8	2,7	2,6	2,3	5,7
Žilina	2,2	7,9	1,0	5,1	4,6	7,4

* stanica inštalovaná neskôr

– stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

Tab. 3.3 Dlhodobé charakteristiky úrovne koncentrácie prízemného ozónu [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] v rokoch 1994-1999

Stanica	1994		1995		1996		1997		1998		1999	
	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO
Banská Bystrica	34	68	38	76	28	58	35	80	42	83	42	65
Bratislava -Koliba	*	*	*	*	51	64	78	97	55	78	–	–
Bratislava -Petržalka	58	96	42	65	30	47	29	52	30	47	52	66
Hnúšťa	41	78	50	88	46	82	40	89	39	82	42	61
Humenné	54	83	49	86	–	–	52	85	57	91	54	69
Chopok	*	*	91	102	86	90	78	82	80**	84	90**	88**
Jelšava	*	*	*	*	*	*	*	*	50	75	50	69
Košice -Podhradová	32	55	–	–	55	79	43	66	40	62	34	40
Košice -Štúrova											47**	59**
Martin	*	*	*	*	49	75	47	86	49	91	49	64
Prievidza	58	100	37	57	26	39	40	62	35	67	47	60
Prešov											37	50
Ružomberok	–	–	55	88	34	50	37	64	–	–	34**	49**
Stará Lesná	66	96	69	97	68	94	48	70	49	73	65	82
Starina	57	78	54	73	62	82	53	72	56	76	59	70
Topoľníky	56	91	50	79	76	90	31	49	43**	78	53	65
Veľká Ida											44	60
Žiar nad Hronom	58	95	48	71	54	80	48	85	47	84	49	66
Žilina	44	74	39	70	30	51	39	72	41	84	42	59

RP ročný priemer

PVO priemer z denných hodín (9.00-16.00 h UTC) 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 1992-1999. Uvedený sezónny chod je typický pre nížinné a údolné (nie vrcholové) polohy priemyslových kontinentov. Pôvodné jarne 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 a 1999) prevyšuje o 30-40 µg.m⁻³ úroveň vo fotochemicky menej priaznivom roku. Hodnoty z rokov 1997 a 1998 sú najnižšie v sledovanom období.

Počet prekročení odporúčaných krátkodobých imisných limitov pre ozón v rokoch 1994-1999 na Slovensku sumarizujú tabuľky 3.4-3.6. Limit pre varovanie obyvateľstva bol prekročený len na stanici Starina (398 µg.m⁻³, 2. marec 1994). S veľkou pravdepodobnosťou možno túto vysokú hodnotu koncentrácie ozónu pripísať prenosu ozónu z vyšších vrstiev atmosféry (meteorologická situácia bola priaznivá pre takýto prenos). V Bratislave-Petržalke dosiahla maximálna hodinová koncentrácia v júli 1994 (357 µg.m⁻³) takmer hodnotu varovného smogového limitu. Pomerne časté, najmä v rekordne teplom roku 1994, bolo prekročenie informačného limitu 180 µg.m⁻³, najčastejšie v Prievidzi, a to 77-krát. V roku 1999 bol tento limit niekoľkokrát prekročený (tab. 3.4) na dvoch staniciach (Bratislava-Petržalka a Žilina).

Tab. 3.4 Počet prekročení krátkodobých imisných limitov ozónu (IH) pre varovanie a informáciu obyvateľstva v rokoch 1994-1999

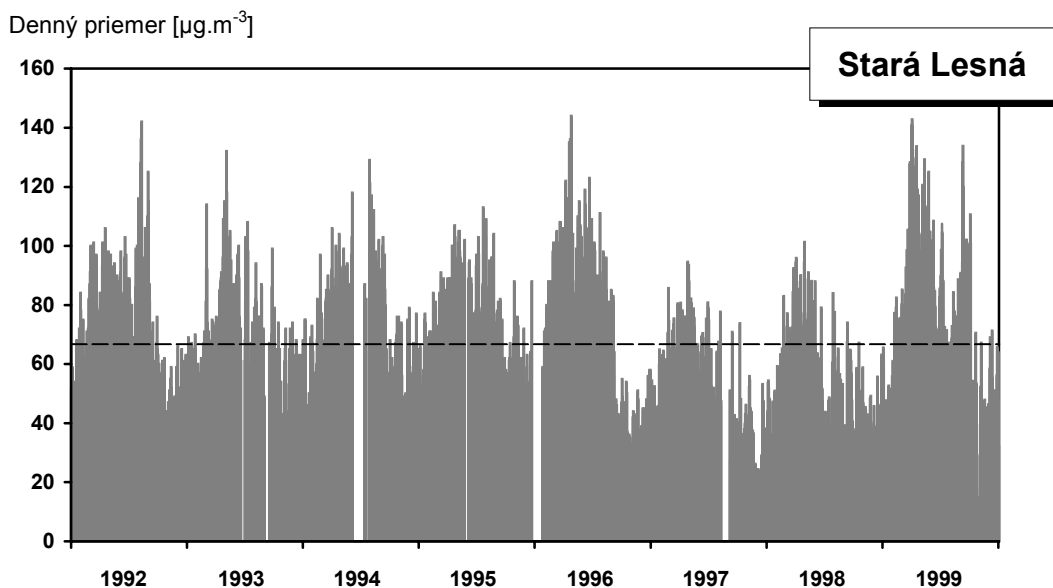
Stanica	IH _{1h} = 360 µg.m ⁻³						IH _{1h} = 180 µg.m ⁻³					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Bratislava - Koliba	*	*	0	0	0	-	*	*	0	0	1	-
Bratislava - Petržalka	0	0	0	0	0	0	58	4	0	0	0	5
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Humenné	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0
Chopok	*	0	0	0	0	0	*	4	0	2	2	0
Jelšava	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	0	0
Košice - Podhradová	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Košice - Štúrova	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	0
Martin	*	*	0	0	0	0	*	*	0	0	1	0
Prievidza	0	0	0	0	0	0	77	1	1	0	0	0
Prešov	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	0
Ružomberok	-	0	0	0	-	0	-	1	0	0	-	0
Stará Lesná	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Starina	1	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0
Topoľníky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veľká Ida	*	*	*	*	*	0						0
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	1	0
Žilina	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	30

* meranie ozónu zavedené neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

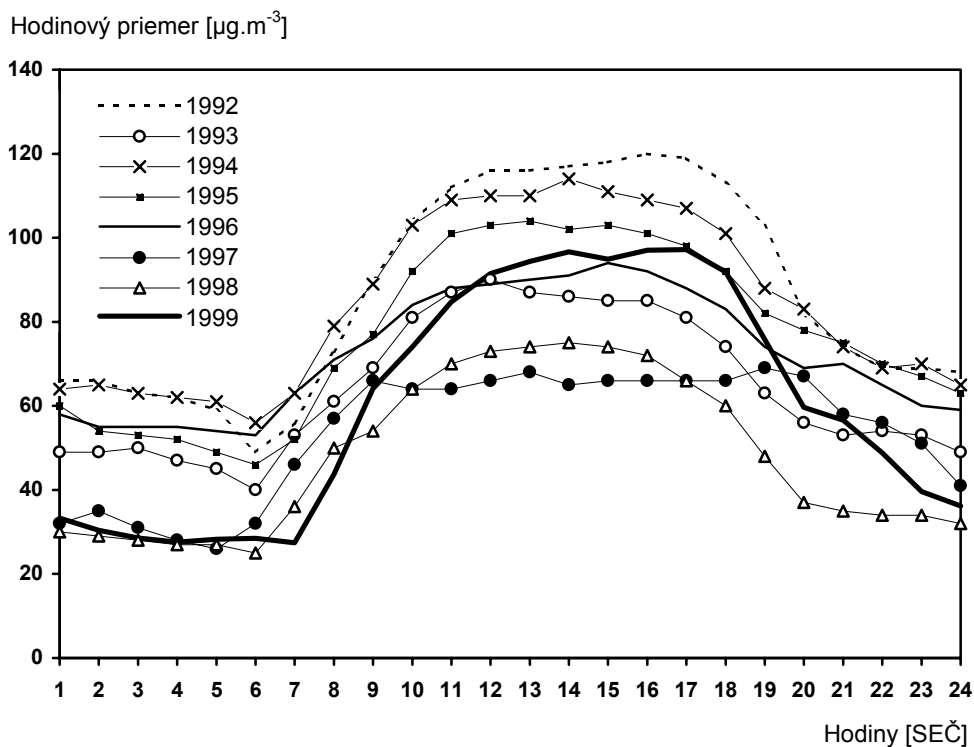
Obr. 3.1

Sezónna zmena koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v rokoch 1992-1999



Obr. 3.2

Priemerná denná zmena koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v auguste 1992-1999



Tab. 3.5 Počet prekročení imisných limitov ozónu (IH) pre ochranu ľudského zdravia platných v EÚ a na Slovensku v rokoch 1994-1999

Časový interval	IH _{8h} = 110 µg.m ⁻³																								
	1994				1995				1996				1997				1998				1999				
	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	5	3	15	0	6	0	30	0	0	0	1	0	7	1	5	0	40	1	32	0	23	1	19	
Bratislava - Koliba			*				*		1	8	9	20	5	42	33	55	0	15	4	15				-	
Bratislava - Petržalka	3	50	22	48	0	8	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	46	13	40	
Hnúšťa	0	12	1	18	0	34	5	49	2	36	7	61	0	26	1	17	0	19	0	15	0	25	5	21	
Humenné	1	29	11	31	0	11	1	18				-	0	20	1	17	0	39	6	35	0	12	8	15	
Chopok			*		47	36	40	39	38	24	30	23	10	12	13	11	24	17	21	17	70	56	71	68	
Jelšava			*				*				*				*		0	49	6	37	2	53	13	43	
Košice - Podhradová	0	8	2	10			-		1	14	5	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	
Košice - Štúrova			*				*				*				*				*			0	0	0	0
Martin			*				*		0	14	6	43	0	17	1	15	0	39	6	41	0	13	0	14	
Prievidza	2	41	23	55	0	4	1	9	1	1	1	4	0	1	0	0	0	4	0	2	0	29	6	18	
Prešov			*				*				*				*				*			0	0	0	0
Ružomberok			-		2	36	14	49	0	2	1	6	0	0	0	0			-		0	0	0	0	
Stará Lesná	4	31	10	29	0	44	10	38	11	58	34	56	0	1	0	2	0	7	0	3	14	68	39	74	
Starina	1	14	0	12	0	10	0	3	0	20	6	26	0	10	0	6	0	7	0	3	0	9	2	8	
Topoľníky	0	32	5	43	0	13	7	27	1	29	14	36	0	1	0	2	0	9	2	9	0	3	5	27	
Veľká Ida																						0	1	0	2
Žiar nad Hronom	0	31	18	49	0	4	4	13	0	10	7	39	0	18	2	23	0	30	7	29	2	20	14	23	
Žilina	0	10	9	45	0	7	8	26	0	0	0	3	0	0	0	0	0	29	3	30	2	16	11	18	

* 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 1994-1999

Stanica	IH _{1h} = 200 µg.m ⁻³						IH _{24h} = 65 µg.m ⁻³					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	20	45	4	18	61	63
Bratislava - Koliba	*	*	0	0	0	-	*	*	101	198	98	
Bratislava - Petržalka	38	1	0	0	0	0	102	56	6	0	6	105
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	33	108	84	40	42	53
Humenné	0	0	-	-	0	0	72	49	-	71	133	111
Chopok	*	1	0	1	0	0	*	166	189	259	**182	**217
Jeľava	*	*	*	*	0	0	*	*	*	*	101	115
Košice – Podhradová	0	-	0	0	0	0	46	-	134	36	14	12
Košice – Štúrova	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	**37
Martin	*	*	0	0	0	0	*	*	97	70	91	89
Prievidza	24	1	0	0	0	0	92	26	8	14	25	134
Prešov	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	8
Ružomberok	-	1	0	0	-	0	-	96	34	4	-	**0
Stará Lesná	0	2	0	0	0	0	122	141	184	68	72	173
Starina	5	1	0	0	0	0	69	66	147	92	106	128
Topoľníky	0	0	0	0	0	0	123	95	123	**2	**31	100
Veľká Ida	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	44
Žiar nad Hronom	30	0	0	0	0	0	85	37	130	80	81	76
Žilina	0	0	0	0	0	4	62	38	11	27	59	48

* 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 najčastejšie prekračovaný v lete v rokoch 1994 a najmä 1996 (tab. 3.5), najviac v oblasti Vysokých Tatier (Stará Lesná 159 prípadov, Svit 151 prípadov). Roky 1997 a 1998 boli fotochemicky menej aktívne. V roku 1999 sa zaznamenal rekordný počet prekročení 256 na Chopku (pre túto stanicu sú však typické veľké výpadky meraní) a 195 v Starej Lesnej. Najčastejšie prekročenie tohto limitu bolo, s výnimkou Chopku (horský chod koncentrácií) v časových intervaloch od 9.00 do 17.00 a od 12.00 do 21.00 h.

V rekordne teplom roku 1994 bol aj najčastejšie prekročený imisný limit pre ochranu vegetácie 200 µg.m⁻³ (1-h priemer), v Bratislave-Petržalke 38-krát. V roku 1999 bol tento limit prekročený len na stanici Žilina. Limit 65 µg.m⁻³ (24-h priemer) je pravidelne každoročne prekračovaný na celom území Slovenska, najviac vo vyšších horských polohách. V roku 1999 sa pozoroval doposiaľ rekordný počet prekročení 217 prípadov na Chopku. Vo fotochemicky aktívnych rokoch sa pozoruje počet prekročení nad 100 prípadov aj na niektorých staniaciach v nižších polohách (tab. 3.6).

Kumulatívne charakteristiky prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1993 až 1998 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% redukcii výnosu poľnohospodárskych plodín (3 000 ppb.h) na časti územia viacnásobne. Podobne je na časti územia prekračovaná kritická hodnota AOT40 pre poškodenie lesných porastov (10 000 ppb.h). V roku 1999 sa pozorovali najväčšie hodnoty expozičných indexov od začiatku pozorovaní. Je predpoklad, že pri kompletných meraniach by príslušné hodnoty indexu expozície boli ešte vyššie.

Tab. 3.7 Index expozície AOT40 (nad prahovou úrovňou 40ppb) pre ochranu vegetácie v rokoch 1994-1999 [ppb.h]

Stanica	AOT40 ⁽¹⁾						AOT40 ⁽²⁾					
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Banská Bystrica	3 446	6 842	1 090	4 960	5 594	10 101	5 238	9 907	2 190	7 517	10 854	17 235
Bratislava - Koliba	*	*	2 966	8 182	3 080	–	*	*	5 436	16 665	8 217	–
Bratislava - Petržalka	16 358	4 694	416	300	201	12 024	19 573	5 460	730	486	872	19 856
Hnúšťa	4 058	11 320	9 010	7 106	5 879	4 333	6 336	16 906	16 068	11 455	10 386	8 922
Humenné	3 768	3 716	–	6 647	8 037	5 316	11 156	6 204	–	9 292	15 067	9 505
Chopok	*	8 958	4 874	6 150	**3 113	14 760	*	15 988	11 452	10 359	**11 063	21 713
Jelšava	*	*	*	*	7 373	15 481	*	*	*	*	14 406	20 036
Košice - Podhradová	3 274	–	3 664	281	**109	–	4 895	–	6 646	1 783	**926	1 896
Košice - Štúrova	–	–	–	–	–	1 172	–	–	–	–	–	2 059
Martin	*	*	5 840	5 236	9 720	5 530	*	*	10 893	10 179	15 443	9 495
Prievidza	12 299	1 548	412	795	2 292	8 956	19 344	3 025	1 125	1 746	3 133	17 038
Prešov	–	–	–	–	–	623	–	–	–	–	–	1 062
Ružomberok	–	8 713	1 620	477	–	**178	–	17 080	2 952	999	–	**474
Stará Lesná	4 292	9 788	11 502	1 208	1 775	12 500	13 381	17 164	19 342	1 964	4 350	26 133
Starina	2 327	3 524	5 506	2 211	2 053	4 139	7 345	7 066	9 968	4 399	6 276	7 709
Topoľníky	8 373	6 629	5 626	**559	**1 038	7 156	15 766	10 499	9 810	**788	**3 893	13 140
Veľká Ida	–	–	–	–	–	2 747	–	–	–	–	–	4 486
Žiar nad Hronom	11 596	1 422	5 758	6 628	7 390	3 310	15 890	4 602	10 946	10 166	12 859	14 336
Žilina	6 221	6 055	1 470	1 665	7 180	2 892	11 566	8 579	2 348	4 354	13 215	10 624

(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 1999

Celkový atmosférický ozón nad územím Slovenska sa meria na Oddelení 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 odosielajú do Svetového centra ozónových a ultrafialových dát (WOUDC) v Kanade a do ozónového mapového centra Svetovej meteorologickej organizácie v Grécku. Informácia o stave ozónovej vrstvy a intenzite škodlivého slnečného ultrafialového žiarenia je denne poskytovaná obyvateľstvu prostredníctvom TA SR. V dňoch 22. až 29. mája 1999 usporiadal SHMÚ na svojom pracovisku v Gánovciach pri Poprade medzinárodnú kalibráciu Brewerových ozónových spektrofotometrov. Okrem domáceho prístroja a svetového cestovného štandardu sa ho zúčastnili aj ozónové spektrofotometre z Čiech a Poľska.

Priemerná ročná hodnota celkového atmosférického ozónu v roku 1999 bola 331 Dobsonových jednotiek, čo je 2,3% pod dlhodobým priemerom vypočítaným z meraní v Hradci Králové v rokoch 1962-1990, ktorý sa používa aj pre našu oblasť ako dlhodobý normál. 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 1999.

Na rozdiel od februára roku 1998, kedy sa zaznamenala najvýraznejšia záporná odchýlka, bol február 1999 mesiacom s najväčšou priemernou kladnou odchýlkou (+8,3%). Dokazuje to veľkú variabilitu ozónovej vrstvy koncom zimy a začiatkom jari. Nadpriemerná hodnota bola nameraná ešte v decembri, v ostatných mesiacoch boli priemerné odchýlky záporné. Z hľadiska vplyvu na biosféru je najvýznamnejšia najväčšia záporná odchýlka (-7,4%) nameraná v júni, pretože v tomto mesiaci je slnko na oblohe najvyššie a dráha slnečných lúčov cez ozónovú vrstvu je najkratšia. V posledných rokoch sa pozoruje nad našou oblasťou posun výrazných poklesov celkového množstva ozónu od konca zimy na koniec jari až začiatok leta. Pomerne veľké záporné odchýlky boli zaznamenané v súvislom období apríl až september. Septembrová odchýlka -5,1% 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.

Koncentrácia chlóru v stratosfére dosiahla koncom deväťdesiatych rokov kulminačný bod. Modelové prognózy postupného návratu ozónovej vrstvy do pôvodného stavu sa však líšia o desiatky rokov. Trvanie tohoto procesu závisí hlavne od vstupných parametrov, z ktorých najdôležitejšími sú teplota a chlór. Očakáva sa, že v priebehu 20-30 rokov zachytia pozitívny trend aj monitorovacie stanice, najprv na južnej a neskôr na severnej pologuli.

Na obr. 3.4 sú hodnoty hustoty toku slnečného UV-B žiarenia zhodnotené spektrom biologickej účinnosti na erytém (McKinlay a Diffey, 1987) namerané v čase miestneho poludnia. Takto upravené UV-B žiarenie sa v odbornej literatúre označuje ako škodlivé ultrafialové žiarenie (DUV). 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. Kanadský UV-B index. Jeho hodnoty súvisia s hustotou toku DUV žiarenia a môže sa z nich odvodiť doporučená doba pobytu na slnku. Hodnoty vyššie ako 7 sú dosahované v letných mesiacoch okolo poludnia a znamenajú, že na slnku by sme sa 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 na web stránke SHMÚ (www.shmu.sk) v položke Ozónové spravodajstvo.

Najväčšia hustota toku škodlivého UV-B žiarenia (Diffey) 205 mW/m^2 bola nameraná 29. júna na poludnie. V tento deň chýbalo 8% celkového atmosférického ozónu. Bola to jediná hodnota nad 200 mW/m^2 v roku. Celé jarné a letné obdobie sa vyznačovalo veľkým rozptylom poludňajších hodnôt, čo súviselo s premenlivou oblačnosťou a častými zrážkami.

UV-B žiarenie sa v roku 1999 monitorovalo každý deň v pravidelných hodinových alebo polhodinových intervaloch. Len počas silných zrážok bol pozorovací program dočasne prerušovaný. Hodnoty denných súm v J/m^2 sú na obr. 3.5. Maximálna denná dávka 4658 J/m^2 bola nameraná 26. júna.

Celková suma denných dávok DUV žiarenia v období apríl až september bola $458\,116 \text{ J/m}^2$, čo bolo o 5,5% viac ako v roku 1998. Súvisí to hlavne s výrazne podpriemerným celkovým množstvom atmosférického ozónu v tomto období.

Tab. 3.8 Celkový ozón [DU] v roku 1999 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	280	-14	388	8	343	-9	390	1	343	-10	348	-5	324	-7	324	-2	322	3	268	-8	279	-3	204	-31
2	330	1	339	-6	367	-3	367	-5	350	-8	337	-8	334	-4	344	4	327	5	279	-4	259	-9	223	-25
3	356	9	342	-5	319	-16	359	-7	358	-6	345	-5	324	-7	322	-2	305	-2	276	-5	255	-11	300	1
4	346	5	328	-9	321	-15	413	7	338	-11	332	-9	321	-8	321	-3	309	0	283	-2	271	-5	314	5
5	294	-11	353	-3	338	-11	342	-12	331	-13	345	-5	317	-8	320	-3	305	-1	283	-2	282	-1	333	11
6	250	-25	430	18	432	14	349	-10	352	-7	330	-9	309	-10	306	-7	312	1	293	1	281	-2	324	8
7	292	-12	407	12	429	13	371	-4	355	-6	343	-5	309	-11	297	-9	299	-3	300	4	301	5	270	-10
8	312	-6	447	22	472	24	342	-11	362	-4	337	-7	320	-7	299	-9	300	-2	279	-3	317	11	308	2
9	355	6	435	19	444	17	324	-16	376	0	358	-1	310	-10	284	-13	297	-3	281	-3	275	-4	275	-9
10	404	21	442	21	341	-10	335	-13	362	-4	333	-8	295	-14	279	-14	285	-7	276	-4	265	-8	276	-9
11	307	-9	449	22	369	-3	390	1	375	0	320	-11	340	-1	306	-6	279	-8	260	-10	258	-10	323	6
12	274	-19	445	21	372	-3	365	-6	387	3	308	-14	318	-7	330	1	280	-8	267	-7	253	-12	322	5
13	344	2	449	22	358	-6	387	0	365	-3	307	-15	329	-4	310	-5	284	-6	264	-8	253	-12	382	25
14	310	-9	466	26	360	-6	383	-1	342	-8	307	-14	318	-7	321	-1	293	-3	285	-1	262	-9	360	17
15	353	4	400	8	403	6	376	-3	393	5	311	-13	334	-2	310	-4	290	-4	304	6	309	7	327	6
16	290	-15	303	-19	430	12	368	-5	411	10	308	-14	348	3	298	-8	289	-4	332	16	289	0	307	-1
17	260	-24	430	16	387	1	380	-2	384	3	311	-13	343	1	314	-3	281	-6	333	16	286	-1	312	0
18	269	-22	466	25	408	7	386	0	420	13	320	-10	329	-3	303	-6	277	-7	322	12	368	27	323	4
19	306	-11	401	7	403	5	424	10	356	-4	322	-10	323	-5	296	-8	286	-4	314	10	318	10	284	-9
20	299	-14	319	-15	381	-1	432	12	337	-9	331	-7	320	-5	292	-9	275	-8	291	2	361	25	290	-8
21	303	-13	380	1	421	10	390	1	357	-4	338	-5	312	-7	306	-4	255	-14	286	0	349	20	311	-1
22	286	-18	424	13	379	-1	363	-6	357	-4	366	3	315	-6	318	0	262	-11	280	-2	343	18	294	-7
23	349	0	493	31	383	0	353	-8	359	-3	354	0	370	10	325	2	259	-12	285	0	350	20	310	-2
24	329	-6	505	34	378	-2	333	-13	349	-5	342	-3	337	0	329	3	275	-7	289	1	294	1	323	2
25	351	0	462	23	345	-10	357	-7	348	-6	338	-4	300	-11	328	3	268	-9	269	-6	323	11	284	-11
26	326	-7	345	-9	323	-16	351	-8	359	-2	331	-6	298	-11	311	-2	256	-13	284	-1	284	-3	345	8
27	382	8	275	-27	347	-10	360	-6	348	-5	331	-6	318	-5	302	-4	275	-6	314	10	222	-24	373	16
28	353	0	294	-22	364	-6	354	-7	338	-8	340	-3	303	-9	292	-7	284	-3	240	-16	249	-15	352	9
29	458	29			371	-4	327	-14	345	-6	322	-8	310	-7	291	-7	287	-2	273	-4	248	-16	368	14
30	457	28			365	-5	339	-11	345	-6	326	-7	312	-6	299	-5	256	-12	270	-6	242	-18	373	15
31	443	24			370	-4			332	-9			313	-6	308	-2			271	-5			342	5
Ø	331	-3	401	8	378	-1	367	-5	359	-4	331	-7	321	-6	309	-4	286	-5	285	-1	288	0	314	1
Std	53	14	62	17	37	10	27	7	21	6	15	4	16	5	15	4	19	5	20	7	38	13	40	12
Max	458	29	505	34	472	24	432	12	420	13	366	3	370	10	344	4	327	5	333	16	368	27	382	25
Min	250	-25	275	-27	319	-16	324	-16	331	-13	307	-15	295	-14	279	-14	255	-14	240	-16	222	-24	204	-31

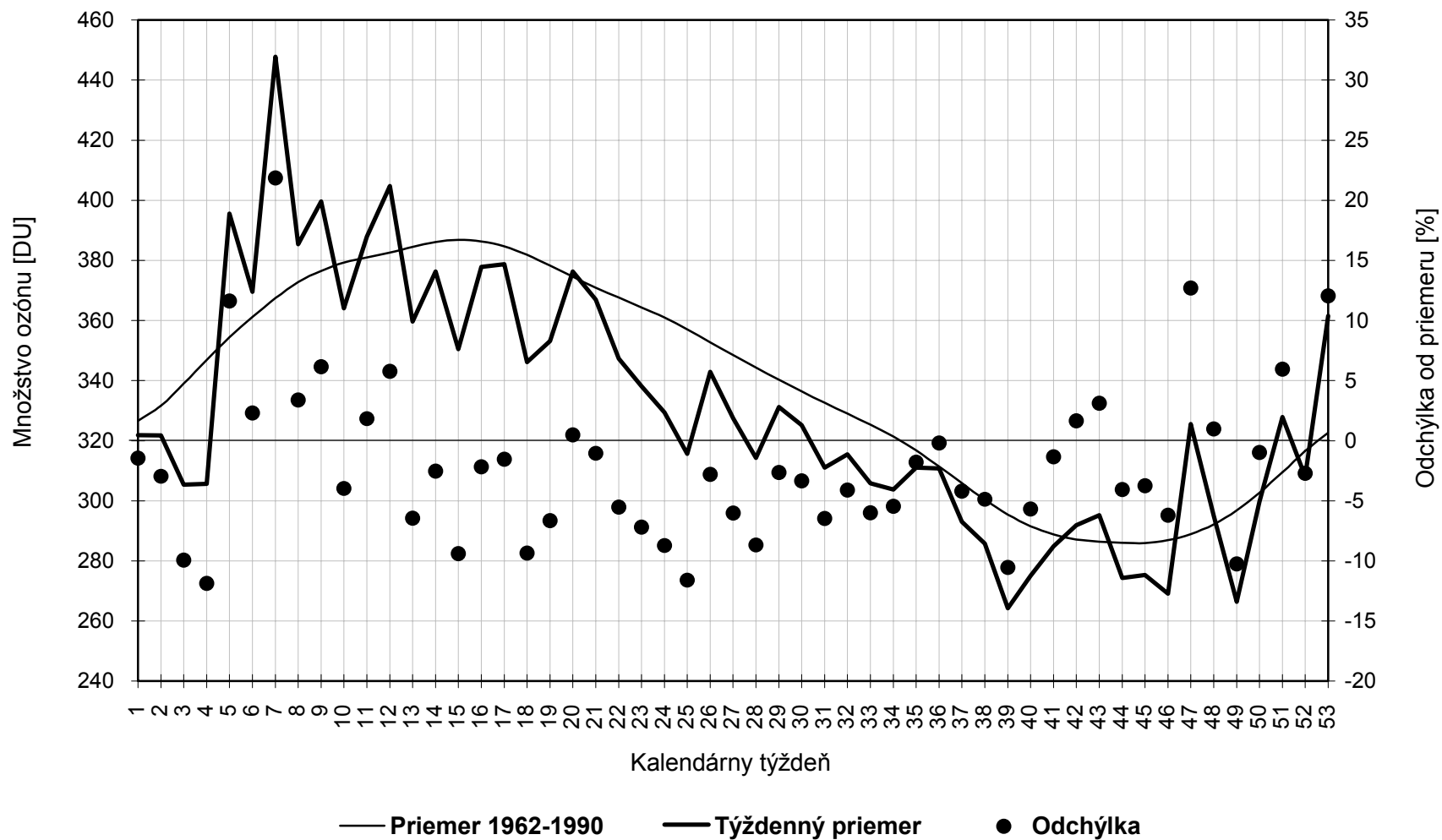
O₃ - celkový ozón

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

Std. - štandardná odchýlka [DU]

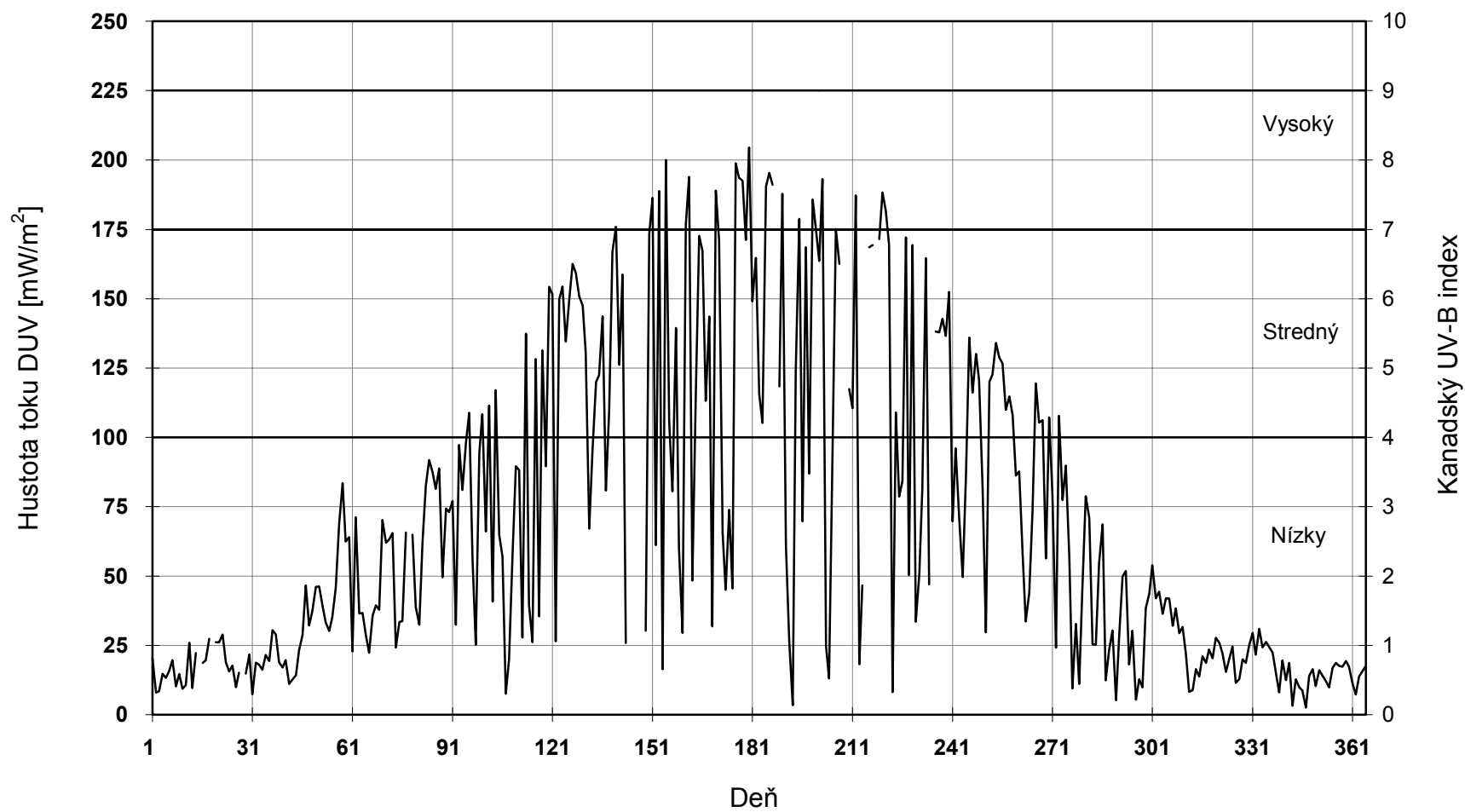
Obr. 3.3

Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 1999



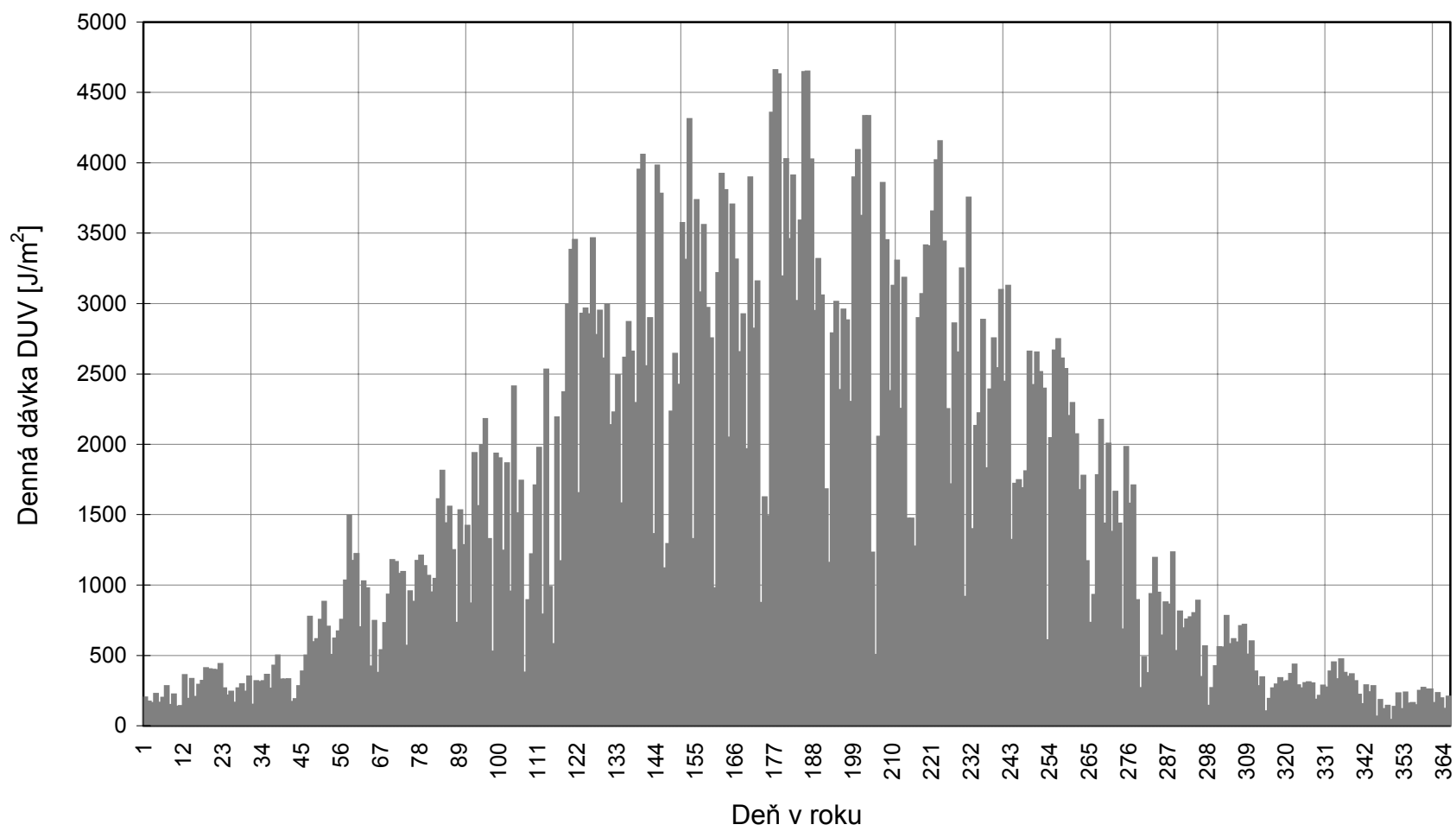
Obr. 3.4

Ročný chod poludňajších hodnôt DUV (Diffey) žiarenia Gánovce 1999



Obr. 3.5

Ročný chod denných dávok škodlivého ultrafialového slnečného žiarenia Gánovce 1999



4.1 REGISTER EMISÍ 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 v súčasnosti 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. Na základe súčasnej evidencie je 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 odlučovacích 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 jednotlivých 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.

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 rutínnej 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 268/97. Bilancia emisií za rok 1998 a 1999 nebola spracovaná.

REZZO 4

Databáza REZZO 4 sa aktualizuje podľa požiadaviek MŽP SR. Výpočet emisií sa robí metódou COPERT, ktorá je odporúčaná pre účastníkov Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcim hranicami štátov. Vychádza z počtu jednotlivých typov automobilov, množstva najjazdených kilometrov a zo spotreby jednotlivých druhov pohonných hmôt. Okrem cestnej dopravy 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. 4.7 a 4.8).

4.2 VÝVOJOVÉ TRENDY ZÁKLADNÝCH ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK

Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok sú uvedené v tabuľke 4.1 a na obrázkoch 4.1-4.4.

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 (obr. 4.5) a zlepšovaním akostných znakov používaných palív. Na redukcii emisií tuhých častíc sa podieľalo aj ďalšie rozširovanie používania odľučovacej techniky, resp. zvyšovanie jej účinnosti. Klesajúci trend emisií SO₂

od roku 1996 pokračuje aj v roku 1999 v dôsledku zníženia spotreby hnedého, čierneho uhlia a ťažkého vykurovacieho oleja a od roku 1998 je v čiastočnej prevádzke odsírovanie veľkých energetických zdrojov. 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 (obr. 4.5 a 4.6). 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 (obr. 4.6) 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. V roku 1997 a 1999 emisie CO z technologických zdrojov opäť mierne vzrástli.

4.3 PODIEL JEDNOTLIVÝCH SEKTOROV NA CELKOVÝCH EMISIÁCH V SR

Obrázok 4.7 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. Obrázky 4.8-4.11 znázorňujú podiel jednotlivých druhov výrob na celkových emisiách zo zdrojov registrovaných v REZZO 1. V tabuľke 4.3 sú emisie znečisťujúcich látok REZZO 1 v zaťažených územiach (vyhláška MŽP SR č.112/1993 Z.z.). V tabuľke 4.2 sú uvedené sumárne hodnoty emisií za vybrané druhy výrob podľa členenia OKEČ.

4.4 MERNÉ ÚZEMNÉ EMISIE ZA ROK 1999

Tabuľka 4.4 a obrázky 4.12-4.15 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.

4.5 NAJVÝZNAMNEJŠIE ZDROJE ZNEČISŤOVANIA OVZDUŠIA V SR

V tabuľke 4.5 je uvedených 20 najvýznamnejších zdrojov znečisťovania ovzdušia. Podiel týchto zdrojov na celkovom znečisťovaní ovzdušia Slovenska zdrojmi REZZO 1 je od 88,3 do 93,1%. V tabuľke 4.6 je uvedené poradie 10 najväčších znečisťovateľov v kraji podľa množstva základných znečisťujúcich látok.

4.6 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 bilancií REZZO za rok 1996 až 1999 boli pre vybrané zdroje zohľadnené výsledky meraní, pri ktorých bola úroveň výsledkov meraní a postupu prepočtu vyhovujúca.

4.7 ZHODNOTENIE KVALITY ÚDAJOV

Každá emisná inventúra poskytuje len určité priblíženie ku skutočným hodnotám množstva emitovaných škodlivých látok. Úroveň reprezentatívnosti výsledkov je možné ohodnotiť medzinárodne uznávanou stupnicou podľa US EPA (tab. 4.10). Tento spôsob bol odporúčaný Pracovnou skupinou emisnej inventarizácie, pracujúcou v rámci Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcom hranicami štátov. V súlade s ňou sú zhodnotené aj výsledky emisnej inventúry uvedené v tejto ročenke.

Kritériom hodnotenia nie je len kompletnosť údajov, ale aj ich technická úroveň. Z toho dôvodu sú údaje o emisiách tuhých látok a SO₂ hodnotené ako významne reprezentatívne (B) a údaje o emisiách NO_x a CO ako pomerne reprezentatívne (C). Hoci základné údaje majú rovnakú úroveň (REZZO 1), emisné faktory pre tuhé látky a SO₂ sú stanovené exaktnejšie ako emisné faktory pre NO_x a CO. Pokiaľ prvé údaje sú závislé od akostných znakov paliva, ktoré možno pomerne presne stanoviť, druhé sú závislé od režimu spaľovania, a tým môžu mať aj pre totožné technické zariadenie rozdielne hodnoty.

V období 1995-1997 prebiehala pod záštitou MŽP SR aktualizácia emisných faktorov, používaných v databáze REZZO na výpočet emisií. Aktualizácia prebiehala systémom porovnávania emisných faktorov získaných prepočtom z meraní na konkrétnych zdrojoch v SR, s najnovšími publikovanými emisnými faktormi. Na základe podrobnej analýzy sa dospelo k záveru, že emisné faktory je potrebné korigovať. Bilancia emisií od roku 1996 už zohľadňuje korigované emisné faktory, publikované vo Vestníku MŽP SR čiastka 6 z roku 1996. Nové emisné faktory lepšie zodpovedajú súčasnému stavu techniky a technológii v oblasti spaľovacích procesov.

Údaje REZZO 2 sú hodnotené ako pomerne reprezentatívne (C). Ide o veľký počet zdrojov (približne 8 900) a bilanciu nie je v súčasnosti možné vykonať v priebehu jedného roka. Počet zdrojov sa neustále mení; vznikajú nové zdroje, niektoré zdroje sa delia, iné zanikajú. Je predpoklad, že v súčasnosti evidencia zdrojov REZZO 2 nie je kompletná. Bilancia emisií zo zdrojov REZZO 2 bude možná len v spolupráci s OÚ v systéme NEIS.

Údaje o emisiách z lokálnych zdrojov, REZZO 3, boli hodnotené ako pomerne reprezentatívne (C). Treba predpokladať, že okrem paliva, nakúpeného v distribučnej sieti, sa spaľuje aj palivo získané iným spôsobom, resp. že nie všetko palivo predané v určitom období sa v tom období aj spáli.

Údaje o emisiách z mobilných zdrojov boli vypočítané pomocou medzinárodne uznávanej a odporúčanej metodiky na odbornom pracovisku, ktoré malo k dispozícii potrebné vstupné údaje (VÚDI Žilina), a preto sú hodnotené ako významne reprezentatívne (B).

4.8 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 zatiaľ nie sú prepojené do celoslovenskej databázy.

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

Od roku 1997 prebieha transformácia národného informačného systému - projekt NEIS. Cieľom projektu NEIS bolo nahradiť súčasný 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 INGRES.

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 dotazníkov, ale je možné využiť aj softvérový modul NEIS PZ, ktorý umožňuje okrem vyplnenia dotazníkov v elektronickej forme aj výpočet emisií a načítanie údajov od jednotlivých 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 odporúčaním 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 prebieha od roku 1999 a bude ukončená v roku 2001. Od 1.1.2001 bude potrebné poskytovať v zmysle novelizovanej legislatívy údaje o emisiách v novom formáte, tvoriacom zároveň vstupné údaje pre NEIS.

Prvá etapa implementácie sa uskutočnila počas roku 1999. Realizovali sa školenia pre všetkých zodpovedných pracovníkov KÚ a OÚ. Účasť na školeniach bola umožnená aj pracovníkom prevádzkovateľov zdrojov znečisťovania ovzdušia a odborným posudzovateľom z oblasti ochrany ovzdušia. Po celý čas boli k dispozícii odborní poradcovia formou tzv. horúcich telefónnych liniek.

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

Cieľom je dokončiť implementáciu NEIS tak, aby bolo možné celoplošné nasadenie nástrojov systému NEIS na všetkých odboroch životného prostredia okresných úradov ako aj u prevádzkovateľov veľkých a stredných zdrojov znečisťovania ovzdušia od januára 2001 a aktualizácia údajov za rok 2000 už bola uskutočnená iba v NEIS.

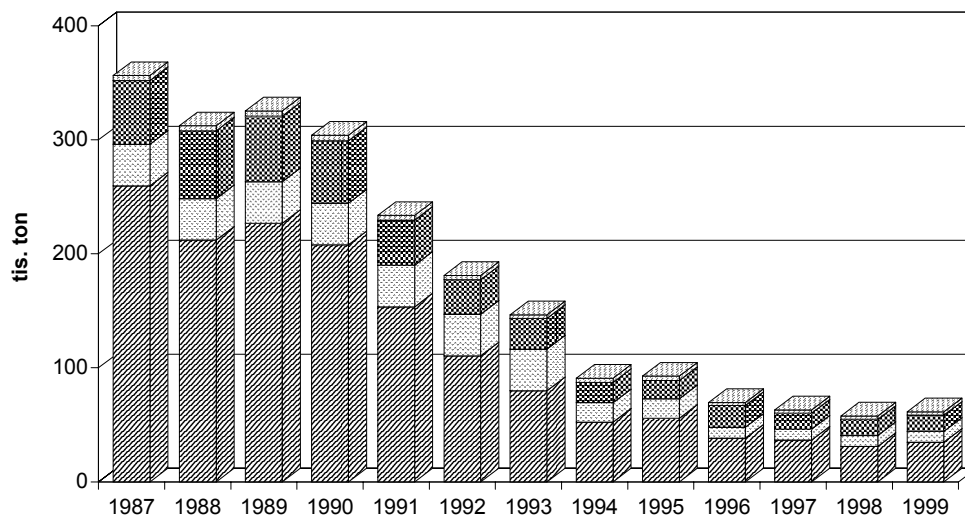
Tab. 4.1 Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok v SR [tis. ton]

Emisie tuhých látok														
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	KÚ
REZZO 1	259,771	212,065	226,925	208,075	153,590	110,545	79,925	52,335	55,770	38,461	36,646	31,168	34,813	B
REZZO 2	*36,425	*36,425	*36,425	36,425	*36,425	*36,425	*36,425	*17,097	*17,097	9,478	**9,478	**9,478	**9,478	C
REZZO 3	55,903	59,536	57,641	54,868	39,593	30,511	26,968	17,869	16,111	19,038	14,166	***14,166	***14,166	C
REZZO 4	4,341	#4,341	#4,341	4,758	4,076	3,478	3,275	3,646	3,744	2,532	2,696	2,918	+2,918	
Spolu	356,440	312,367	325,332	304,126	233,684	180,959	146,593	90,947	92,722	69,509	62,986	57,730	61,375	
Emisie SO₂														
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	KÚ
REZZO 1	491,567	460,991	447,784	421,981	347,084	296,034	246,411	182,746	188,590	197,308	176,564	153,723	147,111	B
REZZO 2	*37,509	*37,509	*37,509	37,509	*37,509	*37,509	*37,509	*27,091	*27,091	10,577	**10,577	**10,577	**10,577	C
REZZO 3	81,192	86,551	83,729	79,487	57,298	44,091	39,255	25,926	20,706	16,314	12,087	***12,087	***12,087	C
REZZO 4	3,527	#3,527	#3,527	3,614	3,061	2,322	2,119	2,932	2,346	2,310	2,393	2,724	+2,724	
Spolu	613,795	588,578	572,549	542,591	444,952	379,956	325,294	238,695	238,733	226,509	201,621	179,111	172,499	
Emisie NO_x														
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	KÚ
REZZO 1	126,327		146,800	146,474	135,389	127,454	122,169	111,616	118,040	76,853	70,583	74,322	65,436	C
REZZO 2	*4,961		*4,961	4,961	*4,961	*4,961	*4,961	*5,193	*5,193	3,960	**3,960	**3,960	**3,960	C
REZZO 3	6,293		6,610	6,783	5,352	4,639	4,218	3,692	5,203	5,852	5,177	***5,177	***5,177	C
REZZO 4	59,914		*68,521	67,090	58,383	53,321	51,916	52,517	52,886	43,403	44,485	46,238	+46,238	B
Spolu	197,495		226,892	225,308	204,085	190,375	183,264	173,018	181,322	130,068	124,205	129,697	120,811	
Emisie CO														
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	KÚ
REZZO 1			162,699	162,047	160,591	132,874	160,112	168,561	165,715	129,388	141,636	118,581	122,149	C
REZZO 2			*27,307	27,307	*27,307	*27,307	*27,307	*11,409	*11,409	12,037	**12,037	**12,037	**12,037	C
REZZO 3			150,022	143,633	103,121	78,846	70,107	46,712	42,594	50,794	38,029	***38,029	***38,029	C
REZZO 4	127,070		151,000	154,397	146,193	142,915	150,880	184,956	181,098	154,273	144,244	144,598	+144,598	B
Spolu			491,028	487,384	437,212	381,942	408,406	411,638	400,816	346,492	335,946	313,245	316,813	

#údaje sú za rok 1987 * údaje získané odborným odhadom ** údaje sú za rok 1996 *** údaje sú za rok 1997 + údaje sú za rok 1998 KÚ kvalita údajov

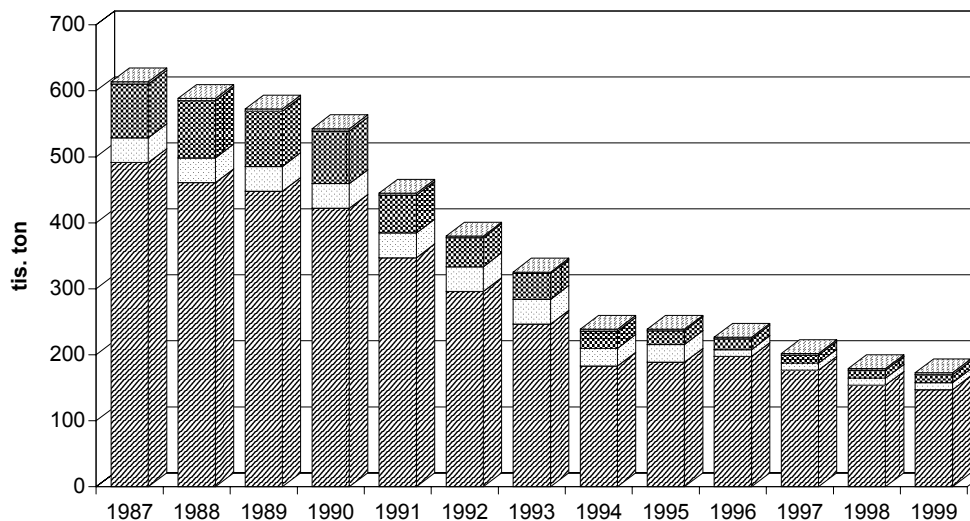
Obr. 4.1

Emisie tuhých látok



Obr. 4.2

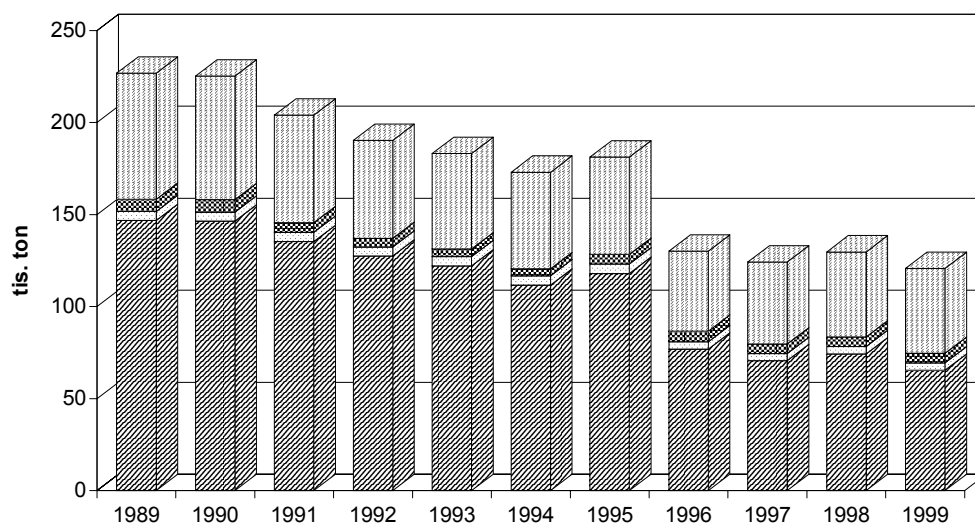
Emisie SO₂



REZZO 1
 REZZO 2
 REZZO 3
 REZZO 4

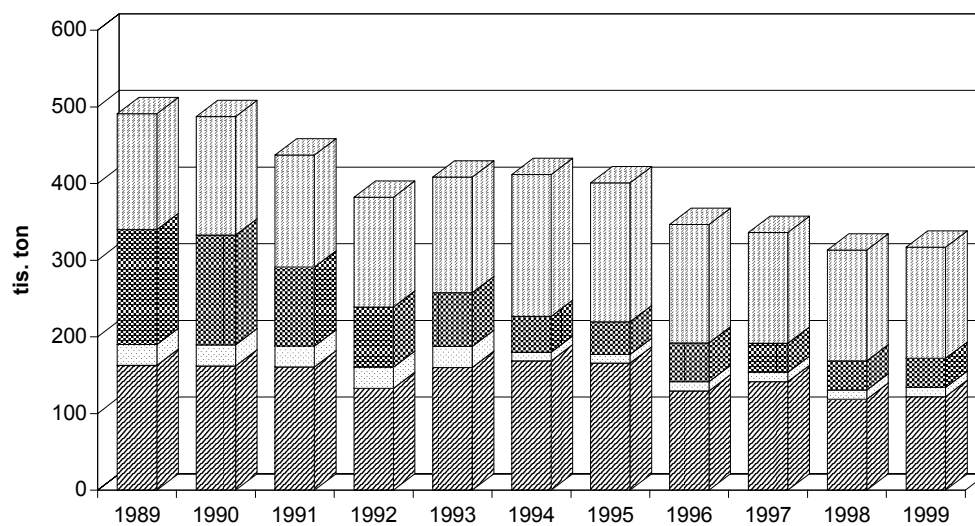
Obr. 4.3

Emisie NO_x



Obr. 4.4

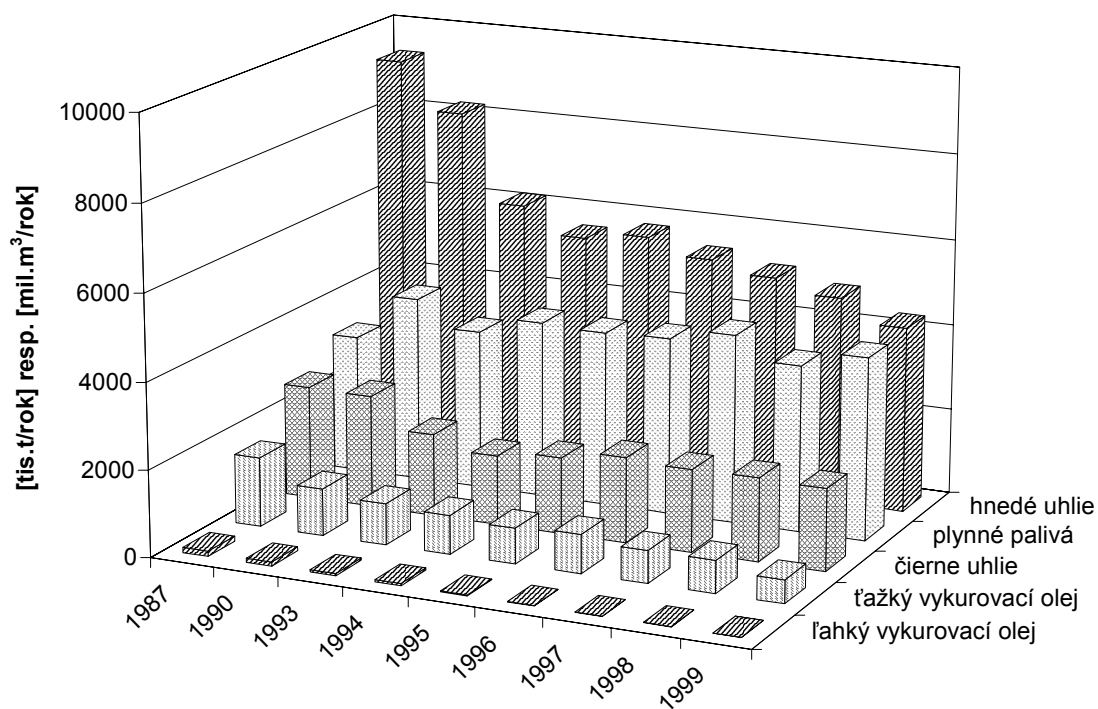
Emisie CO



REZZO 1
 REZZO 2
 REZZO 3
 REZZO 4

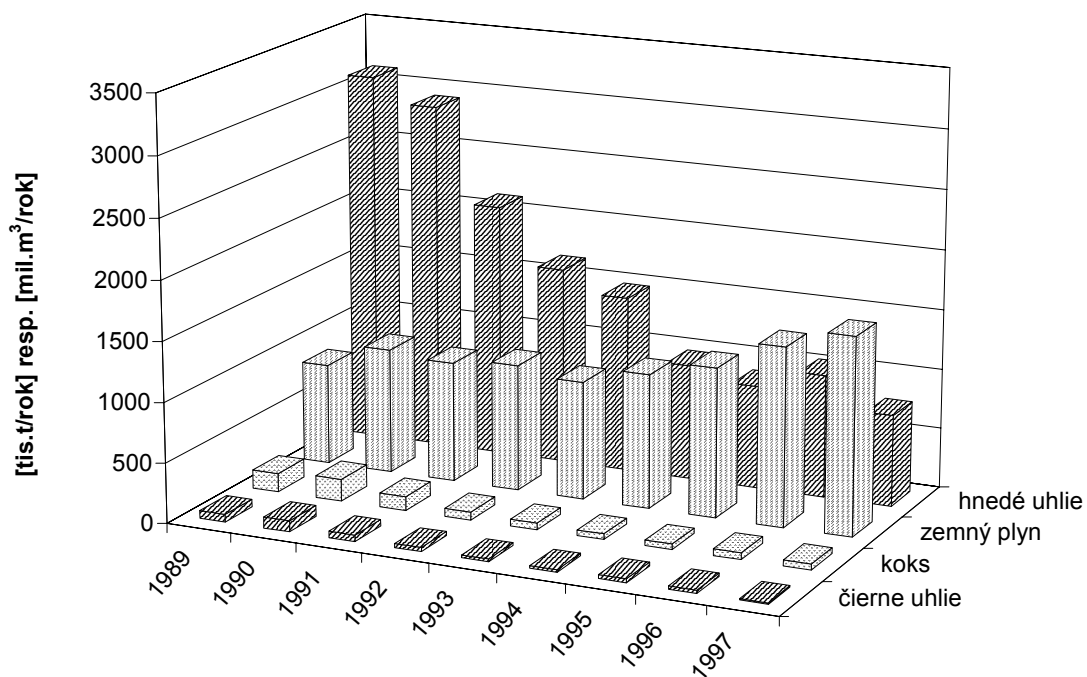
Obr. 4.5

Vývoj spotreby jednotlivých druhov paliva v energetike (REZZO 1)



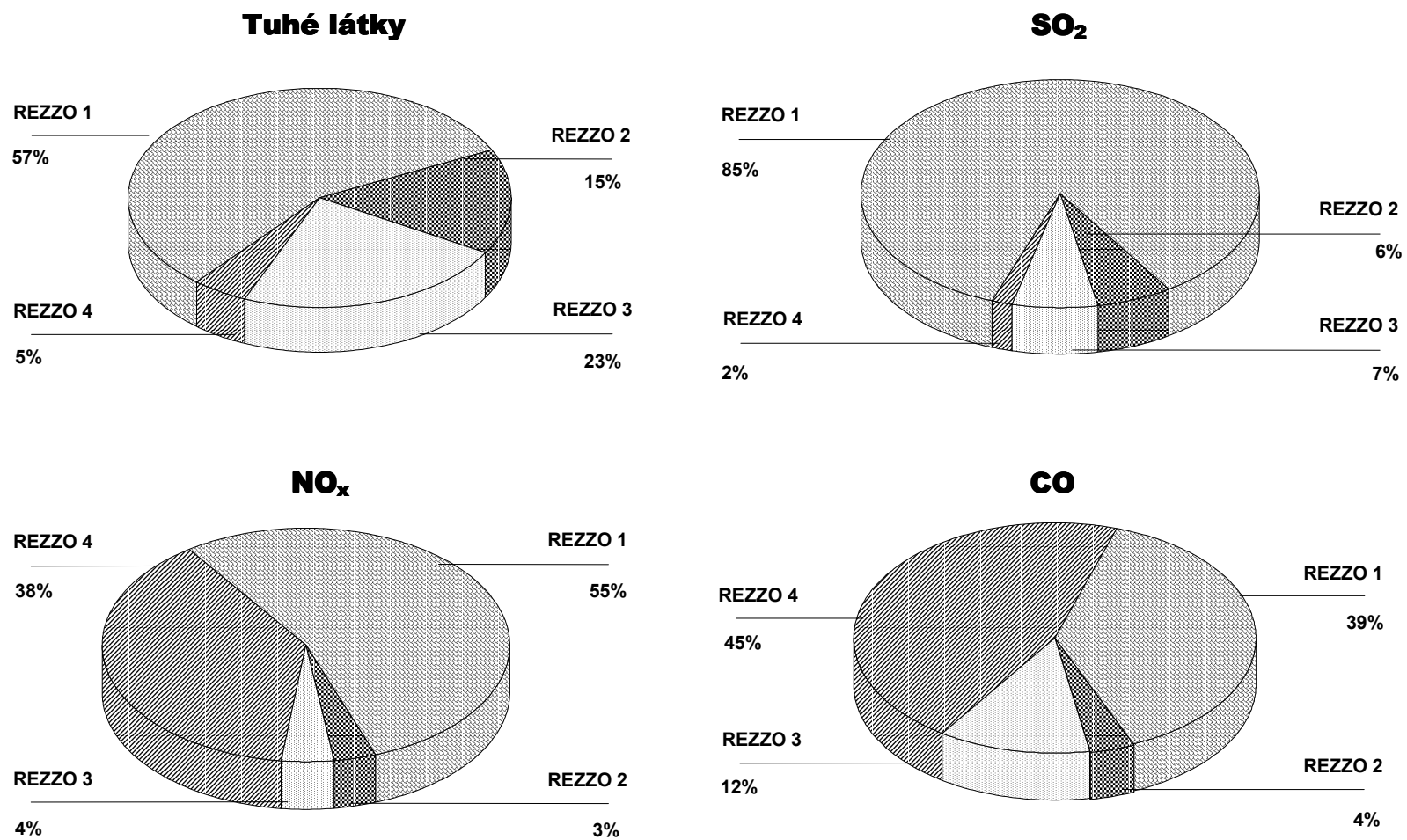
Obr. 4.6

Vývoj spotreby jednotlivých druhov paliva v lokálnych kúreniskách (REZZO 3)



Obr. 4.7

Emisie tuhých látok, SO₂, NO_x a CO v roku 1999



Tab.4.2 Znečistenie ovzdušia v SR (REZZO1), množstvo emisií podľa Odvetvovej klasifikácie ekonomických činností (OKEČ) za rok 1999

Druh výroby	Kód OKEČ	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
Výroba a rozvod elektriny	40.1	10 218	74 425	25 004	1 876
Výroba a rozvod pary a teplej vody	40.3, 70.1, 70.2, 70.3	356	2 447	2 822	1 031
Priemyselné technologické procesy	15-37	23 738	65 029	31 109	115 228
výroba a spracovanie železa a ocele	27.1-27.3	16 552	14 240	12 787	87 401
výroba a sprac. neželezných kovov	27.4, 27.53, 27.54	229	3 278	510	8 508
výroba nekovových miner. produktov	26	1 534	1 036	5 545	10 816
výroba motorových vozidiel	34	16	65	88	54
výroba chemikálií, chem. vlákien	24	1 230	11 180	2 601	3 281
výroba koksu, rafinovaných ropných produktov a jadrových palív	23	1 326	20 511	4 440	726
výroba papiera a celulózy	21	712	7 183	2 196	899
výroba potravín a nápojov	15	376	2 622	825	252
Iné stacionárne zdroje	X	500	5 210	6 501	4 013
Stacionárne zdroje spolu		34 813	147 111	65 436	122 149

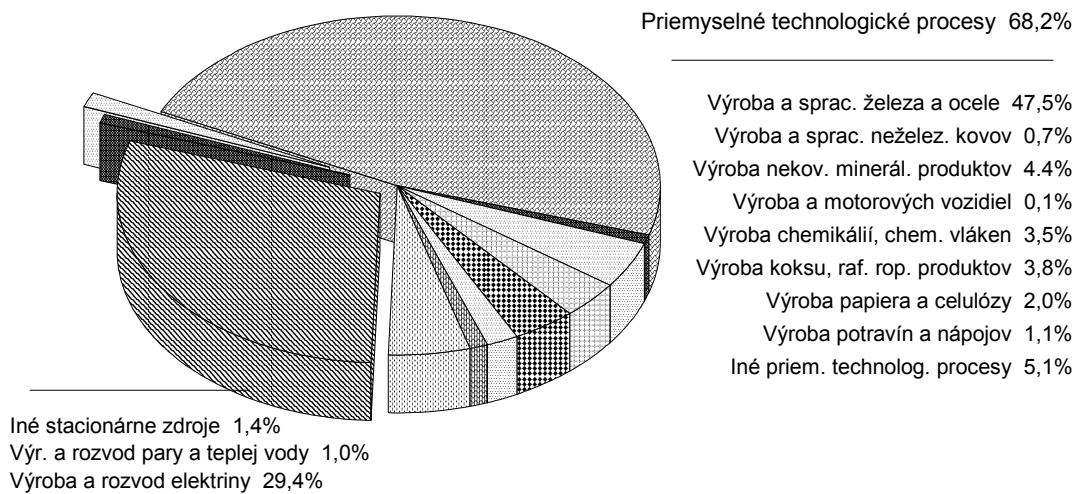
Tab. 4.3 Emisie znečisťujúcich látok (REZZO 1) v zaťažených územiach* za roky 1997-99

Oblasť	Rok	Znečisťujúca látka			
		Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
Banská Bystrica	1997	237	562	786	448
	1998	144	437	460	208
	1999	108	188	709	130
Bratislava	1997	1 509	23 408	5 674	1 043
	1998	1 415	21 338	5 396	1 011
	1999	1 354	20 589	5 738	1 142
Hnúšťa-Tisovec	1997	112	76	80	74
	1998	131	50	74	73
	1999	67	17	38	37
Horná Nitra	1997	1 612	45 079	4 244	1 134
	1998	1 581	41 942	5 232	1 020
	1999	1 455	45 173	5 325	1 112
Jelšava-Lubeník	1997	285	47	683	1 252
	1998	309	90	705	1 086
	1999	270	181	603	1 125
Košice	1997	10 558	17 689	15 893	83 959
	1998	9 177	13 390	20 518	72 558
	1999	16 344	15 122	13 365	85 031
Prešov	1997	50	22	173	101
	1998	123	21	180	136
	1999	50	1	162	80
Ružomberok	1997	1 101	2 696	1 276	2 256
	1998	629	1 994	1 100	1 934
	1999	201	2 927	1 111	414
Strážske-Vranov-Humenné	1997	1 540	14 975	3 519	3 439
	1998	977	13 951	3 404	3 395
	1999	910	13 441	2 915	3 557
Stredný Spiš	1997	310	7 283	117	746
	1998	167	2 562	109	736
	1999	29	636	25	202
Žiarska kotlina	1997	352	2 609	426	10 715
	1998	263	2 296	343	10 685
	1999	218	2 678	500	8 601
Žilina	1997	333	3 682	1 298	7 059
	1998	154	2 117	1 161	138
	1999	128	1 748	1 061	128

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

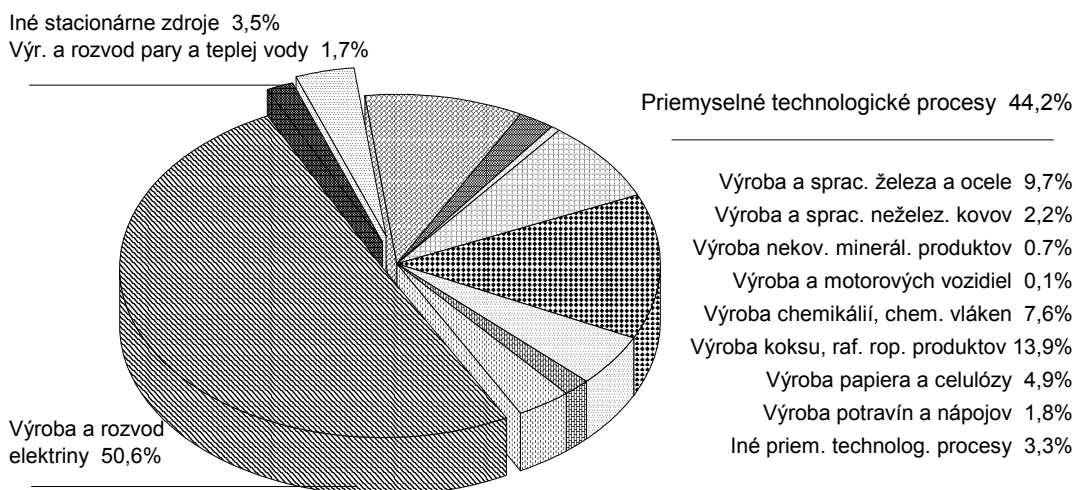
Obr. 4.8

Emisie tuhých látok - REZZO 1



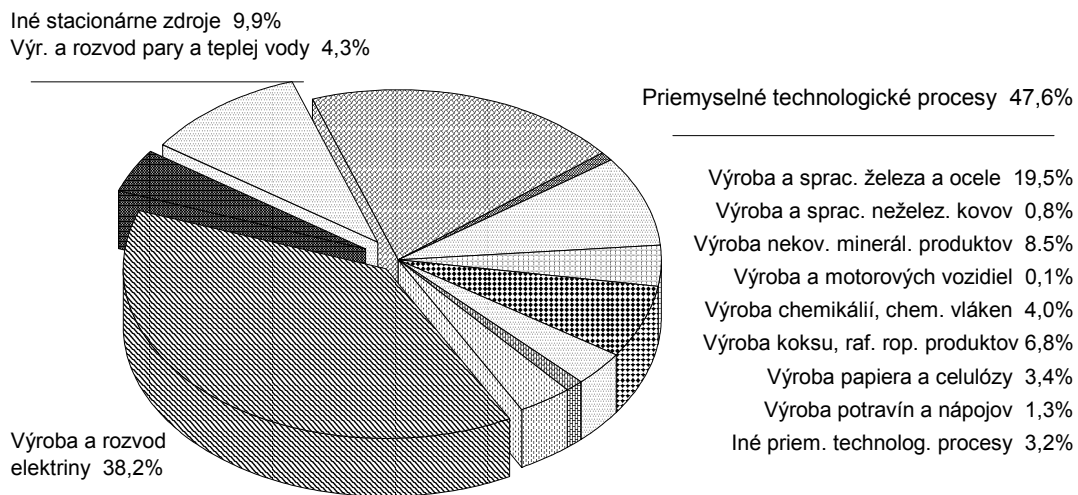
Obr. 4.9

Emisie SO₂ - REZZO 1



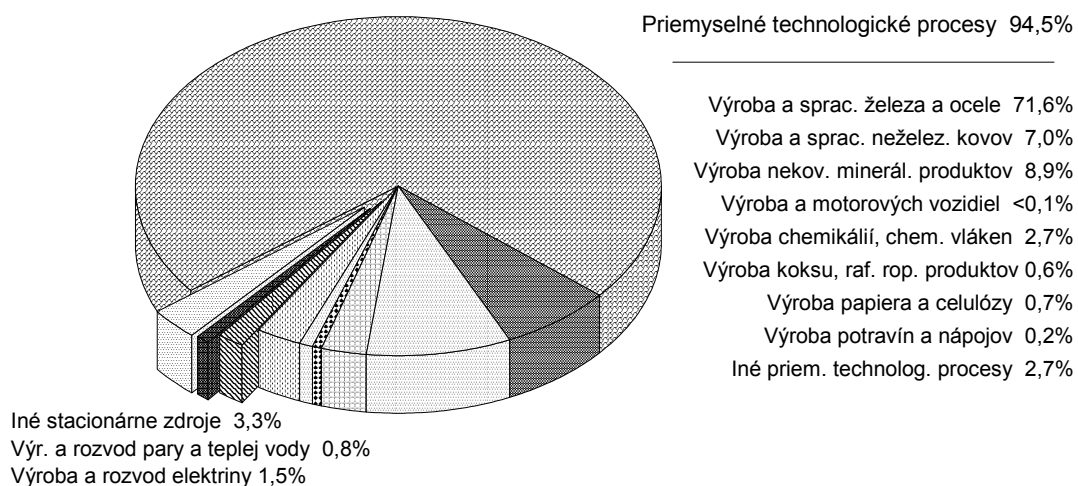
Obr. 4.10

Emisie CO - REZZO 1



Obr. 4.11

Emisie NO_x - REZZO 1



**Tab. 4.4 Množstvo emisií zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 1999 [t]
v územnom členení za okresy**

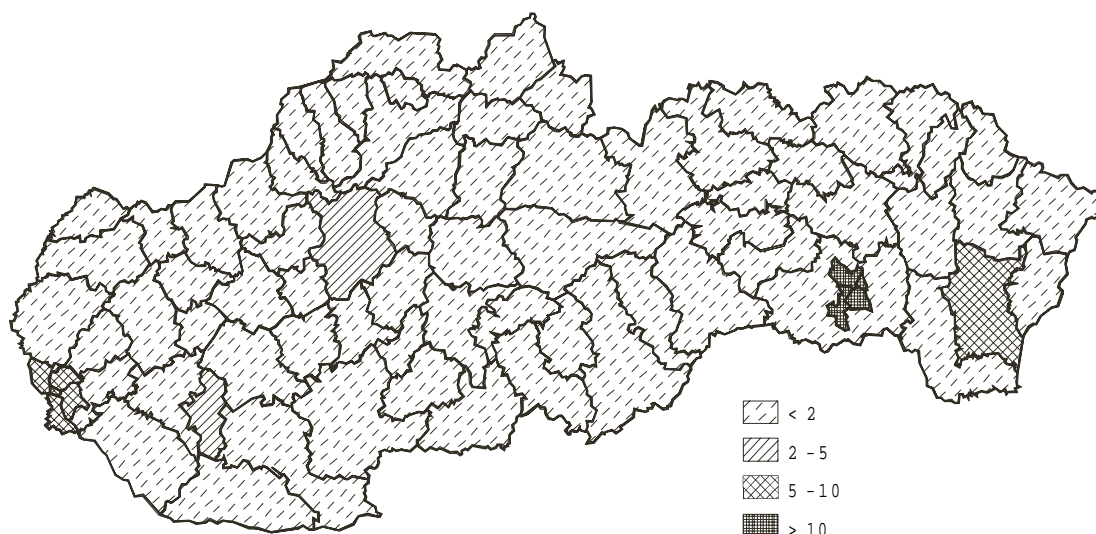
Okres	Emisie [t/rok]				Merné územné emisie [t/rok.km ²]			
	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
1. Bratislava	1 889	21 078	6 119	1 860	5,133	57,277	16,628	5,054
2. Malacky	259	185	1 644	1 294	0,297	0,212	1,885	1,484
3. Pezinok	189	372	152	456	0,504	0,992	0,405	1,216
4. Senec	18	22	84	83	0,05	0,061	0,233	0,230
5. Dunajská Streda	600	1 599	413	1 177	0,558	1,487	0,384	1,095
6. Galanta	527	708	312	758	0,822	1,105	0,487	1,183
7. Hlohovec	265	260	163	500	0,993	0,974	0,610	1,873
8. Piešťany	167	161	143	472	0,438	0,423	0,375	1,239
9. Senica	559	964	387	1 421	0,735	1,267	0,509	1,867
10. Skalica	213	185	98	529	0,593	0,515	0,273	1,474
11. Trnava	493	914	916	1 224	1,047	1,941	1,945	2,599
12. Bánovce nad Bebravou	110	58	71	133	0,238	0,126	0,154	0,288
13. Ilava	493	389	828	752	1,373	1,084	2,306	2,095
14. Myjava	73	61	67	155	0,224	0,187	0,206	0,475
15. Nové Mesto nad Váhom	490	441	182	1 536	0,845	0,76	0,314	2,648
16. Partizánske	220	635	181	494	0,731	2,110	0,601	1,641
17. Považská Bystrica	266	770	264	780	0,575	1,663	0,570	1,685
18. Prievidza	2 312	46 041	5 849	2 707	2,408	47,959	6,093	2,820
19. Púchov	378	663	656	898	1,008	1,768	1,749	2,395
20. Trenčín	299	805	967	4 807	0,443	1,193	1,433	7,121
21. Komárno	261	262	250	589	0,237	0,238	0,227	0,535
22. Levice	1 120	1 100	374	2 463	0,722	0,709	0,241	1,588
23. Nitra	539	726	1 799	1 675	0,619	0,834	2,065	1,923
24. Nové Zámky	840	2 265	939	1 473	0,624	1,682	0,697	1,094
25. Šaľa	846	1 937	939	988	2,376	5,441	2,638	2,775
26. Topoľčany	294	275	183	765	0,492	0,461	0,307	1,281
27. Zlaté Moravce	205	201	81	511	0,393	0,386	0,155	0,981
28. Bytča	347	303	90	753	1,230	1,074	0,319	2,670
29. Čadca	633	836	242	1 729	0,833	1,100	0,318	2,275
30. Dolný Kubín	561	604	914	2 423	1,145	1,233	1,865	4,945
31. Kysucké Nové Mesto	220	219	93	585	1,264	1,259	0,534	3,362
32. Liptovský Mikuláš	675	1 657	438	1 006	0,511	1,253	0,331	0,761
33. Martin	756	2 229	498	1 200	1,027	3,029	0,677	1,630
34. Námestovo	349	711	123	898	0,506	1,030	0,178	1,301
35. Ružomberok	760	3 427	1 246	1 784	1,175	5,297	1,926	2,757
36. Turčianske Teplice	82	71	25	59	0,209	0,181	0,064	0,150
37. Tvrdošín	671	799	175	1 661	1,401	1,668	0,365	3,468
38. Žilina	1 135	2 634	1 360	5 163	1,393	3,232	1,669	6,335
39. Banská Bystrica	641	1 038	1 009	983	0,792	1,283	1,247	1,215
40. Banská Štiavnica	60	94	30	154	0,216	0,338	0,108	0,554

**Tab. 4.4 Množstvo emisií zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 1999 [t]
v územnom členení za okresy (pokračovanie)**

Okres	Emisie [t/rok]				Merné územné emisie [t/rok.km ²]			
	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
41. Brezno	657	841	258	1365	0,519	0,665	0,204	1,079
42. Detva	155	157	66	415	0,326	0,331	0,139	0,874
43. Krupina	208	214	48	515	0,356	0,366	0,082	0,880
44. Lučenec	714	533	300	1365	0,926	0,691	0,389	1,770
45. Poltár	260	202	279	541	0,515	0,400	0,552	1,071
46. Revúca	456	358	686	1538	0,625	0,490	0,940	2,107
47. Rimavská Sobota	648	541	234	1271	0,441	0,368	0,159	0,864
48. Veľký Krtíš	450	478	1443	843	0,530	0,563	1,700	0,993
49. Zvolen	856	3 848	779	2178	1,128	5,070	1,026	2,870
50. Žarnovica	191	212	137	452	0,448	0,498	0,322	1,061
51. Žiar nad Hronom	427	2902	575	9198	0,803	5,455	1,081	17,289
52. Bardejov	492	447	196	1105	0,525	0,477	0,209	1,179
53. Humenné	266	1 507	942	577	0,353	1,999	1,249	0,765
54. Kežmarok	182	176	96	434	0,217	0,210	0,114	0,517
55. Levoča	181	160	64	310	0,507	0,448	0,179	0,868
56. Medzilaborce	40	83	27	80	0,094	0,194	0,063	0,187
57. Poprad	189	146	278	385	0,168	0,130	0,248	0,343
58. Prešov	507	392	440	1 029	0,543	0,420	0,471	1,102
59. Sabinov	385	308	116	858	0,795	0,636	0,240	1,773
60. Snina	128	266	212	258	0,159	0,330	0,263	0,320
61. Stará Ľubovňa	461	408	112	1 048	0,739	0,654	0,179	1,679
62. Stropkov	52	47	22	28	0,134	0,121	0,057	0,072
63. Svidník	73	45	34	24	0,133	0,082	0,062	0,044
64. Vranov nad Topľou	578	3 160	854	519	0,752	4,109	1,111	0,675
65. Gelnica	174	128	59	1516	0,298	0,219	0,101	2,596
66. Košice	16 848	15 723	13 725	85 964	68,767	64,176	56,020	350,873
67. Košice - okolie	827	790	481	1397	0,539	0,515	0,314	0,911
68. Michalovce	9 506	31 402	19 861	4551	9,329	30,816	19,491	4,466
69. Rožňava	582	4897	1491	1964	0,496	4,175	1,271	1,674
70. Sobrance	167	102	43	34	0,310	0,190	0,080	0,063
71. Spišská Nová Ves	414	1 071	194	624	0,705	1,825	0,330	1,063
72. Trebišov	568	532	217	931	0,529	0,495	0,202	0,867
Slovensko	58 457	169 775	74 573	172 215	1,2	3,5	1,5	3,5

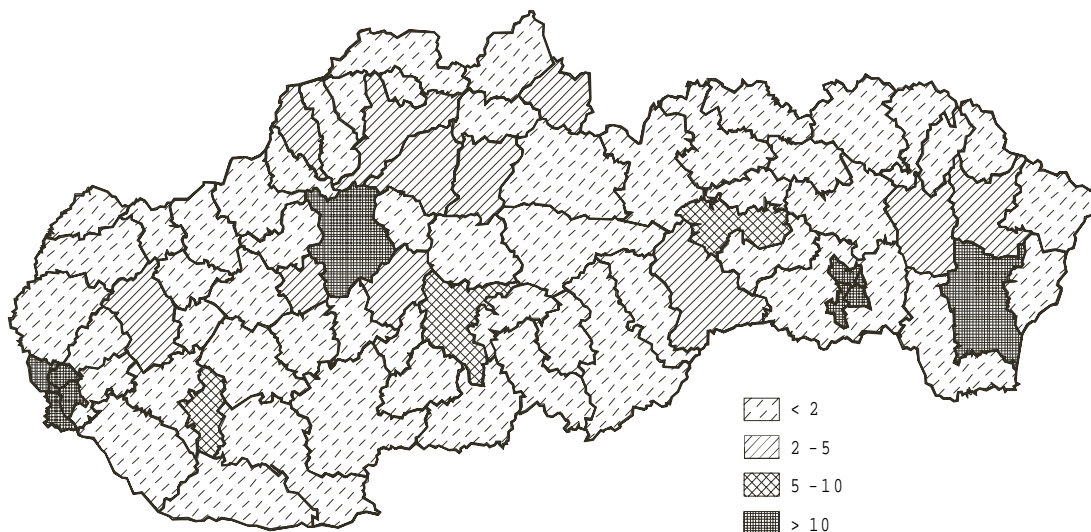
Obr. 4.12

Merné územné emisie tuhých látok [t/km²] - 1999



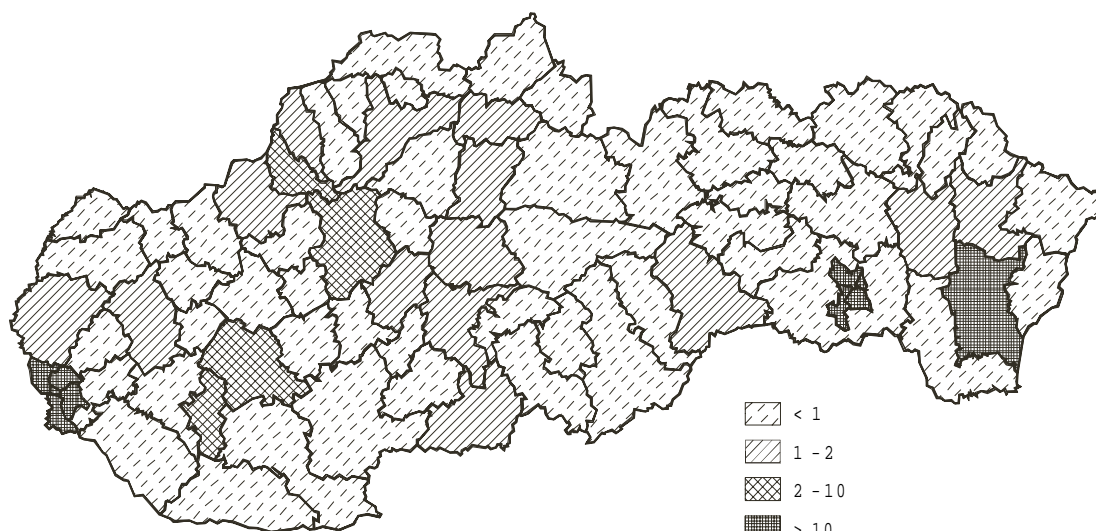
Obr. 4.13

Merné územné emisie SO₂ [t/km²] - 1999



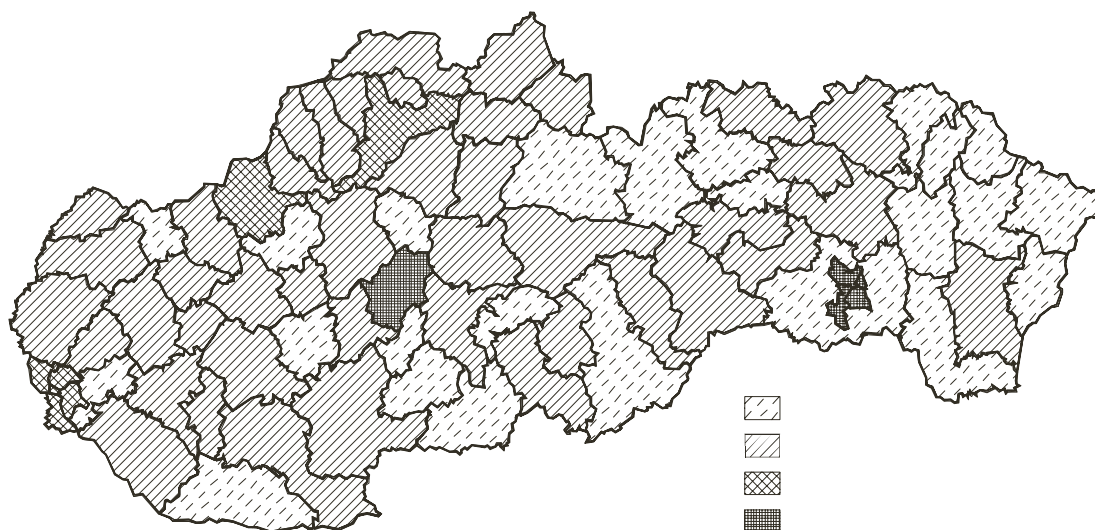
Obr. 4.14

Merné územné emisie NO_x [t/km²] - 1999



Obr. 4.15

Merné územné emisie CO [t/km²] - 1999



Tab. 4.5 Najvýznamnejšie zdroje znečistenia ovzdušia v SR a ich podiel na emisiách znečisťujúcich látok (REZZO1) za rok 1999

Por. číslo	TZL		SO ₂		NO _x		CO	
	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]
1	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	46.49	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	30.25	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	25.40	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	69.43
2	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	25.47	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	15.05	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	18.06	ZSNP, a.s., SLOVALCO, Žiar nad Hronom	6.67
3	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	3.33	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	13.67	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	7.75	CEMMAC, a.s., Horné Srnie	3.46
4	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	3.07	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	9.38	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	6.70	CHEMKO, a.s., Strážske	2.44
5	DUSLO, a.s., Šaľa	1.20	CHEMKO, a.s., Strážske	6.18	SPP, š.p., Veľké Kapušany	2.65	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a váp.	2.41
6	CHEMKO, a.s., Strážske	1.14	Želba, a.s., o.z. Nižná Slaná	2.97	HIROCEM, a.s., Rohožník	2.19	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	1.32
7	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1.05	SSE, š.p., Tepláreň Zvolen	2.12	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	2.11	Vápenka, a.s., Margecany	1.01
8	Novácke chem. záv., a.s., Nováky	0.93	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1.98	SPP, š.p., Nitra – Ivanka	2.09	SLOVMAG, a.s., Lubeník	0.83
9	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0.71	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	1.42	SPP, š.p., Veľké Zlievce	2.03	HIROCEM, a.s., Rohožník	0.80
10	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	0.53	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	1.15	CHEMKO, a.s., Strážske	1.97	Bučina, a.s., Zvolen	0.63
11	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	0.50	DUSLO, a.s., Šaľa	0.96	SPP, š.p., Bratislava, záv. Jablonov nad Turňou	1.74	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	0.57
12	Cementáreň, a.s., Turňa nad Bodvou	0.50	ZSNP, a.s., SLOVALCO, Žiar nad Hronom	0.96	CHEMES, a.s., Humenné	1.34	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	0.57
13	Bučina, a.s., Zvolen	0.49	CHEMES, a.s., Humenné	0.94	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	1.26	SE, a.s., Elektrárne Vojany I a II	0.53
14	Petrochema a.s., Dubová	0.48	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	0.94	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	1.20	ŽELBA, a.s., Nižná Slaná	0.46
15	OFZ, a.s., Istebné - prev. Istebné	0.45	AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	0.85	DUSLO, a.s., Šaľa	1.18	SPP, š.p., Jablonov nad Turňou	0.41
16	HIROCEM, a.s., Rohožník	0.42	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	0.82	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1.12	SPP, š.p., Veľké Kapušany	0.36
17	Pasinvest a.s., Partizánske	0.41	ZSNP, a.s., Energetické hospodárstvo, Žiar nad Hronom	0.77	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0.99	Kameňolom a vápenka Glassner a.s., Žirany	0.35
18	CHEMES, a.s., Humenné	0.38	Juhocukor a.s., Dunajská Streda	0.70	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	0.95	BUKOCEL, a.s., Hencovce	0.28
19	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	0.36	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	0.62	SKLOOBAL, a.s. Nemšová	0.86	Pasinvest a.s., Partizánske	0.28
20	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	0.35	VITRUM a.s., Krompachy	0.43	AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	0.83	Lom cementáreň vápenka Werk 7 s.r.o., Nové Mesto nad Váhom	0.28
Spolu		88.26		92.16		82.42		93.09

Tab. 4.6 Znečisťovanie ovzdušia - poradie zdrojov v rámci kraja podľa množstva emisií za rok 1999

BRATISLAVSKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II
	2.	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky	ISTROCHEM, a.s., Bratislava	Bratislava III
	3.	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	Malokarpatská drevárska fabrika, a.s., Pezinok	Pezinok
	4.	Malokarpatská drevárska fabrika, a.s., Pezinok	Pezinok	MATADOR, a.s., Púchov, divízia Bratislava	Bratislava V
	5.	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II
	6.	GUMON SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava II	ZEZ, š.p., Bratislava, Výhrevňa - juh	Bratislava II
	7.	MATADOR, a.s., Púchov, divízia Bratislava	Bratislava V	Psychiatrická nemocnica, Pezinok	Pezinok
	8.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky
9.	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	CEVASERVIS, a.s., Stupava	Malacky	
10.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň-západ	Bratislava IV	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	
NO_x		CO			
Zdroj	Okres	Zdroj	Okres		
1.	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky	
2.	HIROCEM, a.s., Rohožník	Malacky	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	Bratislava II	
3.	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	Paroplynový cyklus, a.s., Bratislava	Bratislava III	
4.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	Technické služby, s.r.o., Bratislava, obaľ. bit. zmesí	Bratislava III	
5.	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	
6.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň-západ	Bratislava IV	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň-západ	Bratislava IV	
7.	TECHNICKÉ SKLO, a.s., Bratislava	Bratislava IV	SKYLIFE, s.r.o., Malacky	Malacky	
8.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň I	Bratislava I	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	
9.	NAFTA GAS, a.s., Plavecký Štvrtok	Malacky	Psychiatrická nemocnica, Pezinok	Pezinok	
10.	VOLKSWAGEN SLOVAKIA, a.s., Bratislava	Bratislava IV	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň I	Bratislava I	

TRNAVSKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	Trnavský cukrovar, a.s., Sládkovičovo	Trnava	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
	2.	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda	Trnavský cukrovar, a.s., Trnava	Trnava
	3.	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta
	4.	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica
	5.	Trnavský cukrovar, a.s., Trnava	Trnava	Trnavský cukrovar, a.s., Sládkovičovo	Galanta
	6.	SLOVAKOFARMA, a.s., Hlohovec	Hlohovec	SWEDWOOD SLOVAKIA, s.r.o., o.z Trnava	Trnava
	7.	CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta	Železničné opravovne a strojárne, a.s., Trnava	Trnava
	8.	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava	Drôtovňa Drôty, a.s., Hlohovec	Hlohovec
	9.	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava
	10.	SWEDWOOD SLOVAKIA, s.r.o., o.z. Trnava	Trnava	D-APETIT, s.r.o., Dunajská Streda	Dunajská Streda
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava
	2.	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda	Drôtovňa Drôty, a.s., Hlohovec	Hlohovec
	3.	CUKROVAR NOVA, a.s., Sereď	Galanta	Trnavský cukrovar, a.s., Sládkovičovo	Galanta
	4.	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava
	5.	Trnavský cukrovar, a.s., Trnava	Trnava	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
	6.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň Trnava	Trnava	SWEDWOOD SLOVAKIA, s.r.o., o.z Trnava	Trnava
7.	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	
8.	Trnavský cukrovar, a.s., Sládkovičovo	Galanta	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	
9.	Drôtovňa Drôty, a.s., Hlohovec	Hlohovec	Cesty Nitra, a.s., Obaľovacia súprava Smolenice	Trnava	
10.	SWEDWOOD SLOVAKIA, s.r.o., o.z. Trnava	Trnava	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň Trnava	Trnava	

NITRIANSKY KRAJ	Tuhé látky		SO₂	
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1. Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa
	2. AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky	AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
	3. Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra	Šuriansky cukrovar, a.s., Šurany	Nové Zámky
	4. JCP IZOLÁCIE, a.s., Štúrovo	Nové Zámky	Službyt, a.s., Nitra, kotolňa Chrenová	Nitra
	5. IDEA NOVA, s.r.o., Nitra	Nitra	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra
	6. SES REAL, s.r.o., Tlmače	Levice	Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa
	7. Šuriansky cukrovar, a.s., Šurany	Nové Zámky	AGROMILK, a.s., Nitra	Nitra
	8. LENCOS, s.r.o., Levice	Levice	MENERT-THERM, s.r.o., Šaľa	Šaľa
	9. Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa	JCP IZOLÁCIE, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
	10. NOVOCHEMA DRUŽSTVO, Levice	Levice	Slov. energetické strojárne, a.s., Tlmače	Levice
	NO_x		CO	
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1. SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra	Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra
	2. Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa	SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra
	3. AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky	AssiDomän Štúrovo, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
	4. Šuriansky cukrovar, a.s., Šurany	Nové Zámky	IDEA NOVA, s.r.o., Nitra	Nitra
	5. Službyt, a.s., Nitra, kotolňa Chrenová	Nitra	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra
	6. LEVITEX, a.s., Levice	Levice	JCP IZOLÁCIE, a.s., Štúrovo	Nové Zámky Nitra
7. Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra	Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa	
8. Bytový podnik, Nové Zámky, CTZ	Nové Zámky	MIER, a.s., Topoľčany	Topoľčany	
9. ZLATÝ BAŽANT, a.s., Hurbanovo	Komárno	Slov. energetické strojárne, a.s., Tlmače	Levice	
10. MIER, a.s., Topoľčany	Topoľčany	ENERGO-BYTOS, s.r.o., Šahy	Levice	

TRENČIANSKY KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolany	Prievidza	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolany	Prievidza
	2.	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica
	3.	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	PASINVEST, a.s., Tepláreň, Partizánske	Partizánske
	4.	PASINVEST, a.s., Tepláreň, Partizánske	Partizánske	SE a.s., Bratislava, Tepláreň Handlová	Prievidza
	5.	ZTS-ENERGO, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov
	6.	BEBA INVEST, s.r.o., Dyháreň, Bánovce nad Bebravou	Bánovce nad B	MERINA, a.s., Trenčín	Trenčín
	7.	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	Trenčín	HBP, a.s., Baňa Cígel', Prievidza	Prievidza
	8.	LR CRYSTAL, a.s., Lednické Rovne	Púchov	Považský cukrovar, a.s., Trenčianska Teplá	Trenčín
	9.	HBP, a.s., Baňa Cígel', Prievidza	Prievidza	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava
	10.	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	SYENIT-Z, a.s., Púchov	Púchov
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolany	Prievidza	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	Trenčín
	2.	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolany	Prievidza
	3.	SKLOOBAL, a.s., Nemšová	Trenčín	PASINVEST, a.s., Tepláreň, Partizánske	Partizánske
	4.	LR CRYSTAL, a.s., Lednické Rovne	Púchov	Vápenka Werk 7, s.r.o., Nové Mesto nad Váhom	Nové Mesto n/V
	5.	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	ZŤS-Metalurgia, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava
	6.	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza
7.	Novácke chemické závody, a.s., Nováky	Prievidza	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	
8.	PASINVEST, a.s., Tepláreň, Partizánske	Partizánske	V.O.S.R., s.r.o., Pravenec	Prievidza	
9.	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	Trenčín	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	
10.	ZŤS-Energo, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava	HBP, a.s., Baňa Cígel', Prievidza	Prievidza	

BANSKOBYSTRICKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	SSE, š.p., Tepláreň Zvolen	Zvolen
	2.	Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen	ZSNP, a.s., SLOVALCO (výr. Al), Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
	3.	PETROCHEMA, a.s., Dubová	Brezno	ZSNP, a.s., Energetické hospodárstvo, Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
	4.	ZSNP, a.s., SLOVALCO (výr. Al), Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	PETROCHEMA, a.s., Dubová	Brezno
	5.	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	Harmanecké papierne, a.s., Harmanec	Banská Bystrica
	6.	PREGLEJKA a.s., Žarnovica	Žarnovica	BIOTIKA, a.s., Slovenská Ľupča	Banská Bystrica
	7.	ZSNP, a.s., Energetické hospodárstvo, Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca
	8.	Zlievárenská spoločnosť, a.s., Hronec	Brezno	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica
	9.	Stredoslovenská cementáreň, s.r.o., Banská Bystrica	Banská Bystrica	ZSNP, a.s., SLOVALCO (výr. anod), Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
	10.	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica	BAŇA DOLINA, a.s, Veľký Krtíš	Veľký Krtíš
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SPP, š.p., SLOVTRANSOAZ, závod Veľké Zlievce	Veľký Krtíš	ZSNP, a.s., SLOVALCO (výr. Al), Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
	2.	Stredoslovenská cementáreň, s.r.o., Banská Bystrica	Banská Bystrica	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca
	3.	SSE š.p. Tepláreň Zvolen	Zvolen	Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen
	4.	SLOVMAG, a.s., Lubeník	Revúca	ZSNP, a.s., SLOVALCO (výr. anod), Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom
	5.	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	SPP, š.p., SLOVTRANSOAZ, závod Veľké Zlievce	Veľký Krtíš
	6.	ZSNP, a.s., Energetické hospodárstvo, Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	IZOMAT, a.s., Nová Baňa	Žarnovica
7.	Bučina, a.s., Zvolen	Zvolen	Zlievárenská spoločnosť, a.s., Hronec	Brezno	
8.	ZSNP, a.s., SLOVALCO (výr. Al), Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	Revúca	
9.	Železiarne Podbrezová, a.s.	Brezno	Železiarne Podbrezová, a.s.	Brezno	
10.	BIOTIKA, a.s., Slovenská Ľupča	Banská Bystrica	OTA s.r.o, Cinobaňa	Poltár	

ŽILINSKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Dolný Kubín	Severoslov. celulózky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok
	2.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Istebné	Dolný Kubín	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina
	3.	Severoslov. celulózky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martin
	4.	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš
	5.	Drevina group, a.s, Turany	Martin	Severoslov.celulózky a pap., ,zav.Solo, a.s., Ružomberok	Ružomberok
	6.	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	Žilina	Bavlnárske závody – TEXICOM, s.r.o., Ružomberok	Ružomberok
	7.	ŽOS Vrútky, a.s, Vrútky	Martin	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín
	8.	ST.NICOLAUS, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo
	9.	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo	Drevina group, a.s, Turany	Martin
	10.	Ľudová tvorba, v.d., Veľké Rovné	Bytča	OTF- ENERGIA, s.r.o., Nižná	Tvrdošín
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a vápenka	Žilina
	2.	Severoslov.celulózky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Dolný Kubín
	3.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Dolný Kubín	Severoslov.celulózky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok
	4.	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martin	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín
	5.	Považské chemické závody, a.s., Žilina	Žilina	Drevina group, a.s, Turany	Martin
	6.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina
7.	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš	OTF- ENERGIA, s.r.o., Nižná	Tvrdošín	
8.	Slovenská. paroplynova spol., a.s., Ružomberok	Ružomberok	ZŤS Strojárne, a.s., Námestovo	Námestovo	
9.	Bavlnárske závody – TEXICOM, s.r.o., Ružomberok	Ružomberok	ŽOS Vrútky, a.s, Vrútky	Martin	
10.	Severoslov.celulózky a pap., zav. Solo, a.s., Ružomberok	Ružomberok	Severoslov.celulózky a pap., zav. Solo, a.s., Ružomberok	Ružomberok	

PREŠOVSKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou	BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou
	2.	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
	3.	VIHORLAT, a.s., divízy závodu energetika, Snina	Snina	VIHORLAT, a.s., divízy závodu energetika, Snina	Snina
	4.	KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov	UNIOL-VRANOV, s.r.o., Vranov nad Topľou	Vranov nad Topľou
	5.	UNIOL-VRANOV, s.r.o., Vranov nad Topľou	Vranov nad Topľou	OBUV BARDEJOV, a.s., Bardejov	Bardejov
	6.	OBUV BARDEJOV, a.s., Bardejov	Bardejov	LABSTROJ, s.r.o., Medzilaborce	Medzilaborce
	7.	TATRAVAGÓNKA, a.s., Poprad	Poprad	Cestné stavby, a.s., Košice, Obaf. súprava, Kvetnica	Poprad
	8.	Chemosvit-Strojchem, a.s., Svit	Poprad	ORPANN, a.s., Orlov	Stará Lubovňa
	9.	TVARONA, a.s., Ulič	Snina	ZEOCEM, a.s., Bystré	Vranov nad Topľou
	10.	INTWOOD, a.s., Kružľov	Bardejov	Cestné stavby, a.s., záv. Stropkov	Stropkov
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné	BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou
	2.	BUKOCEL, a.s., Hencovce	Vranov nad Topľou	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
	3.	VIHORLAT, a.s., divízy závodu energetika, Snina	Snina	VIHORLAT, a.s., divízy závodu energetika, Snina	Snina
	4.	KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov	KRONOSPAN SLOVAKIA, s.r.o., Prešov	Prešov
	5.	Chemosvit-Energochem, a.s., Svit	Poprad	Cestné stavby, a.s., Košice, Obaf. Súprava Vydumanec	Prešov
	6.	SPRAVBYT, a.s., Prešov, centrálna kotolňa	Prešov	Cestné stavby, a.s., Košice, Obaf. Súprava Kvetnica	Poprad
7.	Mesto Bardejov v zas. Spravbyť, s.r.o., Bardejov	Bardejov	Chemosvit-Energochem, a.s., Svit	Poprad	
8.	PIVOVAR ŠARIŠ, a.s., Veľký Šariš	Prešov	Mesto Bardejov v zas. Spravbyť, s.r.o., Bardejov	Bardejov	
9.	UNIOL-Vranov, s.r.o., Vranov nad Topľou	Vranov nad Topľou	OBUV BARDEJOV, a.s., Bardejov	Bardejov	
10.	TATRAVAGÓNKA, a.s., Poprad	Poprad	TVARONA, a.s., Ulič	Snina	

KOŠICKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce
	2.	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II
	3.	CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce	CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce
	4.	Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava
	5.	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV
	6.	FINIS NOVA, s.r.o., Spišská Nová Ves	Spišská Nová Ves	VITRUM, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves
	7.	Kalcit, s.r.o., Slaveč	Rožňava	FINIS – NOVA s.r.o., Spišská Nová Ves	Spišská Nová Ves
	8.	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV	EKOTHERMAL 99,s.r.o, SPAKO –Krásna, Košice	Košice IV
	9.	KERKO, a.s., Košice, záv. Dlaždice, Michalovce	Michalovce	ŽSR SR, Rušňové depo, Košice	Košice IV
	10.	ŽSR SR, Rušňové depo, Košice	Košice IV	Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II
	2.	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II	CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce
	3.	SPP, š.p., závod Veľké Kapušany	Michalovce	Vápenka, a.s., Margecany	Gelnica
	4.	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce
	5.	CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava
	6.	SPP, š.p., závod Jablonov nad Turňou	Rožňava	SPP, š.p., závod Jablonov nad Turňou	Rožňava
7.	Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie	SPP, š.p., závod Veľké Kapušany	Michalovce	
8.	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava	Zlieváreň SEZ Krompachy, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves	
9.	EKOTHERMAL 99,s.r.o, SPAKO –Krásna, Košice	Košice IV	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV	
10.	KOMAG, a.s., závod Bočiar, Košice	Košice II	Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie	

Tab. 4.7 Emisie perzistentných organických látok v Slovenskej republike v roku 1997

Sektor Subsektor	PCDD/PCDF [g.r ⁻¹]	PCB [kg.r ⁻¹]	PAH			
			suma PAH [t.r ⁻¹]	BaP [kg.r ⁻¹]	BaA [kg.r ⁻¹]	DBaH [kg.r ⁻¹]
Palivovo-energetický sektor	31,768	40,766	12,786	1 953,212	318,969	161,507
Systémová energetika	4,923	17,367	0,017	0,542	70,385	33,199
Komunálna energetika	11,816	13,087	7,401	733,792	178,135	84,941
Priemyselná energetika	14,656	10,312	0,1	3,128	70,499	43,367
Výroba koksu	0,373		5,268	1 512,75		
Refinérie ropy						
Priemyselné procesy termické	289,196	24,885	9,326	56,28	44,985	46,774
Výroba železa	15,36		9,216	52,224		
Spekanie rudy	255	13,235				
Výroba liatiny	0,223					
Výroba medi						
Ostatné	18,613	11,65	0,11	4,056	44,985	46,774
Priemyselné procesy netermické	23,574	0	2,697	201,22	19,228	17,556
Výroba hliníka	0,22		2,653	132,246		
Výroba ocele	23,352			66,16		
Výroba uhlíkatých materiálov	0,002		0,04	1,923	19,228	17,556
Impregnácia dreva			0,004	0,891		
Doprava	0,678	68,46	4,561	228,089	103,165	41,895
Cestná doprava						
Ostatná doprava						
Spaľovanie odpadu	119,311	2,638	0,006	0,224	1,345	1,121
Komunálny odpad	26,955	0,635	0,002	0,084	0,503	0,419
Priemyselný odpad	36,108	1,313	0,003	0,092	0,552	0,46
Nebezpečný odpad	56,248	0,69	0,001	0,048	0,29	0,242
Spolu	464,527	136,749	29,376	2 439,025	487,692	268,853

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)

* neznáma zmes

Tab. 4.8 Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike za roky 1990 a 1992 [t]

Sektor/ kvalita údajov		Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Spaľovanie fosílnych palív / B	1990	15,846	67,020	0,644	24,757	22,116	0,942	41,961	2,501	35,683	4,855	218,171
	1992	10,141	39,320	0,404	14,881	13,610	0,518	18,940	1,471	22,645	3,235	133,469
Výroba železa a ocele / B	1990	40,843	1,432	0,242	1,611	15,464	3,826	6,676	1,858	35,186	1,510	11,759
	1992	30,435	0,776	0,199	5,044	11,636	2,072	5,410	1,383	26,660	1,122	10,624
Výroba neželezných kovov / C	1990	5,260	80,114	0,376	50,190	57,652	5,284	22,218		22,009	1,869	20,000
	1992	14,775	53,955	1,045	50,179	51,272	0,833	21,916	4,943	30,036	3,641	0,023
Anorganický chem. priemysel / B	1990			0,0002			0,297					
	1992			0,0003			0,140					
Výroba cementu / B	1990	6,580	0,081	0,019	0,721		1,351	0,763	0,010	1,679		
	1992	3,075	0,038	0,009	0,337		0,631	0,357	0,005	0,785		
Výroba skla / B	1990	10,406	1,418	7,026	0,595	0,149	0,012	0,472	4,469	2,731		
	1992	14,668	2,007	9,029	0,681	0,170	0,014	0,539	5,105	3,230		
Výroba magnezitu / B	1990	0,009	0,195	0,014	0,044	0,028	0,007	0,019		0,044		
	1992	0,009	0,214	0,015	0,048	0,031	0,001	0,021		0,048		
Spaľovanie odpadu / D	1990	12,197	0,015	0,855	0,710	1,373	0,757	0,394	0,012	5,918		
	1992	12,111	0,015	0,850	0,701	1,361	0,754	0,389	0,012	5,887		
Kremácia / D	1990						0,003					
	1992						0,003					
Doprava / C	1990	75,000		0,497	0,222	6,625		5,515	0,022	7,513		
	1992	96,800		0,527	0,239	6,472		5,281	0,024	7,425		
Spolu	1990	166,141	150,275	9,6732	78,850	103,407	12,479	78,018	8,872	110,763	8,234	249,930
	1992	182,014	96,325	12,0783	72,110	84,552	4,966	52,853	12,943	96,716	7,998	144,116

Tab. 4.8 Emisie ťažkých kovov v Slovenskej republike za roky 1994, 1996 a 1997 [t] (pokračovanie)

Sektor/ kvalita údajov		Pb	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Se	Zn	Sn	Mn
Spaľovanie fosilných palív / B	1994	6,234	20,936	0,251	7,470	6,811	0,294	9,169	0,696	13,139	1,678	68,246
	1996	5,214	12,339	0,237	5,805	4,782	0,391	24,397	0,975	9,169	1,015	40,585
	1997	4,859	10,297	0,220	5,079	4,176	0,353	21,051	0,907	8,384	0,871	33,578
Výroba železa a ocele / B	1994	28,220	0,576	0,214	3,869	11,125	1,571	5,856	1,287	27,070	1,044	10,485
	1996	32,627	0,406	0,191	2,175	12,250	1,121	5,203	1,501	27,180	1,215	5,732
	1997	35,936	0,626	0,203	1,487	13,536	1,697	5,662	1,649	29,527	1,337	6,617
Výroba neželezných kovov / C	1994	9,197	32,124	0,655	0,320	30,862	0,064	2,637	3,000	24,064	2,280	0,041
	1996	19,101	76,933	0,298	0,976	69,703	0,015	6,266	3,263	33,707	4,042	0,113
	1997	14,225	34,280	0,277	0,507	39,173	0,366	3,770	3,249	20,084	2,424	0,059
Anorganický chem. priemysel / B	1994			0,0002			0,030					
	1996						0,043					
	1997						0,030					
Výroba cementu / B	1994	1,057	0,013	0,003	0,116		0,217	0,123	0,002	0,269		
	1996	0,474	0,006	0,001	0,052		0,097	0,055	0,121	0,001		
	1997	0,513	0,006	0,002	0,056		0,105	0,059	0,001	0,131		
Výroba skla / B	1994	11,494	1,240	5,100	0,594	0,149	0,012	0,470	4,464	2,723		
	1996	12,830	1,921	7,835	0,586	0,146	0,012	0,464	2,685	4,393		
	1997	13,522	1,895	8,960	0,591	0,148	0,012	0,468	4,430	2,707		
Výroba magnezitu / B	1994	0,004	0,094	0,007	0,021	0,013	0,0003	0,009		0,021		
	1996	0,004	0,081	0,006	0,018	0,012	0,0003	0,008	0,004	0,018	0,028	0,0004
	1997	0,002	0,048	0,003	0,011	0,007	0,0010	0,005		0,011		
Spaľovanie odpadu / D	1994	13,226	0,016	0,914	0,809	1,512	0,801	0,453	0,012	6,318		
	1996	25,008	0,032	1,807	1,305	2,724	1,634	0,709	0,027	12,527		
	1997	12,402	0,016	0,900	1,163	1,764	0,816	0,343	0,007	5,718		
Kremácia / D	1994						0,003					
	1996						0,003					
	1997						0,004					
Doprava / C	1994	21,100		0,569	0,267	5,093		3,757	0,027	6,162		
	1996	2,338		0,539	0,249	5,649		4,405	0,025	6,644		
	1997	2,867		0,647	0,305	5,560		3,925	0,022	6,780		
Spolu	1994	90,532	54,999	7,713	13,466	55,565	2,992	22,474	9,488	79,766	5,002	78,772
	1996	97,596	91,718	10,914	11,166	95,266	3,316	41,507	8,601	93,639	6,300	46,430
	1997	84,326	47,168	11,212	9,199	64,364	3,384	35,283	10,265	73,342	4,632	40,254

Tab. 4.9 Emisie NM VOC v Slovenskej republike za roky 1990, 1993, 1995-97 [t]

	1990	1993	1995	1996	1997
Používanie náterov a lepidiel	32 811	19 349	20 687	19 122	15 653
Chemické čistenie a odmasťovanie	6 650	10 366	11 838	12 108	17 407
Ťažba, doprava a spracovanie ropy	22 386	17 313	11 772	12 655	11 520
Distribúcia pohonných hmôt	3 624	3 674	4 237	3 808	5 533
Priemyselná organická chémia	6 437	3 519	1 369	1 386	1 364
Spaľovacie procesy	11 465	11 317	3 264	4 005	3 157
Potravinársky priemysel	4 001	3 541	2 633	2 525	2 483
Priemysel spracovania kovov	1 924	2 136	2 024	2 310	2 183
Odpady	8 298	1 605	574	526	287
Poľnohospodárstvo	651	436	436	436	436
Výrobky	8 278	8 278	8 278	8 278	8 278
Doprava	41 308	40 879	40 268	37 232	32 201
Spolu	147 833	122 413	107 379	104 391	100 502

Tab. 4.10 Definícia kvality údajov podľa US-EPA

Kvalita údajov	Charakteristika údajov
A	Súbor údajov založených na výsledkoch množstva pokusov s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, ktoré môžu byť pokladané za reprezentatívne pre celú populáciu.
B	Súbor údajov založených na výsledkoch množstva pokusov s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, ktoré môžu byť pokladané za reprezentatívne pre významné percento celej populácie.
C	Súbor údajov založených na malom počte pokusov s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS, ktoré môžu byť pokladané za pomerne reprezentatívne pre celú populáciu.
D	Súbor údajov založených na meraniach z jedného zdroja s použitím analytickej techniky úrovne GC/MS alebo súbor údajov získaný inžinierskymi výpočtami z množstva zdrojov.
E	Súbor údajov založený na inžinierskych výpočtoch z jedného zdroja, súbory údajov založené na inžinierskom odhade, súbory údajov bez potrebnej dokumentácie, ktoré nemôžu byť pokladané za reprezentatívne pre celú populáciu.

5.1 EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV

Rámcový dohovor o klimatickej zmene (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 o klimatickej zmene (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 klimatickej zmene v Slovenskej republike vstúpil do platnosti 23.11.1994 a bol v parlamente ratifikovaný v auguste 1995. 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.

Kyoto protokol

Na konferencii členských štátov (COP Conference of Parties) v Kyoto v decembri 1997 bol prijatý tzv. Kyoto 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 Kyoto protokol 26.2.1999².

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; chlorofluorokarby (CFCs), ich substituenty hydrofluorokarby (HCFCs, HFCs) a ďalšie ako fluorizované uhl'ovodíky (PFCs) a SF₆ sú tiež skleníkové plyny. Existujú ďalšie fotochemicky aktívne plyny ako oxid uhoľnatý (CO), oxidy dusíka (NO_x) a nemetánové prchavé organické uhl'ovodíky (NMVOC), ktoré nie sú skleníkovými plynmi, ale prispievajú

¹ Pozri <http://www.unfccc.de>

² Kyoto protokol vstúpi do platnosti 19 deň po ratifikácii najmenej 55-mi krajinami medzi ktorými musia byť krajiny ANNEXu I ktoré spolu prispievajú najmenej 55% k celkovým emisiám CO₂ za r.1990 ako sú uvedené v prílohe k článku 25 protokolu

nepriamo k skleníkovému efektu atmosféry. Spoločne sú evidované ako prekurzory 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 Kyoto 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, HCFCs, HFCs (perfluorované uhl'ovodíky, chlorofluorkarbony, halony, bromokarbony...) 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. perfluormetán (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 uhl'ovodíkov (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 dobytka a odpadové vody. Celosvetová antropogénna emisia sa odhaduje na 3-7 mil. ton N/rok. Prírodné zdroje sú asi 2x väčšie ako antropogénne. N₂O je odbúravaný hlavne fotolyticky v stratosfére.

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
CO ₂ * [Tg]	62	55	50	48	45	47	47	46	45
CH ₄ [Gg]	364	334	304	287	280	289	298	285	270
N ₂ O [Gg]	19,9	16,9	14,9	12,5	12,6	13,2	11,0	11,0	10,8

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2000

* Emisie CO₂ bez LUC&F

Pri revízii inventúry podľa IPCC96 boli zmenené prakticky všetky čísla. V sektore energetika hlavnou príčinou boli zmenené štatistické údaje „apparent consumption“ uvádzané v ročenkách. V sektore priemysel došlo k revízii emisných faktorov v spolupráci CHTF a ku kompletizácii niektorých údajov. V sektore poľnohospodárstvo bola zmenená metodika pre stanovenie emisií N₂O (IPCC Guidelines 1996) a prehodnotené emisné faktory CH₄ v spolupráci s Poľnohospodárskou Univerzitou. V sektore odpady boli revidované údaje o množstve odpadu v súlade s databázami Agentúry ŽP a SHMÚ a prehodnotené niektoré emisné faktory. V sektore Lesné ekosystémy bola mierne revidovaná metodika.

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.

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 1996,1998. Veľmi významným zdrojom metánu sú úniky zemného plynu v nízko-tlakových rozvodných sieťach. Metán uniká do ovzdušia aj pri ťažbe hnedého uhlia a pri spaľovaní biomasy. Ďalším významným zdrojom metánu sú skládky komunálneho odpadu a odpadové vody (hlavne septiky a žumpy). Metán vzniká v prostredí bez priameho prístupu kyslíka.

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).

HCFCs, HFCs, 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 1995-1998 (tab.5.4). Tieto plyny sa na Slovensku nevyrábajú. Zdrojmi emisií je ich používanie ako chladív, hasív, penové hmoty, rozpúšťadlá, SF₆ ako izolačný plyn v transformátoroch a v metalurgickom preimysle. Pri výrobe hliníka vznikajú CF₄ a C₂F₆. Používanie HCFCs, HFCs, SF₆ od r.1995 narastá a tento trend sa očakáva aj v budúcnosti.

Agregované emisie

Sú to emisie skleníkových plynov prepočítané cez GWP100 (Global warming potential) na ekvivalent CO₂. Podľa súčasne platnej konvencie by sa znižovanie emisií malo vykazovať v prepočte na CO₂ ekvivalent (obr.5.4, obr.5.5).

5.3 ZHODNOTENIE

Na základe bilancie vzťahujúcej sa k roku 1998 celkové antropogénne emisie CO₂ dosiahli 45 mil. t, (v roku 1990 dosahovali 62 mil. t.). Emisie metánu klesli z 360 tis. t v roku 1990 na 270 tis. t v roku 1998. Celkové emisie N₂O boli odhadnuté na 11 tis. t (v roku 1990 približne 20 tis. t). Emisie skleníkových plynov dosahovali najvyššiu úroveň koncom 80-tych rokov, v období 1990-1994 došlo k poklesu okolo 25%, od roku 1995 sa emisie pohybujú na približne rovnakej úrovni.

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 by v roku 2000 emisie na našom území nemali prekročiť úroveň roku 1990, čím by bola splnená požiadavka Konvencie OSN. Predpoklady na splnenie požiadaviek Kyoto protokolu bude možné vyhodnotiť po vypracovaní nových scenárov na základe hospodárskej a energetickej koncepcie vlády.

CO₂ - oxid uhličitý

Tab. 5.1 Celkové emisie a záchyty CO₂ [Gg] v rokoch 1990-1998

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Antropogénne CO₂ emisie	62 237	54 500	50 312	47 982	45 176	46 624	46 993	46 404	44 723
Net CO₂ emisie*	59 811	52 074	47 887	45 556	41 941	43 389	42 760	42 319	43 041
Spaľovanie fosílnych palív	56 691	50 375	45 667	43 720	40 660	41 904	42 494	41 670	39 953
Výroba elektriny a tepla	51 621	45 949	41 551	39 691	36 471	37 688	38 330	37 079	35 003
Doprava	5 070	4 426	4 116	4 029	4 189	4 216	4 164	4 591	4 950
Procesy v priemysle	5 546	4 125	4 645	4 262	4 516	4 720	4 499	4 734	4 770
Minerálne produkty.	5 546	4 125	4 645	4 262	4 516	4 720	4 499	4 734	4 770
Lesné ekosystémy	-2 426	-2 426	-2 426	-2 426	-3 235	-3 235	-4 233	-4 085	-1 683
Zmeny v zásobe drevnej hmoty	-401	-401	-401	-401	-1056	-1056	-2149	-2245	185
Odlesňovanie	141	141	141	141	126	126	111	111	131
Zalesňovanie	-1 351	-1 351	-1 351	-1 352	-1 371	-1 371	-1 391	-1 405	-1 407
CO ₂ emisie a záchyty v pôde	-814	-814	-814	-814	-934	-934	-805	-546	-592
CO₂ emisie zo spaľ. biomasy**	1 686	1 382	1 253	720	717	326	316	349	303

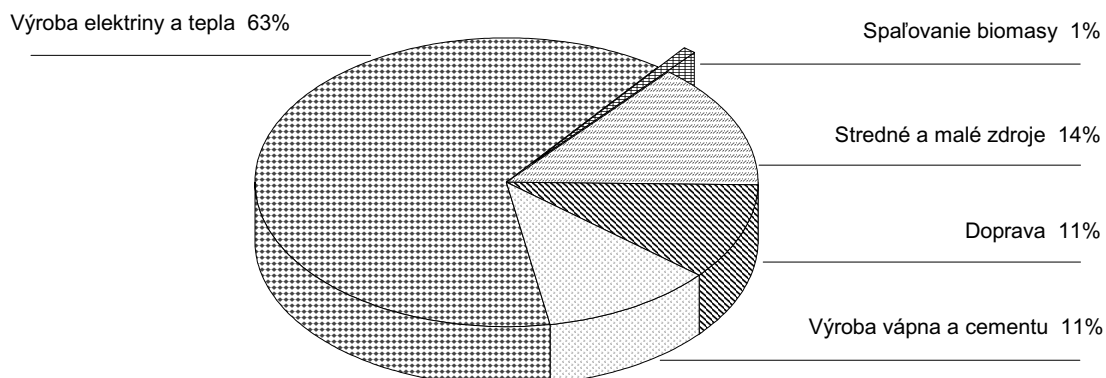
Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2000

* Emisie s odpočítaním záchytov v sektore LUC&F

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

Obr. 5.1

Emisie CO₂ v roku 1998



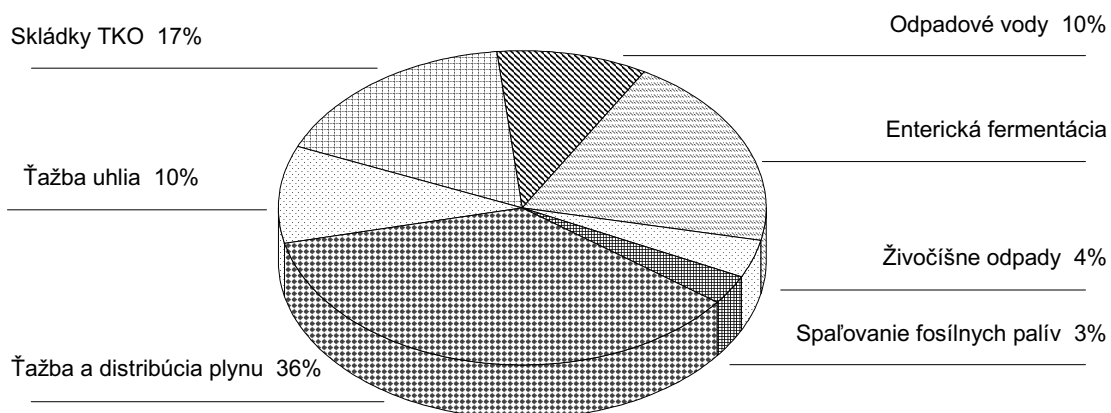
CH₄ - metán

Tab. 5.2 Emisie CH₄ [Gg] v rokoch 1990-1998

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Emisie CH₄ spolu	363,7	333,8	303,7	287,4	280,5	289,4	298,0	285,3	270,2
Energetika	148,9	128,5	116	117,6	116,5	122,9	128,0	129,3	130,8
Spaľovanie fosílnych palív	17,3	14,9	13,4	11,7	10,7	9,5	9,8	9,4	8,8
Výroba elektriny a tepla	16,4	14,0	12,5	10,7	9,8	8,7	8,6	8,3	7,7
Doprava	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,8	1,2	1,1	1,1
Fugitívne emisie	121,6	113,6	102,5	105,9	105,8	113,4	118,2	119,9	122,0
Ťažba uhlia	33,4	29,0	24,7	24,8	25,4	26,3	26,8	27,4	27,7
Ťažba a transport ZP	88,2	84,6	77,8	81,1	80,4	87,1	91,4	92,5	94,3
Poľnohospodárstvo	135,2	118,4	102,6	88,4	82,9	84,7	81,3	74,6	65,8
Enterická fermentácia	116,3	100,9	86,8	73,9	69,2	70,8	67,9	62,4	54,9
Živočíšne odpady	18,9	17,5	15,8	14,5	13,7	13,9	13,4	12,3	10,9
Lesné ekosystémy	3,2	3,2	3,2	3,2	2,4	2,4	0,9	1,9	0,5
Spaľ. biomasy/ lesné požiare	3,2	3,2	3,2	3,2	2,4	2,4	0,9	1,9	0,5
Odpady	86,4	83,7	81,9	78,2	78,7	79,4	87,8	79,5	73,1
Skládky	50,3	50,3	50,3	50,3	50,3	50,9	59,6	51,0	45,8
Odpadové vody	36,1	33,4	31,6	27,9	28,4	28,5	28,2	28,5	27,3

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2000

Obr. 5.2 Emisie metánu v roku 1998



N₂O - oxid dusný

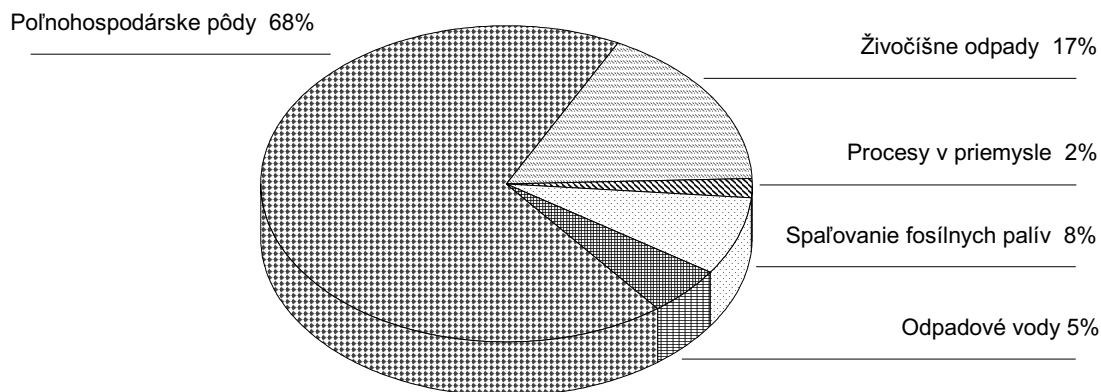
Tab. 5.3 Emisie N₂O [Gg] v rokoch 1990-1998

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Emisie N₂O spolu	19,9	16,9	14,9	12,5	12,6	13,2	11,0	11,0	10,8
Energia	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
Energy Industries	0,6	0,5	0,5	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
Procesy v priemysle	1,9	1,8	1,6	1,3	2,1	2,3	0,2	0,3	0,2
Poľnohospodárstvo	16,6	13,8	12,1	10,0	9,3	9,6	9,5	9,4	9,1
Živočíšne odpady	3,6	3,2	2,8	2,4	2,3	2,3	2,2	2,0	1,8
Poľnohospodárske pôdy	13,0	10,6	9,3	7,6	7,0	7,3	7,3	7,4	7,3
Lesné ekosystémy									
Spaľ.biomasy/ lesné požiare	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Odpady	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Priemyselné čističky	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Komunálne odpadové vody	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Emisie, ako boli stanovené k 15.4.2000

Obr. 5.3

Emisie N₂O v roku 1998



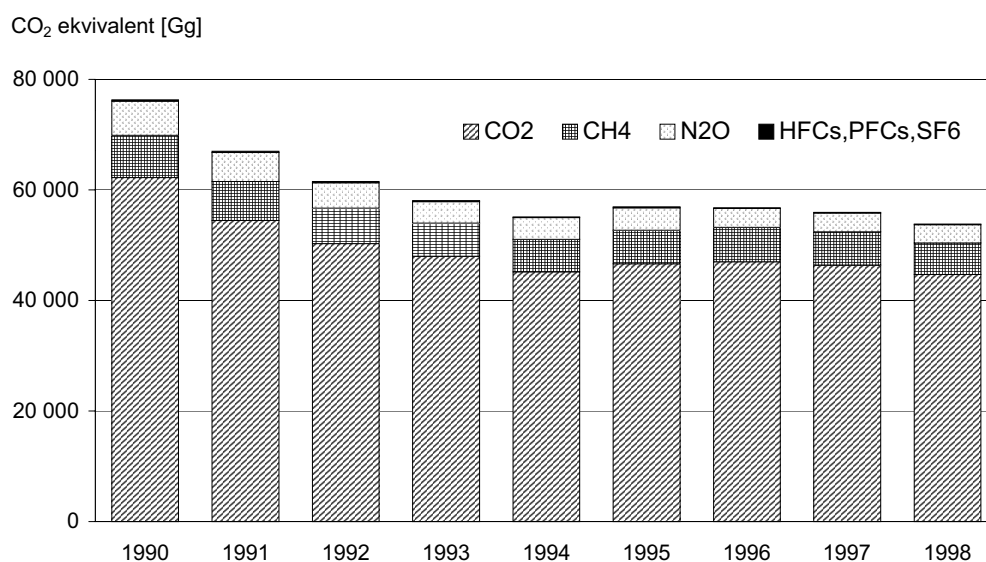
HCFs, PCFs a SF₆

Tab. 5.4 Emisie HFCs, CFs a SF₆ v rokoch 1990-1998

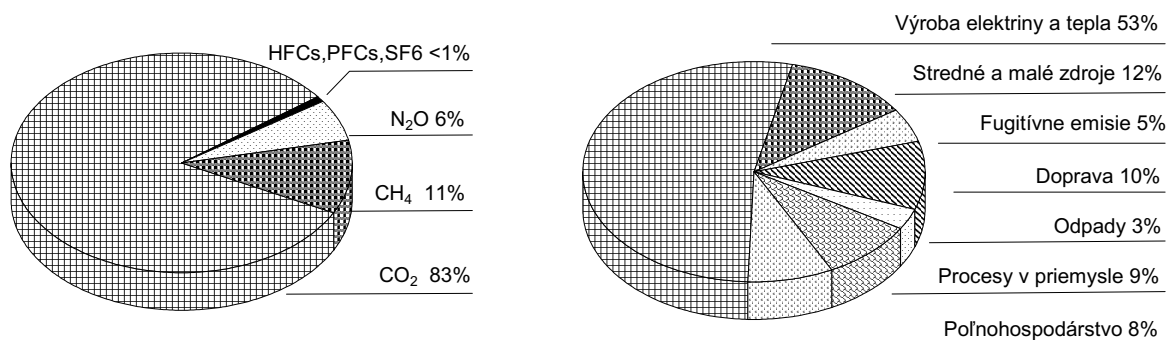
	GWP		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Emisie spolu CO ₂ ekvivalent		[Gg]	272	267	249	156	144	148	91	114	80
Emisie HFCs CO ₂ ekvivalent		[Gg]					2,91	24,52	44,86	69,83	43,58
HFC-23	11700	[Mg]						<0,01	0,07	0,07	0,05
HFC-32	650	[Mg]							0,02	0,11	0,07
HFC-41	150										
HFC-43-10mee	1300										
HFC-125	2800	[Mg]						0,01	0,08	0,26	0,43
HFC-134	1000										
HFC-134a	1300	[Mg]					0,01	10,98	25,45	41,80	29,18
HFC-152a	140	[Mg]							<0,01	0,14	0,32
HFC-143	300										
HFC-143a	3800	[Mg]							0,12	0,31	0,46
HFC-227ea	2900	[Mg]					1,00	3,52	3,52	4,39	0,71
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	32,9	23,8
CF ₄	6500	[Mg]	36,6	36,0	33,5	21,0	17,8	15,4	4,7	4,5	3,2
C ₂ F ₆	9200	[Mg]	3,7	3,6	3,4	2,1	1,8	1,5	0,5	0,4	0,3
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
SF ₆	23900	[Mg]	0,001	0,001	0,002	0,003	0,388	0,415	0,450	0,474	0,512

Agregované emisie

Obr. 5.4 Agregované emisie skleníkových plynov, 1990-1998



Obr. 5.5 Agregované emisie skleníkových plynov v roku 1998



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

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

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

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

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

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

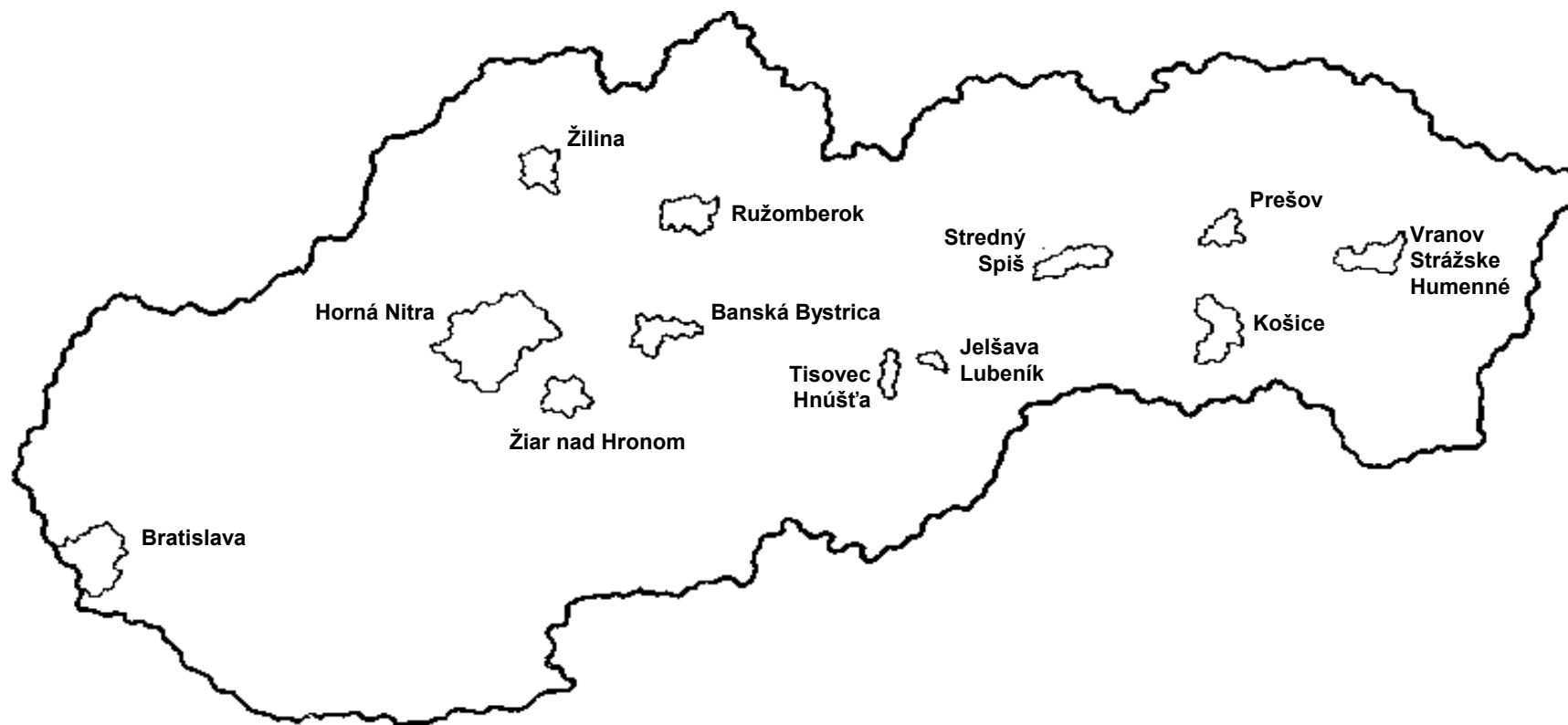
IH₈ - Priemerná 8-hodinová koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou 8-hodinovou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku 8 hodín.

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

PRÍLOHA 2 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, Sokolany, Veľká Ida
Prešov	Prešov
Ružomberok	Biely Potok, Likavka, Liptovská Štiavnica, Lisková, Ludrová, Martinček, Ružomberok, Sliache, 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, Olcnavá, Richňava, Rudňavy, Spišské Vlasy, Vítkovce, Vojkovce
Žiarska kotlina	Dolná Trnávka, Dolná Ždaňa, Hliník nad Hronom, Horná Ždaňa, Ladomerská 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
1999

Vydavateľ

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

Tlač

Reprografické pracovisko SHMÚ v roku 2000
Účelová publikácia: 184 s., 43 tab., 180 obr.
Náklad: 300 výtlačkov
Publikácia neprešla jazykovou úpravou

ISBN 80-88907-06-3