



Slovenský
hydrometeorologický ústav



Ministerstvo životného prostredia
Slovenskej republiky

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

1998

Materiál vypracovali:

Slovenský hydrometeorologický ústav

Úsek ochrany prírodného prostredia
Jeséniova 17, 833 15 Bratislava

Ministerstvo životného prostredia SR

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

Zodpovedný: *RNDr. I. Zuzula, CSc.*

Koordinácia: *Ing. T. Trcka*

Zodpovední za kapitoly 1 - *RNDr. M. Mitošinková*
2 - *RNDr. I. Babušík*
3 - *RNDr. D. Závodský, CSc.*
4 - *Ing. K. Magulová*

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 1998	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	-	5
2.3	Kvalita dát a spracovanie výsledkov meraní	2	-	11
2.4	Zhodnotenie znečistenia ovzdušia v SR	2	-	67
2.5	Spracovanie výsledkov meraní podľa smernice ES č.80/799/EEC	2	-	73

3. Atmosférický ozón

3.1	Atmosférický ozón	3	-	1
3.2	Prízemný ozón v SR v rokoch 1993-1998	3	-	1
3.3	Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 1998	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 1998	4	-	4
4.5	Najvýznamnejšie zdroje znečisťovania ovzdušia v SR	4	-	4
4.6	Verifikácia výsledkov	4	-	4
4.7	Zhodnotenie kvality údajov	4	-	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, uhľovodíky, ťažké kovy. Doba zotrvania týchto látok v ovzduší je niekoľko dní, preto môžu byť v atmosfére prenesené až do vzdialenosti niekoľko tisíc kilometrov od zdroja. Produkty oxidácie primárnych plynných prímiesí, napríklad sírany, sa vertikálnym prenosom dostanú do strednej troposféry, kde sa už zapájajú do globálnej cirkulácie.

Regionálne znečistenie ovzdušia v Európe od roku 1950 narastalo paralelne s emisiami škodlivín z energetiky, priemyslu, vykurovania a dopravy. Negatívne sa pritom uplatnila výstavba vysokých komínov, ktoré predlžovali dobu zotrvania exhalátov v ovzduší. Následkom nekontrolovaného vývoja emisií bol rast kyslosti zrážkových vôd aj koncentrácií sekundárnych polutantov v ovzduší - ozónu, peroxidu vodíka a ďalších. Ozón a kyslé zrážky predstavujú v súčasnosti v Európe hlavné stresové faktory lesných aj poľných ekosystémov. Slovenská republika sa nachádza v strede Európy, na okraji oblasti s najväčším regionálnym znečistením ovzdušia na tomto kontinente.

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 7 protokolov: o dlhodobom financovaní Kooperatívneho programu pre monitorovanie a hodnotenie diaľkového prenosu znečisťovania v Európe (EMEP - Environment Monitoring 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) a o obmedzovaní emisií perzistentných organických látok (Aarhus, 1998). 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. V roku 1985 bol vo Viedni prijatý Dohovor o ochrane ozónovej vrstvy, ku ktorému bol v Montreale, v roku 1987, prijatý Protokol o látkach, ohrozujúcich ozónovú vrstvu, s dvoma dodatkami, Londýnskym dodatkom k Protokolu, prijatým v roku 1990 a Kodanským dodatkom k Protokolu, prijatým v roku 1992. V roku 1992 bol v New Yorku prijatý Rámcový dohovor OSN o zmene klímy.

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 stra-

tégu znižovania európskych emisií. V Nórsku sú medzinárodné koordinačné centrá EMEP MSC-W (Meteorological Synthetizing 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 Synthetizing Centre-East) - Institute for Applied Geophysics v Moskve. Monitorovacia sieť EMEP (obr.1.1) má v súčasnosti viac než 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 [$\mu\text{g.m}^{-3}$]	Obdobie
SO ₂ - S	Les	10	ročný priemer
	Prírodná vegetácia	10	
	Poľnohospodárske plodiny	15	
NO _x - N	Všetky kategórie	9	ročný priemer
O ₃	Všetky kategórie	50	9 až 16-h priemer (1.4.-30.9.)
		60	8-h priemer
		150	1-h priemer

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

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

- **Kritická úroveň ozónu pre poľnohospodárske plodiny**, vyjadrená ako kumulatívna expozícia koncentrácií vyšších ako 40 ppb. Tento index expozície sa označuje AOT40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb) a vypočítava sa ako suma rozdielov medzi hodinovými koncentraciami ozónu v ppb pre každú dennú hodinu medzi 9.00 a 16.00, v ktorej je koncentrácia vyššia ako 40 ppb a priemerná intenzita celkového slnečného žiarenia 50 W.m² 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. g.m⁻².r⁻¹, kg.ha⁻¹.r⁻¹ alebo ekvivalent.ha⁻¹.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 1-2 g S.m⁻².r⁻¹ alebo 10-20 kg S.ha⁻¹.r⁻¹. Skutočná depozícia síry však predstavuje v ostatnom desaťročí prekračovanie týchto hodnôt. Aj napriek poklesu európskych emisií SO₂, sú hodnoty celkovej depozície síry vyššie ako kritická záťaž. Typické hodnoty depozície síry vyjadrené v g S.m⁻².r⁻¹ pre nížinné a horské polohy Slovenska boli v roku 1998 takéto:

Depozícia síry	Podunajská nížina	Horské polohy (> 1 500 m)
Suchá	0,8	0,2 (1,9) ⁺
Mokrá	0,4	1,4 (1,9) ⁺
Skrytá	0,1	0,7 (1,0) ⁺⁺
Celková	1,3	2,3 (2,9)

Kritická záťaž	1,0 – 2,0
-----------------------	------------------

⁺ 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, 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 SIEŤ REGIONÁLNYCH STANÍC V SR

V roku 1998 bolo na území SR v činnosti 7 staníc na monitorovanie regionálneho znečistenia ovzdušia a chemického zloženia zrážkových vôd. 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.
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 koncentracia polietavého prachu	na filter Synpor4	hmotnostne-gravimetricky
Ťažké kovy - Pb, Cu, Zn, Mn, Cr, V, Ni, Cd	na filter Synpor4	po mineralizácii metódou atómovej absorpčnej spektrofotometrie, spektrofotometrom Varian v plameni alebo v grafitovom atomizéri
SO ₄ ²⁻	na filter W40	metódou kapilárnej izotachofórey z vodného výluhu
NO ₃ ⁻	na filter W40	metódou kapilárnej izotachofórey 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 1998

SO₂, sírany

V roku 1998 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 0,81 µg S.m⁻³ (Chopok) až 5,36 µg S.m⁻³ (Mochovce). V porovnaní s predchádzajúcim rokom sú hodnoty oxidu siričitého na všetkých staniách nižšie. Horná hranica koncentračného rozpätia predstavuje 54% 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 1997 boli koncentrácie síranov v atmosférickom aerosóle v roku 1998 na všetkých regionálnych staniách nižšie, s výnimkou Topoľníkov, kde bola ich koncentrácia rovnaká ako v roku 1997 (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 0,62 µg S.m⁻³, na ostatných regionálnych staniách boli koncentrácie síranov vyššie ako 1 µg S.m⁻³, v Milhostove a v Mochovciach boli najvyššie, 1,56 µg S.m⁻³, resp. 1,58 µg S.m⁻³. Percentuálne zastúpenie síranov na celkovej hmotnosti atmosférického aerosólu bolo 11-16% (obr.1.31-1.37). Pomer koncentrácií síranov a oxidu siričitého, vyjadrený v síre, predstavuje interval 0,29-0,77, čo zodpovedá regionálnej úrovni znečistenia.

Oxidy dusíka, dusičnany

Koncentrácie oxidov dusíka na regionálnych staniách, 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 1,05-3,45 µg N.m⁻³, s najnižšou ročnou priemernou hodnotou na Chopku, 1,05 µg N.m⁻³, vyššou na Starine 1,68 µg N.m⁻³, v

Starej Lesnej $1,86\mu\text{g N.m}^{-3}$ a hodnotami vyššími ako $2\mu\text{g N.m}^{-3}$ na ostatných staniách. V nížinnej stanici Topoľníky bola koncentrácia oxidov dusíka najvyššia, $3,45\mu\text{gN.m}^{-3}$. Kritická úroveň koncentrácie oxidov dusíka ($9\mu\text{g N.m}^{-3}$ pre všetky ekosystémy) nebola na žiadnej regionálnej stanici v roku 1998 prekročená. Najvyššia koncentrácia oxidov dusíka v Topoľníkoch, $3,45\mu\text{g N.m}^{-3}$, predstavuje menej ako 40% z kritickej úrovne. Trend oxidov dusíka sa vzhľadom na zložitý transformačný cyklus rozličných dusíkových zlúčenín nedá spoľahlivo zhodnotiť. Dusičnany v ovzduší boli na regionálnych staniách SR 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 staniách 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 14% (obr. 1.31-1.37). Pomer celkových dusičnanov ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$) ku NO_2 , vyjadrený v dusíku, predstavoval rozpätie 0,20-0,37.

Polietavý prach, ťažké kovy

Koncentrácie atmosférického aerosólu v roku 1998 kolísali v intervale $16,9-42,7\mu\text{g.m}^{-3}$ (tab.1.1). Na štyroch staniách boli koncentrácie atmosférického aerosólu v porovnaní s rokom 1997 nižšie. Rozdiely priemerných ročných hodnôt boli väčšinou len niekoľko $\mu\text{g.m}^{-3}$. V tabuľke 1.1 a na obrázku 1.38 sú uvedené koncentrácie ťažkých kovov v atmosférickom aerosóle na regionálnych staniách v roku 1998. Pri porovnaní s rokom 1997, koncentrácie medi, zinku a chrómu boli v roku 1998 vyššie na väčšine staníc, naopak olovo, mangán a nikel dosahovali na väčšine staníc nižšie koncentrácie. Zvýšené koncentrácie niektorých kovov na Chopku sú pravdepodobne zapríčinené doteraz bližšie neidentifikovateľnými lokálnymi vplyvmi. Percentuálne zastúpenie sumy meraných ťažkých kovov v polietavom prachu na regionálnych staniách SR kolíše v rozpätí 0,2-0,4% (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 na regionálnych staniách 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 1998 bola priemerná ročná koncentrácia ozónu na Chopku $79\mu\text{g.m}^{-3}$, na Starine $52\mu\text{g.m}^{-3}$, v Starej Lesnej $44\mu\text{g.m}^{-3}$ a v Topoľníkoch $43\mu\text{g.m}^{-3}$ (tab.1.1). Merania ozónu a prekračovania kritických úrovní sú komplexne zhodnotené v kapitole 3 Atmosférický ozón.

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

Prchavé organické zlúčeniny C₂ - C₆

Prchavé organické zlúčeniny, C₂-C₆ alebo tzv. ľahké uhľovodíky, sa začali odoberať v stanici Starina na jeseň v roku 1994. Vyhodnocujú sa v súlade s metodikou EMEP podľa NILU. Ich koncentrácie sa pohybujú rádovo v desatinách až v jednotkách ppb (tab. 1.3 a obr. 1.43-1.45). Pozoruhodná je prítomnosť izoprénu, ktorý sa uvoľňuje z okoliťého 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 má v rovnováhe s atmosférickým oxidom uhličitým 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 sú zvláštne tým, že v pôdach oxidujú na kyselinu dusičnú.

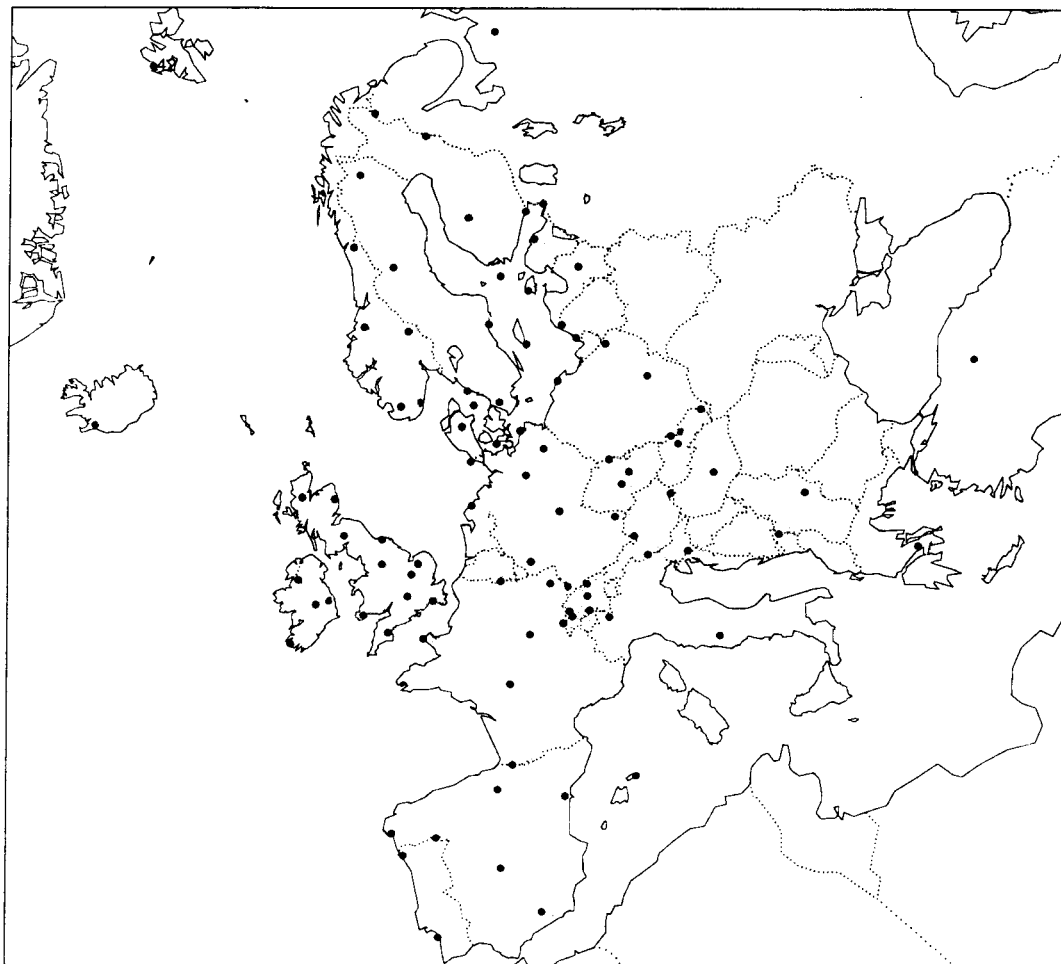
Chemické analýzy atmosférických zrážok dokumentujú mierny pokles kyslosti v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Pre ilustráciu je na obrázku 1.47 znázornené aj množstvo zrážok, ktoré sa v roku 1998 pohybovalo od 560 mm do 1192 mm, v závislosti od polôh jednotlivých staníc. Interval pH hodnôt v mesačných zrážkach kolísal v rozpätí 4,6-6,4 (tab. 1.2, obr. 1.48). Priebeh pH hodnôt z denných zrážok je znázornený 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 mineralizáciu. Hodnoty vodivosti (tab. 2.1, obr. 1.49, 1.53-1.58) dosahovali na všetkých staniciach 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.1.50-1.52) nevykazovali v ostatnom desaťročí významnejší trend, v porovnaní s predchádzajúcim rokom má väčšina z nich klesajúcu tendenciu. Pre mokrú depozíciu ešte nie sú stanovené kritické záťaže. USA a Kanada stanovili hodnotu mokrej depozície síranov $0,7 \text{ g S.m}^{-2}$ za rok ako cieľovú záťaž pre lesy. Táto hodnota bola v roku 1998 na území Slovenska prekračovaná:

Stanica	Mokrú depozícia síranov [g S.m ⁻² .r ⁻¹]
Chopok	1,36
Mochovce	0,54
Topoľníky	0,39
Milhostov	0,67
Starina	0,82
Stará Lesná	0,56
Liesek	0,62
Bratislava	0,76

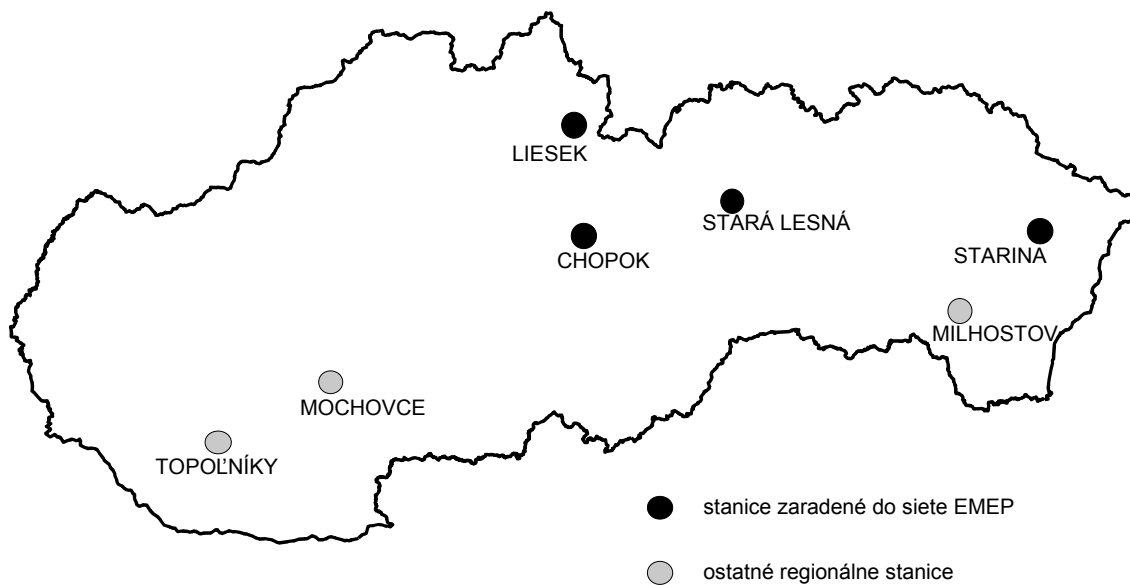
Podľa výsledkov meraní programu EMEP sa Slovenská republika nachádza na juhovýchodnom okraji oblasti s najväčším regionálnym znečistením ovzdušia a kyslosťou zrážkových vôd v Európe. Vývoj regionálneho znečistenia ovzdušia aj chemického zloženia zrážkových vôd zodpovedá vývoju európskych emisií škodlivín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

Sieť monitorovacích staníc EMEP v roku 1997



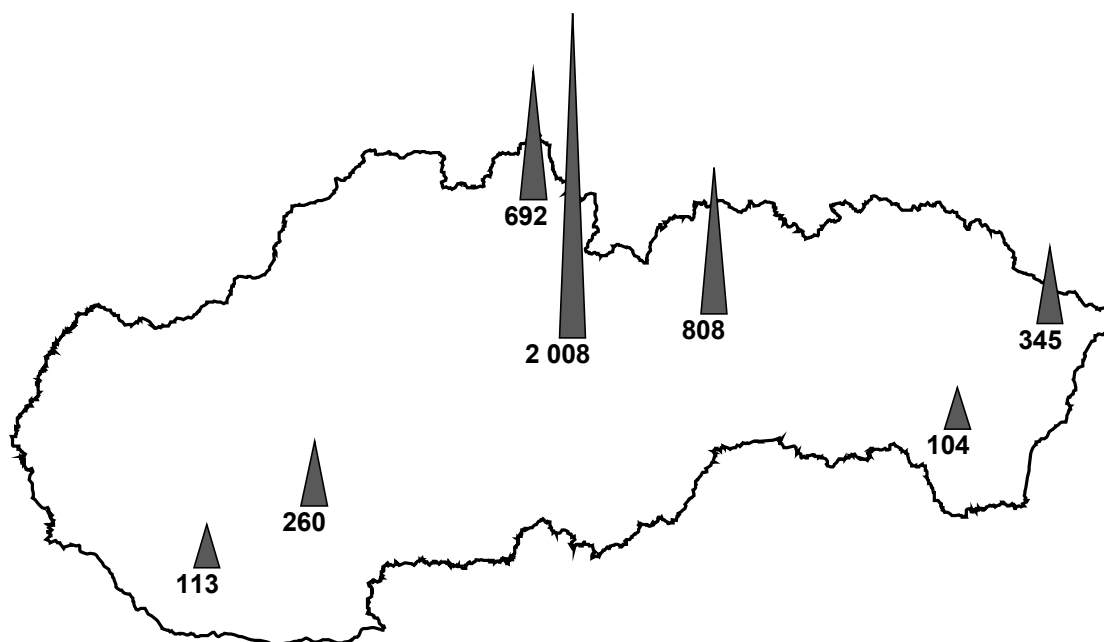
Obr. 1.2

Sieť regionálnych staníc SR



Obr. 1.3

Nadmorská výška regionálnych staníc SR [m]



Tab. 1.1 Priemerné ročné koncentrácie škodlivín v ovzduší - 1998

	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	16,9	0,81	1,05	0,07	0,62	0,21	79	3,3	5,5	8,2	0,1	39,8	4,5	-	8,2
Mochovce	37,9	5,36	-	-	1,58	0,97	-	15,9	8,3	4,5	0,5	53,4	1,5	2,8	1,2
Topoľníky	28,3	3,64	3,45	-	1,50	0,90	43	21,0	5,7	3,9	0,5	55,7	1,5	4,6	3,0
Milhostov	42,7	2,63	2,71	-	1,56	0,84	-	29,5	6,6	5,9	0,6	57,0	2,3	2,6	1,2
Starina	27,1	2,87	1,68	0,29	1,28	0,28	52	19,5	3,6	3,7	0,5	45,0	0,7	2,1	1,7
Stará Lesná	23,1	1,75	1,86	0,08	1,06	0,28	44	26,0	4,7	5,3	0,4	62,9	0,7	1,3	0,8
Liesek	34,1	4,24	2,22	0,09	1,36	0,49	-	14,6	20,2	21,5	0,4	59,4	1,5	2,2	2,5

Tab. 1.2 Ročné vážené priemery koncentrácií škodlivín v mesačných zrážkach - 1998

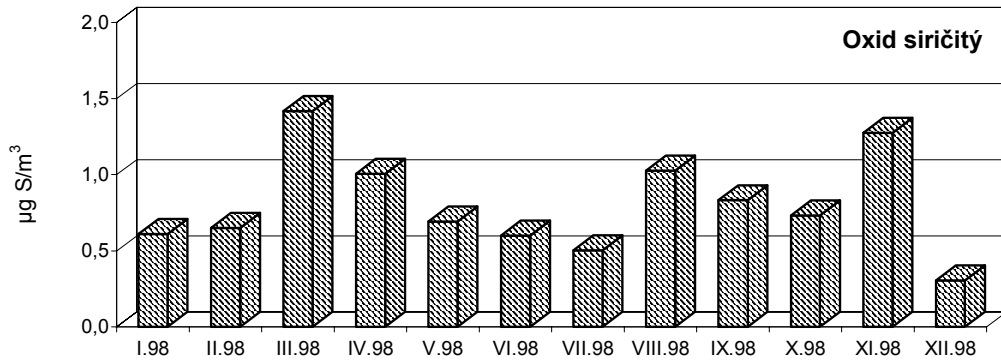
	zrážky mm	pH	vodivosť µS/cm	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Al µg/l	Mn µg/l	Cl ⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	NO ₃ ⁻ -N mg/l	SO ₄ ²⁻ -S mg/l	F ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l
Chopok	1191,6	4,6	26,44	0,22	0,20	0,047	0,30	46	145	31	6,0	0,39	0,64	0,47	1,14	-	0,12
Bratislava	686,6	5,0	22,23	0,15	0,16	0,079	0,76	33	26	27	4,4	0,50	0,82	0,59	1,10	-	0,10
Mochovce	567,8	4,8	21,18	0,37	0,12	0,078	0,48	17	31	25	3,5	0,42	0,43	0,40	0,95	-	0,03
Topoľníky	560,0	4,9	16,27	0,18	0,11	0,052	0,40	12	7	15	2,8	0,26	0,46	0,43	0,69	-	0,02
Milhostov	739,8	6,4	22,54	0,15	0,14	0,056	0,39	16	14	19	4,3	0,26	1,61	0,37	0,91	-	0,03
Starina	943,0	4,7	20,91	0,16	0,19	0,040	0,41	18	19	28	3,8	0,30	0,41	0,42	0,87	-	0,02
Stará Lesná	712,5	4,9	17,90	0,18	0,25	0,055	0,32	17	38	17	4,2	0,31	0,59	0,30	0,78	-	0,13
Liesek	770,8	4,6	20,88	0,21	0,25	0,045	0,38	23	31	24	5,0	0,37	0,43	0,38	0,81	-	0,04

Tab. 1.3 Priemerné ročné koncentrácie VOC [ppb] v ovzduší - 1998

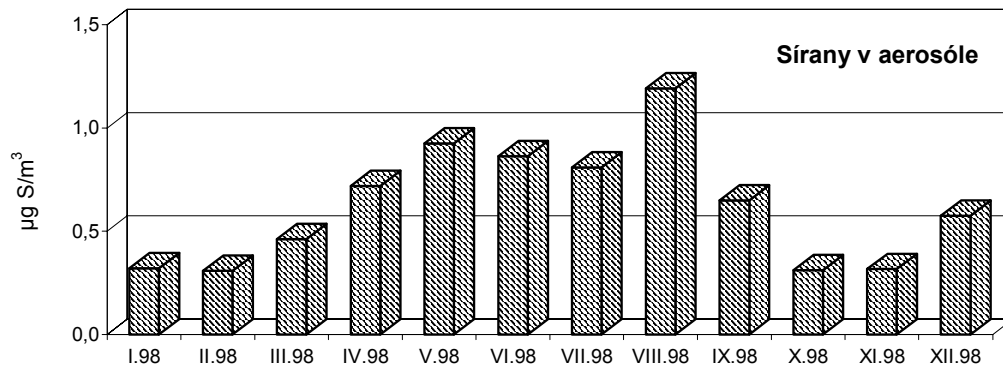
	etán	etén	propán	propén	i-bután	n-bután	etín	butén	pentén	i-pentán	n-pentán	izoprén	n-hexán	benzén	toluén
Starina	1,082	1,822	0,666	0,194	0,215	0,480	0,722	0,280	0,317	0,287	0,340	0,164	0,224	0,321	0,430

CHOPOK

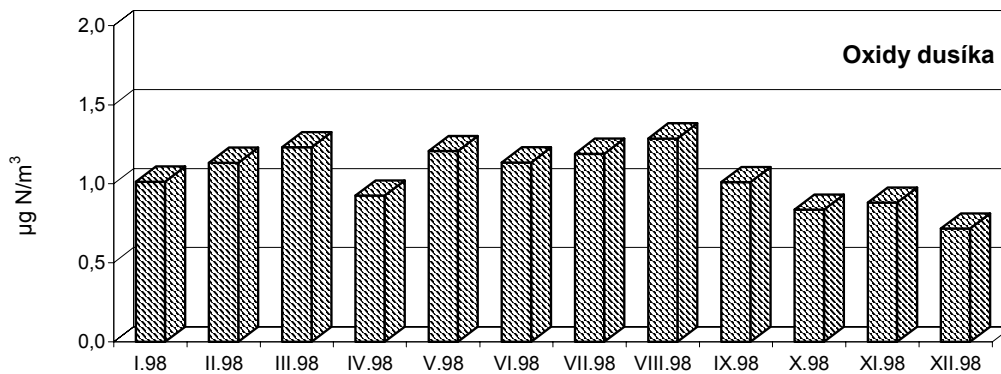
priemerné mesačné koncentrácie



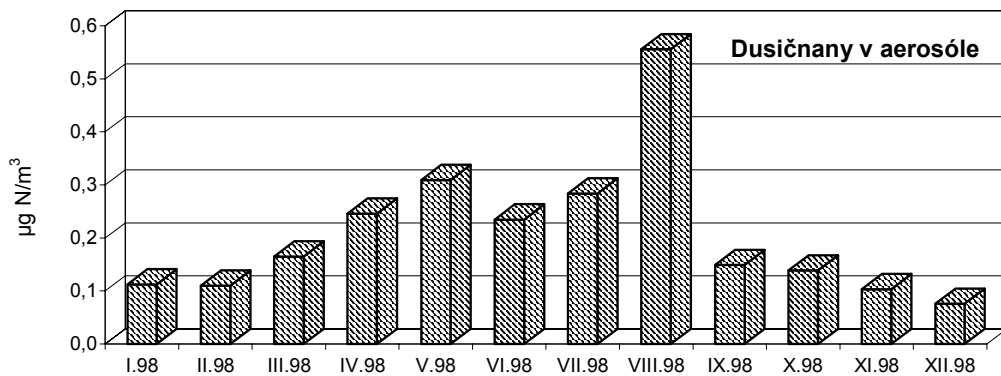
Obr. 1.4



Obr. 1.5



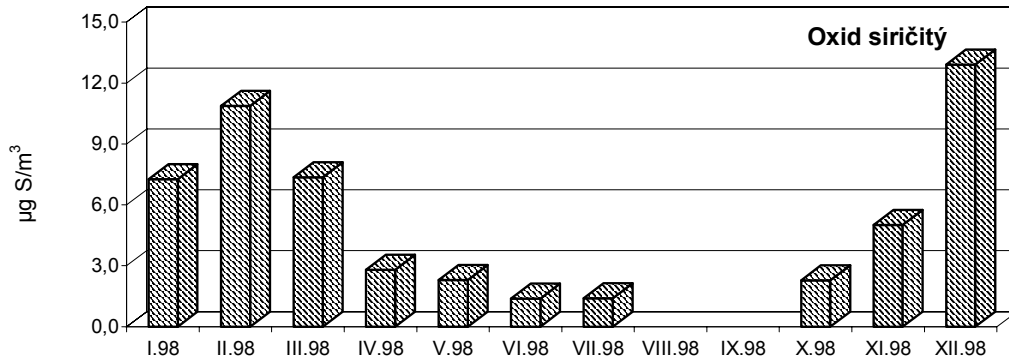
Obr. 1.6



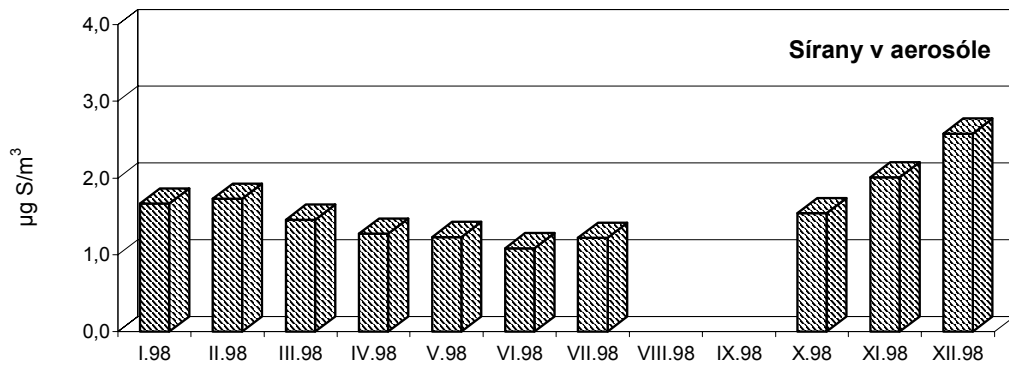
Obr. 1.7

MOCHOVCE

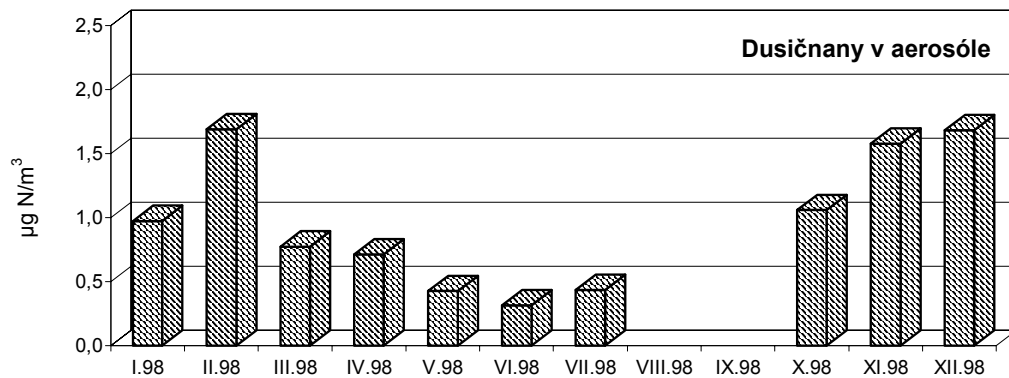
priemerné mesačné koncentrácie



Obr. 1.8



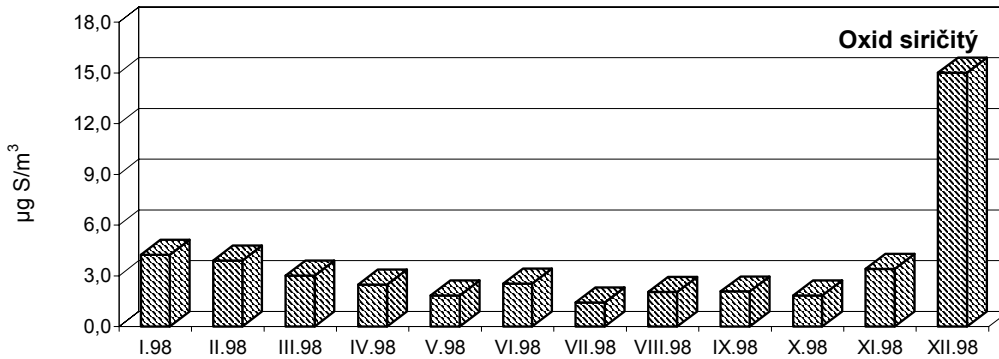
Obr. 1.9



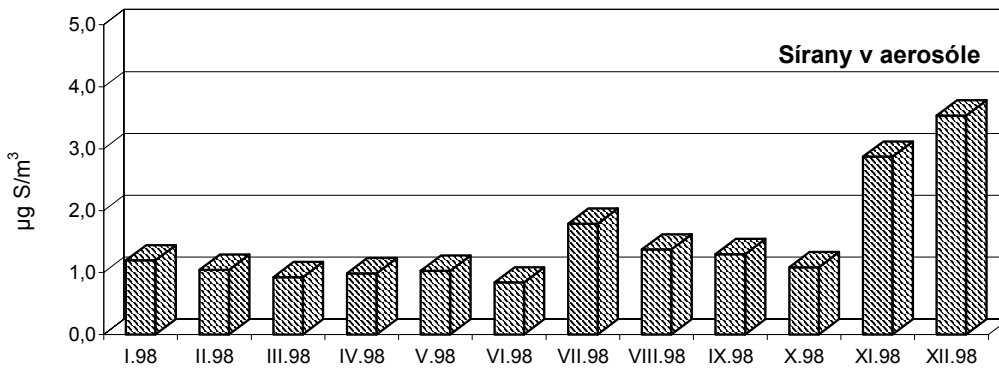
Obr. 1.10

TOPOĽNÍKY

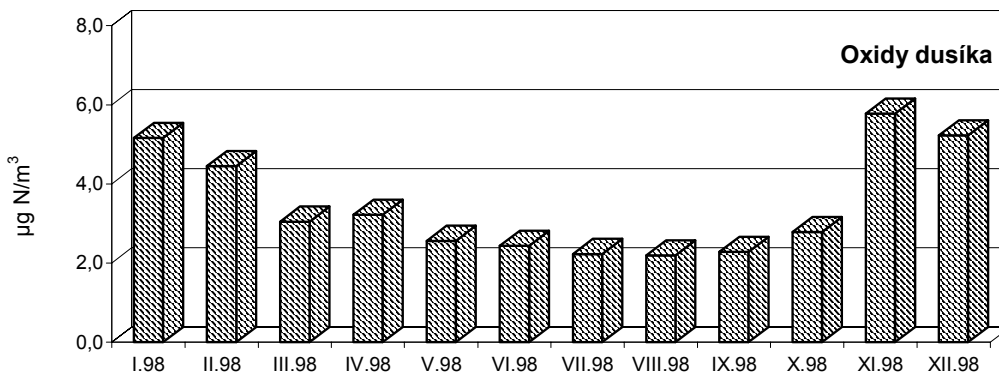
priemerné mesačné koncentrácie



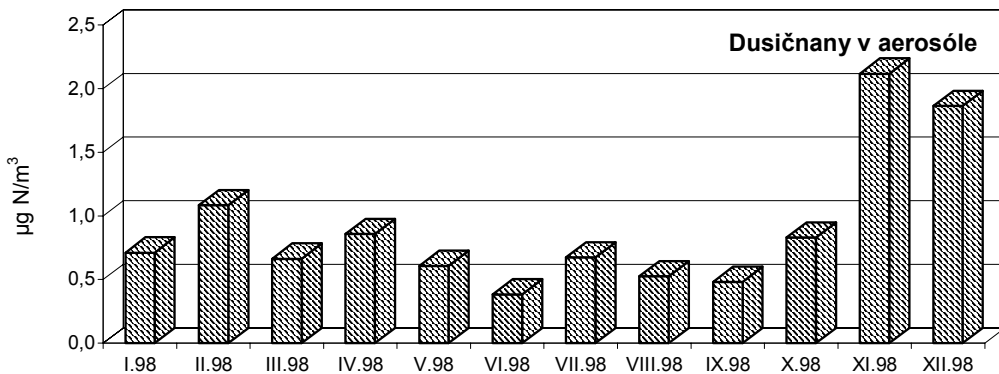
Obr. 1.11



Obr. 1.12



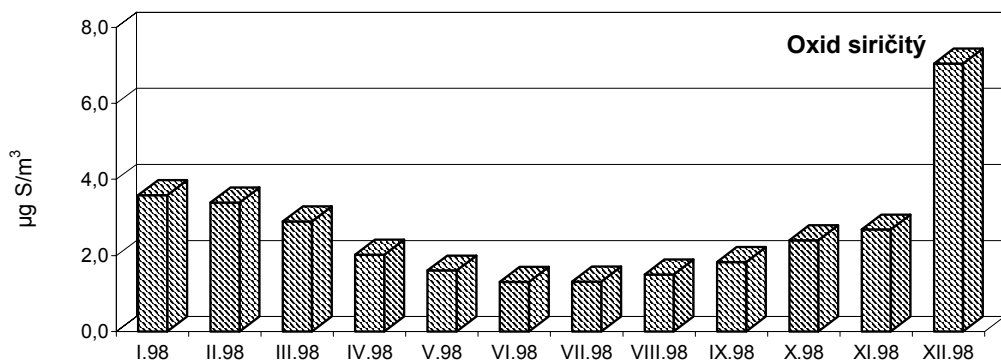
Obr. 1.13



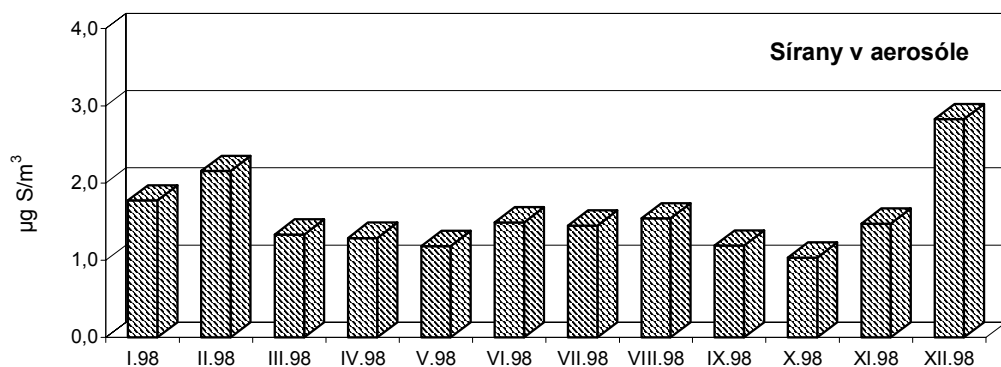
Obr. 1.14

MILHOSTOV

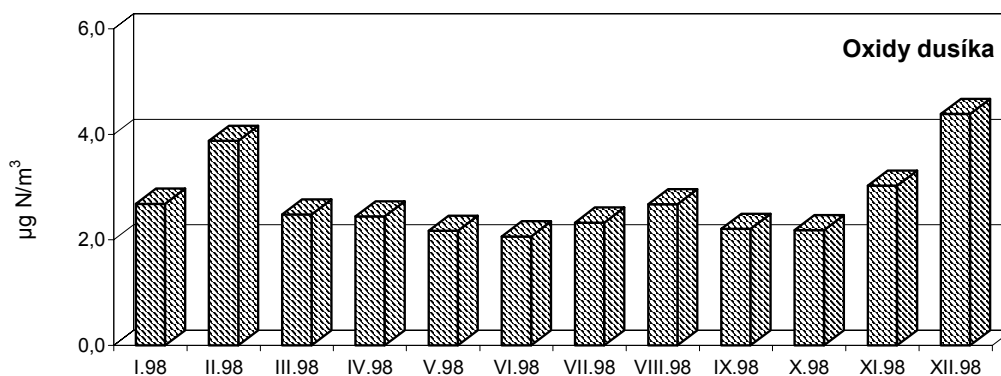
priemerné mesačné koncentrácie



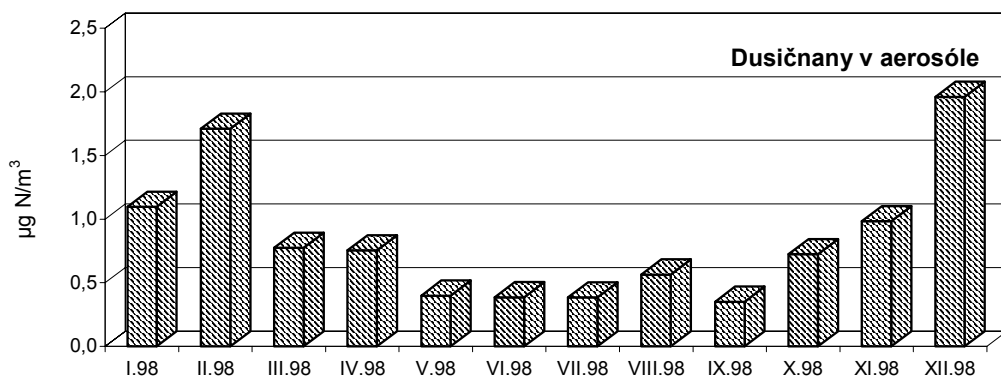
Obr. 1.15



Obr. 1.16



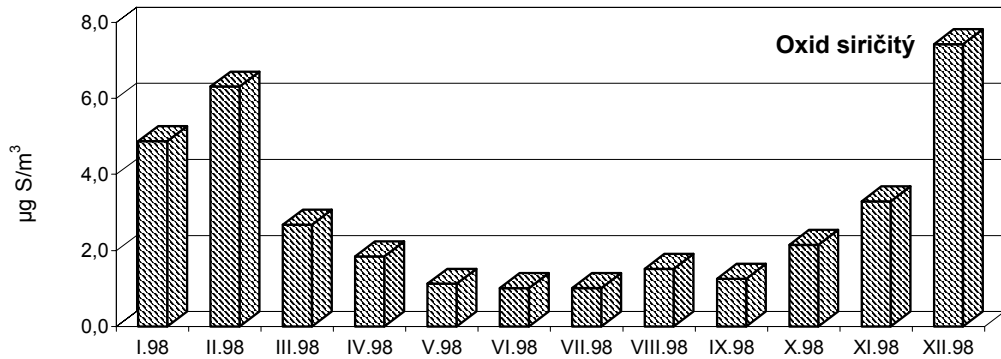
Obr. 1.17



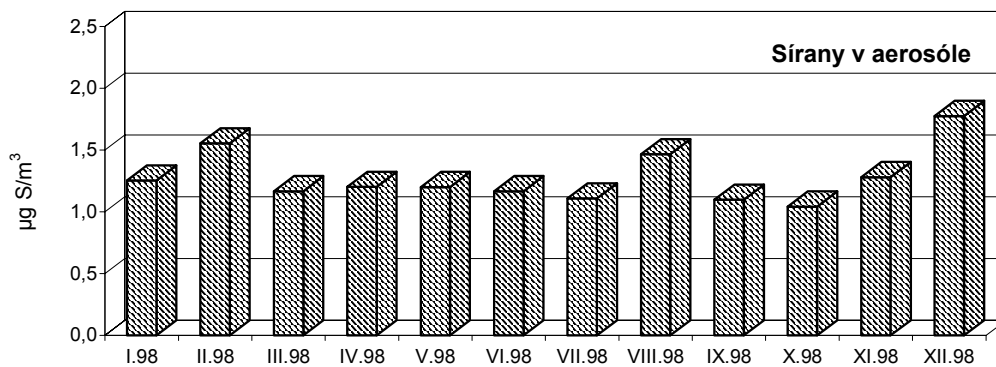
Obr. 1.18

STARINA

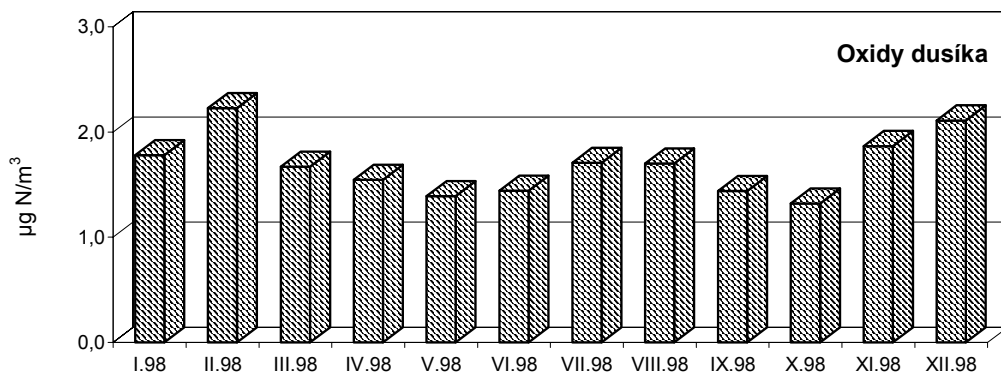
priemerné mesačné koncentrácie



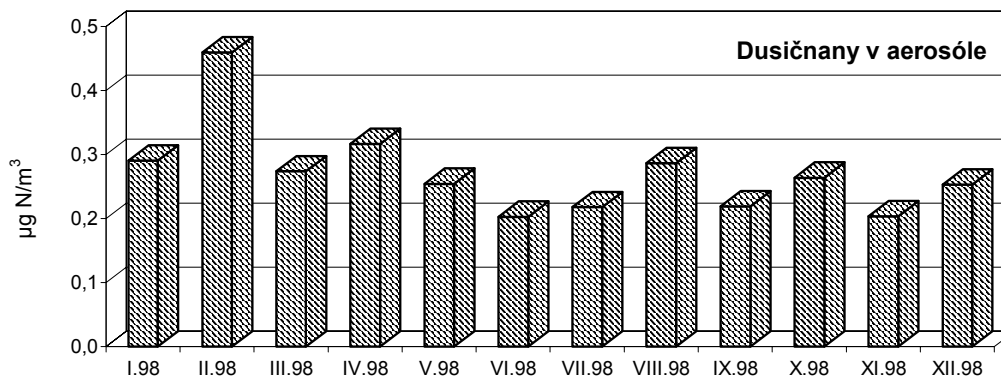
Obr. 1.19



Obr. 1.20



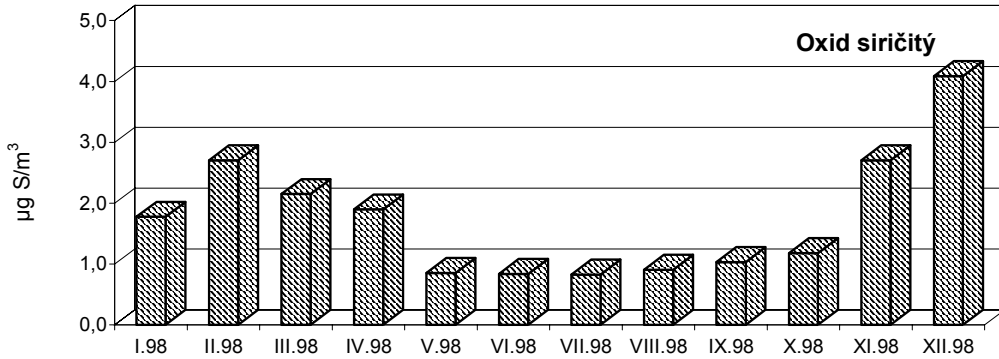
Obr. 1.21



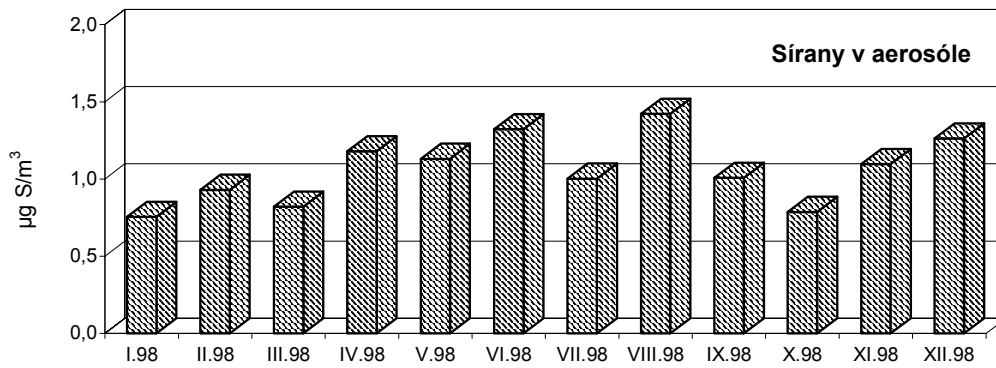
Obr. 1.22

STARÁ LESNÁ

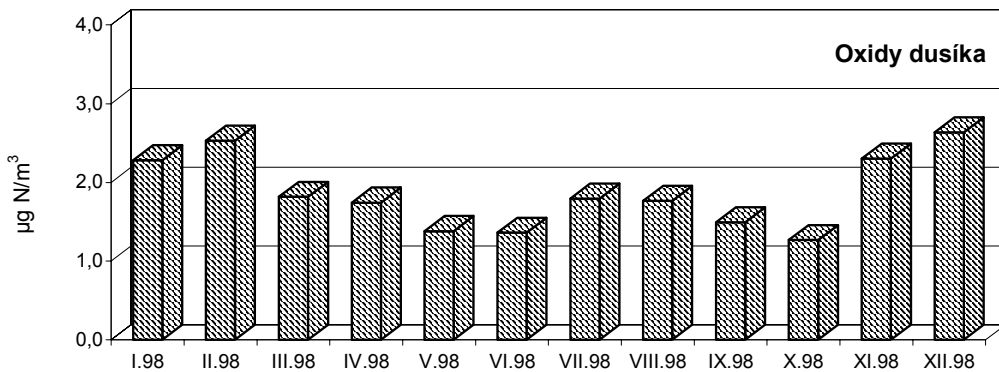
priemerné mesačné koncentrácie



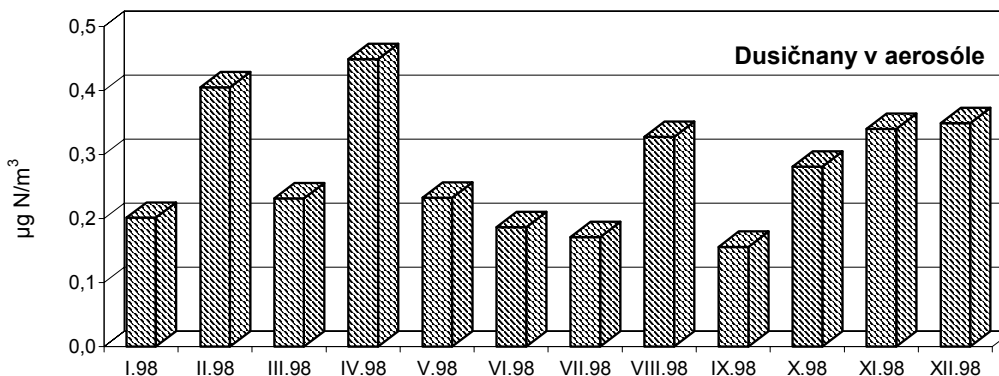
Obr. 1.23



Obr. 1.24



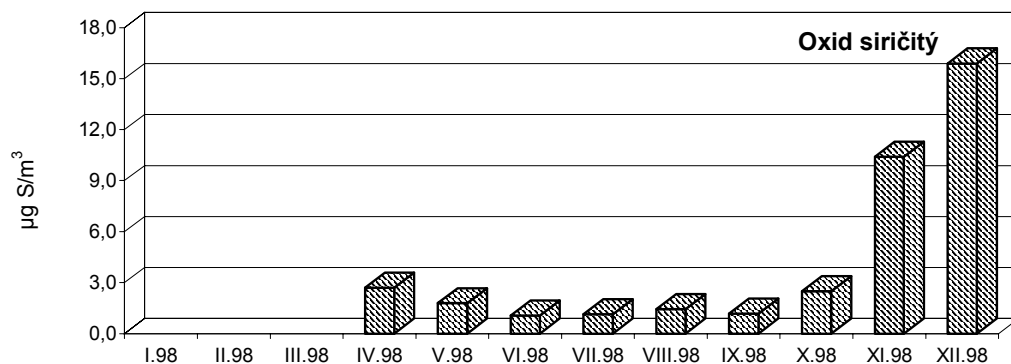
Obr. 1.25



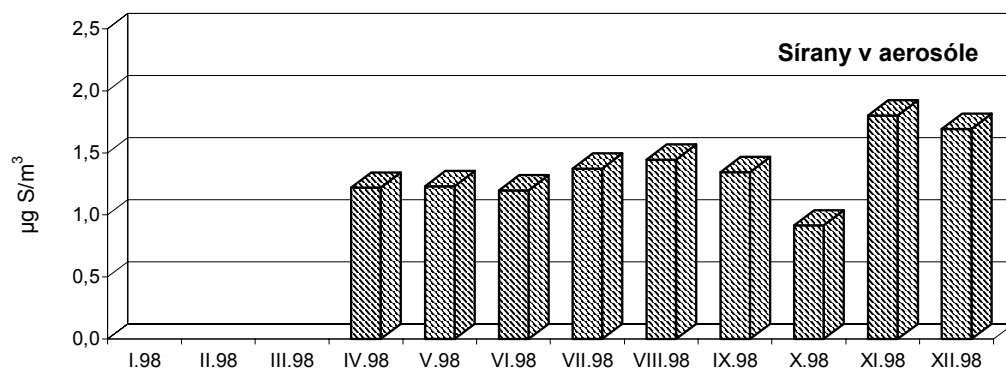
Obr. 1.26

LIESEK

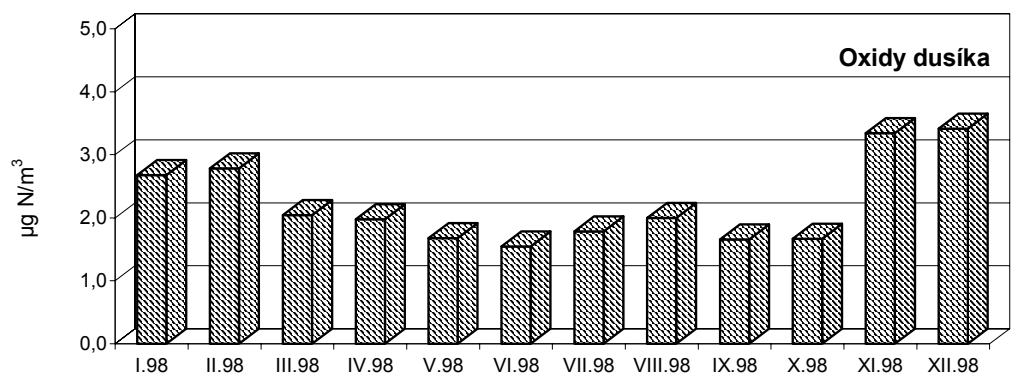
priemerné mesačné koncentrácie



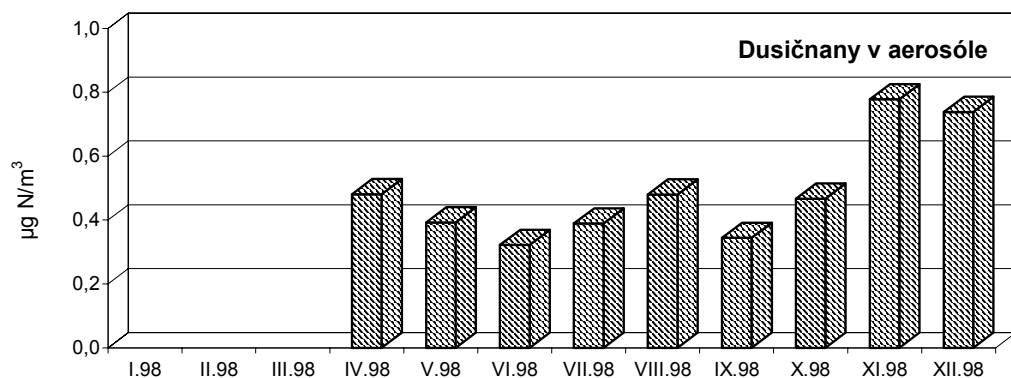
Obr. 1.27



Obr. 1.28



Obr. 1.29

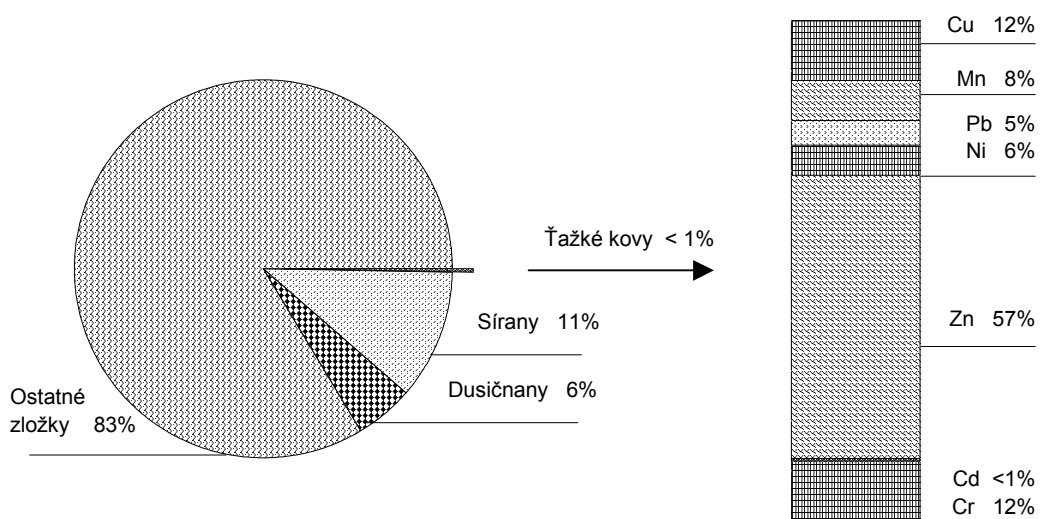


Obr. 1.30

Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov

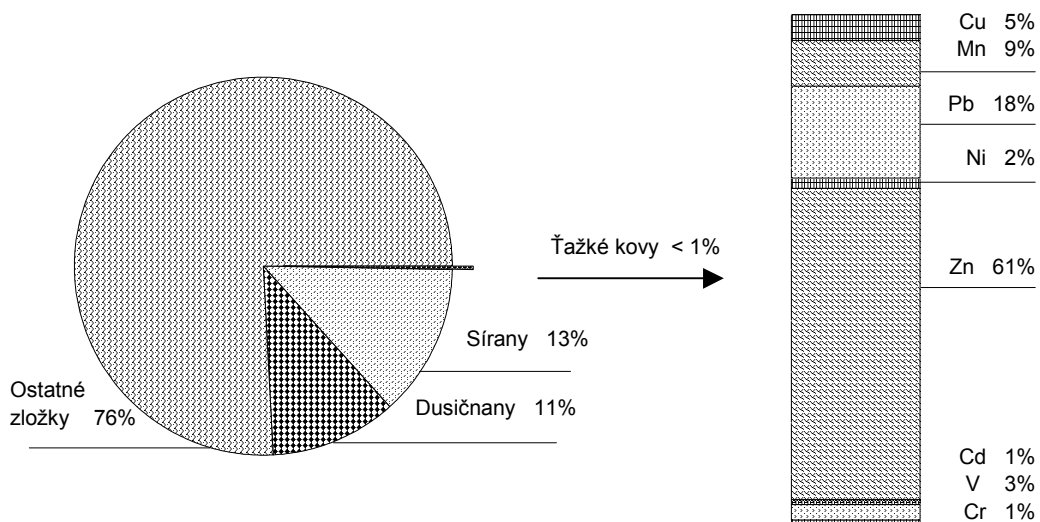
Obr. 1.31

Chopok - 1998



Obr. 1.32

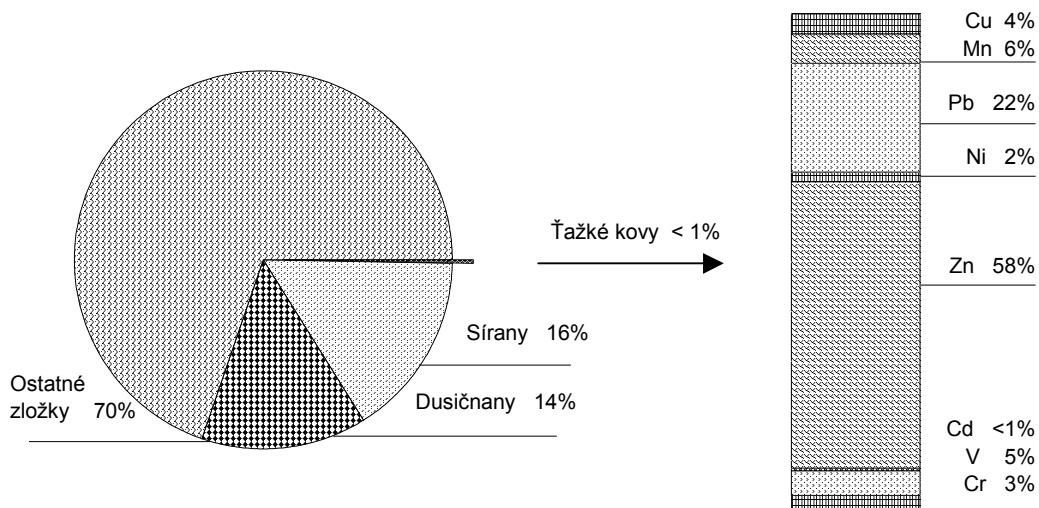
Mochovce - 1998



Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov

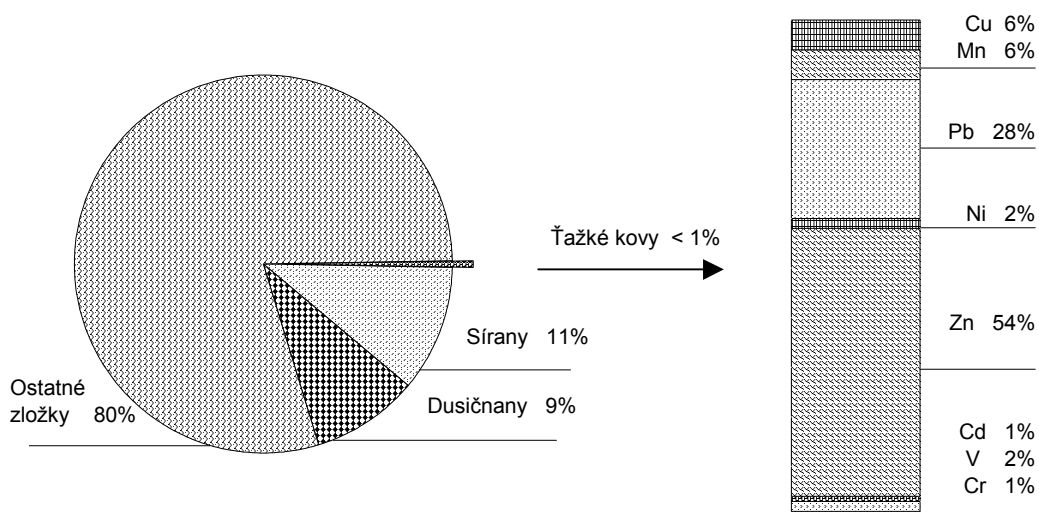
Obr. 1.33

Topoľníky - 1998



Obr. 1.34

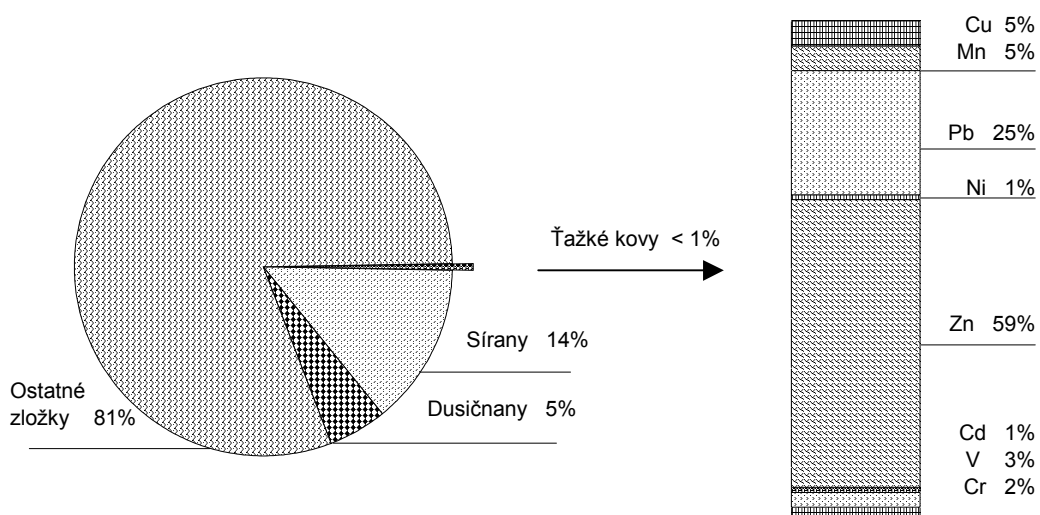
Milhostov - 1998



Zloženie aerosólu a pomerné zastúpenie ťažkých kovov

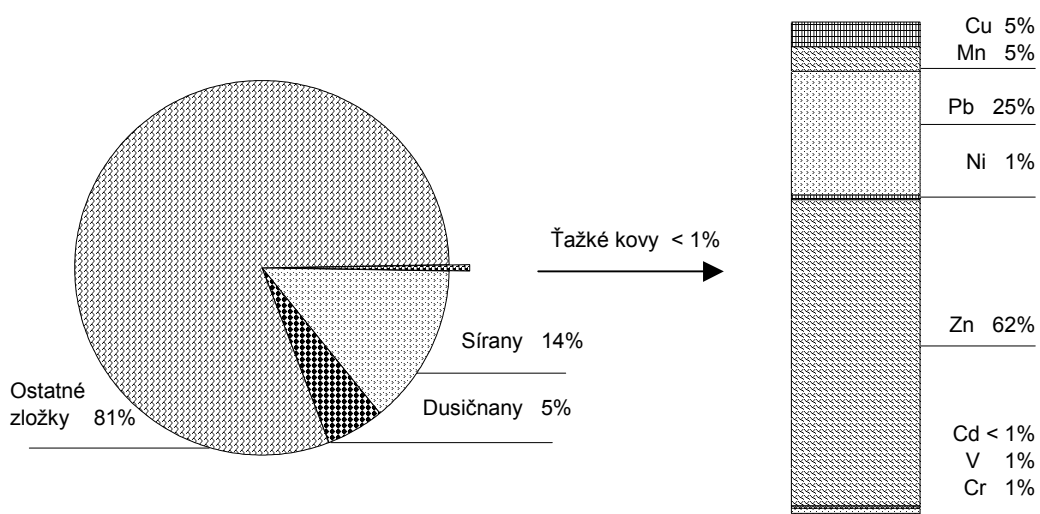
Obr. 1.35

Starina - 1998



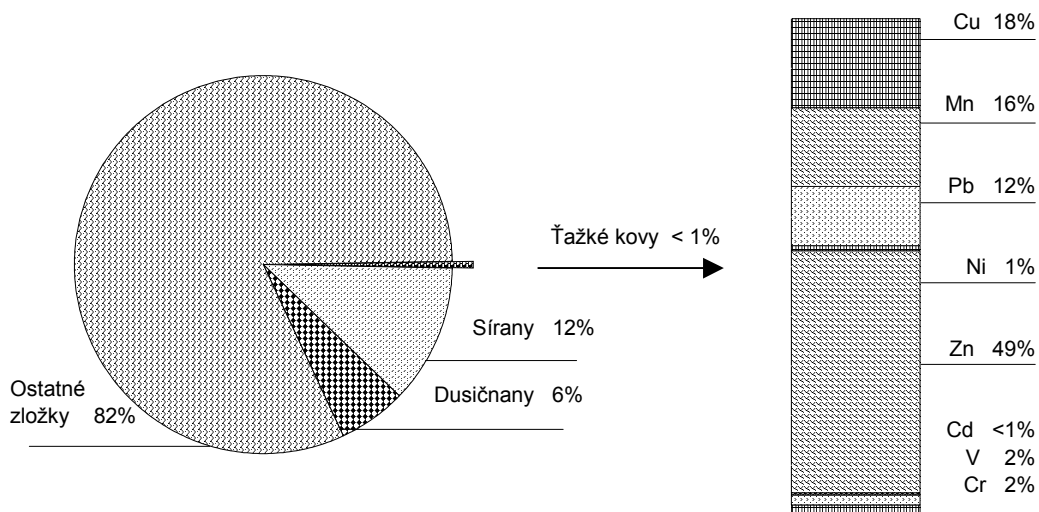
Obr. 1.36

Stará Lesná - 1998



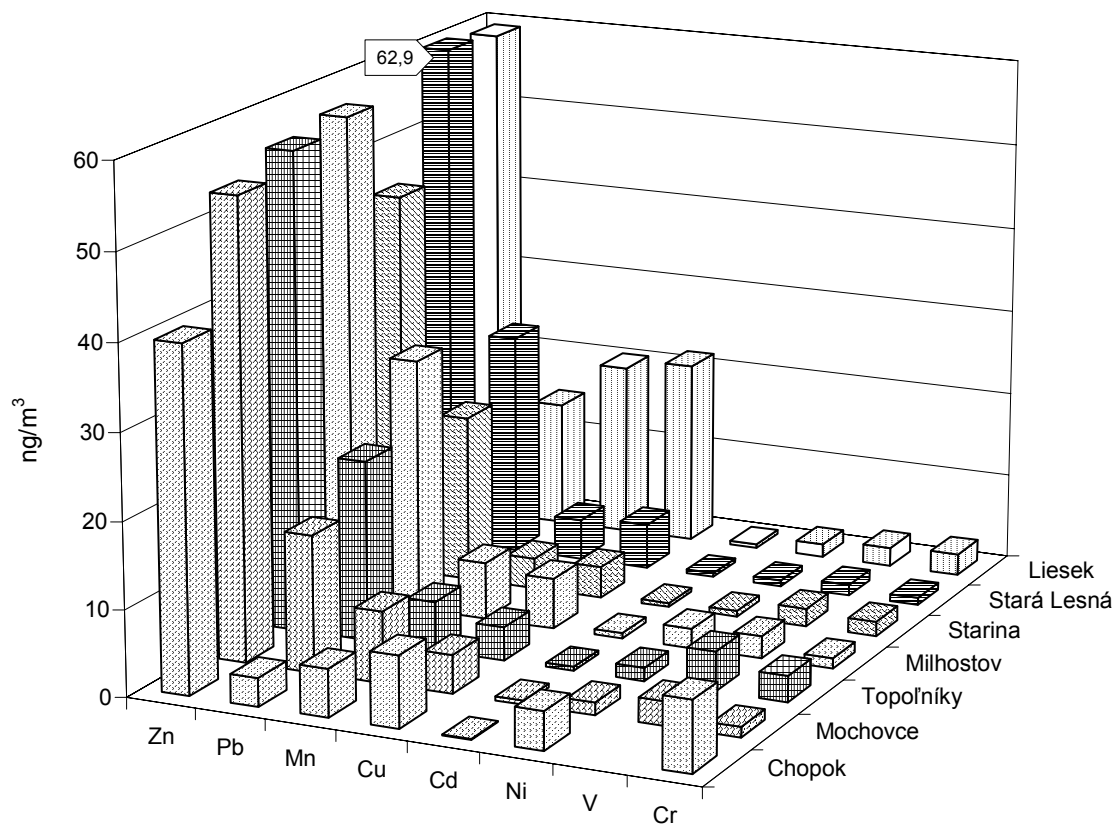
Obr. 1.37

Liesek - 1998



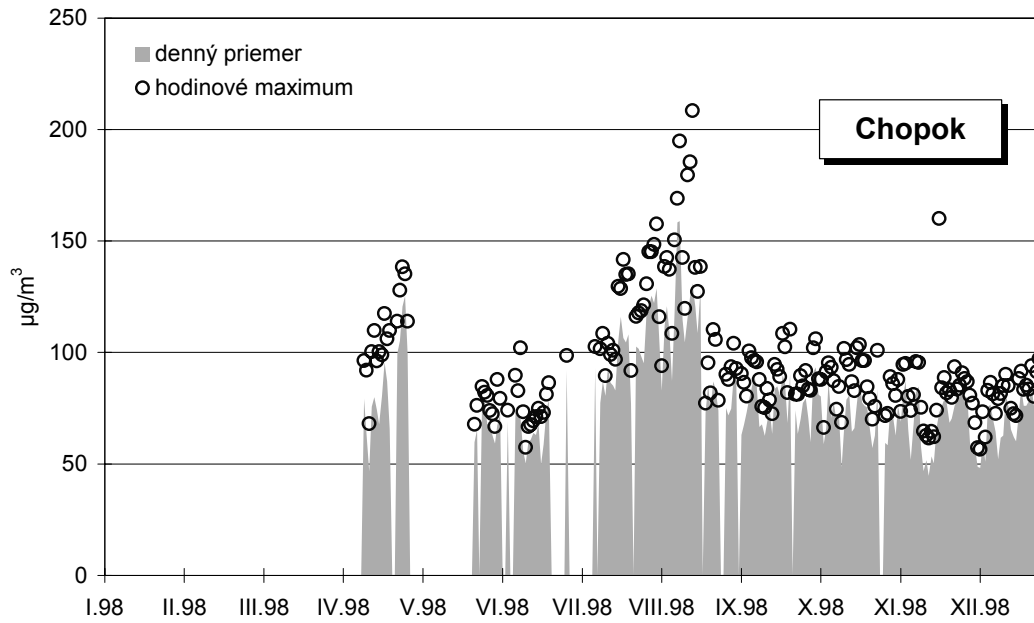
Obr. 1.38

Ťažké kovy v ovzduší - 1998

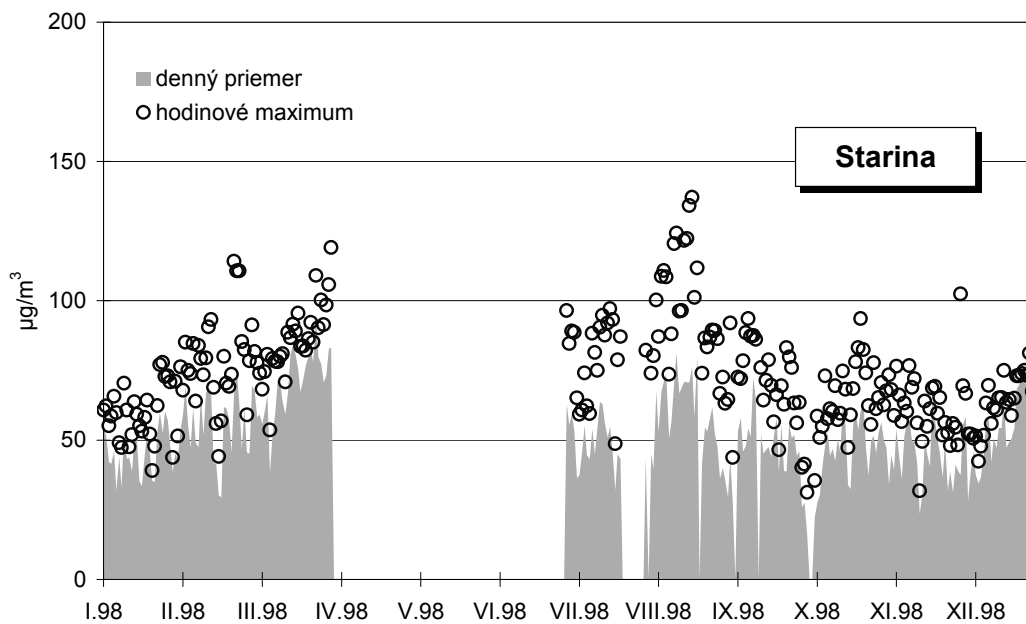


Prízemný ozón - 1998

Obr. 1.39

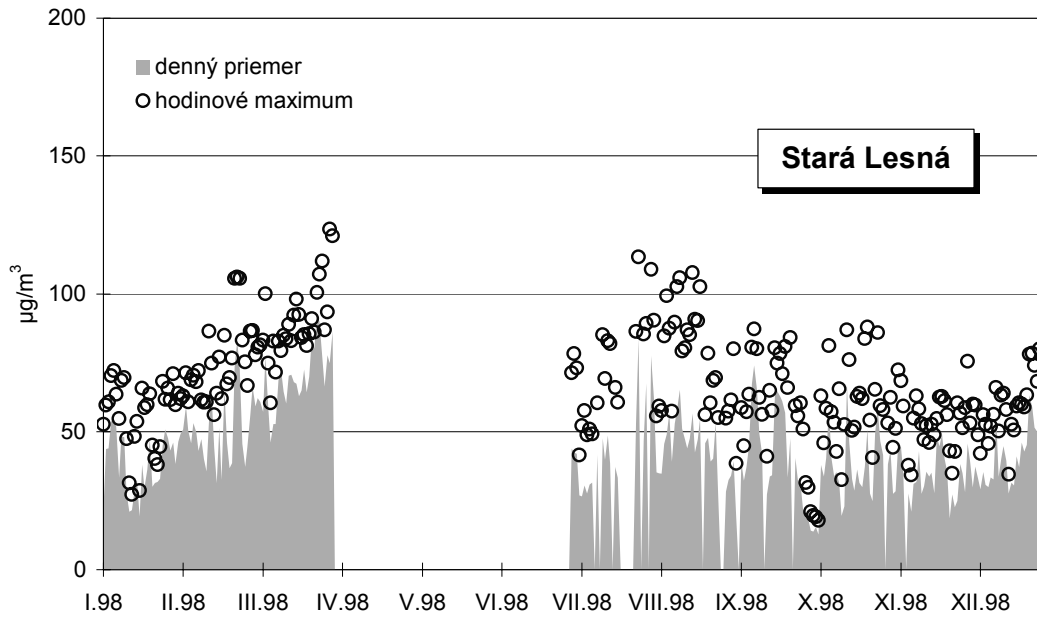


Obr. 1.40

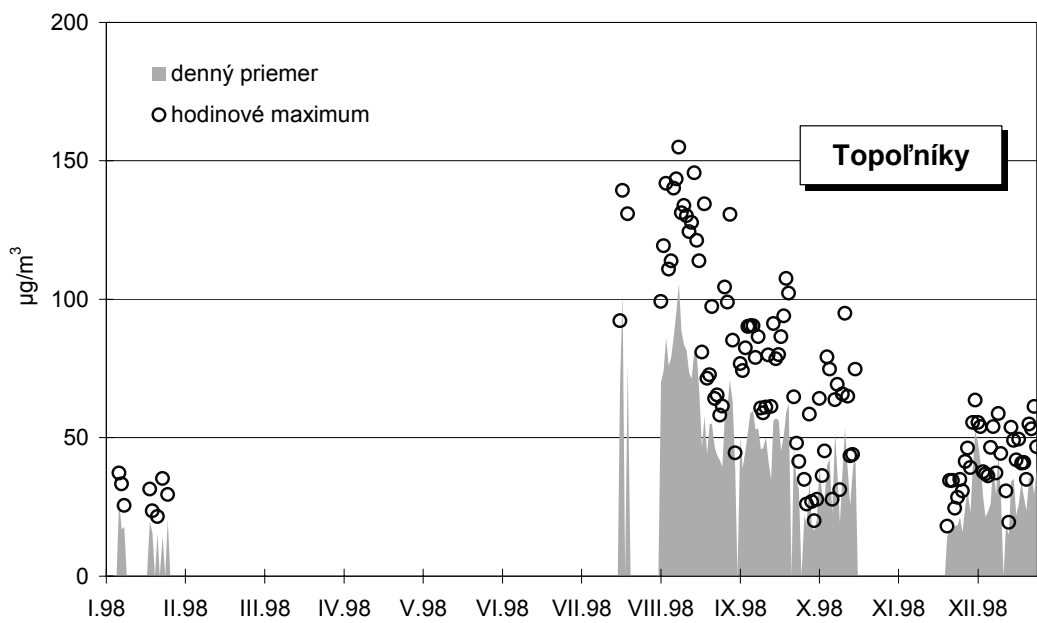


Prízemný ozón - 1998

Obr. 1.41

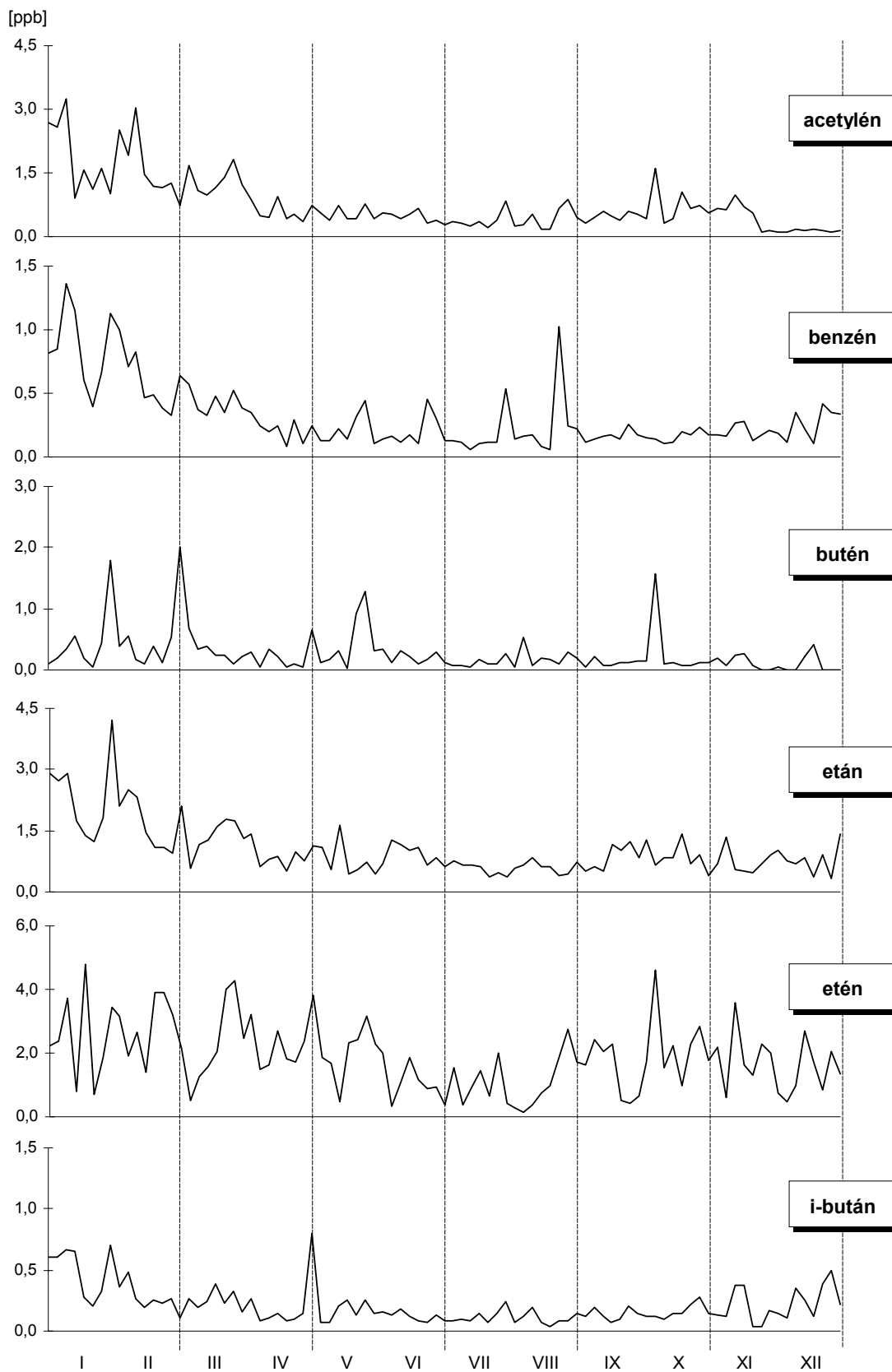


Obr. 1.42



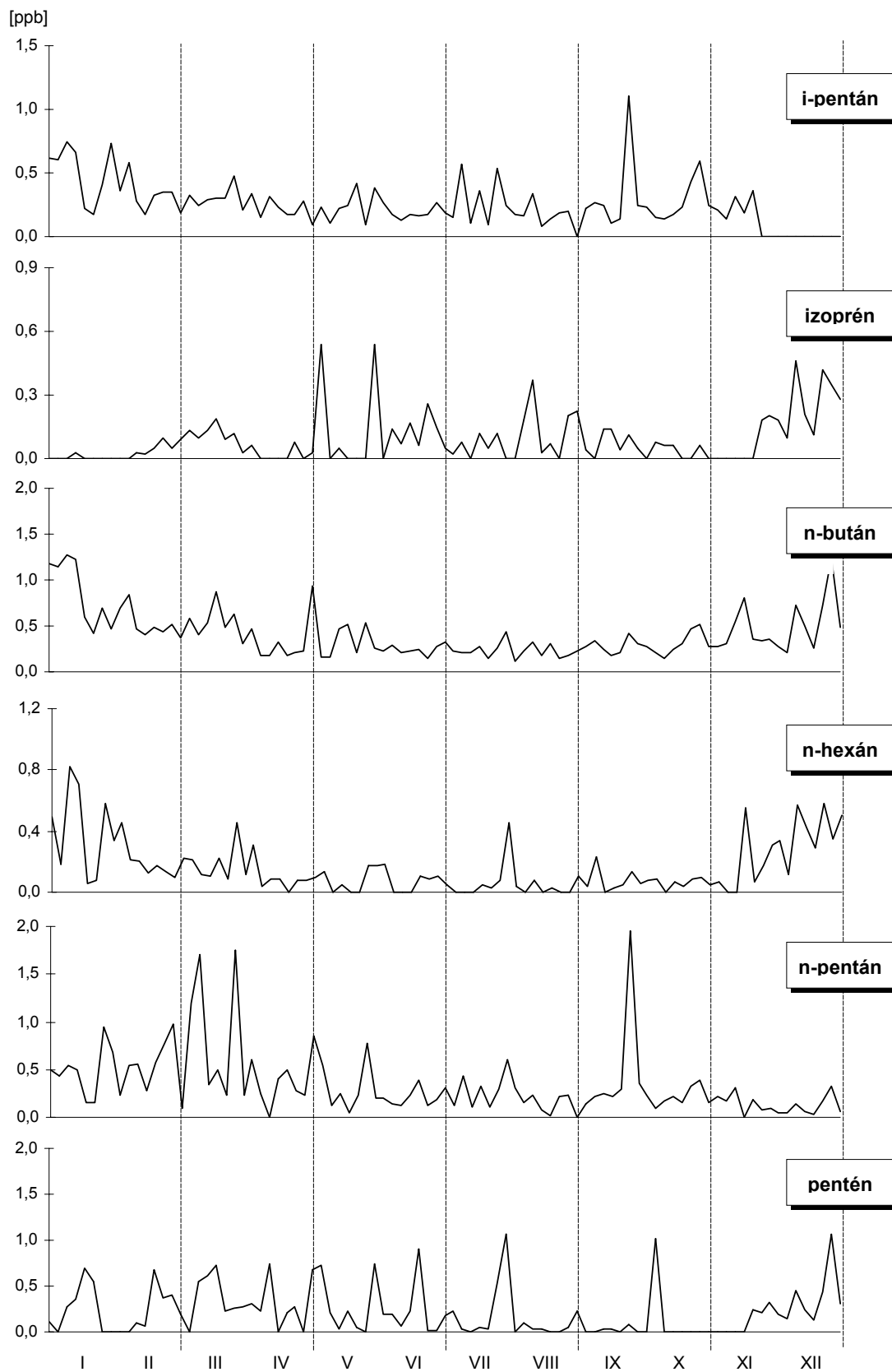
Obr. 1.43

Prchavé organické látky - Starina - 1998

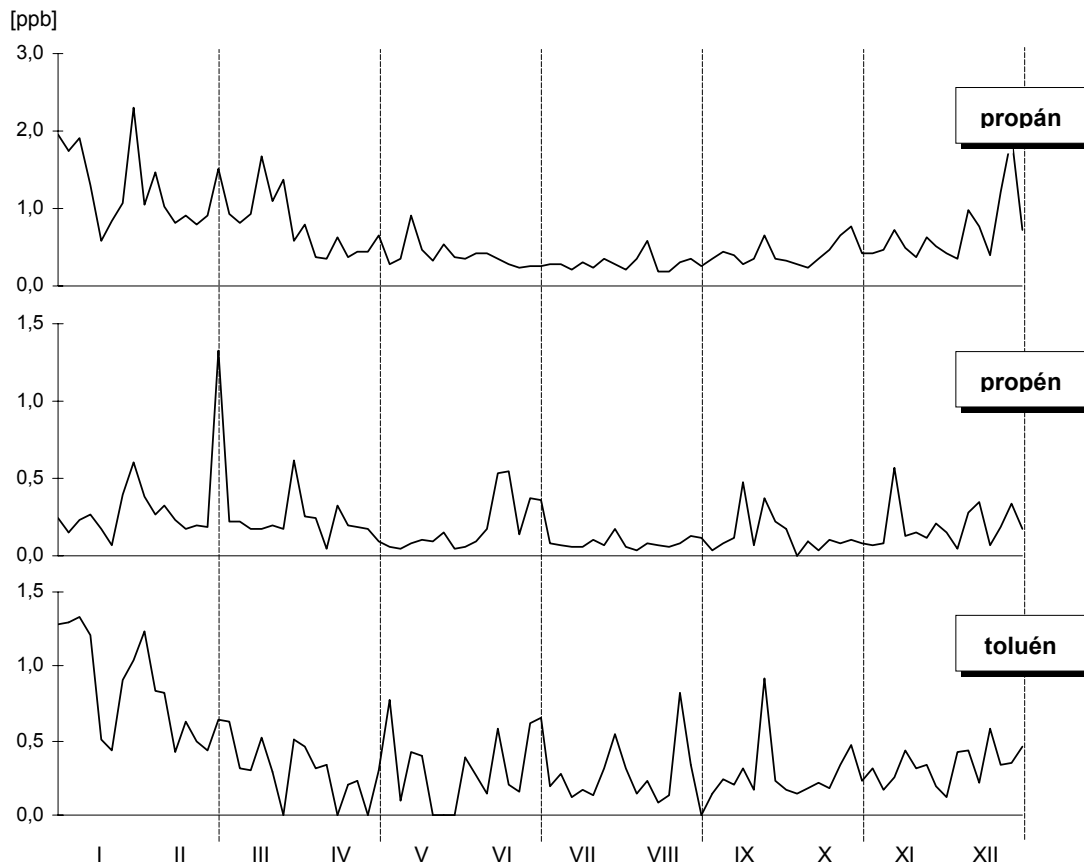


Obr. 1.44

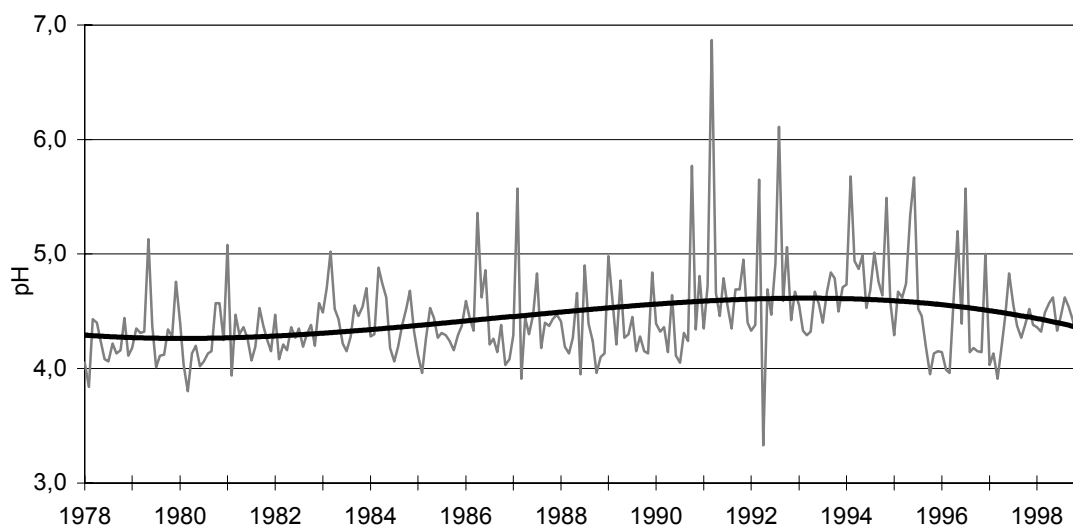
Prchavé organické látky - Starina - 1998



Obr. 1.45 Prchavé organické látky - Starina - 1998



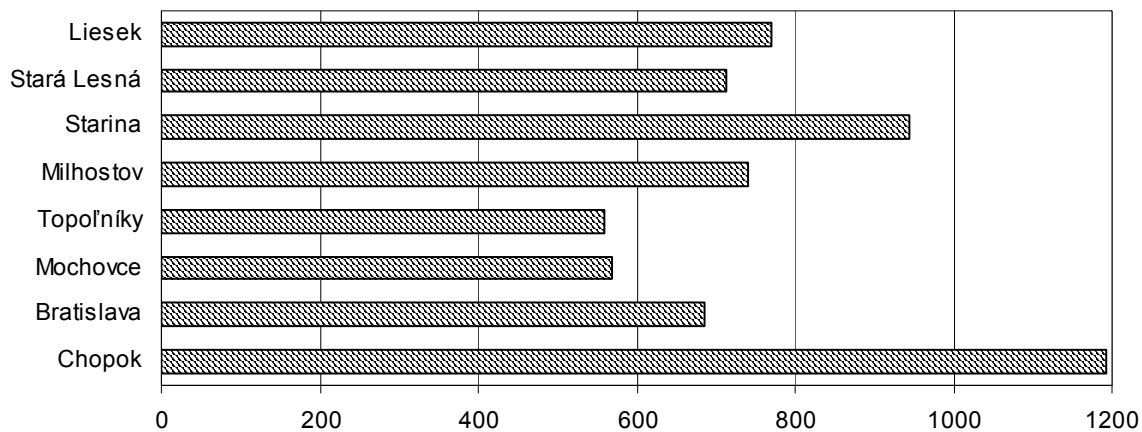
Obr. 1.46 pH v zrážkach - Chopok



Mesačné zrážky - 1998

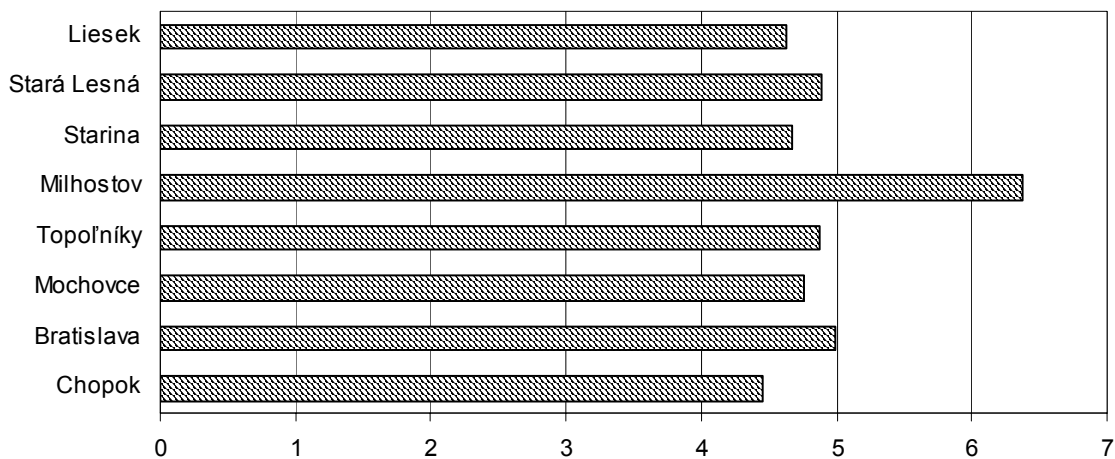
Obr. 1.47

Množstvo zrážok [mm]



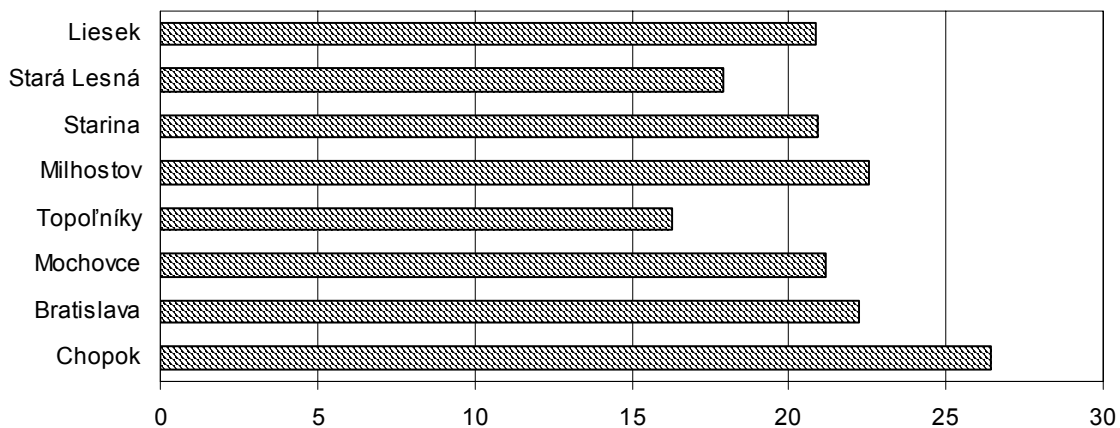
Obr. 1.48

pH zrážok



Obr. 1.49

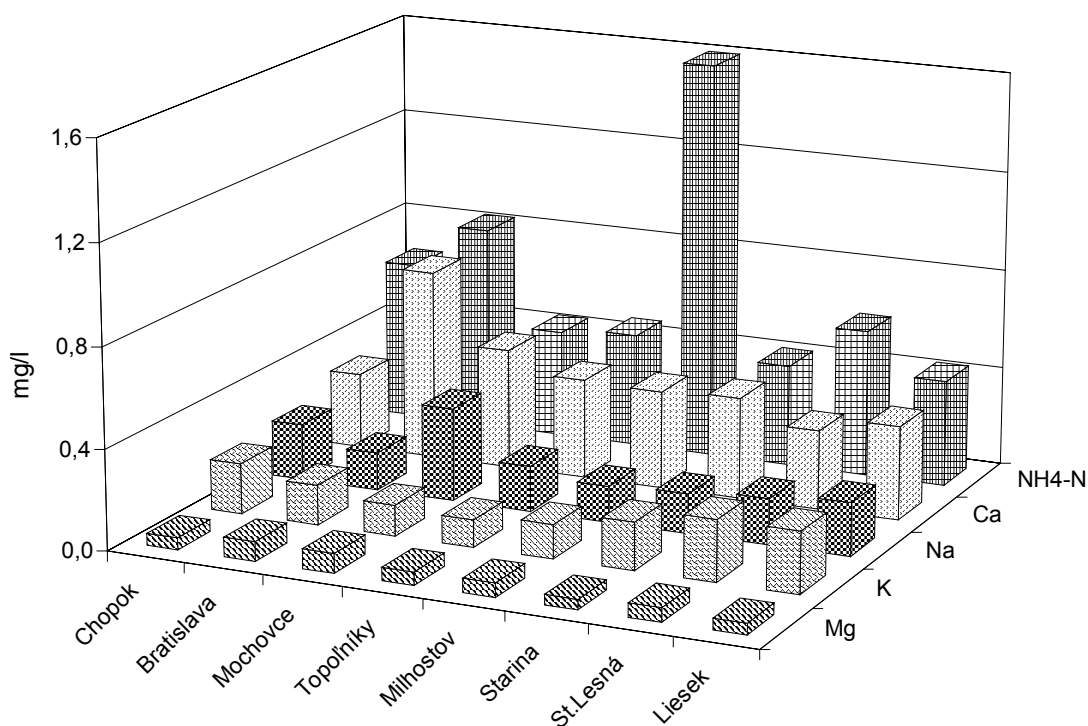
Vodivosť zrážok [$\mu\text{S}/\text{cm}$]



Obr. 1.50

Katióny v mesačných zrážkach

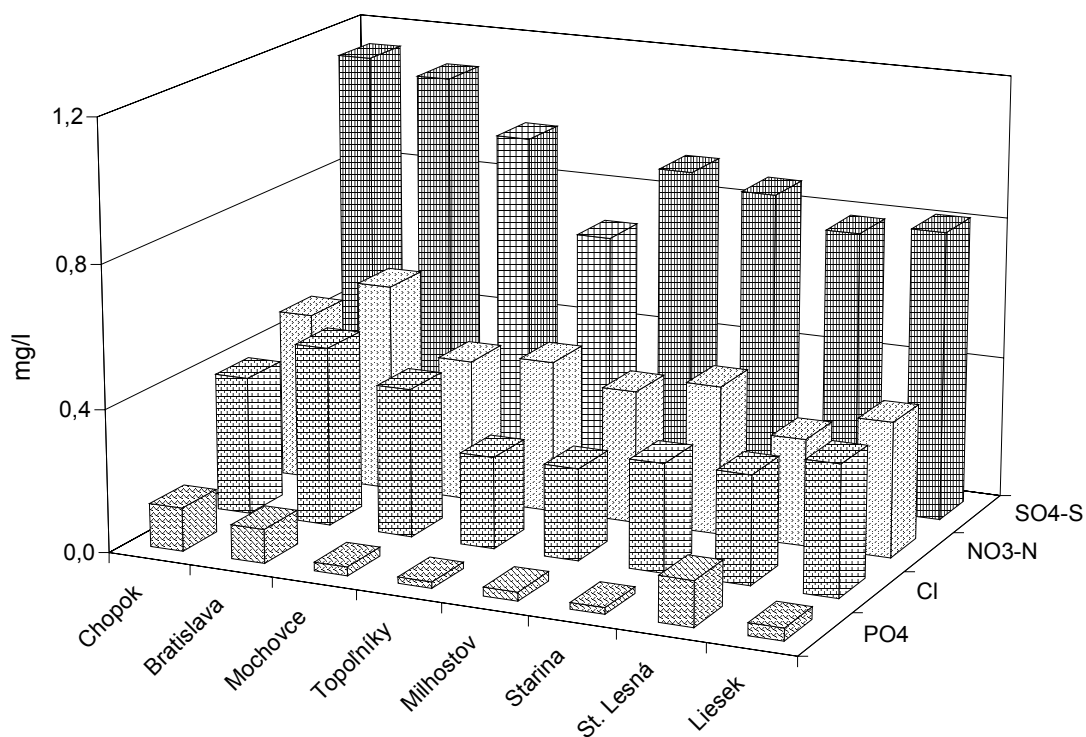
Ročné vážené priemery – 1998



Obr. 1.51

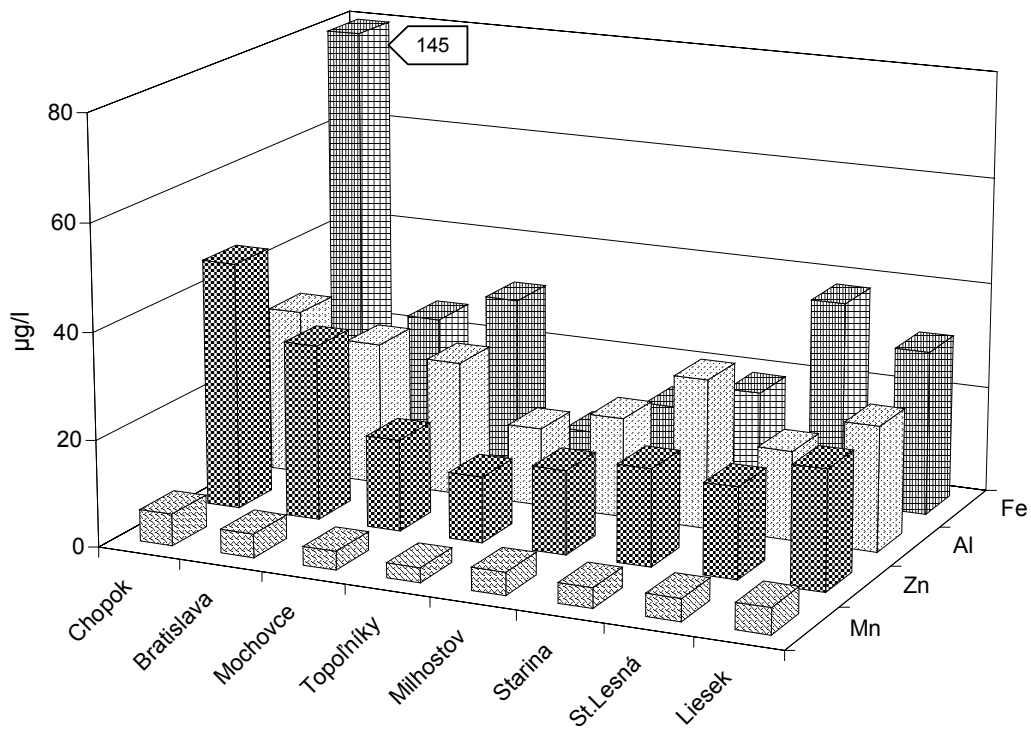
Anióny v mesačných zrážkach

Ročné vážené priemery - 1998

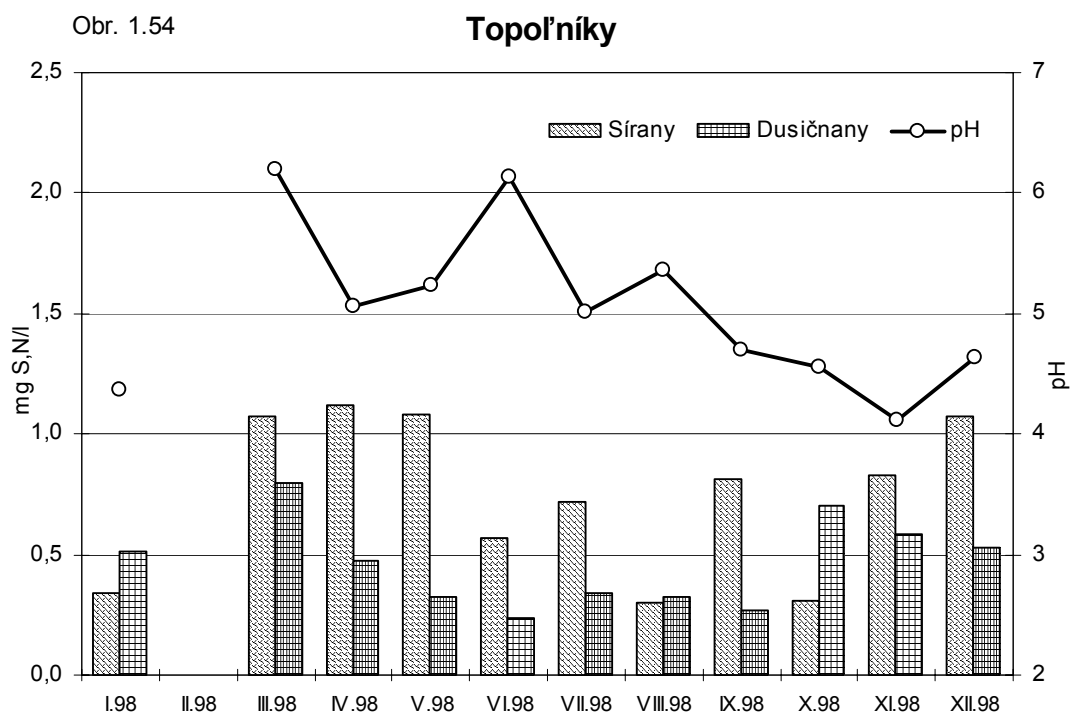
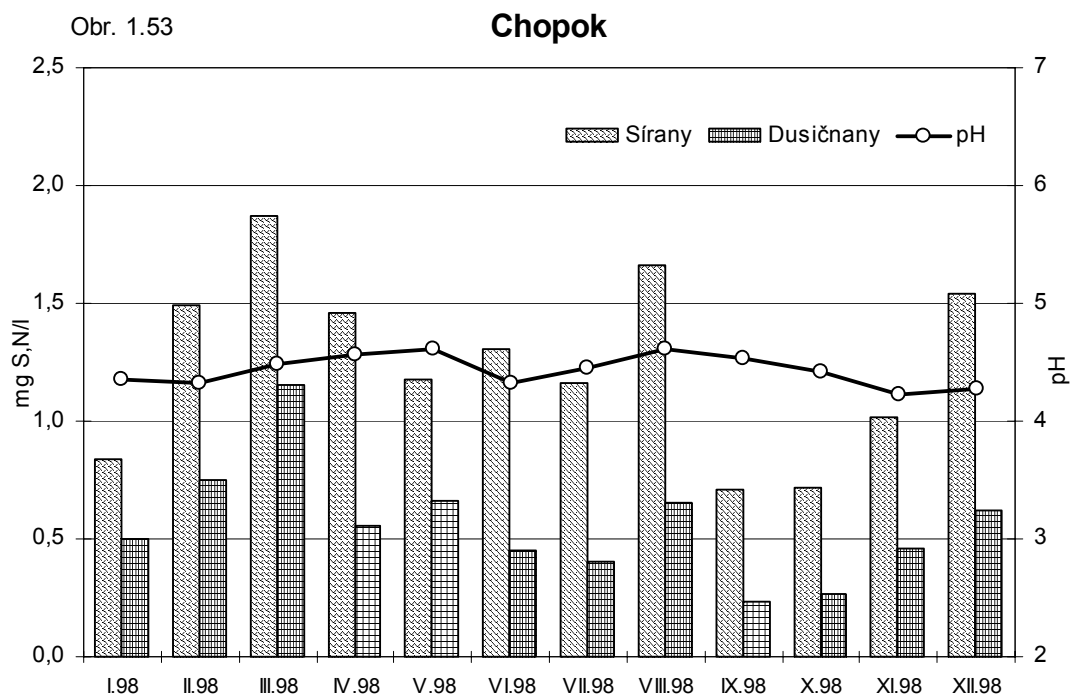


Obr. 1.52

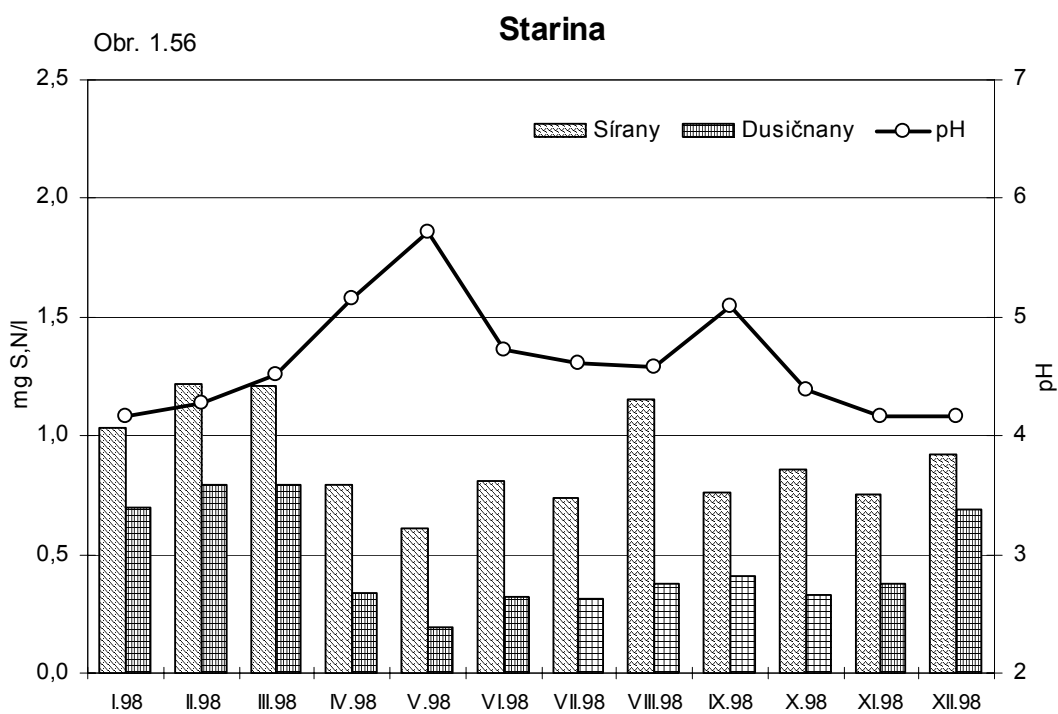
Kovy v mesačných zrážkach Ročné vážené priemery - 1998



Denné zrážky - 1998



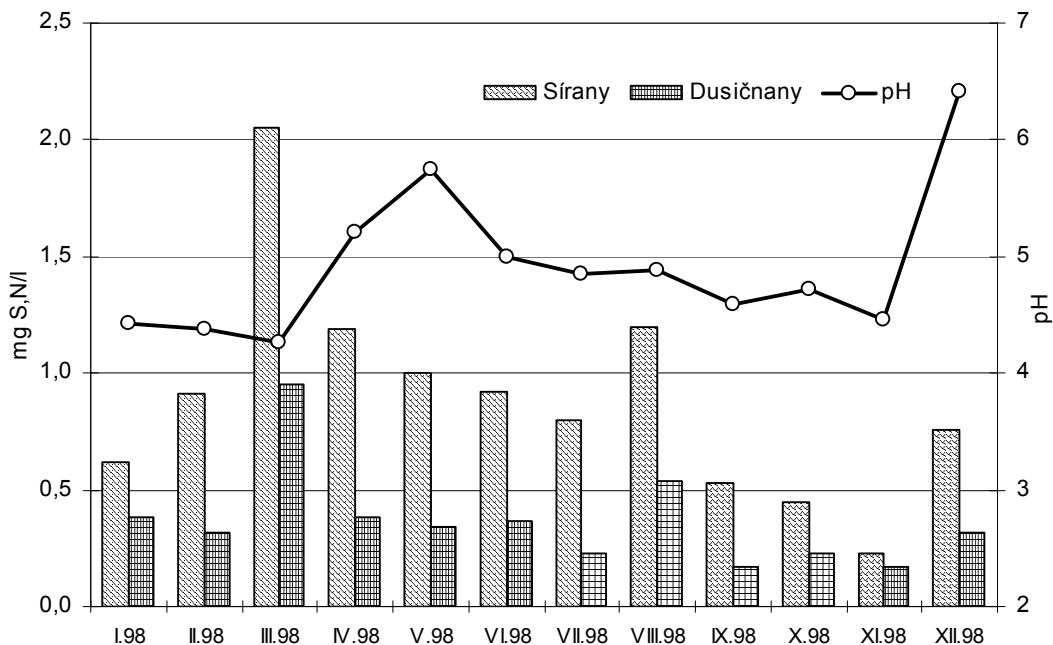
Denné zrážky - 1998



Denné zrážky - 1998

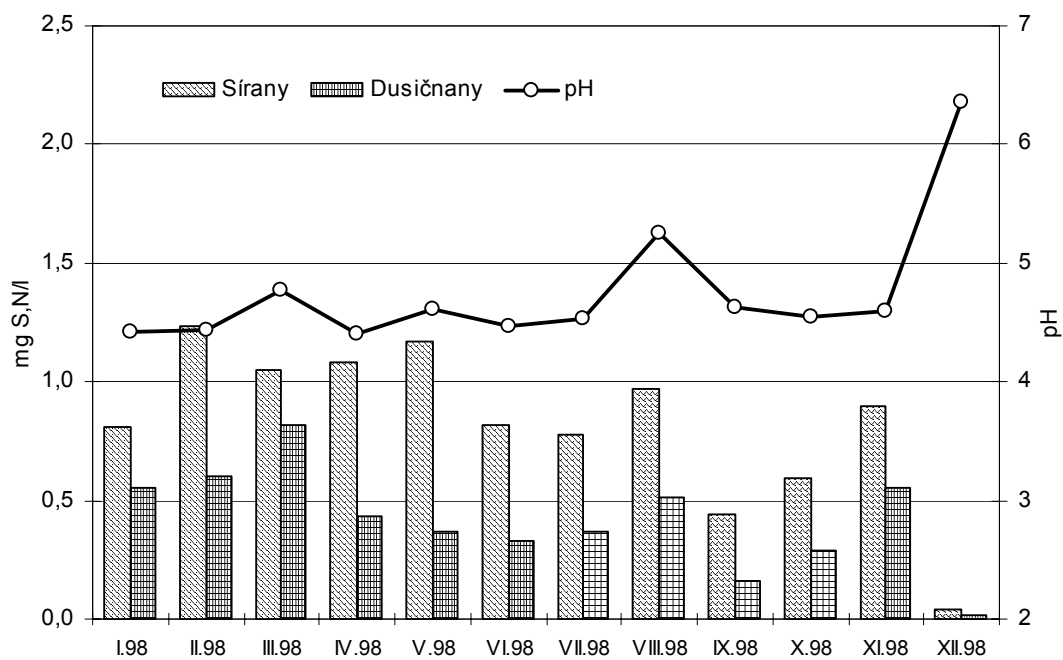
Obr. 1.57

Stará Lesná



Obr. 1.58

Lieseň



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 celulóžky a papierne. Značný podiel na tomto znečistení majú aj malé lokálne zdroje. Špecifické znečistenie ovzdušia je spôsobené zmesou prevažne organosírných zlúčenín epizódne unikajúcich z technológie výroby celulózy.

Žiar nad Hronom

Oblasť Žiarskej kotliny je uzavretá z viacerých strán. Na juhozápade kotlinu ohraničuje Pohronský Inovec, na západe až severe Vtáčnik a Kremnické vrchy a na východe až juhovýchode Štiavnické vrchy. Oblasť sa vyznačuje veľmi nepriaznivými meteorologickými podmienkami vzhľadom na úroveň znečistenia prízemnej vrstvy ovzdušia priemyselnými exhalátmi. Priemerná ročná rýchlosť vzduchu zo všetkých smerov je $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, čo je približne 3-krát nižšia hodnota ako v Bratislave ($5,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Najvyššiu početnosť v roku má východný a severozápadný smer vetra. Najväčší podiel na znečistení ovzdušia má výroba hliníka a energie.

Horná Nitra

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

Žilina

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

Martin

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

Hnúšťa

Oblasť sa nachádza v doline rieky Rimavy. Pozdĺž pomerne úzkej doliny sa tiahnu jednotlivé pohoria s relatívne veľkým prevýšením. Krátkodobé merania potvrdzujú predpokladané nízke rýchlosti prúdenia vzduchu v priemere cca 1.5 m.s^{-1} a značný výskyt bezvetria. Oblasť je znečisťovaná hlavne chemickou výrobou v Hnúšti a magnezitovou továrňou v Hačave.

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 $2,5 \text{ m.s}^{-1}$. 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.

Košice

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

Rudňany

Rudňany sa nachádzajú na severných svahoch Volovských vrchov, v časti, kde prechádzajú do Hornádskej kotliny. Je to na vyústení úzkej a hlbokkej doliny pozdĺž Rudnianskeho potoka, orientovanej v smere juhovýchod - severozápad do centrálnej Hornádskej kotliny. Klimatické pomery oblasti Rudnianskej kotliny sú ovplyvňované ich polohou na dne kotliny, ako aj blízkosťou pomerne mohutného horstva. Hornádska kotlina sa javí celkovo ako neveterná, priemerné mesačné rýchlosti vetra dosahujú len zriedkavo hodnotu $2,5 \text{ m.s}^{-1}$. Celkovo zníženú cirkuláciu vzduchu možno pozorovať koncom leta a na jeseň. Je predpoklad k zvýšeným výskytom teplotných inverzií. Hlavný podiel na znečisťovaní ovzdušia majú severozápadne lokalizované Železorzudné bane a smerom na východ vzdialenejšie Kovohuty Krompachy. Významným zdrojom znečistenia ovzdušia je sekundárna prašnosť z bankej a prevádzkovej činnosti.

Prešov

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

Krompachy

Krompachy sa nachádzajú v údolnom systéme s dobre vyvinutou miestnou cirkuláciou vzduchu. Južná časť mesta leží v údolí Slovinského potoka s okolitými prevýšeniami až 350 m. Severná časť mesta sa nachádza v údolí Hornádu, ktoré má východozápadnú orientáciu. Prúdenie vzduchu je určené orientáciou údolia. Priemerná ročná rýchlosť vetra je nízka a dosahuje hodnotu $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 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. Brekovskej brány, kde je orograficky zosilnená rýchlosť prúdenia vzduchu, a to najmä zo severného kvadrantu. Priemerná rýchlosť vetra je $3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Rýchlosť vetra sa vyznačuje výrazným denným chodom s minimom v nočných hodinách. Hlavný zdroj znečistenia lokality predstavuje miestny chemický priemysel.

Vranov

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

Humenné

Humenné leží v doline Laborca, ktorá je zo severu chránená širokým pásmom Karpát a z juhu pohorím Vihorlat. Dolina má severovýchodnú orientáciu. Vzhľadom na komplikovanosť orografie nie je jednoznačne 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 -
Turbínová**

Monitorovacia stanica je umiestnená 3,5 km severovýchodne od stredu územia na okraji závodu Istrochem. Ide o lokalitu znečistenú najmä exhalátmi z chemického priemyslu a energetických zdrojov. V blízkosti sa nachádza frekventovaná dvojprúdová komunikácia vyúsťujúca na diaľnicu Bratislava–Piešťany.

**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.

**Banská Bystrica -
Sásová**

Stanica je umiestnená na sídlisku s hustou panelovou zástavbou, na priestranstve pri parkovisku, asi 20 m od stredne frekventovanej cesty (hlavne autobusová doprava v ranných a popoludňajších hodinách).

Ružomberok - Sihot'	Stanica je umiestnená na voľnom priestranstve športového areálu základnej školy v centre mesta, so zhoršenými rozptylovými podmienkami, vzdialená od frekventovanej cesty vnútorného okruhu približne 150 m.
Ružomberok - Polík	Stanica je umiestnená v blízkosti zástavby viacposchodových obytných domov. Vo vzdialenosti asi 40 m vedie frekventovaná cesta Ružomberok - Žilina.
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.
Lovčica	Stanica je umiestnená na vyvýšenine medzi poľom a cintorínom, mimo zástavby rodinných domov. Vzhľadom na to, že závod SNP je vzdialený 7 km severozápadne, najväčší podiel na úrovni znečistenia majú lokálne zdroje.
Lovča	Stanica je umiestnená na okraji Lovče, v blízkosti zástavby z rodinných domov z jednej strany, lúk a polí z druhej strany. Najväčší zdroj priemyselných emisií exhalátov závod SNP je vzdialený 3 km od monitorovanej oblasti.
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.

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

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.

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 - Galaktická Stanica je umiestnená v areáli základnej školy ďaleko od automobilovej dopravy, v južnej časti mesta v blízkosti mestskej kotolne. Pri severnom prúdení vzduchu je lokalita málo exponovaná (väčšinou sú lepšie rozptylové podmienky) a južne od stanice nie sú žiadne významnejšie zdroje znečistenia.

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.

Rudňany Stanica sa nachádza na okraji malého námestia lemovaného nízkou až strednou zástavbou. Je to údolná poloha so zvýšeným výskytom inverzií. Asi 200 m severozápadne je lokalizovaný najvýznamnejší zdroj škodlivín, a to Železoručné bane.

**Prešov
Sídliisko**

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 Gen. 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.

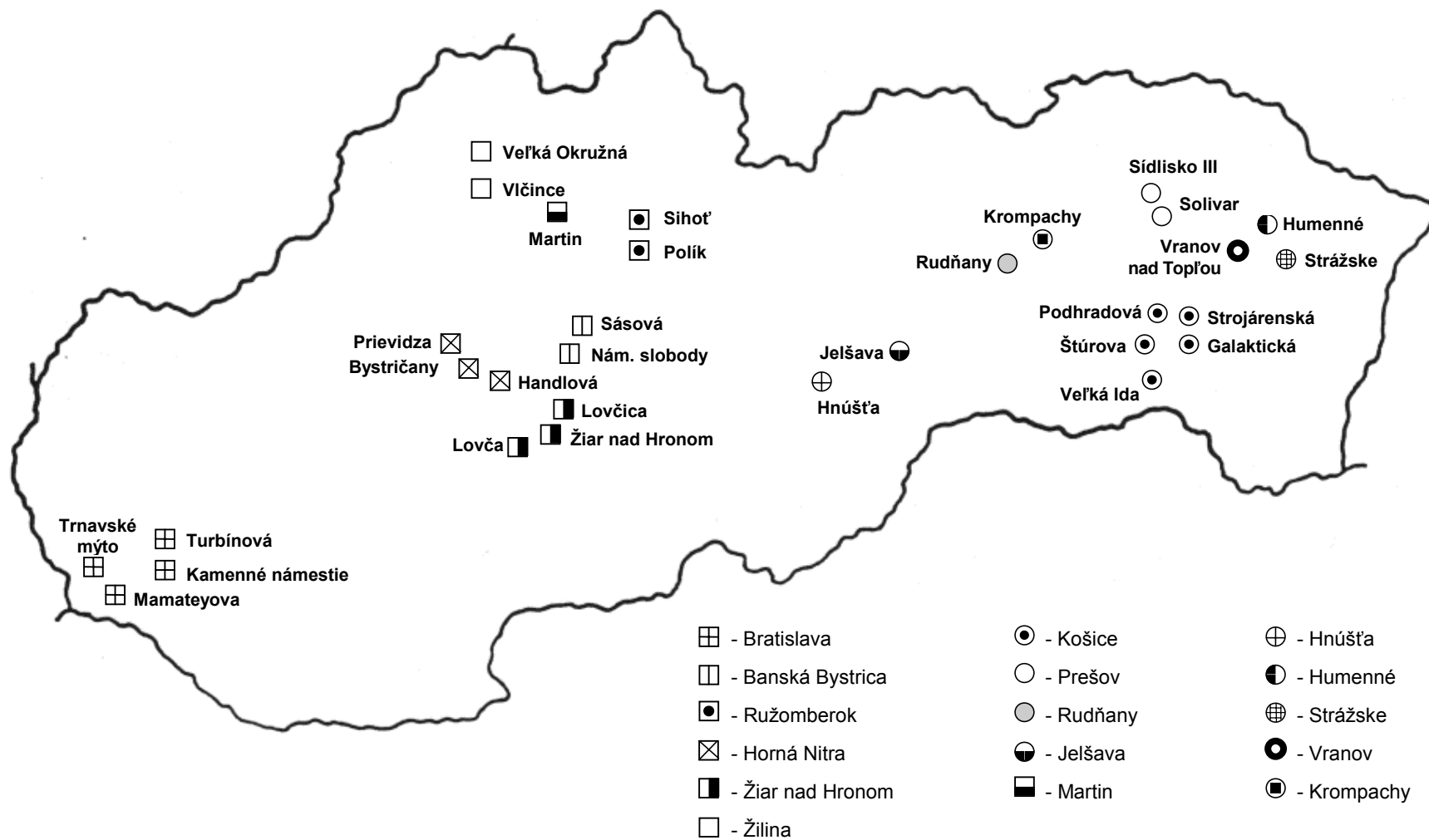
**Vranov
nad Topľou**

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 centrálné 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
	Turbínová	17°09'30"	48°10'30"	133
	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
	Sásová	19°10'03"	48°45'38"	448
Ružomberok	Sihoť	19°18'27"	49°04'32"	485
	Polík	19°17'11"	49°05'03"	467
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	18°51'07"	48°35'17"	263
	Lovčica	18°47'33"	48°35'53"	344
	Lovča	18°49'17"	48°34'00"	242
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
	Galaktická	21°18'36"	48°40'32"	190
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"	49°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 denne 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 analyzátoru. Potrebné je brať ohľad na možné interferencie. Okolitý vzduch ako nulový plyn je potrebné primárne chemicky čistiť, resp. používať syntetický vzduch zodpovedajúceho zloženia a čistoty. Skúška linearity sa skladá minimálne zo 7 kalibračných bodov v rámci meraného rozsahu. Získané údaje sú vyhodnotené metódou najmenších štvorcov. Skúška na interferujúce plyny nesmie vyvolať väčšie odchýlky, ako stanovuje výrobca prístroja.

Pre spracovanie veľkého množstva údajov sa zvolila grafická forma a významné štatistické charakteristiky, ako aj indexy znečistenia ovzdušia, ktoré 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 znázorené grafmi.

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.

Podľa uvádzanej 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	1400a

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

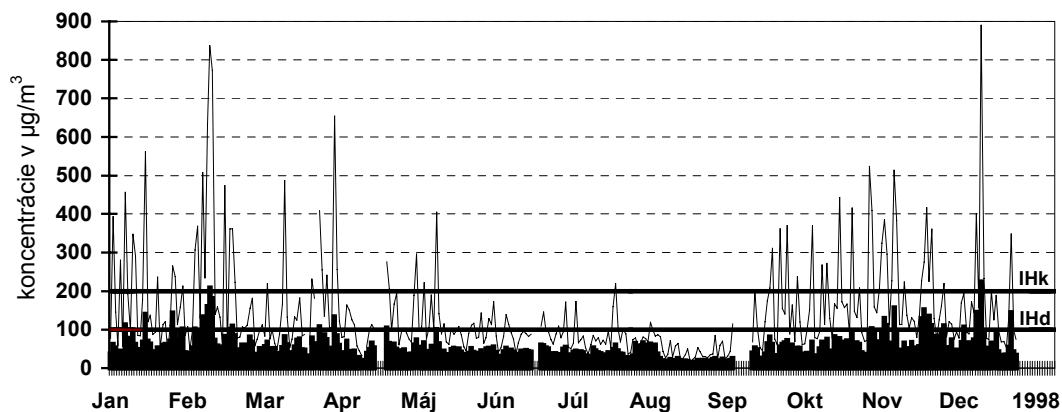
Tab. 2.3 Zoznam monitorovaných škodlivín na Slovensku

Oblasť	Stanica	SO ₂	NO _x	Prach	O ₃	CO	H ₂ S
Bratislava	Mamateyova	*	*	*	*	*	*
	Trnavské mýto	*	*	*		*	*
	Turbínová	*	*	*			*
	Kamenné námestie	*	*	*			
Banská Bystrica	Nám. slobody	*	*	*	*	*	
	Sásová	*	*	*			
Ružomberok	Sihoť	*	*	*	*		*
	Polík	*	*				*
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	*	*	*	*		
	Lovčica	*	*	*			
	Lovča	*	*				
Horná Nitra	Prievidza	*	*	*	*		
	Handlová	*	*	*			
	Bystričany	*	*	*			
Žilina	Veľká Okružná	*	*	*		*	
	Vlčince	*	*	*	*		*
Martin		*	*	*	*		
Hnúšťa		*	*	*	*		
Jelšava		*	*	*	*		
Košice	Štúrova	*	*	*	*	*	
	Strojárske	*	*				
	Podhradová	*	*	*	*		
	Galaktická	*	*	*			
Veľká Ida		*	*	*	*	*	
Rudňany		*	*	*			
Prešov	Sídliisko III.	*	*	*			
	Solivar	*	*	*	*	*	
Krompachy		*	*	*			
Strážske		*	*	*			
Vranov nad Topľou		*	*	*			
Humenné		*	*	*	*		

NO_x v ovzduší

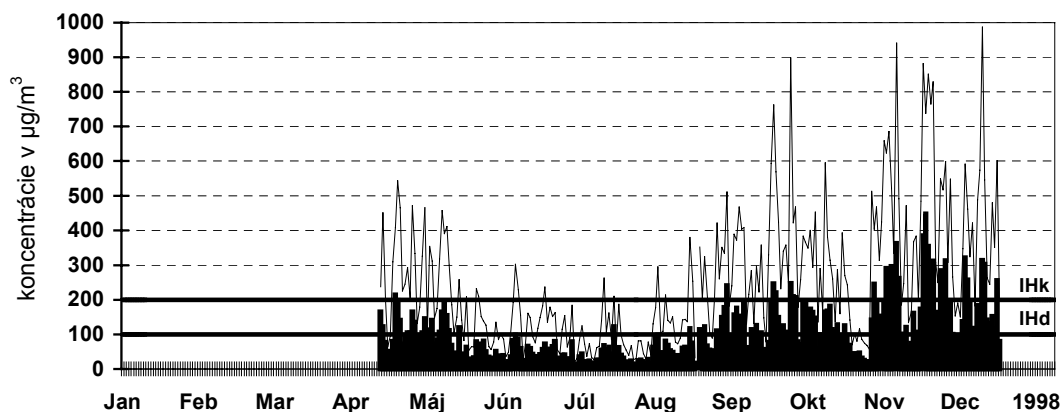
Obr.2.1

Bratislava - Mamateyova



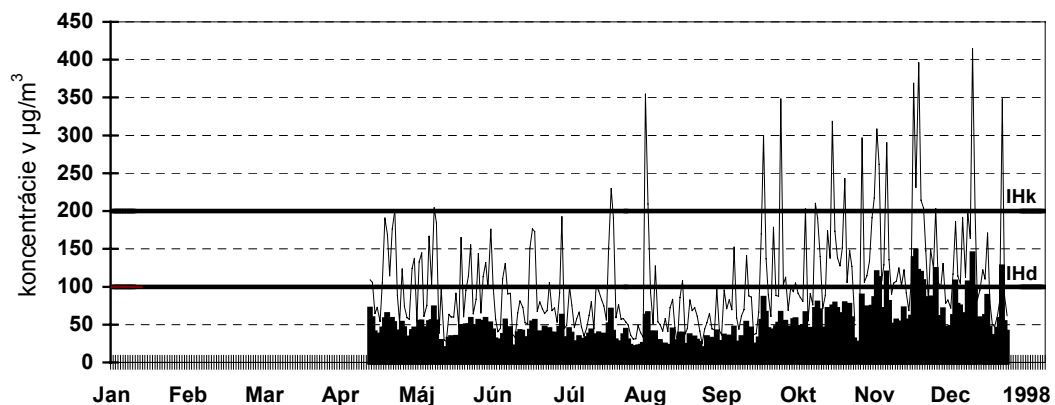
Obr.2.2

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.3

Bratislava - Kamenné námestie

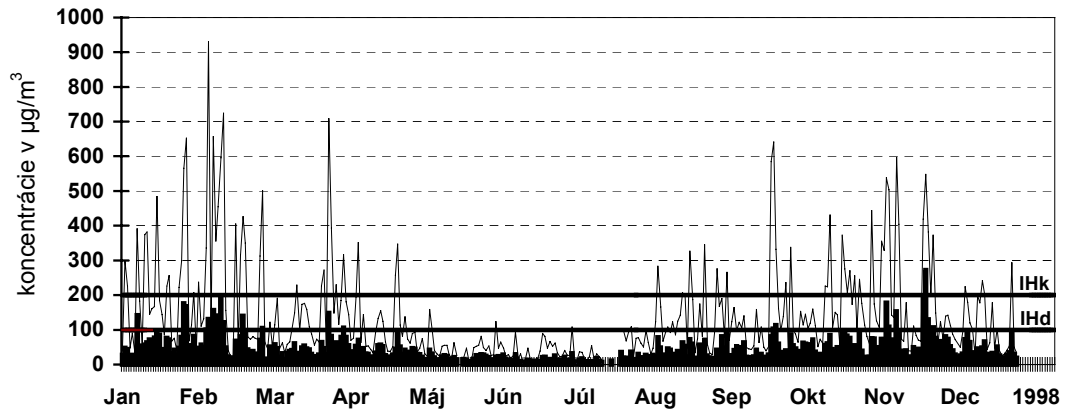


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

Obr.2.4

Bratislava - Turbínová

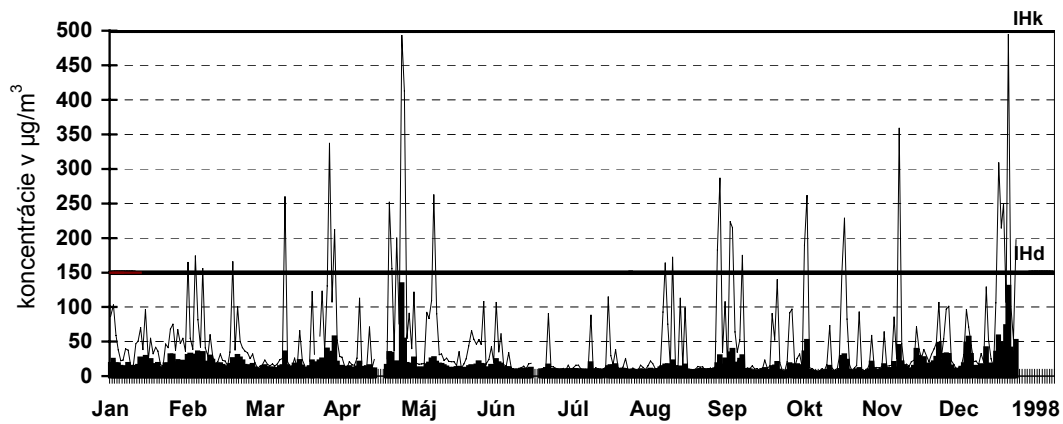


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

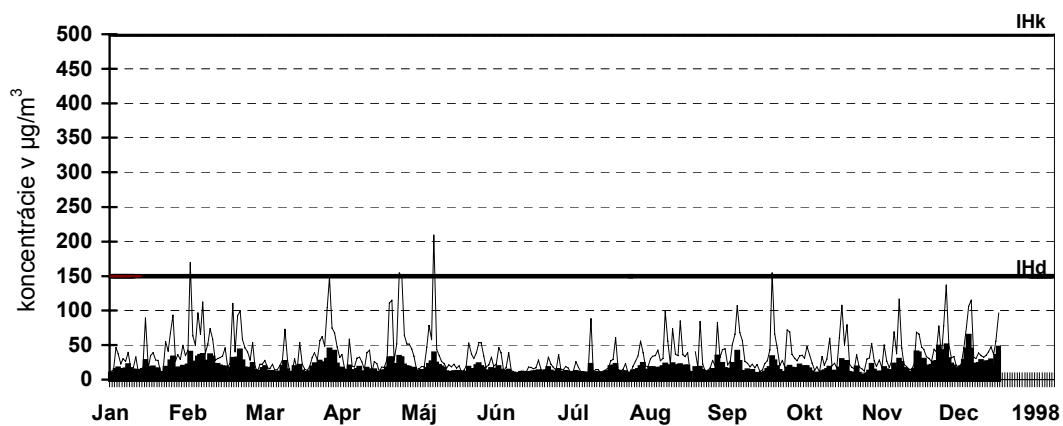
Obr.2.5

Bratislava - Mamateyova



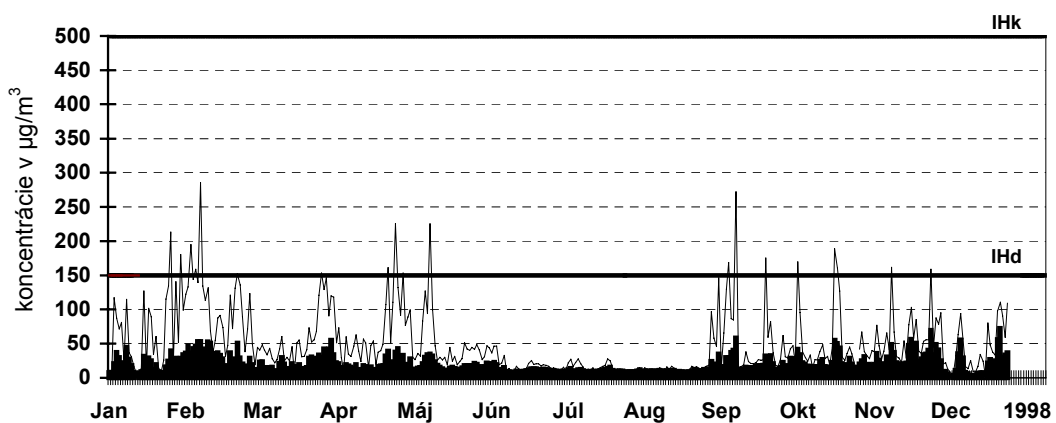
Obr.2.6

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.7

Bratislava - Kamenné námestie

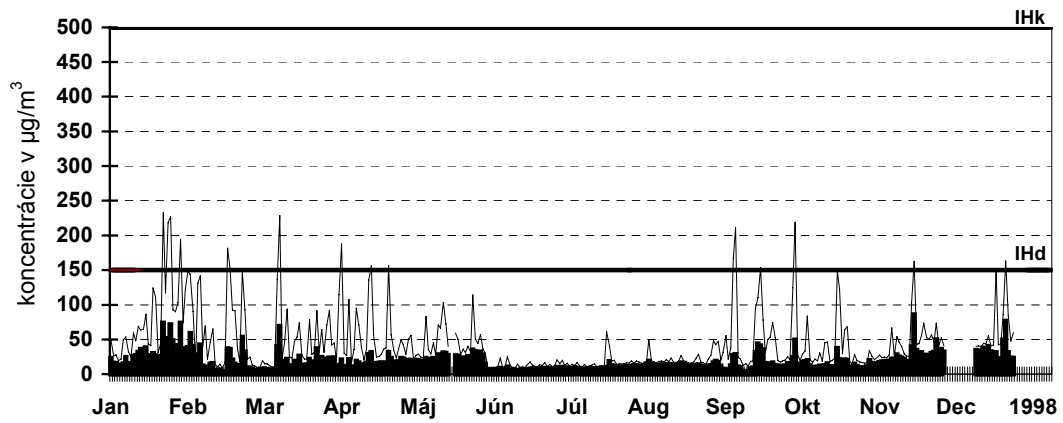


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

Obr.2.8

Bratislava - Turbínová

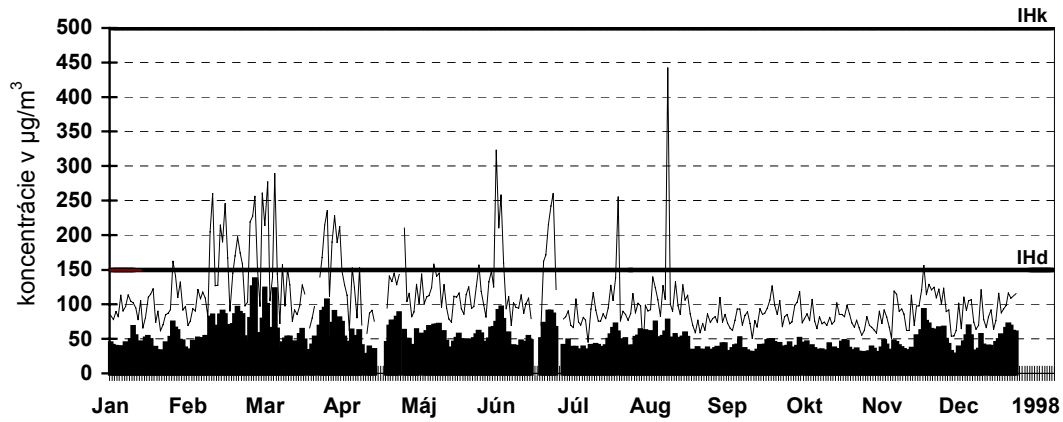


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

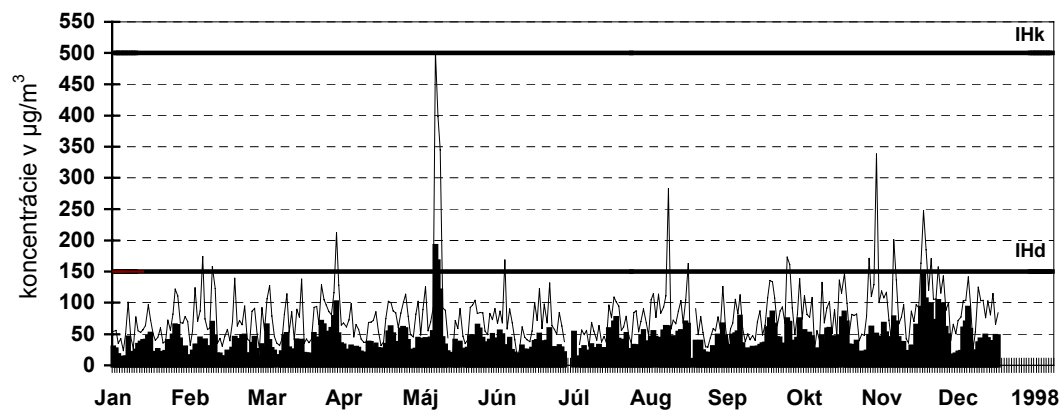
Obr.2.9

Bratislava - Mamateyova



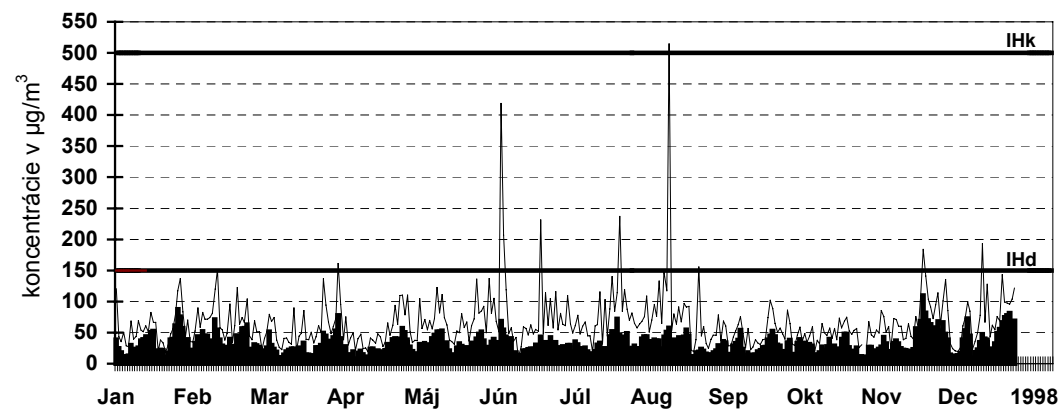
Obr.2.10

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.11

Bratislava - Kamenné námestie

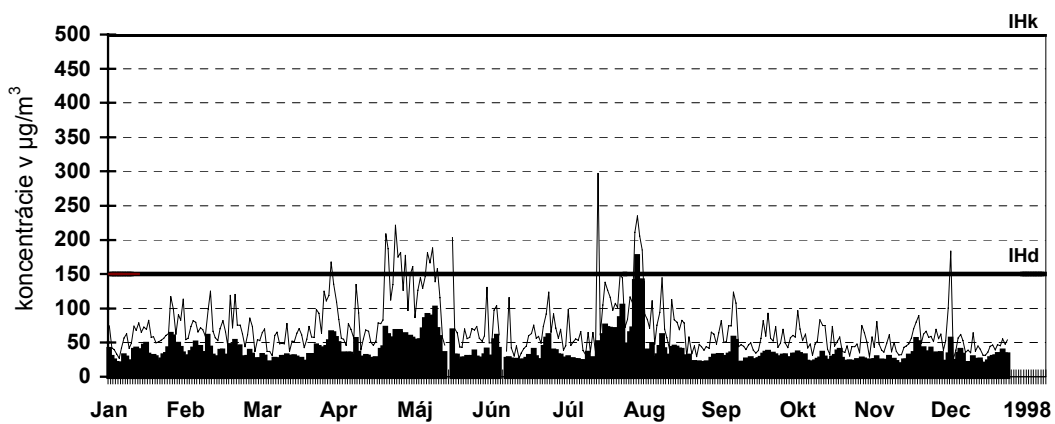


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

Obr.2.12

Bratislava - Turbínová

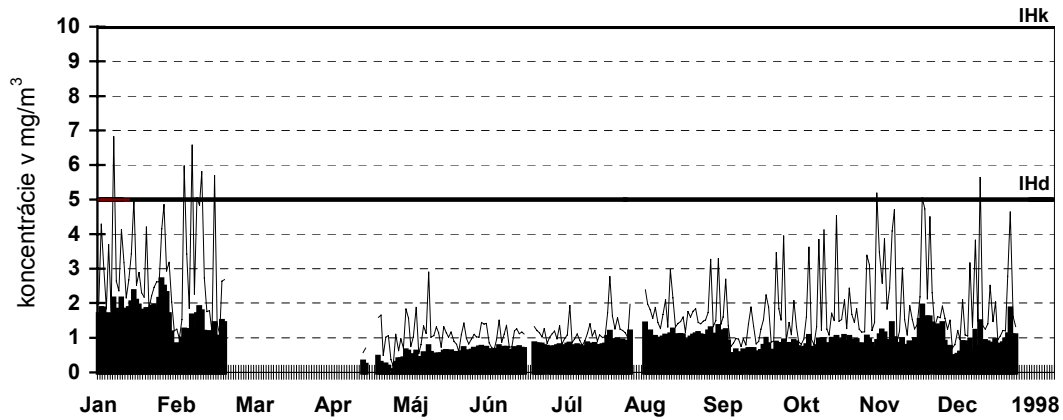


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

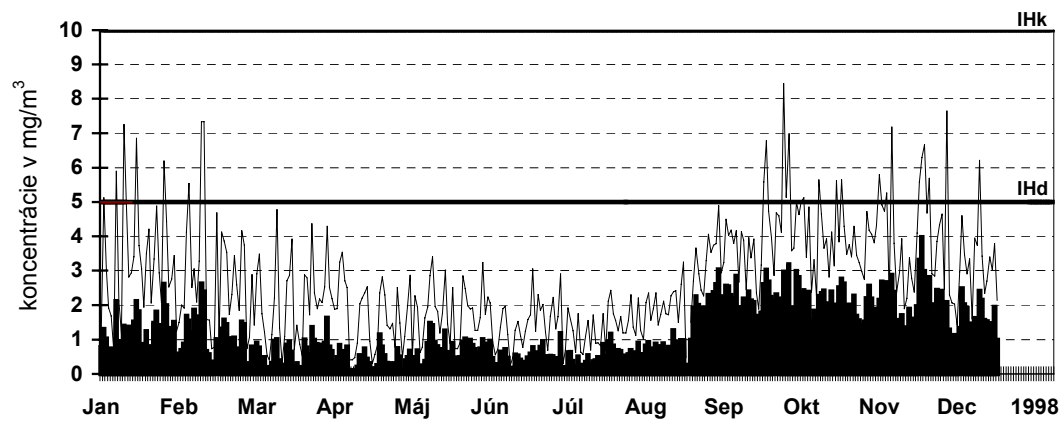
Obr.2.13

Bratislava - Mamateyova



Obr.2.14

Bratislava - Trnavské mýto

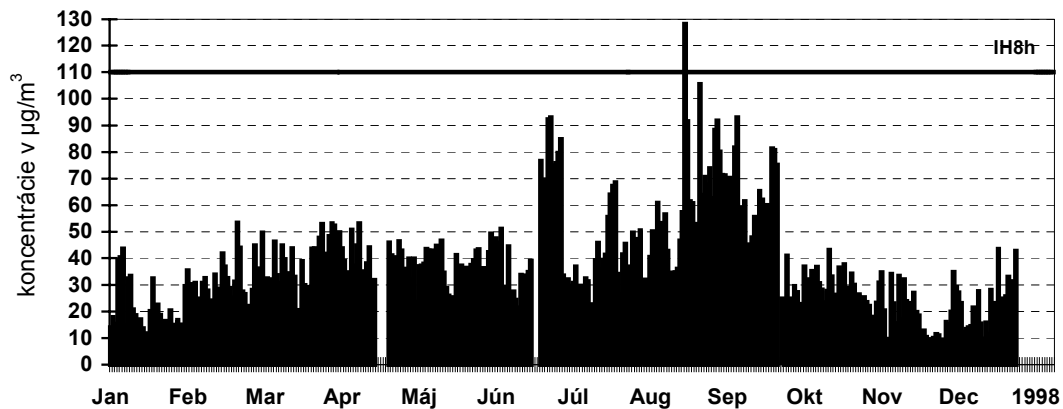


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

Obr.2.15

Bratislava - Mamateyova

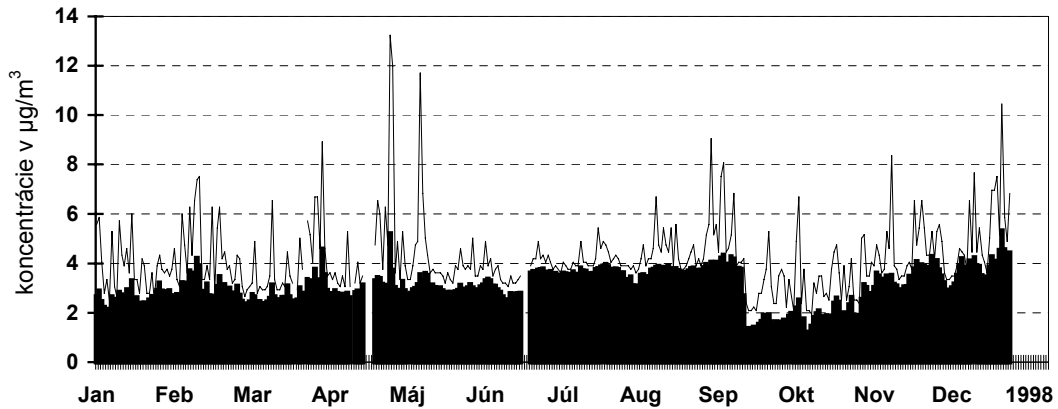


- priem. 8-hod. koncentrácie

H₂S v ovzduší

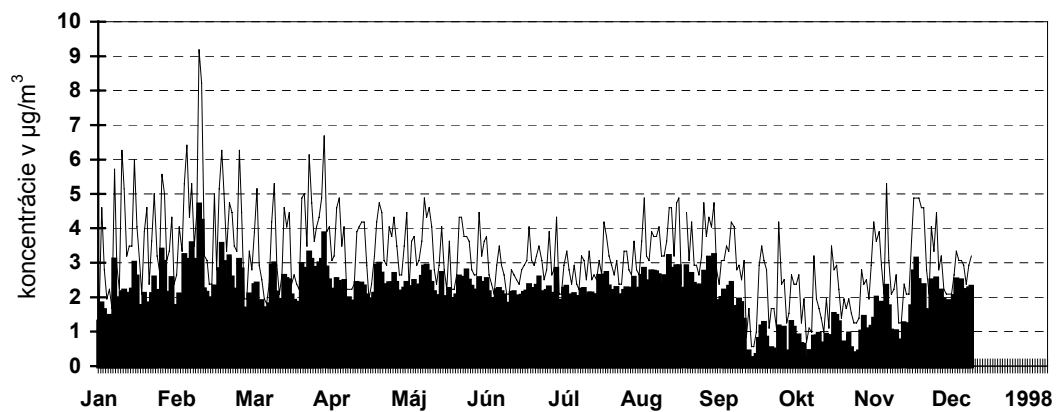
Obr.2.16

Bratislava - Mamateyova



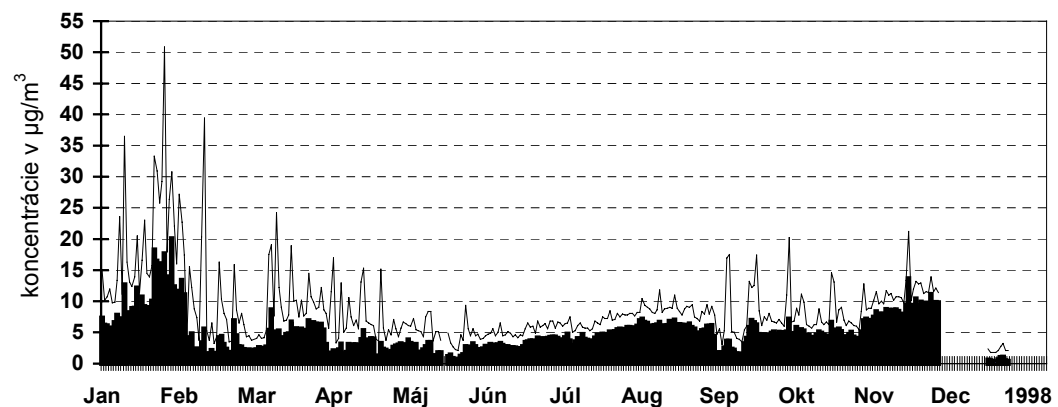
Obr.2.17

Bratislava - Trnavské mýto



Obr.2.18

Bratislava - Turbínová

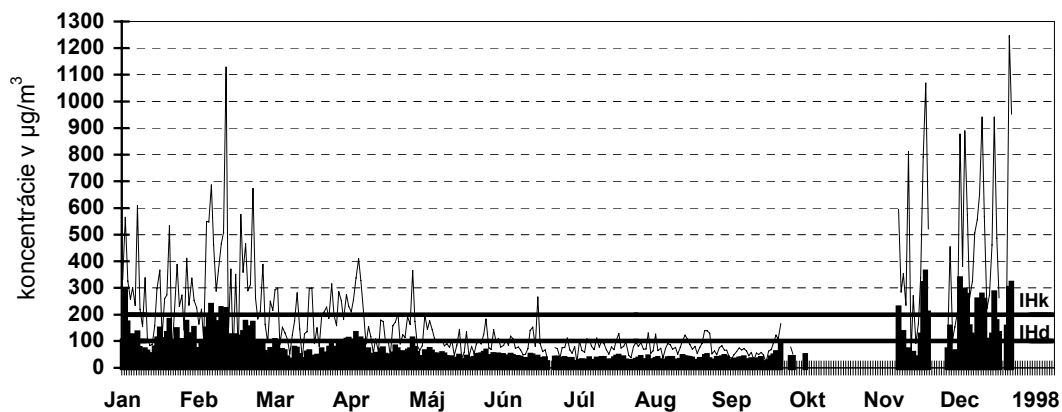


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

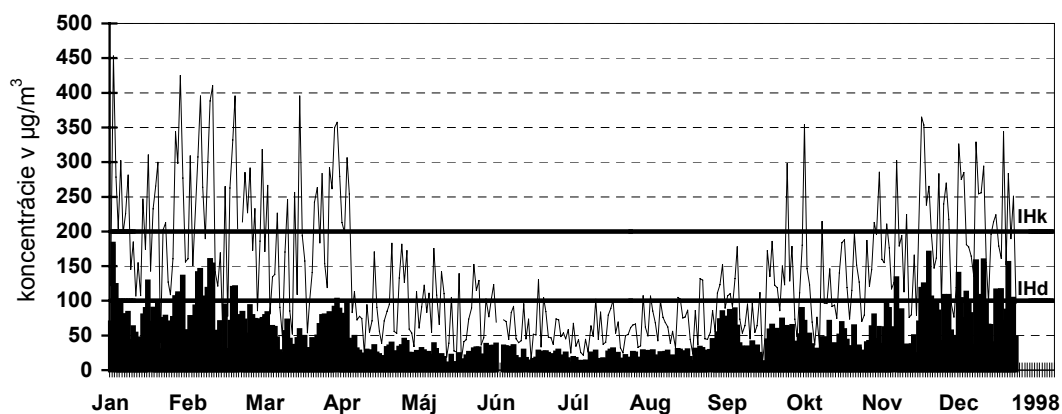
Obr.2.19

Banská Bystrica - Nám. slobody



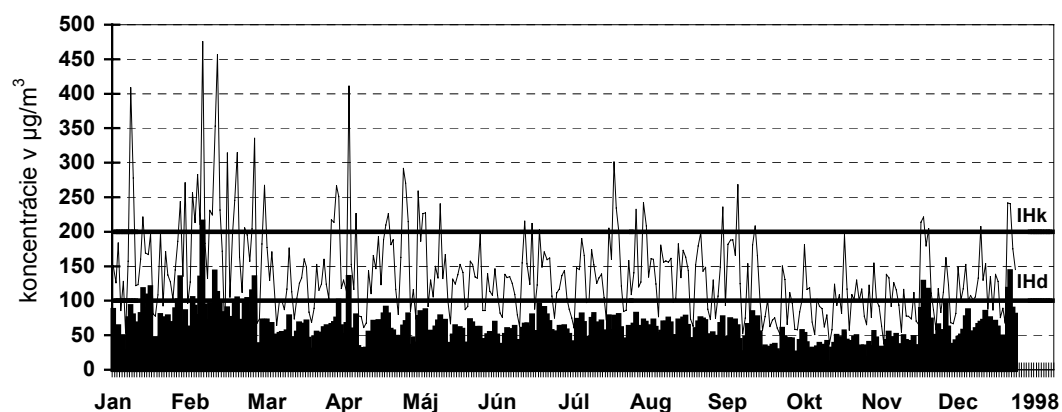
Obr.2.20

Banská Bystrica - Sásová



Obr.2.21

Ružomberok - Polík

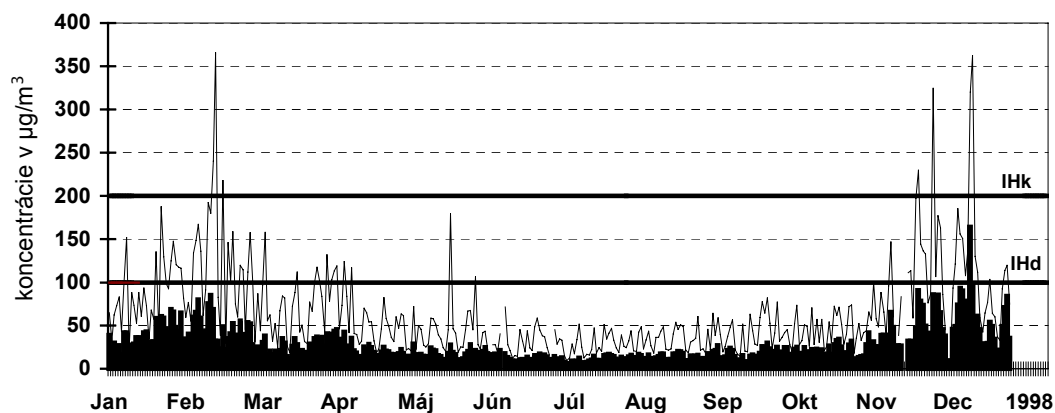


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

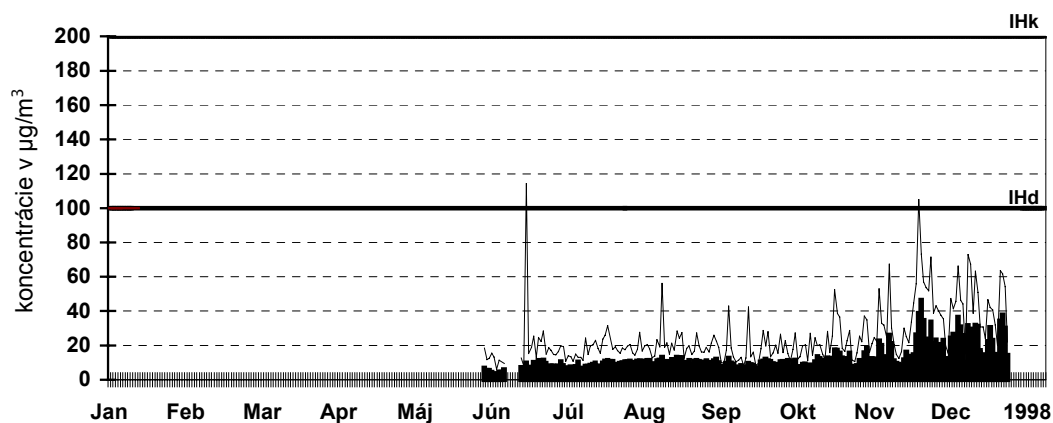
Obr.2.22

Žiar nad Hronom



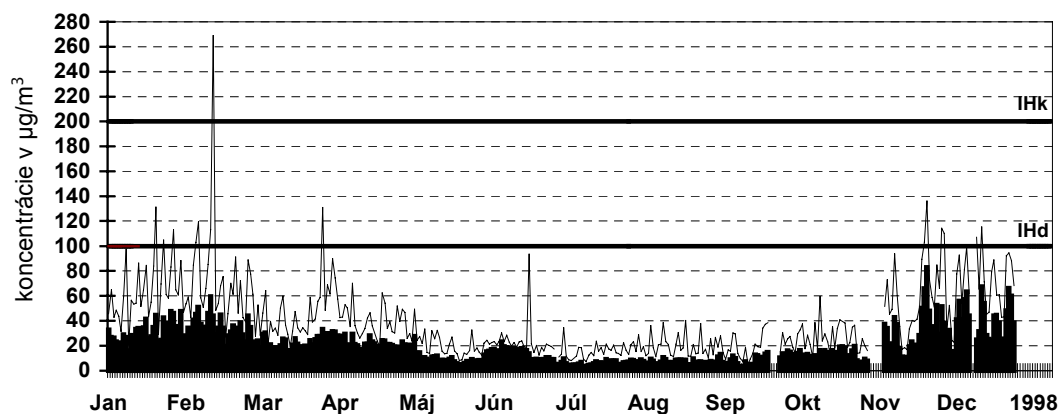
Obr.2.23

Lovčica



Obr.2.24

Lovča

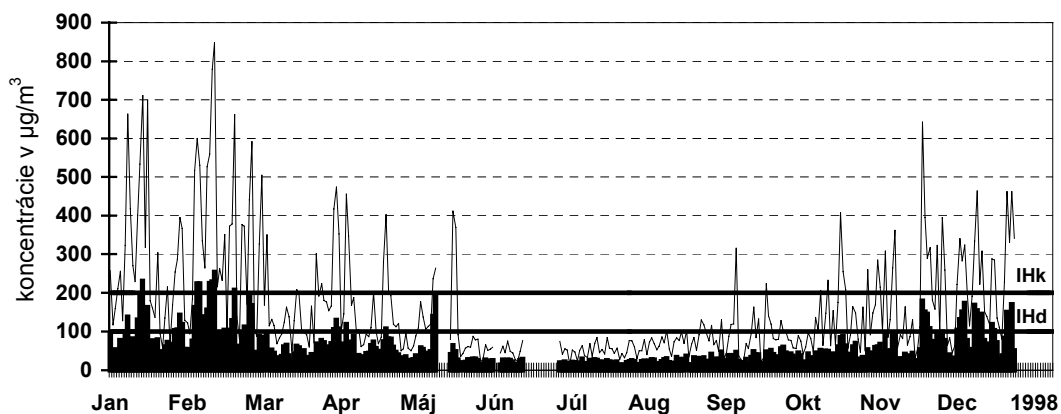


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

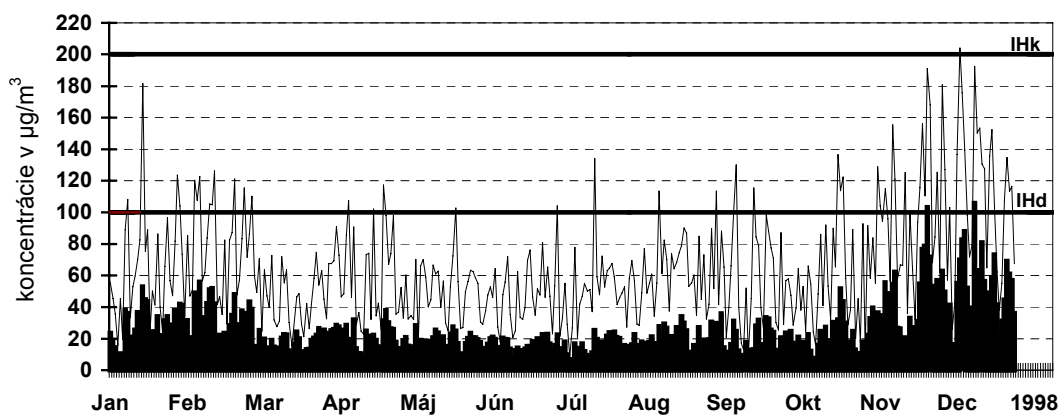
Obr.2.25

Prievidza



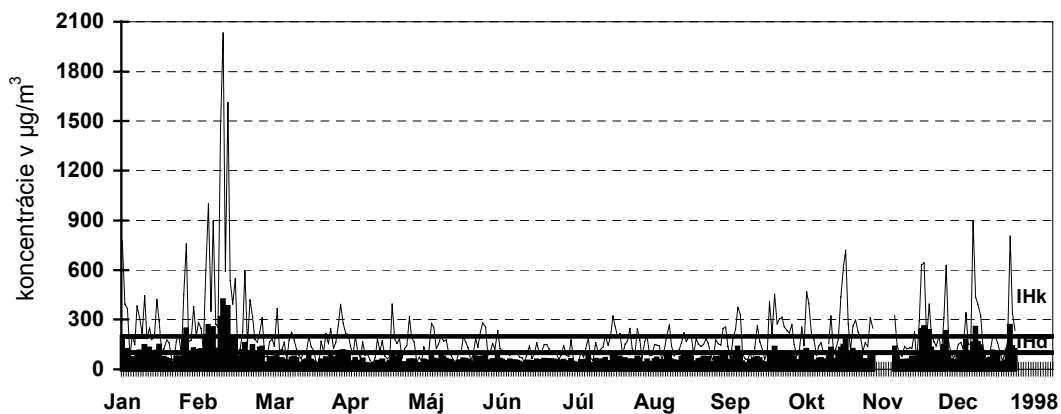
Obr.2.26

Bystričany



Obr.2.27

Žilina - Veľká Okružná

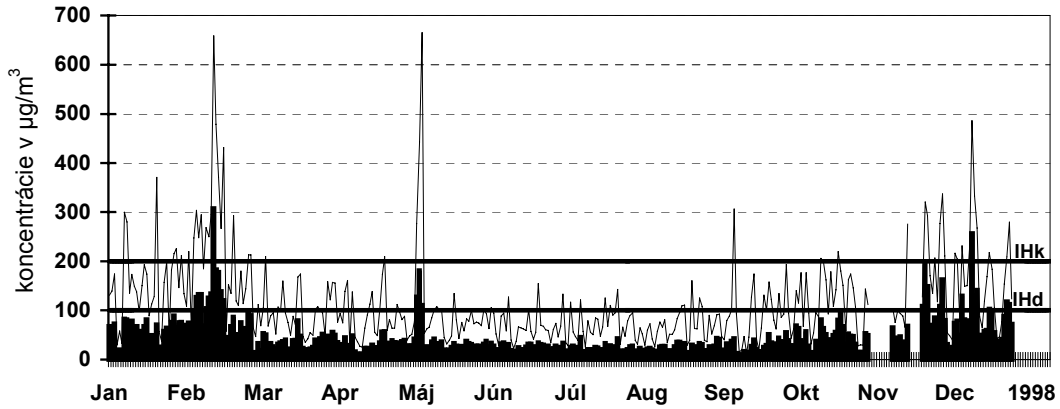


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

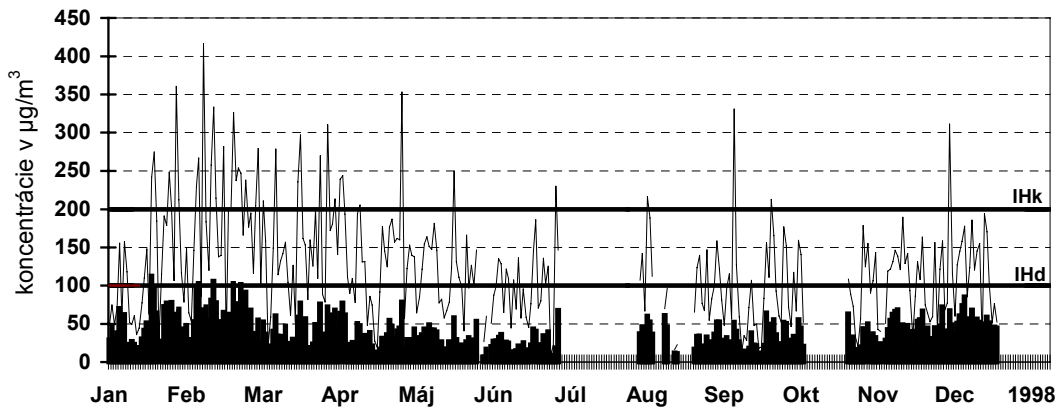
Obr.2.28

Žilina - Vlčince



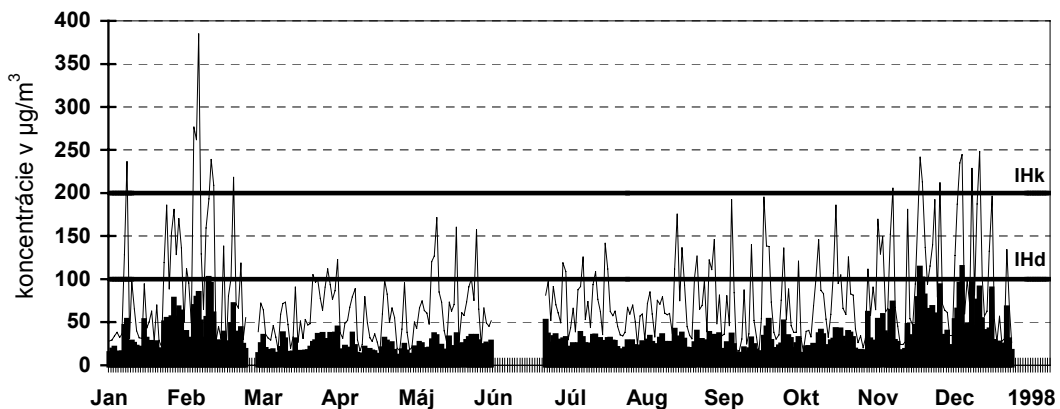
Obr.2.29

Hnúšťa



Obr.2.30

Handlová

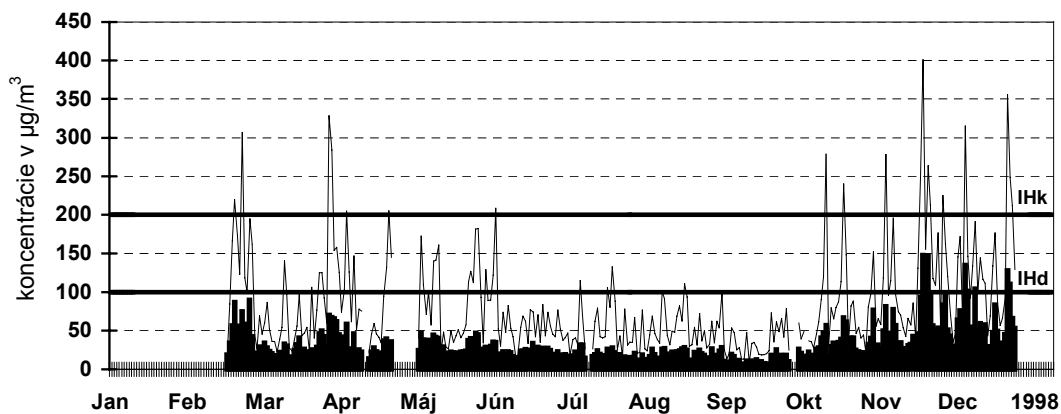


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NO_x v ovzduší

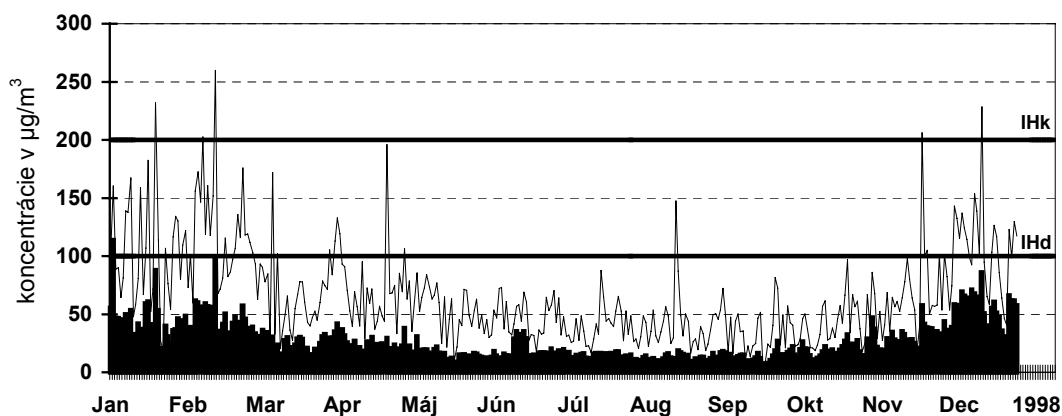
Obr.2.31

Martin



Obr.2.32

Jelšava

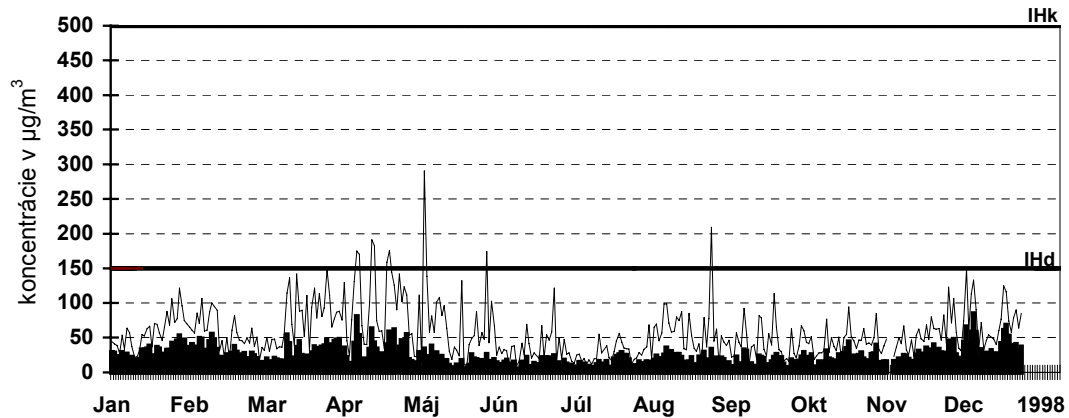


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

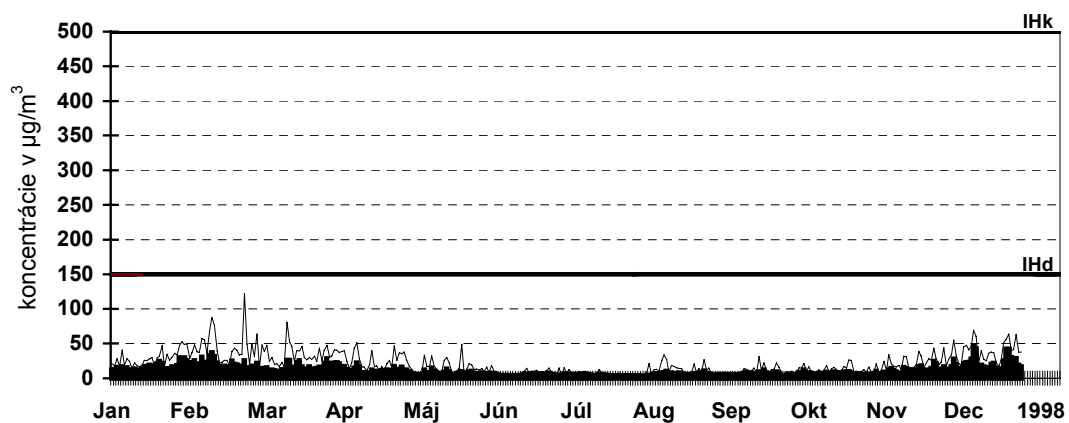
Obr.2.33

Banská Bystrica - Nám. slobody



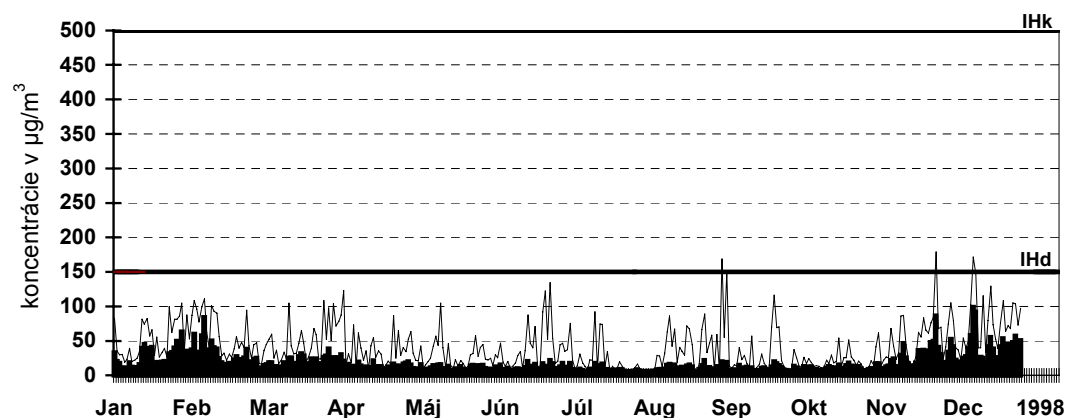
Obr.2.34

Banská Bystrica - Sásová



Obr.2.35

Ružomberok - Polík

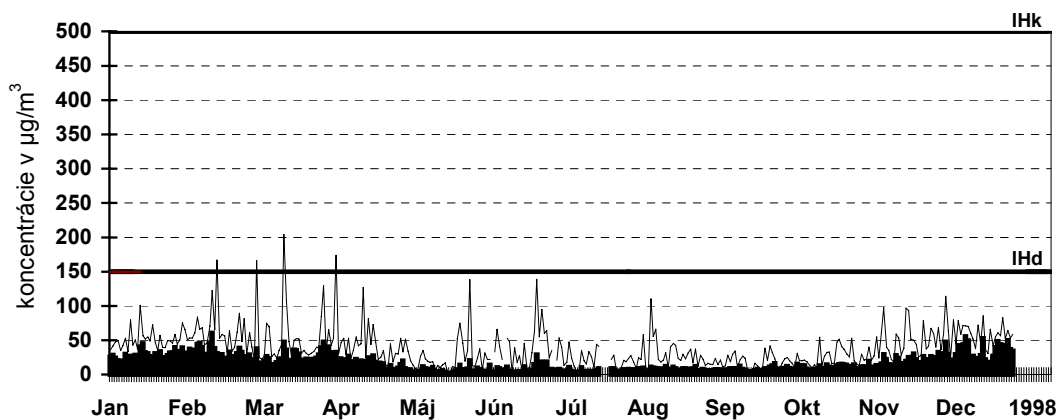


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

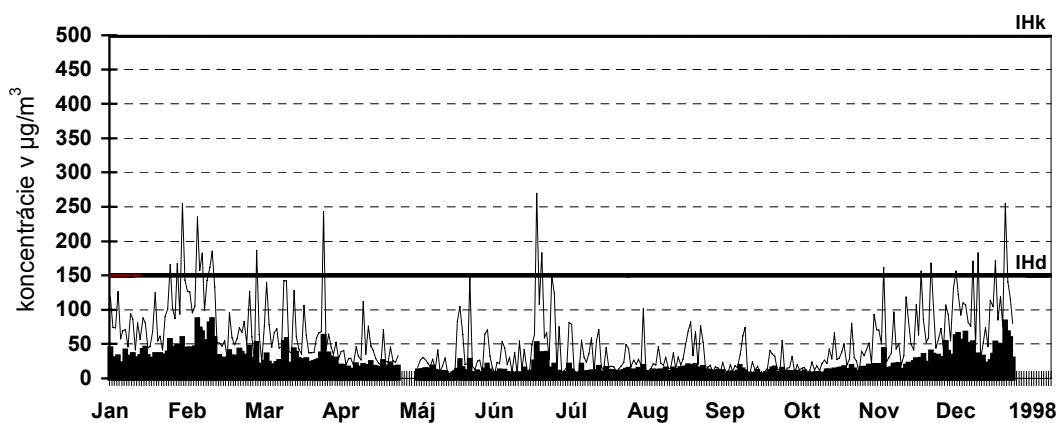
Obr.2.36

Žiar nad Hronom



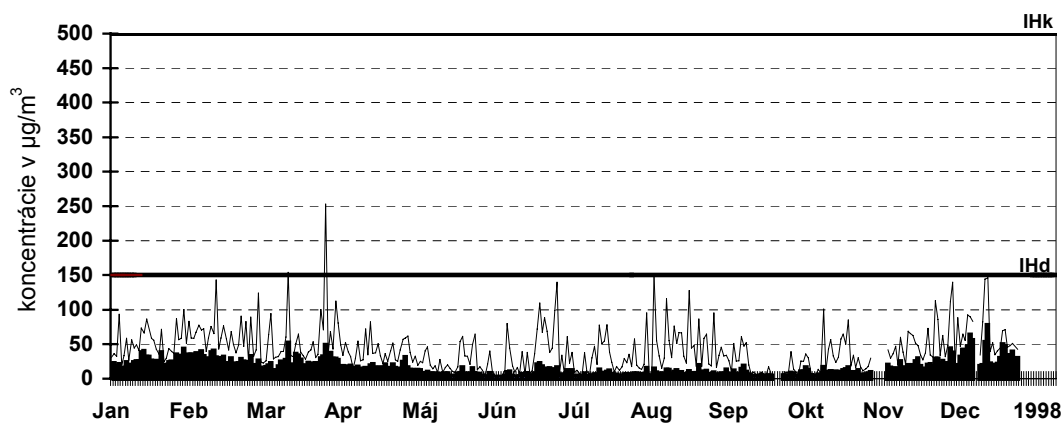
Obr.2.37

Lovčica



Obr.2.38

Lovča

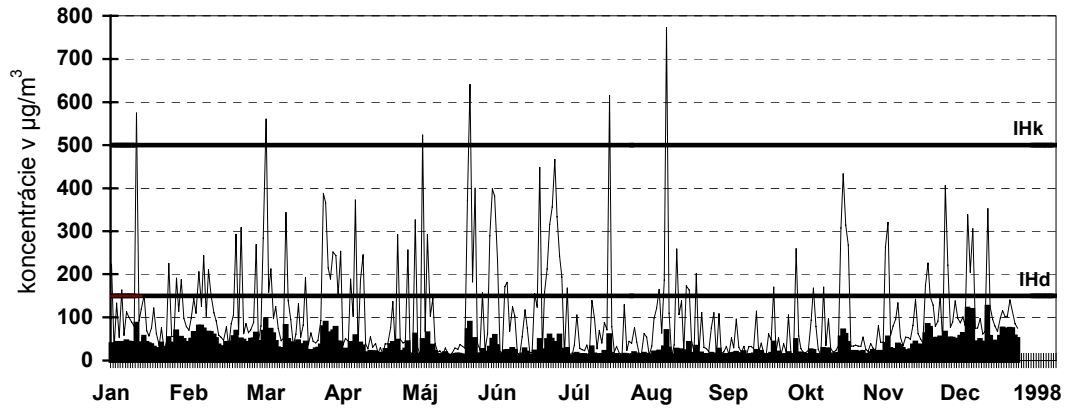


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

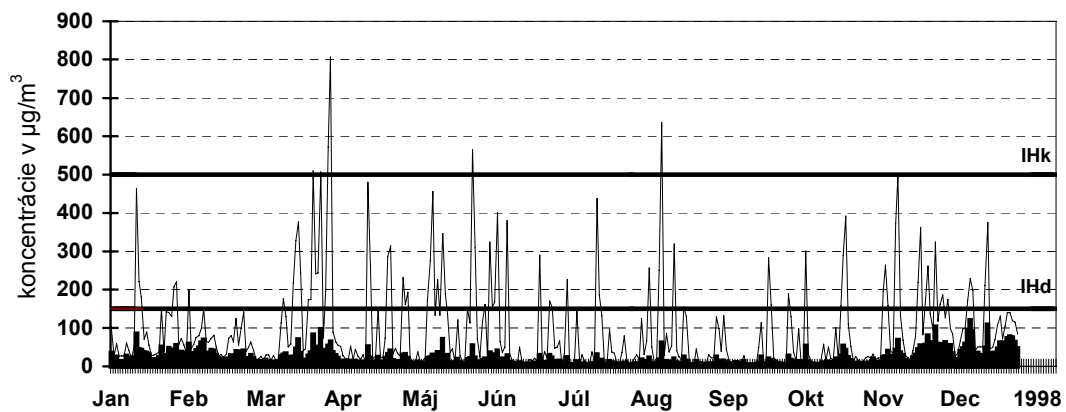
Obr.2.39

Prievidza



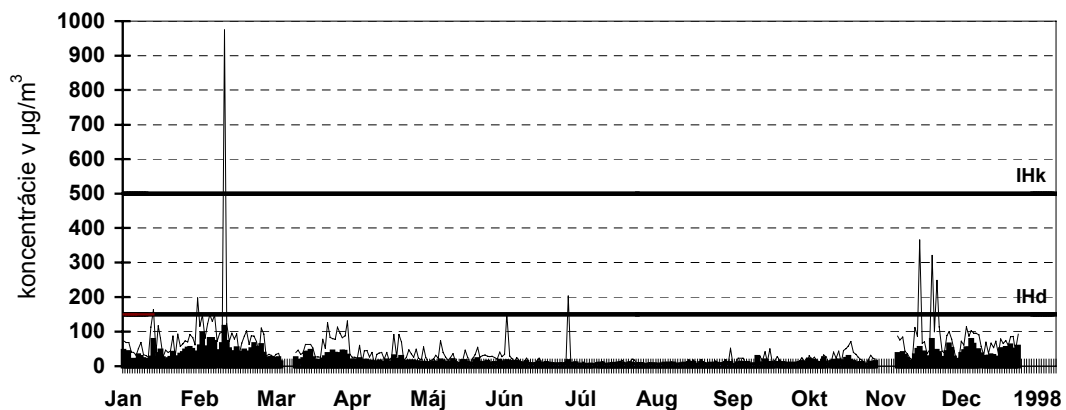
Obr.2.40

Bystričany



Obr.2.41

Žilina - Veľká Okružná

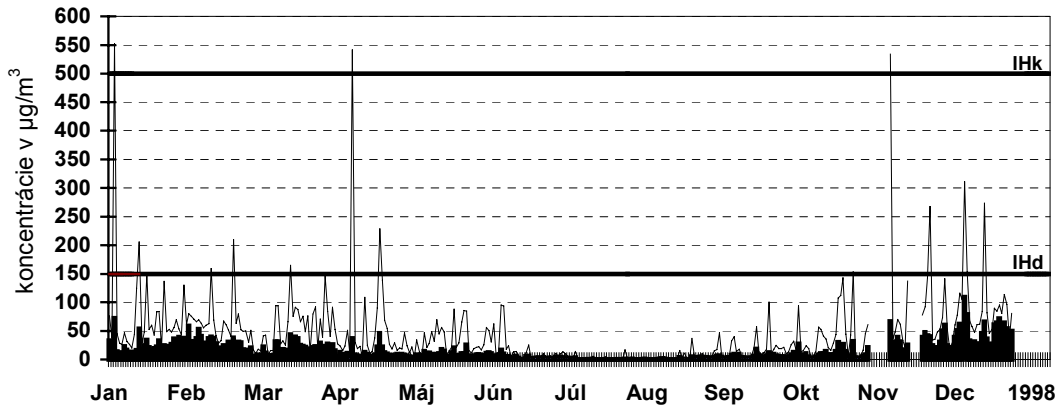


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

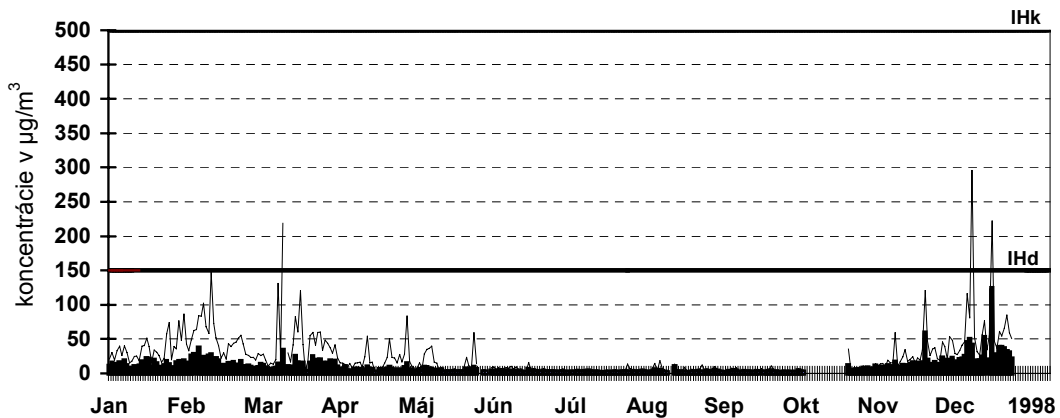
Obr.2.42

Žilina - Vlčince



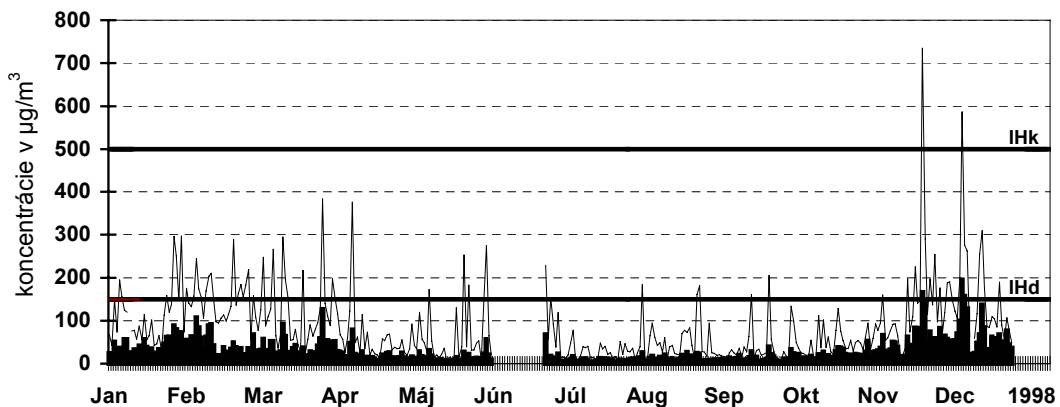
Obr.2.43

Hnúšťa



Obr.2.44

Handlová

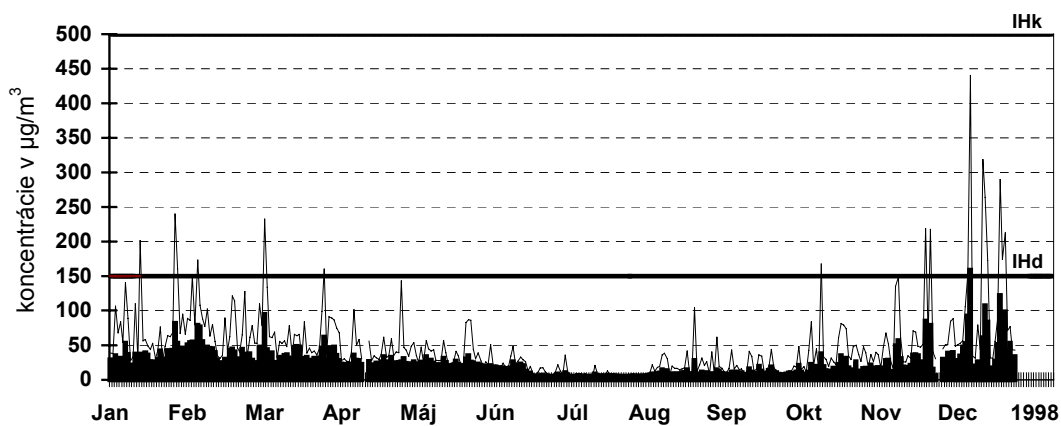


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

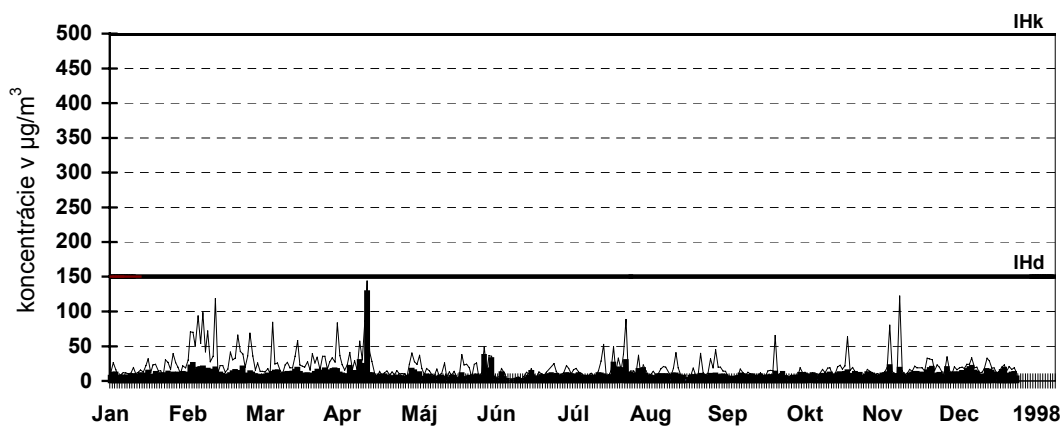
Obr.2.45

Martin



Obr.2.46

Jelšava

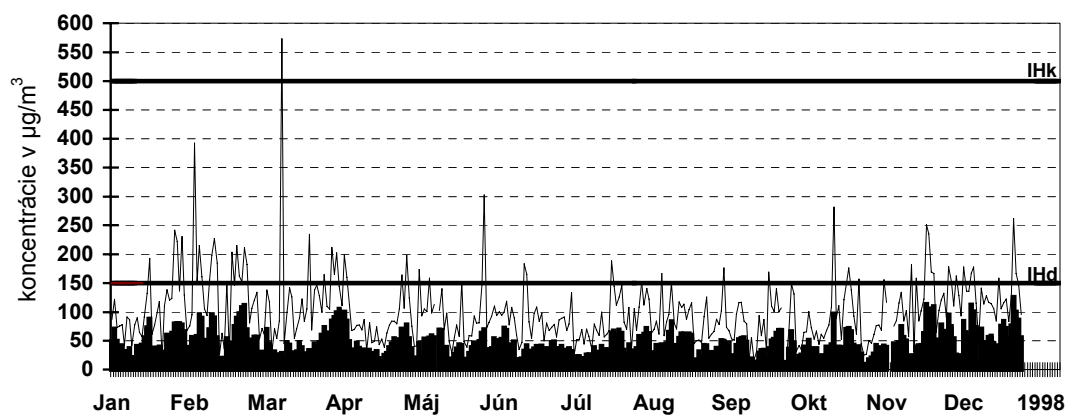


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

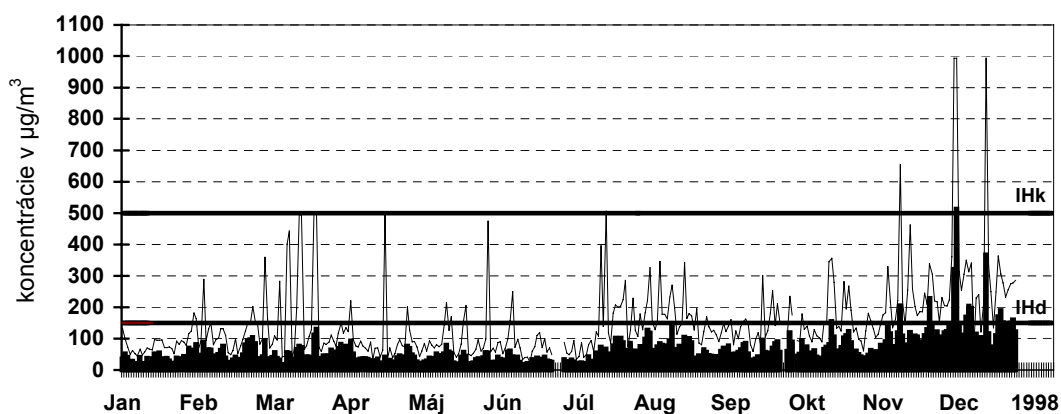
Obr.2.47

Banská Bystrica - Nám. slobody



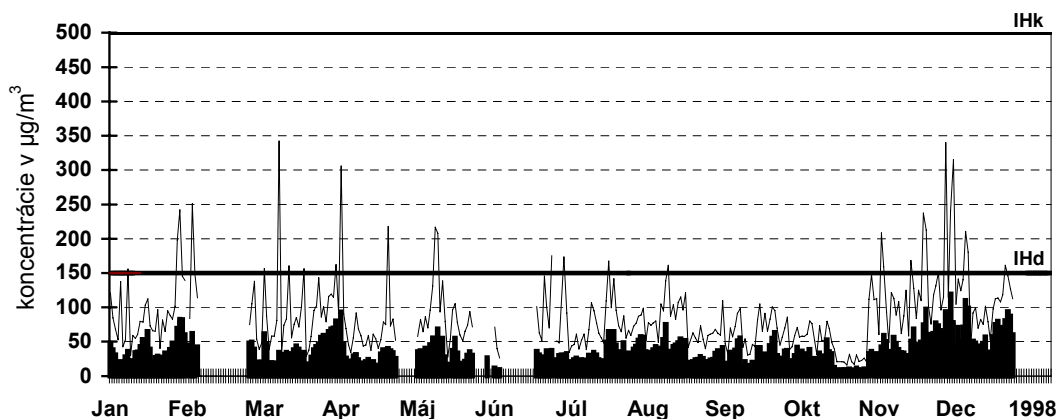
Obr.2.48

Banská Bystrica - Sásová



Obr.2.49

Žiar nad Hronom

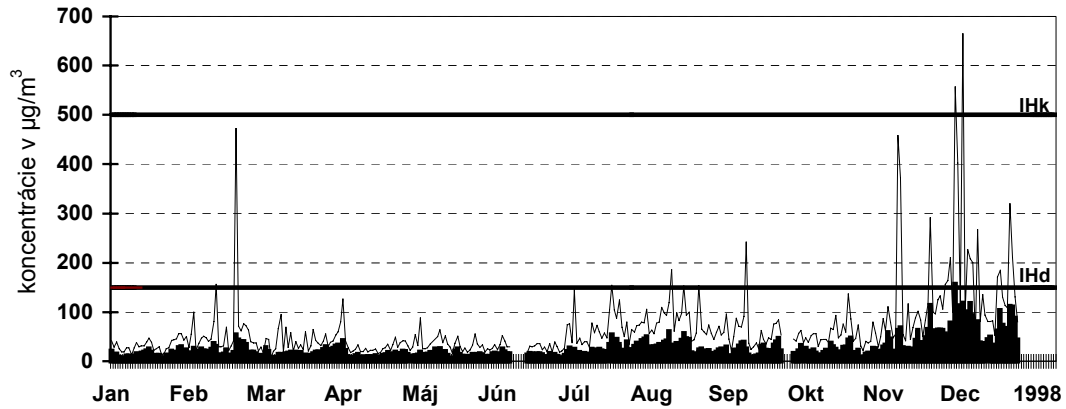


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

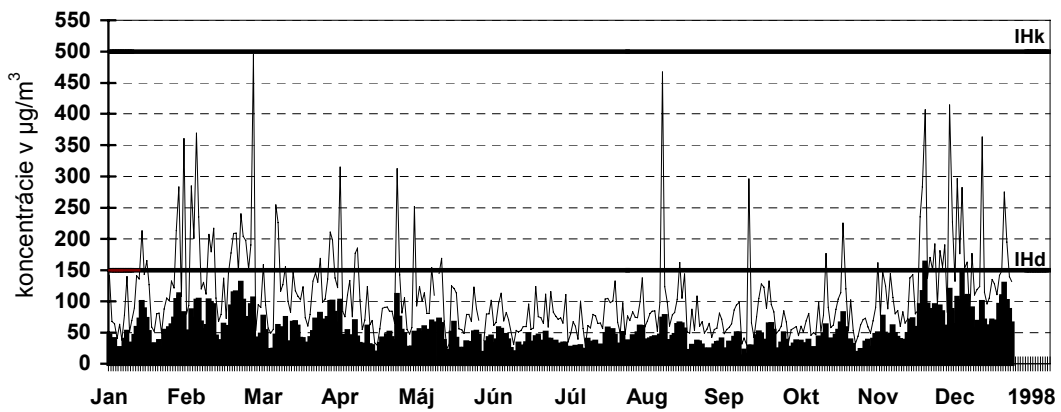
Obr.2.50

Lovčica



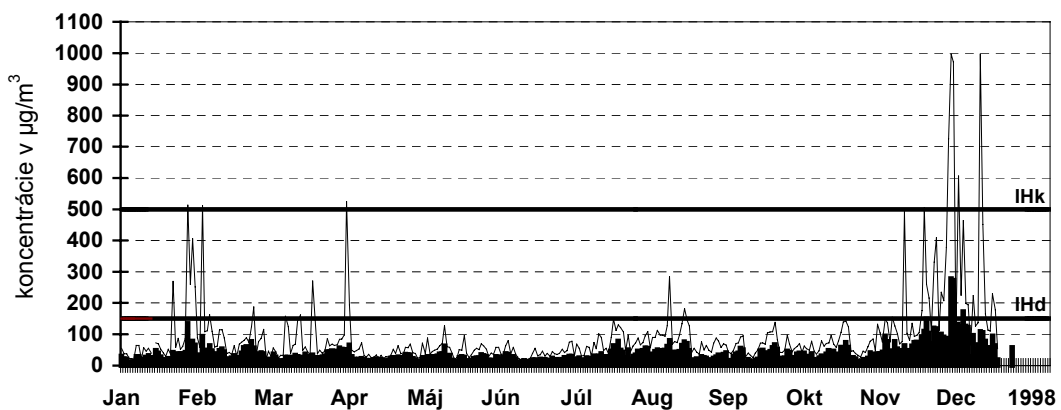
Obr.2.51

Prievidza



Obr.2.52

Bystričany

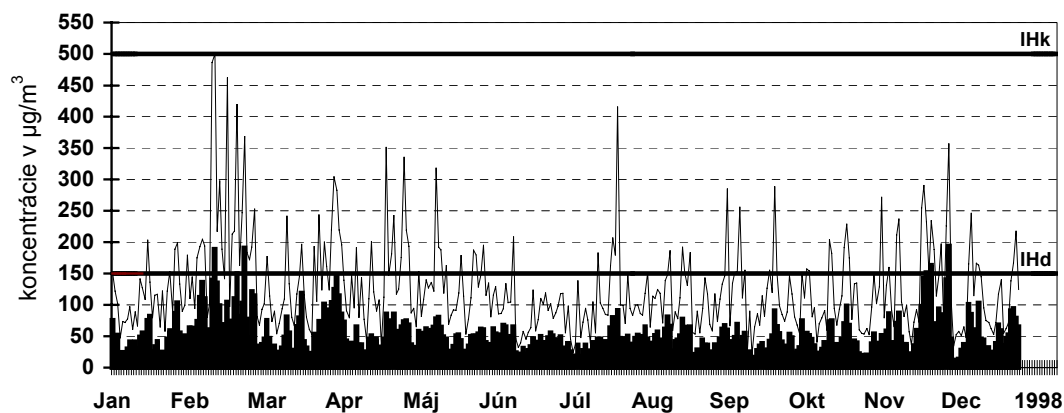


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

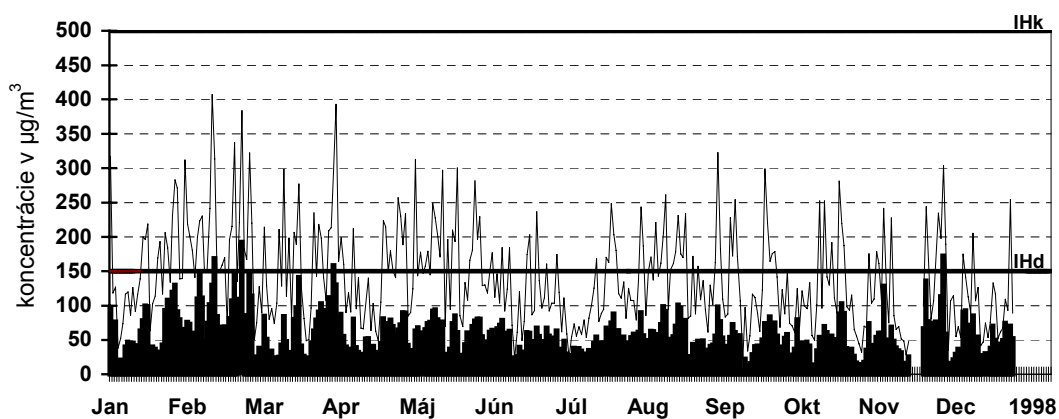
Obr.2.53

Žilina - Veľká Okružná



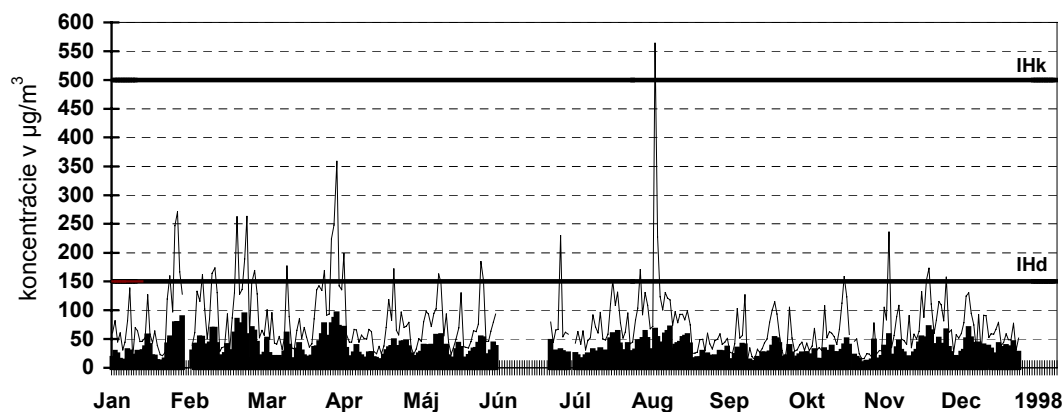
Obr.2.54

Žilina - Vlčince



Obr.2.55

Handlová

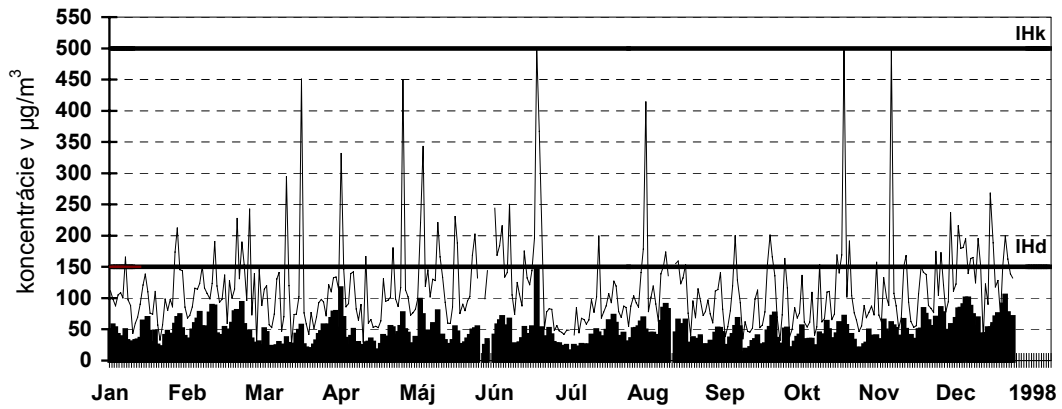


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

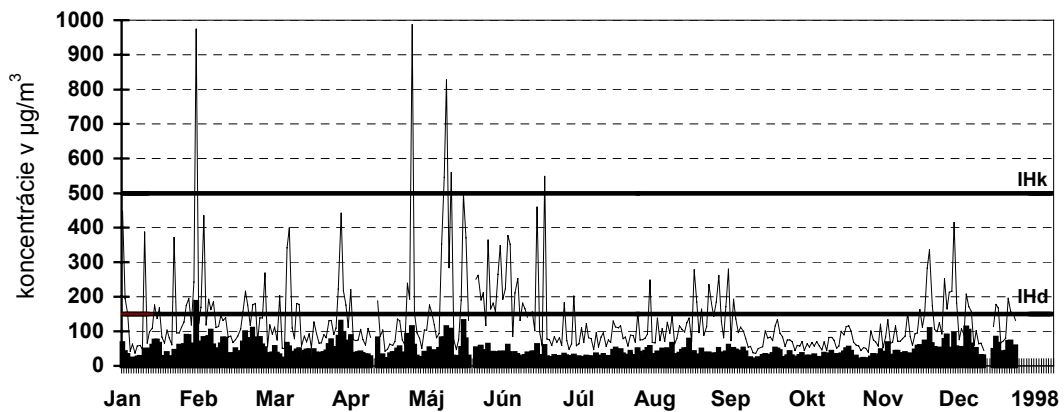
Obr.2.56

Hnúšťa



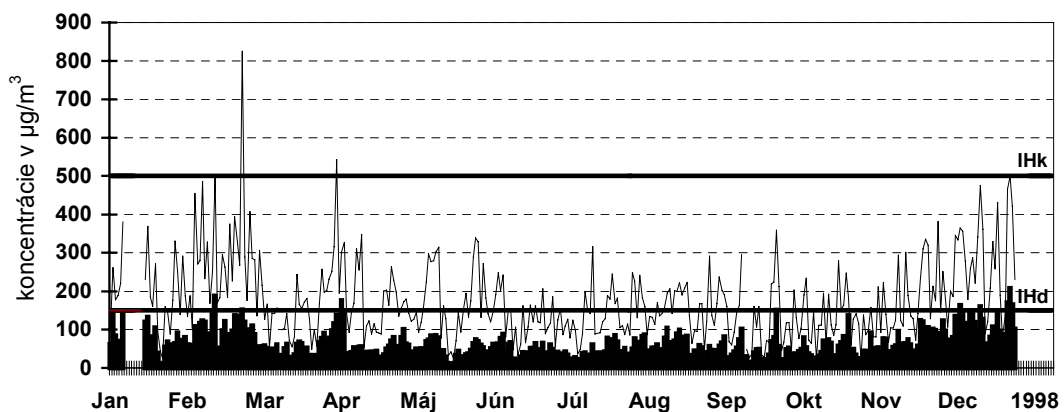
Obr.2.57

Martin



Obr.2.58

Jeľšava

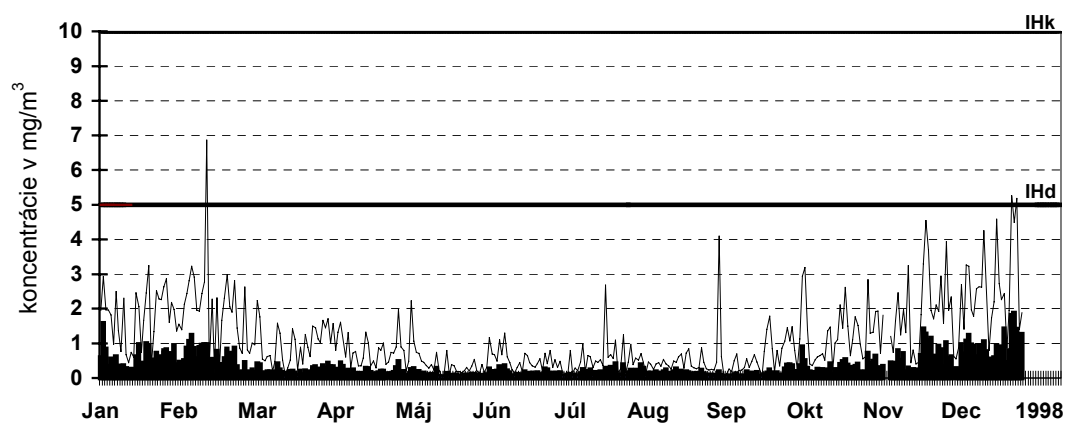


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

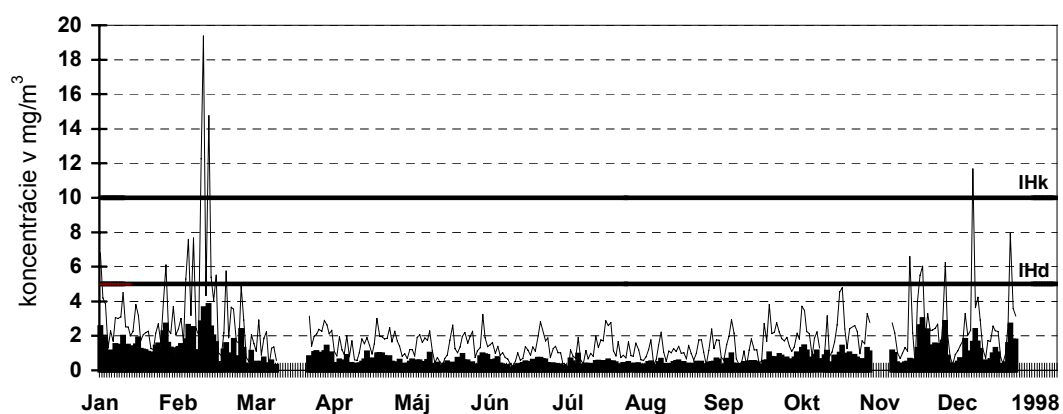
Obr.2.59

Banská Bystrica - Nám. slobody



Obr.2.60

Žilina - Veľká Okružná

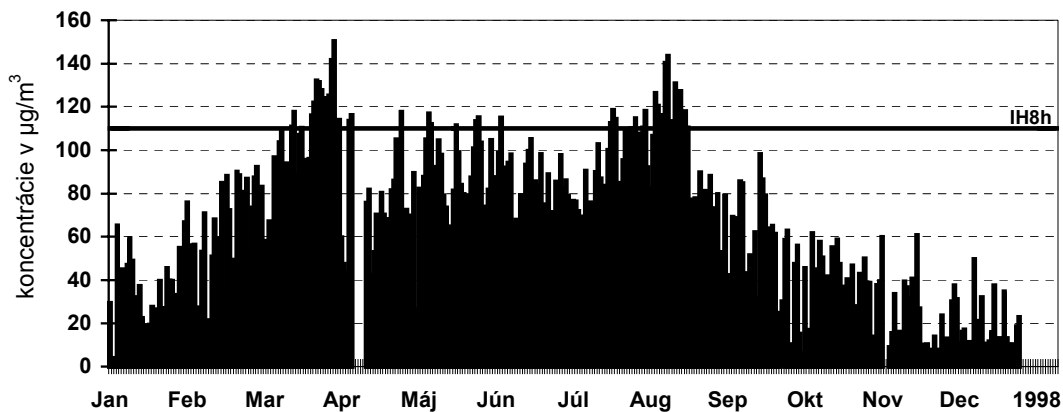


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

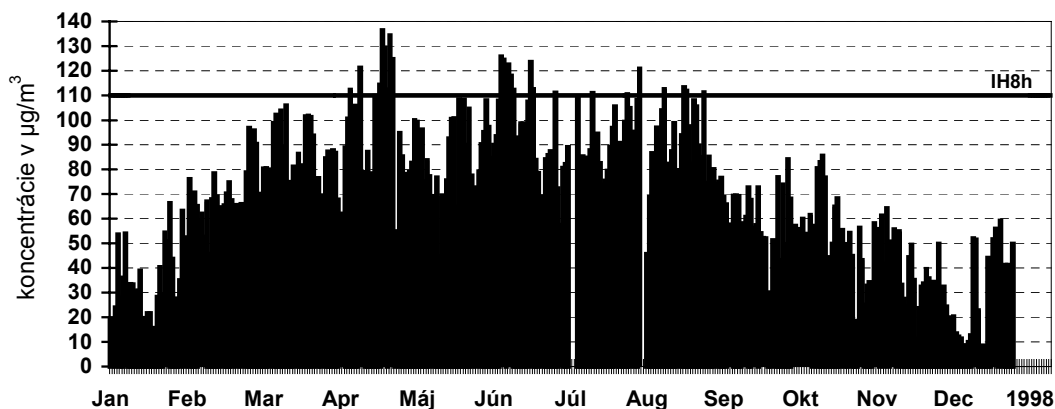
Obr.2.61

Banská Bystrica - Nám. slobody



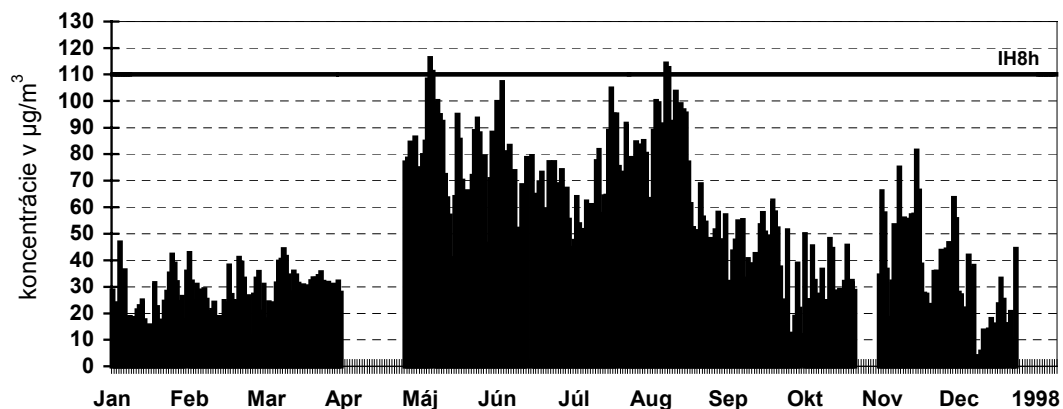
Obr.2.62

Žiar nad Hronom



Obr.2.63

Prievidza

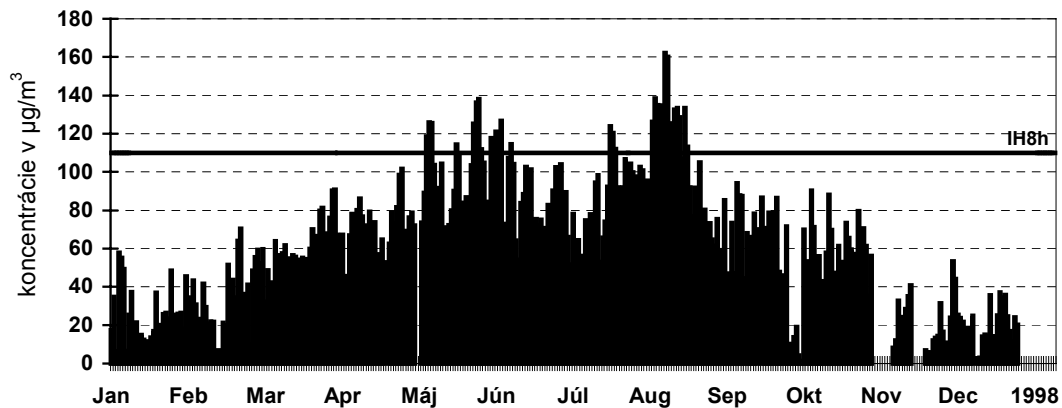


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

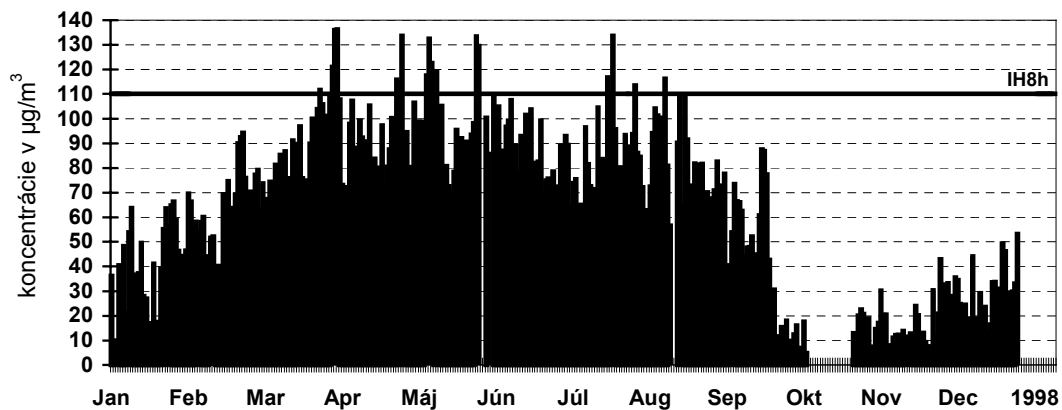
Obr.2.64

Žilina - Vlčince



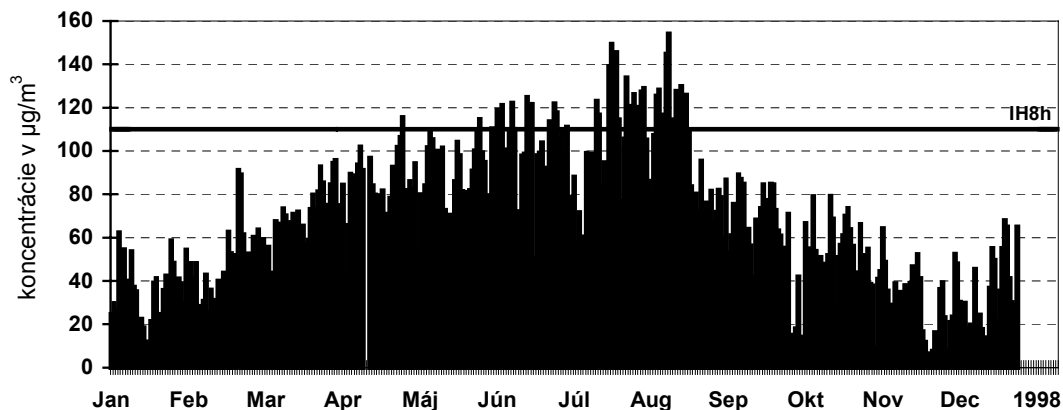
Obr.2.65

Hnúšťa



Obr.2.66

Martin

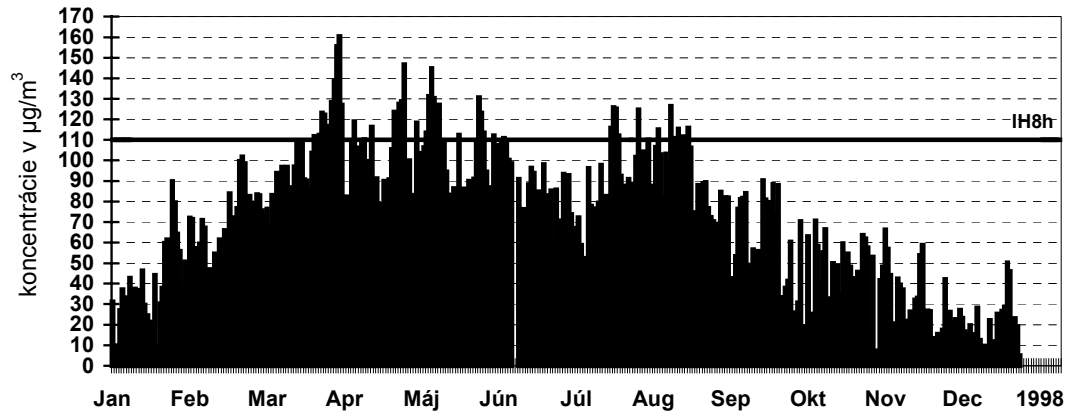


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

Obr.2.67

Jeľšava

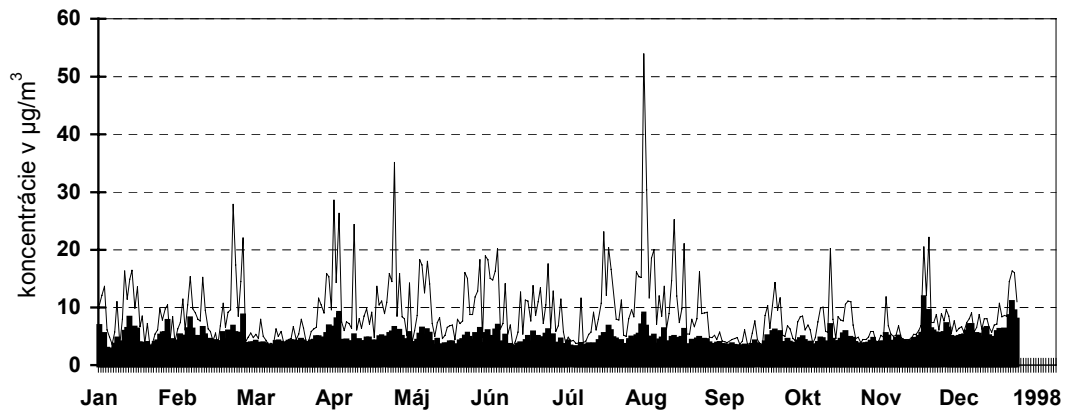


- priem. 8-hod. koncentrácie

H₂S v ovzduší

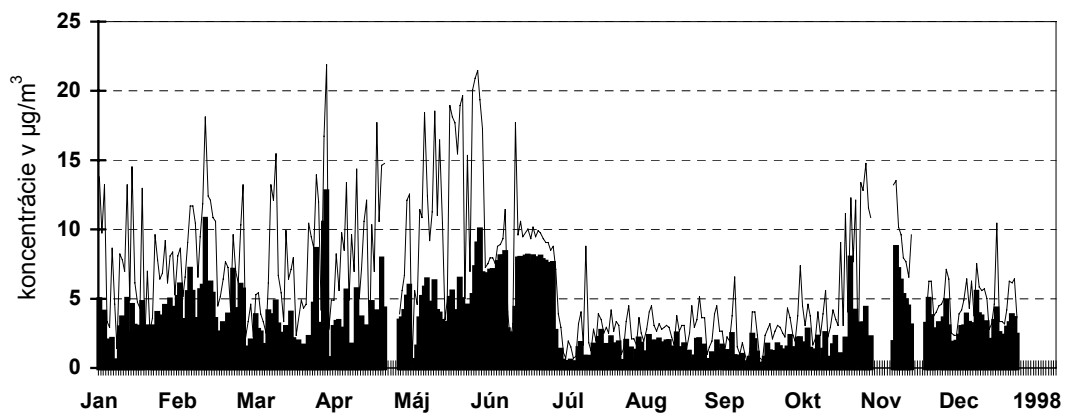
Obr.2.68

Ružomberok - Polík



Obr.2.69

Žilina - Vičince

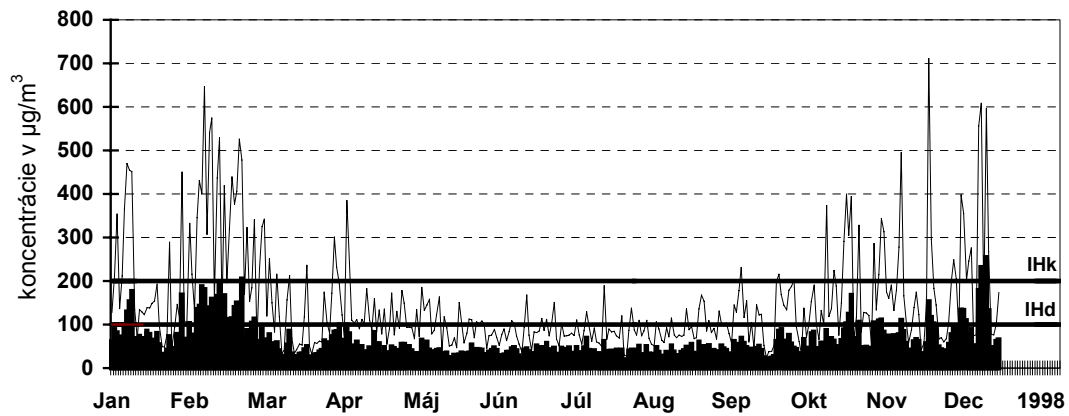


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

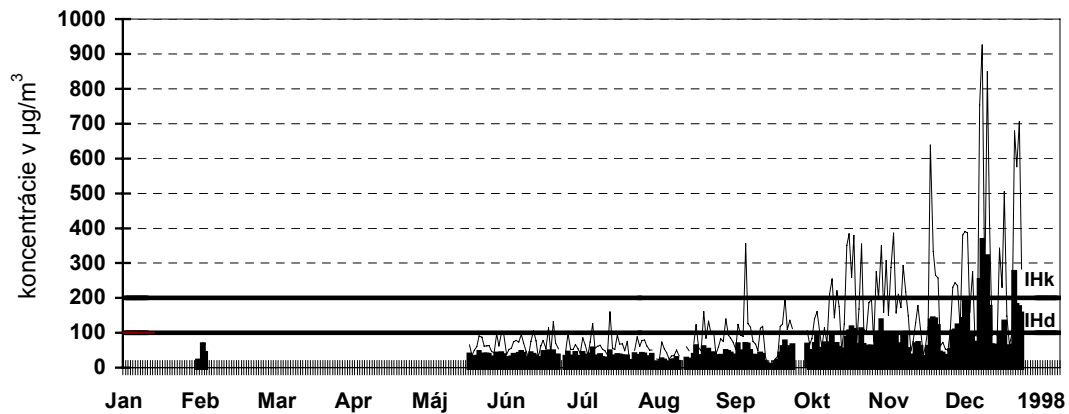
Obr.2.70

Košice - Štúrova



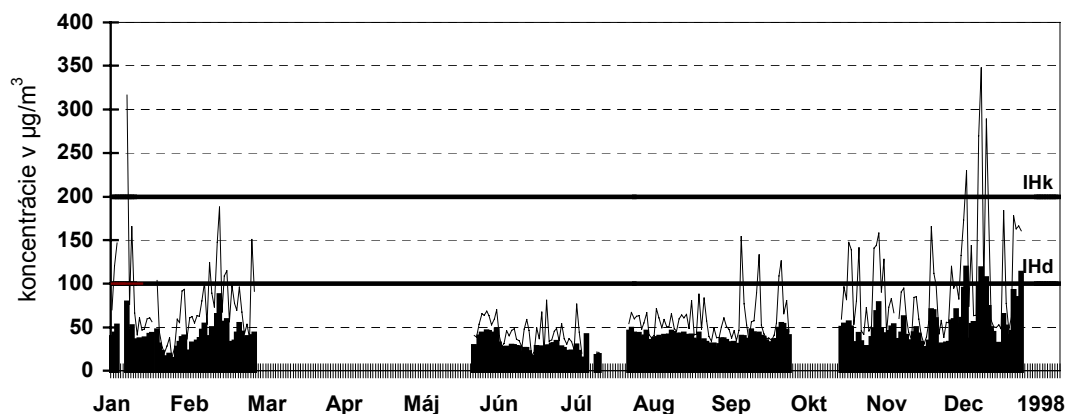
Obr.2.71

Košice - Strojárska



Obr.2.72

Košice - Podhradová

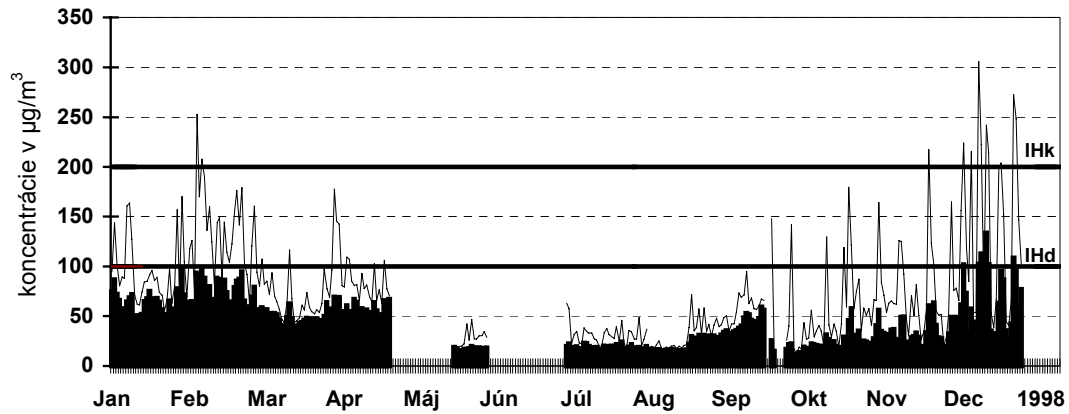


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

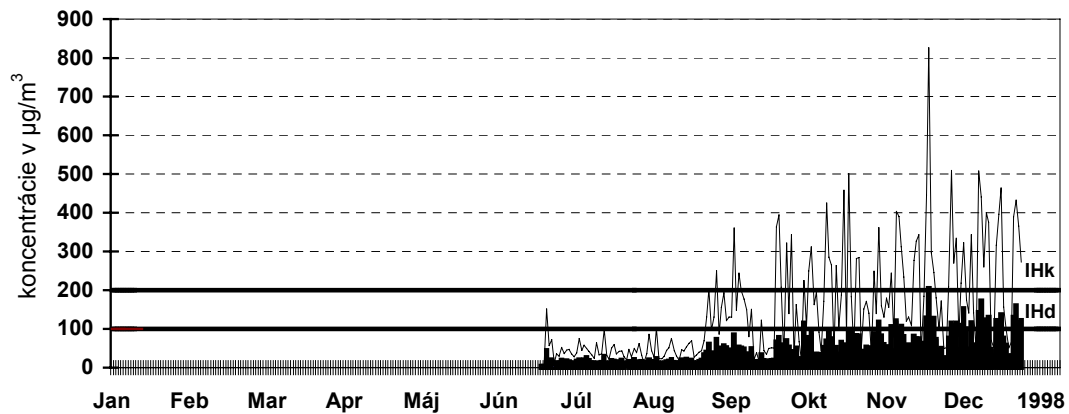
Obr.2.73

Košice - Galaktická



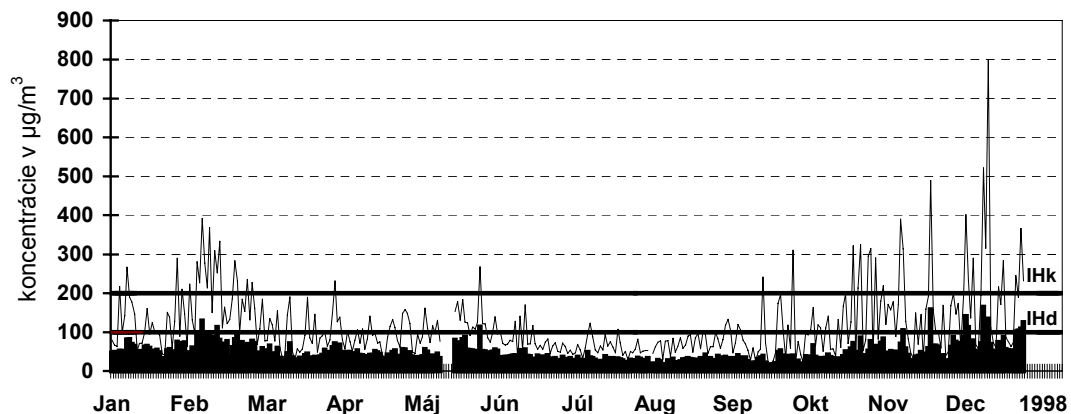
Obr.2.74

Prešov - Solivar



Obr.2.75

Prešov - Sídliisko III

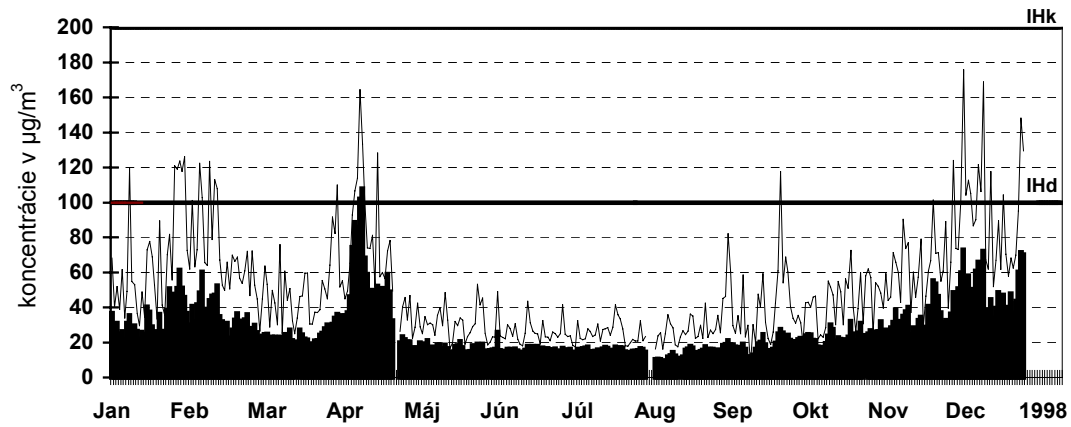


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

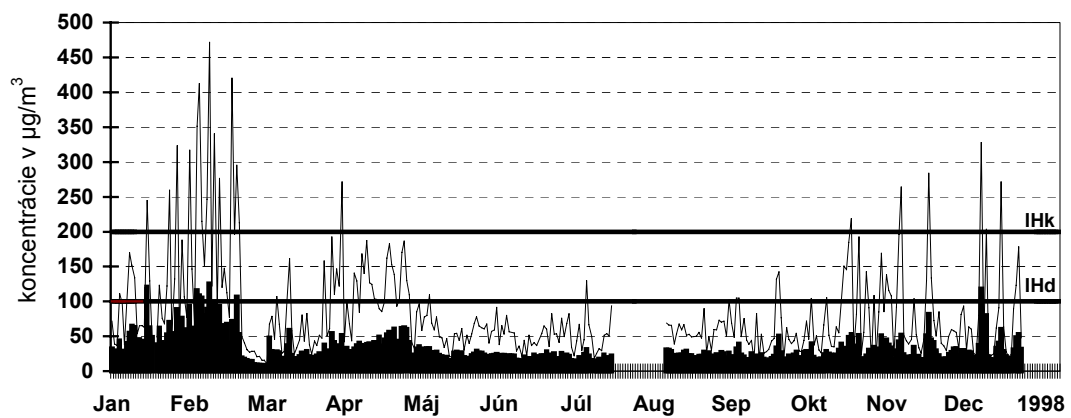
Obr.2.76

Rudňany



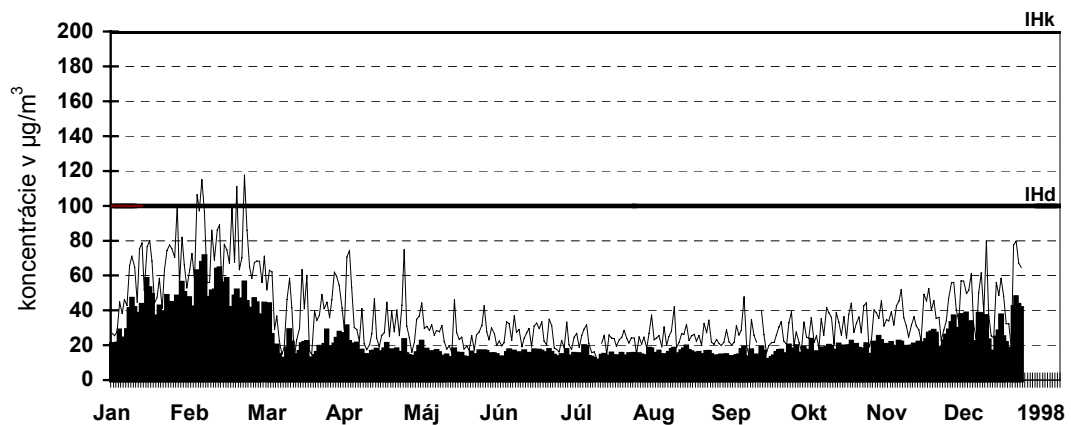
Obr.2.77

Vranov nad Topľou



Obr.2.78

Humenné

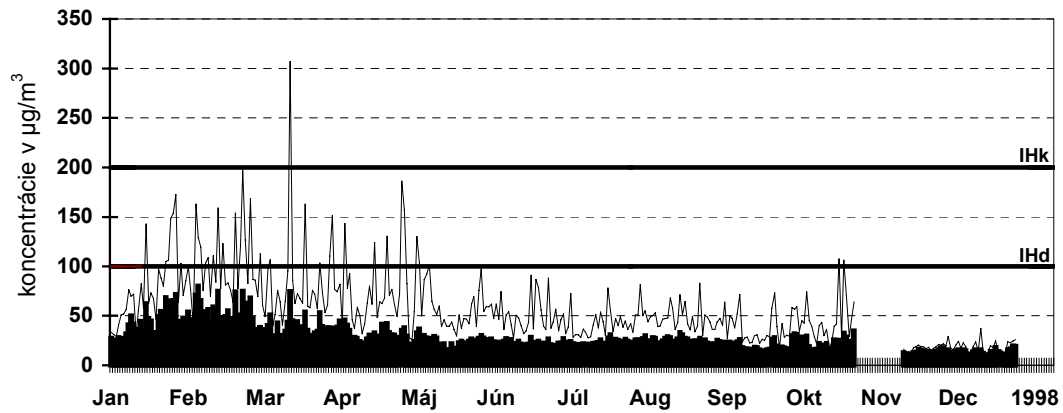


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

NOx v ovzduší

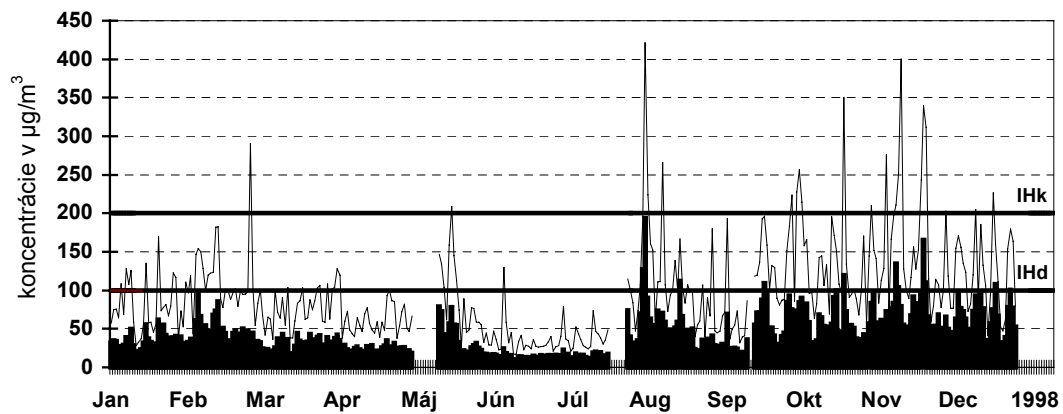
Obr.2.79

Strážske



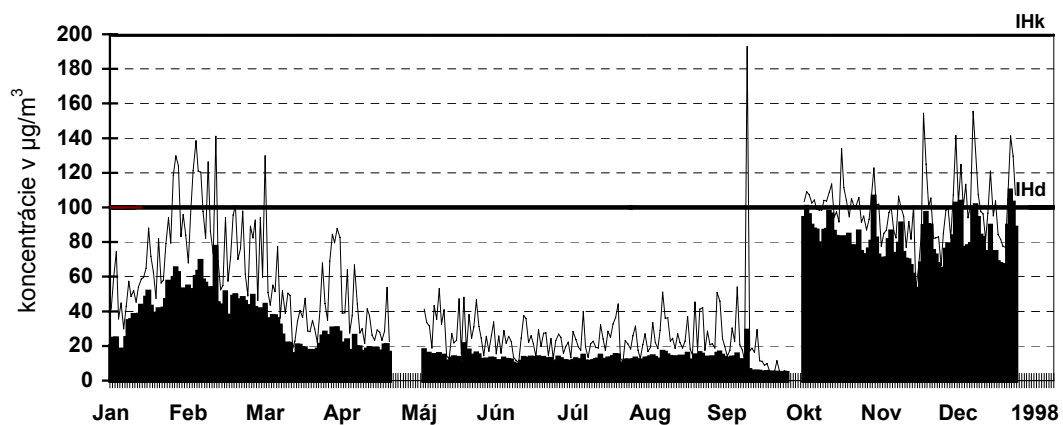
Obr.2.80

Veľká Ida



Obr.2.81

Kropachy

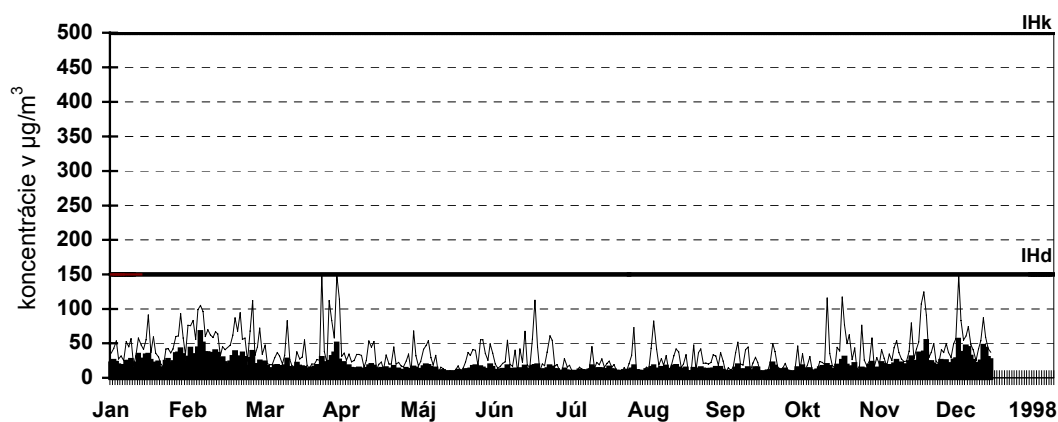


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

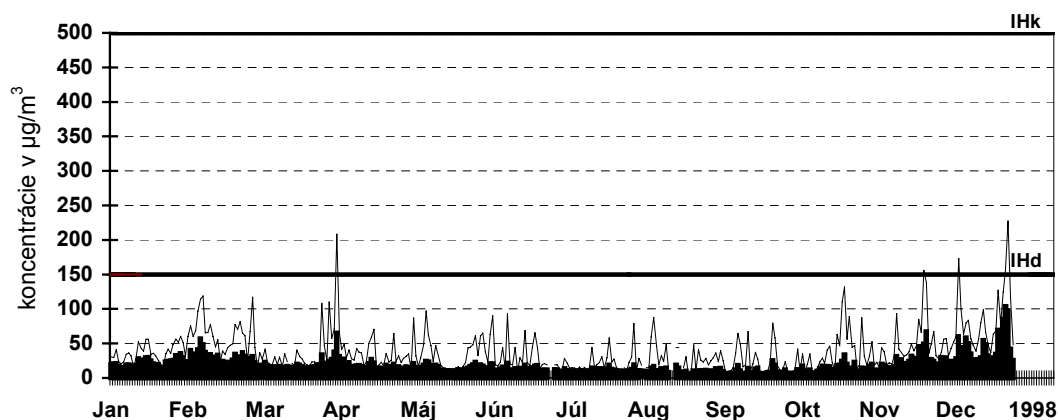
Obr.2.82

Košice - Štúrova



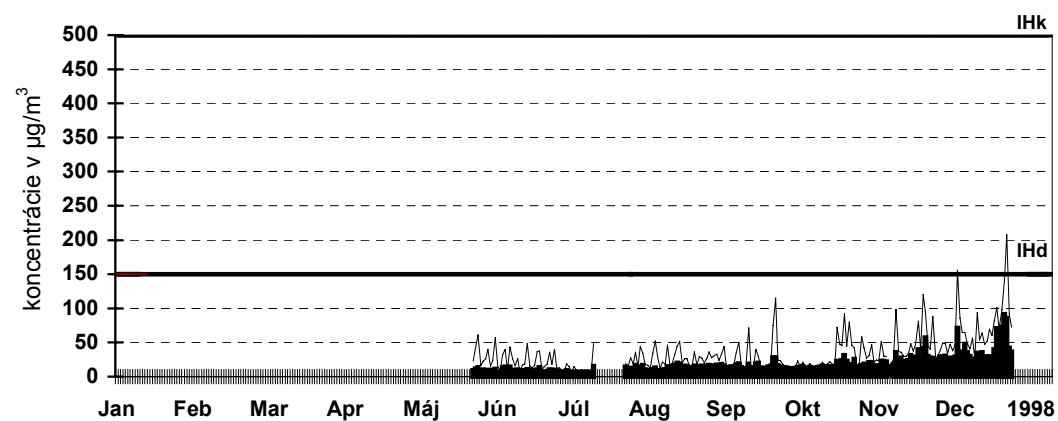
Obr.2.83

Košice - Strojársená



Obr.2.84

Košice - Podhradová

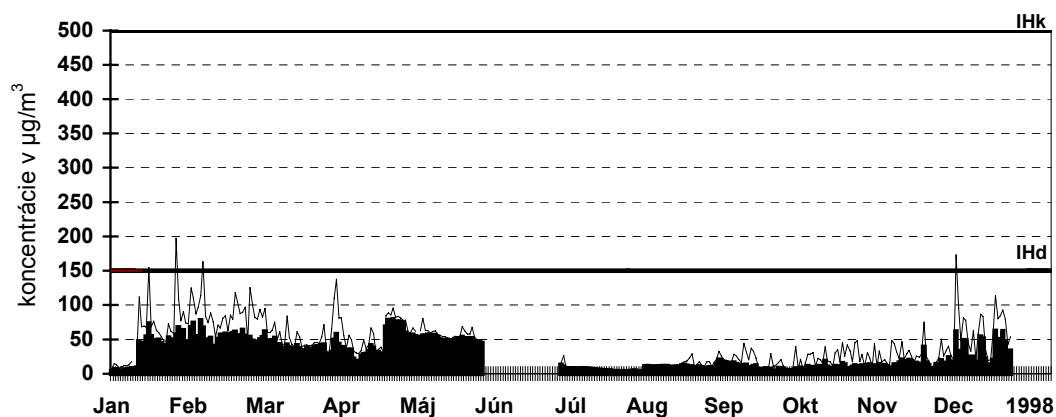


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

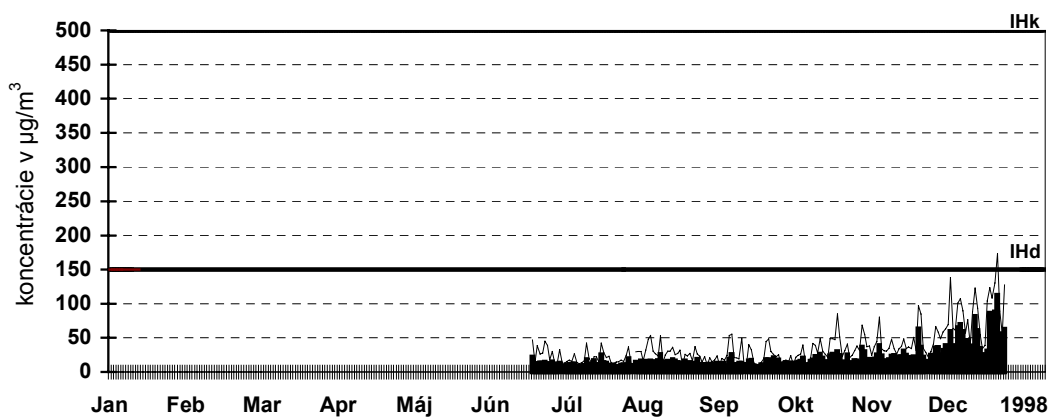
Obr.2.85

Košice - Galaktická



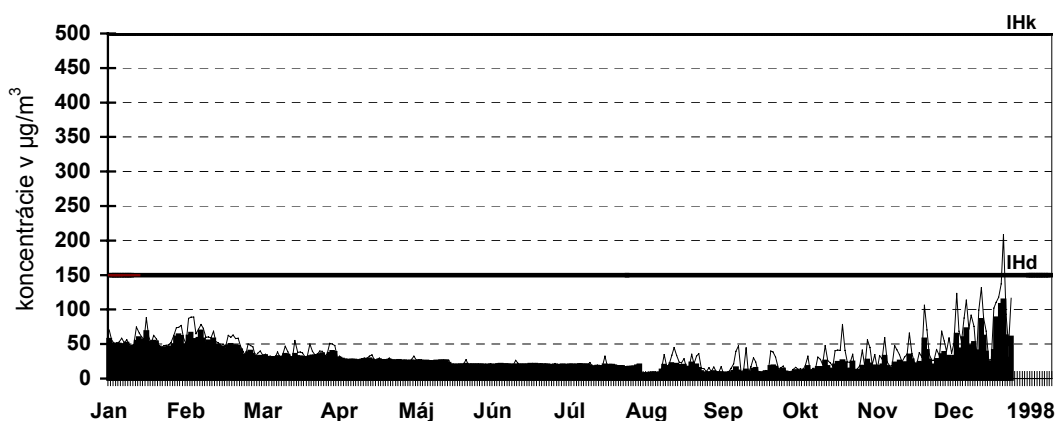
Obr.2.86

Prešov - Solivar



Obr.2.87

Prešov - Sídliisko III

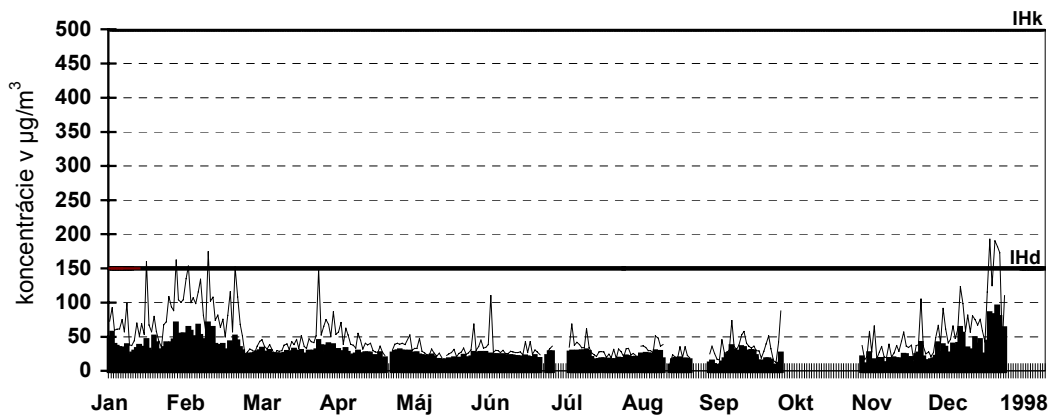


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

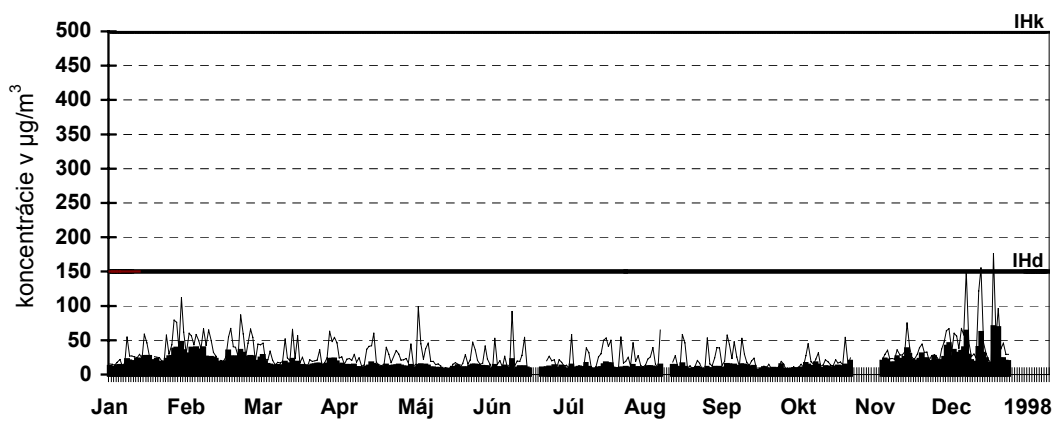
Obr.2.88

Rudňany



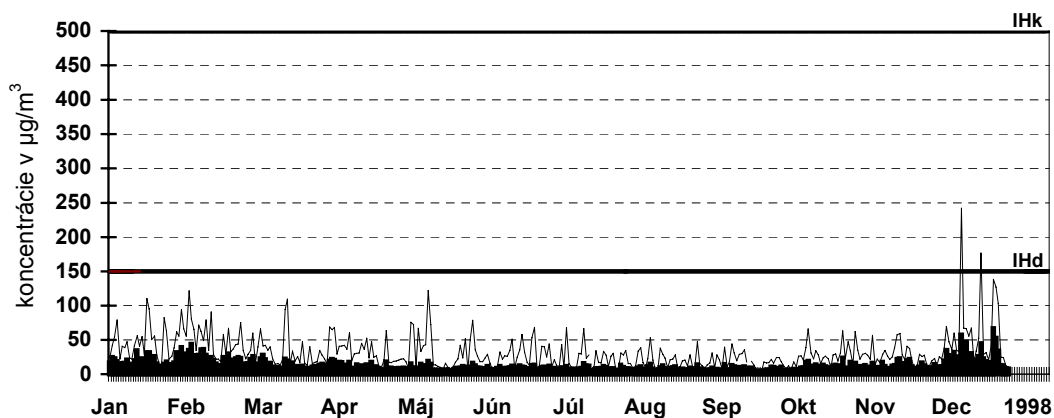
Obr.2.89

Vranov nad Topľou



Obr.2.90

Humenné

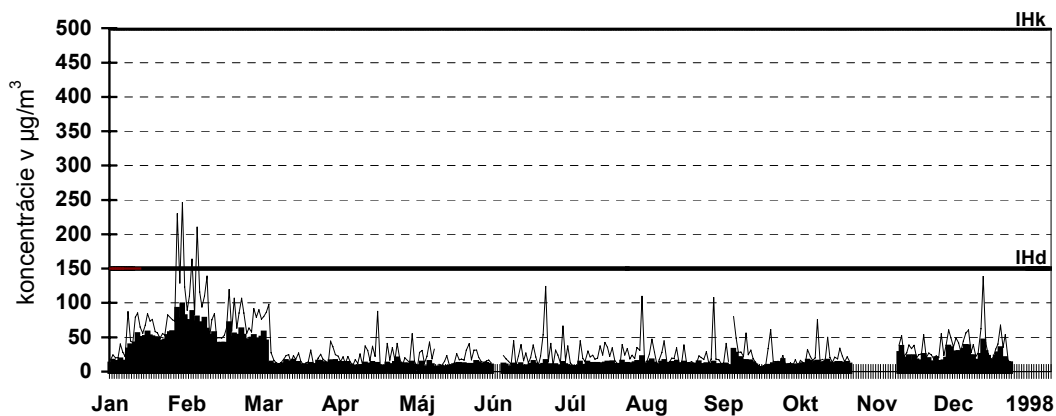


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

SO₂ v ovzduší

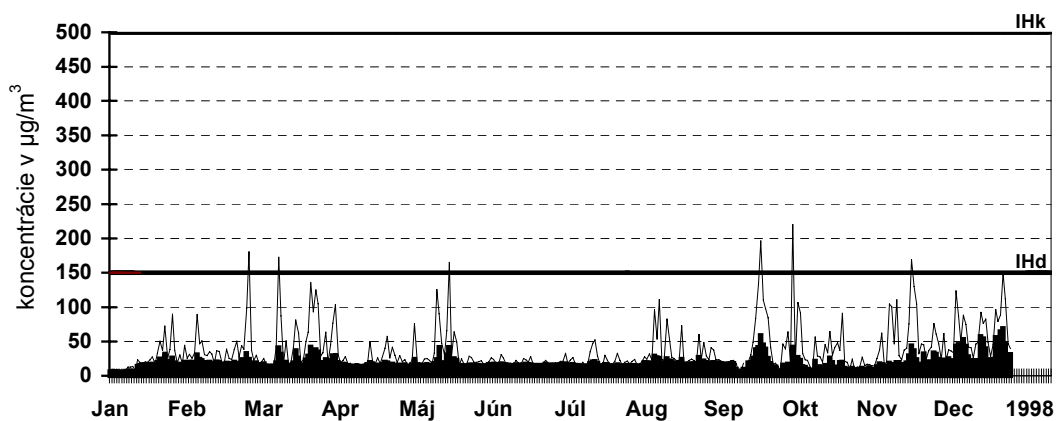
Obr.2.91

Strážske



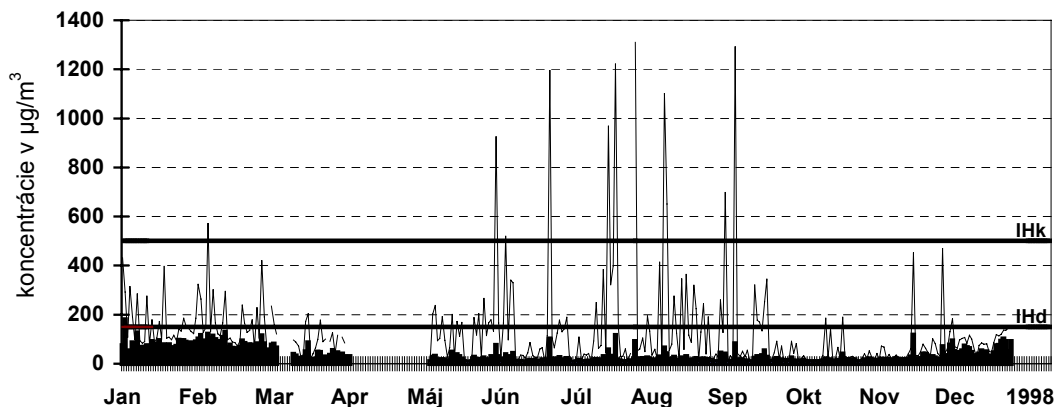
Obr.2.92

Veľká Ida



Obr.2.93

Krompachy

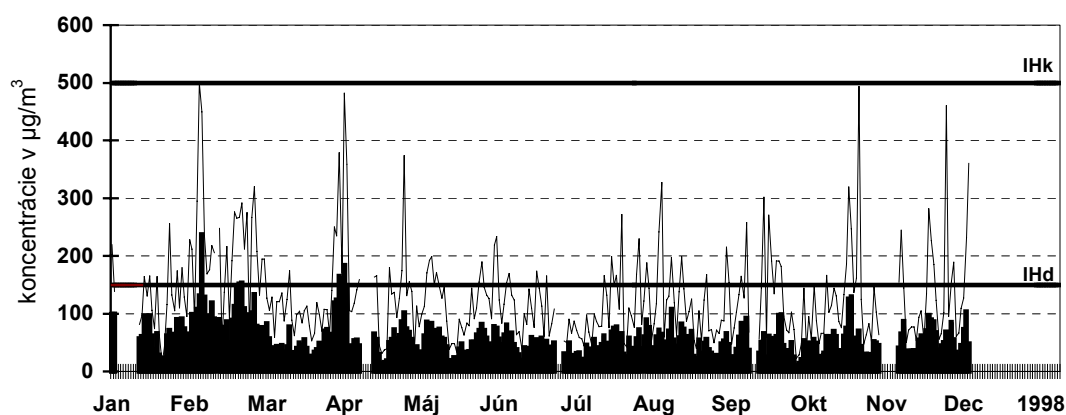


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

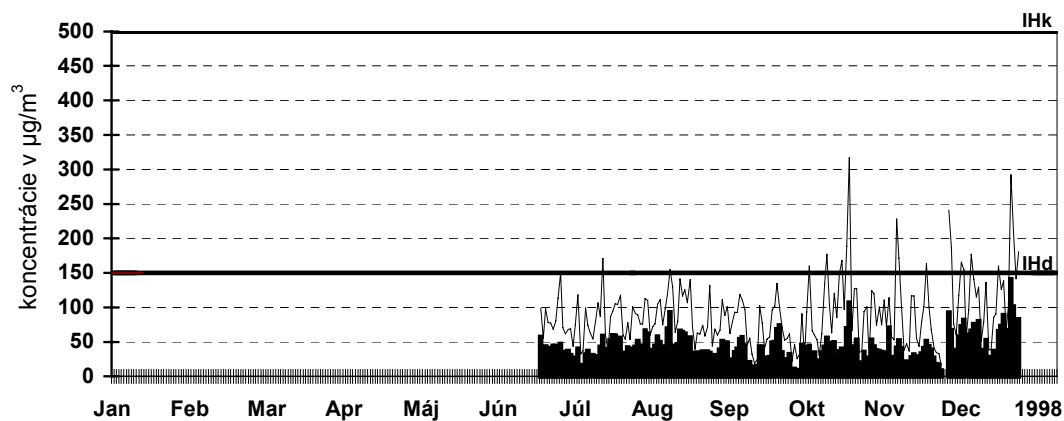
Obr.2.94

Košice - Štúrova



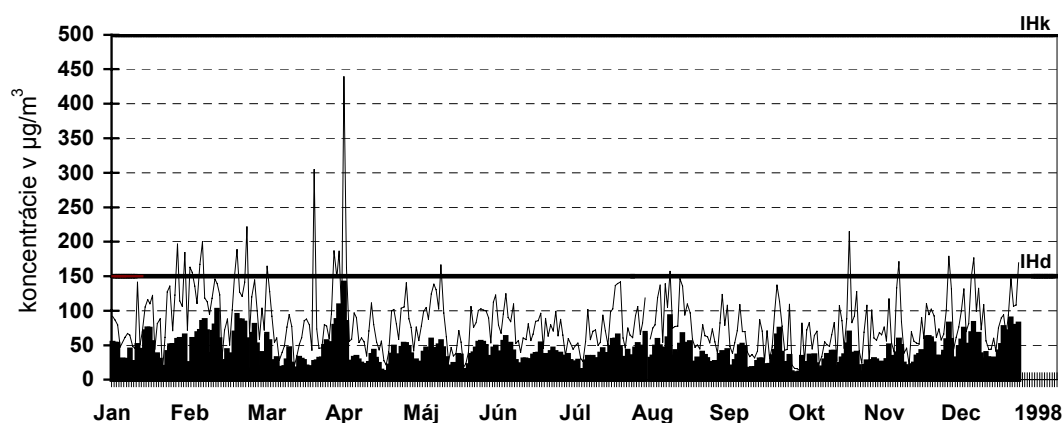
Obr.2.95

Prešov - Solivar



Obr.2.96

Prešov - Sídliisko III

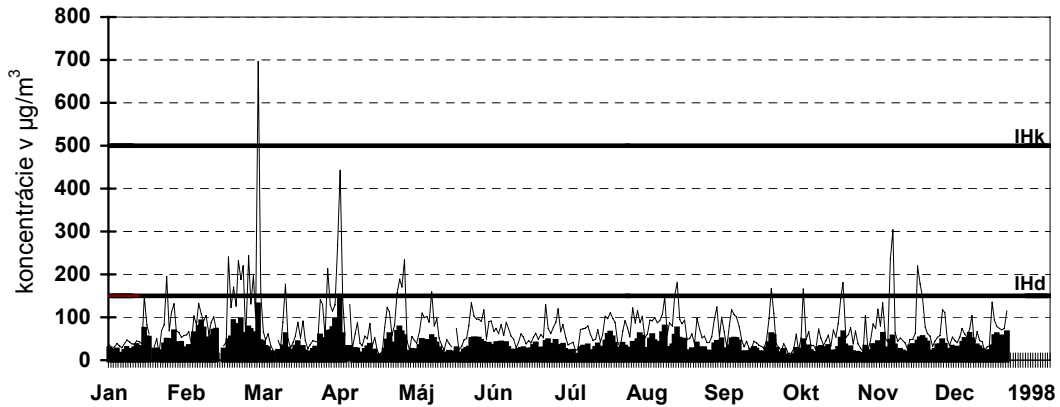


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

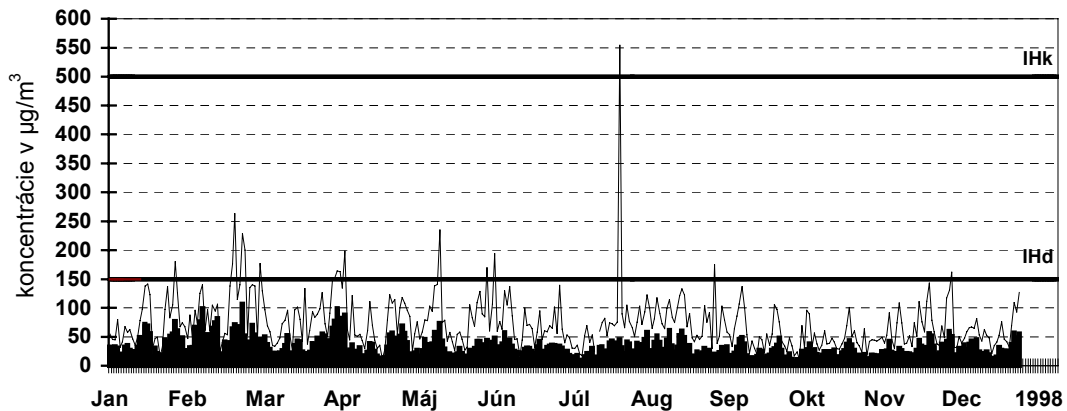
Obr.2.97

Vranov nad Topľou



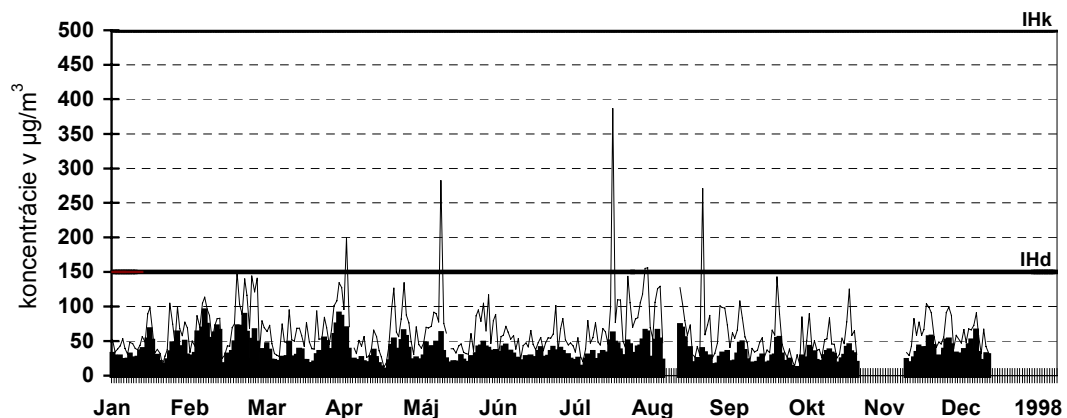
Obr.2.98

Humenné



Obr.2.99

Strážske

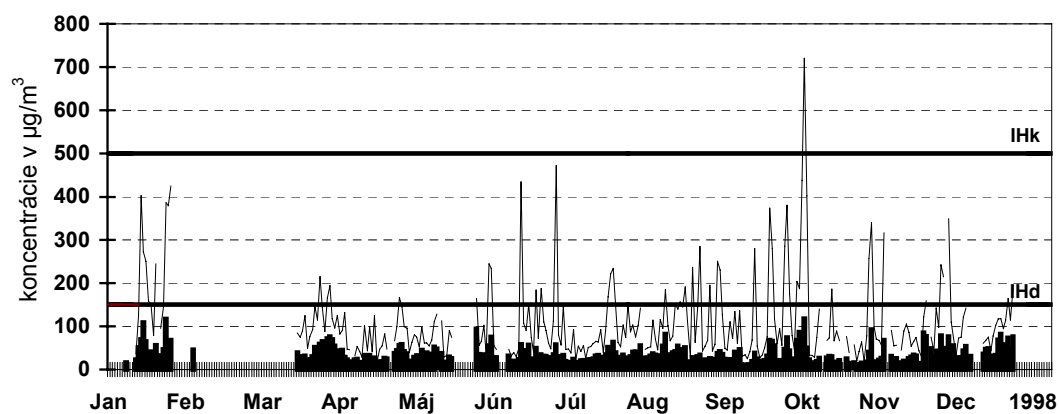


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

Prach v ovzduší

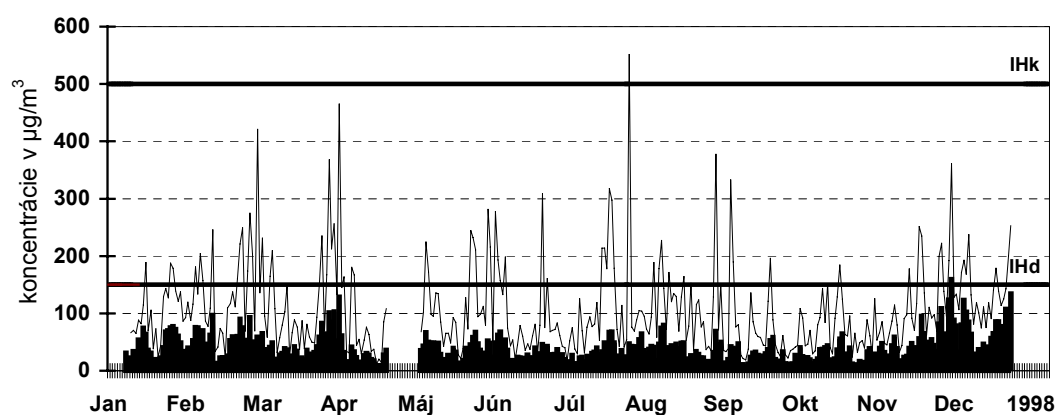
Obr.2.100

Rudňany



Obr.2.101

Kropachy

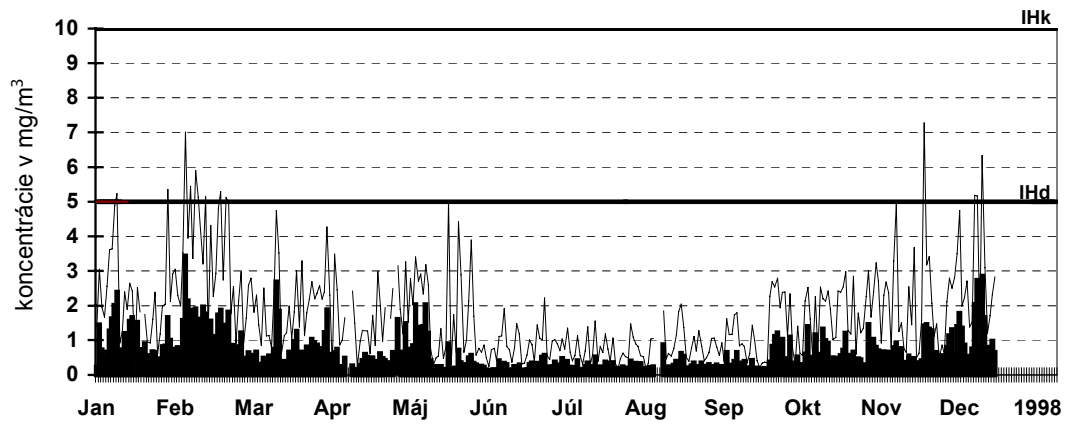


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

CO v ovzduší

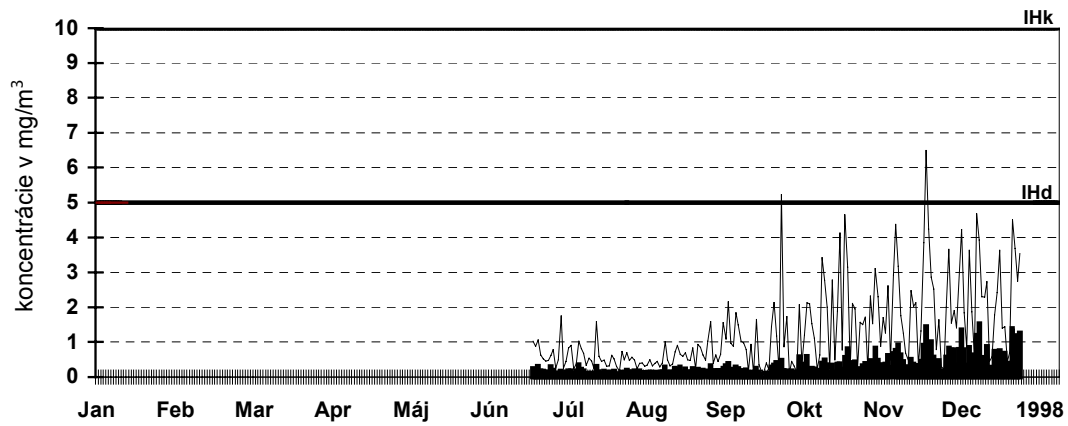
Obr.2.102

Košice - Štúrova



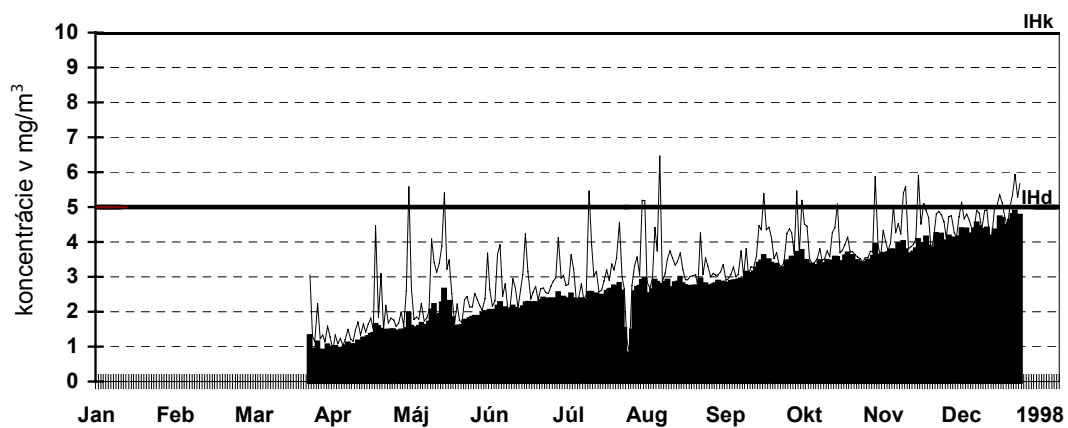
Obr.2.103

Prešov - Solivar



Obr.2.104

Veľká Ida

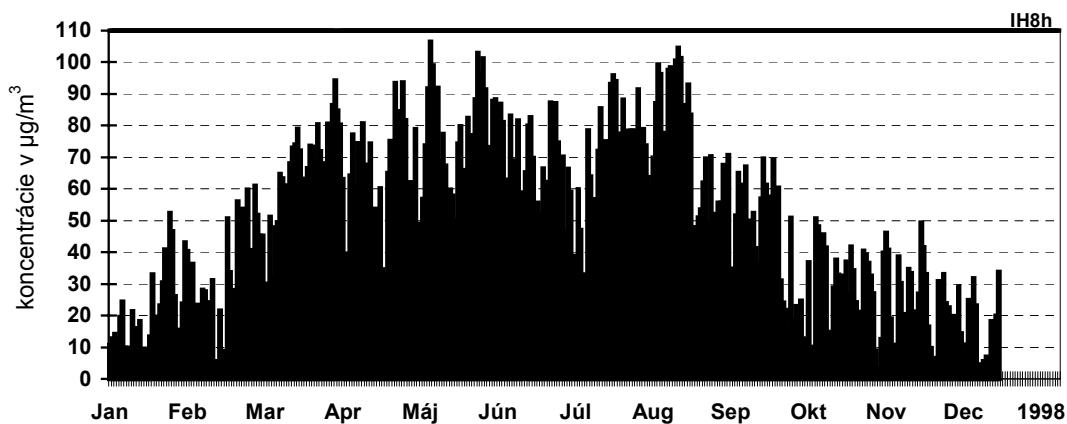


- priem. denné koncentrácie - max. krátkodobé koncentrácie

O₃ v ovzduší

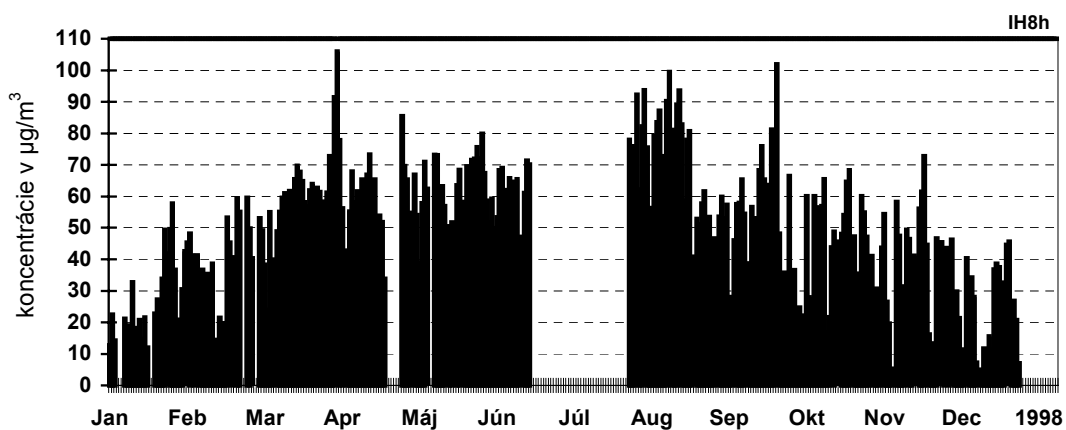
Obr.2.105

Košice - Štúrova



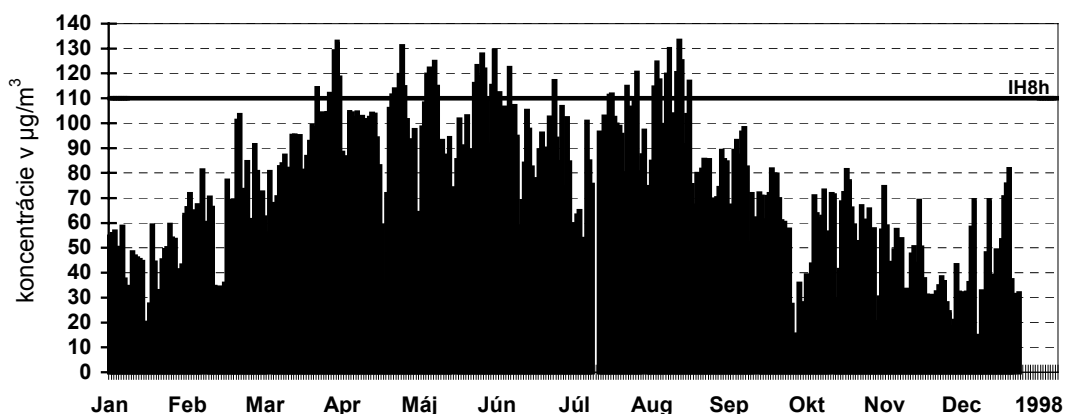
Obr.2.106

Košice - Podhradová



Obr.2.107

Humenné

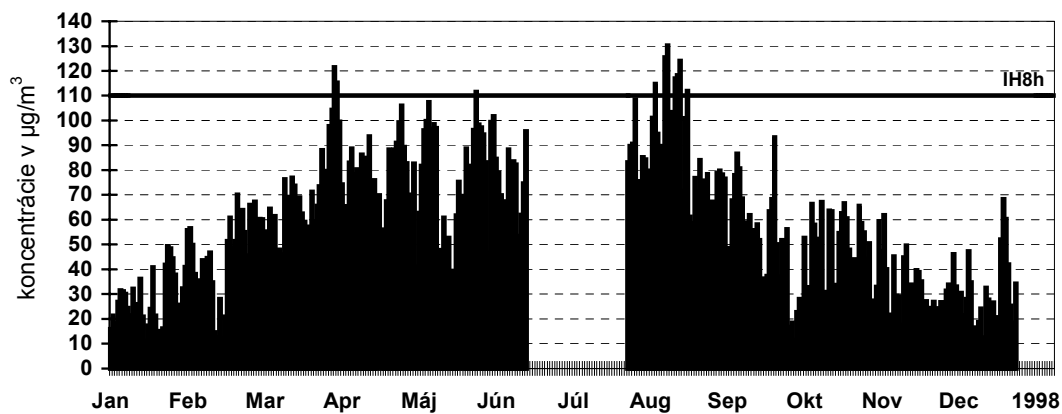


- priem. 8-hod. koncentrácie

O₃ v ovzduší

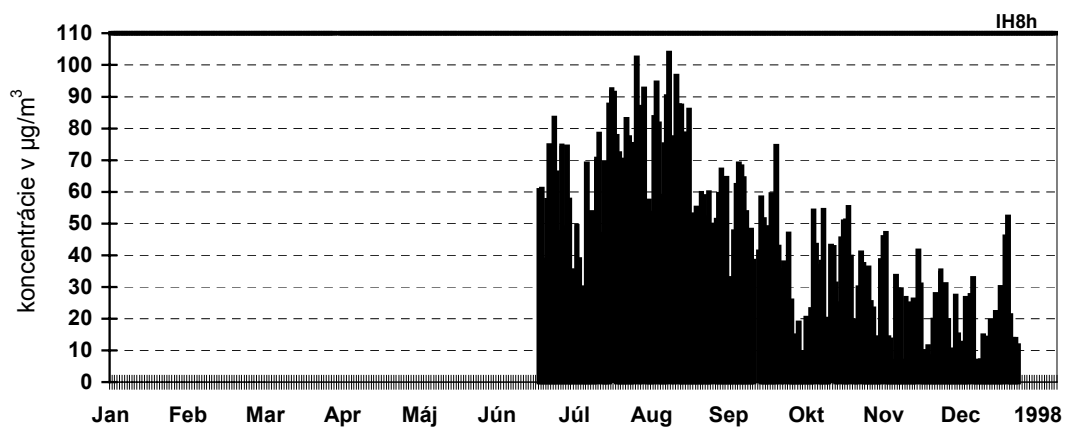
Obr.2.108

Veľká Ida



Obr.2.109

Prešov - Solivar

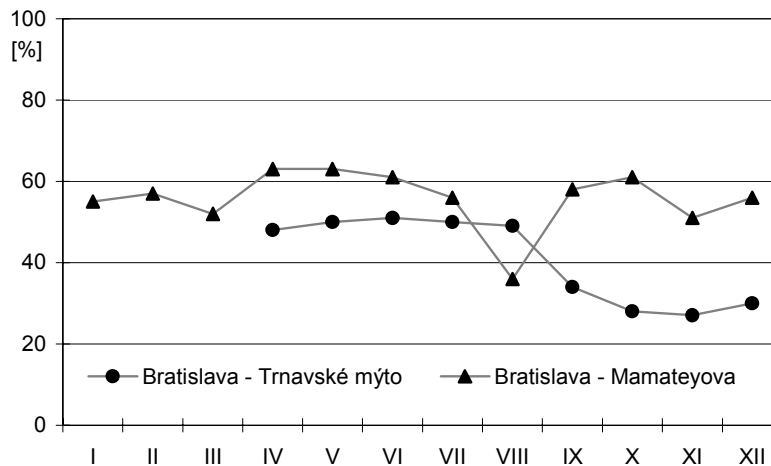


- priem. 8-hod. koncentrácie

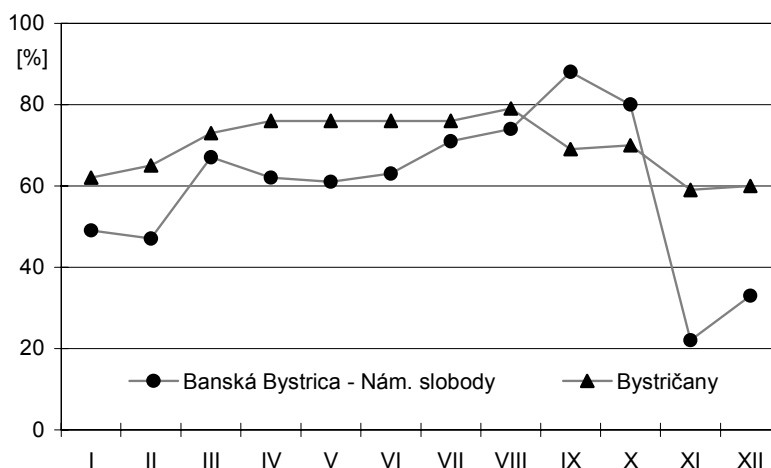
Pomer objemových koncentrácií NO₂/NO_x

Na obrázkoch 2.110-2.112 je znázornený pomer objemových koncentrácií NO₂/NO_x v roku 1998 pre vytypované lokality s rozdielnou frekvenciou a skladbou automobilovej dopravy.

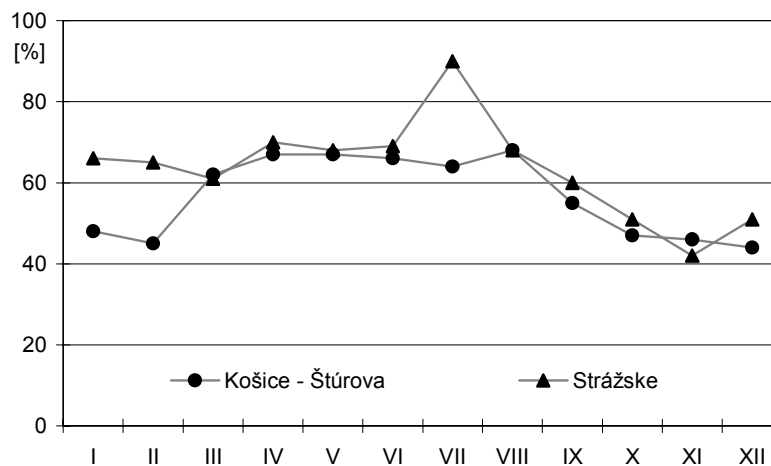
Obr. 2.110



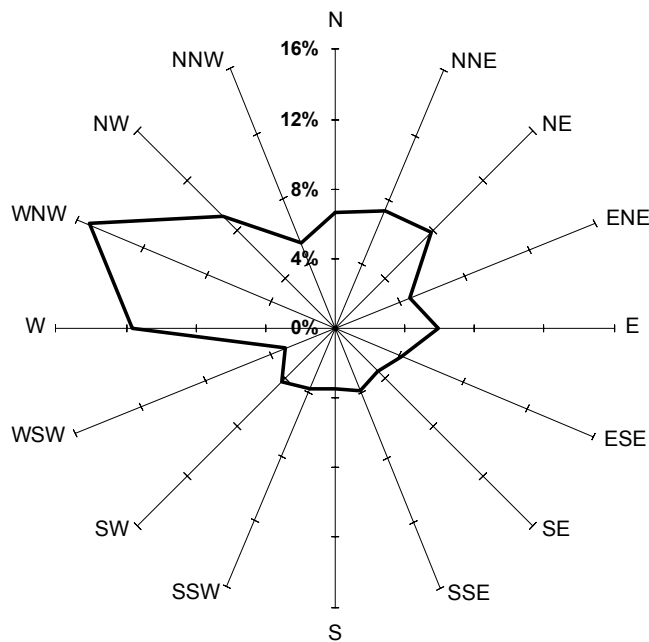
Obr. 2.111



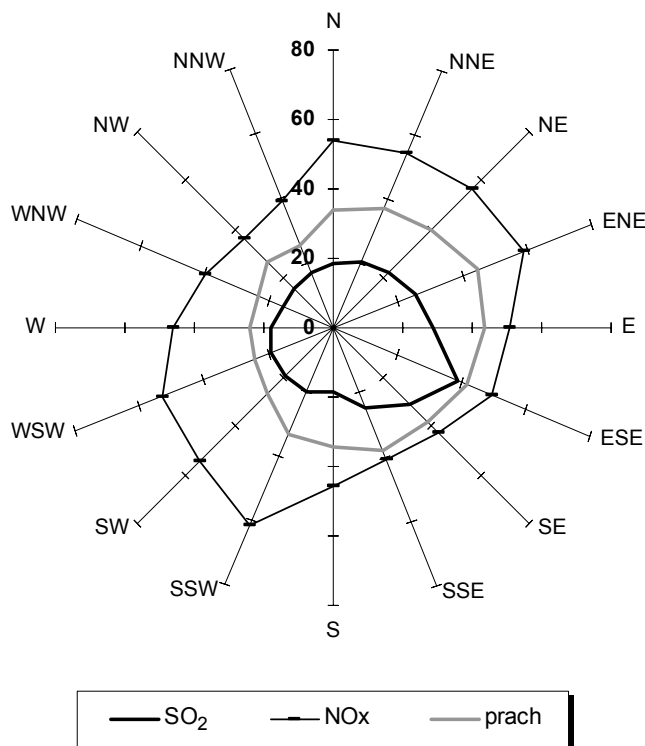
Obr. 2.112



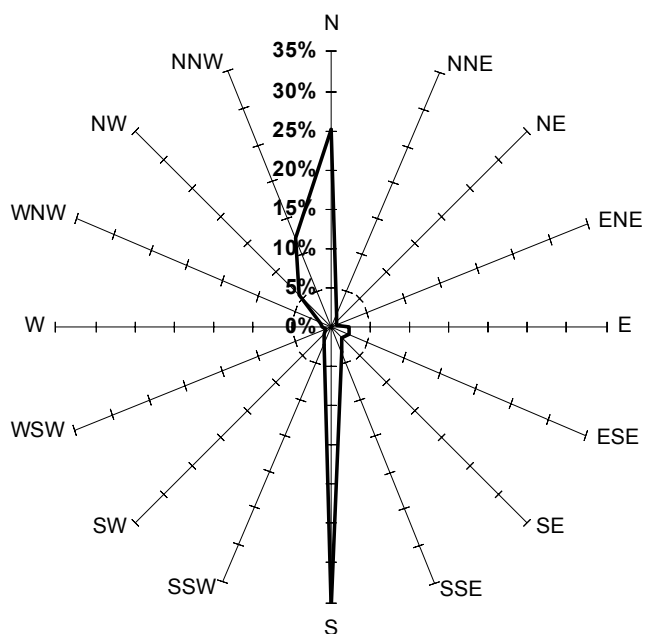
Veterná ružica - Bratislava 1998



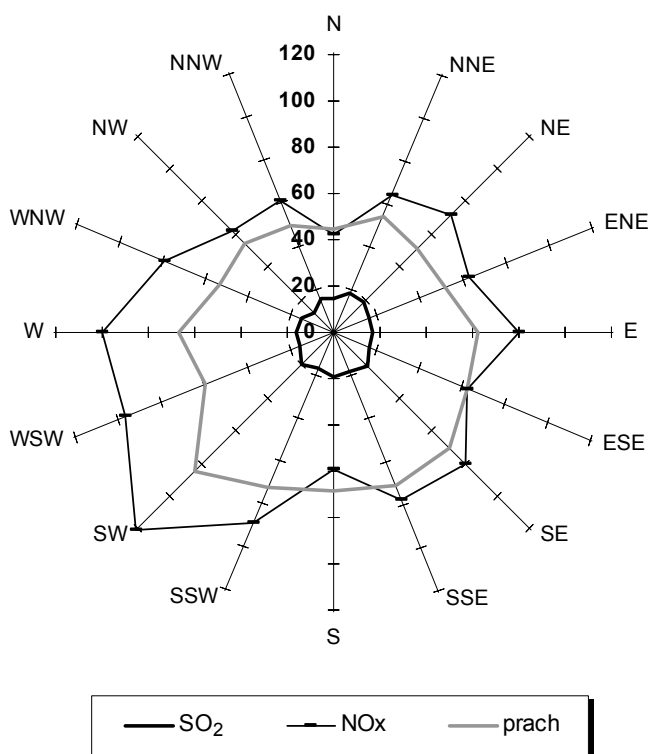
Koncentračná ružica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Kamenné námestie 1998



Veterná ružica - Košice 1998



Koncentračná ružica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Košice - Štúrova 1998



Tab. 2.4 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1998

Západoslovenský región		Bratislava			
		Mamateyova	Trnavské mýto		Kamenné nám.
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	56,3	102,8*	44,3	48,3*
	SO ₂	16,2	16,5	19,1	20,7
	Prach	49,2	39,0	35,8	32,1
	H ₂ S	3,1	2,0	5,0	
	CO	949,0	1 199,9		
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	111	262	106	98
	SO ₂	37	34	40	46
	Prach	85	75	67	63
	H ₂ S	4	3	10	
	CO	1 853	2632		
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	134	342	135	112
	SO ₂	42	38	46	56
	Prach	104	91	82	71
	H ₂ S	4	4	11	
	CO	1 981	3 229		
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	224	448	271	147
	SO ₂	133	63	86	72
	Prach	136	191	176	110
	H ₂ S	5	5	20	
	CO	2 685	3 979		
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	890	987	930	414
	SO ₂	494	209	233	285
	Prach	442	502	297	515
	H ₂ S	13	9	51	
	CO	6 813	8 439		

* 50-75% meraní

Tab. 2.5 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1998

Stredoslovenský región		Banská Bystrica		Ružomberok		Žiar nad Hronom	Lovčica	Lovča	Martin
		Nám. slobody	Sásová	Sihot'	Polík				
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	72,5	49,8	-	59,4	27,3	12,9*	20,0	32,7
	SO ₂	24,0	11,6	-	18,6	17,7	20,8	16,1	24,8
	Prach	45,4	64,1	-		37,9	26,6		42,0
	H ₂ S			-	4,6				
	CO	335,8							
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	206	117	-	100	69	31	46	78
	SO ₂	48	26	-	46	41	53	38	53
	Prach	90	143	-		75	64		85
	H ₂ S			-	7				
	CO	972							
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	230	150	-	134	77	33	52	94
	SO ₂	60	30	-	53	47	61	47	62
	Prach	105	174	-		92	77		111
	H ₂ S			-	9				
	CO	1 305							
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	361	182	-	214	164	46	83	148
	SO ₂	85	47	-	99	61	86	78	159
	Prach	125	514	-		120	157		185
	H ₂ S			-	12				
	CO	1 884							
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	1245	453	-	476	365	114	269	401
	SO ₂	290	122	-	179	204	270	253	440
	Prach	573	994	-		342	665		988
	H ₂ S			-	54				
	CO	6 859							

* 50-75% meraní - stanica nemerala

Tab. 2.6 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1998

Stredoslovenský región		Prievidza	Bystričany	Handlová	Žilina		Hnúšťa	Jelšava
					Veľká Okružná	Vlčince		
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	57,6	25,3	30,6	73,6	45,1	40,2	26,3
	SO ₂	30,9	23,3	29,7	18,6	16,0	9,6	8,9
	Prach	49,0	40,0	32,1	52,4	57,0	43,3	63,5
	H ₂ S					3,1		
	CO				738,7			
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	155	56	68	175	121	77	58
	SO ₂	71	63	79	52	51	26	17
	Prach	101	95	67	110	110	80	137
	H ₂ S					8		
	CO				1 946			
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	183	71	84	203	134	123	70
	SO ₂	89	73	98	61	54	31	21
	Prach	119	100	79	135	145	103	173
	H ₂ S					8		
	CO				2 267			
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	253	106	114	415	307	113	114
	SO ₂	123	120	195	113	109	124	127
	Prach	161	279	94	194	193	149	208
	H ₂ S					13		
	CO				3 761			
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	849	204	385	2 033	665	416	260
	SO ₂	773	807	734	974	552	295	144
	Prach	495	997	564	500	407	499	825
	H ₂ S					22		
	CO				19 362			

Tab. 2.7 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1998

Východoslovenský región		Košice					Rudňany
		Štúrova	Strojárska	Podhradová	Galaktická	Veľká Ida	
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	59,5	57,2*	39,9*	43,0	43,1	27,6
	SO ₂	16,7	19,8	18,4*	27,7	19,6	26,8
	Prach	57,8		35,1	35,5	58,6*	35,8
	H ₂ S						
	CO	634,9				2 716,5	
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	140	139	70	87	93	57
	SO ₂	35	41	39	62	41	53
	Prach	109		81	76	117	76
	H ₂ S						
	CO	1 762				4 320	
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	156	168	79	90	107	62
	SO ₂	40	48	47	71	44	61
	Prach	138		92	86	151	94
	H ₂ S						
	CO	2 267				4 397	
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	255	365	118	134	194	108
	SO ₂	66	104	92	79	69	94
	Prach	237		159	130	251	118
	H ₂ S						
	CO	3 438				4 858	
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	711	926	348	306	421	176
	SO ₂	151	227	208	197	220	193
	Prach	500		499	367	786	720
	H ₂ S						
	CO	7 271				6 456	

* 50-75% meraní

Tab. 2.8 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] vyhodnotené za obdobie 1.1.- 31.12.1998

Východoslovenský región		Strážske	Prešov		Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou
			Solivar	Sídliisko III			
Priemerná ročná koncentrácia	NO _x	28,8	49,6*	47,2	36,1	22,3	32,3
	SO ₂	18,8	21,1*	26,5	36,8	13,7	15,1
	Prach	32,7	41,5*	38,5	40,0	33,1	34,3
	H ₂ S						
	CO		348,8*				
95-percentil z denných koncentrácií	NO _x	55	125	87	89	48	67
	SO ₂	55	60	57	95	30	34
	Prach	64	74	77	86	66	70
	H ₂ S						
	CO		918				
95-percentil z 30-min. koncentrácií	NO _x	64	167	108	94	51	83
	SO ₂	60	61	59	108	35	36
	Prach	73	96	88	106	78	82
	H ₂ S						
	CO		1 237				
Maximálna denná koncentrácia	NO _x	81	205	164	110	71	126
	SO ₂	97	112	113	181	67	69
	Prach	94	140	141	160	107	149
	H ₂ S						
	CO		1 527				
Maximálna 30-min. koncentrácia	NO _x	307	826	800	193	118	472
	SO ₂	246	174	209	1 310	242	176
	Prach	387	317	439	552	555	696
	H ₂ S						
	CO		6 492				

* 50-75% meraní

Tab. 2.9 Priemerné ročné koncentrácie ťažkých kovov v polietavom prachu v roku 1998

	Stanica	Pb [ng/m³]	Cd [ng/m³]
Bratislava	Koliba	19	0,5
	Kamenné nám.	40	0,6
	Trnavské mýto	32	0,6
	Turbínová	23	0,6
	Lachova	32	0,6
Banská Bystrica	Nám. slobody	18	1,2
Horná Nitra	Prievidza	10	0,3
	Handlová	20	0,7
Žilina	Veľká Okružná	16	0,6
Žiar nad Hronom	Žiar nad Hronom	20	0,6
	Hliník nad Hronom	13	0,5
Ružomberok	Sihoť	28	0,9
Košice	Strojárske	62	1,6
Veľká Ida		158	3,1
Krompachy		491	9,9

Tab. 2.10 Indexy znečistenia ovzdušia za rok 1998

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

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 a v Košiciach boli vo vybraných lokalitách vyhodnotené koncentračné ružice pre oxid siričitý, oxidy dusíka a tuhé častice.

Západoslovenský región

V roku 1998 boli na západnom Slovensku v prevádzke 4 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 staniaciach umiestnených v blízkosti ciest s hustou dopravou dlhodobo prekračujú imisné limity. Z lokalít je úroveň znečistenia oxidmi dusíka najvyššia v oblasti Trnavské mýto, kde viac ako 40% dní v roku bol prekračovaný denný imisný limit IH_d . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým je relatívne nízke a priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozsahu od $16,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Mamateyova) do $20,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Kamenné námestie). Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým má sezónny chod s maximálnymi koncentraciami v zimnom období. Celkovo bola úroveň znečistenia ovzdušia oxidom siričitým v roku 1998 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 Mamateyovej, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu $49,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Koncentrácie oxidu uhoľnatého ani na jednej z dvoch monitorovacích staníc neprekročili imisné limity. Pokiaľ ide o prevládajúce smery vetra je mesto priaznivo situované vzhľadom na najväčšie zdroje emisií najmä SO_2 . Z koncentračnej ružice je vidieť, že pri juho-juhovýchodnom prúdení, ktoré sa vyskytlo približne v 4% prípadov, bola priemerná koncentrácia SO_2 na Kamennom námestí okolo $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Stredoslovenský región

V roku 1998 bolo na strednom Slovensku v činnosti 14 AMS, ktoré sú rozmiestnené v oblastiach s vysokou úrovňou znečistenia ovzdušia patriacich do zoznamu zaťažených území.

Oblasť

Banská Bystrica

Stanica Nám. slobody sa nachádza v centre mesta, v oblasti značne exponovanej exhalátmi z automobilovej dopravy, priemyselných a komunálnych zdrojov. Denné koncentrácie oxidov dusíka na stanici Nám. slobody prekračovali hodnotu IH_d 22 % dní v roku. Značné bolo aj znečistenie ovzdušia polietavým prachom na stanici Sásová, ročná koncentrácia $64,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekračuje imisný limit IH_r . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým nepresiahlo hygienické limity ani v jednom ukazovateli, ročné koncentrácie sa pohybovali od $11,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Sásová) do $24,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Nám. slobody). Obdobne aj úroveň znečistenia ovzdušia oxidom uhoľnatým bola pod prípustnými imisnými limitmi. Hodnoty indexu znečistenia ovzdušia 3,0 (Nám. slobody) a 2,4 (Sásová) dokumentujú, že ide o lokalitu s vysokým stupňom znečistenia, na ktorom má najväčší podiel znečistenie ovzdušia oxidmi dusíka a tuhými látkami.

Ružomberok

V lokalite mesta sú inštalované 2 AMS, ktoré monitorujú aj H_2S ako indikátor emisií sírnych zlúčenín z technológie SCP. Z technických príčin bola v roku 1998 odstavená stanica Sihot'. Okrem zápachových látok sa na celkovom znečistení mesta najvýraznejšie podieľajú oxidy dusíka. V lokalite Polík 5% priemerných denných koncentrácií oxidov dusíka prekročilo hodnotu IH_d . Celoročný priemer $59,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je pod limitnou hodnotou IH_r . Namerané koncentrácie H_2S naproti tomu výraznejšie neprevyšujú úroveň nameranú v ostatných oblastiach Slovenska. Priemerná ročná koncentrácia H_2S bola v lokalite Polík $4,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Žiar nad Hronom

V oblasti sú prevádzkované 3 AMS. Stanice sú orientované tak, aby monitorovali hlavný zdroj znečistenia v oblasti Závod SNP, a. s.. Hlavným cieľom je zhodnotenie úrovne znečistenia ovzdušia pred zavedením a po zavedení novej technológie výroby hliníka v ZSNP, a. s.. Relatívne vyššiu úroveň znečistenia dosahuje v Žiari nad Hronom prašnosť, kde priemerná ročná koncentrácia dosiahla hodnotu $37,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Lokalita Žiar nad Hronom je klasifikovaná stredným stupňom znečistenia. Úroveň znečistenia všetkých škodlivín v Lovčici je nízka a podľa hodnoty IZO patrí medzi mierne znečistené oblasti.

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. Ďalšia stanica monitoruje kvalitu ovzdušia v Prievidzi, kde sa vyskytla najvyššia priemerná ročná koncen-

trácia polietavého prachu ($49,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Lokalita je výraznejšie znečistená oxidmi dusíka, 14% dní v roku bola prekročená imisná hodnota IH_d . V Bystričanoch a v Handlovej je úroveň znečistenia pod hodnotami imisných limitov. Podľa indexovej klasifikácie patria uvedené lokality medzi stredne znečistené (Handlová a Bystričany) s indexom znečistenia IZO_d 1,6 a Prievidza medzi lokality s veľkým stupňom znečistenia ($\text{IZO}_d=2,8$).

Žilina

V oblasti sú umiestnené 2 AMS. Stanica Veľká Okružná monitoruje úroveň znečistenia ovzdušia v centre mesta a druhá je umiestnená v blízkosti priemyselnej zóny mesta na sídlisku Vlčince. Najväčší podiel na znečistení majú oxidy dusíka, ktorých denné koncentrácie prekračovali imisný limit na stanici Veľká Okružná v 17,4% a v lokalite Vlčince v 7,4% dní v roku. Značné je aj znečistenie ovzdušia polietavým prachom a na obidvoch staniciach boli priemerné ročné koncentrácie len o niečo nižšie ako imisný limit IH_r . Znečistenie oxidom siričitým je podstatne nižšie. Podľa indexovej klasifikácie patria tieto stanice do skupiny s veľkým 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. Avšak ani pri tejto škodlivine sa nezaznamenalo prekročenie imisného limitu. Relatívne najnižšie je znečistenie ovzdušia oxidom siričitým s priemernou ročnou koncentráciou $9,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnota indexu znečistenia 1,5 klasifikuje oblasť ako stredne znečistenú. Na celkovej úrovni znečistenia ovzdušia sa v Jelšave najvýraznejšie podieľa vysoká prašnosť. Priemerná ročná koncentrácia prachu $63,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prekračuje imisný limit IH_r . Priemerná ročná koncentrácia oxidu siričitého dosahuje najnižšiu úroveň na Slovensku, $8,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Celkovo patrí oblasť medzi stredne znečistenú s indexom znečistenie 1,6.

Východoslovenský región

Na východnom Slovensku bolo v roku 1998 v prevádzke 12 AMS. Z nich 4 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 Štúrova, kde viac ako 12% dní v roku bol prekračovaný denný imisný limit IH_d . Znečistenie ovzdušia oxidom siričitým je relatívne nízke a priemerné ročné koncentrácie sa pohybovali v rozsahu od $16,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Štúrova) do $27,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Galaktická). 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 $58,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podľa indexovej klasifikácie patria jednotlivé lokality medzi veľmi znečistené (Štúrova) a stredne znečistené (Veľká Ida, Podhradová a Galaktická).

Prešov Krompachy Strážske Vranov n. Topľou Humenné

Podľa indexu znečistenia ovzdušia bola dosiahnutá hodnota indexu pre veľký stupeň znečistenia len v lokalitách Krompachy a Prešov. Ostatné lokality patria podľa klasifikácie IZO medzi mierne znečistené oblasti. Z uvedených lokalít boli prekročené imisné limity IH_d len v Prešove (Solivar), a to u oxidov dusíka v 14,5% dní v roku. V lokalitách Strážske, Humenné, a Vranov nad Topľou nedochádzalo k prekročovaniu 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 $32,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Strážske) do $41,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Prešov). Úroveň znečistenia oxidom siričitým je značne nízka a okrem Prešova a Krompách sa priemerné ročné koncentrácie pohybujú okolo $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Zhodnotenie

V roku 1998 sa na Slovensku monitorovalo znečistenie ovzdušia v 30 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 IH_k a IH_d v priebehu roka prekročené viac ako 5% prípadov v roku, je takéto:

Oxid siričitý

V porovnaní s minulým rokom bol zaznamenaný celkový pokles znečistenia ovzdušia oxidom siričitým. Zmeny mali celoplošný charakter a preto boli pravdepodobne zapríčinené celkovou tendenciou znižovania emisií oxidu siričitého do ovzdušia. Na celom Slovensku sa nevyskytol prípad prekročenia imisného limitu a najvyššia priemerná ročná koncentrácia $36,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Krompachy) je hlboko pod imisným limitom.

Oxidy dusíka

Krátkodobý imisný limit IH_k bol prekročený v oblastiach Bratislava (Trnavské mýto), Banská Bystrica (Nám. slobody) a Žilina (Veľká Okružná). Imisný limit IH_d bol výraznejšie prekročený v Bratislave (Trnavské mýto, Turbínová a Mamateyova), v Banskej Bystrici (Nám. slobody, Sásová), v Prievidzi, v Žiline (Veľká Okružná, Vlčince), v Ružomberku (Polík), v Prešove (Solivar) a v Košiciach (Štúrova). Priemerné ročné koncentrácie prekročili imisnú hodnotu IH_r len v Bratislave na stanici Trnavské mýto.

Polietavý prach

Krátkodobý imisný limit IH_k a IH_d nebol prekročený ani v jednej lokalite na Slovensku. Znečistenie ovzdušia polietavým prachom nad úroveň imisného limitu IH_r sa vykytlo len v Banskej Bystrici v lokalite Sásová.

Spomedzi 27 vyhodnotených lokalít Slovenska, podľa indexovej klasifikácie znečistenia ovzdušia, 10 patrí medzi oblasti s veľkým znečistením, čo je mierne zníženie v porovnaní s predchádzajúcim rokom.

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 2.11 je vyhodnotený výskyt a doba 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 47. 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: 114 prípadov výskytu signálu Upozornenie, 15 prípadov výskytu signálu Reg.1 a 3 prípady výskytu signálu Reg.2. Počet prípadov prekročenia osobitných limitov bol u ostatných škodlivín podstatne nižší. U oxidu siričitého sa vyskytlo 13 prípadov prekročenia signálu Upozornenie a v jednom prípade bola prekročená úroveň znečistenia pre signál Regulácia 1. Iba v oblastiach Banská Bystrica a Bystričany sa vyskytli prípady prekročenia 24 hodinových koncentrácií „ SO_2 a 2x prach“. Z toho bolo 5 prípadov na úrovni zodpovedajúcej signálu Upozornenie a 2 prípady na úrovni Regulácia 1. 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.

Tab. 2.11 Výskyt a doba trvania znečistenia na úrovni "Upozornenie" (Up) a "Regulácia" (Reg. 1 a Reg. 2) pre jednotlivé škodliviny v roku 1998

Stanica / škodliví	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	7	3	0	0	0	0	0	0	0	20,5	4	0	0	0	0	0	0	0
BA Trnavské mýto	32	0	0	3	0	0	0	0	0	158,5	0	0	5	0	0	0	0	0
BA Turbínová	8	0	0	0	0	0	0	0	0	15,5	0	0	0	0	0	0	0	0
BA Kamenné nám.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	47	3	0	3	0	0	0	0	0	195	4	0	5	0	0	0	0	0
BB Nám. slobody	21	0	0	6	0	0	1	0	0	72,5	0	0	14	0	0	1	0	0
BB Sásová	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	27,5	0	0	19,5	0	0	0
Suma	21	0	4	6	0	2	1	0	0	72,5	0	27,5	14	0	19,5	1	0	0
RK Polík	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
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lovčica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lovča	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
Prievidza	9	2	0	0	0	0	0	0	0	27	1,5	0	0	0	0	0	0	0
Bystričany	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	0	0	0	0	0	0
Handlová	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
Suma	9	4	1	0	0	0	0	0	0	27	7,5	13,5	0	0	0	0	0	0
ZA Veľká Okružná	18	1	0	5	0	0	2	0	0	49,5	1,5	0	7,5	0	0	6	0	0
ZA Vičince	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	20	1	0	5	0	0	2	0	0	58,5	1,5	0	8	0	0	6	0	0
Martin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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
Jelšava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Štúrova	6	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Strojársená	7	0	0	1	0	0	0	0	0	26	0	0	1	0	0	0	0	0
KE Podhradová	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KE Galaktická	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veľká Ida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	13	0	0	1	0	0	0	0	0	37	0	0	1	0	0	0	0	0
PO Sídliisko III.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
PO Solivar	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Suma	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Rudňany	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Krompachy	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0	1,5	0	0	0	0
Suma	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0	2	0	0	0	0
Strážske	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vranov	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 SMERNICE ES Č. 80/799/EEC

Rada Európskych spoločenstiev (ES) v smernici č. 80/799/EEC v znení smernice č. 89/427/EEC stanovila kritériá prípustného znečistenia ovzdušia pre oxid siričitý pri zohľadnení úrovne znečistenia prachom. Ďalej stanovila samostatné limitné hodnoty pre prach a oxidy dusíka. Imisné limity pre prach a oxid siričitý predstavujú štatistické charakteristiky vyhodnotených z denných súborov koncentrácií. Imisný limit pre oxidy dusíka je 98-percentil vyhodnotený z hodinových koncentrácií. V súlade so smernicou ES sa vyhodnotili štatistické charakteristiky pre ročné obdobie (1.4.1998-31.3.1999) a pre zimný polrok (1.10.1998-31.3.1999).

Štatistické charakteristiky sú uvádzané v tabuľkovej forme a boli spracované pre všetky monitorovacie stanice na Slovensku. Hlavným cieľom spracovania je možnosť vzájomného porovnania úrovne znečistenia na Slovensku s krajinami, ktoré hodnotia úroveň znečistenia ovzdušia podľa smernice ES.

Ani na jednej stanici neboli prekročené limitné hodnoty ES pre oxid siričitý a prach. Limitná hodnota pre oxidy dusíka je $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Na Slovensku bol tento imisný limit prekračovaný na viacerých staniciach. Najvyššia dosiahnutá hodnota na Slovensku bola na stanici Sásová v Banskej Bystrici ($334 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), čo je viac ako 1,5 násobné prekročenie limitu. Z ostatných lokalít sú najviac znečistené Bratislava (Trnavské mýto), Banská Bystrica (Nám. slobody) a Košice (Strojárska).

Tab. 2.12 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] podľa kritérií ES

Západoslovenský región			Bratislava			
			Mamateyova	Trnavské mýto	Turbínová	Kamenné nám.
Obdobie od 1.4.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	17,1	18,7	16,6	20,2
		NO _x	55,4	114,0	44,3	51,3
		Prach	43,9	41,8	34,3	34,4
	50-percentil	SO ₂	12	17	13	17
		NO _x	50	92	32	47
		Prach	40	37	28	31
	95-percentil	SO ₂	47	38	36	44
		NO _x	110	274	115	103
		Prach	73	79	69	69
	98-percentil	SO ₂	60	46	46	57
		NO _x	136	319	157	122
		Prach	85	100	90	78
Od 1.10.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	20,8	23,1	18,4	24,0
		NO _x	66,6	150,2	57,6	63,4
		Prach	39,6	45,0	26,9	38,7
	50-percentil	SO ₂	14	22	15	21
		NO _x	60	134	45	58
		Prach	38	43	24	37
	95-percentil	SO ₂	53	45	43	52
		NO _x	131	319	143	120
		Prach	64	84	47	73

Tab. 2.13 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] podľa kritérií ES

Stredoslovenský región			Banská Bystrica		Ružomberok		Žiar nad Hronom	Lovčica	Lovča	Martin
			Nám.slobody	Sásová	Síhot'	Polík				
Obdobie od 1.4.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	24,8	10,9	-	19,0	17,0	18,3	15,8	24,0
		NO _x	68,3*	45,9	-	53,6	25,7	13,3	18,8	35,3
		Prach	45,5	85,5	-		41,3	34,0		40,9
	50-percentil	SO ₂	23	8	-	14	13	14	13	18
		NO _x	45	34	-	50	20	11	15	27
		Prach	41	66	-		37	26		36
	95-percentil	SO ₂	49	25	-	48	41	51	41	66
		NO _x	209	112	-	90	66	31	49	96
		Prach	89	229	-		78	81		81
	98-percentil	SO ₂	62	31	-	65	51	59	54	109
		NO _x	298	334	-	115	86	37	66	116
		Prach	105	278	-		99	110		99
Od 1.10.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	30,0	14,4	-	26,3	23,9	24,3	22,4	32,9
		NO _x	119,6*	62,6	-	48,7	34,6	15,7	27,4	46,8
		Prach	50,0	122,0	-		47,5	46,3		43,5
	50-percentil	SO ₂	28	12	-	20	20	19	17	21
		NO _x	87	56	-	43	28	13	23	37
		Prach	43	106	-		46	42		40
	95-percentil	SO ₂	53	29	-	58	49	55	52	100
		NO _x	304	125	-	111	80	34	64	115
		Prach	101	274	-		94	100		84

* 50-75% meraní - stanica nemerala

Tab. 2.14 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] podľa kritérií ES

Stredoslovenský región			Prievidza	Bystričany	Handlová	Žilina		Hnúšťa	Jelšava
						Veľ. Okružná	Vičince		
Obdobie od 1.4.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	31,4	29,9	34,0	17,2	18,6	11,3	9,3
		NO _x	47,5	28,6	33,9	68,0	45,6	35,8	25,0
		Prach	54,2	49,7	33,9	49,0	50,5	44,0	63,8
	50-percentil	SO ₂	19	14	22	11	10	6	8
		NO _x	35	23	28	58	34	33	20
		Prach	46	38	30	44	48	42	57
	95-percentil	SO ₂	73	65	84	52	66	33	18
		NO _x	132	68	81	142	113	68	59
		Prach	113	115	70	93	92	80	137
	98-percentil	SO ₂	121	105	160	62	78	46	25
		NO _x	158	82	108	182	144	74	67
		Prach	133	133	86	121	103	89	158
Od 1.10.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	41,8	46,2	51,6	27,3	32,0	19,5	10,6
		NO _x	57,5	38,5	42,9	84,0	63,4	39,4	33,1
		Prach	69,4	69,7	36,6	52,1	46,9	47,2	76,3
	50-percentil	SO ₂	27	27	36	23	28	17	10
		NO _x	46	34	36	72	53	38	29
		Prach	62	62	32	44	42	45	72
	95-percentil	SO ₂	117	92	135	60	74	41	18
		NO _x	153	80	97	176	133	69	65
		Prach	132	130	79	101	94	82	148

Tab. 2.15 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] podľa kritérií ES

Východoslovenský región			Košice					Rudňany
			Štúrova	Strojárska	Podhradová	Galaktická	Veľká Ida	
Obdobie od 1.4.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	17,6	21,9	23,4	22,8	21,2	28,2
		NO _x	57,5	68,8	42,5	34,8	45,3	28,8
		Prach	56,4		34,8	34,5	60,9	43,8
	50-percentil	SO ₂	14	17	21	16	18	25
		NO _x	47	52	39	28	40	24
		Prach	52		30	30	52	31
	95-percentil	SO ₂	42	50	50	57	47	58
		NO _x	116	160	78	75	95	60
		Prach	108		74	70	139	130
	98-percentil	SO ₂	53	68	73	75	56	80
		NO _x	135	209	108	104	112	73
		Prach	145		99	85	167	183
Od 1.10.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	23,9	29,2	30,3	22,3	24,0	35,7
		NO _x	74,5	93,1	48,6	40,0	55,4	35,3
		Prach	60,6		38,7	37,3	63,3	55,9
	50-percentil	SO ₂	20	25	26	19	20	33
		NO _x	66	81	44	33	50	33
		Prach	53		34	31	54	41
	95-percentil	SO ₂	47	63	64	53	55	78
		NO _x	134	193	93	97	100	62
		Prach	126		77	74	146	176

Tab. 2.16 Štatistické charakteristiky znečistenia ovzdušia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] podľa kritérií ES

Východoslovenský región			Strážske	Prešov		Krompachy	Humenné	Vranov nad Topľou
				Sídliisko III	Solivar			
Obdobie od 1.4.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	15,4	24,7	25,2	27,4	13,9	15,8
		NO _x	21,3	46,9	52,8	48,2	19,8	30,0
		Prach	31,7	39,7	45,3*	39,3	31,2	33,4
	50-percentil	SO ₂	12	19	19	20	11	12
		NO _x	21	41	43	47	17	26
		Prach	29	35	41	34	28	29
	95-percentil	SO ₂	32	60	66	76	33	37
		NO _x	33	89	129	97	37	57
		Prach	60	81	92	89	58	64
	98-percentil	SO ₂	36	88	88	96	43	63
		NO _x	40	S	156	104	40	73
		Prach	67	92	107	108	67	76
Od 1.10.1998 do 31.3.1999	Priemerná koncentrácia	SO ₂	21,5	31,6	31,7	32,1	18,4	21,7
		NO _x	16,3	56,2	67,6	82,2	24,2	33,6
		Prach	32,0	43,1	48,5	44,0	30,6	33,3
	50-percentil	SO ₂	22	23	25	23	15	17
		NO _x	15	49	57	83	22	29
		Prach	30	37	43	38	28	30
	95-percentil	SO ₂	35	88	81	78	41	61
		NO _x	29	112	139	102	39	62
		Prach	56	86	101	103	58	64

* 50-75% meraní

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 1993-1998

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.

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

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

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

Dlhodobé a krátkodobé charakteristiky prízemného ozónu na Slovensku v rokoch 1993-1998

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 1998 boli zastavené merania ozónu na staniach Ružomberok a Senica. Vo väčšine staníc sa na meranie koncentrácie prízemného ozónu používajú analyzátory O₃ amerických firiem Thermoelectron a MLU. Všetky prístroje pracujú na princípe absorpcie UV žiarenia. V roku 1994 bol na SHMÚ inštalovaný sekundárny národný štandard a začali sa robiť pravidelné kontroly staníc pomocou prenosného kalibrátora. Sekundárny štandard SHMÚ sa 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.

Ročné priemery koncentrácie prízemného ozónu na Slovensku v znečistených mestských a priemyselných polohách sa v roku 1998 pohybovali v intervale 30-40 µg.m⁻³ (tab.3.3). Na ostatnom území od 40 do 80 µg.m⁻³, hlavne v závislosti od nadmorskej výšky. Najvyššie ročné priemerné koncentrácie prízemného ozónu v roku 1998 mala vrcholová stanica Chopok (80 µg.m⁻³). Súvisí to s dominantným vplyvom ozónu vo voľnej troposfére na koncentráciu ozónu vyšších vrcholových polôh. Na celom území Slovenska (s výnimkou mestských polôh) je v každom roku pravidelne prekračovaná kritická hodnota 50 µg.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, ako boli roky 1993, 1997 a čiastočne aj rok 1998.

Tab. 3.2 Počet chýbajúcich denných priemerov koncentrácie prízemného ozónu [%] v rokoch 1993-1998

Stanica	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Banská Bystrica	10,7	47,1	10,1	19,1	5,1	2,4
Bratislava-Koliba	*	*		14,8	32,1	27,8
Bratislava-Petržalka	5,8	16,7	4,1	8,5	9,7	5,8
Bratislava-Trnavské mýto	23,0	–	–	–	–	–
Hnúšťa	18,4	48,5	1,1	1,5	3,0	7,2
Humenné	*	20,5	32,3	–	32,3	1,7
Chopok	*	*	21,9	41,5	17,4	42,7
Jelšava	*	*	*	*	*	0,6
Košice-Podhradová	7,9	35,9	80,8	14,7	11,1	21,0
Martin	*	*	*	0,2	18,5	0,9
Prievidza	35,1	38,4	16,2	30,3	43,2	10,2
Ružomberok	16,4	–	2,2	0,6	32,9	–
Senica	*	9,6	0,5	3,0	14,2	–
Stará Lesná	15,3	13,7	6,8	14,6	11,5	9,2
Starina	*	24,4	5,8	5,3	13,4	8,4
Svit	*	21,1	8,8	12,2	–	–
Šaľa	*	13,2	2,2	6,6	–	–
Topoľníky	*	9,6	1,9	51,9	19,5	58,5
Žiar nad Hronom	16,2	43,0	20,8	2,7	2,6	2,3
Žilina	34,5	2,2	7,9	1,0	5,1	4,6

* 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 1993-1998

Stanica	1993		1994		1995		1996		1997		1998	
	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO	RP	PVO
Banská Bystrica	35	66	34	68	38	76	28	58	35	80	42	83
Bratislava-Koliba	*	*	*	*	*	*	51	64	78	97	55	78
Bratislava-Petržalka	53	79	58	96	42	65	30	47	29	52	30	47
Bratislava-Trnavské mýto	12	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hnúšťa	44	67	41	78	50	88	46	82	40	89	39	82
Humenné	*	*	54	83	49	86	–	–	52	85	57	91
Chopok	*	*	*	*	91	102	86	90	78	82	80**	84
Jelšava	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	50	75
Košice-Podhradová	16	23	32	55	–	–	55	79	43	66	40	62
Martin	*	*	*	*	*	*	49	75	47	86	49	91
Prievidza	52	77	58	100	37	57	26	39	40	62	35	67
Ružomberok	11	15	–	–	55	88	34	50	37	64	–	–
Senica	*	*	40	61	48	78	55	83	49	80	–	–
Stará Lesná	63	90	66	96	69	97	68	94	48	70	49	73
Starina	*	*	57	78	54	73	62	82	53	72	56	76
Svit	*	*	68	97	60	86	66	95	–	–	–	–
Šaľa	*	*	61	93	47	77	51	76	–	–	–	–
Topoľníky	*	*	56	91	50	79	76	90	31	49	43**	78
Žiar nad Hronom	45	65	58	95	48	71	54	80	48	85	47	84
Žilina	49	66	44	74	39	70	30	51	39	72	41	84

RP ročný priemer

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

* meranie ozónu zavedené neskôr

– stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

** 50-75 % meraní

Obrázok 3.1 znázorňuje sezónnu zmenu priemerných denných koncentrácií ozónu v Starej Lesnej v rokoch 1992-1998. 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 je znázornený na obrázku 3.2. Obrázok dokumentuje, že priemerná úroveň maximálnych denných hodnôt koncentrácie ozónu vo fotochemicky priaznivých rokoch 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 1993-1998 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 1998 bol tento limit niekoľkokrát prekročený na šiestich staniciach (tab. 3.4).

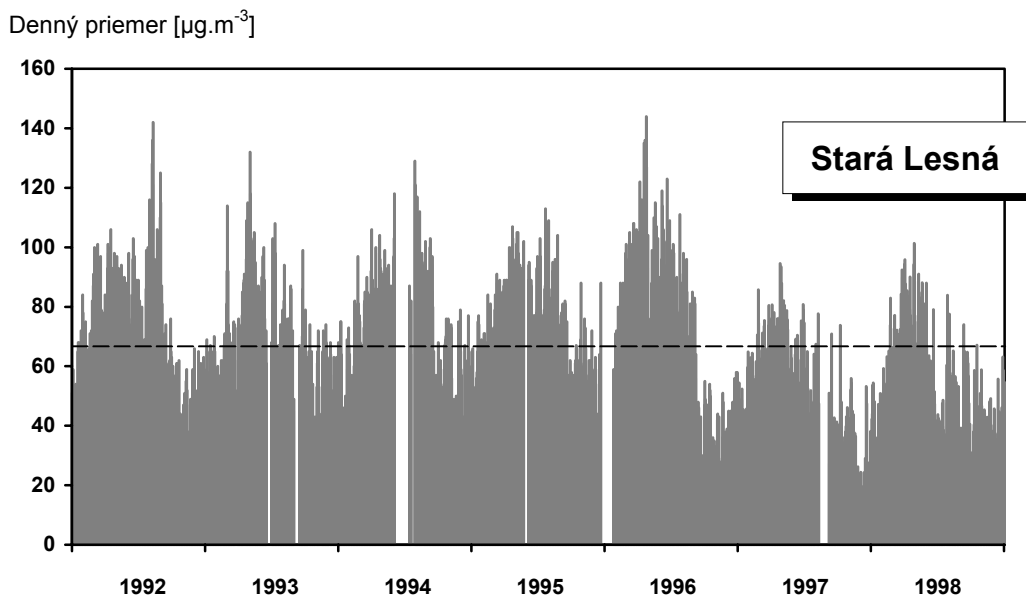
Tab. 3.4 Počet prekročení krátkodobých imisných limitov ozónu (IH) pre varovanie a informáciu obyvateľstva v rokoch 1993-1998

Stanica	IH _{1h} = 360 µg.m ⁻³						IH _{1h} = 180 µg.m ⁻³					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bratislava - Koliba	*	*	*	0	0	0	*	*	*	0	0	1
Bratislava - Petržalka	0	0	0	0	0	0	13	58	4	0	0	0
Bratislava - Trnavské mýto	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Hnúšťa	0	0	0	0	0	0	6	0	1	2	0	0
Humenné	*	0	0	-	0	0	*	0	0	-	0	0
Chopok	*	*	0	0	0	0	*	*	4	0	2	2
Jelšava	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	0
Košice - Podhradová	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0
Martin	*	*	*	0	0	0	*	*	*	0	0	1
Prievidza	0	0	0	0	0	0	6	77	1	1	0	0
Ružomberok	0	-	0	0	0	-	0	-	1	0	0	-
Senica	*	0	0	0	0	-	*	0	0	0	0	-
Stará Lesná	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Starina	*	1	0	0	0	0	*	7	1	0	0	0
Svit	*	0	0	0	-	-	*	0	0	0	-	-
Šaľa	*	0	0	0	-	-	*	17	0	0	-	-
Topoľníky	*	0	0	0	0	0	*	0	0	0	0	0
Žiar nad Hronom	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	1
Žilina	0	0	0	0	0	0	26	0	3	0	0	3

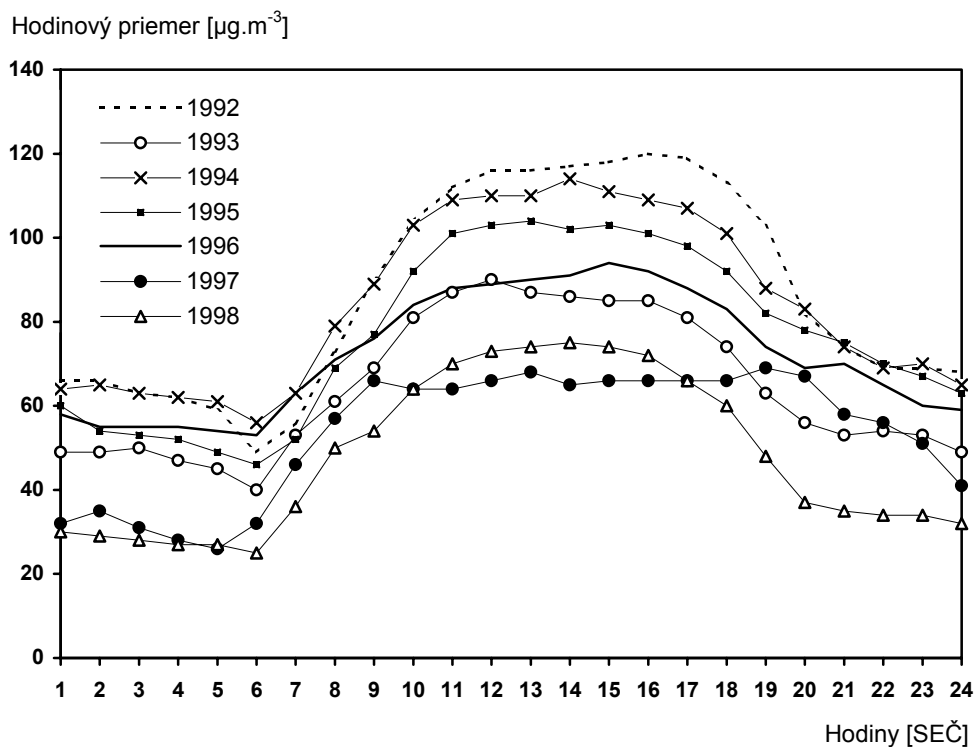
* meranie ozónu zavedené neskôr

- stanica zrušená, resp. dlhodobá porucha stanice

Obr. 3.1 **Sezónna zmena koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v rokoch 1992-1998**



Obr. 3.2 **Priemerná denná zmena koncentrácie prízemného ozónu v Starej Lesnej v auguste 1992-1998**



Tab. 3.5 Počet prekročení imisných limitov ozónu (IH) pre ochranu ľudského zdravia platných v EÚ a na Slovensku v rokoch 1993-1998

Časový interval	IH_{8h} = 110 µg.m⁻³																							
	1993				1994				1995				1996				1997				1998			
	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	1	2	11	0	5	3	15	0	6	0	30	0	0	0	1	0	7	1	5	0	40	1	32
Bratislava - Koliba			*				*				*		1	8	9	20	5	42	33	55	0	15	4	15
Bratislava - Petržalka	1	21	10	48	3	50	22	48	0	8	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Bratislava - Tmavské mýto	0	0	0	0			-				-													
Hnúšťa	1	16	5	28	0	12	1	18	0	34	5	49	2	36	7	61	0	26	1	17	0	19	0	15
Humenné			*		1	29	11	31	0	11	1	18					0	20	1	17	0	39	6	35
Chopok			*				*		47	36	40	39	38	24	30	23	10	12	13	11	24	17	21	17
Jelšava			*				*				*				*				*		0	49	6	37
Košice - Podhradová	0	0	0	0	0	8	2	10			-		1	14	5	14	0	1	0	1	0	0	0	0
Martin			*				*				*		0	14	6	43	0	17	1	15	0	39	6	41
Prievidza	0	20	7	36	2	41	23	55	0	4	1	9	1	1	1	4	0	1	0	0	0	4	0	2
Ružomberok	0	0	0	0			-		2	36	14	49	0	2	1	6	0	0	0	0				
Senica			*		0	3	0	2	0	31	9	40	0	31	10	49	0	8	1	9				
Stará Lesná	2	25	8	21	4	31	10	29	0	44	10	38	11	58	34	56	0	1	0	2	0	7	0	3
Starina			*		1	14	0	12	0	10	0	3	0	20	6	26	0	10	0	6	0	7	0	3
Svit			*		3	49	22	48	0	19	3	14	9	51	34	57								
Šaľa			*		5	47	21	56	0	13	1	16	0	20	1	30								
Topoľníky			*		0	32	5	43	0	13	7	27	1	29	14	36	0	1	0	2	0	9	2	9
Žiar nad Hronom	0	1	2	4	0	31	18	49	0	4	4	13	0	10	7	39	0	18	2	23	0	30	7	29
Žilina	6	22	10	39	0	10	9	45	0	7	8	26	0	0	0	3	0	0	0	0	0	29	3	30

* 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 1993-1998

Stanica	IH _{1h} = 200 µg.m ⁻³						IH _{24h} = 65 µg.m ⁻³					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Banská Bystrica	0	0	0	0	0	0	17	20	45	4	18	61
Bratislava - Koliba	*	*	*	0	0	0	*	*	*	101	198	98
Bratislava - Petržalka	3	38	1	0	0	0	99	102	56	6	0	6
Bratislava - Trnavské mýto	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Hnúšťa	2	0	0	0	0	0	53	33	108	84	40	42
Humenné	*	0	0	-	-	0	*	72	49	-	71	133
Chopok	*	*	1	0	1	0	*	*	166	189	259	**182
Jelšava	*	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	101
Košice - Podhradová	0	0	-	0	0	0	0	46	-	134	36	14
Martin	*	*	*	0	0	0	*	*	*	97	70	91
Prievidza	0	24	1	0	0	0	79	92	26	8	14	25
Ružomberok	0	-	1	0	0	-	0	-	96	34	4	-
Senica	*	0	0	0	0	-	*	24	94	139	70	-
Stará Lesná	0	0	2	0	0	0	101	122	141	184	68	72
Starina	*	5	1	0	0	0	*	69	66	147	92	106
Svit	*	0	0	0	-	-	*	131	115	174	-	-
Šaľa	*	2	0	0	-	-	*	125	78	93	-	-
Topoľníky	*	0	0	0	0	0	*	123	95	123	**2	**31
Žiar nad Hronom	0	30	0	0	0	0	40	85	37	130	80	81
Žilina	16	0	0	0	0	0	55	62	38	11	27	59

* 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 roku 1994. Počet prekročení sa v tomto roku pohyboval od 5 prípadov (Senica) do 129 (Šaľa). Vysoký bol počet prekročení tohto imisného limitu v roku 1996 v oblasti Vysokých Tatier (Stará Lesná 159 prípadov, Svit 151 prípadov). Roky 1997 a 1998 boli fotochemicky menej aktívne. Nad 100 prekročení sa v roku 1998 nevyskytlo na žiadnej stanici. Najčastejšie prekročenie tohoto limitu bolo v časovom intervale 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 1998 tento limit nebol prekročený. Limit 65 µg.m⁻³ (24-h priemer) je pravidelne každoročne prekračovaný na celom území Slovenska. Vo vyšších polohách sa pohybuje počet prekročení od 101 do 259 (Chopok 1997) prípadov. V roku 1994 a 1996 presahoval počet prekročení 100 prípadov aj v nížinných polohách. V roku 1998 počet prekročený 100 prípadov bol na staniciach Humenné, Jelšava a Chopok (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 % redukciiu 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 1994 (v menšej miere aj v roku 1995 a 1996) takmer dvojnásobne. 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 1993 -1998 [ppb.h]

Stanica	AOT40 ⁽¹⁾						AOT40 ⁽²⁾					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Banská Bystrica	3 407	3 446	6 842	1 090	4 960	5 594	7 234	5 238	9 907	2 190	7 517	10 854
Bratislava - Koliba	*	*	*	2 966	8 182	3 080	*	*	*	5 436	16 665	8 217
Bratislava - Petržalka	6 876	16 358	4 694	416	300	201	12 834	19 573	5 460	730	486	872
Bratislava - Trnavské myto	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Hnúšťa	3 632	4 058	11 320	9 010	7 106	5 879	8 278	6 336	16 906	16 068	11 455	10 386
Humenné	*	3 768	3 716	-	6 647	8 037	*	11 156	6 204	-	9 292	15 067
Chopok	*	*	8 958	4 874	6 150	**3 113	*	*	15 988	11 452	10 359	**11 063
Jeľava	*	*	*	*	*	7 373	*	*	*	*	*	14 406
Košice - Podhradová	0	3 274	-	3 664	281	**109	0	4 895	-	6 646	1 783	**926
Martin	*	*	*	5 840	5 236	9 720	*	*	*	10 893	10 179	15 443
Prievidza	6 682	12 299	1 548	412	795	2 292	10 276	19 344	3 025	1 125	1 746	3 133
Ružomberok	0	-	8 713	1 620	477	-	0	-	17 080	2 952	999	-
Senica	*	2 557	10 578	8 109	4 315	-	*	3 038	12 702	14 004	6 732	-
Stará Lesná	5 814	4 292	9 788	11 502	1 208	1 775	10 776	13 381	17 164	19 342	1 964	4 350
Starina	*	2 327	3 524	5 506	2 211	2 053	*	7 345	7 066	9 968	4 399	6 276
Svit	*	8 615	7 348	8 883	-	-	*	18 260	10 716	17 642	-	-
Šaľa	*	10 044	5 805	5 774	-	-	*	19 540	8 156	9 845	-	-
Topoľníky	*	8 373	6 629	5 626	**559	**1 038	*	15 766	10 499	9 810	**788	**3 893
Žiar nad Hronom	2 776	11 596	1 422	5 758	6 628	7 390	4 405	15 890	4 602	10 946	10 166	12 859
Žilina	3 900	6 221	6 055	1 470	1 665	7 180	10 348	11 566	8 579	2 348	4 354	13 215

(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 1998

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.

Priemerná ročná hodnota celkového atmosférického ozónu v roku 1998 bola 338 Dobsonových jednotiek, čo je na úrovni dlhodobého priemeru vypočítaného z meraní v Hradci Králové v rokoch 1962-1990, ktorý sa používa aj pre našu oblasť ako dlhodobý priemer. I keď v priemere bol stav ozónovej vrstvy priaznivý počas roku sa vyskytovali obdobia s pomerne výrazným kolísaním. 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 1998.

Najhoršia bola situácia vo februári kedy chýbalo 10% celkového atmosférického ozónu. Z hľadiska vplyvu na biosféru je významnejšia podpriemerná hodnota v júni, pretože v tomto mesiaci je slnko na oblohe najvyššie a dráha slnečných lúčov cez ozónosféru je najkratšia. Nevýrazné záporné odchýlky -1% boli zaznamenané v júli a auguste, v ostatných mesiacoch bolo množstvo ozónu slabo nadpriemerné. Týždenné priemery celkového atmosférického ozónu sú na obrázku 3.3. Graf ilustruje popísaný stav a zároveň ukazuje ročný chod, ale aj výrazné krátkodobé výkyvy celkového množstva ozónu v našej geografickej oblasti.

Stav ozónovej vrstvy nad severnou pologoulou počas posledných mesiacov roka bol dobrý a aj v ročnom priemere zhodný s normálom. Odborníci však upozorňujú, že táto situácia by nemala byť interpretovaná ako návrat ozónovej vrstvy do pôvodného stavu. Išlo len o prirodzené kolísanie, ktoré odrážalo výrazný vplyv teploty stratosféry na proces úbytku ozónu. Vysoká koncentrácia halogénov v stratosfére, ktorá asi dvakrát prevyšuje stav zo sedemdesiatych rokov bude ešte v priebehu nasledujúcich 10-20 rokov spôsobovať, že podobne ako nad Antarktídou bude aj ozónová vrstva nad miernymi a hlavne vysokými zemepisnými šírkami severnej pologule citlivá na veľké, prevažne záporné výkyvy.

Na obr. 3.4 sú hodnoty hustoty toku slnečného UV-B žiarenia zhodnotené spektrom biologickej účinnosti podľa Diffey, 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 odporučená doba pobytu na slnku. Hodnoty vyššie ako 7 sú dosahované v letných mesiacoch okolo poludnia a znamenajú, že na slnku by sme v tomto čase mali zdržiavať bez náležitej ochrany nanajviš 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.

Najväčšia hustota toku škodlivého UV-B žiarenia (Diffey) 212 mW/m^2 bola nameraná 22. júla na poludnie. V tento deň chýbalo až 14% celkového atmosférického ozónu. Bola to zároveň posledná hodnota nad 200 mW/m^2 v roku. Prvá sa vyskytla 5. júna. V období medzi uvedenými dátumami bola hustota toku škodlivého UV-B nad 200 mW/m^2 nameraná už len v šiestich dňoch a celé obdobie sa vyznačuje veľkým rozptylom poludňajších hodnôt, čo súvisí s oblačnosťou a zrážkami.

UV-B žiarenie sa v roku 1998 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 4864 J/m^2 bola nameraná 22. júla v deň výskytu maximálnej hustoty toku škodlivého UV-B žiarenia. Celková suma denných dávok DUV žiarenia v období apríl až september bola $434\,377 \text{ J/m}^2$, čo bolo o 5% viac ako v roku 1997.

Podľa údajov Svetovej meteorologickej organizácie ubúda od roku 1979 medzi 35. a 65. stupňom severnej šírky 3,8% atmosférického ozónu za dekádu. Priemerná ročná hodnota celkového atmosférického ozónu v roku 1998 tento trend nepotvrdila, podľa odborných štúdií však zatiaľ išlo len o kladnú anomáliu v perióde vrcholiacich koncentrácií látok poškodzujúcich ozónovú vrstvu v stratosfére a s tým súvisiacich veľkých výkyvov celkového množstva atmosférického ozónu. Preukázateľne ozdravujúci proces by mal nastať až o 10-20 rokov.

Tab. 3.8 Celkový ozón [DU] v roku 1998 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	201	-38	377	5	429	13	296	-23	379	0	342	-6	354	2	307	-7	360	15	284	-2	295	3	312	5
2	221	-32	371	3	399	5	318	-18	394	4	353	-3	349	0	291	-12	331	6	322	11	321	12	292	-1
3	269	-18	377	5	360	-5	350	-9	384	1	328	-10	366	5	292	-12	310	0	332	14	300	5	304	2
4	348	6	357	-1	362	-5	317	-18	353	-7	327	-10	353	2	304	-8	307	-1	323	11	296	4	294	-1
5	359	9	350	-3	367	-3	312	-19	373	-2	331	-9	354	2	319	-3	311	0	326	13	300	5	314	5
6	419	27	379	4	430	13	356	-8	369	-2	330	-9	337	-3	310	-6	324	5	297	3	271	-5	346	15
7	339	2	348	-4	338	-11	396	2	371	-2	331	-9	351	2	300	-9	329	7	270	-7	284	-1	366	21
8	331	0	379	4	382	0	387	0	354	-6	331	-9	390	13	303	-7	304	-1	269	-7	266	-7	366	21
9	336	1	367	0	422	11	411	6	356	-6	338	-7	385	12	310	-5	304	-1	274	-5	278	-3	343	13
10	349	4	299	-18	400	5	397	3	341	-9	340	-6	372	8	315	-3	293	-4	288	0	235	-18	335	10
11	324	-4	300	-18	375	-1	440	14	345	-8	329	-9	369	8	308	-6	291	-4	262	-9	275	-4	355	17
12	335	-1	306	-17	464	22	450	16	356	-5	323	-10	359	5	305	-6	288	-5	279	-3	305	6	316	4
13	316	-7	289	-22	368	-4	440	14	341	-9	348	-3	328	-4	308	-5	339	12	308	7	301	5	273	-11
14	312	-8	298	-19	367	-4	436	13	384	3	345	-4	315	-8	348	7	358	19	275	-4	308	7	320	4
15	327	-4	296	-20	361	-5	395	2	400	7	356	-1	350	3	311	-4	346	15	269	-6	316	10	289	-6
16	326	-4	285	-23	352	-8	358	-7	417	12	374	5	362	6	303	-6	340	13	268	-6	326	13	296	-4
17	332	-3	398	7	367	-4	382	-1	394	6	358	0	367	8	316	-2	335	12	266	-7	326	13	283	-9
18	332	-3	327	-12	348	-9	424	10	393	6	367	3	335	-1	315	-2	345	16	288	0	341	18	258	-17
19	402	17	247	-34	438	14	437	13	384	3	362	2	323	-5	322	0	345	16	325	13	348	20	292	-7
20	424	23	253	-32	452	18	415	8	376	1	355	0	316	-6	319	-1	325	9	339	18	343	18	341	9
21	405	17	267	-29	474	24	418	9	372	0	342	-3	301	-11	330	3	317	7	322	12	320	10	360	14
22	430	24	320	-15	486	27	403	5	400	8	321	-9	290	-14	349	9	300	1	304	6	310	7	342	8
23	404	16	342	-9	454	18	404	5	399	8	333	-6	297	-12	357	12	282	-5	292	2	297	2	317	0
24	368	5	345	-8	454	18	400	4	392	6	337	-5	302	-10	308	-3	275	-7	277	-3	291	0	287	-10
25	373	6	339	-10	406	5	379	-1	407	10	347	-1	293	-13	344	8	289	-2	308	8	267	-8	361	13
26	334	-5	314	-17	405	5	356	-7	401	9	333	-5	316	-6	316	0	292	0	317	11	299	2	324	1
27	310	-12	352	-7	375	-3	356	-7	384	4	331	-6	307	-8	330	4	292	0	322	13	317	8	296	-8
28	334	-6	382	1	363	-6	385	1	370	1	331	-6	321	-4	351	11	298	2	282	-1	298	1	295	-8
29	358	1			295	-23	360	-6	353	-4	338	-3	329	-1	337	7	320	10	270	-6	321	9	309	-4
30	344	-4			313	-19	370	-3	346	-6	351	1	311	-6	345	10	299	2	365	28	321	9	317	-2
31	369	3			297	-23			343	-6			311	-6	355	13			374	31			296	-9
Ø	343	0	331	-10	390	2	385	0	375	1	341	-5	336	-1	320	-1	315	5	300	4	302	5	316	2
Std	50	14	41	12	50	13	40	10	21	6	13	4	28	7	19	7	23	7	29	10	25	8	28	10
Max	430	27	398	7	486	27	450	16	417	12	374	5	390	13	357	13	360	19	374	31	348	20	366	21
Min	201	-38	247	-34	295	-23	296	-23	341	-9	321	-10	290	-14	291	-12	275	-7	262	-9	235	-18	258	-17

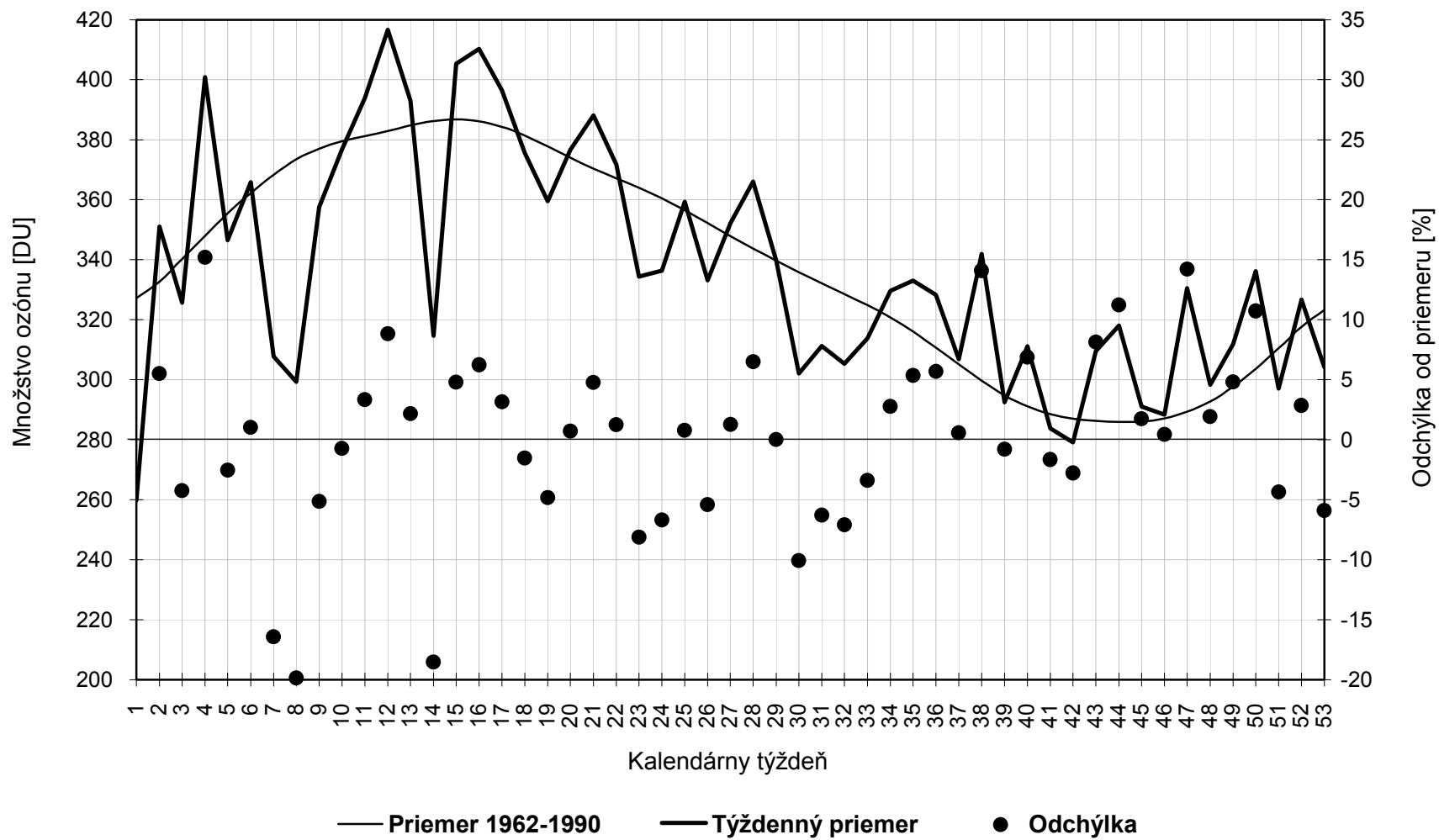
O₃ - celkový ozón

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

Std. - štandardná odchýlka [DU]

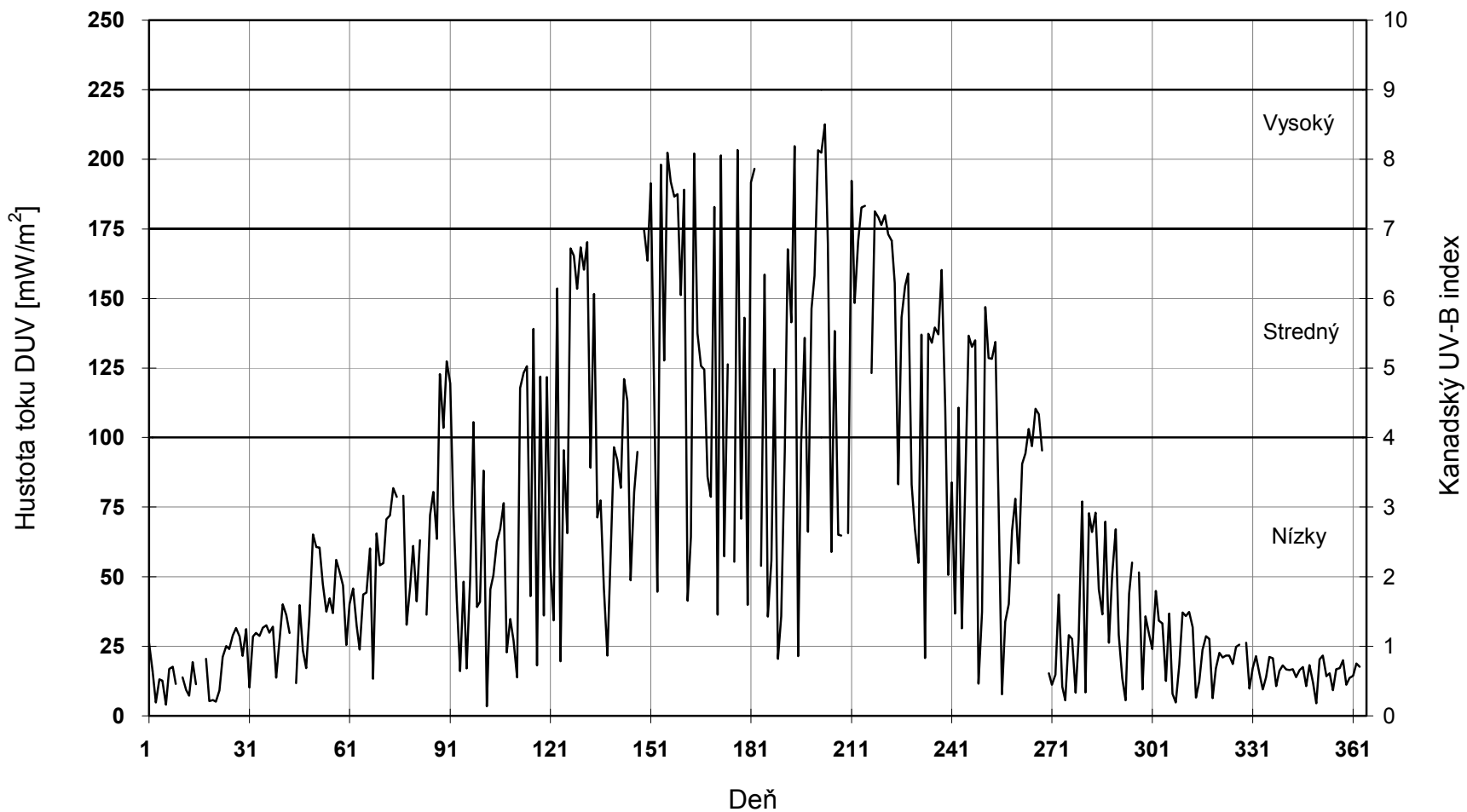
Obr. 3.3

Celkový atmosférický ozón nad územím SR v roku 1998



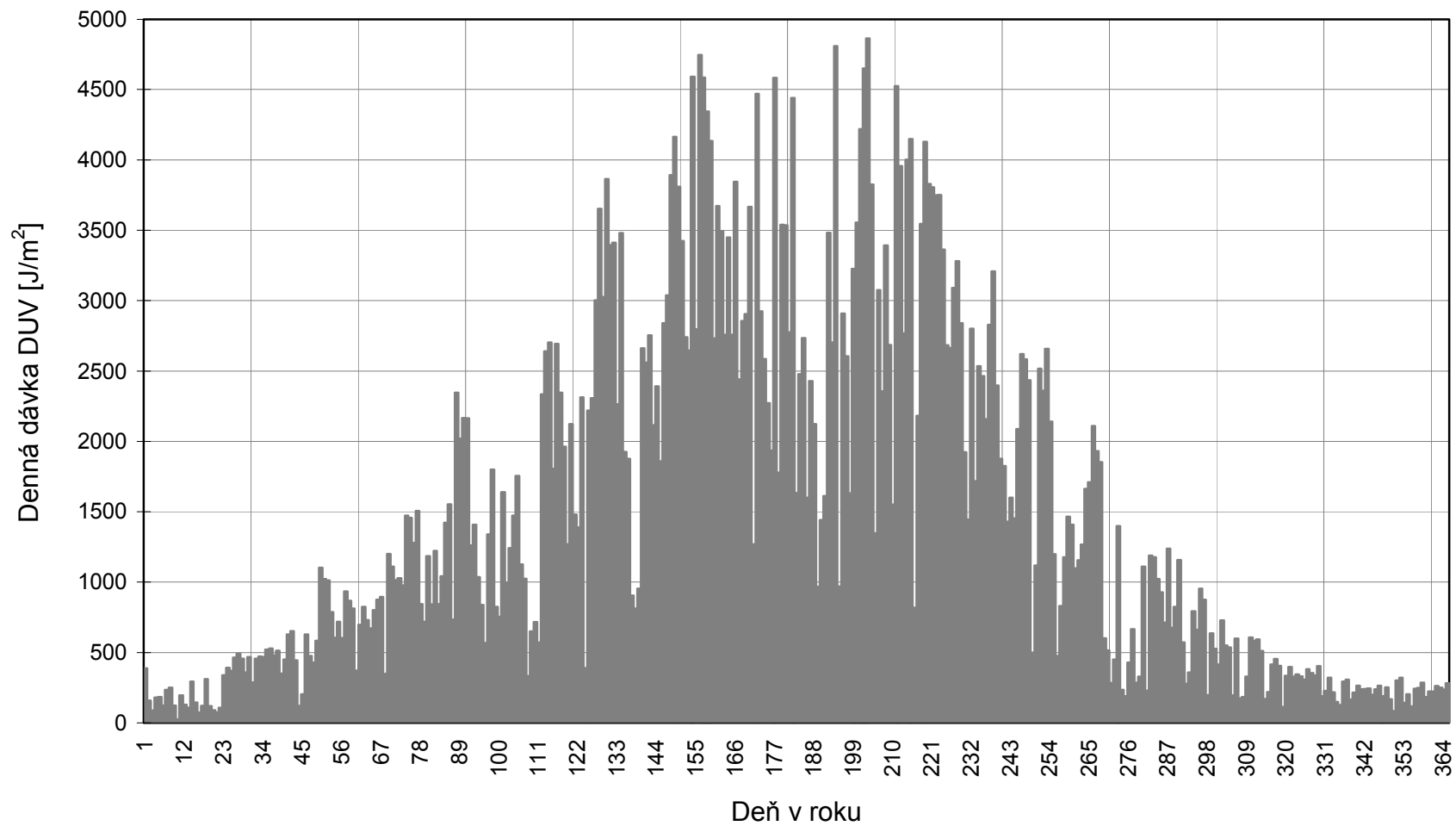
Obr. 3.4

Ročný chod poludňajších hodnôt DUV (Diffey) žiarenia Gánovce 1998



Obr. 3.5

Ročný chod denných dávok škodlivého ultrafialového slnečného žiarenia Gánovce 1998



4.1 REGISTER EMISIÍ A ZDROJOV ZNEČIŠŤOVANIA OVZDUŠIA

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

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

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

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 979 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. Vyhľadávka MŽP SR 268/97 upravuje požiadavky na kvalitu palív, vedenie prevádzkovej evidencie a poskytovanie údajov orgánom štátnej správy. Hodnoty spotreby palív pre výpočet emisií za rok 1998 neboli ešte k dispozícii v priebehu spracovania tohto materiálu. Lokálne kúreniská sú hodnotené ako plošné zdroje na úrovni okresu. Emisie sa počítajú na základe emisných faktorov a údajov o sumárnej spotrebe paliva malospotrebitel'ami.

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 najazdených kilometrov a zo spotreby jednotlivých druhov pohonných hmôt. Okrem cestnej dopravy zahŕňa aj železničnú, leteckú a lodnú dopravu.

Spôsob registrácie zdrojov a súbor údajov evidovaných za jednotlivé zdroje, umožňuje využívanie národného emisného inventarizačného systému REZZO aj ako podpornej databázy pre medzinárodné emisné inventúry, resp. na kompilovanie špeciálnych emisných inventúr (tab. 4.7 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 v období 1987-1994 plynulo znižovali, čo bolo okrem poklesu výroby a spotreby energie spôsobené predovšetkým 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 odlučovacej techniky, resp. zvyšovanie jej účinnosti. Klesajúci trend emisií SO₂ od roku 1996 pokračuje aj v roku 1997 v dôsledku zníženia spotreby hnedého, čierneho uhlia a ťažkého vykurovacieho oleja a v roku 1998 bolo v skúšobnej prevádzke odsírovanie u veľkých energetických zdrojov. Súčasne vzrastá spotreba zemného plynu. Emisie tuhých látok majú naďalej klesajúci trend.

Oxidy dusíka

Emisie oxidov dusíka vykazovali v období 1989 až 1994 mierny pokles. Mierne (4,8%) 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. Zníženie spotreby tuhých palív v roku 1997 a 1998 viedlo 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 emisie CO z technologických zdrojov opäť mierne vzrástli, v roku 1998 poklesli pri výrobe železa a ocele a aj v doprave.

4.3 PODIEL JEDNOTLIVÝCH SEKTOROV NA CELKOVÝCH EMISIÁCH V SR

Obrázok 4.7 znázorňuje príspevok stacionárnych a mobilných zdrojov na znečisťovaní ovzdušia. Z grafu 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. Tabuľka 4.2 a obrázky 4.8-4.11 znázorňujú podiel jednotlivých druhov výroby na celkových emisiách zo zdrojov registrovaných v REZZO 1. V tabuľke 4.3 sú sumárne emisie z veľkých zdrojov v zmysle definície zákona č. 309/91 Zb. o ovzduší v znení neskorších predpisov.

Hlavným prispievateľom k emisiám oxidov síry, tuhých častíc a oxidov dusíka je energetický priemysel. Je rozčlenený na tieto kategórie:

- systémová energetika (výroba tepla a energie v elektrárňach, kogeneračných jednotkách a verejných teplárnach)

- priemyselná energetika (tepelné zariadenia na výrobu energie pre technologické procesy a administratívne budovy, ktoré sú súčasťou príslušného zdroja)
- komunálna energetika (ostatné tepelné zariadenia slúžiace na zásobovanie teplom pre zariadenia obytné, školské, sociálne, zdravotnícke, sektor služieb a objekty nevýrobnej sféry)

Najväčší podiel emisií oxidu uhľnatého patrí metalurgii železných kovov.

4.4 MERNÉ ÚZEMNÉ EMISIE ZA ROK 1998

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 ZNEČIŠŤOVANIA 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 približne 83,4%. 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 OŽP 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 OŽP umožnili zdrojom nahlásiť emisie vypočítané na základe výsledkov meraní. V niektorých prípadoch dochádzalo k významným rozdielom medzi hodnotami zistenými bilančným výpočtom a prepočtom z výsledkov meraní. V bilancii REZZO za rok 1996 až 1998 boli pre vybrané zdroje zohľadnené výsledky meraní pre zdroje, pri ktorých bola úroveň výsledkov meraní a postupu prepočtu vyhovujúca. Predpokladá sa, že vzhľadom na prijatie Vyhlášky MŽP SR č.41/97 Z.z. o zisťovaní množstva vypúšťaných znečis-

ťujúcich látok a údajov o dodržaní určených limitov znečisťovania, sa postupne budú bilančné výpočty nahrádzať výpočtami na základe výsledkov meraní na danom zdroji. Z praktických skúseností však vyplýva nutnosť zabezpečiť štandardizáciu týchto prepočtov záväzným predpisom.

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. 4.9). Tento spôsob bol odporučený Pracovnou skupinou emisnej inventarizácie, pracujúcou v rámci Dohovoru EHK OSN o diaľkovom znečisťovaní ovzdušia, prechádzajúcim 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 je možná len v spolupráci s OŽP.

Údaje o emisiách z lokálnych zdrojov, REZZO 3, sú 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).

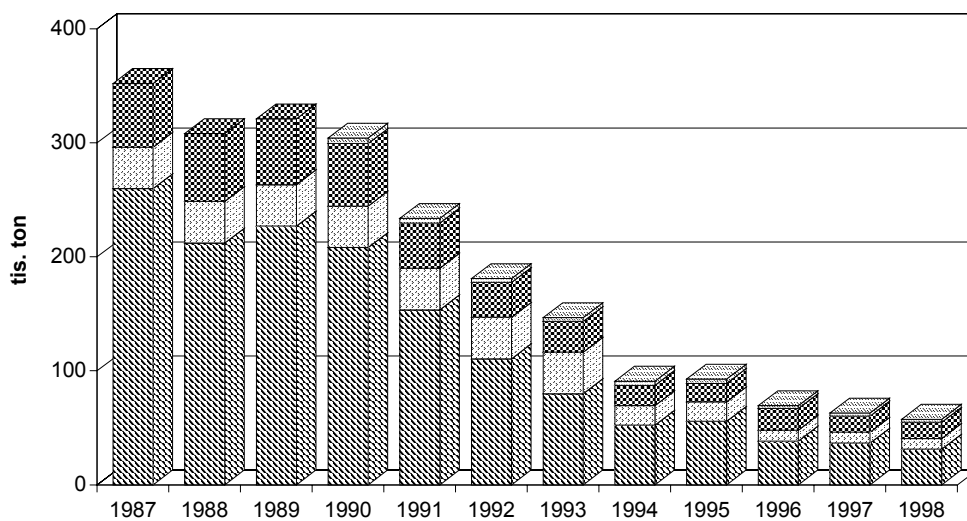
Tab. 4.1 Vývojové trendy základných znečisťujúcich látok v SR [tis. ton]

Emisie tuhých látok													
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	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	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	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	C
REZZO 4				4,758	4,076	3,478	3,275	3,646	3,744	2,532	2,696	***2,696	
Spolu	352,099	308,026	320,991	304,126	233,684	180,959	146,593	90,947	92,722	69,505	62,986	57,508	
Emisie SO₂													
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	KÚ
REZZO 1	491,567	460,991	447,784	421,981	347,083	296,034	246,411	182,746	188,590	197,308	176,564	153,723	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	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	C
REZZO 4				3,614	3,061	2,322	2,119	2,932	2,346	2,310	2,393	***2,393	
Spolu	610,268	585,051	569,022	542,591	444,951	379,956	325,294	238,695	238,733	226,509	201,621	178,780	
Emisie NO_x													
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	KÚ
REZZO 1	126,327		146,800	146,474	135,389	127,454	122,169	111,615	118,039	76,853	70,583	74,322	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	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	C
REZZO 4	59,914		*68,521	67,090	58,383	53,321	51,916	52,517	52,886	43,403	44,485	***44,485	B
Spolu	197,495		226,892	225,308	204,085	190,375	183,264	173,017	181,321	130,068	124,205	127,944	
Emisie CO													
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	KÚ
REZZO 1			162,699	162,047	160,591	132,874	160,112	168,561	165,715	129,387	141,636	118,581	C
REZZO 2			*27,307	27,307	*27,307	*27,307	*27,307	*11,409	*11,409	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	C
REZZO 4	127,070		151,000	154,397	146,193	142,915	150,880	184,956	181,098	154,273	144,244	***144,244	B
Spolu			491,028	487,384	437,212	381,942	408,406	411,638	400,816	346,491	335,946	312,891	

#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

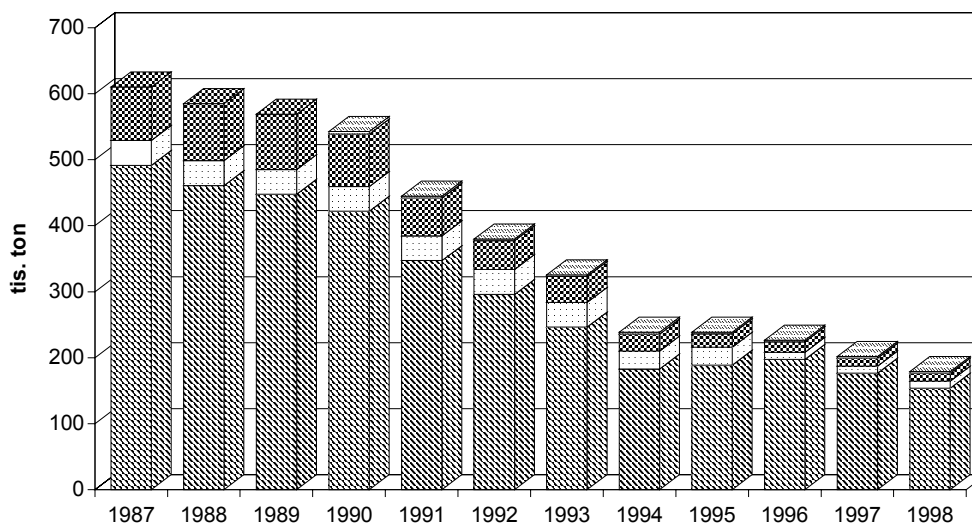
Obr. 4.1

Emisie tuhých látok



Obr. 4.2

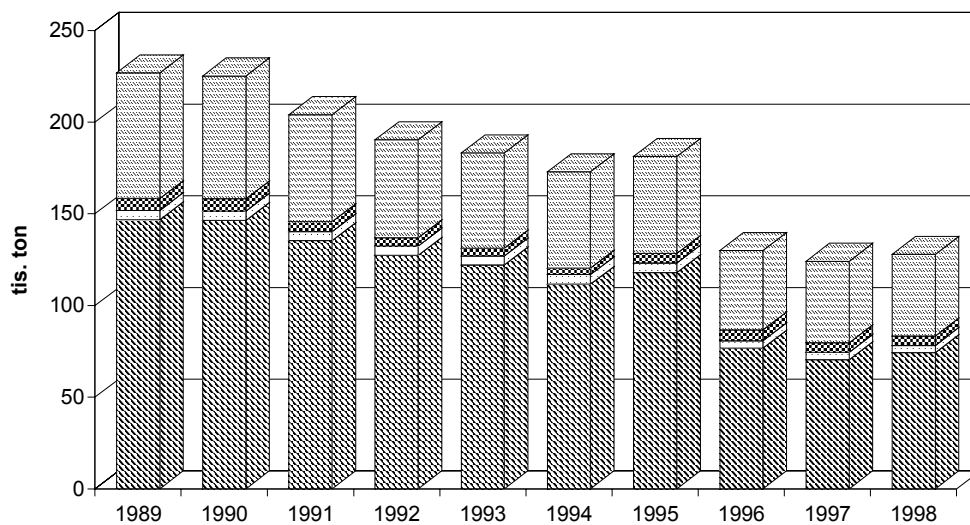
Emisie SO₂



REZZO 1
 REZZO 2
 REZZO 3
 REZZO 4

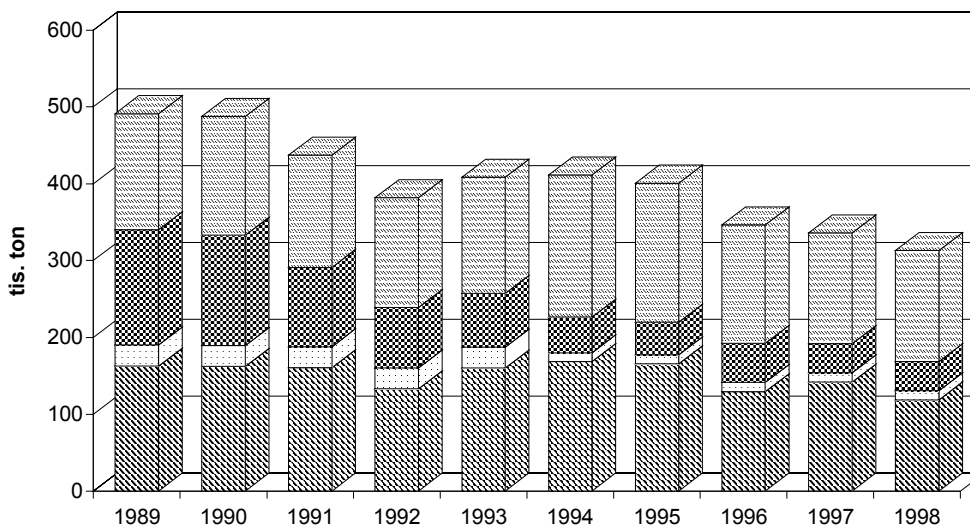
Obr. 4.3

Emisie NO_x



Obr. 4.4

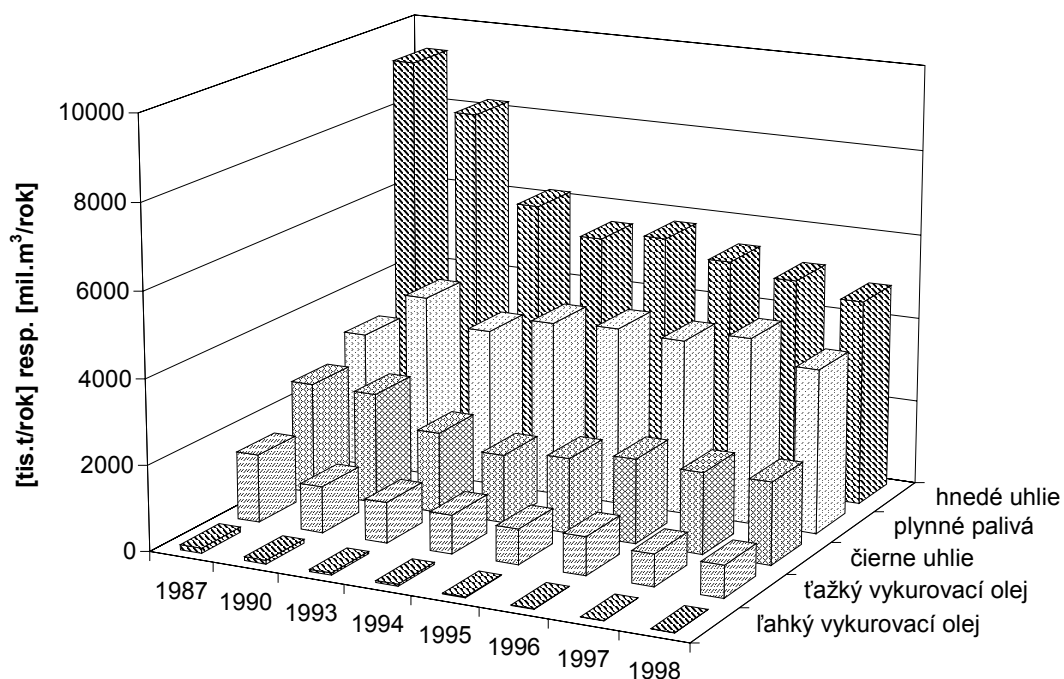
Emisie CO



REZZO 1
 REZZO 2
 REZZO 3
 REZZO 4

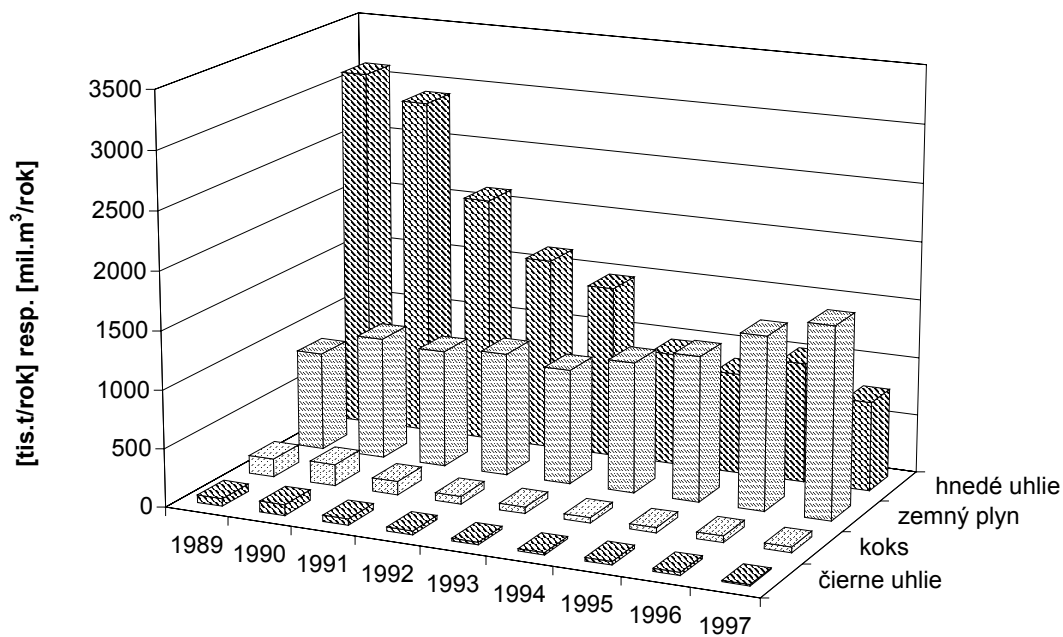
Obr. 4.5

Vývoj spotreby jednotlivých druhov paliva v energetike (REZZO 1)

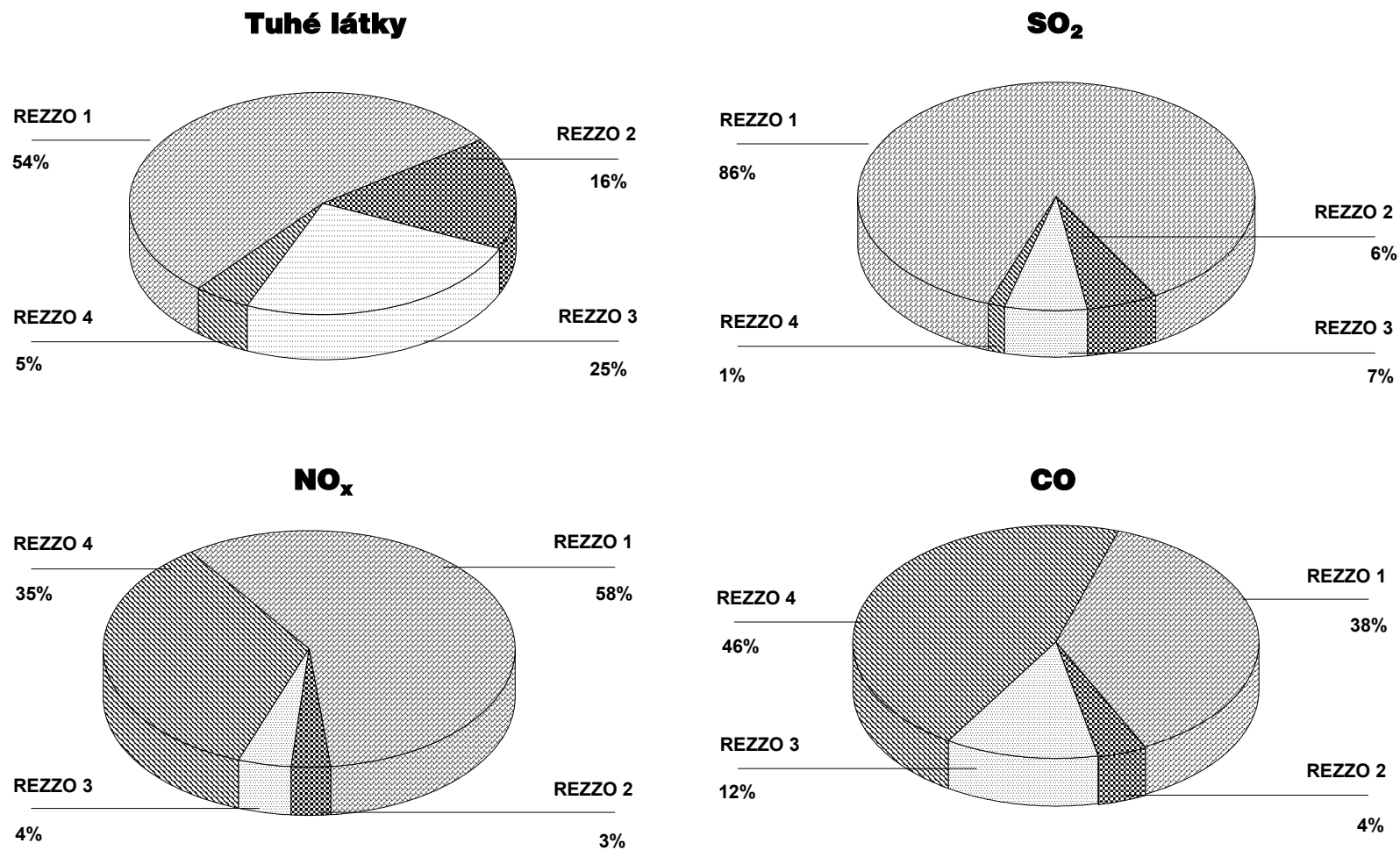


Obr. 4.6

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



Obr. 4.7

Emisie tuhých látok, SO₂, NO_x a CO v roku 1998

Tab. 4.2 Znečistenie ovzdušia v SR (REZZO 1), množstvo emisií podľa druhu výroby za rok 1998 [t]

Druh výroby	Tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
Energetika	19108	135339	55246	19064
z toho: systémová energetika	11935	71531	28022	4335
priemyselná energetika	6423	51515	21536	13205
komunálna energetika	750	12293	5688	1524
Rafinérie ropy	107	2447	5800	3108
Metalurgia - železné kovy	7115	8385	3614	67934
Metalurgia - neželezné kovy	348	3553	152	11054
Chemický priemysel	866	348	1213	2692
Cementárne a vápenky	1334	189	2957	12177
Drevospr., cel.-pap. priem.	935	2054	1620	308
Ostatný priemysel	1355	1408	3720	2244
Spolu	31168	153723	74322	118581

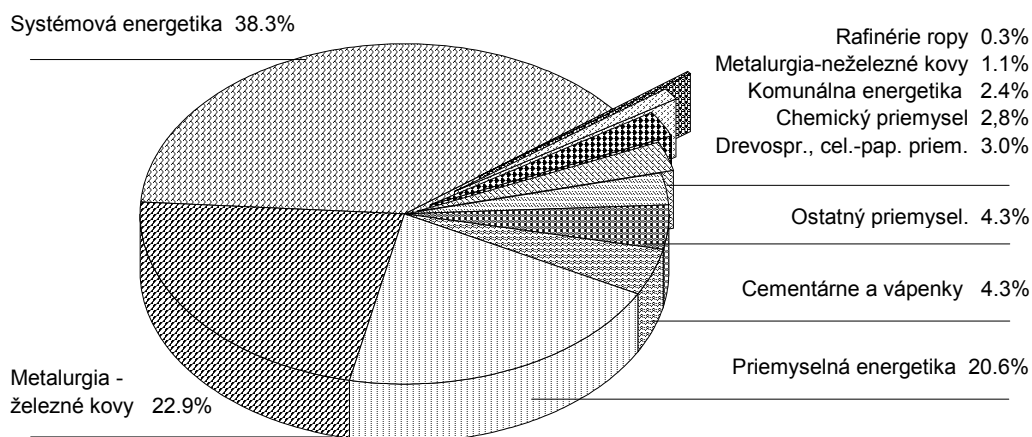
Tab. 4.3 Emisie znečisťujúcich látok z veľkých* zdrojov znečistenia za roky 1994-1998

Znečisťujúca látka	Rok	Celková emisia [t/rok]	z toho	
			spaľ. procesy	technológie
Tuhé znečisťujúce látky	1994	43 766	31 123	12 643
	1995	49 349	33 252	16 096
	1996	34 899	20 815	14 084
	1997	33 080	19 868	13 212
	1998	28 539	17 133	11 405
Oxid siričitý	1994	163 451	148 603	148 849
	1995	172 279	153 337	18 941
	1996	177 807	159 341	18 465
	1997	162 246	145 376	16 870
	1998	145 441	130 425	15 016
Oxidy dusíka	1994	105 062	84 539	20 522
	1995	111 168	89 911	21 257
	1996	71 555	52 581	18 974
	1997	65 905	47 623	18 282
	1998	69 467	51 877	17 590
Oxid uhoľnatý	1994	164 973	5 223	159 750
	1995	162 232	5 423	156 809
	1996	111 545	10 355	101 190
	1997	122 082	8 961	113 121
	1998	98 612	7 533	91 079

* v zmysle zákona č. 309/91 o ovzduší, v znení neskorších predpisov

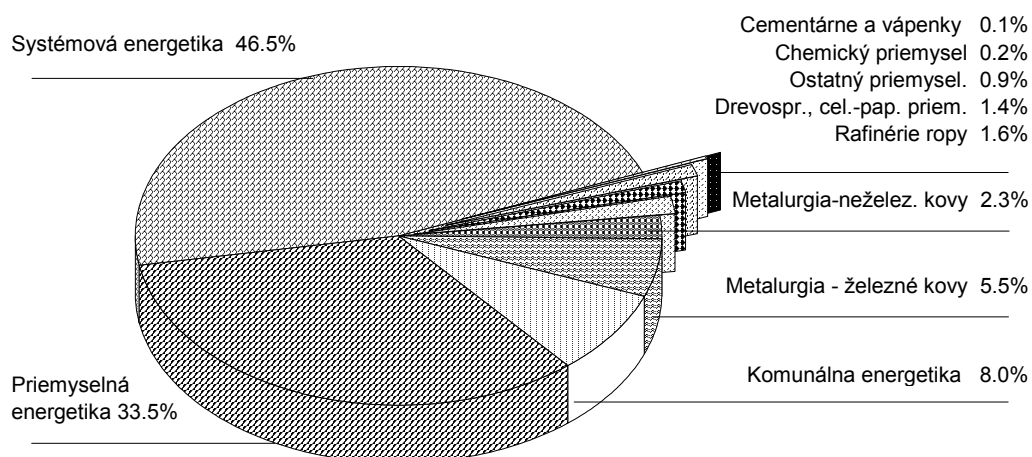
Obr. 4.8

Emisie tuhých látok - REZZO 1



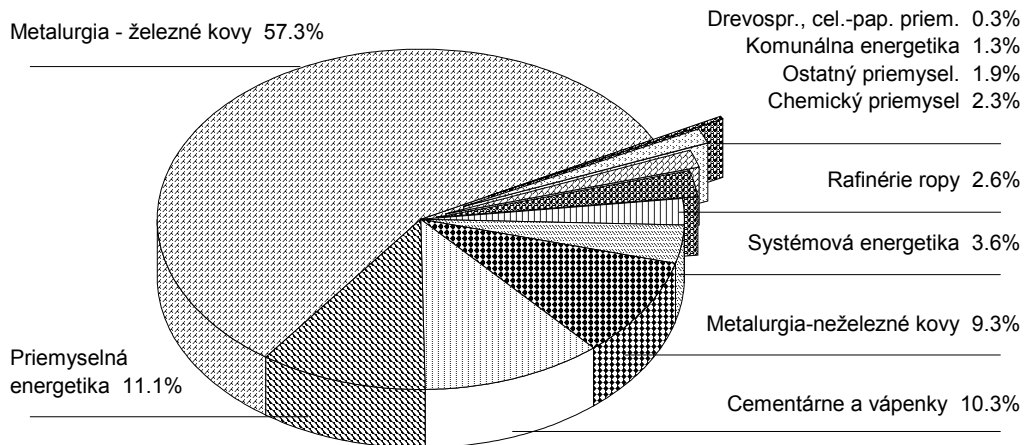
Obr. 4.9

Emisie SO₂ - REZZO 1



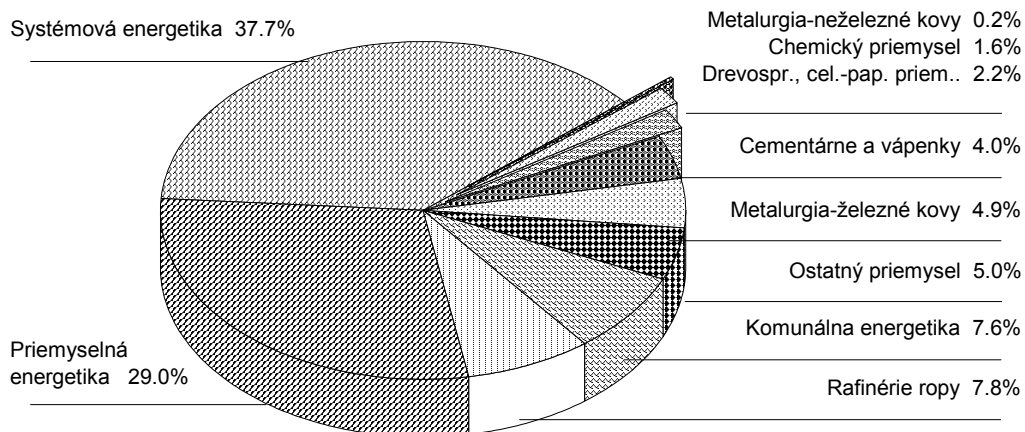
Obr. 4.10

Emisie CO - REZZO 1



Obr. 4.11

Emisie NO_x - REZZO 1



Tab. 4.4 Množstvo emisií zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 1998 [t] v územnom členení za okresy

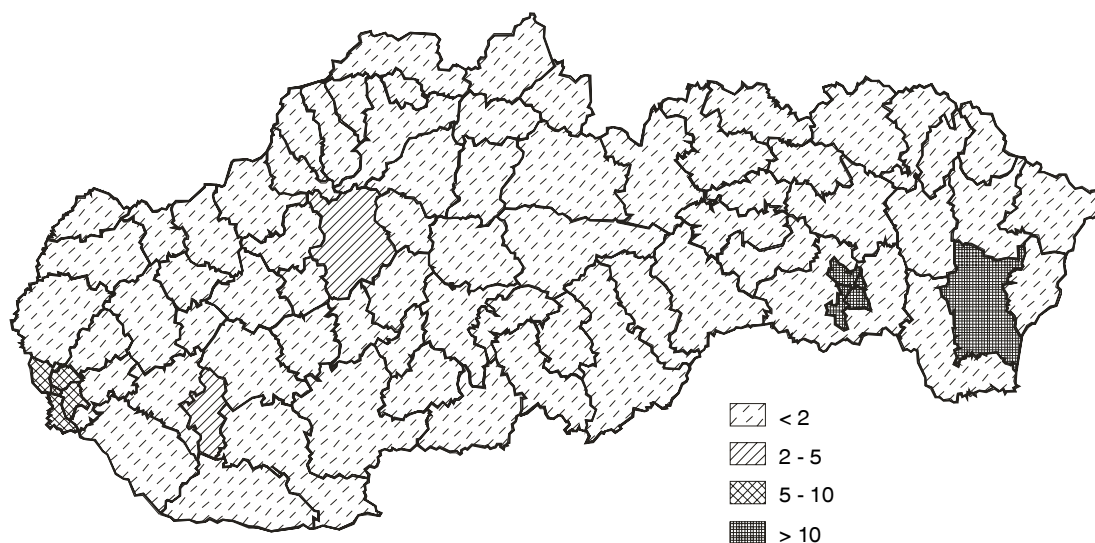
Okres	Emisie [t/rok]				Merné územné emisie [t/rok.km ²]			
	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO	tuhé látky	SO ₂	NO _x	CO
1. Bratislava	1 950	21 827	5 777	1 729	5,299	59,313	15,698	4,698
2. Malacky	255	268	1 530	1 249	0,292	0,307	1,755	1,432
3. Pezinok	184	341	148	457	0,491	0,909	0,395	1,219
4. Senec	27	73	93	103	0,075	0,202	0,258	0,285
5. Dunajská Streda	576	1 238	363	1 167	0,536	1,152	0,338	1,086
6. Galanta	594	829	341	782	0,927	1,293	0,532	1,220
7. Hlohovec	290	437	154	522	1,086	1,637	0,577	1,955
8. Piešťany	174	201	153	489	0,457	0,528	0,402	1,283
9. Senica	571	1 124	421	1 413	0,750	1,477	0,553	1,857
10. Skalica	214	204	103	530	0,596	0,568	0,287	1,476
11. Trnava	511	1 090	1 199	1 289	1,085	2,314	2,546	2,737
12. Bánovce nad Bebravou	77	60	69	97	0,167	0,130	0,149	0,210
13. Ilava	387	302	801	1 024	1,078	0,841	2,231	2,852
14. Myjava	107	564	134	208	0,328	1,730	0,411	0,638
15. Nové Mesto nad Váhom	491	486	194	1 697	0,847	0,838	0,334	2,926
16. Partizánske	310	1 068	255	760	1,030	3,548	0,847	2,525
17. Považská Bystrica	274	917	318	794	0,592	1,981	0,687	1,715
18. Prievidza	2 438	42 820	5 755	2 616	2,540	44,604	5,995	2,725
19. Púchov	370	909	638	953	0,987	2,424	1,701	2,541
20. Trenčín	330	1 260	1 302	4 794	0,489	1,867	1,929	7,102
21. Komárno	281	319	263	614	0,255	0,290	0,239	0,558
22. Levice	1 137	1 198	395	2 482	0,733	0,772	0,255	1,600
23. Nitra	543	848	1 492	1 750	0,623	0,974	1,713	2,009
24. Nové Zámky	852	2 516	1 009	1 506	0,633	1,868	0,749	1,118
25. Šaľa	1 106	2 852	1 452	1 083	3,107	8,011	4,079	3,042
26. Topoľčany	299	275	186	771	0,501	0,461	0,312	1,291
27. Zlaté Moravce	217	287	93	539	0,417	0,551	0,179	1,035
28. Bytča	353	349	96	774	1,252	1,238	0,340	2,745
29. Čadca	642	866	241	1 771	0,845	1,139	0,317	2,330
30. Dolný Kubín	583	800	1 038	2 779	1,190	1,633	2,118	5,671
31. Kysucké Nové Mesto	226	200	96	589	1,299	1,264	0,552	3,385
32. Liptovský Mikuláš	752	1 965	468	1 035	0,569	1,486	0,354	0,783
33. Martin	647	2 577	548	1 083	0,879	3,501	0,745	1,471
34. Námestovo	374	779	136	939	0,542	1,129	0,197	1,361
35. Ružomberok	1 189	2 495	1 235	3 304	1,838	3,856	1,909	5,107
36. Turčianske Teplice	83	70	38	72	0,211	0,178	0,097	0,183
37. Tvrdošín	820	1 087	218	1 806	1,712	2,269	0,455	3,770
38. Žilina	1 302	3 048	1 471	6 624	1,598	3,740	1,805	8,128
39. Banská Bystrica	701	1 447	800	1 059	0,867	1,789	0,989	1,309
40. Banská Štiavnica	61	96	31	157	0,219	0,345	0,112	0,565

**Tab. 4.4 Množstvo emisií zo stacionárnych zdrojov v SR za rok 1998 [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	686	834	302	1 862	0,542	0,659	0,239	1,472
42. Detva	163	177	74	514	0,343	0,373	0,156	1,082
43. Krupina	212	253	64	517	0,362	0,432	0,109	0,884
44. Lučenec	746	551	297	1 371	0,968	0,715	0,385	1,778
45. Poltár	262	203	320	529	0,519	0,402	0,634	1,048
46. Revúca	495	267	786	1 498	0,678	0,366	1,077	2,052
47. Rimavská Sobota	710	517	254	1 308	0,483	0,351	0,173	0,889
48. Veľký Krtíš	450	483	1 095	1 412	0,530	0,569	1,290	1,663
49. Zvolen	867	4 124	1 039	2 258	1,142	5,433	1,369	2,975
50. Žarnovica	250	226	143	612	0,587	0,531	0,336	1,437
51. Žiar nad Hronom	472	2 526	431	11 283	0,887	4,748	0,810	21,209
52. Bardejov	496	449	199	1 112	0,529	0,479	0,212	1,187
53. Humenné	225	1 649	747	555	0,298	2,187	0,991	0,736
54. Kežmarok	182	176	97	438	0,217	0,210	0,115	0,521
55. Levoča	181	160	67	308	0,507	0,448	0,188	0,863
56. Medzilaborce	40	93	24	81	0,094	0,218	0,056	0,190
57. Poprad	183	153	299	421	0,163	0,136	0,266	0,375
58. Prešov	581	412	459	1 073	0,622	0,441	0,491	1,149
59. Sabinov	389	308	112	872	0,804	0,636	0,231	1,802
60. Snina	124	317	214	274	0,154	0,394	0,266	0,340
61. Stará Ľubovňa	461	408	112	1 048	0,739	0,654	0,179	1,679
62. Stropkov	52	46	22	27	0,134	0,118	0,057	0,069
63. Svidník	73	45	35	25	0,133	0,082	0,064	0,045
64. Vranov nad Topľou	575	3139	864	523	0,748	4,082	1,124	0,680
65. Gelnica	167	127	58	1 395	0,286	0,217	0,099	2,389
66. Košice	9 681	13 998	20 880	73 491	39,514	57,135	85,224	299,963
67. Košice - okolie	864	812	513	1 412	0,564	0,530	0,335	0,921
68. Michalovce	10 974	34 813	20 876	4 599	10,769	34,164	20,487	4,513
69. Rožňava	663	5 380	1 478	2 300	0,565	4,587	1,260	1,961
70. Sobrance	167	103	44	34	0,310	0,191	0,082	0,063
71. Spišská Nová Ves	557	2 995	279	1 157	0,949	5,102	0,475	1,971
72. Trebišov	566	531	221	928	0,527	0,494	0,206	0,864
Slovensko	54 812	176 387	83 459	168 647	1,1	3,6	1,7	3,5

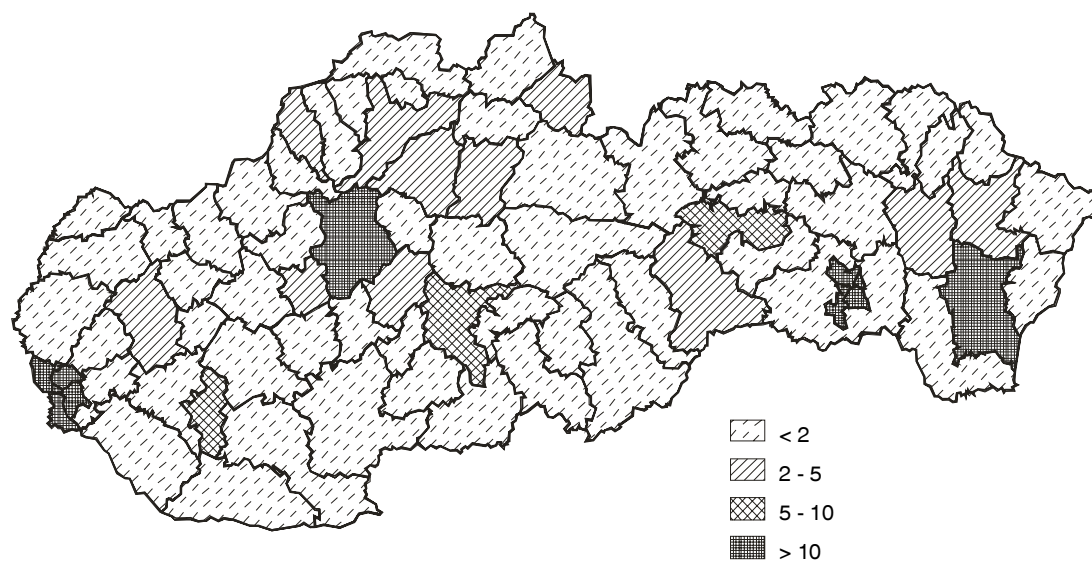
Obr. 4.12

Merné územné emisie tuhých látok [t/km²] - 1998



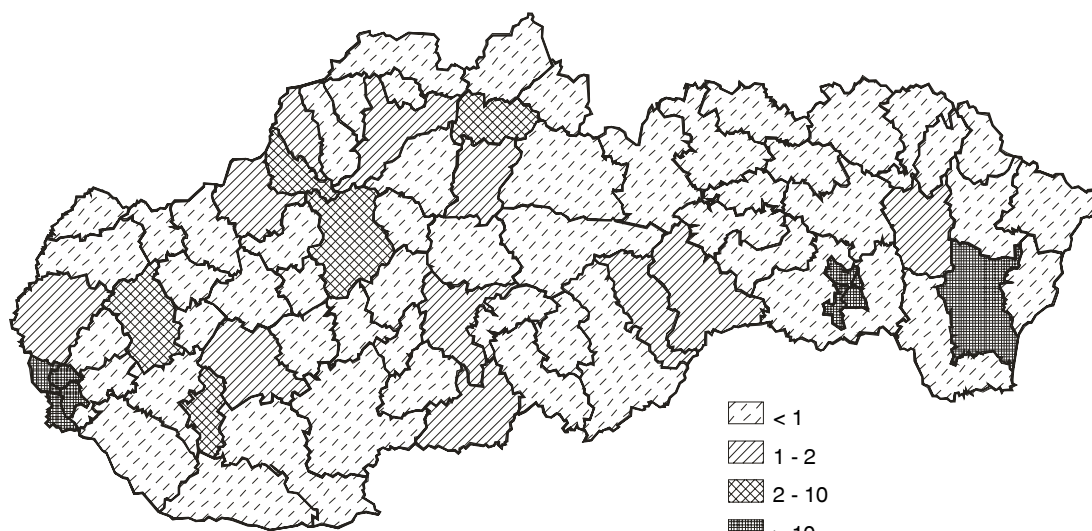
Obr. 4.13

Merné územné emisie SO₂ [t/km²] - 1998



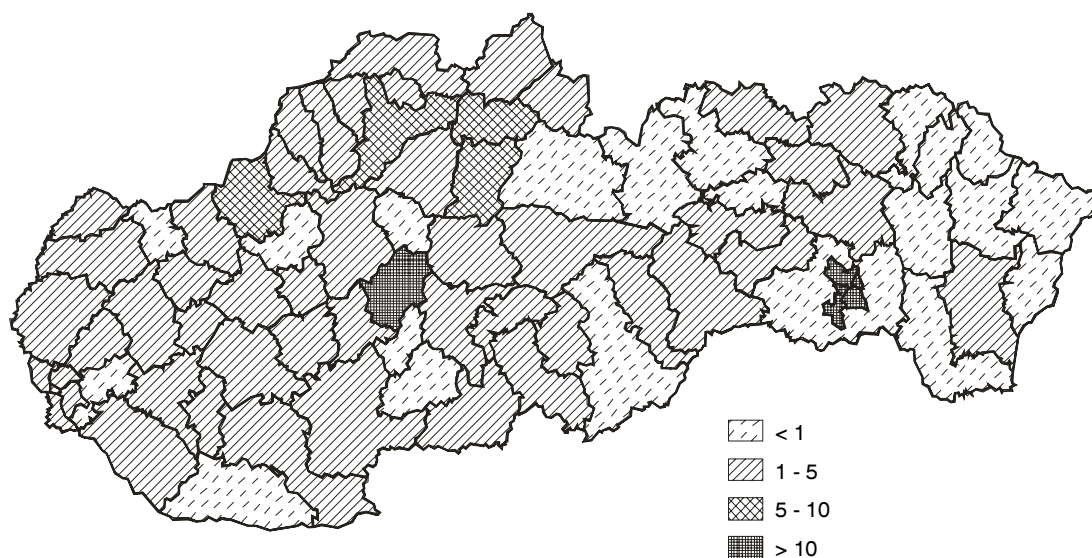
Obr. 4.14

Merné územné emisie NO_x [t/km²] - 1998



Obr. 4.15

Merné územné emisie CO [t/km²] - 1998



Tab. 4.5 Najvýznamnejšie zdroje znečistenia ovzdušia v SR a ich podiel na emisiách znečisťujúcich látok (REZZO1) za rok 1998

Por. číslo	TZL		SO ₂		NO _x		CO	
	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]	Zdroj	[%]
1	SE, a.s., Elektráreň Vojany I a II	32,69	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	26,87	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	24,89	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	60,98
2	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	28,84	SE, a.s., Elektráreň Vojany I a II	16,37	SE, a.s., Elektráreň Vojany I a II	23,52	ZSNP, a.s., SLOVALCO, Žiar nad Hronom	8,60
3	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	3,87	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	13,21	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	6,69	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a váp.	3,69
4	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	3,01	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	7,52	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	5,83	CEMMAC, a.s., Horné Smie	3,55
5	DUSLO, a.s., Šaľa	2,15	CHEMKO, a.s., Strážske	6,17	CHEMKO, a.s., Strážske	2,64	CHEMKO, a.s., Strážske	2,40
6	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	1,89	Želba, a.s., o.z. Nižná Slaná	3,15	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	2,45	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	1,46
7	CHEMKO, a.s., Strážske	1,62	SSE, š.p., Tepláreň Zvolen	2,21	HIROCEM, a.s., Rohožník	1,78	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	1,45
8	Novácke chem. záv., a.s., Nováky	1,41	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,90	DUSLO, a.s., Šaľa	1,72	Vápenka, a.s., Margecany	0,94
9	BUKOCEL, a.s., Hencovce	1,16	Kovohuty, a.s., Krompachy	1,65	SPP, š.p., Veľké Kapušany	1,63	SLOVMAG, a.s., Lubeník	0,83
10	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0,81	DUSLO, a.s., Šaľa	1,49	SPP, š.p., Bratislava, záv. Jablonov nad Turňou	1,49	HIROCEM, a.s., Rohožník	0,79
11	Dolvap, s.r.o., Varín, Kameňolom a váp.	0,78	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	1,28	SPP, š.p., Nitra – Ivanka	1,41	Bučina, a.s., Zvolen	0,71
12	Cementáreň, a.s., Turňa nad Bodvou	0,65	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	1,20	SPP, š.p., Veľké Zlievce	1,32	SPP, š.p., Jablonov nad Turňou	0,70
13	Slovenské magnezitové závody, a.s., Jelšava	0,64	SE, a.s., Tep. Energetika Košice	1,13	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	1,26	SPP, š.p., Veľké Zlievce	0,68
14	AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	0,59	CHEMES, a.s., Humenné	0,99	SKLOOBAL, a.s. Nemšová	1,13	SE, a.s., Elektráreň Vojany I a II	0,60
15	BAVEX CK, a.s., Sládkovičovo	0,58	AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	0,97	SKLOPLAST, a.s., Trnava	1,07	SLOVNAFT, a.s., Bratislava	0,59
16	Bučina, a.s., Zvolen	0,57	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	0,92	BUKOCEL, a.s., Hencovce	0,99	SE, a.s., Elektrárne Nováky, o.z. Zemianske Kostolány	0,54
17	Oravská televízna fabrika, s.r.o., Nižná	0,56	ZSNP, a.s., Energetické hospodárstvo, Žiar nad Hronom	0,82	Severoslovenské celulóžky a papierne, a.s., Ružomberok	0,97	SPP, š.p., Veľké Kapušany	0,48
18	OFZ, a.s., Istebné - prev. Široká	0,52	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	0,73	CHEMES, a.s., Humenné	0,92	ŽELBA, a.s., Nižná Slaná	0,47
19	OFZ, a.s., Istebné - prev. Istebné	0,52	ZSNP, a.s., SLOVALCO, Žiar nad Hronom	0,59	Považská cementáreň, a.s., Ladce	0,89	Kovohuty, a.s., Krompachy	0,45
20	Želba, a.s., o.z. Nižná Slaná	0,50	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	0,45	SSE, š.p., Tepláreň Zvolen	0,81	OFZ, a.s., Istebné – prev. Istebné	0,43
Spolu		83,36		89,61		83,40		90,33

Tab. 4.6 Znečisťovanie ovzdušia - poradie zdrojov v rámci kraja podľa množstva emisií za rok 1998

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	ZEZ, š.p., Bratislava, Výhrevňa - juh	Bratislava II
	3.	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	MATADOREX, a.s., Bratislava	Bratislava V
	4.	Malokarpatská drevárska fabrika, a.s., Pezinok	Pezinok	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III
	5.	ZEZ, š.p., Bratislava, Výhrevňa - juh	Bratislava II	ISTROCHEM, a.s., Bratislava	Bratislava III
	6.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	Malokarpatská drevárska fabrika, a.s., Pezinok	Pezinok
	7.	MATADOREX, a.s., Bratislava	Bratislava V	CEVASERVIS, a.s., Stupava	Malacky
	8.	CGC TERMOTECH, a.s., Bratislava, kotolňa Senec	Senec	CGC TERMOTECH, a.s., Bratislava, kotolňa Senec	Senec
9.	ISTROCHEM, a.s., Bratislava	Bratislava III	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	
10.	Volkswagen, s.r.o., Bratislava	Bratislava IV	EURO-SIPOX, a.s., Bratislava	Bratislava V	
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.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň II	Bratislava III	
4.	ZEZ, š.p., Bratislava, Výhrevňa - juh	Bratislava II	Technické služby, s.r.o., Bratislava, obal. bit. zmesí	Bratislava III	
5.	Odvoz a likvidácia odpadu, a.s., Bratislava	Bratislava II	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň-západ	Bratislava IV	
6.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň-západ	Bratislava IV	CGC TERMOTECH, a.s., Bratislava, kotolňa Senec	Senec	
7.	MATADOREX, a.s., Bratislava	Bratislava V	Psychiatrická nemocnica, Pezinok	Pezinok	
8.	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň I	Bratislava I	ZEZ, š.p., Bratislava, Výhrevňa - juh	Bratislava II	
9.	NAFTA GAS, a.s., Plavecký Štvrtok	Malacky	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň I	Bratislava I	
10.	Technické sklo, a.s., Bratislava	Bratislava IV	NAFTA GAS, a.s., Plavecký Štvrtok	Malacky	

TRNAVSKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂	
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1. BAVEX CK, a.s., Sládkovičovo	Galanta	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
	2. AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica
	3. JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda	Trnavský cukrovar, a.s., Trnava	Trnava
	4. SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava	Sereďský cukrovar, a.s., Sereď	Galanta
	5. Drôtovňa, a.s., Hlohovec	Hlohovec	Drôtovňa, a.s., Hlohovec	Hlohovec
	6. Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	BAVEX CK, a.s., Sládkovičovo	Galanta
	7. Trnavský cukrovar, a.s., Trnava	Trnava	Železničné opravovne a strojárne, a.s., Trnava	Trnava
	8. Sereďský cukrovar, a.s., Sereď	Galanta	SPARŤAN, a.s., Trnava	Trnava
	9. SLOVAKOFARMA, a.s., Hlohovec	Hlohovec	ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň Trnava	Trnava
	10. Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava
	NO_x		CO	
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1. SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava	Zlieváreň Trnava, s.r.o.	Trnava
	2. Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	Drôtovňa, a.s., Hlohovec	Hlohovec
	3. JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda	BAVEX CK, a.s., Sládkovičovo	Galanta
	4. Sereďský cukrovar, a.s., Sereď	Galanta	AMYLUM SLOVAKIA, s.r.o., Boleráz	Trnava
	5. ZEZ, š.p., Bratislava, Tepláreň Trnava	Trnava	SPARŤAN, a.s., Trnava	Trnava
	6. Trnavský cukrovar, a.s., Trnava	Trnava	JUHOCUKOR, a.s., Dunajská Streda	Dunajská Streda
	7. BAVEX CK, a.s., Sládkovičovo	Galanta	SKLOPLAST, a.s., Trnava	Trnava
8. Železničné opravovne a strojárne, a.s., Trnava	Trnava	Cesty Nitra, a.s., Obaľ. súprava Smolenice	Trnava	
9. Drôtovňa, a.s., Hlohovec	Hlohovec	Slovenský hodváb, a.s., Senica	Senica	
10. SPARŤAN, a.s., 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 Packaging, Štúrovo, a.s.	Nové Zámky	AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	Nové Zámky
	3. Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra	Šurianský cukrovar, a.s., Šurany	Nové Zámky
	4. IDEA, a.s., Nitra	Nitra	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra
	5. Šurianský cukrovar, a.s., Šurany	Nové Zámky	Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa
	6. SES REAL, s.r.o., Tlmače	Levice	Službyt, a.s., Nitra, kotolňa Chrenová	Nitra
	7. LENCO, s.r.o., Levice	Levice	AGROMILK, a.s., Nitra	Nitra
	8. Slov. energetické strojárne, a.s., Tlmače	Levice	Slov. energetické strojárne, a.s., Tlmače	Levice
	9. Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa	NOVÝ CALEX, a.s., Zlaté Moravce	Zlaté Moravce
	10. NOVÝ CALEX, a.s., Zlaté Moravce	Zlaté Moravce	ENERGO-BYTOS, s.r.o., Šahy-Sever	Levice
	NO_x		CO	
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1. Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa	SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra
	2. SPP, š.p., Bratislava, závod Ivanka pri Nitre	Nitra	Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra
	3. AssiDomän Packaging, Štúrovo, a.s.	Nové Zámky	AssiDomän Packaging, a.s., Štúrovo	Nové Zámky
	4. Šurianský cukrovar, a.s., Šurany	Nové Zámky	Duslo, a.s., Šaľa	Šaľa
	5. LEVITEX, a.s., Levice	Levice	Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa
	6. Službyt, a.s., Nitra, kotolňa Chrenová	Nitra	NOVÝ CALEX, a.s., Zlaté Moravce	Zlaté Moravce
7. Bytový podnik, Nové Zámky, CTZ	Nové Zámky	Slov. energetické strojárne, a.s., Tlmače	Levice	
8. ZLATÝ BAŽANT, a.s., Hurbanovo	Komárno	MIER, a.s., Topoľčany	Topoľčany	
9. Mestský byt. podnik, s.r.o., Šaľa, kotolňa Šaľa-Veča	Šaľa	FERRENIT, a.s., Nitra	Nitra	
10. Kameňolom a vápenka GLASSNER, a.s., Žirany	Nitra	IDEA, a.s., Nitra	Nitra	

TREŇČIANSKY 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., Partizánske	Partizánske
	4.	PASINVEST, a.s., Partizánske	Partizánske	Slovenská armatúrka, a.s., Myjava	Myjava
	5.	TATRA PRAVENEK, a.s., Pravenec	Prievidza	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov
	6.	Koželužne, a.s., Bošany	Partizánske	Koželužne, a.s., Bošany	Partizánske
	7.	Slovenská armatúrka, a.s., Myjava	Myjava	MERINA, a.s., Trenčín	Trenčín
	8.	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	Trenčín	Považský cukrovar, a.s., Trenčianska Teplá	Trenčín
	9.	SKLOOBAL, a.s., Nemšová	Trenčín	HPB, a.s., Baňa Cígeľ, Prievidza	Prievidza
	10.	LR CRYSTAL, a.s., Lednické Rovne	Púchov	ENERGOTRENS, s.r.o., Trenčín	Trenčín
	NO_x		CO		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolany	Prievidza	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	Trenčín
	2.	SKLOOBAL, a.s., Nemšová	Trenčín	SE, a.s., Bratislava, o.z. Zemianske Kostolany	Prievidza
	3.	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	Vápenka Werk 7, s.r.o., Nové Mesto nad Váhom	Nové Mesto n/V
	4.	LR CRYSTAL, a.s., Lednické Rovne	Púchov	PASINVEST, a.s., Partizánske	Partizánske
	5.	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	ZŤS-Metalurgia, a.s., Dubnica nad Váhom	Ilava
	6.	MATADOR, a.s., Púchov	Púchov	Koželužne, a.s., Bošany	Partizánske
7.	PASINVEST, a.s., Partizánske	Partizánske	TATRA PRAVENEK, a.s., Pravenec	Prievidza	
8.	SE, a.s., Bratislava, Tepláreň Handlová	Prievidza	Považská cementáreň, a.s., Ladce	Ilava	
9.	CEMMAC, a.s., Horné Slnie	Trenčín	Považské strojárne, Energetika, a.s., Považská Bystrica	Považská Bystrica	
10.	Slovenská armatúrka, a.s., Myjava	Myjava	Cestné stavby, s.r.o., Žilina, Obalovacia súprava, Beluša	Púchov	

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

ŽILINSKÝ KRAJ	Tuhé látky		SO₂		
	Zdroj	Okres	Zdroj	Okres	
	1.	Severoslov.celulóžky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina
	2.	Dolvap, s.r.o., Kameňolom a vápenka, Varín	Žilina	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martin
	3.	Oravská televízna fabrika, a.s., Nižná	Tvrdošín	Severoslov. celulóžky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok
	4.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Dolný Kubín	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš
	5.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín	Oravská televízna fabrika, a.s., Nižná	Tvrdošín
	6.	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Istebné	Dolný Kubín
	7.	ZŤS, a.s., Námestovo	Námestovo	Severoslov.celulóžky a pap., ,zav.Solo, a.s., Ružomberok	Ružomberok
	8.	ST.NICOLAUS, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš	ZŤS, a.s., Námestovo	Námestovo
	9.	AMICORP, s.r.o., Pezinok, závod Liptovský Hrádok	Liptovský Mikuláš	DREVINA-TURANY, s.r.o., Turany	Martin
	10.	DREVINA-TURANY, s.r.o., Turany	Martin	ENERGODIT, s.r.o., Liptovský Hrádok	Liptovský Mikuláš
	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.celulóžky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok	Severoslov.celulóžky a papierne, a.s., Celpap, Ružomberok	Ružomberok
	3.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Dolný Kubín	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., prev. Široká	Dolný Kubín
	4.	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín	Oravské ferozliatinárske závody, a.s., Istebné	Dolný Kubín
	5.	SEZ, š.p., Tepláreň Martin	Martin	Oravská televízna fabrika, a.s., Nižná	Tvrdošín
	6.	MAYTEX, a.s., Liptovský Mikuláš	Liptovský Mikuláš	ZŤS, a.s., Námestovo	Námestovo
7.	Považské chemické závody, a.s., Žilina	Žilina	SEZ, š.p., Tepláreň Žilina	Žilina	
8.	Severoslov.celulóžky a pap., zav.Solo, a.s., Ružomberok	Ružomberok	Severoslov.celulóžky a pap., zav.Solo, a.s., Ružomberok	Ružomberok	
9.	Slovenská paroplynová spoločnosť, a.s., Ružomberok	Ružomberok	DREVINA-TURANY, s.r.o., Turany	Martin	
10.	Oravská televízna fabrika, a.s., Nižná	Tvrdošín	Kysucké drevárske združenie, a.s., Krásno nad Kysucou	Čadca	

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.	DEZEN, s.r.o., Prešov	Prešov	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné
	3.	CHEMES, a.s., Humenné	Humenné	VIHORLAT, a.s., divízy závod energetika, Snina	Snina
	4.	VIHORLAT, a.s., divízy závod energetika, Snina	Snina	JAS-PRODUKT, s.r.o., Bardejov	Bardejov
	5.	UNIOL-VRANOV, s.r.o., Vranov nad Topľou	Vranov nad Topľou	LABSTROJ, s.r.o., Medzilaborce	Medzilaborce
	6.	FECUPRAL, s.r.o., Prešov	Prešov	FECUPRAL, s.r.o., Prešov	Prešov
	7.	JAS-PRODUKT, s.r.o., Bardejov	Bardejov	UNIOL-VRANOV, s.r.o., Vranov nad Topľou	Vranov nad Topľou
	8.	Chemosvit-Strojchem, a.s., Svit	Poprad	Cestné stavby, a.s., Košice, Obaf. súprava, Kvetnica	Poprad
	9.	TVARONA, a.s., Ulič	Snina	ZEOCEM, a.s., Bystré	Vranov nad Topľou
	10.	PILOIMPREGNA, a.s., Spiš. Nová Ves, divízia Kružlov	Bardejov	ORPANN, a.s., Orlov	Stará Ľubovňa
	NO_x		CO		
	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 závod energetika, Snina	Snina	VIHORLAT, a.s., divízy závod energetika, Snina	Snina
	4.	DEZEN, s.r.o., Prešov	Prešov	DEZEN, s.r.o., Prešov	Prešov
	5.	Chemosvit-Energochem, a.s., Svit	Poprad	Cestné stavby, a.s., Košice, Obaf. súprava, Kvetnica	Poprad
	6.	TATRAVAGÓNKA, a.s., Poprad	Poprad	Cestné stavby, a.s., Košice, závod Prešov	Prešov
	7.	SPRAVBYT, a.s., Prešov, centrálna kotolňa	Prešov	Chemosvit-Energochem, a.s., Svit	Poprad
	8.	Mesto Bardejov v zas. Spravbyt, s.r.o., Bardejov	Bardejov	SANAS, a.s., Sabinov	Sabinov
9.	UNIOL-Vranov, s.r.o., Vranov nad Topľou	Vranov nad Topľou	Mesto Bardejov v zas. Spravbyt, s.r.o., Bardejov	Bardejov	
10.	PIVOVAR ŠARIŠ, a.s., Veľký Šariš	Prešov	JAS-PRODUKT, s.r.o., Bardejov	Bardejov	

KOŠICKÝ KRAJ	Tuhé látky			SO₂	
		Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1.	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce
	2.	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II	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	KOVOHUTY, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves
	6.	KOVOHUTY, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV
	7.	FINIS, a.s., Spišská Nová Ves	Spišská Nová Ves	FINIS, a.s., Spišská Nová Ves	Spišská Nová Ves
	8.	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV	EKOTHERMAL 99,s.r.o.,Košice-Krásna, SPAKO	Košice IV
	9.	Kalcit, s.r.o., Vápenka a lom, Slavec	Rožňava	Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie
	10.	KERKO, a.s., Košice, záv. Michalovce	Michalovce	TEHO, a.s., Kotolňa č.5, Moldava nad Bodvou	Košice-okolie
	NO_x			CO	
		Zdroj	Okres	Zdroj	Okres
	1.	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II	Východoslovenské železiarne, a.s., Košice	Košice II
	2.	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce	CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce
	3.	CHEMKO, a.s., Strážske	Michalovce	Vápenka, a.s., Margecany	Gelnica
	4.	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV	SPP, š.p., závod Jablonov nad Turňou	Rožňava
	5.	SPP, š.p., závod Veľké Kapušany	Michalovce	SE, a.s., Bratislava, Elektráreň Vojany I a II	Michalovce
	6.	SPP, š.p., závod Jablonov nad Turňou	Rožňava	SPP, š.p., závod Veľké Kapušany	Michalovce
7.	Cementáreň Turňa, a.s., Turňa nad Bodvou	Košice-okolie	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava	
8.	ŽELBA, a.s., o.z. Siderit, Nižná Slaná	Rožňava	KOVOHUTY, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves	
9.	EKOTHERMAL 99,s.r.o.,Košice-Krásna, SPAKO	Košice IV	ZLIEVAREŇ SEZ, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves	
10.	KOVOHUTY, a.s., Krompachy	Spišská Nová Ves	SE, a.s., Tepelná energetika Košice	Košice IV	

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]	DBaA [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 fosilných 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 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.

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).

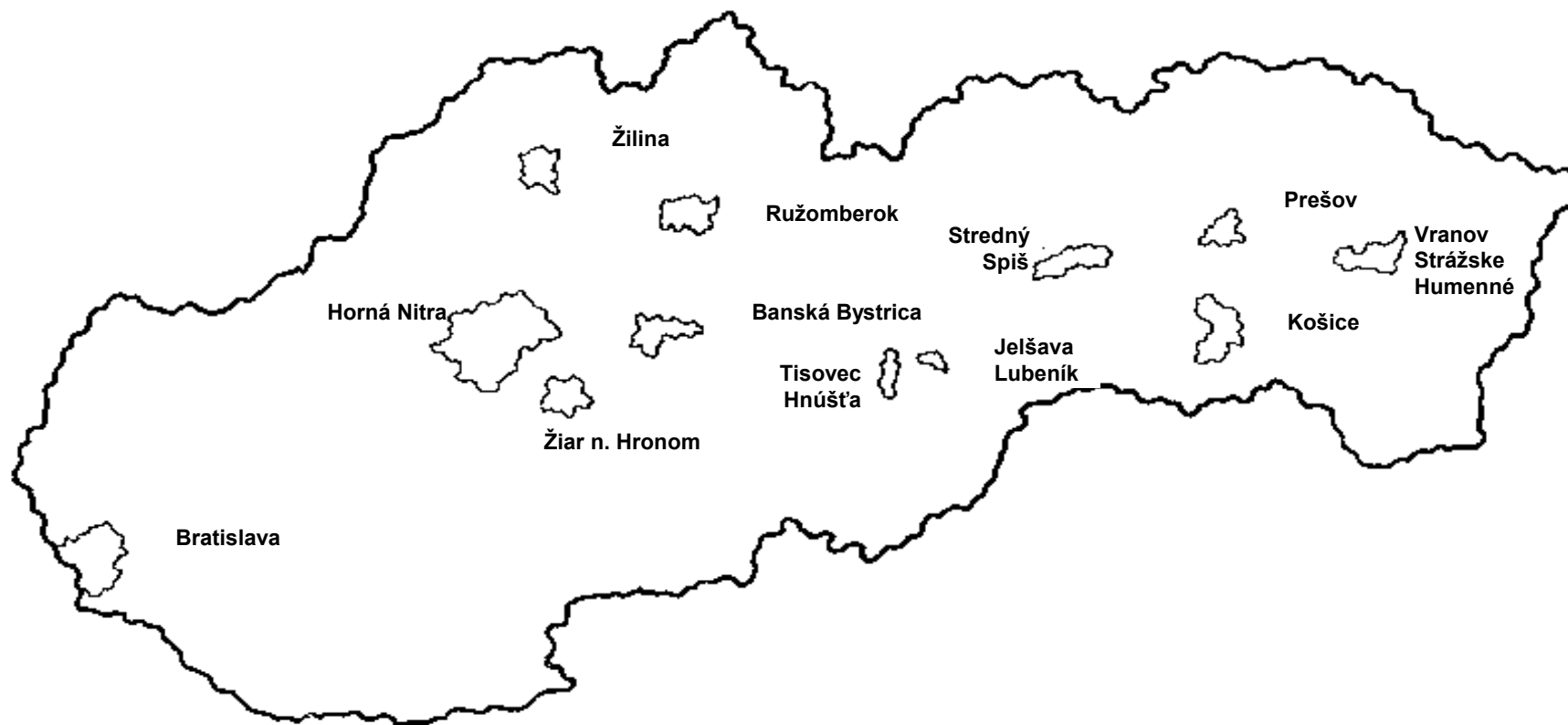
IH₈ - Priemerná 8-hodinová koncentrácia znečisťujúcej látky. Priemernou 8-hodinovou koncentráciou sa rozumie stredná hodnota koncentrácie zistená na určenom mieste v časovom úseku 8 hodín.

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	Prievidzský okres
Jelšava - Lubeník	Chyžné, Jelšava, Lubeník, Magnezitovce, Mokrú Lúka, Revúcka Lehota
Košice	Bočiar Haniska, Košice, Sokofany, 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, Ladomierska Vieska, Lehôtka pod Brehmi, Lovča, Lovčica - Trubín, Lutíla, 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
1998

Vydavateľ

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

Tlač

Reprografické pracovisko SHMÚ v roku 1999
Účelová publikácia: 176 s., 39 tab., 194 obr.
Náklad: 300 výtlačkov
Publikácia neprešla jazykovou úpravou