



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

**ONESNAŽENOST ZRAKA
V SLOVENIJI
V LETU 1997**



MOP-HMZ

**Hidrometeorološki zavod
Republike Slovenije**

LJUBLJANA, marec 2001

Onesnaženost zraka v Sloveniji v letu 1997
Urednik: Anton Planinšek
Koordinator: Bojan Rode
Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor,
Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, 2001

Izdal: MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
 Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije,
 Ljubljana, Vojkova I b

Ljubljana, marec 2001

IZJAVLJAMO,

da je predloženo poročilo o onesnaženosti zraka v Sloveniji izdelano na podlagi kontroliranih meritev in opazovanj in imajo podatki, navedeni v tem delu, javnopravni pomen (uradni podatki).

Dušan Hrček, dipl. ing. met.

DIREKTOR

Delo je zaščiteno po določilih avtorskega prava. Na ta način osnovane pravice ostanejo v veljavi. Dovoljen je tisk teksta samo v obliki izvlečkov z navedbo virov.

Ljubljana, marec 2001

Urednik:

Anton Planinšek, dipl.ing.meteorol.

Avtorji:

Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije

Tanja Bolte, univ.dipl.ing.kem.

mag. Tanja Cegnar, univ.dipl.ing.meteorol.

Rozalija Ciglar, univ.dipl.ing.kem.

Brigita Jesenovec, univ.dipl.ing.kem.teh.

mag. Špela Kozak Legiša, univ.dipl.ing.kem.

mag. Melanija Lešnjak, univ.dipl.kem.

Marijana Murovec, univ.dipl.ing.kem.

Peter Pavli, univ.dipl.ing.kem.

Anton Planinšek, univ.dipl.ing.meteorol.

Bojan Rode, univ.dipl.ing.kem.

mag. Andrej Šegula, univ.dipl.ing.meteorol.

Priprava podatkov:

Marinka Lešnik

Darko Turk

Elektroinštitut "Milan Vidmar"

mag. Zalika Rajh - Alatič, univ.dipl.ing.kem.

Andrej Šušteršič, univ.dipl.ing.stroj.

Anuška Bole, univ.dipl.ing.kem.

POVZETEK

1. Na področju zakonodaje v letu 1997 ni bilo posebnih novosti. Začele so se priprave na uskladitev slovenske zakonodaje z zakonodajo EU. V prvi fazi je bil narejen pregled usklajenosti kot priprava na »screening« v Bruslju. Primerjave obeh zakonodaj je pokazala, da imamo mejne vrednosti za posamezne snovi zelo podobne. To je razumljivo, ker je osnova za mejne vrednosti pri obeh zakonodajah smernica svetovne zdravstvene organizacije. Glede politike zaščite kakovosti zraka lahko v mnogih primerih uporabimo določila Zakona o varstvu okolja, ki je med boljšimi v Evropi. Veliko konkretnih določil iz EU zakonodaje pa bo potrebno vpeljati v našo zakonodajo s podzakonskimi akti.

2. Trendi emisij se od preteklega leta niso bistveno spremenili. Emisija SO₂ je po velikem znižanju v letu 1995 zaradi vključitve odžvepvalne naprave v TE Šoštanj v primerjavi z letom 1996 nekoliko narasla, predvsem na račun elektroenergetike. Emisija dušikovih oksidov je od leta 1991 v stalnem porastu, predvsem zaradi povečevanja prometa. Enako se dogaja tudi z ogljikovim dioksidom. Vzrok za naraščanje je povečana aktivnost v vseh dejavnostih, ki onesnažujejo zrak. Emisije svinca pa se znižujejo zaradi vse manjšega deleža prodanega osvinčenega benzina.

3. V merilnih mrežah ni bilo bistvenih sprememb tako glede števila merilnih mest kot merilnih metod. V avtomatski mreži smo nabavili nekaj novih merilnikov in jih vključili v mrežo, predvsem za merjenje ozona in lebdečih delcev.

4. Meritve koncentracij žveplovega dioksida kažejo, da je v letu 1997 koncentracija prekoračila mejno vrednost na skoraj vseh merilnih mestih. Prekoračitev je bilo največ na merilnih mestih, ki so pod vplivom termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje. Na Dobovcu, merilnem mestu v bližini TE Trbovlje, so izmerili izjemno visoko urno koncentracijo 6072 µg/m³, ki je bila posledica prevelike emisije iz termoelektrarne in neugodnih vremenske situacije – dalj časa trajajoče temperaturne inverzije. V mestih je bilo preseganje mejnih vrednosti razmeroma malo. Med temi merilnimi mesti izstopa Krško po velikem številu preseganja mejne vrednosti, ki pa je posledica emisij iz bližnje industrije celuloze in papirja. Pri dušikovem dioksidu koncentracije na nobenem merilnem mestu niso presegle mejne vrednosti. Največje število preseganja mejnih vrednosti se je pojavilo pri meritvah ozona. Velik vpliv na koncentracijo ozona ima nadmorska višina kraja in oddaljenost od naselij. Visoke koncentracije so najdalj trajale na merilnih mestih z večjo nadmorsko višino in daleč od naselij. V naseljih ozon, ki nastane s fotokemijskimi reakcijami, reagira z dušikovim monoksidom. Zato so koncentracije najnižje na merilnih mestih, ki so najbolj izpostavljena emisijam zaradi prometa. Ozon je tipično sezonski onesnaževalec z najvišjimi koncentracijami v topli polovici leta, v hladni polovici pa so koncentracije povsod pod mejnimi vrednostmi. Koncentracije ogljikovega monoksida so bile mnogo nižje od mejnih vrednosti. Koncentracije lebdečih delcev občasno presežejo mejne vrednosti, predvsem na merilnih mestih blizu prometnih cest. Meritve indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini, izraženega kot koncentracija SO₂, nam kaže primerjavo onesnaženosti zraka med slovenskimi kraji. Ta mreža ima največ merilnih mest. Najvišje vrednosti kažejo meritve v večjih krajih in v bližini večjih virov onesnaženja. Koncentracije dima so na vseh 57 merilnih mestih le 5 krat presegle mejno vrednost. Pri kisljih padavinah so bili le posamezni mesečni vzorci preveč kisli. Koncentracije prašnih usedlin niso presegle mejnih vrednosti.

5. Leto 1997 je bilo nadpovprečno toplo v zimskih mesecih. Takšne razmere so ugodne za zaščito zraka, saj so emisije zaradi ogrevanja manjše, posledica pa so nižje koncentracije onesnaženja. Trajanje sončnega obsevanja je bilo v spomladanskih mesecih nadpovprečno veliko, prav tako pa avgusta in septembra. Le julij je bil bolj deževen. To je tudi vzrok za zgođen pojav povišanih koncentracij ozona, julija pa so bile koncentracije ozona razmeroma nizke.

Primerjava koncentracij leta 1997 s predhodnimi leti pokaže pri nekaterih snoveh nižanje koncentracij, predvsem pri žvepovem dioksidu, sulfatih, indeksu onesnaženosti zraka s kislimi plini in dimu. Pri dušikovih oksidih so koncentracije sicer nekoliko nižje kot v zadnjih letih, toda vsaka postaja ima določeno specifiko, kot je sprememba mikrolokacije, menjava merilnikov in včasih prenizek izplen podatkov. Zato ni mogoče z gotovostjo govoriti o trendu. Koncentracije nitratov v padavinah pa očitno rastejo. Pri ozonu je koncentracija močno odvisna od vremenskih razmer, nivo pa se v zadnjih petih letih ni močno spreminjal. Za ostale snovi imamo premalo podatkov za večletno primerjavo.

ABSTRACT

There were no particular changes in the field of legislation in 1997. Initial arrangements in harmonization of Slovene legislation with EU legislation started. First an overview of harmonization was done as a basis of »screening« in Brussels. In both legislations the limit values of certain pollutants turned out to be quite similar. This is understandable as the directive of World Health Organization is the basis of both legislations. As the Slovene Environmental Protection Act showed to be a good starting point a great deal of its provisions may be applied in the policy of air quality protection. The rest of concrete provisions of the EU legislation will have to be introduced to our legislation by supplementary administrative acts.

Emission trends did not change significantly in 1997. After a great decrease in 1995 when the desulphurization device in Šoštanj Power Plant started to operate, there was a slight increase of SO₂ emission in 1997 in comparison with 1996 - mainly on account of electroenergetics. NO_x emission is constantly increasing since 1991 - due to increasing traffic mainly. Similar trend is visible in CO₂ emission as the result of intensified activities in all fields, which are the source of air pollution. On the other hand lead emission is decreasing as the share of unleaded fuel is increasing.

Monitoring networks remained practically unchanged regarding the number of stations as well as measuring methods. In automatic network some new monitoring devices – mainly for ozone and particulate matter detection - were bought and put in operation.

In 1997 the limit value of SO₂ concentration was exceeded at almost all monitoring sites. This occurred most frequently on locations under the influence of Šoštanj and Trbovlje power plants. In Dobovec monitoring site near Trbovlje Power Plant an extremely high hourly concentration of 6072 µg/m³ was detected. It was the result of too high emission from the plant and unfavourable weather condition with a longer period of temperature inversion. There were rather few exceedances of limit value in cities except Krško monitoring site where the great number of exceedances is due to emission from the neighbouring Paper and Pulp Mill. NO₂ concentrations were below limit value on all monitoring sites. The highest number of limit value exceedance was found in ozone concentrations. The altitude and distance from populated areas influence ozone concentration. High measured values of longest duration occurred on higher levels far from urban areas. In cities ozone originating from photochemical processes reacts with nitrogen monoxide. Thus ozone concentrations were lowest on the sites most exposed to traffic emission. Ozone is a typical seasonal pollutant with highest concentrations in summer while in winter values on all sites are below limit value. CO concentrations were much lower than limit values. Concentrations of suspended particles occasionally exceeded limit values especially on monitoring sites near busy roads. Measurements of index of air pollution with acid gases expressed as SO₂ concentration enable us to make comparison of air quality among different places. This network is richest in the number of monitoring sites. The highest values were measured in larger cities and in the vicinity of greater air pollution sources. The black smoke concentrations in 57 monitoring sites exceeded limit value only in 5 cases. Precipitation measurements showed only few too acid monthly samples. Concentrations of deposited matter were below limit values.

The year 1997 was exceedingly warm in winter. This is favourable to air quality protection as less heating cause lower emissions and consequently less air pollution. Insolation was exceedingly high during spring as well as in August and September, only July was rather rainy. Consequently high ozone concentrations occurred early but were rather low in July.

Comparison of concentrations in 1997 with those of previous years shows us a decrease in certain substances, particularly in sulphur dioxide, sulphates, Index of Air Pollution with Acid

Gases and black smoke. We can say that concentrations of nitrogen oxides are slightly lower than in last few years although it is difficult to speak about a clear trend as data in each station are greatly sensitive to microlocation changes, changes of monitoring devices and sometimes low data completeness. Concentrations of nitrates in precipitations on the other hand evidently grow higher. Ozone concentration is highly dependent on weather conditions but didn't change significantly during last 5 years. For other substances we do not have enough data to make comparison over years.

1.

2. UVOD

Poročilo ONESNAŽENOST ZRAKA V SLOVENIJI V LETU 1997 izdajamo s triletno zamudo. Glavni razlog za zamudo je bil povečan obseg dela na oddelku za onesnaženost zraka ob nespremenjenem številu zaposlenih. Izmerjene mesečne podatke redno objavljamo v mesečnih biltenih, ki jih izdaja Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije. Seveda je razlika med mesečnimi podatki, ki imajo status začasnega podatka in v poročilu objavljenimi letnimi dokončnimi podatki. Mesečne podatke kontroliramo z računalniškimi programi, izvedene vrednosti pa pregledajo zaposleni na oddelku za onesnaženost zraka. Dokončno veljavnost pa dobijo podatki šele po letni validaciji.

Zaradi zamude poročila nismo prevajali v angleščino. Glede na to, da poročila pogosto uporabljamo pri predstavljanju slovenske problematike varstva zraka v tujini, smo prevedli povzetek, kazalo in podnaslove pri tabelah in slikah. Na ta način lahko to poročilo uporabljajo tudi tujci. Takšno obliko bomo obdržali tudi pri poročilih za leti 1998 in 1999. Predvidoma bosta poročila izšli v prvih mesecih leta 2001.

Zakonodaja, ki se nanaša na področje koncentracij onesnaženosti zraka in meritev teh koncentracij, se leta 1997 ni spreminjala. Obdelave v tem poročilu smo v primerjavi s poročili iz prejšnjih let nekoliko skrčili glede števila tabel. Podali smo podatke le za tiste snovi in statistične parametre, za katere so predpisane mejne in kritične vrednosti.

Poročilo za leto 1996 je objavljeno na internetu na domači strani Hidrometeorološkega zavoda (http://www.rzs-hm.si/pripravili_smo/publikacije/letne.html) v slovenskem in angleškem jeziku. Na isti naslov bomo dodajali nova poročila, kakor hitro bo tekst poročila pripravljen

2. ZAKONSKE OSNOVE

2.1. Slovenska zakonodaja na področju varstva zraka

Slovenski predpisi s področja varstva zraka temeljijo na Zakonu o varstvu okolja (ZVO), ki je bil sprejet junija 1993 (Ur.l RS, št 32/93). Posamezna področja varovanja okolja, tudi varstvo zraka, urejujejo podzakonski akti. Podzakonski predpisi s področja varstva zraka pokrivajo naslednje tematike:

Zunanji zrak

- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (Ur. l. RS, št.73/94)

Emisije iz kurilnih naprav

- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. št.68/96)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav (Ur. l. RS, št.51/98)
- Popravek uredbe o spremembah in dopolnitvah uredbe o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav (Ur. l. RS, št.83/98)

Tehnološke in druge emisije

- Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za pridobivanje aluminija (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo keramike in opečnih izdelkov (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za pridobivanje cementa (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisijah snovi v zrak iz naprav za izdelavo sive litine, ferozlitin in jekla (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih motorjev z notranjim izgorevanjem in nepremičnih plinskih turbin (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih motorjev z notranjim izgorevanjem in nepremičnih plinskih turbin (Ur. l. RS, št.51/98)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za vroče pocinkanje (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz lakirnic (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo in predelavo lesnih tvoriv (Ur. l. RS, št.73/94)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za pridobivanje svinca in njegovih zlitin iz sekundarnih surovin (Ur. l. RS, št.73/94)
- Odredba o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča (Ur. l. RS, št.80/97)
- Uredba o emisiji azbesta v zrak in pri odvajanju odpadnih voda (Ur. l. RS, št.75/97)
- Uredba o emisiji hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav za skladiščenje in pretakanje motornega bencina (Ur. l. RS, št.11/99)

Monitoring emisij

- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. l. RS, št.68/96)

Kakovost goriv

- Odredba o kakovosti tekočih goriv glede vsebnosti žvepla, svinca in benzena (Ur. l. RS, št.8/95)
- Odredba o spremembah in dopolnitvah odredbe o kakovosti tekočih goriv glede vsebnosti žvepla, svinca in benzena (Ur. l. RS, št.91/98)

Promet

- Odredba o prepovedi prodaje in uvoza vozil brez katalizatorja (Ur. l. RS št.27/94)
- Odredba o spremembi odredbe o prepovedi prodaje in uvoza vozil brez katalizatorja (Ur. l. RS št.43/94)

Takse

- Uredba o taksi za obremenjevanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida (Ur. l. RS, št.68/96)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o taksi za obremenjevanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida (Ur. l. RS, št.2/97)
- Popravek (Ur. l. RS, št.5/97)
- Uredba o spremembi uredbe o taksi za obremenjevanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida (Ur. l. RS, št.24/98)
- Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o taksi za obremenjevanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida (Ur. l. RS, št.65/98)
- Odredba o obliki in vsebini napovedi za odmero takse za obremenjevanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida za gorljive organske snovi (Ur. l. RS, št.28/99)

2.2. Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi zraku

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku definira naslednje pojme: mejna imisijska vrednost, opozorilna imisijska vrednost, kritična imisijska vrednost, koncentracija, povprečne koncentracije za različne časovne intervale (od pol ure do enega leta), trdni delci in vegetacijska doba.

Mejne koncentracije za različne čase povprečenja so predpisane za naslednje snovi: žveplov dioksid, dušikov dioksid, ozon, ogljikov monoksid, ogljikov disulfid, žveplovodik, fluoride, izražene kot HF, kloride, izražene kot HCl, delce, kovine (kadmij, svinec, mangan in vanadij) v delcih ter za organske spojine: 1,2-dikloreten, diklormetan, formaldehid, stiren, tetrakloretilen, toluen in trikloretilen.

Opozorilne vrednosti koncentracij so predpisane za ozon, ogljikov monoksid, dušikov dioksid, žveplov dioksid in skupne lebdeče delce.

Poleg definiranih mejnih in opozorilnih vrednosti so pomembne naslednje določbe:

- Koncentracije so izražene v masnih enotah na enoto volumna zraka (pri temperaturi 293 K in zračnem tlaku 101,3 kPa).
- Kritične imisijske vrednosti (KIV) so dvakratne številčne mejne vrednosti (MIV).
- Povprečja in druge izvedene vrednosti je dovoljeno računati v primeru, da je v nizu najmanj 85% podatkov.

V tabeli 2.2.(1) je podan pregled nekaterih mejnih vrednosti.

Tabela 2.2.(1): Mejne imisijske vrednosti (MIV) in 98-percentili (C98) za urbana in industrijska območja
Table 2.2.(1): Limit values (MIV) and 98-percentile (C98) for urban and industrial areas

Snov	Enota	MIV						C98 za eno leto	
		Čas merjenja						Čas merjenja	
		1 leto	v. d.*	24 ur	8 ur	1 ura	30 min	24 ur	30 min
Anorganski plini									
SO ₂	µg/m ³	50		125		350		100	250
NO ₂	µg/m ³	50		150		300		120	200
O ₃	µg/m ³		60	65	110	150			

CO	mg/m ³				10	30	60			
CS ₂	μg/m ³						20			
H ₂ S	μg/m ³						7			
HF	μg/m ³			5		10				
HCl	μg/m ³			100		200				
Delci										
Dim in Inhalabilni delci	μg/m ³	50		125		200			100	
Skupni lebdeči delci	μg/m ³	70		175		300			150	250
Cd	μg/m ³	0,02								
Pb	μg/m ³	1								
Mn	μg/m ³	1								
V	μg/m ³			1						

* v.d. vegetacijska doba

* v.d. vegetation period

Snov	Enota	MIV	
		Čas merjenja	
		1 leto	1 mesec
Prašne usedline			
Skupne Prašne usedline	mg/m ² -dan	200	350
Pb	μg/m ² -dan	100	
Cd	μg/m ² -dan	2	
Zn	μg/m ² -dan	400	

Snov	Enota	MIV	
		Čas merjenja	
		24 ur	30 min
Hlapne Organske spojine			
1,2 -dikloroetan	mg/m ³	0,7	
Diklorometan	mg/m ³	3	
Formaldehid	mg/m ³		0,1
Stiren	mg/m ³		0,07
Tetrakloroetilen	mg/m ³	5	8
Toluen	mg/m ³		1
Trikloroetilen	mg/m ³	1	

2.3. Uredba o emisijah snovi v zrak iz velikih kurilnih naprav

Uredba deli kurilne naprave glede na nazivno moč in vrsto goriva na male srednje in velike kurilne naprave:

Naprava	Moč	Gorivo
Male kurilne naprave	< 1MW	trdna goriva
	< 5MW	tekoča goriva
	< 10 MW	plinasta goriva
Srednje kurilne naprave	≥ 1MW in < 50 MW	trdna goriva
	≥ 5 MW in < 50 MW	tekoča goriva
	≥ 10 MW in < 100 MW	plinasta goriva
	≥ 50MW	trdna in tekoča goriva

Velike kurilne naprave	≥ 100 MW	plinasta goriva
------------------------	---------------	-----------------

V tabeli 2.3.(1) so podane mejne emisijske vrednosti za nove in rekonstruirane velike kurilne naprave.

Tabela 2.3.(1): Mejne emisijske vrednosti za nove in rekonstruirane velike kurilne naprave
Table 2.3.(1): Limit values of emission for new and reconstructed heating devices

	pojasnilo, posebnost	trdna goriva	tekoča goriva	Plinasta goriva
Skupni prah		50 mg/m ³	50 mg/m ³	za plavžni plin: 10 mg/m ³ za druge pline: 5 mg/m ³
Posebne anorganske snovi in njihove spojine	As, Pb, Cd, Cr, Co, Ni	samo za druga trdna goriva: 0,5 mg/m ³	samo za druga tekoča goriva: 2 mg/m ³	
Ogljikov monoksid (CO)		250 mg/m ³	175 mg/mm ³	100 mg/m ³
Dušikovi oksidi, Izraženi kot NO ₂	≤ 300 MW > 300 MW	400 mg/m ³ 200 mg/m ³	300 mg/m ³ 150 mg/m ³	200 mg/m ³ 100 mg/m ³
Žveplov oksidi, Izraženi kot SO ₂	območje	>50 MW in ≤ 100 MW: 2000 mg/m ³ za vrtnično kurjavo: 400 mg/m ³	>50 MW in ≤ 300 MW: 1700 mg/m ³	za tekoči plin: 5 mg/m ³ za druge pline: 35 mg/m ³
	območje	>100 MW in ≤ 500 MW: mejna emisijska vrednost je izračunana na podlagi linearnega zmanjševanja od 2000 mg/m ³ pri 100 MW do 400 mg/m ³ pri 500MW za vrtnično kurjavo: 400 mg/m ³	>300 MW in ≤ 500 MW: mejna emisijska vrednost je izračunana na podlagi linearnega zmanjševanja od 1700 mg/m ³ pri 300 MW do 400 mg/m ³ pri 500MW	
	>500 MW	400 mg/m ³	400 mg/m ³	400 mg/m ³
Plinaste anorganske halogenske spojine	klora izražene kot HCl fluora izražene kot Hf	≤ 300 MW: 200 mg/m ³ > 300 MW: 100 mg/m ³ ≤ 300 MW: 30 mg/m ³ > 300 MW: 15 mg/m ³	samo za druga tekoča goriva: 30 mg/m ³ samo za druga tekoča goriva: 5 mg/m ³	
Računska vsebnost kisika v vol. %		premog: 6% vrtnična kurjavo: 7% biomasa, šota: 11 %	3%	3%

V tabeli 2.3.(2) so podane mejne emisijske vrednosti za obstoječe velike kurilne naprave.

Tabela 2.3.(2): Mejne emisijske vrednosti za obstoječe velike kurilne naprave
Table 2.3.(2): Limit emission values for existing large heating devices

	pojasnilo, posebnost	trdna goriva	tekoča goriva	plinasta goriva
Skupni prah		125 mg/m ³	50 mg/m ³	za plavžni plin: 10 mg/m ³ za druge pline: 5 mg/m ³
Posebne anorganske snovi in njihove spojine	As, Pb, Cd, Cr, Co, Ni	samo za druga trdna goriva: 1,5 mg/m ³	samo za druga tekoča goriva: 2 mg/m ³	
Ogljikov monoksid (CO)		250 mg/m ³	175 mg/mm ³	100 mg/m ³
Dušikovi oksidi, Izraženi kot NO ₂		650 mg/m ³	450 mg/m ³	350 mg/m ³
Žveplov oksidi, Izraženi kot SO ₂		2000 mg/m ³	za kurilna olja: 1700 mg/m ³ za druga tekoča goriva: 2500 mg/m ³	za tekoči plin: 5 mg/m ³ za druge pline: 35 mg/m ³
Računska vsebnost kisika v vol. %		premog: 6% vrtnična kurjavo: 7% biomasa, šota: 11 %	3%	3%

Za obstoječe kurilne naprave začnejo veljati mejne emisijske vrednosti in drugi pogoji za nove kurilne naprave 1. julija 2004.

Uredba, ki je vezana na emisije v zrak iz velikih kurilnih naprav, je usklajena s smernico Evropske skupnosti 88/609/EEC.

2.4. Mednarodni sporazumi in konvencije

Slovenija je pristopila tudi k mednarodnim sporazumom in konvencijam s področja zaščite zraka.

Konvencija o varstvu Sredozemskega morja pred onesnaževanjem, Barcelona, 16. februar 1976,

- Protokol o varstvu Sredozemskega morja pred onesnaževanjem s kopnega z aneksi I, II, III, Atene, 17. maj 1980

Slovenija je v tem primeru naslednica SFRJ, ki je konvencijo in protokol ratificirala.

Dunajska konvencija o varstvu ozonskega plašča s prilogama I in II, Dunaj, 22. marec 1986

- Montrealski protokol o substancah, ki škodljivo delujejo na ozonski plašč, Montreal, 18. september 1987
- Londonski amandmaji k Motrealskemu protokolu o substancah, ki škodljivo delujejo na ozonski plašč, London, 29. junij 1990
- Copenhagenski amandmaji k Motrealskemu protokolu o substancah, ki škodljivo delujejo na ozonski plašč, Copenhagen, 25. november 1992

Slovenija je v primeru dunajske konvencije in montrealskega protokola naslednica SFRJ, ki je konvencijo ratificirala. Londonske in copenhagenske amandmaje je Slovenija ratificirala.

Konvencija o spremembi podnebja, Rio de Janeiro, 13. junij 1990

Protokol o zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, Kyoto, 21. oktober 1998

Slovenija je konvencijo ratificirala, kyotski protokol pa je podpisala.

Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja, Ženeva, 13. november 1979

- Protokol h konvenciji o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja iz leta 1979 o dolgoročnem financiranju programa za opazovanje in ovrednotenje emisije onesnaževalcev zraka v Evropi (EMEP), Ženeva, 28. september 1984
- Protokol h konvenciji o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja iz leta 1979 glede kontrole emisij NO_x ali njihovih čezmejnih tokov, Sofija, 1. november 1988
- Protokol h konvenciji o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja iz leta 1979 glede kontrole emisij lahko hlapnih ogljikovodikov ali njihovih čezmejnih tokov, Ženeva, 18. november 1991
- Protokol h konvenciji o prekomejnem onesnaževanju zraka na velike razdalje iz leta 1979 o nadaljnjem zmanjševanju emisij žvepla, Oslo, 13. junij 1994
- Protokol h konvenciji o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja iz leta 1979 o težkih kovinah, Aarhus, 24. junij 1998
- Protokol h konvenciji o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja iz leta 1979 o težko razgradljivih organskih snoveh, Aarhus, 24. junij 1998

Slovenija je v primeru konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja in protokola EMEP iz leta 1984 naslednica SFRJ, ki je konvencijo in protokol ratificirala. Protokol iz leta 1994 je Slovenija ratificirala, protokola iz leta 1989 pa je podpisala.

2.5. Zakonodaja Evropske skupnosti na področju varstva zraka

Zakonodaja Evropske skupnosti, ki se nanaša na varstvo zraka, je razdeljena v naslednje tematske sklope:

Zunanji zrak

- Ocena in upravljanje kakovosti zunanjega zraka (Council Directive on ambient air quality assessment and management, **96/62/EC**)
- Onesnaženost zraka z ozonom (Council Directive on air pollution by ozone, **92/72/EEC**)
- Mejne vrednosti za žveplov dioksid, dušikove okside, delce in svinec v zunanjem zraku (Council Directive relating to limit values for sulphur dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air, **99/30/EEC**)

Izmenjava informacij

- Recipročna izmenjava informacij in podatkov iz merilnih mrež za kakovost zraka v državah članicah (Council Decision establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States, **97/101/EC**)

Emisije iz kurilnih naprav

- Omejevanje emisij v zrak iz velikih energetskega objektov (Council Directive on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from large combustion plants, **88/609/EEC**)

Tehnološke in druge emisije

- Omejevanje onesnaževanja zraka iz industrijskih virov (Council Directive on the combating of air pollution from industrial plants, **84/360/EEC**)
- Celostno preprečevanje in nadzor nad onesnaževanjem (Council Directive concerning Integrated Pollution Prevention and Control, **96/61/EC**)
- Preprečevanje onesnaževanja zraka iz novih sežigalnic komunalnih odpadkov (Council Directive on the prevention of air pollution from new municipal waste incineration plants, **89/369/EEC**)
- Zmanjšanje onesnaževanja zraka iz obstoječih sežigalnic komunalnih odpadkov (Council Directive on the reduction of air pollution from existing municipal waste-incineration plants, **89/429/EEC**)
- Sežig nevarnih odpadkov (Council Directive on incineration of hazardous waste, **94/67/EC**)
- Nadzor nad emisijo hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav za skladiščenje in pretakanje motornega bencina (European Parliament and Council Directive on the control of volatile organic compound (VOC) emissions resulting from storage of petrol and its distribution from terminals to service stations, **94/63/EC**)
- Ukrepi za emisijo plinastih polutantov in delcev iz motorjev z notranjim izgorevanjem za izvencestne mobilne stroje (Directive of the European Parliament and of the Council on the approximation of the laws of the Member States relating to measures against the emission of gaseous and particulate pollutants from internal combustion engines to be installed in non-road mobile machinery, **97/68/EC**)

Evidence o emisijah

- Mehanizem za monitoring emisij CO₂ in drugih plinov tople grede (Council Decision for a monitoring mechanism of Community CO₂ and other greenhouse gas emissions, **93/389/EEC**)

Monitoring emisij

- Usklajane merilne metode za določanje masnih koncentracij dioksinov in furanov iz emisij pri sežigu odpadkov (Commission Decision on harmonized measurement methods to determine the mass concentration of dioxins and furans in atmospheric emissions in accordance with Article 7(2) of Directive 94/67/EC on the incineration of hazardous waste, **97/283/EC**)

Kakovost goriv

- Vsebnost svınca v bencinu (Council Directive on the approximation of the laws of the Member States concerning the lead content of petrol, **85/210/EEC**)
- Vsebnost žvepla v nekaterih tekočih gorivih (Council Directive relating to the sulphur content of certain liquid fuels, **93/12/EEC**)

2.6. Predvideni slovenski predpisi, s katerimi bomo uskladili slovensko zakonodajo z zakonodajo EU

Po programu prilagajanja slovenske zakonodaje zakonodaji EU na področju varovanja zraka bomo v letu 2000 bomo sprejeli naslednje predpise:

- Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (UL RS 73/94) – sprememba

- Uredbo o izvajanju monitoringa kakovosti zunanjega zraka
- Odredbo o zasnovi in metodologiji izvajanja monitoringa kakovosti zunanjega zraka
- Odredbo o kakovosti opreme in pogojih izvajalcev monitoringa kakovosti zunanjega zraka
- Uredbo o emisiji hlapnih organskih spojin v zrak iz naprav za skladiščenje in pretakanje motornega bencina
- Odredbo o obveščanju javnosti o stanju kakovosti zunanjega zraka
- Uredbo o strukturi, vrsti in agregiranosti podatkov zunanjega zraka

V teh predpisih bomo prevzeli določila okvirne, ozonske in hčerinske smernice ter ostalih smernic, ki se nanašajo na področje varstva zraka.

V nacionalnem programu za varstvo okolja varstvo zraka ni prioriteta (prioritete so odpadki, vode in narava). Kljub temu so v NPVO predvidene večje investicije predvsem v termoenergetske objekte za zmanjšanje emisij. Ko bodo stopili v veljavo protokoli h konvenciji o spremembi podnebja in konvenciji o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja, bodo nastali stroški zaradi v protokolih zahtevanega zmanjševanja emisij.

3. ONESNAŽEVANJE ZRAKA

3.1. Ocene emisij

Emisije SO₂, NO_x, NMVOC, CH₄, NH₃, N₂O, CO in CO₂

Emisije SO₂, NO_x, NMVOC (Non Methane Volatile Organic Compounds - nemetanske hlapne organske spojine), CH₄, NH₃, N₂O, CO in CO₂ ocenjujemo na podlagi podatkov o porabljenih gorivih, ki jih zbira Ministrstvo za gospodarske dejavnosti /Ref. 3.-1/ ter ostalih statističnih podatkov iz Statističnega letopisa /Ref. 3.-2/. Pri izračunih smo uporabili metodologijo, ki je narejena na osnovi metodologije CORINAIR /Ref. 3.-3 in Ref. 3.-4/. Emisijski faktorji, ki jih predpisuje imenovana metodologija, so prilagojeni gorivom, ki se uporabljajo v Sloveniji. Viri emisij snovi v zrak so razdeljeni v sledeče glavne kategorije:

- termoelektrarne - toplarne in daljinsko ogrevanje;
- industrijske kotlovnice;
- kotlovnice za ogrevanje in drobna kurišča;
- tehnološki procesi;
- pridobivanje in distribucija fosilnih goriv;
- uporaba topil;
- cestni promet;
- ostali promet;
- ravnanje z odpadki;
- kmetijstvo, gozdarstvo in živinoreja;
- narava.

Podatki o emisijah za SO₂, NO_x, CO in CO₂ v Sloveniji po posameznih kategorijah virov so za leto 1997 zbrani v tabeli 3.1.(1).

Tabela 3.1.(1): Emisije SO₂, NO_x, CO in CO₂ v Sloveniji v letu 1997

Table 3.1.(1): Emissions of SO₂, NO_x, CO and CO₂ in Slovenia in 1997

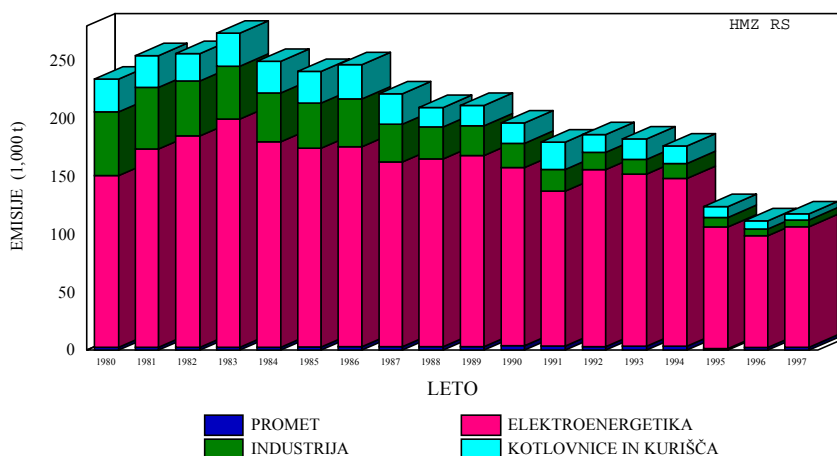
Panoga	Emisija							
	SO ₂		NO _x		CO		CO ₂	
	(t/leto)	(%)	(t/leto)	(%)	(t/leto)	(%)	(10 ³ t/leto)	(%)
Termoelektrarne-toplarne in daljinsko ogrevanje	104245	88,25	16296	23,05	898	0,97	5786	35,59
Kotlovnice za ogrevanje in mala kurišča	5436	4,60	2786	3,94	3452	3,72	2826	17,38
Industrijske kotlovnice	6010	5,09	3357	4,75	763	0,82	1983	12,20
Tehnološki procesi							587	3,61
Cestni promet	2372	2,01	47717	67,50	86660	93,37	5037	30,99
Ostali promet	59	0,05	536	0,76	1043	1,12	37	0,23
Skupaj	118122		70692		92817		16256	

Emisija na prebivalca: 59,5 kg SO₂
 35,6 kg NO_x
 46,7 kg CO
 8,2 t CO₂

Emisija na enoto površine: 5,8 t SO₂/km²
 3,5 t NO_x/km²
 4,6 t CO/km²
 802,5 t CO₂/km²

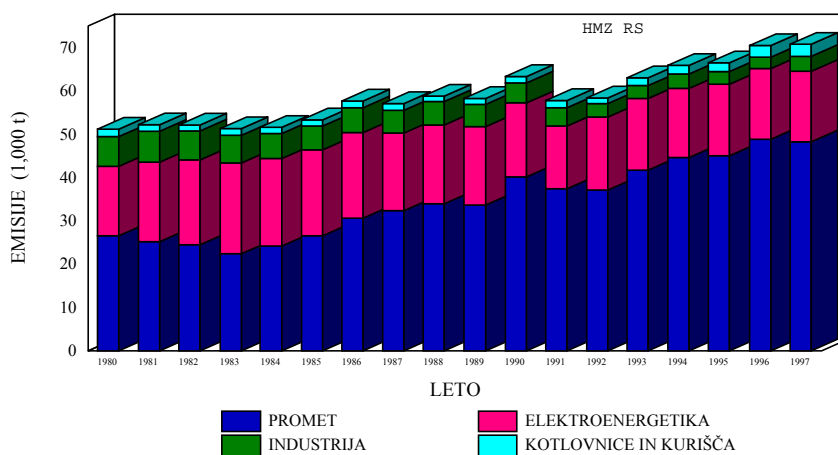
Na sliki 3.1.(1) je prikazana emisija SO₂ v Sloveniji v obdobju od 1980 do 1997. Največji delež k celotni emisiji SO₂ prispevajo termoelektrarne in toplarne (TE-TO), in sicer 88% v letu 1997. V letu 1995 se je emisija SO₂ močno zmanjšala, največ zaradi delovanja odžveplovalne naprave na bloku 4 v TE - Šoštanj, pa tudi zaradi nižje vsebnosti žvepla v tekočih gorivih, kot to predpisuje UREDBA o kakovosti tekočih goriv glede vsebnosti žvepla, svinca in benzena /Ref. 3.-5/.

Na sliki 3.1.(2) je prikazana emisija NO_x v Sloveniji v obdobju od 1980 do 1997. Največji delež v celotni emisiji NO_x prispevajo mobilni viri (promet z motornimi vozili), in sicer 67% v letu 1997. Po letu 1992 se je emisija NO_x začela povečevati, zlasti zaradi povečane gostote prometa z motornimi vozili; naraščanje je izredno veliko kljub vedno večjemu številu vozil s katalizatorji.



Slika 3.1.(1): Emisija SO₂ v Sloveniji, 1980 - 1997

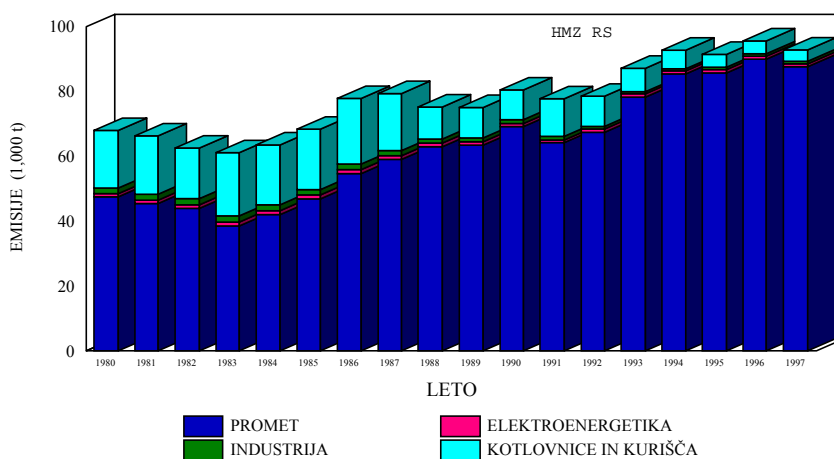
Figure 3.1.(1): SO₂ emission in Slovenia, 1980 - 1997



Slika 3.1.(2): Emisija NO_x v Sloveniji, 1980 – 1997

Figure 3.1.(2): NO_x emission in Slovenia, 1980 – 1997

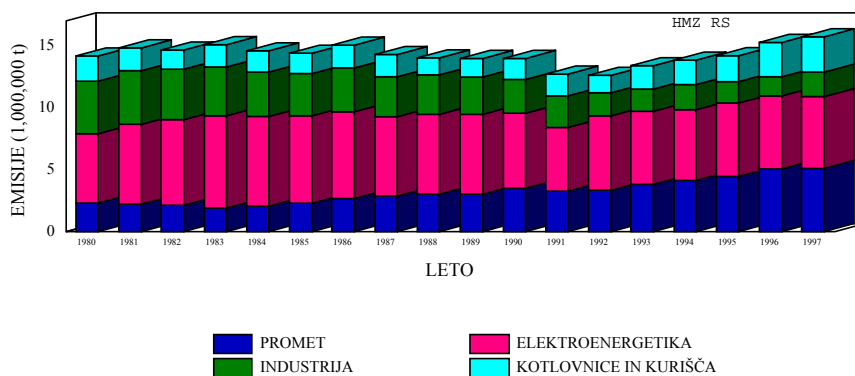
Na sliki 3.1.(3) je prikazana emisija CO v Sloveniji v obdobju od 1980 do 1997. Največji delež v celotni emisiji CO prispevajo mobilni viri (promet z motornimi vozili), in sicer 93 % v letu 1997.



Slika 3.1.(3): Emisija CO v Sloveniji, 1980 - 1997

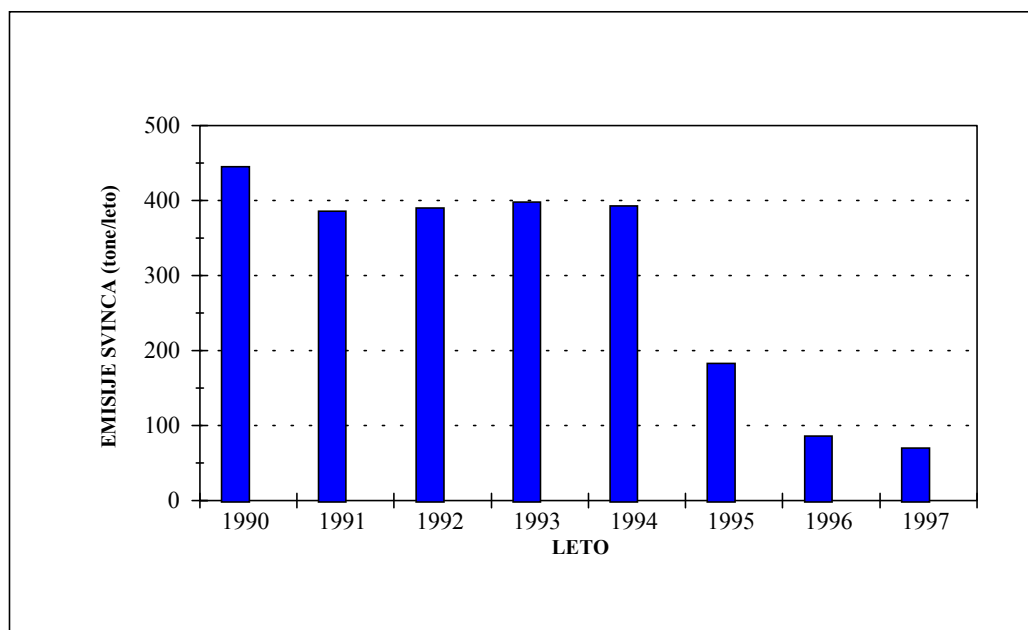
Figure 3.1.(3): CO emission in Slovenia, 1980 - 1997

Emisije CO₂ od leta 1980 do 1997, izražene v 1.000 t CO₂/leto, so prikazane po kategorijah virov na sliki 3.1.(4). Emisija CO₂ je po 1992 je začela naraščati, predvsem zaradi povečevanja prispevka emisij zaradi prometa z motornimi vozili ter emisij iz kotlovnice za ogrevanje in malih kurišč.



Slika 3.1.(4): Emisija CO₂ v Sloveniji, 1980 - 1997
 Figure 3.1.(4): CO₂ emission in Slovenia, 1980 - 1997

Promet, ki največ prispeva k povečanju emisij NO_x, CO in CO₂, onesnažuje ozračje tudi s svincom, ogljikovodiki in prahom, ki se dviga izpod koles. Emisijo svinca v zadnjih letih smo ocenili iz podatkov o porabi osvinčenega bencina z upoštevanjem vsebnosti svinca v gorivu. Emisije svinca v obdobju od 1990 do 1997 so prikazane na sliki 3.1.(5).



Slika 3.1.(5): Emisija svinca v Sloveniji, 1990 - 1997
 Figure 3.1.(5): Lead emission in Slovenia, 1990 - 1997

Emisije svinca so od leta 1991, ko so bile najmanjše, postopoma naraščale, čeprav se je v istem obdobju začela močno povečevati poraba neosvinčenega bencina (v letu 1996 je bil delež porabe neosvinčenega bencina 60%, osvinčenega pa 40%). Leta 1995 so se emisije svinca močno zmanjšale, ker je v tem letu začela veljati UREDBA o kakovosti tekočih goriv glede vsebnosti žvepla, svinca in benzena /Ref. 3.-5/.

3.2. Pregled največjih onesnaževalcev zraka

3.2.1. Termoelektrarne in toplarne

Podatki o emisijah iz TE-TO temeljijo na kontinuiranih meritvah emisije ter mesečnih bilancah porabe goriva in proizvodnje energije.

Skupna emisija SO₂ iz treh slovenskih termoelektrarn je v letu 1997 znašala 95568 ton, kar je za 11% več kot v preteklem letu, emisija NO_x je znašala 15440 ton, kar je za 16 % več kot v preteklem letu, emisija prašnih delcev pa je znašala 3151 ton, kar je za 16 % več kot v preteklem letu.

TE ŠOŠTANJ

MEK
/Ref. 3.-6/

Skupna moč:	745 MW	
Proizvedena električna energija:	3565019 MWh	
Proizvedena toplotna energija:	467319 MWh	
Poraba premoga (skupaj):	4043530 t	
BLOK 1 - 3:	483780 t	
BLOK 4 :	1575537 t	
BLOK 5:	1984214 t	
Emisija SO₂ (skupaj):	53095 t	
BLOK 1 - 3:	9094 t	
BLOK 4:	1203 t	
BLOK 5:	42797 t	
Emisijska koncentracija SO₂ (povprečje):	mg/m³	2000 mg/m³
BLOK 1 - 3:	5401 mg/m ³	
BLOK 4:	227 mg/m ³	
BLOK 5:	6232 mg/m ³	
Emisija NO_x (skupaj):	11572	
BLOK 1 - 3:	1171t	
BLOK 4:	2740t	
BLOK 5:	7661t	
Emisijska koncentracija NO_x (povprečje):	mg/m³	650 mg/m³
BLOK 1 - 3: :	712 mg/m ³	
BLOK 4:	507 mg/m ³	
BLOK 5:	1129 mg/m ³	
Emisija CO (skupaj):	738 t	
BLOK 1 - 3:	186 t	
BLOK 4:	214 t	
BLOK 5:	356 t	
Emisijska koncentracija CO (povprečje):	mg/m³	250 mg/m³
BLOK 1 - 3:	103 mg/m ³	
BLOK 4:	39 mg/m ³	
BLOK 5:	53 mg/m ³	
Emisija CO₂ (skupaj):	3698747 t	
BLOK 1 - 3:	442529 t	
BLOK 4:	1441194 t	
BLOK 5:	1815024 t	
Emisija trdnih delcev (skupaj):	2377 t	
BLOK 1 - 3:	398 t	
BLOK 4:	86 t	
BLOK 5:	1893 t	
Emisijska koncentracija trdnih delcev (povprečje):	mg/m³	125 mg/m³
BLOK 1 - 3:	235 mg/m ³	
BLOK 4: :	15 mg/m ³	
BLOK 5:	277 mg/m ³	

OPOMBA: Pri povprečnih emisijskih koncentracijah so upoštevane emisijske koncentracije v suhih plinih pri 6% O₂.

NOTE: For average emission concentrations, emission concentrations in dry gases at 6% O₂ have been taken into account.

Emisija na enoto porabljenega goriva:

1995	1996	1997
14,16 kg SO ₂ /t	14,61 kg SO ₂ /t	13,13 kg SO ₂ /t
2,75 kg NO _x /t	2,86 kg NO _x /t	2,86 kg NO _x /t
0,76 kg delcev/t	0,52 kg delcev/t	0,59 kg delcev/t

Emisija SO₂ iz TE Šoštanj /Ref. 3.-7/ se je v letu 1997 povečala za 2,5% glede na leto 1996, emisija NO_x se je povečala za 13,9 %, emisija prahu pa za 28,8 %. Primerjava indeksov emisij na enoto porabljenega goriva kaže, da so se emisije SO₂ na tono goriva nekoliko zmanjšale, emisije NO_x na tono goriva so ostale na istem nivoju v odnosu na leto prej, medtem ko so se emisije prahu na tono goriva povečale glede na leto prej.

TE TOPLARNA LJUBLJANA

MEK
/Ref. 3.-6/

			INDONEZ. PREMOG
Skupna moč:	120 MW		
Proizvedena električna energija	472718 MWh		
Proizvedena toplotna energija:	1045206 MWh		
Poraba premoga (skupaj):	512059 t		
Domači:	172443t		
Uvoz :	339616 t		
Emisija SO₂ (skupaj):	11252 t		
Emisijska koncentracija SO ₂ :	4653 mg/m ³	2000 mg/m ³	200 mg/m ³
Emisija NO_x (skupaj):	2338 t		
Emisijska koncentracija NO _x :	744 mg/m ³	650 mg/m ³	
Emisija CO₂ (skupaj)	791398 t		
Emisija trdnih delcev (skupaj):	400 t		
Emisijska koncentracija trdnih delcev (povprečje):	122 mg/m ³	125 mg/m ³	

OPOMBA: Pri povprečnih emisijskih koncentracijah so upoštevane emisijske koncentracije v suhih plinih pri 6% O₂.

NOTE: For average emission concentrations, emission concentrations in dry gases 6% O₂ have been taken into account.

Emisija na enoto porabljenega goriva:

1995	1996	1997
16,06 kg SO ₂ /t	15,66 kg SO ₂ /t	21,97 kg SO ₂ /t
3,14 kg NO _x /t	3,57 kg NO _x /t	4,56 kg NO _x /t
0,57 kg delcev/t	0,53 kg delcev/t	0,78 kg delcev/t

Emisija SO₂ v TE-TOL /Ref 3.-8/ je bila v letu 1997 večja za 32% kot leta 1996, emisija NO_x je bila večja za 20 %, emisija prašnih delcev pa za 37,5%.

Primerjava indeksov emisij na enoto porabljenega goriva pa kaže, da so se emisije SO₂, NO_x in prašnih delcev na tono goriva povečale glede na leto prej.

TE TRBOVLJEMEK
/Ref. 3.-6/

Skupna moč:	125 MW	
Proizvedena električna energija:	628802 MWh	
Poraba premoga:	625152 t	
Emisija SO₂:	31221 t	
Emisijska koncentracija SO ₂ :	10993,3mg/m ³	2000 mg/m ³
Emisija NO_x:	1530 t	
Emisijska koncentracija NO _x :	537,8 mg/m ³	650 mg/m ³
Emisija CO₂:	721092 t	
Emisija trdnih delcev:	374 t	
Emisijska koncentracija trdnih delcev (povprečje):	118,9mg/m ³	125 mg/m ³

OPOMBA: Pri povprečnih emisijskih koncentracijah so upoštevane emisijske koncentracije v suhih plinih pri 6% O₂.

NOTE: For average emission concentrations, emission concentrations in dry gases 6% O₂ have been taken into account.

Emisija na enoto porabljenega goriva:

1995	1996	1997
36,28 kg SO ₂ /t	43,18 kg SO ₂ /t	49,94 kg SO ₂ /t
2,17 kg NO _x /t	2,27 kg NO _x /t	2,45 kg NO _x /t
1,79 kg delcev/t	0,95 kg delcev/t	0,95 kg delcev/t

V letu 1997 se je emisija SO₂ iz TE Trbovlje /Ref. 3.-9/ povečala za 36,7 %, emisija NO_x se je povečala za 27,2 %, medtem ko se je emisija trdnih delcev zmanjšala za 25,5 % v odnosu na leto prej.

Primerjava indeksov emisij na enoto porabljenega goriva kaže, da so se emisije SO₂ in NO_x na tono goriva povečale glede na leto prej, medtem ko so emisije prahu na tono goriva ostale na istem nivoju v odnosu na leto prej.

3.2.2. Industrijski viri

Podatki o virih onesnaževanja so bili zbrani anketno s popisom na vprašalnikih, predpisanih v Navodilu o organizaciji evidence nad emisijo škodljivih snovi v zrak in o vsebini in načinu vodenja katastra virov onesnaževanja zraka. /Ref. 3.11/ Emisija, ki je posledica tehnoloških procesov, je ocenjena na podlagi meritev, ki so bile narejene v zadnjem obdobju. Delovne organizacije, ki onesnažujejo ozračje, imajo navadno pomanjkljive meritve ali pa jih sploh nimajo, tako da je celotna slika tehnoloških emisij zelo pomanjkljiva, zato smo se pri izračunavanju emisij iz industrijskih virov omejili samo na velike točkovne (LPS), kot so definirani po definiciji CORINAIR.

Veliki točkovni viri - po definiciji CORINAIR so:

- termoelektrarne-toplarne s toplotno močjo > 300 MW
- vse rafinerije
- vse enote za pridobivanje žveplene kisline
- vse enote za pridobivanje dušikove kisline
- železarne s proizvodnjo, večjo od 3 milijonov ton na leto
- proizvodnja celuloze
- barvanje avtomobilov s proizvodnjo, večjo od 100.000 vozil/leto
- letališča, če je pristajalno-vzletnih ciklov več kot 100.000 letno
- veliki točkovni viri z emisijo škodljivih snovi :

za SO₂, NO_x, VOC > 1.000 t/leto
za CO₂ > 300.000 t/leto

Tabela 3.2.2.(1) kaže preglednico velikih industrijskih virov onesnaževanja zraka v Sloveniji za leto 1995

Tabela 3.2.2.(1): Preglednica velikih industrijskih virov onesnaževanja zraka za leto 1997

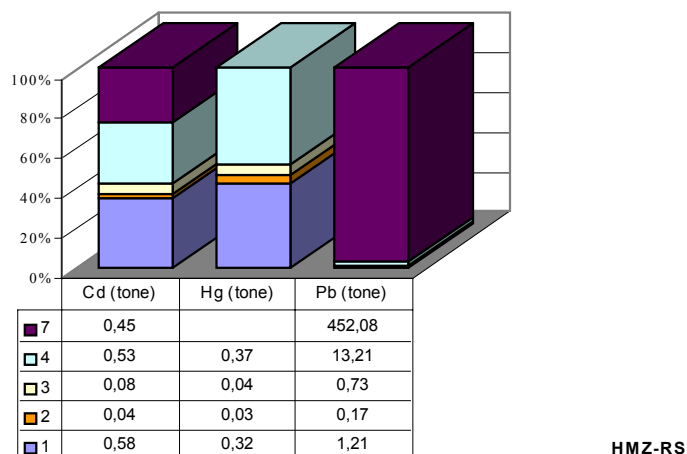
Table 3.2.2.(1): Survey of large industrial air pollution sources in 1997

Delovna organizacija	Emisija (t/leto)				
	SO ₂	NO _x	Prah	Org. spoj.	Ostalo
Cinkarna Celje	203	19,5	20		
Videm Papir - Krško	2826,4	317,5		15,5	372,3 (CO)
VITACEL Krško	966,6	177,9		62	31,8 (CO)
Rafinerija Lendava	300	387,7	2,5	509,1	62,6 (CO)

3.3. Emisije težkih kovin

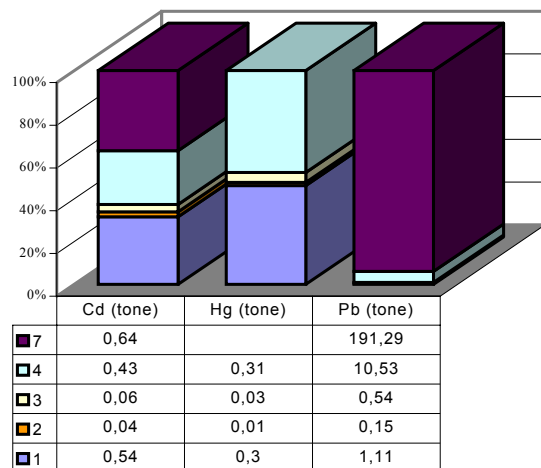
Narejena je bila prva ocena emisij treh najpomembnejših težkih kovin za leta 1990, 1994 in 1995. Metodologija izračuna emisij v zrak temelji na OSPARCOM-HELCOM UNECE metodologiji za zbiranje podatkov o emisijah težkih kovin in težko razgradljivih organskih spojin. /Ref. 3.-10/

Na slikah 3.3.(1), 3.3.(2) in 3.3.(3) so prikazani deleži emisij Cd, Hg in Pb, kakor jih prispevajo posamezne glavne kategorije virov, v tabelah pa so prikazane absolutne vrednosti emisij posameznih polutantov v tonah na leto.



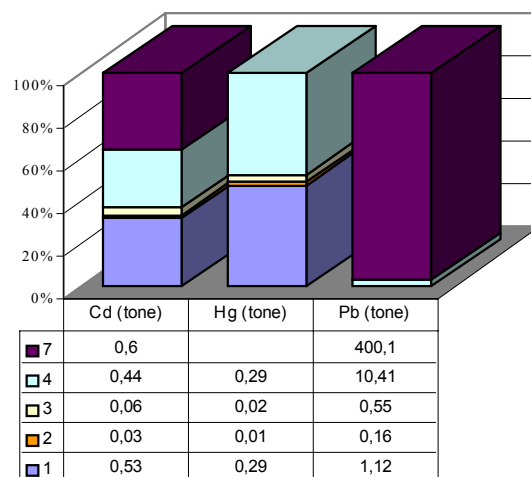
Slika 3.3.(1) Emisije Cd, Hg in Pb v letu 1990

Figure 3.3.(1) Cd, Hg and Pb emission in 1990



HMZ-RS

Slika 3.3.(2) Emisije Cd, Hg in Pb v letu 1994
Figure 3.3.(2) Cd, Hg and Pb emission in 1994



HMZ-RS

Slika 3.3.(3) Emisije Cd, Hg in Pb v letu 1995
Figure 3.3.(3) Cd, Hg and Pb emission in 1995

LEGENDA - Glavne kategorije virov so:

1. **Termoelektrarne - toplarne in daljinsko ogrevanje;**
2. **Industrijske kotlovnice;**
3. **Kotlovnice za ogrevanje in drobna kurišča;**
4. **Tehnološki procesi;**
5. Pridobivanje in distribucija fosilnih goriv;
6. Uporaba topil;
7. **Cestni promet;**
8. Ostali promet;
9. Ravnanje z odpadki;
10. Kmetijstvo, gozdarstvo in živinoreja;
11. Narava.

3.4. Viri

- 3.-1 Statistični letopis energetskega gospodarstva republike Slovenije 1997, Republika Slovenija, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti
- 3.-2 Statistični letopis 1997, Zavod republike Slovenije za statistiko, Ljubljana 1998
- 3.-3 CORINAIR Inventory; Default Emission Factors Handbook (second edition), January 1992
- 3.-4 EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Volume 1 and Volume 2, February 1996
- 3.-5 UREDBA o kakovosti tekočih goriv glede vsebnosti žvepla, svinca in benzena. Ur. list RS št. 8/95
- 3.-6 UREDBA o emisiji snovi v zrak iz kurilnih naprav. Uradni list RS št. 73/94
- 3.-7 Šušteršič A. et.al., Ocena emisij in rezultati meritev termoelektrarne Šoštanj v letu 1997, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, februar 1998
- 3.-8 Šušteršič A. et.al., Ocena emisij in rezultati meritev termoelektrarne Trbovlje v letu 1997, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, februar 1998
- 3.-9 Šušteršič A. et.al., Ocena emisij in rezultati meritev termoelektrarne toplarne Ljubljana za leto 1997, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, februar 1998
- 3.-10 TNO-report: Technical Paper to the OSAPARCOM-HELCOM UNECE Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants, December 1995
- 3.-11 Navodilo o organizaciji evidence nad emisijo škodljivih snovi v zrak in o vsebini in načinu vodenja katastra virov onesnaževanja zraka. Ur.list SRS, št. 12/79

4. ONESNAŽENOST ZRAKA

4.1. Merilne mreže

Republiško mrežo meritev onesnaženosti zraka v Sloveniji sestavljajo osnovna mreža, ki jo vodi Hidrometeorološki zavod, ter dopolnilne, v katerih izvajajo meritve drugi izvajalci (TE Šoštanj, TE Trbovlje, mestne občine Ljubljana, Maribor, Celje). Mreža je gostejša na območjih v bližini večjih virov onesnaženosti zraka. Na območjih, ki so oddaljena od velikih virov emisije, delujeta postaji Iskrba in Krvavec, ki merita ozadje onesnaženosti zraka in sta vključeni v mednarodni program EMEP in GAW. V prilogi je zemljevid merilnih mest z naslednjimi merilnimi mrežami: mreže avtomatskih ekološko-meteoroloških postaj, mreža za 24-urne koncentracije dima in indeks onesnaženosti zraka s kislimi plini in mreža za spremljanje kakovosti padavin in količine prašnih usedlin.

4.1.1. Mreže avtomatskih ekološko-meteoroloških postaj

V Sloveniji potekajo avtomatske meritve onesnaženosti zraka v sistemu ANAS (analitično nadzorni alarmni sistem) na devetih merilnih mestih. Poleg tega potekajo meritve v dveh dopolnilnih mrežah, in sicer kot Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Šoštanj (EIS-TEŠ) in Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Trbovlje (EIS-TET). Po eno postajo imajo mestni sistemi v Ljubljani, Mariboru in Celju. V Krškem občina financira meritve SO₂ na merilni postaji sistema JE Krško. Poleg stalnih postaj delujeta še dve mobilni postaji, ena v sistemu ANAS in ena v EIS-TEŠ.

4.1.1.1. Sistem HMZ

Seznam merilnih mest in parametri, ki se merijo, so podani v tabelah 4.1.1.1(1) in 4.1.1.1.(2).

Tabela 4.1.1.1.(1): Merilna mesta za avtomatske meritve

Table 4.1.1.1.(1): Monitoring sites for automatic measurements

Osnovna mreža (ANAS) :

Kraj	NV	Geogr. dolž	Geogr. šir.	Dat. zač. mer.	Vrsta
Ljubljana F.	298	14°30'28"	46°03'16"	01.1990	U-C
Ljubljana B.	298	14°31'02"	46°03'56"	01.1991	U-B
Celje	240	15°16'03"	46°14'06"	01.1990	U-B
Maribor	270	15°39'20"	46°33'22"	11.1990	P
Trbovlje	265	15°02'53"	46°08'54"	01.1990	U
Zagorje	240	15°00'00"	46°07'34"	08.1990	U
Hrastnik	290	15°05'18"	46°08'40"	01.1990	U-B
Krvavec	1720	14°32'19"	46°17'53"	03.1991	R
Iskrba	520	14°51'45"	45°33'43"	09.1996	R

Legenda:

NV nadmorska višina (m)

Vrsta lokacije: U - urbano

B - ozadje

C - center

P - promet

R - podeželsko

Legend:

NV Elevation above sea level (m)

Location: U - urban

B - background

C - city center

P - traffic

R - rural

Tabela 4.1.1.1.(2): Meritve polutantov in meteoroloških parametrov na merilnih mestih v letu 1997
 Table 4.1.1.1.(2): Measurements of air pollution and meteorological parameters on monitoring sites in 1997

Kraj	SO ₂	O ₃	NO _x	SLD	PM ₁₀	CO	BTX	Meteorološki parametri	SS
Ljubljana F.	x	x	x	x				x	
Ljubljana B.	x	x					X*	x	
Celje	x	x	x					x	
Maribor	x	x	x	x		x		x	
Trbovlje	x		x	x				x	
Zagorje	x			x				x	
Hrastnik	x	x						x	
Krvavec		x						x	x
Iskrba		x						x	x

* meritve so potekale od oktobra do decembra

* measurements from October through December

Legenda:

SO₂ Žveplov dioksid

NO_x Dušikovi oksidi

CO Ogljikov monoksid

SLD Skupni lebdeči delci

O₃ Ozon

PM₁₀ Inhalabilni delci

BTX hlapni ogljikovodiki

Meteorološki parametri:
 Temperatura zraka v okolici

Nadmorska višina

Hitrost vetra

Smer vetra

Relativna vlažnost zraka

SS - Sončno sevanje

Legend:

SO₂ Sulphur Dioxide

NO_x Nitrogen Oxides

CO Carbon Monoxide

SLD Total suspended particles

O₃ Ozone

PM₁₀ Inhalable particles

BTX hlapni ogljikovodiki

Meteorological parameters:

Ambient air temperature

Altitude a.s.l.

Wind velocity

Wind direction

Relative air humidity

SS - Solar radiation

4.1.1.2. Pod sistemi

Seznam merilnih mest in parametrov, ki se merijo po posameznih sistemih, so podani v tabeli 4.1.1.2.(1). Mobilna postaja EIS TEŠ je v letu 1997 delovala na lokacijah Razbor in Škale.

Tabela 4.1.1.2.(1): Merilna mesta za avtomatske meritve in parametri, merjeni v letu 1997
 Table 4.1.1.2.(1): Monitoring sites for automatic measurements and parameters measured in 1997

EIS-TEŠ

Kraj	NV	Geogr. dolž	Geogr. šir.	SO ₂	O ₃	NO _x	SLD	CO	Meteorološki parametri
Šoštanj	360	15°3'31"	46°22'38"	x					x
Topolšica	390	15°1'29"	46°24'12"	x					x
Veliki vrh	550	15°2'44"	46°21'8"	x					x
Zavodnje	770	15°0'12"	46°25'43"	x	x	x			x
Velenje	390	15°7'1"	46°21'43"	x	x				x
Graška gora	774	15°7'43"	46°24'54"	x					x
Razbor	805	15°3'40"	46°26'47"	x	x	x	x		x
Škale	410	15°6'38"	46°22'42"	x	x	x	x		x

EIS-TET

Kraj	NV	Geogr. dolž	Geogr. šir.	SO ₂	O ₃	NO _x	SLD	CO	Meteorološki parametri
Dobovec	700	15°4'35"	46°6'21"	x					x
Kovk	600	15°6'50"	46°7'43"	x	x	x			x
Ravenska vas	580	15°1'24"	46°7'29"	x					x
Kum	1210	15°4'39"	46°5'18"	x					x
Prapretno	480	15°4'54"	46°8'12"				x		x

EIS-TE-TOL

Kraj	NV	Geogr. dolž	Geogr. šir.	SO ₂	O ₃	NO _x	SLD	CO	Meteorološki parametri
Vnajnarje	630	14°40'18"	46°3'7"	x	x	x	x		x

EIS CELJE, MARIBOR

Kraj	NV	Geogr. dolž	Geogr. šir.	SO ₂	O ₃	NO _x	SLD	PM ₁₀	CO	Meteorološki parametri
Celje ZSMH	241	15°16'16"	46°13'55"	x		x	x	x	x	x
Maribor ZZV	275	15°39'19"	46°32'14"		x					

KRŠKO

Kraj	NV	Geogr. dolž	Geogr. šir.	SO ₂	O ₃	NO _x	SLD	PM ₁₀	CO	Meteorološki parametri
Krško	155	15°31'32"	45°57'9"	x						x

Legenda:

SO₂ Žveplov dioksid
 NO_x Dušikovi oksidi

CO Ogljikov monoksid
 SLD Skupni lebdeči delci
 O₃ Ozon

PM₁₀ Inhalabilni delci
 BTX Ogljikovodiki

Meteorološki parametri:
 Temperatura zraka v okolici

Relativna vlažnost zraka
 Hitrost vetra
 Smer vetra

NV - Nadmorska višina

Legend:

SO ₂	Sulphur Dioxide	Meteorological parameters:
NO _x	Nitrogen Oxides	Ambient air temperature
CO	Carbon Monoxide	Relative air humidity
SLD	Total suspended particles	Wind velocity
O ₃	Ozone	Wind direction
PM ₁₀	Inhalable particles	NV - Altitude a.s.l.
BTX	Hydrocarbons	

4.1.2. Mreže postaj z analitskimi metodami meritev

4.1.2.1. Mreža 24-urnih koncentracij dima in indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂))

Meritve 24-urnega indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)) in dima potekajo v 48 krajih na 56 merilnih mestih. 50 merilnih mest spada v državno mrežo, 6 merilnih mest pa sestavlja dopolnilno mrežo Mestne občine Ljubljana, ki to mrežo tudi financira.

Največjo vrednost podatkov s te merilne mreže predstavljata pokritost večine krajev v Sloveniji in dolžina niza podatkov, ki je dolg več kot 20 let (od leta 1977 dalje). Merilna metoda se ni spreminjala, zato lahko s temi podatki dokaj zanesljivo ugotavljamo trend onesnaženosti zraka. Isto velja tudi za meritve dima.

Podrobnejši seznam merilnih mest je skupaj z rezultati meritev za leto 1997 podan v poglavju 4.3.2.

4.1.2.2. Mreža za kakovost padavin in prašnih usedlin

V osnovni mreži je deset postaj (tabela 4.1.2.2.(1)), od tega jih je 6 v urbanem oziroma v industrijskem okolju, 4 pa so v podeželskem okolju. Iskrba je regionalna postaja (reprezentativna za širše področje), vključena v mednarodna programa EMEP in GAW.

V dopolnilni mreži je 18 rednih postaj. Od tega jih je šest na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj (sistem EIS-TEŠ), šest na vplivnem območju Termoelektrarne Trbovlje (sistem EIS TET), štiri merilne postaje so okoli TE-Toplarn Ljubljana in ena pri toplarni KEL v Ljubljani, ena postaja pa je na lokaciji EIMV v Ljubljani (tabela 4.3.4.2.(1)). Lokacije postaj EIS-TEŠ in EIS-TET so iste kot za avtomatske meritve (tabela 4.1.1.2.(1)). Meritve prašnih usedlin in kvalitete padavin na teh postajah opravlja Elektroinštitut "Milan Vidmar" iz Ljubljane. V Celju in okolici je dvanajst merilnih postaj za prašne usedline, v katerih se določajo težke kovine (kadmij, svinec, cink in baker), v padavinah pa se spremlja le pH. Te meritve opravlja Zavod za zdravstveno varstvo Celje.

Tabela 4.1.2.2.(1): Merilna mesta iz osnovne merilne mreže za spremljanje kvalitete padavin in količine prašne usedline v letu 1997

Table 4.1.2.2.(1): Monitoring sites of the National Basic Monitoring Network for monitoring precipitation quality and the amount of deposited matter in 1997

Postaja	NV	Geog. dol.	Geog. šir.	Padavine	Usedline	Lokacija
Ljubljana	300	14°31'	46°04'	x	x	urbana
Celje	240	15°15'	46°14'	x	x	urbana
Nova Gorica	110	13°39'	45°57'	x	x	urbana
Jesenice	570	14°03'	46°26'	x	x	urbana/industrijska
Trbovlje	250	15°02'	46°07'	x	x	industrijska
Anhovo	95	13°38'	46°03'	x	x	industrijska

Portorož	2	13°37'	45°28'	x	x	podeželska
Jezersko	900	14°30'	46°24'	x	x	podeželska
Bled	500	14°05'	46°22'	x	x	podeželska
Iskrba	520	14°51'	45°33'	x	x	podeželska - regionalna (EMEP, GAW)

Legenda:

NV Nadmorska višina (m)

Legend:

NV Altitude a.s.l. (m)

4.1.3. Mednarodne mreže

Štiri postaje, dve iz osnovne (Iskrba in Krvavec) in dve iz dopolnilnih mrež (Zavodnje in Kovk), so vključene v mednarodni merilni mreži za zrak EMEP in GAW. Za program EMEP, ki je operativne narave za potrebe konvencije CLRTAP, se spremlja depozicija in koncentracija polutantov v zraku in prekomejni transport. V letu 1997 so se izvajale v Sloveniji meritve kislih usedlin in foto-oksidantov. V programu GAW, ki je bolj raziskovalnega značaja, pa se spremlja sestava kemijske atmosfere in beleži časovne trende. V letu 1997 so potekale v Sloveniji meritve kisle usedline in ozona v spodnji troposferi. Status postaj in parametri, ki se merijo za obe mednarodni mreži, so v tabeli 4.1.3.(1).

Merilne postaje EMEP in GAW so locirane v neobremenjenem okolju, proč od lokalnih virov onesnaženosti zraka. Zahteva lokacije postaj teh dveh mrež za reprezentativnost meritev je področje s premerom vsaj 50 do nekaj 100 kilometrov. Za razliko od postaj v urbanem in industrijskem okolju, ki so namenjene predvsem lokalnemu spremljanju kakovosti zraka za opozarjanje in zaščito ljudi, je namen regionalnih postaj pridobiti informacijo o stanju zraka na širšem področju za zaščito okolja (narava, rastline, živali) in ljudi.

Iskrba in Krvavec sta edini regionalni postaji v Sloveniji za spremljanje tako imenovanega ozadja onesnaženosti zraka. Iskrba pri Kočevski Reki, ki je locirana na planoti okrog 500 m nadmorske višine na pretežno gozdnatem področju, je namenjena spremljanju kislih usedlin, težkih kovin v okolju ter fotokemijskega smoga večjega obsega, in sicer za študij daljinskega transporta onesnaženega zraka in za ocene vplivov na gozdne ekosisteme, vode in kmetijske površine. Postaja Krvavec na obronku Alp na nadmorski višini okrog 1700 m pa je velik del časa (predvsem ponoči) izpostavljena zračnim masam iz spodnje troposfere in lokacija je bila izbrana z namenom spremljanja daljinskega transporta, fotokemijskih procesov ter trendov

ozona v troposferi. Lokaciji Zavodnje in Kovk sta sicer izpostavljeni vplivom bližnjih termoelektrarn, vendar so obdobja teh vplivov kratka in razpoznavna. Postaji prispevata z meritvami prizemnega ozona k programu EMEP predvsem zaradi pomanjkanja informacije o koncentracijah fotokemijskih oksidantov v jugovzhodni Evropi.

Tabela 4.1.3.(1): Slovenske merilne postaje za zrak, ki so vključene v mednarodni merilni mreži EMEP in GAW, ter merilni program v letu 1997

Table 4.1.3.(1): Slovenian monitoring stations included into international monitoring networks EMEP and GAW, and the 1997 monitoring program

Merilna postaja	Mednarodna mreža: čas vključitve	Merilni parametri (1997)	Nacionalna mreža	Izvajalec
Krvavec	EMEP: junij 1993 GAW: febr. 1994	- O ₃ - meteorološke meritve	osnovna	HMZ
Iskrba	EMEP: maj 1996 GAW: sept. 1996	- O ₃ - SO ₂ - SO ₄ ²⁻ (p) - HNO ₃ (p)+NO ₃ ⁻ (d) - NH ₃ (p)+NH ₄ ⁺ (d) - kakovost padavin: pH, elektroprevodnost, SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , NH ₄ ⁺ ,	osnovna	HMZ

		Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ - meteorološke meritve		
Zavodnje	EMEP: junij 1993	- O ₃	dopolnilna	TE in EIMV
Kovk	EMEP: junij 1993	- O ₃	dopolnilna	TE in EIMV

Opomba: (p) plin, (d) delec

Note: (p) gas, (d) particle

Na Iskrbi in Krvavcu potekajo avtomatske meritve ozona (glej poglavje 4.2.1).

4.2. Merilne metode in merilna oprema

4.2.1. Redne avtomatske meritve

Merilne metode in merilna oprema

Na avtomatskih merilnih postajah merimo ekološke in meteorološke parametre. Na vseh avtomatskih postajah merimo osnovne meteorološke parametre (temperaturo, relativno vlago, smer in hitrost vetra). Meritve ostalih ekoloških parametrov se razlikujejo od postaje do postaje. Podatki o merilni opremi za avtomatske meritve v sistemu ANAS za leto 1997 so v tabeli 4.2.1.(1). Avtomatski merilniki so testirani po predpisih ameriške agencije za okolje (Environmental Protection Agency, EPA). Isti tip merilnikov uporabljajo tudi v dopolnilni mreži sistemov EIS-TEŠ in EIS-TET ter v Mariboru in v Celju.

Tabela 4.2.1.(1): Merilna oprema in metode merjenja za avtomatske meritve v osnovni mreži in v dopolnilni mreži

Table 4.2.1.(1): Measuring equipment and measuring methods used in automatic monitoring in the Basic Monitoring Network and Complementary Network

Parameter	Metoda	Instrument (Tip)	Natančnost µg/m ³	Območje (mg/m ³)	Meja dokazljivosti
SO ₂	UV fluorescenca molekul SO ₂	ML Fluorescent SO ₂ Analyzer Model 9850 in 8850	± 1,4	0-2,8	<2 µg/m ³ 0,5
NO _x	Kemoluminiscenca molekul NO ₂	ML Nitrogen Oxides Analyzer Model 9841 in 8841 API 200	± 2	0-2,0	1 µg/m ³ , 1,5NO _x 0,69NO ₂ 1,2-2,8ppb
O ₃	UV absorpcija (254 nm)	ML Ozone Analyzer Model 9810 in model8810	± 6	0-2,1	2 µg/m ³
CO	IR absorpcija	ML Carbon Monoxide Analyzer Model 9830 in 8310	± 100	0-62	58 µg/m ³
Skupni lebdeči delci	Oscilacijsko mikrotehtanje, Absorpcija β žarkov	TEOM 1400 in FAG FHI 2. Merilnik FAG FHI2 deluje v mer. mreži MO Maribor.	± 5	0-1	5 µg/m ³
VOC	Plinska kromatografija	HP 5980 A, FID detektor in Varian Star 3400 CX, FID detektor	± 10% ± 20%	0-1	
BTX	Plinska kromatografija	AIRMOBTX HC 1000		0-0,3	1 µg/m ³

Funkcijska kontrola merilnikov se avtomatsko izvede vsake 24,5 ure, meteoroloških dejavnikov pa 1-krat dnevno. Funkcijske kontrole izvajamo:

- z interno ali zunanjo "kalibrirno-funkcijsko" enoto, ki vsebuje permeacijsko cevko
- s testnimi plini iz jeklenke in
- s testnimi plini iz jeklenke in s kalibratorjem

Testni plini in permeacijske cevke imajo certifikate z navedenim odstopanjem. Kalibracijo merilnikov z delovnimi standardi na merilni postaji napravimo najmanj dvakrat letno, ob neustrezni funkcijski kontroli in po takšnem posegu na merilniku, ki vpliva na občutljivost merilnika. Kontinuirane meritve meteoroloških parametrov (temperatura, relativna vlaga, smer in hitrost vetra) in ekoloških parametrov (SO₂, NO_x, O₃, CO, skupni lebdeči delci) beleži avtomatska postaja in izračuna polurne vrednosti. Po prenosu podatkov v center se podatki preverijo in obdelajo, tako da so na razpolago uporabnikom. Funkcijske kontrole so navedene v tabeli 4.2.1.(2).

Tabela 4.2.1.(2): Funkcijska kontrola za posamezne merilnike v mreži ANAS

Table 4.2.1.(2): Functional control of individual monitors in the ANAS Network

Parameter	NO ₂ , NO _x , CO	SO ₂ , NO ₂ , NO _x	CO	SO ₂ , O ₃	O ₃
Merilnik	ML model 8841 ML model 8310	ML model 9850 ML model 9840	ML model 9830	ML model 8850 ML model 8810	TEI 49C
Funkcijska kontrola	Kalibrator ML model 8550	Kalibrator ML model 9506	testni plin iz jeklenke	IZS sistem	IZS sistem

IZS - Internal zero span

Senzorji za meteorološke parametre (hitrost in smer vetra, relativna vlažnost in temperatura zraka) so nameščeni na drogu nad merilno postajo. Smer in hitrost vetra merimo na višini okoli 6m od tal, temperaturo in relativno vlažnost zraka pa na višini 3m od tal.

Zaradi zastarelosti opreme nimamo na postajah (razen Iskrbe in Krvavca) pomnilnika, zato so podatki ob neuspešnem prenosu izgubljeni.

Zagotavljanje kakovosti

Planirane dejavnosti zagotavljanja kakovosti meritev na avtomatskih merilnih postajah obsegajo:

- redni dnevni pregled prenosa podatkov
- redni dnevni pregled ničelnih in testnih vrednosti ekoloških merilnikov za zagotavljanje funkcionalnosti, zapis odstopanj in opozorilo vzdrževalcem
- redna mesečna vzdrževalna in preventivno vzdrževalna dela na celotnem sistemu in posamezne merilne opreme po v naprej pripravljenem seznamu del in vrednosti
- kalibracijo ekoloških merilnikov na avtomatskih merilnih postajah najmanj dvakrat letno in kalibracijo po takšnem posegu na merilniku, ki vpliva na občutljivost merilnika
- rekalkibracijo testnih plinov in kalibracijo referenčnih merilnikov in kalibratorjev 2-krat letno
- redno letno izobraževanje (planirane so delavnice oziroma primerjalne meritve s predavanji)

Podatki:

Kontrola in obdelava podatkov poteka avtomatsko. Izločijo se vsi podatki, za katere je ugotovljeno:

- preseganje temperaturnega intervala v sistemu avtomatske merilne postaje ($20 \pm 5^\circ \text{C}$)
- preseganje parametrov funkcijske kontrole
- preseganje dovoljenega nihanja omrežne napetosti in izpad napetosti
- manj kot 75% trenutnih podatkov v 1/2 urnem intervalu povprečenja
- če merilniki niso ogreti na delovno temperaturo ali ob daljšem izpadu električne napetosti se podatki ne upoštevajo za 2 urna intervala

Pri nadaljnjih obdelavah izračunamo povprečne in percentilne vrednosti glede na predpisane čase obdelav. Podatkov mora biti vsaj 85%. Če tega pogoja ne dosežajo so označeni z *.

Strokovna kontrola:

Avtomatsko kontrolirane in obdelane podatke pregledamo in strokovno preverimo v povezavi z vsemi ostalimi meteorološkimi in ekološkimi podatki.

Arhiviranje podatkov:

Arhiviramo obdelane podatke in vse izvorne datoteke podatkov.

Redna kontrola:

Na vsake 24,5 ure se izvede avtomatska funkcijska kontrola merilnika s čistim zrakom (črpanje zraka skozi filter in aktivno oglje) in z zrakom, ki vsebuje točno določeno koncentracijo merjenega polutanta. Izmerjeno vrednost dnevno preverjamo in v primeru odstopanja preverimo delovanje merilnika.

Mesečno opravimo redni mesečni pregled vseh merilnih postaj ANAS. Ob pregledu kontroliramo bistvene parametre meteoroloških senzorjev in ekoloških merilnikov. Izmerjene vrednosti zabeležimo v naprej pripravljene obrazce in arhiviramo.

Zagotavljanje sledljivosti:

Vsako leto umerimo referenčne standarde HMZ z referenčnimi standardi UBA-Wien in standardi nekaterih vodilnih svetovnih laboratorijev /Ref. 4.-1/(standardi, katerih odstopanje je v mejah $\pm 3\%$ glede na primarni standard). Sledljivost naših standardov do mednarodno priznanih standardov je v tabeli 4.2.1.(3).

Samo mreže EIS-TEŠ, EIS-TET in EIS-MOL so sledljive na HMZ referenčni standard za SO_2 , NO in O_3 .

Tabela 4.2.1.(3): Sledljivost za SO_2 , NO, CO in O_3 do primarnega standarda
Table 4.2.1.(3): Traceability for SO_2 , NO, CO and O_3 to the primary standard

Vrsta standarda	SO_2	NO	CO	O_3
Primarni standard	static injection UBA offenbach	static injection	static injection	EMPA, Švica NIST SRP #15

(svetovni)		UBA offenbach + NIST	UBA offenbach + NIST	
Referenčni standard (nacionalni)	UBA Avstrija	UBA Avstrija	UBA Avstrija	CHMI, Češka NIST SRP #17
Referenčni standard HMZ	AIR LIQUIDE 1208A	MG A9436	MG 0642A	TEI 49C-PS 54724-30
Delovni standardi	AIR LIQUIDE 1208A	MG 75306 MG A9436	MG A9436	LSI-ML 9811
Datum umerjanja HMZ referenčnega standarda	24.2.1997	24.2.1997	24.2.1997	1.7.1997

Najmanj dvakrat letno preverimo delovanje merilnikov HMZ z našimi delovnimi standardi. Merilnike SO₂, NO_x in CO na postajah kalibriramo enotočkovno, merilnike ozona pa večtočkovno. V laboratoriju izvajamo tudi medsebojne primerjave delovnih standardov.

4.2.2. Meritve 24-urnih koncentracij dima in indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂))

Merilne metode in merilna oprema

Osnova za merjenje 24-urnega indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini in 24-urnih koncentracij dima v osnovni in dopolnilni mreži sta britanska standardna metoda in mednarodna standardna metoda ISO 4220. Indeks onesnaženja zraka s kislimi plini predstavlja koncentracijo vodotopnih kisljih komponent v vzorcu zraka, ki so ekvivalentne masni koncentraciji SO₂. Princip določevanja temelji na absorpciji in oksidaciji vodotopnih kisljih komponent v raztopini vodikovega peroksida in potenciometrični titraciji z natrijevim tetraboratom. Za potenciometrično titracijo uporabljamo avtomatski titrator TITRINO Metrohm, model 664, 24-urne povprečne koncentracije dima pa določamo reflektometrično z merilnikom EEL, Model 43.

Peroksidna metoda ni specifična za SO₂, saj s peroksidom reagirajo še druge kisle plinaste snovi v zraku, ki ob nizkih koncentracijah SO₂ zelo vplivajo na rezultat meritve. V kurilni sezoni v zraku od plinastih onesnaževalcev prevladuje SO₂, zato se takrat rezultati meritev po peroksidni metodi le malo razlikujejo od koncentracije SO₂.

Zagotavljanje kakovosti

V tabeli 4.2.2.(1) so navedeni merilni principi, referenčne metode in njihove karakteristike za parametre, ki jih v laboratoriju določamo v okviru klasične mreže določevanja 24-urnih povprečnih koncentracij dima in indeksa kisljih plinastih snovi v zraku (I(SO₂)).

Tabela 4.2.2.(1): Merilni principi, referenčne metode, karakteristike metod
Table 4.2.2.(1): Measuring principles, reference methods, characteristics methods

Parameter	merilni princip	referenčna metoda	meja detekcije	natančnost
indeks onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO ₂)) (µgSO ₂ /m ³)	potenciometrična titracija	ISO 4220	5	1,6
Dim	reflektometrija	britanska standardna metoda		

Princip določevanja indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini temelji na absorpciji in oksidaciji vodotopnih kisljih komponent v vzorcu zraka, ki ga vodimo v raztopino vodikovega peroksida pri definirani pH vrednosti /ref. 4.-6/. Kot glavni produkt oksidacije nastane žveplena kislina, ki jo titriramo z

natrijevim tetraboratom in pri tem uporabimo potenciometrično titracijo. Rezultate izrazimo kot koncentracijo žveplovega dioksida v kubičnem metru zraka ($\mu\text{gSO}_2/\text{m}^3$).

Za kontrolo potenciometrične titracije uporabljamo raztopine žveplene kisline, ki jih pripravimo z razredčenjem standardne raztopine žveplene kisline s certificirano koncentracijo (TitriVal, $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,1$ mol/l) z deionizirano vodo. Znane volumne tako pripravljene raztopine dodamo absorpcijski raztopini (peroksidna raztopina) in s titracijo z natrijevim tetraboratom (0,002 mol/l) določimo ustrežajočo koncentracijo SO_2 .

Za določevanje dimnih delcev ($< 10 \mu\text{m}$) uporabljamo reflektometer (Smoke Stain Reflectometer, Diffusion System EEL). Za kontrolo reflektometra se pred vsakim setom meritev naredi test linearnosti s kontrolnim filtrom (proizvajalec EEL). Dopustno odstopanje je 1,5 enote.

4.2.3. Meritve kakovosti padavin in prašnih usedlin

Merilne metode in merilna oprema

Mesečne padavine in prašne usedline zbiramo v osnovni mreži in v dopolnilnih mrežah z vzorčevalnikom tipa Bergerhoff /ref. 4.-2/, ki zbira mokri in suhi del usedline (tako imenovani celokupni vzorčevalnik). V Ljubljani vzorčujejo poleg mesečnih še dnevne padavine. Analize padavin in prašne usedline opravljajo za osnovno mrežo kemijski laboratorij na HMZ in za dopolnilno mrežo laboratorija na Elektroinštitutu Milan Vidmar (za okolico termoelektrarn) in na Zavodu za zdravstveno varstvo Celje (za celjsko področje). V mesečnih padavinah se določajo vsi parametri kot v evropski merilni mreži EMEP /ref. 4.-3/ in v svetovni merilni mreži WMO GAW /ref. 4.-4/. Seznam parametrov in merilne opreme za osnovno mrežo je v tabeli 4.2.3.(1). V Celju se določa le pH padavin.

Tabela 4.2.3.(1): Metode merjenja in merilna oprema za analize kakovosti padavin v osnovni mreži
Table 4.2.3.(1): Measuring methods and equipment used in analyses of precipitation in the Basic Monitoring Network

Parameter	Metoda	inštrument
Električna prevodnost	elektrometrija	konduktometer CDM230 RADIOMETER
pH	elektrometrija	pH meter 540 GLP WTW
Na	ionska kromatografija	ionski kromatograf WATERS
K	ionska kromatografija	ionski kromatograf WATERS
Mg	ionska kromatografija	ionski kromatograf WATERS
Ca	ionska kromatografija	ionski kromatograf WATERS
NH_4^+	ionska kromatografija	ionski kromatograf WATERS
SO_4^{2-}	ionska kromatografija titrimetrija ^x	ionski kromatograf avtomatska bireta
NO_3^-	ionska kromatografija spektrofotometrija ^x	ionski kromatograf spektrofotometer ^a
Cl^-	ionska kromatografija	ionski kromatograf WATERS
orto PO_4^{3-}	spektrofotometrija	spektrofotometer ^a

- ^x dnevne padavine
^a UV/VIS spektrofotometer HITACHI U-3300
^x daily precipitation
^a UV/VIS spectrophotometer HITACHI U-3300

Prašne usedline določamo gravimetrično /ref. 4.-5/ po sušenju vzorca na 105 °C. S tehtanjem ostanka po žarenju na 600 °C določimo organski in anorganski del v vzorcih prašnih usedlin. V EIS Celje analizirajo v prašni usedlini težke kovine z metodo atomske absorpcije z grafitno kiveto (VARIAN AA20).

V Mariboru v dopolnilni mreži analizirajo težke kovine skladno z nemškima predpisoma VDI 2268 T1 in DIN 38 406 T19.

Zagotavljanje kakovosti

Za določevanje kakovosti padavin in prašnih usedlin analiziramo mesečne in dnevne vzorce padavin. Parametri so zbrani v tabeli 4.2.3.(2). Za določevanje koncentracij anionov in kationov v mesečnih padavinah je bila uporabljena tehnika ionska kromatografija (IC), v dnevni padavinah, kjer določamo le sulfat in nitrat, pa titrimetrija oziroma spektrofotometrija.

Tabela 4.2.3.(2): Merilni principi, referenčne metode, karakteristike metod - mesečne in dnevne^(x) padavine

Table 4.2.3.(2): Measuring principles, reference methods, characteristics of methods – monthly and daily^(x) precipitation

Parameter*	merilni princip	referenčna metoda	Meja detekcije	Natančnost
PH	elektrometrija	ISO 10523	0,01	0,006
Električna prev. μS/cm (25°)	Elektrometrija	ISO 7888	8	1,4
klorid Cl mg/l	IC**	EN ISO 10304-1:1995	0,037	0,012
sulfat SO ₄ mg/l	IC titrimetrija ^x	EN ISO 10304-1:1995	0,133 2,4	0,044 0,8
nitrat NO ₃ mg/l	IC spektrofotometrija ^x	EN ISO 10304-1:1995	0,077 0,01	0,026
amonij NH ₄ mg/l	IC	ISO/DIS 14911-1	0,026	0,009
kalcij Ca mg/l	IC	ISO/DIS 14911-1	0,011	0,004
magnezij Mg mg/l	IC	ISO/DIS 14911-1	0,009	0,003
natrij Na mg/l	IC	ISO/DIS 14911-1	0,021	0,007
kalij K mg/l	IC	ISO/DIS 14911-1	0,023	0,008
orto fosfat PO ₄ mg/l	spektrofotometrija	SIST EN 1189	0,015	0,003
Prašne usedline, mg/l	Gravimetrija	EN 872	0,1	0,05

* v tekstu so simboli anionov in kationov zapisani brez nabojev

** IC : ionska kromatografija

* symbols of anions and cations are stated without their charges

** IC : ion chromatography

Točnost laboratorijskih meritev preverjamo z analizami certificiranih referenčnih materialov (CRM 408 in CRM 409, BCR), ki jih analiziramo enkrat mesečno. Natančnost ali ponovljivost meritev, ki jo izražamo kot standardni odmik, določamo z analizami standardnih

oziroma kontrolnih vzorcev, ki jih pripravimo v laboratoriju iz soli visoke čistosti.

Posamezne meritve koncentracij glavnih ionov kontroliramo z uporabo kontrolnih kart (Shewart control charts) z analizami kontrolnih vzorcev, sledljivimi na certificirane referenčne materiale.

Pravilnost analiz preverjamo z računanjem ionske bilance, ki temelji na principu elektronevtralnosti v vzorcu padavine ter primerjavo izmerjene in izračunane elektroprevodnosti /ref. 4.-7/.

Točnost laboratorijskih meritev preverjamo tudi s sodelovanjem v medlaboratorijskih primerjalnih shemah (EMEP, GAW) in s primerjavami z drugimi laboratoriji (Inštitut Milan Vidmar, ISWS).

4.2.4. Meritve v mednarodnih mrežah

Merilne metode in merilna oprema

Na lokaciji Iskrba se izvajajo od maja 1996 za mednarodna programa EMEP in GAW meritve žveplovih (S) in dušikovih (N) spojin v zraku po metodi EMEP z impregniranimi filtri /ref. 4.-6/. Vzorčenje je 24-urno s pretokom zraka okrog 14 l/min skozi tri zaporedne filtre. Prvi teflonski filter zbira lebeče delce velikosti okrog 0,1-10 µm. Na tem filtru določamo koncentracije aerosolov SO_4^{2-} , NO_3^- in NH_4^+ . Drugi celulozni filter Whatman 40 je impregniran z raztopino KOH, ki absorbira kisle pline SO_2 in HNO_3 . Tretji prav tako celulozni filter Whatman 40 je impregniran z oksalno kislino in je namenjen vzorčenju NH_3 . Metoda omogoča v primeru žvepla dobro ločitev med plinsko fazo (SO_2) in trdno fazo (aerosol SO_4^{2-}), v primeru oksidirane in reducirane oblike dušika pa ločitev ni popolna, zato se podaja rezultat meritve kot vsota koncentracij v plinski fazi (HNO_3 in NH_3) in trdi fazi (aerosoli NO_3^- in NH_4^+), t.j. $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ in $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$.

Pred kemijsko analizo vzorce na posameznih filtrih ekstrahiramo tako, da jih potopimo v točno določen volumen raztopine (ultra čista voda za teflonske in oksalne filtre in 0,3% raztopina H_2O_2 za filtre, impregnirane s KOH) in stresamo v ultrazvočni kopeli pol ure. Ekstrakte prefiltriramo skozi membranske filtre s porami 0,45 µm in jih analiziramo na ionskem kromatografu Waters.

Točnost laboratorijskih meritev smo določili enako kot v primeru določevanja kakovosti padavin z analizo certificiranih referenčnih materialov CRM 408 in CRM 409 (glavne spojine v sintetični deževnici, nizka in visoka vsebnost) BCR, ki smo jih analizirali enkrat mesečno. Ponovljivost meritev smo določili enako kot v primeru določevanja kakovosti padavin z analizo standardnih vzorcev in jo izrazili kot standardni odklon (tabela 4.2.4.(1)). V tabeli 4.2.4.(1) navajamo metodologijo kemijskih meritev in spodnje meje detekcije žveplovih in dušikovih spojin po vzorčenju na impregniranih filtrih.

Tabela 4.2.4.(1) Merilni principi, spodnje meje detekcije žveplovih in dušikovih spojin po vzorčenju na impregniranih filtrih ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Table 4.2.4.(1): Measuring principles, bottom detection limit of sulphur and nitrogen compounds after sampling on impregnated filters ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parameter	merilni princip	spodnja meja detekcije ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
NH_4^+ -N (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.015
NO_3^- -N (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.019
SO_4^{2-} -S (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.014

HNO ₃ -N (KOH filter)	ionska kromatografija	0.039
SO ₂ -S (KOH filter)	ionska kromatografija	0.060
NH ₃ -N (oksalni filter)	ionska kromatografija	0.079

Zagotavljanje kakovosti

V merilnih mrežah EMEP in GAW je zaradi potrebe po mednarodni primerljivosti podatkov meritev vpeljan sistem zagotavljanja kakovosti. Namen je zagotoviti ustrežno raven kakovosti meritev v skladu s postavljenimi ciljnim vrednostmi ("data quality objectives"). Vodstvi obeh mednarodnih merilnih mrež v Evropi tesno sodelujeta in usklajujeta metode za zagotavljanje kakovosti.

Za program EMEP koordinira aktivnosti Kemijski koordinacijski center (CCC) in vodja za kakovost programa EMEP. Z imenovanjem nacionalnih vodij za kakovost v letu 1994 in določitvijo njihovih nalog so se aktivnosti pri uvajanju zagotavljanja kakovosti v mreži EMEP pospešile. Glavni elementi sistema kakovosti pri programu EMEP so:

- kriteriji za izbiro reprezentativne lokacije za merilno postajo,
- predpisane merile metode in kontrole kakovosti /ref. 4.-8/,
- vodenje dokumentacije o meritvah,
- redna letna medlaboratorijska primerjava s kontrolnimi vzorci,
- primerjava vzorčevalnikov in merilnih sistemov na merilnih postajah,
- ekspertna ocena kakovosti meritev na merilni postaji in v laboratoriju (zunanja presoja),
- kontrola in validacija podatkov meritev na nacionalnem nivoju in nivoju EMEP.

V programu EMEP so ciljne vrednosti za meritve kakovosti padavin, NO₂ in za meritve spojin N in S v zraku z impregniranimi filtri /ref. 4.-9/ naslednje:

- izplen (pravilnih) podatkov: 90% za 24-urne meritve
- merilna negotovost za vzorčenje in analize skupaj: 15-25%
- točnost za laboratorijske analize:

SO ₄ ²⁻	0,032 mg S/l
NO ₃ ⁻	0,014 mg N/l
Cl ⁻	0,107 mg Cl/l
NH ₄ ⁺	0,028 mg N/l
Na ⁺	0,007 mg Na/l
K ⁺	0,012 mg K/l
Ca ²⁺	0,012 mg Ca/l
Mg ²⁺	0,007 mg Mg/l
pH	0,05

Meritve, ki ne izpolnjujejo kriterijev o ciljnih vrednostih za kakovost in izkazujejo več let zapored slabe rezultate pri medlaboratorijskih primerjavah, se izločijo iz poročil EMEP.

V programu GAW pa so ciljne vrednosti za kakovost podatkov naslednje:

a) Za meritve kakovosti padavin, za regionalne postaje /ref. 4.-9/, /ref. 4.-10/

- izplen (pravilnih) podatkov: 80% za tedensko vzorčenje
- merilna negotovost za vzorčenje in analize skupaj: 30%
- točnost za laboratorijske analize: 20%
- preciznost za laboratorijske analize: 20%

- kriterij za ionsko bilanco:

Anioni + kationi ($\mu\text{ekv./l}$):	≤ 50	$> 50 \leq 100$	$> 100 \leq 500$	> 500
Relativna razlika (%):	$\leq \pm 60$	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 15$	$\leq \pm 10$

- kriterij za električno prevodnost:

Izmerjena električno prevodnost ($\mu\text{S/cm}$):	≤ 5	$> 5 \leq 30$	> 30
Relativna razlika med izmerjeno in izračunano elektroprevodnostjo (%):	$\leq \pm 50$	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 20$

b) Za meritve prizemnega ozona /ref. 4.-11/

- izplen (pravih) podatkov: 90% na 3 mesece

- točnost: $\pm 2\%$ za koncentracije 0-20 ppb, $\pm 5\%$ za koncentracije > 20 ppb, s sledljivostjo na primarni GAW standard NIST UV-Photometer SRP #15, EMPA, Dübendorf, Švica

- preciznost: $\pm 2\%$ za koncentracije 0-20 ppb, $\pm 5\%$ za koncentracije > 20 ppb

Laboratorij HMZ sodeluje pri rednih letnih medlaboratorijskih primerjavah za EMEP od leta 1993 in za GAW od leta 1996. V tabeli 4.2.4.(2) so rezultati testov v letu 1996.

Tabela 4.2.4.(2): Rezultati kemijskega laboratorija HMZ iz medlaboratorijske primerjave za meritve kakovosti padavin (za EMEP in GAW) ter za meritve plinov in aerosolov v zraku (za EMEP) v letu 1996 /ref. 4.-12/, /ref. 4.-13/.

Table 4.2.4.(2): Results of the HMZ chemical laboratory obtained in the intercomparison of analytical methods for measurements of precipitation quality (for EMEP and GAW) as well as measurements of gases and aerosols in air (for EMEP) in 1996/ref. 4.-12/, /ref. 4.-13/.

Parameter	Vzorec	EMEP kakovostni razred*	GAW kakovostni razred**
PH	Padavine	1	+
SO ₄ ²⁻	Padavine	1	+
NO ₃ ⁻	Padavine	1	+
Cl ⁻	Padavine	1	+
NH ₄ ⁺	Padavine	1	+
Na ⁺	Padavine	1	+
K ⁺	Padavine	2	+
Ca ²⁺	Padavine	1	+
Mg ²⁺	Padavine	1	+
Elektroprevodnost	Padavine		+
SO ₂	zrak (plin)	1	
SO ₄ ²⁻	zrak (aerosol)	1	
NO ₂	zrak (plin)	2	

*EMEP - kakovostni razredi:

- 1 zelo dobro, napaka $< 5\%$, oz. $< 0,03$ pH enot
- 2 dobro, napaka 5-10%, oz. 0,03-0,05 pH enot
- 3 potrebno izboljšati, napaka 10-20%, oz. 0,05-0,10 pH enot
- 4 ni zadovoljivo, napaka $> 20\%$, oz. $> 0,10$ pH enot

**GAW - kakovostni razredi:

- + meritev v skladu s ciljno vrednostjo
- meritev do 2-kratne ciljne vrednosti
- meritev nad 2-kratno ciljno vrednostjo

*EMEP – quality grades:

- 1 very good, error < 5%, or < 0,03 pH units
- 2 good, error 5-10% , or 0,03-0,05 pH units
- 3 needs improvement, error 10-20%, or 0,05-0,10 pH units
- 4 unsatisfactory, error > 20%, or > 0,10 pH units

**GAW - quality grades:

- + measurement in accord with target value
- measurement up to double target value
- measurement above double target value

Za meritve ozona opravlja HMZ od 1996 dalje redno letno umerjanje referenčnega etalona HMZ (Thermo Environmental Instruments, Model 49C-PS) z regionalnim standardnim etalonom GAW (NIST UV-Photometer SRP #17) na Češkem hidrometeorološkem zavodu (CHMI) v Pragi. Le-ta je sledljiv na primarni standard GAW v Švici. Shema sledljivosti je prikazana na sliki 4.2.4.(1).

GAW primarni standard (EMPA, Švica)	GAW regionalni standard (CHMI, Češka)	Slovenski referenčni standard (laboratorij HMZ)	Slovenski delovni standard (teren HMZ)	Merilnik ozona (postaja HMZ)
-------------------------------------	---------------------------------------	---	--	------------------------------



Slika 4.2.4.(1): Sledljivost za meritve prizemnega ozona v Sloveniji v 1997 za programa EMEP in GAW
Figure 4.2.4.(1): Traceability scheme for ground-level ozone measured in Slovenia in 1997 for EMEP and GAW

V programu EMEP so objavljeni poleg rezultatov meritev tudi podatki o njihovi kakovosti. Zadnje poročilo EMEP o kakovosti meritev, pripravljeno na osnovi nacionalnih poročil o zagotavljanju kakovosti (tudi slovenskega - HMZ), se nanaša na meritve v letu 1995 /ref. 4.-14/.

4.3. Rezultati meritev in časovni trendi

4.3.1. Redne avtomatske meritve

V osnovni mreži ANAS in dopolnilnih mrežah termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje ter mestnih občin Ljubljana, Maribor in Celje potekajo meritve na tistih lokacijah, kjer se na osnovi predhodnih meritev ali ocen vplivov na okolje pričakuje večja onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom, v mestih pa zajemamo še vpliv prometa. V zadnjih letih smo na več postaj dodali še merilnike ozona in skupnih lebdečih delcev.

V poročilu so tudi podatki dopolnilnih mrež elektrogospodarstva ter mestnih občin. Vse podatke elektrogospodarstva obdelava in predstavi v letnih in mesečnih poročilih Elektroinštitut Milan Vidmar /ref. 4.-15/, /ref. 4.-16/, /ref. 4.-17/.

Rezultate meritev smo obdelali in ovrednotili v skladu z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku, ki je bila izdana decembra 1994 (Ur. l. RS, št.73/94)

Kompletni nizi podatkov iz stalne avtomatske mreže za žveplov dioksid, dušikove okside in ozon so na razpolago od leta 1992 dalje.

Pri izračunih masnih koncentracij ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) iz volumskih (ppm) (izhodne vrednosti iz merilnikov) so upoštevani naslednji predpisani (Ur. l. RS, št.73/94) pretvorbni koeficienti, ki odgovarjajo pogojem 293 K in 1013 hPa:

$$\begin{array}{ll} \text{SO}_2 : 1 \text{ ppb} = 2,66 \mu\text{g}/\text{m}^3 & \text{NO}_2 : 1 \text{ ppb} = 1,91 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\ \text{O}_3 : 1 \text{ ppb} = 2,00 \mu\text{g}/\text{m}^3 & \text{NO} : 1 \text{ ppb} = 1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3 \\ \text{CO} : 1 \text{ ppb} = 1,16 \mu\text{g}/\text{m}^3 & \end{array}$$

4.3.1.1. Žveplov dioksid

Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z SO_2 za leto 1997, je podan v tabeli 4.3.1.1.(1). Navedene so vrednosti, ki so definirane v Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku: povprečna letna koncentracija, 98-percentilna koncentracija, izračunana iz polurnih vrednosti, maksimalna dnevna in urna koncentracija ter število dni s preseženo dnevno in urno mejno ter kritično imisijsko koncentracijo.

Tabela 4.3.1.1.(1): Onesnaženost zraka z SO₂ v letu 1997
 Table 4.3.1.1.(1): Air Pollution with SO₂ in 1997

Postaje	%	C _p	C ₉₈	C _{m/24}	C _{m/1}	d>125	d>250	u>350	u>700
Ljubljana F.	89	25	112	119	919	0	0	25	3
Ljubljana B.	89	35	162	174	1593	1	0	39	8
Maribor	94	23	86	91	211	0	0	0	0
Celje	87	28	130	275	975	4	1	4	1
Trbovlje	91	40	190	536	1806	8	1	52	9
Hrastnik	88	27	163	523	1930	4	1	58	18
Zagorje	92	31	233	115	914	0	0	48	7
Šoštanj	98	29	296	281	1536	17	1	127	24
Topolšica	99	18	171	149	1050	2	0	38	6
Veliki Vrh	97	53	405	368	1720	28	1	200	18
Zavodnje	97	42	341	497	2154	26	6	158	29
Velenje	99	11	62	127	672	2	0	3	0
Graška Gora	94	36	309	366	1579	13	2	107	24
Kovk	93	76	624	1067	3000	65	25	486	95
Dobovec	98	66	668	1916	6072	47	20	340	151
Kum	92	25	151	287	3640	6	1	68	25
Ravenska Vas	99	82	541	813	2578	80	10	390	80
Vnajnarje	96	20	118	89	602	0	0	11	0
EIS-Celje*	65	28	-	247	947	3	1	4	0
EIS Krško*	76	51	414	419	2687	28	4	143	24

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/m ³), mejna vrednost 50 µg/m ³
C ₉₈	98-percentilna vrednost polurnih koncentracij (µg/m ³)
C _{m/24}	maksimalna 24-urna koncentracija (µg/m ³)
C _{m/1}	maksimalna 1-urna koncentracija (µg/m ³)
d>125	število dni s preseženo 24-urno mejno vrednostjo 125 µg/m ³
d>250	število dni s preseženo 24-urno kritično vrednostjo 250 µg/m ³
u>350	število ur s preseženo 1-urno mejno vrednostjo 350 µg/m ³
u>700	število ur s preseženo 1-urno kritično vrednostjo 700 µg/m ³
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³), limit value 50 µg/m ³
C ₉₈	98-percentile of ½-hour values (µg/m ³)
C _{m/24}	maximum 24- hourly concentration (µg/m ³)
C _{m/1}	maximum 1- hourly concentration (µg/m ³)
d>125	number of days with exceeded 24-hour limit value of 125 µg/m ³
d>250	number of days with exceeded 24- hour critical value of 250 µg/m ³
u>350	number of hours with exceeded 1- hour limit value of 350 µg/m ³
u>700	number of hours with exceeded 1- hour critical value of 700 µg/m ³
*	for information only, insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) v letu 1997
 Table 4.3.1.1.(2): Average monthly concentrations of SO₂ (µg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Ljubljana F.	50	38	34	20	20	20	*24	*6	*8	19	*25	28	24
Ljubljana B.	69	38	41	30	30	36	48	*24	*15	25	23	31	34
Maribor	50	46	24	20	15	9	9	12	14	22	24	27	23
Celje	72	41	*35	24	16	7	13	*10	13	27	33	37	27
Trbovlje	106	61	43	37	21	21	18	21	24	29	43	*57	40
Hrastnik	94	*29	28	22	*19	18	13	10	17	18	25	27	27
Zagorje	67	38	42	37	25	27	9	26	33	24	26	23	31
Šoštanj	36	24	18	34	46	33	28	19	29	33	44	6	29
Topolšica	33	23	23	22	16	9	11	13	21	17	20	6	18
Veliki Vrh	80	66	53	56	35	20	37	46	46	43	64	95	53
Zavodnje	103	61	37	31	*26	14	21	24	41	45	63	41	42
Velenje	40	14	11	10	7	5	4	3	5	7	12	10	11
Graška Gora	71	64	27	37	45	*17	33	15	25	44	28	23	36
Razbor	49	46	34	26	*27	-	-	-	-	-	-	-	*36
Škale	-	-	-	-	-	*12	15	7	13	19	15	15	*14
Kovk	*173	122	40	70	*106	51	68	75	40	92	39	50	77
Dobovec	196	61	63	37	*41	45	58	63	30	52	78	58	65
Kum	32	24	23	31	*20	*12	*31	29	10	*18	38	28	25
Ravenska vas	116	49	91	87	62	80	51	92	108	74	86	83	82
Vnajnarje	37	28	22	15	15	14	21	10	10	21	18	24	20
EIS Celje	66	*38	30	25	*18	*18	*17	*16	*15	*27	*17	*37	*27
EIS Krško	*41	*65	*88	81	*58	*45	47	*14	*67	*28	42	32	*51

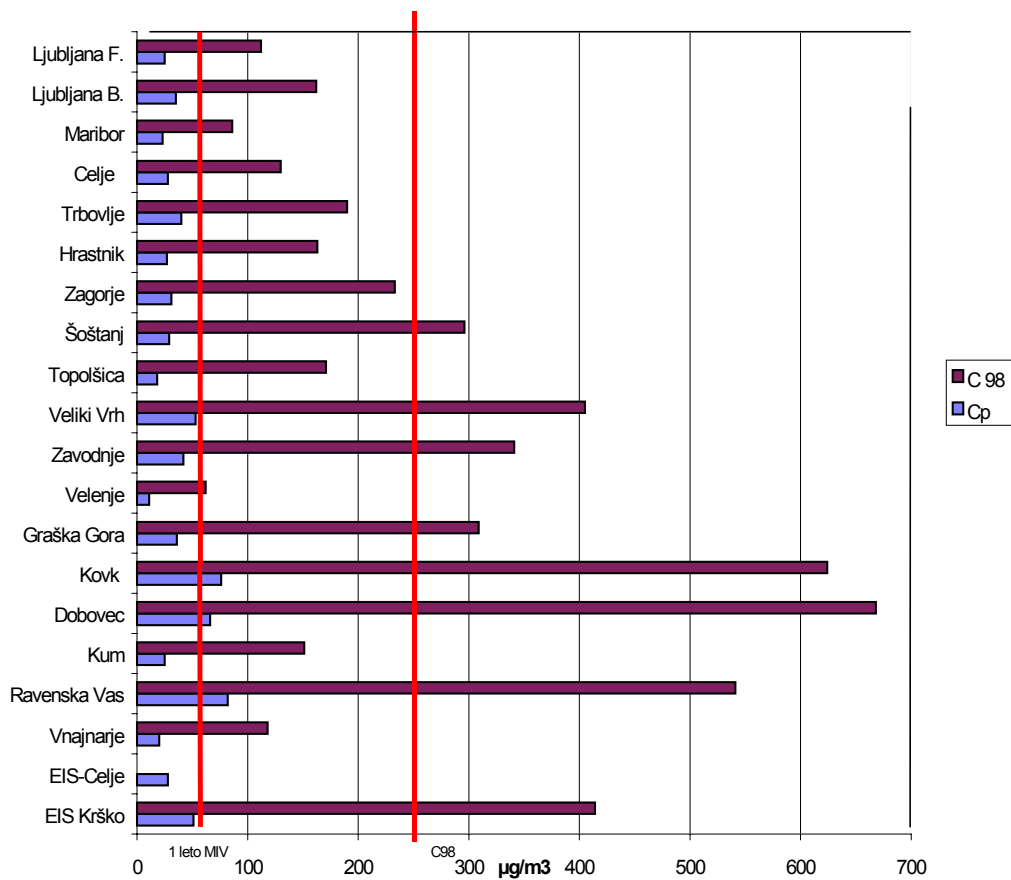
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.1.(3): Maksimalne urne koncentracije SO₂ v µg/m³ po mesecih v letu 1997
 Table 4.3.1.1.(3): Maximum 1-hour concentrations of SO₂ in µg /m³ in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Leto
Ljubljana F.	348	466	755	396	667	919	*746	*67	*57	449	*80	259	919
Ljubljana B.	427	387	818	272	1005	793	1593	*109	*70	1064	97	158	1593
Maribor	142	211	146	107	83	40	85	50	52	80	126	90	211
Celje	393	307	*975	235	129	263	161	*138	150	299	350	211	975
Trbovlje	1806	680	465	736	558	473	413	694	767	679	397	*361	1806
Hrastnik	1930	*502	1264	560	*847	500	325	552	560	425	706	166	1930
Zagorje	914	542	756	611	414	722	642	902	684	637	424	274	914
Šoštanj	461	553	657	1503	757	685	1121	756	888	1536	1371	139	1536
Topolšica	278	416	1050	790	461	188	282	536	845	643	880	170	1050
Veliki Vrh	853	845	1119	1060	750	460	592	950	1038	668	1720	1196	1720
Zavodnje	1300	2154	1154	997	*436	209	472	512	659	1182	877	1294	2154
Velenje	462	87	206	672	114	54	111	39	119	84	324	83	672
Graška Gora	1579	638	872	1431	977	*375	788	433	694	779	801	656	1579
Razbor	816	893	1291	516	*707	-	-	-	-	-	-	-	*1291
Škale	-	-	-	-	-	*449	321	265	393	1100	817	458	*1100
Kovk	*3000	883	1427	927	*1497	1091	1023	1491	949	1039	814	778	3000
Dobovec	6072	1863	3013	836	*1304	1865	2387	2432	939	2940	3843	1500	6072
Kum	872	223	1647	864	*744	*606	*931	3640	219	*329	2490	1862	3640
Ravenska vas	2578	1239	1279	1059	898	950	2018	1262	1922	732	1373	688	2578
Vnajnarje	317	516	463	397	262	453	469	284	474	602	312	313	602
EIS Celje	361	*214	947	284	*116	*174	*160	*118	*187	*367	*246	*178	*947
EIS Krško	*766	*917	*828	2687	*616	*529	678	*156	*606	*288	809	613	*2687

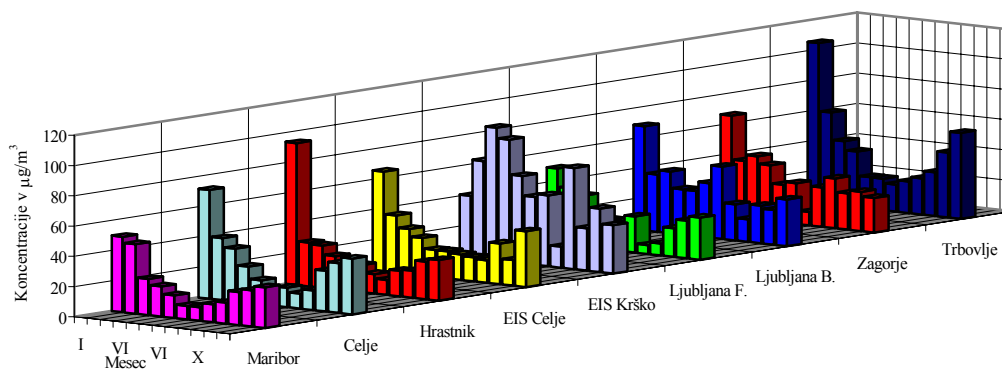
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Maksimalne urne koncentracije za posamezna merilna mesta so odvisne od lokalnih meteoroloških razmer, smeri in hitrosti vetra ter bližine virov emisije.

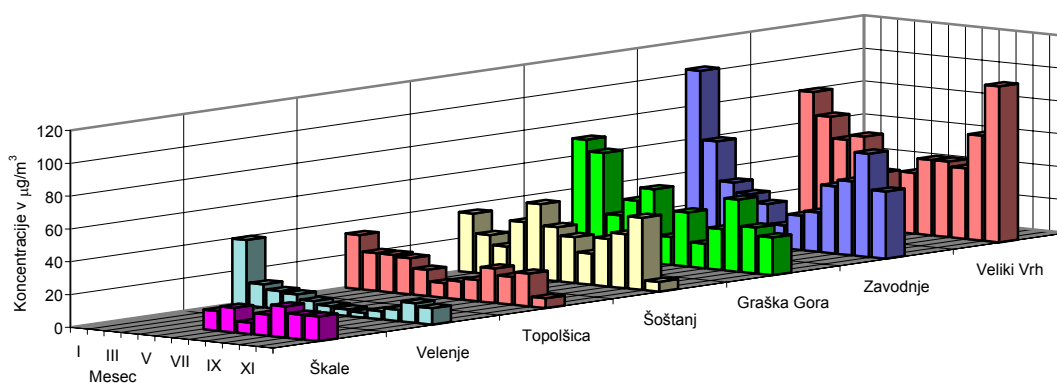


Slika 4.3.1.1.(1): Povprečne letne koncentracije in 98-percentilna vrednost polurnih koncentracij SO₂ (MIV- mejna vrednost)

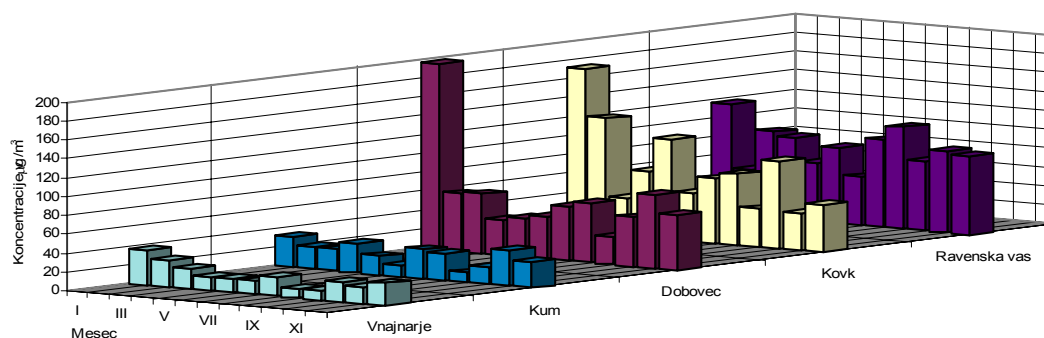
Figure 4.3.1.1.(1): Average annual concentrations and 98-percentile value of 1/2-hour concentrations of SO₂ (MIV- limit value)



Slika 4.3.1.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih ANAS in na merilnih mestih EIS Celje in EIS Krško
 Figure 4.3.1.1.(2): Average monthly concentrations of SO₂ at ANAS monitoring sites and at the EIS Celje and EIS Krško monitoring sites



Slika 4.3.1.1.(3): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih EIS TEŠ
 Figure 4.3.1.1.(3): Average monthly concentrations of SO₂ at EIS TEŠ monitoring sites



Slika 4.3.1.1.(4): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih EIS TET
 Figure 4.3.1.1.(4): Average monthly concentrations of SO₂ at EIS TET monitoring sites

V povprečju je bil zrak najbolj onesnažen v mesecu januarju. K temu je največ prispevala visoka povprečna mesečna koncentracija na merilnih mestih EIS-TET. V januarju so bile izmerjene tudi najvišje **maksimalne dnevne** koncentracije na posameznih merilnih mestih.

24 urna mejna imisijska koncentracija $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila v Sloveniji najpogosteje presežena januarja (68 dni) in februarja (32 dni). **Mejna urna koncentracija** $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila najpogosteje presežena v januarju, skupno 345 ur.

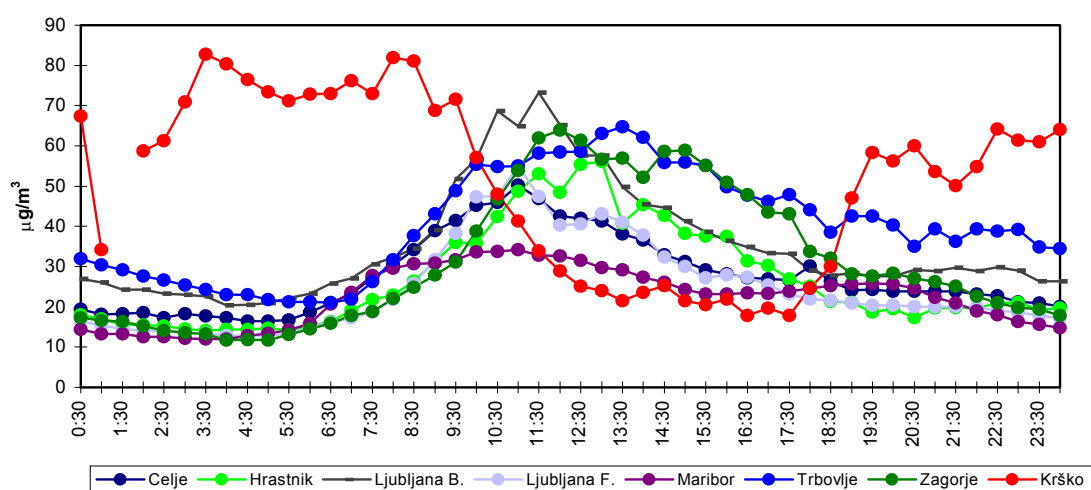
Kritična urna koncentracija $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila najpogosteje presežena v januarju (147 ur), od tega 99 ur v sistemu TET in 23 ur v sistemu TEŠ.

Mejna letna koncentracija $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila presežena v okolici TET.

98-percentilna polurna koncentracija $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila presežena do 80% v okolici TEŠ in do 160% v okolici TET.

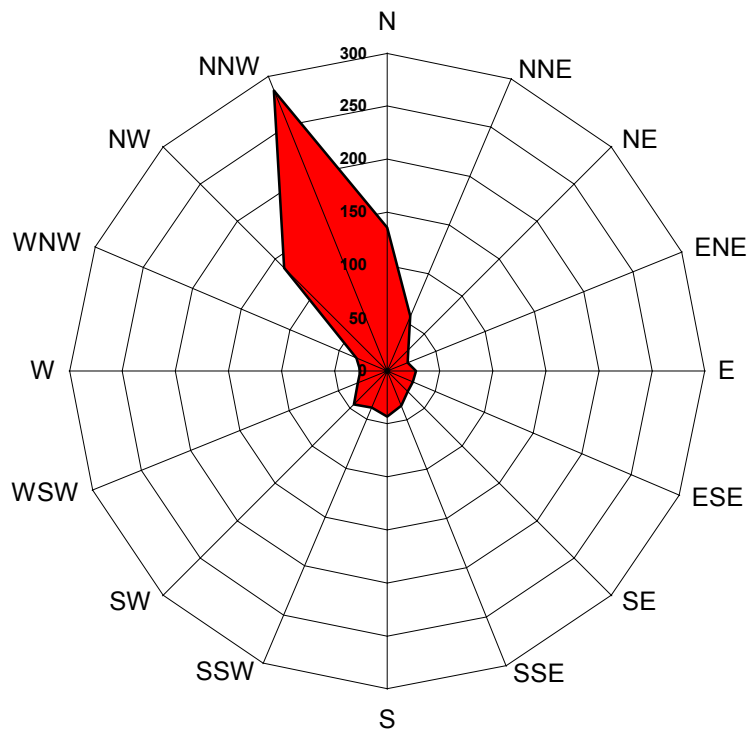
Dnevni hod

Na vseh merilnih mestih sistema ANAS so bile v povprečju dosežene najvišje koncentracije SO_2 okoli 12-te ure dopoldne (Slika 4.3.1.1.(5)). Na merilnem mestu Krško, ki je pod vplivom emisij iz bližnje industrije, pa se najvišje koncentracije pojavljajo v nočnem času. Iz rože onesnaženosti (slika 4.3.1.1.(6)) vidimo, da je na tem merilnem mestu zrak najbolj onesnažen, kadar piha veter iz smeri NNW, se pravi od tovarne celuloze.



Slika 4.3.1.1.(5): Dnevni hod koncentracij SO_2 na merilnih mestih ANAS

Figure 4.3.1.1.(5): Daily variation of SO_2 concentrations at ANAS monitoring sites



Slika 4.3.1.1.(6): Povprečna koncentracija SO₂ (µg/m³) v januarju in februarju 1997 na merilnem mestu v Krškem pri različnih smereh vetra
 Figure 4.3.1.1.(6): Average SO₂ concentration (µg/m³) in January and February 1997 at Krško monitoring site for different wind directions

Časovni trend

Iz primerjave povprečnih letnih koncentracij (tabeli 4.3.1.1.(4) in 4.3.1.1.(5)) lahko ugotovimo:

- Onesnaženost z SO₂ v letu 1997 se je glede na leto 1996 povečala na nekaterih krajih vplivnega območja termoelektrarne Šoštanj (Zavodnje in Graška gora do 30%) in na vseh lokacijah vplivnega območja termoelektrarne Trbovlje (od 30 do 100%). V mestih je bila onesnaženost zraka z SO₂ približno enaka kot v letu 1996.
- V zadnjih nekaj letih so koncentracije SO₂ v mestih enake ali pa nekoliko padajo, v okolici TE Šoštanj ostajajo na enakem nivoju, v okolici TE Trbovlje pa ponekod naraščajo.

Tabela 4.3.1.1.(4): Povprečne letne vrednosti koncentracij SO₂, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.1.(4): Average annual SO₂ concentrations, measured by automatic monitoring stations

povprečne letne koncentracije SO ₂ (µg/m ³)
--

POSTAJA	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Ljubljana-Fig.	51	39	27	23	25	25
Ljubljana –Bež.	38	45	33	21	33	35
Maribor	47	42	30	28	24	23
Celje	57	54	49	32	24	28
Trbovlje	69	71	49	48	37	40
Hrastnik	62	51	32	29	24	27
Zagorje	71	60	48	41	34	31
Šoštanj	49	48	38	29	34	29
Topolščica	54	51	32	20	20	18
Veliki Vrh	71	54	49	49	57	53
Zavodnje	51	44	46	26	33	42
Velenje	19	19	12	6	10	11
Graška Gora	39	42	47	27	28	36
Kovk	73	59	70	58	35	76
Dobovec	30	50	29	36	41	66
Kum	17	13	11	13	18	25
Ravenska Vas	56	34	34	50	51	82

Tabela 4.3.1.1.(5): Najvišje urne vrednosti koncentracij SO₂, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.1.(5): Maximum 1-hour SO₂ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	najvišje urne koncentracije SO ₂ (µg/m ³)					
	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Ljubljana-Fig.	1328	1194	744	718	1009	919
Ljubljana -Bež.	1257	1380	532	843	1198	1593
Maribor	928	396	304	286	223	211
Celje	719	797	733	993	263	975
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930
Zagorje	1701	1000	716	606	605	914
Šoštanj	2383	2272	2739	1945	1412	1536
Topolščica	2021	2265	1482	878	1107	1050
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154
Velenje	735	1169	764	261	578	672
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072
Kum	530	539	776	2324	1114	3640
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578

4.3.1.2. Dušikovi oksidi

Največji vir dušikovih oksidov je promet. Meritve dušikovih oksidov so v letu 1997 potekale na 8 stalnih merilnih mestih in na lokacijah Škale in Razbor z mobilno postajo TE Šoštanj. Letne rezultate podajamo za stalna merilna mesta. Z zvezdico smo označili podatke z lokacij, ki so zaradi premajhnega deleža dobrih podatkov (manj kot 85 %) le informativni. Rezultati meritev šoštanjске mobilne postaje so

vključeni v preglednici mesečnih vrednosti. Zaradi napake na merilniku v Celju ni podatkov za to merilno mesto od 1. aprila dalje.

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku predpisuje mejne in kritične vrednosti koncentracij pri dušikovih oksidih samo za dušikov dioksid, ki pa ne daje realne slike o onesnaženosti zraka in onesnaževanju, ki nastaja zaradi prometa. V izpušnih plinih znaša delež NO med 80 in 90 %, v zraku pa NO oksidira v NO₂. Zato podajamo tudi skupne koncentracije NO_x, ker so le tako med sabo primerljivi podatki z merilnih mest, ki so različno oddaljena od izvora (prometnic) in je zaradi tega stopnja oksidacije različna. Stopnja oksidacije dušikovega monoksida, emitiranega iz prometa v višje okside, raste z oddaljenostjo od izvora (koncentracija zaradi razredčenja pada). Odvisna je tudi od meteoroloških razmer, predvsem sončnega sevanja in temperature, letnega obdobja in seveda lokacije.

Povprečne letne koncentracije NO₂ (tabela 4.3.1.2.(1)) na nobenem merilnem mestu ne presegajo mejne koncentracije. 98-percentilna vrednost iz polurnih podatkov je nizka in kaže, da je pogostost visokih koncentracij majhna in je zato 98-percentil precej nižji od predpisane vrednosti. Mejne imisijske koncentracije v letu 1997 niso bile presežene (tabela 4.3.1.2.(1), slika 4.3.1.2.(1)).

Koncentracije dušikovih oksidov so mnogo višje na merilnih mestih v urbanem okolju, močno pa se razlikuje tudi razmerje NO₂/NO oziroma stopnja oksidacije NO v NO₂. Stopnja oksidacije je poleti visoka in znaša v mestih v povprečju 55%, v neurbanih okoljih, oddaljenih od virov emisije, pa v povprečju 85%. V zimskem času dosega stopnja oksidacije v urbanih okoljih v povprečju 32%, v neurbanih pa 72%. To pomeni, da je delež zdravju bolj nevarnega NO₂ v skupni količini dušikovih oksidov v zraku večji poleti kot pozimi (sliki 4.3.1.2.(2) in 4.3.1.2.(3)).

Najvišje povprečne mesečne koncentracije so bile na večini merilnih mest dosežene v mesecu februarju. V Ljubljani, Mariboru in EIS-Celju je bil z NO₂ najbolj onesnažen mesec februar, v Celju mesec januar, na merilnem mestu Trbovlje pa mesec september in december. Na sliki 4.3.1.2.(2) in sliki 4.3.1.2.(3) vidimo izrazit letni hod koncentracij dušikovih oksidov. V zimskih mesecih so pogoji za širjenje onesnaženja najslabši, zato so koncentracije takrat najvišje.

Grafični prikazi koncentracij NO₂ in NO_x so na slikah 4.3.1.2.(1-4)

Tabela 4.3.1.2.(1): Onesnaženost zraka z NO₂ v letu 1997

Table 4.3.1.2.(1): NO₂ pollution in 1997

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/24}	C _{m/1}	d>150	u>300
Ljubljana F.*	44	36	87	79	168	0	0
Maribor *	68	38	89	86	149	0	0
Trbovlje*	69	29	62	52	125	0	0
Zavodnje	92	7	36	37	73	0	0
Kovk *	75	4	23		59	0	0
Vnajnarje	94	4	19	31	47	0	0
EIS-Celje *	64	43	-	94	181	0	0

Legenda:

- % odstotek veljavnih podatkov
- C_p povprečna letna koncentracija (µg/m³), mejna vrednost 50 µg/m³
- C₉₈ 98-percentil za polurne vrednosti (µg/m³)
- C_{m/24} maksimalna 24-urna koncentracija (µg/m³)
- C_{m/1} maksimalna 1-urna koncentracija (µg/m³)
- MIV mejna imisijska vrednost
- d>150 število dni s preseženo 24-urno MIV 150 µg/m³

u>300	število ur s preseženo 1-urno MIV 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
Legend:	
%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), limit value 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₉₈	98-percentile of 1/2-hour values ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
C _{m/24}	maximum 24- hour concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
C _{m/1}	maximum 1- hour concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MIV	limit value (LV)
d>150	number of days with exceeded 24- hour LV of 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
u>300	number of hours with exceeded 1- hour LV of 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.2.(2): Onesnaženost zraka z NO_x v letu 1997

Table 4.3.1.2.(2): NO_x pollution in 1997

Postaja	%	C _p
Ljubljana F.*	44	68
Maribor *	68	63
Trbovlje*	69	55
Zavodnje	97	9
Kovk	87	6
Vnajnarje	94	5

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
Legend:	
%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO_x (µg/m³) v letu 1997
 Table 4.3.1.2.(3): Average monthly concentrations of NO_x (µg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*65	*116	*64	*45	*54	*49	*48	-	-	-	*84	*100	*68
Maribor	*84	*104	*65	*46	*47	*47	*41	*39	*49	*77	*87	87	*63
Celje	*70	*59	*51										
Trbovlje	-	51	*54	*50	42	*44	*44	46	*56	59	79	*78	*55
Zavodnje	23	11	8	7	*6	5	4	5	7	10	10	9	9
Razbor	19	9	9	7	*6	-	-	-	-	-	-	-	*10
Škale	-	-	-	-	-	*8	5	5	7	9	12	14	*9
Kovk	*10	-	*1	0	*1	*3	*7	4	3	*7	14	*18	*6
Vnajarje	12	9	5	4	4	3	4	3	2	3	3	4	5

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.2.(4): Povprečne mesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1997
 Table 4.3.1.2.(4): Average monthly concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*31	*52	*40	*31	*35	*31	*30	-	-	-	*38	*43	*36
Maribor	*45	*57	*40	*34	*36	*34	*30	*31	*35	*42	*41	42	*38
Celje	*42	*23	*26										
Trbovlje	-	-	*28	*27	26	*26	*26	27	*32	28	34	*32	*29
Zavodnje	15	9	7	6	*4	4	4	4	6	8	8	7	7
Razbor	15	9	7	6	*6	-	-	-	-	-	-	-	*9
Škale	-	-	-	-	-	*7	5	4	6	8	10	11	*7
Kovk	*3	-	*0	0	*0	*2	*6	4	3	*6	11	*11	*4
Vnajarje	11	9	5	4	4	3	4	3	2	3	1	1	4
EIS Celje	*50	53	44	37	*42	35	*36	*38	42	*45	-	-	*43

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

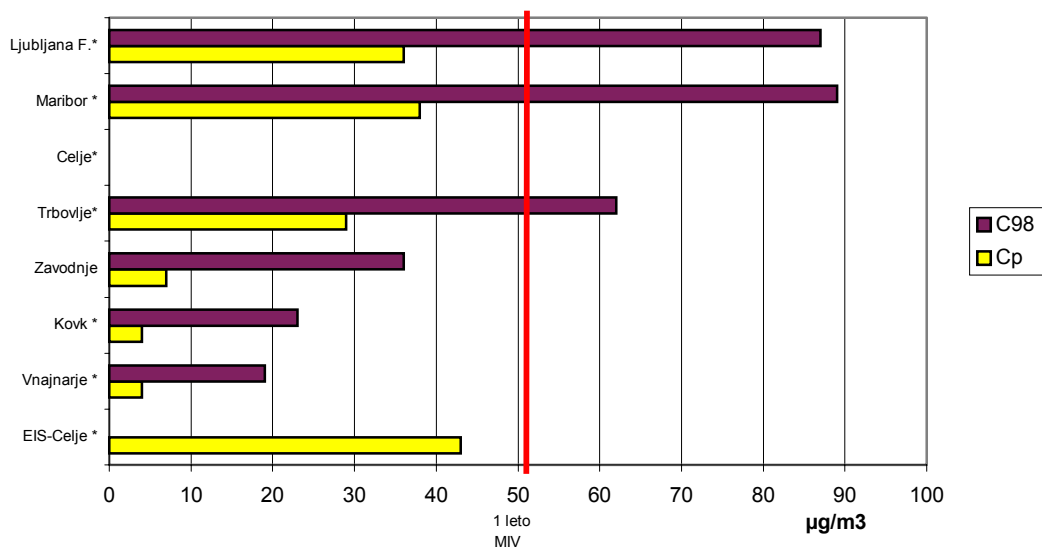
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.2.(5): Maksimalne urne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1997
 Table 4.3.1.2.(5): Maximum 1-hour concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1997

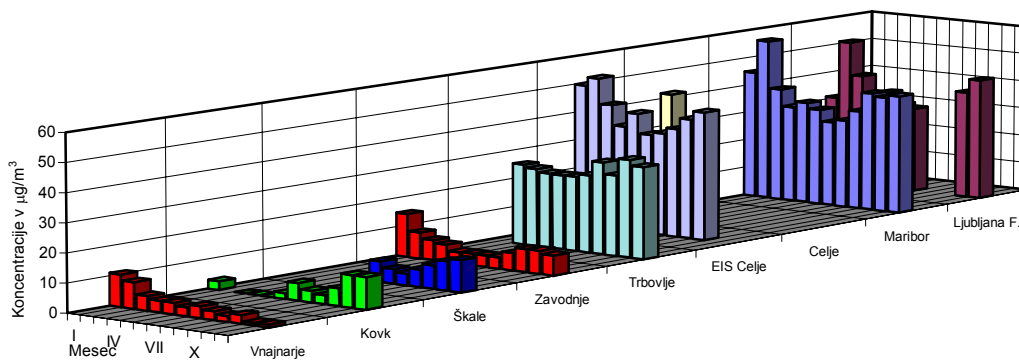
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*99	*153	*168	*135	*156	*102	*79	-	-	-	*84	*130	*168
Maribor	*140	*149	*112	*95	*125	*89	*115	*94	*100	*99	*91	107	*149
Celje	*95	*62	*111										
Trbovlje	-	-	*77	*65	85	*63	*65	70	*125	73	93	*68	*125
Zavodnje	57	73	62	68	*22	63	54	43	56	54	55	42	73
Razbor	69	54	74	78	*41	-	-	-	-	-	-	-	*78
Škale	-	-	-	-	-	*73	41	67	69	44	34	48	*73
Kovk	*11	-	*3	2	*2	*23	*59	26	29	*31	42	*36	*59
Vnajarje	47	39	34	21	27	19	18	14	28	20	10	7	47
EIS Celje	*109	162	181	101	*111	75	*90	*92	100	*146	-	-	*181

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

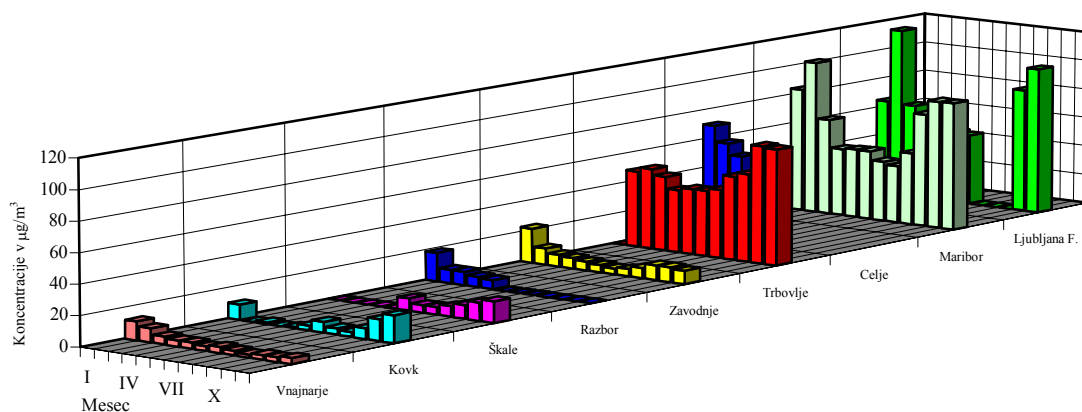
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.2.(1): Povprečne letne koncentracije NO₂ in 98-percentil v letu 1997 (MIV- mejna vrednost)
 Figure 4.3.1.2.(1): Average annual concentrations of NO₂ and 98-percentile value in 1997 (MIV- limit value)



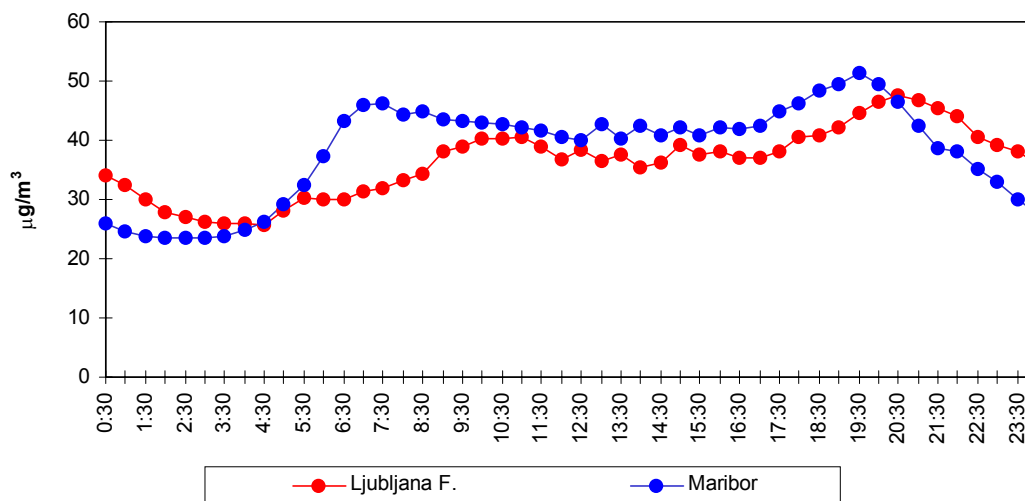
Slika 4.3.1.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije NO₂
 Figure 4.3.1.2.(2): Average monthly concentrations of NO₂



Slika 4.3.1.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO_x
 Figure 4.3.1.2.(3): Average monthly concentrations of NO_x

Dnevni hod

Koncentracije NO₂ so najvišje v zgodnjih jutranjih ter v poznih popoldanskih urah (slika 4.3.1.2.(4)).



Slika 4.3.1.2.(4): Dnevni hod NO₂ v Ljubljani in Mariboru
 Figure 4.3.1.2.(4): Daily variations of NO₂ in Ljubljana and Maribor

Časovni trend

Onesnaženost zraka z dušikovim oksidom v letu 1997 je bila glede na leto 1996 nekoliko manjša v mestih (merilni postaji Ljubljana-Figovec in Maribor) in nekoliko večja na vplivnem območju TEŠ in TET, splošni trend koncentracij v zadnjih letih pa je v rahlem upadanju.

Tabela 4.3.1.2.(6): Povprečne letne vrednosti koncentracij NO₂, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.2.(6): Average annual NO₂ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	povprečne letne koncentracije NO ₂ (µg/m ³)					
	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Ljubljana -Fig.	49	47	41	38	39	36
Maribor	50	53	45	39	39	38
Celje	32	37	37	35	33	
Zavodnje	3	5	11	9	5	7
Kovk	10	8	8	11	2	4

Tabela 4.3.1.2.(7): Najvišje urne vrednosti koncentracij NO₂, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.2.(7): Maximum 1-hour NO₂ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	najvišje urne koncentracije NO ₂ (µg/m ³)					
	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Ljubljana -Fig.	278	274	167	178	163	168
Maribor	323	210	214	152	158	149
Celje	260	259	225	237	210	
Zavodnje	38	107	184	153	69	73
Kovk	140	96	64	101	48	59

4.3.1.3. Ozon

V letnem pregledu v tabeli 4.3.1.3.(1) so podane povprečne letne koncentracije, 98-percentilna vrednost polurnih koncentracij, povprečne koncentracije v vegetacijski dobi (od začetka aprila do konca septembra), maksimalne urne in dnevne koncentracije, število ur s preseženo urno mejno koncentracijo in število preseganj 8-urne mejne koncentracije 110 µg/m³. V tabeli je navedena tudi nadmorska višina merilnega mesta, ki močno vpliva na koncentracije ozona.

Odstotek podatkov je bil na merilnih mestih Iskrba, Ljubljana F., Ljubljana B., Maribor, Velenje in Maribor T. nižji od predpisanih 85 %, zato so podatki za ta merilna mesta zgolj informativni, v tabeli so označeni z *.

V tabeli 4.3.1.3.(2) so prikazane povprečne mesečne koncentracije ozona.

Najvišje dnevne koncentracije so bile na skoraj vseh merilnih mestih dosežene v mesecu maju, izjema so le merilna mesta Krvavec in Razbor, kjer so bile najvišje dnevne koncentracije dosežene v mesecu aprilu.

Koncentracije ozona v poletnem času pogosto presegajo urne, 8-urne in dnevne mejne imisijske koncentracije. V poletnem času je potrebno uvesti v Sloveniji obveščanje kot izredni ukrep ob previsokih koncentracijah, mrežo z meritvami ozona pa razširiti, posebno za kraje, kjer se ljudje poleti intenzivno ukvarjajo z rekreacijo.

V vegetacijski dobi je bila presežena mejna imisijska koncentracija ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na 7 merilnih mestih.

Pogostost pojavljanja visokih urnih koncentracij ozona je najvišja na Krvavcu, sledijo Vnajarje. Vrednost 98-tega percentila je bila glede na nadmorsko višino visoka tudi na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad. Podatki so v tabeli 4.3.1.3.(1) v koloni 98-tega percentila.

Tabela 4.3.1.3.(1): Onesnaženost zraka z ozonom v letu 1997

Table 4.3.1.3.(1): Air Pollution with ozone in 1997

Postaja	nv	%	C _p	C ₉₈	C _{veget}	C _{m/24}	C _{m/1}	8ur>110	u>150	d>65	d>130
Krvavec	1720	95	98	152	112	166	193	409	178	342	22
Iskrba*	520	80	56	137	65	148	203	111	39	85	2
Ljubljana F.*	298	79	39	129	54	142	218	54	51	38	2
Ljubljana B.*	298	84	40	139	60	148	210	67	75	47	1
Maribor *	270	73	36	96	46	87	131	3	0	14	0
Celje	240	93	36	118	51	134	285	46	21	34	1
Hrastnik	290	90	37	115	50	120	172	30	7	30	0
Zavodnje*	770	89	72	130	89	136	164	77	18	201	3
Velenje*	390	-	35	98	45	82	122	0	0	7	0
Kovk	600	87	68	127	85	161	187	50	30	185	1
Vnajarje	630	94	72	138	91	174	230	99	63	209	3
Maribor Tezno*	270	-	37	111	63	101	143	13	0	33	0

Legenda:

nv	nadmorska višina (m)
%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
C ₉₈	98-percentil za polurne vrednosti v enem letu
C _{veget}	povprečna koncentracija v vegetacijski dobi, ki se prične s 1.aprilom in konča s 30. septembrom ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), mejna vrednost $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
C _{m/24}	maksimalna 24-urna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
C _{m/1}	maksimalna urna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
MIV	mejna imisijska vrednost
KIV	kritična imisijska vrednost
8 ur>110	število prekoračitev 8-urne MIV $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu
u>150	število ur v letu s preseženo 1-urno MIV $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
d>65	število dni v letu s preseženo 24-urno MIV $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$
d>130	število dni v letu s preseženo 24-urno KIV $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
krepko tiskano	presežena mejna vrednost za celotno vegetacijsko obdobje ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Legend:

nv	Altitude a.s.l. (m)
%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³)
C _{1max}	maximum 1- hour concentration (µg/m ³)
C ₉₈	98-percentile value for ½-hour values in 1 year
C _{veget} 30	average concentration in the vegetation period, from April 1 to September 30
	(µg/m ³), limit value 60 µg/m ³
C _{m/24}	maximum 24- hour concentration (µg/m ³)
MIV	limit value (LV)
KIV	critical value (CV)
8 hours>110	number of exceedances of 8- hour LV of 110 µg/m ³ in a year
u>150	number of hours in a year with exceeded 1- hour LV of 150 µg/m ³
d>65	number of days in a year with exceeded 24- hour LV of 65 µg/m ³
d>130	number of days in the year with exceeded 24- hour CV of 130 µg/m ³
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data
bold	exceeded limit value for the entire vegetation period (60 µg/m ³)

Na slikah 4.3.1.3.(1-3) so prikazi povprečnih mesečnih koncentracij ter maksimalnih urnih in dnevni koncentracij ozona.

Ozon nastaja kot produkt fotokemijskih reakcij, ki so odvisne od količine sončne svetlobe. Najvišje koncentracije ozona se pojavljajo poleti, minimalne pa pozimi. Ta hod je posebno izrazit v gosto naseljenih predelih. V višje ležečih krajih je letni hod ozona slabše izražen (sliki 4.3.1.3.(2-3)).

Najvišje povprečne mesečne koncentracije ozona so bile na vseh merilnih mestih dosežene v mesecu maju (tabela 4.3.1.3.(2)). V tem mesecu so bile tudi največkrat presežene dnevne kritične, mejne osem-urne ter mejne urne koncentracije ozona.

Tabela 4.3.1.3.(2): Povprečne mesečne koncentracije ozona (µg/m³) v letu 1997
Table 4.3.1.3.(2): Average monthly concentrations of ozone (µg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	86	93	96	113	123	113	111	111	*100	82	81	73	99
Iskrba	50	70	60	75	84	66	59	53	50	44	*31	30	*56
Ljubljana F.	-	*39	34	64	*71	52	*53	47	34	23	9	9	*40
Ljubljana B.	13	*26	40	66	76	58	-	55	*43	28	10	10	*39
Maribor Center	-	-	-	39	59	42	49	46	38	19	*12	12	*35
Celje	-	31	*30	50	65	59	57	44	30	18	13	10	37
Hrastnik	21	*42	43	61	68	51	45	41	31	29	11	10	38
Zavodnje	30	71	71	89	*106	91	88	85	73	45	*44	*40	*69
Velenje	-	-	-	-	-	51	52	43	34	24	20	19	*35
Razbor	24	69	69	*89	-	-	-	-	-	-	-	-	*63
Škale	-	-	-	-	-	*62	62	59	50	33	26	21	*45
Kovk	*42	79	76	90	*95	*76	81	85	81	49	37	26	68
Vnajnarje	40	76	82	94	103	88	91	85	83	59	43	32	73
Maribor Tezno	22	34	42	58	71	*61	-	-	-	*18	20	14	*38

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tab. 4.3.1.3.(3): Število prekoračitev dnevne mejne imisijske koncentracije ozona 65 µg/m³
Table 4.3.1.3.(3): Number of exceedances of 24-hour ozone limit value of 65 µg/m³

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	30	28	31	30	30	29	30	30	*20	30	27	22	337
Iskrba	5	12	7	21	22	12	6	3	3	2	*2	2	*97
Ljubljana F.	-	*1	0	13	*12	3	*5	3	1	0	0	0	*38
Ljubljana B.	0	*0	0	13	20	7	-	6	*0	0	0	0	*46
Maribor Center	-	-	-	3	7	0	0	2	1	0	*0	0	*13
Celje	-	2	*0	6	10	7	6	1	1	1	0	0	34
Hrastnik	0	*3	1	9	11	3	2	0	0	1	0	0	30
Zavodnje	0	21	20	28	*22	28	24	25	21	1	*2	*0	*192
Velenje	-	-	-	-	-	2	4	1	0	0	0	0	*7
Razbor	0	19	20	*11	-	-	-	-	-	-	-	-	*50
Škale	-	-	-	-	-	*2	11	8	1	0	0	0	*22
Kovk	*2	22	24	28	*18	*12	28	20	24	3	1	0	182
Vnajarje	3	17	26	28	21	25	22	23	24	9	10	1	209
Maribor Tezno	0	0	1	11	23	*7	-	-	-	*0	0	0	*42

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.3.(4): Število prekrščitov 8-urne mejne imisijske koncentracije ozona $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu 1997
 Table 4.3.1.3.(4): Number of exceedances of 8-hour ozone limit value of $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	0	11	20	50	96	73	60	70	*25	4	0	0	409
Iskrba	0	9	4	21	35	19	10	5	7	4	*0	0	*114
Ljubljana F.	-	*2	0	13	*24	1	*7	4	3	0	0	0	*54
Ljubljana B.	0	*1	0	12	26	8	-	14	*3	0	0	0	*64
Maribor Center	-	-	-	0	3	0	0	0	0	0	*0	0	*3
Celje	-	0	*0	7	24	8	4	2	0	0	0	0	45
Hrastnik	0	*3	0	11	15	2	0	0	0	0	0	0	31
Zavodnje	0	1	1	8	*30	13	8	9	3	0	*0	*0	*73
Velenje	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	*0
Razbor	0	2	0	*8	-	-	-	-	-	-	-	-	*10
Škale	-	-	-	-	-	*0	1	2	0	0	0	0	*3
Kovk	*0	4	1	12	*9	*0	3	7	9	0	0	0	45
Vnajarje	0	8	3	17	26	9	15	10	8	3	0	0	99
Maribor Tezno	0	0	0	2	11	*0	-	-	-	*0	0	0	*13

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

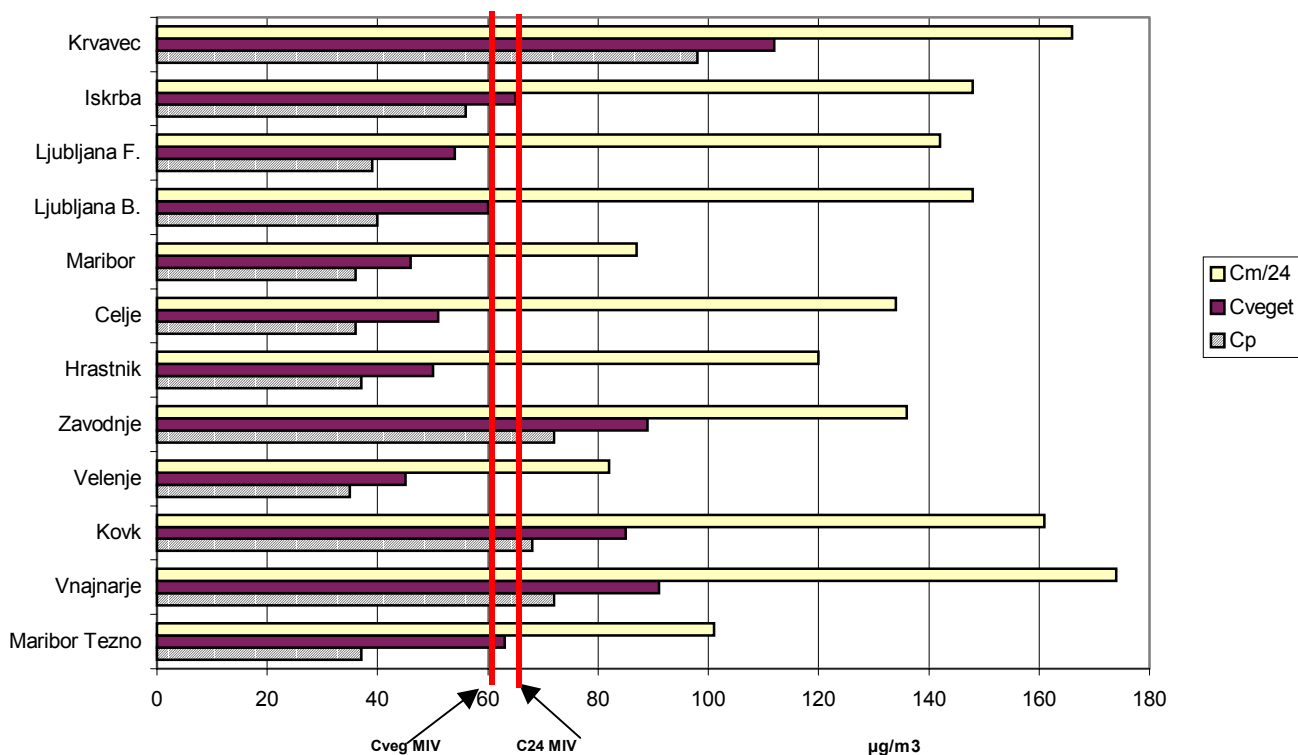
Tabela 4.3.1.3.(5): Maksimalne 1-urne koncentracije ozona ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1997
 Table 4.3.1.3.(5): Maximum 1-hour ozone concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	115	134	139	184	193	149	179	156	*168	141	107	102	193
Iskrba	101	167	141	167	203	145	145	141	158	142	*87	82	*203
Ljubljana F.	-	*161	125	172	*218	135	*169	152	145	113	72	54	*218
Ljubljana B.	65	*164	122	167	210	160	-	162	*153	130	78	71	*210

Maribor Center	-	-	-	100	131	97	107	122	111	75	*65	60	*131
Celje	-	100	*125	169	173	131	131	129	126	110	64	57	173
Hrastnik	80	*156	118	172	150	132	123	141	120	107	67	62	172
Zavodnje	77	133	125	161	*164	138	129	140	138	116	*83	*70	*164
Velenje	-	-	-	-	-	107	112	122	112	98	83	66	*122
Razbor	77	140	137	*180	-	-	-	-	-	-	-	-	*180
Škale	-	-	-	-	-	*103	122	132	120	111	92	64	*132
Kovk	*90	152	124	163	*187	*125	130	130	172	113	92	73	187
Vnajnarje	85	181	131	174	230	144	179	154	168	171	95	80	230
Maribor Tezno	70	113	102	140	143	*116	-	-	-	*66	75	51	*143

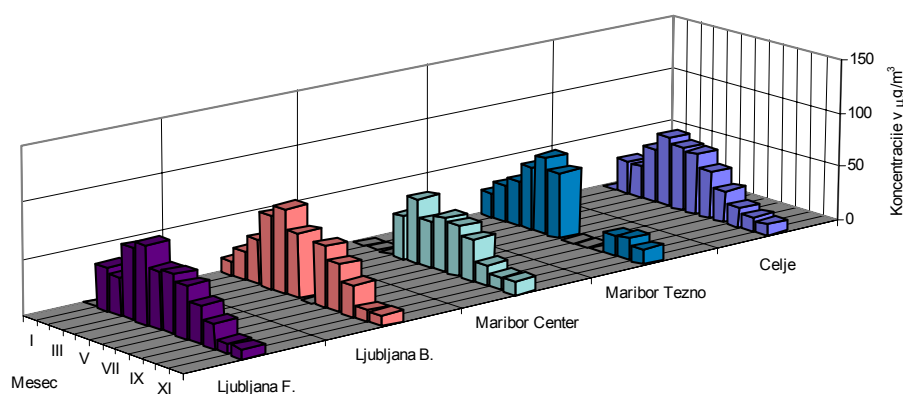
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

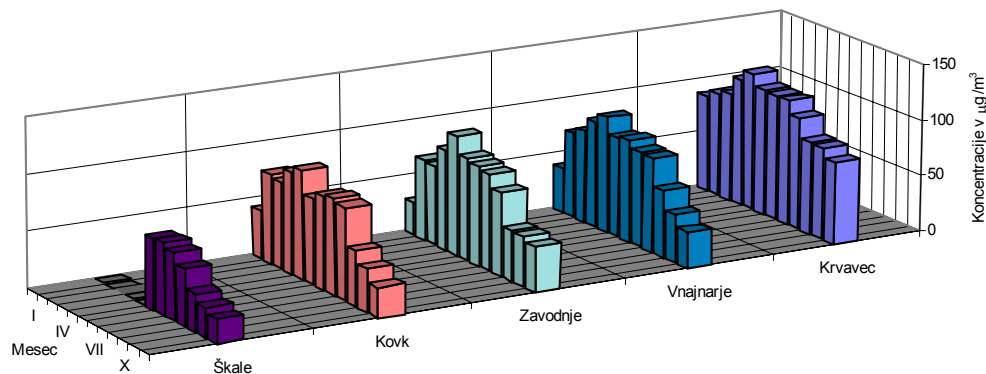


Slika 4.3.1.3.(1): Povprečne letne, maksimalne dnevne in koncentracije ozona za vegetacijsko dobo v letu 1997 (MIV- mejna vrednost)

Figure 4.3.1.3.(1): Average annual, maximum 24-hour and vegetation period ozone concentrations in 1997 (MIV- limit value)



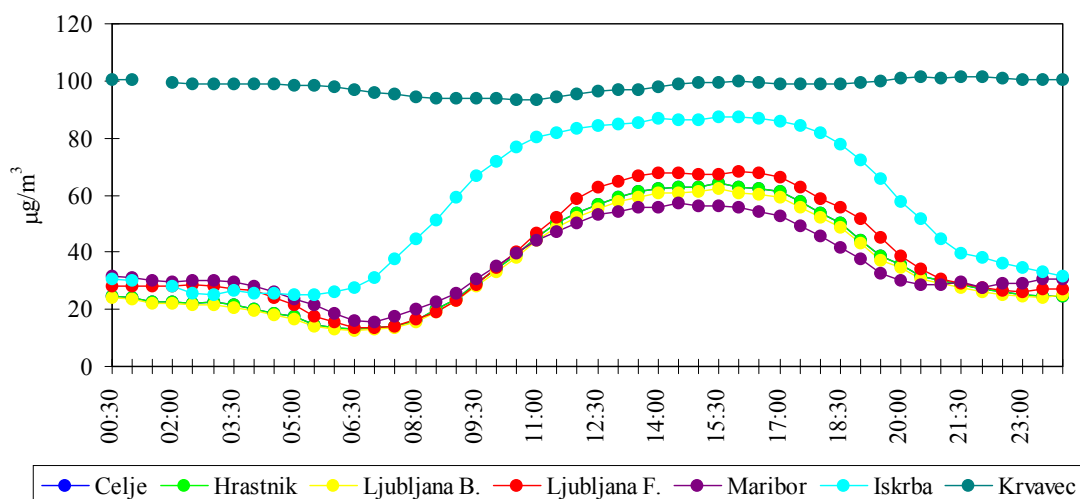
Slika 4.3.1.3.(2): Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 1997
 Figure 4.3.1.3.(2): Average monthly ozone concentrations in 1997



Slika 4.3.1.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 1997
 Figure 4.3.1.3.(3): Average monthly ozone concentrations in 1997

Dnevni hod

Dnevni hod ozona je odvisen od lokacije merilnega mesta. V naseljenih področjih ima dnevni hod koncentracij dobro izražen maksimum. Maksimum je v zgodnjih popoldanskih urah in minimum pred sončnim vzhodom (Slika 4.3.1.3.(4) – merilno mesto Ljubljana Bežigrad). Vzrok je v razmerju koncentracij predhodnikov ozona, ki so antropogenega izvora (dušikovi oksidi, ogljikovodiki, ogljikov monoksid), v intenziteti sončnega sevanja in v višini dnevne temperature. V krajih z višjo nadmorsko višino, ki niso pod vplivom primarnih polutantov, je dnevni hod ozona neizrazit in koncentracije so vseskozi visoke (Slika 4.3.1.3.(4) – merilno mesto Kravec). Na merilnih mestih v bližini emisije dušikovih oksidov pa NO reagira z ozonom v NO₂ in kisik, zato so tam koncentracije ozona nižje /ref. 4.-



18/
 Slika 4.3.1.3.(4): Dnevni hod ozona na merilnih mestih ANAS v letu 1997
 Figure 4.3.1.3.(4): Daily variation of ozone at ANAS monitoring sites in 1997

Časovni trend

Iz podatkov v tabelah 4.3.1.3.(6) in 4.3.1.3.(7) ne moremo določiti nekega značilnega trenda. Koncentracija ozona je močno odvisna od vremenskih razmer, zato se povprečne in najvišje koncentracije iz leta v leto spreminjajo.

Tabela 4.3.1.3.(6): Povprečne letne vrednosti koncentracij O₃, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.3.(6): Average annual O₃ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	povprečne letne koncentracije O ₃ (µg/m ³)					
	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Krvavec	89	83	83	89	99	98
Ljubljana –Bež.	40	38	34	27	36	40
Zavodnje	79	73	73	71	66	72
Kovk	70	68	69	75	69	68

Tabela 4.3.1.3.(7): Najvišje urne vrednosti koncentracij O₃, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.3.(7): Maximum 1-hour O₃ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	najvišje urne koncentracije O ₃ (µg/m ³)					
	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Krvavec	181	196	187	220	226	193
Ljubljana –Bež.	210	220	316	196	207	210
Zavodnje	188	190	181	170	189	164
Kovk	177	166	186	215	177	187

Tabela 4.3.1.3.(8): Najvišje 24-urne vrednosti koncentracij O₃, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.3.(8): Maximum 24-hour O₃ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	najvišje 24-urne koncentracije O ₃ (µg/m ³)					
	LETO					
	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Krvavec	120	156	146	184	196	166
Ljubljana -Bež.	112	124	124	103	134	148
Zavodnje	148	142	145	141	161	136
Kovk	157	135	125	184	148	161

4.3.1.4. Ogljikov monoksid

Zrak je z ogljikovim monoksidom na merilnih mestih v Mariboru in Celju malo onesnažen (tabela 4.3.1.4.(1-2)). Odstotek dobrih podatkov je prenizek, zato so podatki zgolj informativni. Mejne vrednosti v letu 1997 niso bile presežene.

Največji vir CO je promet, kar kaže slika dnevnega hoda koncentracij 4.3.1.4.(2), na kateri se dobro vidi jutranja in popoldanska prometna konica.

Tabela 4.3.1.4.(1): Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom v letu 1997

Table 4.3.1.4.(1): Air pollution with carbon monoxide in 1997

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/1}	C _{m/2}	1/2u>60	u>30	8u>10
Maribor*	56	2,6	6,3	16,6	16,8	0	0	5
EIS Celje*	71	1,1	-	8,6	11,4	-	0	0

Legenda:

- % odstotek veljavnih podatkov
- C_p povprečna letna koncentracija (mg/m³)
- C₉₈ 98-percentil za polurne vrednosti (mg/m³)
- C_{m/1} maksimalna 1-urna koncentracija (mg/m³)
- C_{m/2} maksimalna 1/2-urna koncentracija (mg/m³)
- MIV mejna imisijska vrednost
- 1/2u>60 število polurnih intervalov s preseženo 1/2-urno MIV 60 mg/m³
- u>30 število ur s preseženo 1-urno MIV 30 mg/m³
- 8u>10 število 8-urnih intervalov s preseženo 8-urno MIV 10 mg/m³
- * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

Legend:

- % percentage of valid data
- C_p average annual concentration (mg/m³)
- C₉₈ 98-percentile value for 1/2-hour values (mg/m³)
- C_{m/1} maximum 1- hour concentration (mg/m³)
- C_{m/2} maximum 1/2- hour concentration (mg/m³)
- MIV limit value (LV)
- 1/2u>60 number of 1/2-hour intervals with exceeded 1/2- hour LV of 60 mg/m³
- u>30 number of hours with exceeded 1- hour LV of 30 mg/m³
- 8u>10 number of 8-hour intervals with exceeded 8- hour LV of 10 mg/m³
- * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.4.(2): Povprečne mesečne koncentracije CO (mg/m³) v letu 1997
 Table 4.3.1.4.(2): Average monthly concentrations of CO (mg/m³) in 1997

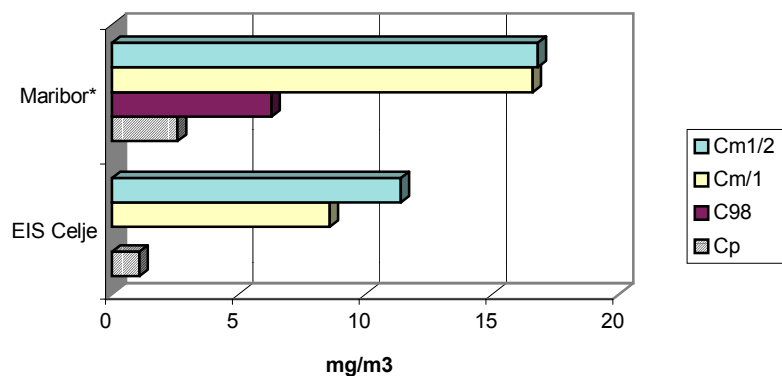
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Maribor	*2,7	2,5	-	*2,8	*2,7	-	*3,3	*2,4	*2,5	*2,7	*2,6	*2,6	*2,6
EIS Celje	*1,9	1,8	1,2	*0,8	0,5	*0,4	*0,6	*0,5	0,7	0,9	*2,2	*1,4	*1,1

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

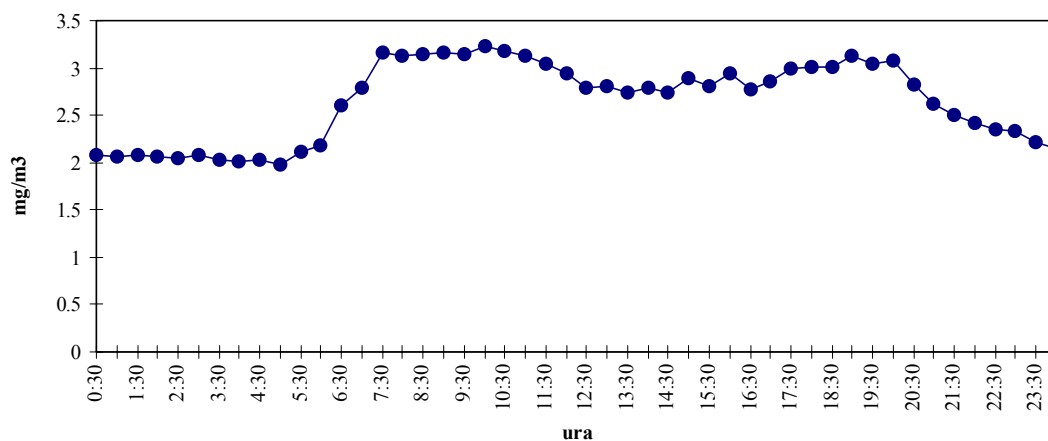
Tabela 4.3.1.4.(3): Maksimalne urne koncentracije CO (mg/m³) v letu 1997
 Table 4.3.1.4.(3): Maximum 1-hour concentrations of CO (mg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Maribor	*9,5	10,5	-	*16,6	*15,5	-	*8,7	*5,1	*6,5	*10,9	*5,9	*11,0	*16,6
EIS Celje	*6,7	8,6	5,9	*4,1	3,5	*1,9	*2,1	*2,6	3,0	4,9	*5,4	*4,6	*8,6

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.4.(1): Povprečna letna koncentracija, 98-percentil in maksimalne koncentracije CO v letu 1997 v mg/m³
 Figure 4.3.1.4.(1): Average annual concentration, 98-percentile and maximal CO concentrations in mg/m³ 1997



Slika 4.3.1.4.(2): Dnevni hod CO na merilnem mestu Maribor v letu 1997

Figure 4.3.1.4.(2): Daily variation of CO at the monitoring site of Maribor in 1997

4.3.1.5. Skupni lebdeči delci

Meritve skupnih lebdečih delcev potekajo v Sloveniji že od leta 1988 v Mariboru, 1992 v Prapretnem, 1994 v Ljubljani in v Celju. Odjem vzorca skupnih lebdečih delcev izvajamo po VDI metodi 2463 separator.

Najvišja povprečna letna koncentracija lebdečih delcev v letu 1997 je bila dosežena na merilnem mestu EIS-Celje, ki je bilo tudi v letu 1996 najbolj obremenjeno z lebdečimi delci.

Na vseh merilnih mestih so bile presežene urne mejne vrednosti. V Ljubljani, Trbovljah, Zagorju, Vnajarjah in EIS-Celju je bila presežena mejna 24-urna koncentracija skupnih lebdečih delcev 175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Maksimalne dnevne koncentracije se na vseh merilnih mestih pojavljajo v kurilni sezoni, predvsem v januarju, februarju, novembru in decembru. Predpisana vrednost 98-tega percentila 1/2 urnih intervalov merjenja ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1997 ni bila presežena.

Z lebdečimi delci je najbolj obremenjeno merilno mesto EIS-Celje. Odjem na merilnem mestu v Celju zajema lebdeče delce, ki izvirajo iz prometa in industrije. V Celju je prisotna proizvodnja belega pigmenta (titan-dioksid in cinkovo belilo), ki ga z metodo reflektometrične določitve dima ne izmerimo, poleg tega dejanske vrednosti onesnaženosti zraka z dimom beli pigment zamaskira. Na merilnem mestu Celje so od maja 1997 dalje merili inhalabilne delce- PM_{10} .

Med obremenjena merilna mesta z lebdečimi delci pa lahko štejemo tudi Trbovlje in Zagorje. Prav tako kot v Celju, tudi tu odjem na merilnem mestu zajema lebdeče delce, ki izvirajo iz prometa in industrije. V Trbovljah pa je med drugim prisotna proizvodnja cementa, v Zagorju pa proizvodnja apna.

Tabela 4.3.1.5.(1): Onesnaženost zraka s skupnimi lebdečimi delci v letu 1997

Table 4.3.1.5.(1): Air pollution with total suspended particles in 1997

Postaja	%	Cp	C98	Cm/24	Cm/1	d>175	u>300	d>350	u>600
Ljubljana Fig.	95	54	166	184	487	1	1	0	0

Trbovlje	94	63	203	216	853	6	33	0	2
Zagorje	92	63	208	185	460	2	16	0	1
Prapretno	92	53	154	164	572	0	3	0	0
Vnajarje	96	26	60	-	-	-	-	-	-
Maribor *	80	58		154	470	0	16	0	0
EIS Celje * ⁺		70	-	204	612	1	23	-	1

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/m ³), MIV -70µg/m ³
C ₉₈	98-percentil za polurne vrednosti v enem letu, MIV- 250µg/m ³
C _{m/24}	maksimalna 24-urna koncentracija (µg/m ³)
C _{m/1}	maksimalna urna koncentracija (µg/m ³)
MIV	mejna imisijska vrednost
KIV	kritična imisijska vrednost
d>175	število prekoračitev dnevne MIV 175 µg/m ³ v letu
u>300	število ur v letu s preseženo 1-urno MIV 300 µg/m ³
d>350	število prekoračitev dnevne KIV 350 µg/m ³ v letu
u>600	število ur v letu s preseženo 1-urno KIV 600 µg/m ³
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
+	od meseca januarja do meseca maja so merili SLD, potem PM ₁₀ ; prikazani so rezultati za lebdeče delce

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³), MIV -70µg/m ³
C ₉₈	98-percentile value for ½-hour values annually , MIV - 250 µg/m ³
C _{m/24}	maximum 24- hour concentration (µg/m ³)
C _{m/1}	maximum 1- hour concentration (µg/m ³)
MIV	limit value (LV)
KIV	critical value (CV)
d>175	number of exceedances of 24-hour LV of 175 µg/m ³ annually
u>300	number of hours in a year with exceeded 1- hour LV of 300 µg/m ³
d>350	number of exceedances 24- hour CV of 350 µg/m ³ annually
u>600	number of hours in a year with exceeded 1- hour CV of 400 µg/m ³
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data
+	total suspended particles were measured from January through May, PM ₁₀ were measured from June through December; results for suspended particles are shown

Tabela 4.3.1.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1997

Table 4.3.1.5.(2): Average monthly concentrations of total suspended particles in (µg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

Ljubljana F.	70	*82	61	42	44	39	37	42	65	51	65	52	54
Trbovlje	*69	*107	97	65	58	44	38	52	53	*52	65	64	64
Zagorje	80	90	63	58	48	44	41	*37	54	52	85	77	61
Razbor	35	29	28	27	*47	-	-	-	-	-	-	-	33
Škale	-	-	-	-	-	*38	32	45	50	47	*49	*37	43
Prapretno	82	61	61	49	*51	41	38	47	50	45	56	52	53
Vnajarje	35	29	25	22	23	35	20	26	25	31	22	18	26
Maribor Center	64	*57	*41	*65	61	58	50	63	61	55	51	63	*58
EIS Celje	*65	91	*68	75	*50	+*36	+*34	+*46	+*48	+*45	-	+*44	-

* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

+ od meseca januarja do meseca maja so merili SLD, potem PM₁₀

* for information only, due to insufficient percentage of valid data

+ total suspended particles were measured from January through May, PM₁₀ were measured

from June through December

Tabela 4.3.1.5.(3): Maksimalne urne koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1997

Table 4.3.1.5.(3): Maximum 1-hour concentrations of total suspended particles in (µg/m³) in 1997

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	256	*261	266	169	144	153	179	229	487	213	256	228	487
Trbovlje	*196	*667	477	434	377	193	495	838	252	*230	438	271	838
Zagorje	273	389	306	374	256	206	180	*165	280	250	329	460	460
Razbor	325	88	156	230	*797	-	-	-	-	-	-	-	797
Škale	-	-	-	-	-	*508	617	200	882	220	*171	*81	882
Prapretno	215	272	223	271	*187	193	172	572	195	157	334	296	572
Vnajarje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maribor Center	165	*301	*90	*182	405	164	470	307	341	181	246	324	*470
EIS Celje	*428	549	*612	366	*262	+*105	+*96	+*112	+*268	+*190	-	+*125	-

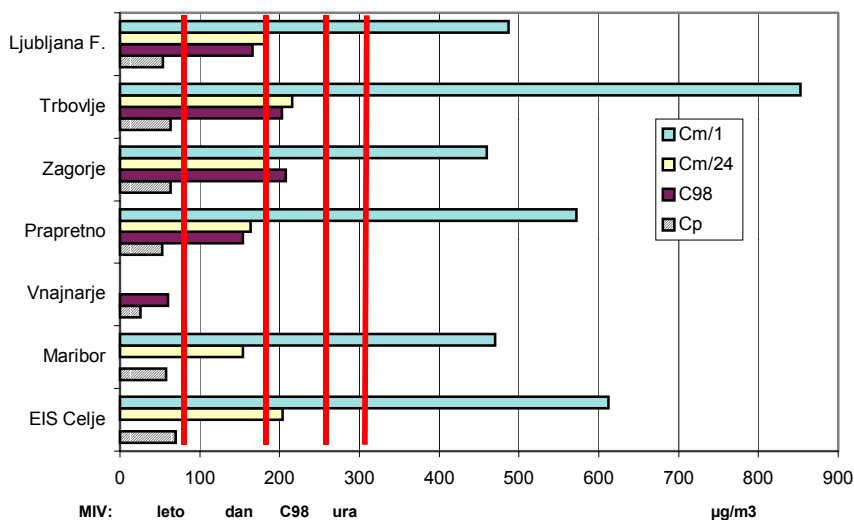
* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

+ od meseca januarja do meseca maja so merili SLD, potem PM₁₀

* for information only, due to insufficient percentage of valid data

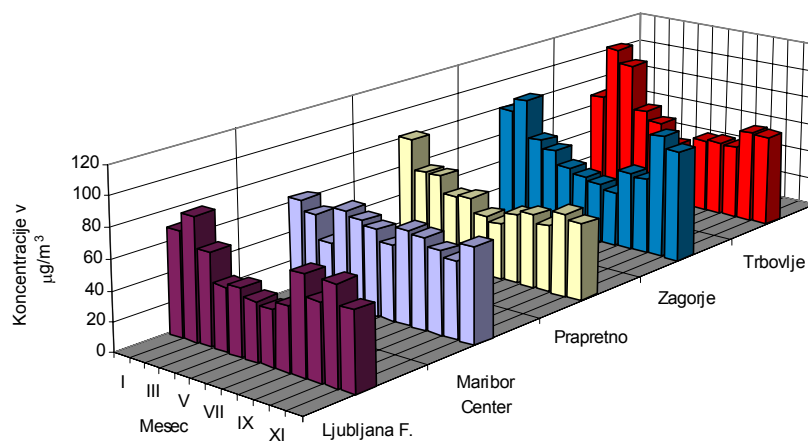
+ total suspended particles were measured from January through May, PM₁₀ were measured

from June through December



Slika 4.3.1.5.(1): Povprečna letna koncentracija (Cp), 98-percentil (C98) ter maksimalne urne (Cm/1) in dnevne (Cm/24) koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1997 v $\mu\text{g}/\text{m}^3$; MIV- mejna vrednost

Figure 4.3.1.5.(1): Average annual concentration (Cp), 98-percentile value (C98), maximum 1-hour (Cm/1) and maximum 24-hour concentrations of total suspended particles (Cm/24) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1997; MIV- limit value



Slika 4.3.1.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1997

Figure 4.3.1.5.(2): Average monthly concentrations of total suspended particles in 1997

4.3.1.6. Določevanje spojin BTX v zraku

Promet predstavlja v urbanem okolju pomemben vir hlapnih ogljikovodikov (VOC - Volatile Organic Compounds) v zraku. Škodljivi vplivi VOC na človeka in okolje so že delno raziskani. Nekateri VOC so toksični direktno, vsi pa sodelujejo v fotokemijskih reakcijah v atmosferi, pri čemer se tvorijo močno reaktivne spojine, kot so ozon, peroksi radikali, peroksidi, itd. Pri teh procesih se VOC lahko pretvarjajo v bolj toksične spojine, kot so formaldehid, organske kisline, organski peroksidi in drugi fotokemijski oksidanti.

Pomembni predstavniki VOC, ki so posledica emisije iz prometa, so substance BTX (benzen, toluen, etilbenzen, orto-ksilen, meta-ksilen in para-ksilen). Promet predstavlja od 70 do 80% njihovih emisij (glej poglavje 3.). Njihov prispevek k tvorbi fotokemijskega smoga je znaten, prav tako je bila dokazana kancerogenost benzena. V razvitih evropskih državah so omenjene substance že vključene v zakonodajo za omejitev njihovih imisijskih vrednosti. Pri nas je trenutno določena le mejna povprečna polurna imisijska vrednost za toluen in znaša 1 mg/m^3 . Predpisana vrednost je znatno previsoka in jo bo potrebno v prihodnje znižati.

Meritve

Že tri leta merimo koncentracije hlapnih ogljikovodikov (VOC) z nekontinuirnim merilnikom firme VARIAN, s katerim določujemo koncentracije vseh ogljikovodikov razen metana. V oktobru 1996 smo pričeli s kontinuiranimi meritvami ogljikovodikov z novim avtomatskim merilnikom firme AIRMOTEC. S tem merilnikom kontinuirano merimo koncentracije benzena, toluena, vsote ksilenov in celokupno koncentracijo VOC. Podatki prvega merilnika so v poročilu obdelani pri meritvah mobilnih postaj Črni Kal in Ankaran.

V zraku smo določevali spojine BTX z avtomatskim merilnikom VOC firme AIRMOTEC (AIRMO BTX). Merilnik je posebej prirejen plinski kromatograf s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID) za avtomatsko merjenje VOC v zraku. Separacija je končana v 15 minutah. Vzporedno z analizo že poteka jemanje naslednjega vzorca in traja 10 min. Merilnik nam podaja povprečne 15 minutne vrednosti.

Na merilnik VOC je priključen kalibrator na permeacijske cevke. Kalibracija je opravljena vsak dan. Dodatno smo točnost meritev preverili z neodvisno kalibracijo merilnika BTX z uporabo standardne mešanice benzena v dušiku s koncentracijo 1,05 ppm.

Rezultati meritev

Aparat za merjenje VOC je bil postavljen v mobilni postaji na dvorišču Hidrometeorološkega zavoda RS, Vojkova 1 v Ljubljani. Merilnik je v zraku določeval koncentracijo benzena, toluena, vsoto ksilenov in celokupno koncentracijo VOC. Podatki za povprečne mesečne, maksimalne polurne in maksimalne dnevne koncentracije naštetih spojin so zbrani v tabeli 4.3.1.6.(1).

Tabela 4.3.1.6.(1): Povprečne mesečne, maksimalne polurne in maksimalne dnevne koncentracije VOC za Bežigradom v letu 1997

Tabela 4.3.1.6.(1): Average monthly, maximum 1/2-hour and maximum 24-hour concentrations of VOCs in Bežigrad, Ljubljana in 1997

	Benzen				Toluen				Ksilen			
	%pod	Cp	Cm1/2	Cm24	%pod	Cp	Cm1/2	Cm24	%pod	Cp	Cm1/2	Cm24
Oktober	95	9	52	22	95	21	122	49	95	15	83	34
November	64	18	82	35	64	36	173	68	64	24	123	47
December	93	17	60	32	93	31	125	64	93	22	91	44

LEGENDA:

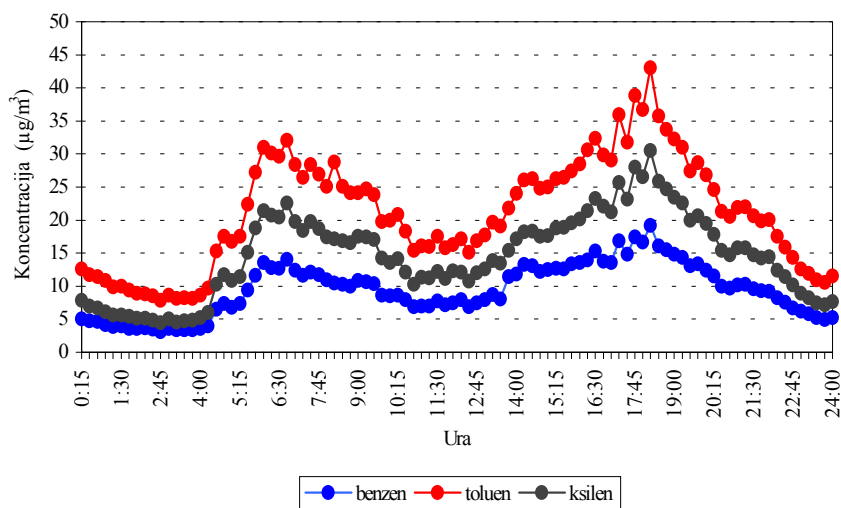
% pod Odstotek upoštevanih podatkov
 Cp Povprečna mesečna koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 Cm1/2 Maksimalna 1/2-urna koncentracija v mesecu v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 Cm24 Maksimalna 24-urna koncentracija v mesecu v $\mu\text{g}/\text{m}^3$

LEGEND:

% pod Percentage of considered data
 Cp Average monthly concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 Cm1/2 Maximum 1/2-hour concentration in a month in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 Cm24 Maximum 24-hour concentration in a month in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

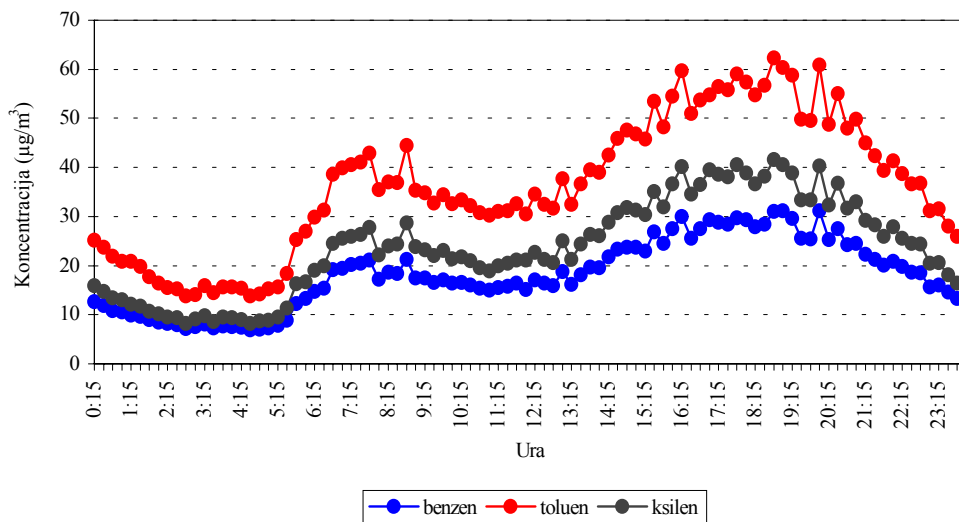
Razmerje med toluenom in benzenom se je gibalo med 2 in 3. Tako razmerje je značilno za merilna mesta, ki so v bližini prometnih cest, ki so glavni vir spojin BTX. Skupna koncentracija spojin BTX je predstavljala od 25 do 45% vseh VOC v zraku, kar kaže na velik delež omenjene skupine spojin pri onesnaževanju urbane atmosfere z ogljikovodiki.

Da bi bolje ovrednotili vir visokih koncentracij spojin BTX, smo si podrobneje pogledali dnevne hode posameznih substanc. Podatki za posamezne mesece so prikazani na slikah od 4.3.1.6.(1) do 4.3.1.6.(3).



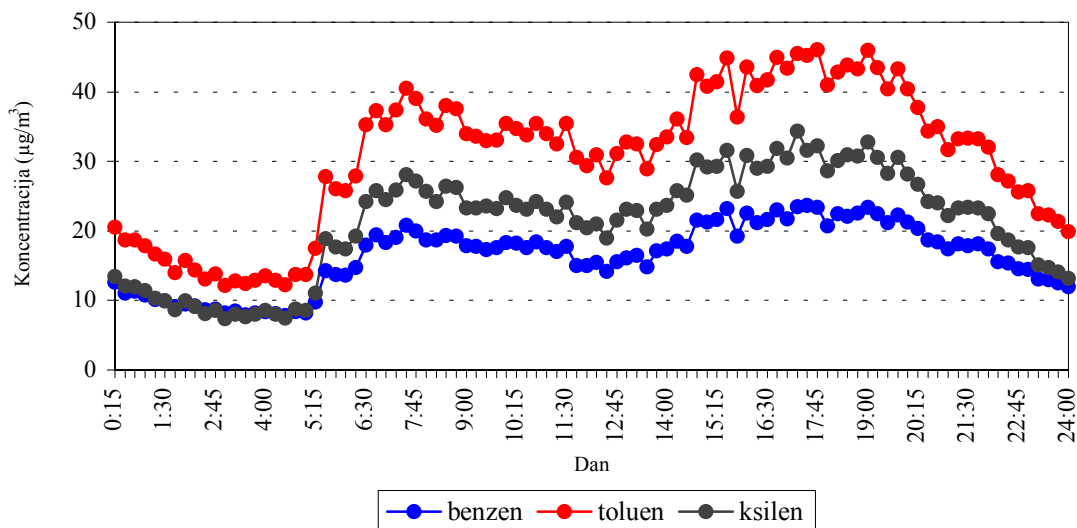
Slika 4.3.1.6.(1): Povprečni dnevni hod koncentracij benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu oktobru 1997 v Ljubljani

Figure 4.3.1.6.(1): Average daily variation of concentrations of benzene, toluene and total xylene in October 1997 v Ljubljani



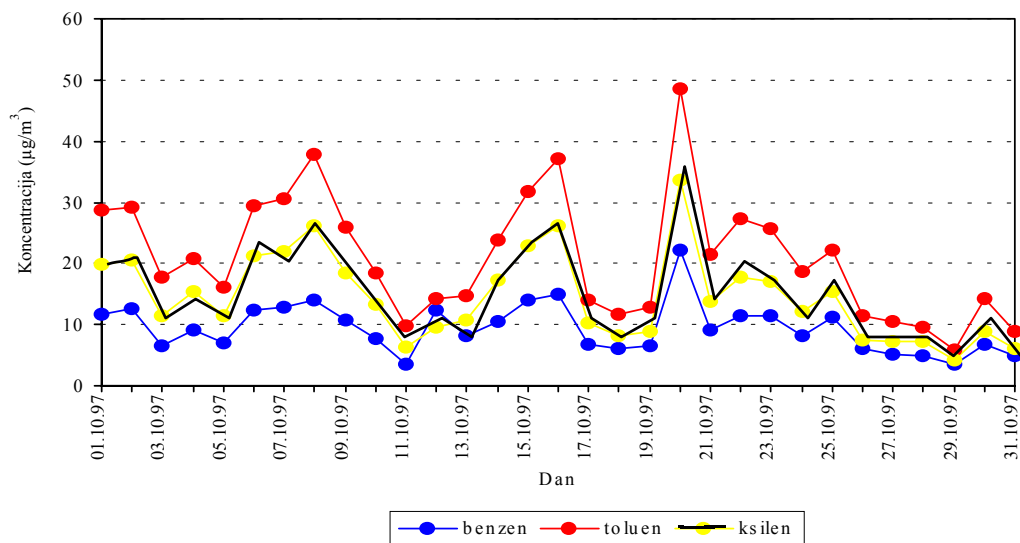
Slika 4.3.1.6.(2): Povprečni dnevni hod koncentracij benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu novembru 1997 v Ljubljani

Figure 4.3.1.6.(2): Average daily variation of concentrations of benzene, toluene and total xylene in November 1997 v Ljubljani



Slika 4.3.1.6.(3): Povprečni dnevni hod koncentracije benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu decembru 1997 v Ljubljani

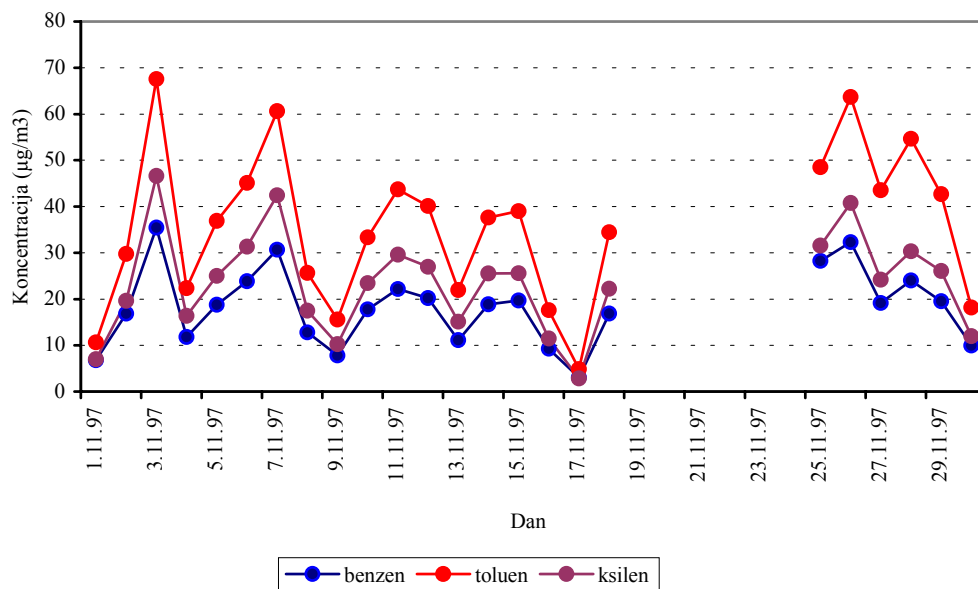
Figure 4.3.1.6.(3): Average daily variation of concentrations of benzene, toluene and total xylene in December 1997 v Ljubljani



Slika 4.3.1.6.(4): Povprečne dnevne koncentracije benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu oktobru 1997 v Ljubljani

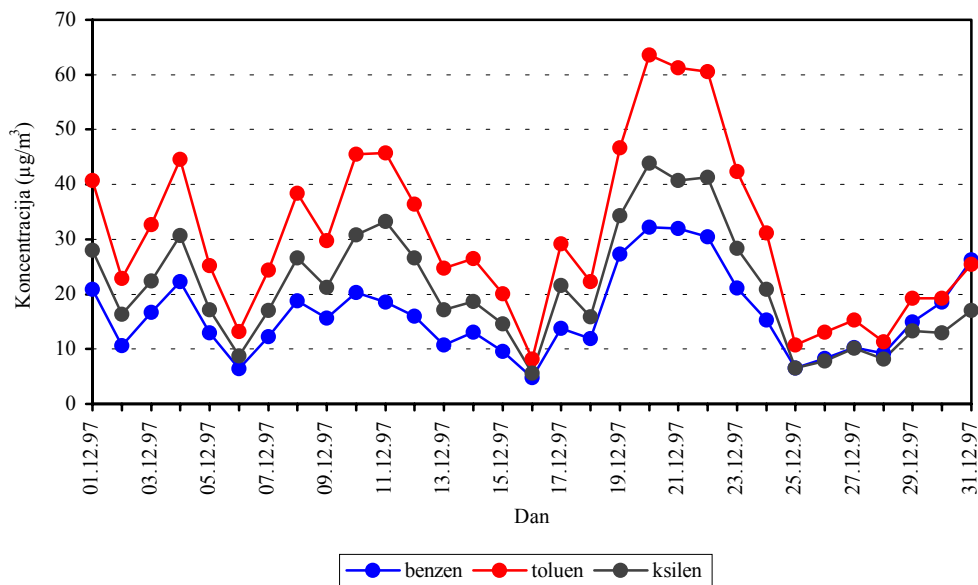
Figure 4.3.1.6.(4): Average daily concentrations of benzene, toluene and total xylene in October 1997 v Ljubljani

Slika 4.3.1.6.(5): Povprečne dnevne koncentracije benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu novembru 1997 v Ljubljani



1997 v Ljubljani

Figure 4.3.1.6.(5): Average daily concentrations of benzene, toluene and total xylene in November 1997 v Ljubljani



Slika 4.3.1.6.(6): Povprečne dnevne koncentracije benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu decembru 1997 v Ljubljani

Figure 4.3.1.6.(6): Average daily concentrations of benzene, toluene and total xylene in December 1997 v Ljubljani

V vseh treh mesecih imamo podobne dnevne hode vseh spojin BTX. Opazna sta dva dnevna maksimuma. Prvi se pojavi v jutranjih urah, drugi pa v popoldanskih. Maksimuma sovpadata z jutranjo in popoldansko prometno konicico. Močna povezanost med koncentracijami posameznih spojin BTX in sovpadanje dnevnih hodov s prometnima konicama nam potrjujeta domnevo, da je glavni vir vseh substanc BTX promet.

Iz meritev vidimo, da je pomemben vir spojin BTX v urbanem okolju promet. Omenjene spojine predstavljajo v mestih pomemben delež vseh organskih snovi v zraku. Za ocenitev njihovih škodljivih vplivov na človeka in okolje je potrebno njihovo nadaljnje spremljanje. Prav tako bi bilo potrebno v najkrajšem času sprejeti predpise o mejnih imisijskih vrednostih za te spojine.

4.3.2. 24-urne koncentracije dima in indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂))

Pregled meritev indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini in 24-urnih koncentracij dima je podan v tabelah 4.3.2.(1) in 4.3.2.(2). Podane so koncentracije za kurilno sezono, nekurilno sezono in za vse leto. Kurilna sezona je definirana kot obdobje, ki traja od 1. januarja do 31. marca in od 1. oktobra do 31. decembra tekočega leta. Nekurilna sezona pa traja od 1. aprila do 30. septembra tekočega leta.

V poročilu o meritvah I(SO₂) in 24-urnih koncentracij dima smo razvrstili kraje po povprečnih vrednostih v tekočem letu. Tabele vsebujejo razvrstitev krajev posebej za I(SO₂) in posebej za dim, merilna mesta pa smo razdelili na osnovno in dopolnilno mrežo. Merilna mesta, na katerih ni bilo dovolj meritev (85%), smo uvrstili na konec tabele in jih označili z zvezdico. Merilna mesta iz redne mreže smo razvrstili od najbolj onesnaženega do najmanj onesnaženega kraja po treh kriterijih:

1. povprečna koncentracija za celo leto
2. 98-percentil koncentracije
3. najvišja koncentracija v kurilni sezoni

Razvrstitev krajev v Sloveniji po povprečnih vrednostih I(SO₂) v letu 1997 kaže, da so najbolj onesnažena večja mesta. Glede na povprečno letno vrednost je najbolj onesnažen kraj Velenje, kar se je v vsem obdobju meritev zgodilo prvič. Indeks je večji v nekurilni sezoni kot v kurilni. Ostala merilna mesta, razvrščena v vrh razvrstitve, pa zasedajo kraji, ki so običajno najbolj onesnaženi. V kurilni sezoni so bila merilna mesta razvrščena v naslednjem vrstnem redu: Celje - Teharje, Trbovlje, Zavodnje, Kamnik, Ljubljana - Bežigrad, v nekurilni pa: Velenje, Maribor - Center, Novo mesto, Ljubljana - Bežigrad in Krško. Glede na majhne vrednosti I(SO₂) lahko rečemo, da delež SO₂ pri vrednosti I(SO₂) ni prevladujoč v nekurilni sezoni.

Mejne in kritične vrednosti za I(SO₂) niso predpisane. Primerjava teh vrednosti z vrednostmi za SO₂ pokaže, da povprečna letna vrednost na nobenem merilnem mestu ni preseгла mejne vrednosti. Največ preseganj 24-urnih mejnih vrednosti pa je bilo na merilnih mestih Velenje in Celje - Teharje, na večini merilnih mest pa mejna vrednost koncentracije SO₂ ni bila presežena.

Koncentracije dima na nobenem merilnem mestu niso presegle letne mejne vrednosti 50 µg/m³, v redni mreži pa je bilo le 5 primerov s preseženo 24-urno mejno vrednostjo koncentracije. Najvišja povprečna letna koncentracija je bila na merilnem mestu Ljubljana - Gospodarska zbornica v središču Ljubljane. Precejšen delež h koncentracijam dima na tem mestu prispeva promet z dizelskimi motorji. Tudi na drugih merilnih mestih v Ljubljani so bile povprečne vrednosti koncentracij dima visoke v primerjavi z drugimi kraji. Od merilnih mest izven Ljubljane pa so visoko na razvrstitvi Domžale, Kranj, Žalec, Kanal in Vrhnika.

Tabela 4.3.2.(1): Razvrstitev krajev po povprečnih vrednostih 24-urnega indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)), izraženega v µg/m³, v letu 1997

Table 4.3.2.(1): Classification of localities according to average value of 24-hour index of air pollution with acid gases (I(SO₂)), expressed in µg/m³ in 1997

Sezona	Cela			Kurilna (I-III.X-XII)			Nekurilna (IV-IX)			CELA		
	Postaja	ŠTEV	POP	P98	ŠTEV	POP	MAX	ŠTEV	POP	MAX	>125	>250
OSNOVNA MREŽA												

1	Velenje	364	37	153	182	23	109	182	52	193	17	0
2	Celje - Teharie	362	33	154	179	43	234	183	24	61	12	0
3	Maribor - center	365	33	125	182	24	143	183	42	472	7	1
4	Trhovlje	364	31	96	182	43	140	182	19	96	3	0
5	Ljubljana - Bežigrad	362	31	75	179	35	138	183	27	82	1	0
6	Zavodnje	362	28	107	179	36	215	183	20	84	3	0
7	Krško	365	27	93	182	29	238	183	26	119	3	0
8	Rimske Toplice	333	26	109	167	31	395	166	21	108	4	2
9	Celje - center	321	26	92	144	32	204	177	21	187	2	0
10	Novo mesto	322	26	65	156	21	76	166	32	97	0	0
11	Začorie	360	25	77	180	30	113	180	20	58	0	0
12	Laško	351	23	99	168	34	161	183	12	121	3	0
13	Hrastnik	362	23	78	179	33	202	183	13	70	2	0
14	Šentjur pri Celju	347	23	77	179	28	186	168	17	48	1	0
15	Kamnik	365	23	76	182	36	85	183	10	82	0	0
16	Ruše	354	23	55	179	20	72	175	25	269	1	1
17	Trzin	361	20	60	182	20	79	179	19	82	0	0
18	Ljubljana - Gospi Zb	344	20	55	161	21	63	183	19	71	0	0
19	Črna	359	19	69	179	24	100	180	14	38	0	0
20	Domžale	351	19	50	182	18	67	169	20	59	0	0
21	Žerjav	361	18	76	181	24	140	180	12	70	1	0
22	Rožška Slatina	354	17	76	182	16	58	172	20	173	2	0
23	Krani	329	17	67	174	24	84	155	9	54	0	0
24	Radeče pri Zidanem mostu	329	17	50	170	20	85	159	13	46	0	0
25	Litija	361	16	71	178	24	126	183	8	57	1	0
26	Šoštani II	365	16	56	182	17	124	183	16	58	0	0
27	Žalec	363	16	53	180	22	102	183	10	35	0	0
28	Idrija	357	15	65	179	20	118	178	9	65	0	0
29	Murska Sobota	364	15	61	181	18	65	183	11	96	0	0
30	Maribor - Tabor	364	13	55	182	16	57	182	10	191	1	0
31	Izola	340	13	50	157	12	95	183	13	103	0	0
32	Slovenska Bistrica	353	13	46	182	14	80	171	13	62	0	0
33	Škofja Loka - Trata	343	12	74	164	16	96	179	8	86	0	0
34	Mežica	331	12	57	168	16	82	163	8	77	0	0
35	Ilirska Bistrica	343	12	55	164	9	38	179	14	101	0	0
36	Sloveni Gradec	365	12	50	182	14	61	183	10	132	1	0
37	Kočevje	362	12	50	179	14	113	183	10	71	0	0
38	Jesenice	365	11	55	182	17	112	183	6	42	0	0
39	Škofja Loka	363	11	51	182	14	71	181	8	52	0	0
40	Medvode	325	11	46	153	14	60	172	9	64	0	0
41	Ptuj	355	11	40	179	14	50	176	8	171	1	0
42	Sevnica	364	10	43	182	12	48	182	8	91	0	0
43	Ravne - Čečovje	365	10	42	182	12	108	183	8	28	0	0
44	Kanal	365	9	44	182	12	59	183	6	66	0	0
45	Vrhnika	351	9	42	179	11	64	172	6	46	0	0
46	Kidričevo	340	8	36	175	11	50	165	5	28	0	0
47	Črnomelj	357	8	35	177	10	50	180	7	46	0	0
48	Nova Gorica	354	8	29	171	8	34	183	8	32	0	0
	Koner *	285	9	28	117	9	44	168	9	46	0	0
	Štore *	177	24	72	119	29	131	58	14	44	1	0
DOPOLNILNA MREŽA												
	Ljubljana - Moste	330	22	70	182	18	60	148	27	128	1	0
	Ljubljana - Vižmarje	328	17	69	179	23	89	149	10	78	0	0
	Ljubljana - Vič	364	17	57	182	24	70	182	10	114	0	0
	Ljubljana - Resljeva	362	16	60	179	23	91	183	10	64	0	0
	Ljubljana - Šiška	364	15	58	181	20	95	183	11	62	0	0
	Ljubljana - Prešernova	348	15	53	165	20	87	183	11	53	0	0
	Atomske toplice*	95	16	-	65	15	41	30	19	40	0	0

Legenda:

- ŠTEV Število izmerjenih koncentracij
 POP Povprečna koncentracija v merilnem obdobju v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 MAX Najvišja 24-urna koncentracija v merilnem obdobju v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 P98 98. percentil letne koncentracije v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 >125 Število primerov, ko je vrednost I(SO₂) presegla 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 >250 Število primerov, ko je vrednost I(SO₂) presegla 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 * Informativni podatki, manj kot 85% podatkov

Legend:

- ŠTEV Number of valid data
 POP Average concentration for the measuring period in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 MAX Maximal 24-hour concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 P98 89-percentile of annual concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 >125 Number of cases with I(SO₂) greater than 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 >250 Number of cases with I(SO₂) greater than 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 * For information only, less than 85% of data

Tabela 4.3.2.(2): Razvrstitev krajev po povprečnih koncentracijah dima v letu 1997

Table 4.3.2.(2): Classification of localities according to average 24-hour concentration of black smoke in 1997

Sezona	Postaja	Cela			Kurilna (I-III,X-XII)			Nekurilna (IV-IX)			CELA	
		ŠTEV	POP	P98	ŠTEV	POP	MAX	ŠTEV	POP	MAX	>MIK	>KIK
OSNOVNA MREŽA												
1	Ljubljana - Gosp. Zb	346	27	88	163	38	133	183	17	40	1	0
2	Domžale	358	27	84	182	35	112	176	18	43	0	0
3	Krani	337	26	76	182	36	93	155	15	38	0	0
4	Žalec	365	25	70	182	33	107	183	17	43	0	0
5	Kanal	365	23	80	182	29	117	183	17	44	0	0
6	Vrhnika	351	22	84	178	33	116	173	10	30	0	0
7	Ptuj	362	22	67	179	31	88	183	14	37	0	0
8	Izola	333	20	99	160	29	130	173	13	50	2	0
9	Ljubljana - Bežigrad	362	20	85	179	30	121	183	11	39	0	0
10	Trbovlje	365	19	84	182	28	108	183	9	37	0	0
11	Tržič	360	19	68	181	28	170	179	10	45	1	0
12	Kočevje	362	19	62	179	28	105	183	9	25	0	0
13	Zagorje	360	18	72	180	28	101	180	8	29	0	0
14	Kamnik	365	17	75	182	27	85	183	7	26	0	0
15	Kidričevo	347	17	65	175	24	74	172	9	30	0	0
16	Maribor - center	365	17	61	182	25	71	183	9	27	0	0
17	Laško	351	17	60	168	28	75	183	8	28	0	0
18	Šentjur pri Celiu	340	17	59	179	24	90	161	10	34	0	0
19	Novo mesto	322	17	54	156	24	62	166	10	29	0	0
20	Slovenska Bistrica	353	17	45	182	20	67	171	14	42	0	0
21	Idrija	358	16	67	179	26	152	179	7	20	1	0
22	Celje - center	321	16	65	144	25	84	177	9	51	0	0
23	Rogaška Slatina	354	16	55	182	22	64	172	9	34	0	0
24	Maribor - Tabor	362	16	55	181	22	107	181	10	48	0	0
25	Škofja Loka	364	15	54	181	23	88	183	6	22	0	0
26	Slovenj Gradec	365	15	50	182	22	81	183	8	26	0	0
27	Medvode	319	14	58	153	23	86	166	6	20	0	0
28	Murska Sobota	364	14	51	181	20	69	183	8	25	0	0
29	Radeče pri Zidanem mostu	331	14	48	172	18	60	159	9	75	0	0
30	Sevnica	364	14	36	182	17	48	182	11	28	0	0
31	Ruše	357	13	54	182	20	89	175	5	26	0	0
32	Jesenice	365	13	49	182	20	80	183	7	18	0	0
33	Celje - Tteharje	363	13	49	180	18	87	183	8	46	0	0
34	Nova Gorica	354	12	47	172	17	57	182	7	19	0	0
35	Litija	364	12	40	181	18	91	183	6	25	0	0
36	Črnomelj	348	12	37	168	17	48	180	7	27	0	0
37	Ilirska Bistrica	345	11	44	163	17	71	182	5	19	0	0
38	Škofja Loka - Trata	347	10	48	164	16	69	183	5	17	0	0
39	Mežica	331	10	37	168	15	58	163	6	23	0	0
40	Krško	365	10	37	182	14	41	183	6	24	0	0
41	Šoštanj II	365	10	34	182	13	45	183	6	18	0	0
42	Hrastnik	362	10	34	179	14	63	183	6	19	0	0
43	Ravne – Čečovje	365	9	28	182	12	50	183	6	18	0	0
44	Črna	359	8	31	179	13	47	180	4	19	0	0
45	Žerjav	361	8	28	181	12	48	180	4	13	0	0
46	Rimske Toplice	334	7	28	168	10	43	166	4	14	0	0
47	Zavodnje	365	7	28	182	9	38	183	5	21	0	0
48	Velenje	364	7	26	182	10	48	182	4	17	0	0
	Koper*	283	8	23	116	10	40	167	6	17	0	0
	Štore*	171	16	52	113	20	65	58	7	21	0	0

Sezona	Cela			Kurilna (I-III,X-XII)			Nekurilna (IV-IX)			CELA		
	Postaja	ŠTEV	POP	P98	ŠTEV	POP	MAX	ŠTEV	POP	MAX	>MIK	>KIK
DOPOLNILNA MREŽA												
	Ljubljana – Vič	365	22	77	182	32	141	183	12	43	1	0
	Ljubljana – Prešernova	347	21	70	166	29	112	181	13	38	0	0
	Ljubljana – Moste	329	20	76	182	28	107	147	10	38	0	0
	Ljubljana – Šiška	355	18	70	181	24	122	174	12	36	0	0
	Ljubljana – Vižmarje	328	17	78	179	26	138	149	7	31	2	0
	Ljubljana – Resljeva	362	15	57	179	22	82	183	9	25	0	0
	Atomske toplice*	99	9	-	69	10	26	30	6	19	0	0

Legenda:

- ŠTEV Število izmerjenih koncentracij
POP Povprečna koncentracija v merilnem obdobju v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
MAX Najvišja 24-urna koncentracija v merilnem obdobju v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P98 98. percentil letne koncentracije v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
>MIK Število primerov, ko je 24-urna koncentracija preseгла mejno vrednost $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
>KIK Število primerov, ko je 24-urna koncentracija preseгла kritično vrednost $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
* Informativni podatki, manj kot 85% podatkov

Legend:

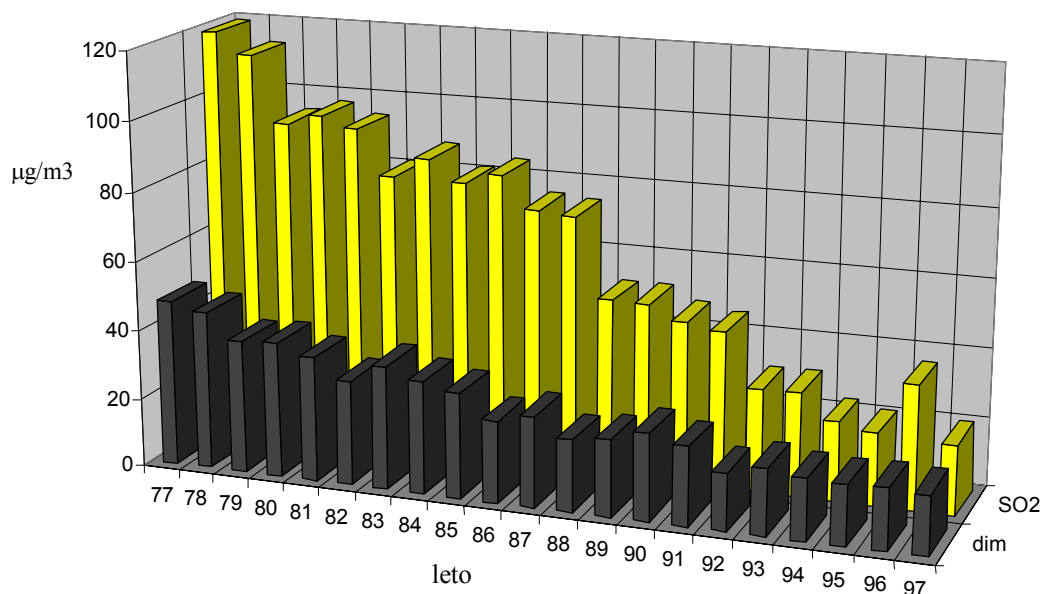
- ŠTEV Number of valid data
POP Average concentration for the measuring period in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
MAX Maximal 24-hour concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P98 89-percentile of annual concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
>MIK Number of cases with concentration greater than $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
>KIK Number of cases with concentration greater than $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
* For information only, less than 85% of data

Trend vrednosti I(SO₂) in koncentracij dima

Dolgoletni trend onesnaženosti zraka smo prikazali s povprečnimi letnimi koncentracijami, izračunanimi iz 24-urnih povprečnih vrednosti indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)) in dima. V tabelah 4.3.2.(3) in 4.3.2.(4) so podatki o povprečnih letnih koncentracijah od leta 1977 do leta 1997 za trinajst krajev v Sloveniji: Ljubljana, Maribor, Celje, Kranj, Koper, Novo mesto, Kamnik, Jesenice, Trbovlje, Krško, Ptuj, Šoštanj in Škofja Loka.

Na sliki 4.3.2.(1) je prikazan potek letnih poprečij koncentracij I(SO₂) in dima za trinajst krajev v Sloveniji za obdobje 1977 – 97. Povpreček je izračunan za kraje, za katere smo prikazali letna povprečja v tabelah 4.3.2.(3) in 4.3.2.(4). Za takšen prikaz smo se odločili, ker na ta način ustrezno predstavimo spreminjanje stanja onesnaženosti zraka z I(SO₂) in dimom v Sloveniji.

V letu 1997 je bila vrednost I(SO₂) in dima na podobni ravni kot leta prej, opaziti je celo nadaljevanje upadanja koncentracij. Visoke vrednosti I(SO₂) v letu 1996 so verjetno posledica merilnih napak.



Slika 4.3.2.(1): Povprečne letne vrednosti indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)) in dima v Sloveniji. Povprečje za 13 krajev

Figure 4.3.2.(1): Average annual values of index of air pollution with acid gases (I(SO₂)) and black smoke concentrations, mean value for 13 localities

Tabela 4.3.2.(3): Povprečne vrednosti indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)) v µg/m³ po letih za 13 krajev v Sloveniji: Ljubljana (LJ), Maribor (MB), Celje (CE), Kranj (KR), Koper (KP), Novo Mesto (NM), Kamnik (KA), Jesenice (JE), Trbovlje (TR), Krško (KK), Ptuj (PT), Šoštanj (ŠOŠ), Škofja Loka (ŠK.L)

Table 4.3.2.(3): Average annual values of index of air pollution with acid gases (I(SO₂)) for individual year and for 13 localities in Slovenia

LETO	LJ	MB	CE	KR	KP	NM	KA	JE	TR	KK	PT	ŠOŠ	ŠK.L
1977	190	103	165	114	52	54	81	99	193	245	46	82	
1978	199	120	159	118	51	53	95	83	199	118	62	100	
1979	165	121	126	103	34	71	71	51	176	103	53	85	64
1980	146	120	136	95	30	57	78	55	248	95	58	79	67
1981	150	106	131	79	26	46	86	53	253	95	55	73	64
1982	122	97	115	90	29	36	80	60	217	76	42	35	58
1983	145	122	131	68	23	41	86	48	255	85	46	30	47
1984	123	108	111	70	27	27	79	48	212	96	45	32	72
1985	126	117	103	58	21	33	92	53	200	123	57	45	66
1986	114	99	83	56	21	35	84	34	190	96	56	41	62
1987	118	95	84	64	22	37	106	30	190	68	60	36	49
1988	67	67	49	50	17	33	61	25	124	56	37	37	35
1989	72	71	59	50	19	26	57	25	134	44	30	34	37
1990	78	66	49	38	17	27	52	23	123	42	38	22	31
1991	52	76		34	12	25	51	22	88	46	33	17	80
1992	41	28	33	28	14	16	33	20	53	42	37	18	25
1993	35	34	46	29	17	22	31	16	48	45	32	20	18
1994	24	28	36	19	11	12	23	16	46	32	16	17	14
1995	18	23	36	14	10	11	45	11	41	25	19	7	14
1996	49	24	34	36	28	49	40	23	63	30	26	29	34
1997	20	33	26	17	9	26	23	11	31	27	11	16	11

Tabela 4.3.2.(4): Povprečne koncentracije dima v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ po letih za 13 krajev v Sloveniji: Ljubljana (LJ), Maribor (MB), Celje (CE), Kranj (KR), Koper (KP), Novo Mesto (NM), Kamnik (KA), Jesenice (JE), Trbovlje (TR), Krško (KK), Ptuj (PT), Šoštanj (ŠOŠ), Škofja Loka (ŠK.L)

Table 4.3.2.(4): Average annual of black smoke for individual year and for 13 localities in Slovenia

DIM	LJ	MB	CE	KR	KP	NM	KA	JE	TR	KK	PT	ŠOŠ	ŠK.L
1977	81	80	42	48	35	44	43	34	51	49	37	31	
1978	73	72	51	45	36	46	42	30	50	33	36	31	
1979	65	58	42	39	36	38	31	21	41	28	40	25	34
1980	54	57	47	45	31	39	33	22	53	29	36	25	36
1981	47	41	42	41	29	36	33	21	53	28	33	23	37
1982	25	36	33	40	28	33	29	19	42	24	32	20	32
1983	60	50	45	36	24	36	36	19	53	21	28	22	31
1984	43	47	39	32	25	27	30	18	42	28	32	19	40
1985	47	45	36	19	23	24	30	21	37	31	30	18	32
1986	40	36	26	18	18	22	23	15	27	18	25	12	26
1987	37	34	30	22	32	26	32	13	31	19	27	13	23
1988	19	28	23	18	19	26	22	13	27	17	23	12	22
1989	32	25	27	21	19	23	22	13	28	18	22	12	24
1990	42	28	29	29	17	26	22	15	32	20	22	14	30
1991	29	25		25	12	25	22	12	30	13	19	12	47
1992	28	11	13	25	9	19	19	11	22	13	19	10	15
1993	31	17	20	25	9	25	20	10	24	14	23	11	19
1994	29	17	20	24	9	21	18	14	22	12	21	10	14
1995	28	18	18	24	9	19	19	14	21	11	21	10	12
1996	30	17	16	23	10	20	18	14	19	12	24	11	14
1997	27	17	16	26	8	17	17	13	19	10	22	10	15
	LJ	MB	CE	KR	KP	NM	KA	JE	TR	KK	PT	ŠOŠ	ŠK.L

4.3.3. Žveplove in dušikove spojine v neurbanem okolju

V tem poglavju so podatki meritev oksidiranega žvepla (SO_2 , SO_4^{2-}), oksidiranega dušika ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$) in reduciranega dušika ($\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$), ki dajejo informacijo o kislno-alkalnih komponentah v zraku in se spremljajo za mednarodni program EMEP. Koncentracije so izražene v enotah $\mu\text{g S/m}^3$ oziroma $\mu\text{g N/m}^3$.

V tabeli 4.3.3.(1) so povprečne koncentracije, maksimumi in percentili za nekurilno sezono, kurilno sezono ter za celo leto 1997, na slikah 4.3.3.(1)-4.3.3.(4) pa je prikaz letnega poteka 24-urnih ter mesečnih koncentracij za vse komponente.

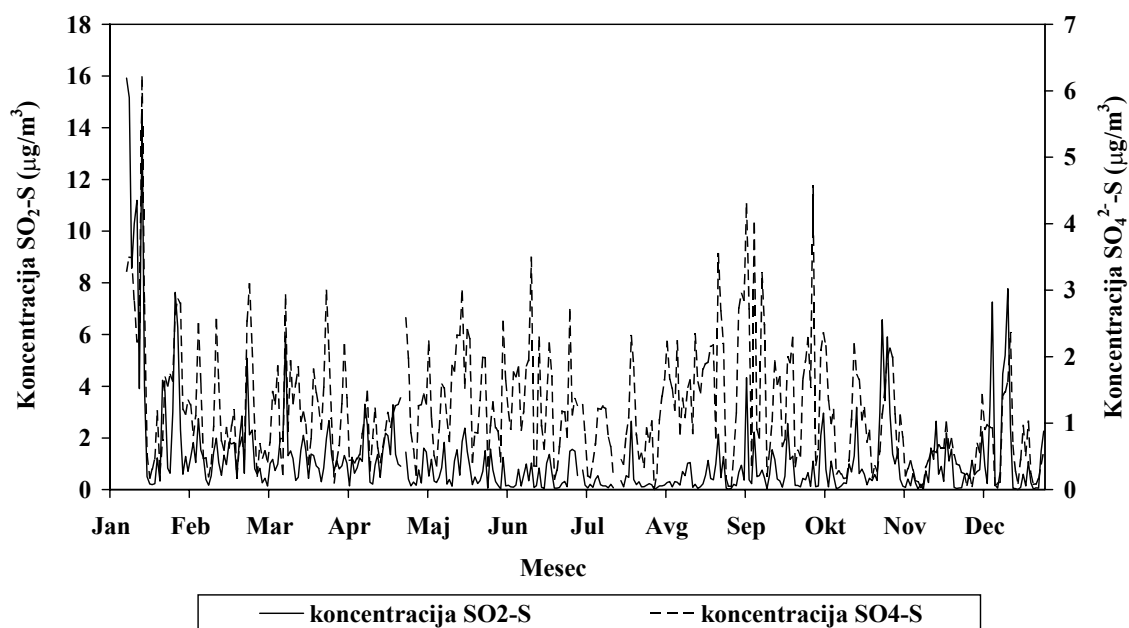
Tabela 4.3.3.(1): Povprečne koncentracije, maksimumi in percentili za žveplo in dušik v zraku na Iskrbi za kurilno sezono, nekurilno sezono ter za celo obdobje meritev januar-december 1997
Table 4.3.3.(1): Average concentrations, maximum values and percentile values sulphur and nitrogen in air in Iskrba for the non-heating season, heating season as well as for the entire monitoring period January-December 1997

Snov	Statistična količina	Okt.-mar. ($\mu\text{g/m}^3$)	Apr.-sep. ($\mu\text{g/m}^3$)	Jan.-dec. ($\mu\text{g/m}^3$)
$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	c-povprečna	1,07	1,30	1,19
	50-percentil	0,80	1,18	1,01
	98-percentil	3,39	3,36	3,48
	c-maksimalna	6,21	4,30	6,21
$\text{SO}_2\text{-S}$	c-povprečna	1,73	0,68	1,20
	50-percentil	0,87	0,41	0,60
	98-percentil	10,74	2,60	7,60
	c-maksimalna	15,92	4,33	15,92
$(\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-)\text{-N}$	c-povprečna	0,38	0,21	0,30
	50-percentil	0,28	0,16	0,21
	98-percentil	1,21	0,67	1,14
	c-maksimalna	2,75	1,23	2,75
$(\text{NH}_3+\text{NH}_4^+)\text{-N}$	c-povprečna	1,03	1,34	1,18
	50-percentil	0,86	1,25	1,07
	98-percentil	2,68	2,78	2,79
	c-maksimalna	4,11	4,06	4,11

Povprečna letna koncentracija $\text{SO}_2\text{-S}$ $1,20 \mu\text{g/m}^3$ je za velikostni razred nižja od koncentracij v urbanem okolju. V kurilni sezoni so bile koncentracije SO_2 višje kot v nekurilni sezoni. Konice so izmerjene januarja in maksimalna 24-urna koncentracija $\text{SO}_2\text{-S}$ je bila $15,92 \mu\text{g/m}^3$. Za primerjavo s stanjem na neurbanih področjih v Evropi navedimo podatke iz merilne mreže EMEP /ref. 4.-20 /. Najvišje koncentracije so v srednji Evropi na področju tako imenovanega črnega trikotnika (tromeja Češka-Poljska-Nemčija) z letnimi koncentracijami $\text{SO}_2\text{-S}$ do $10 \mu\text{g/m}^3$. Na področju Balkana, Poljske in južne Velike Britanije so letne koncentracije $3\text{-}5 \mu\text{g/m}^3$, drugod po Evropi pa so pod $3 \mu\text{g/m}^3$. Najnižje koncentracije (pod $1 \mu\text{g/m}^3$) so na Skandinavskem polotoku, Irski in vzhodni Franciji. Meritve v letu 1997 torej kažejo, da so koncentracije SO_2 na Iskrbi nizke, vendar pa je potreben za primerjavo daljši nekajletni niz podatkov.

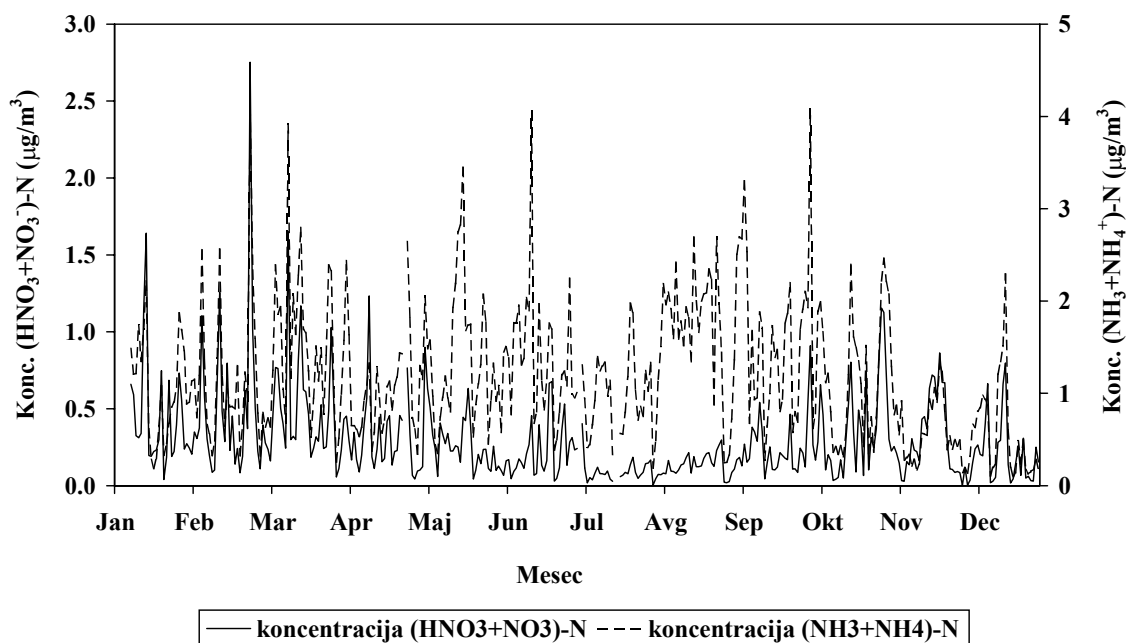
Sulfatni aerosol ima daljši zadrževalni čas v zraku (4-5 dni) kot SO_2 (2-3 dni) in koncentracije SO_4^{2-} v zraku, ki izvirajo iz emisij SO_2 , se prostorsko manj spreminjajo kot koncentracije SO_2 .

Ob konicah SO_4^{2-} , ki so bile izmerjene tako v kurilni kot v nekurilni sezoni, se ne pojavijo nujno konice SO_2 , kar kaže na starejšo zračno maso ter možen daljinski transport sulfatnega delca v zraku (npr. konica SO_4^{2-} 7. septembra).

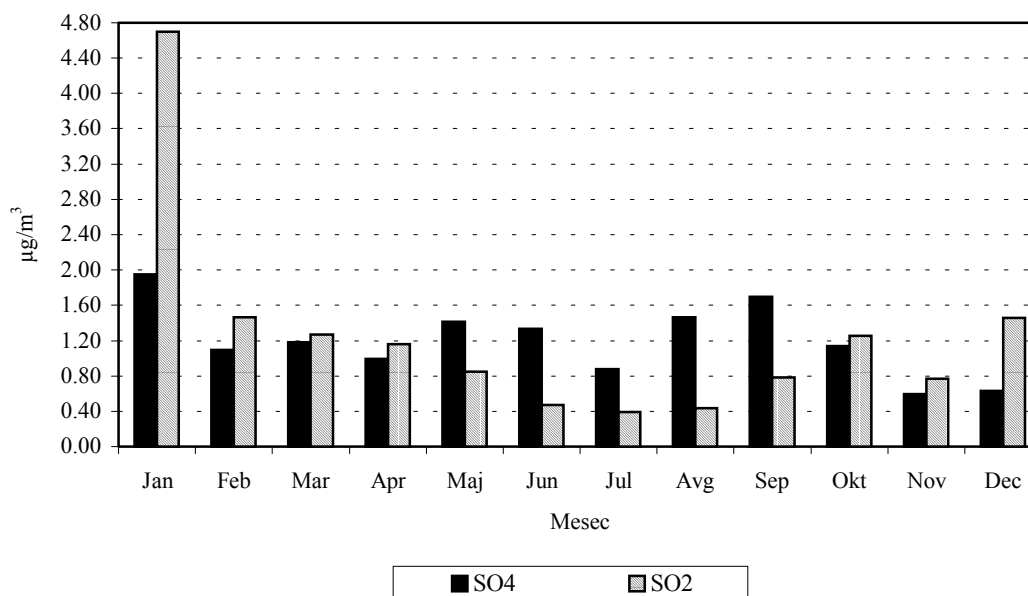


Slika 4.3.3.(1): 24-urne koncentracije SO_2 in sulfatnega aerosola SO_4^{2-} v zraku (izraženo kot žveplo) na Iskrbi v letu 1997

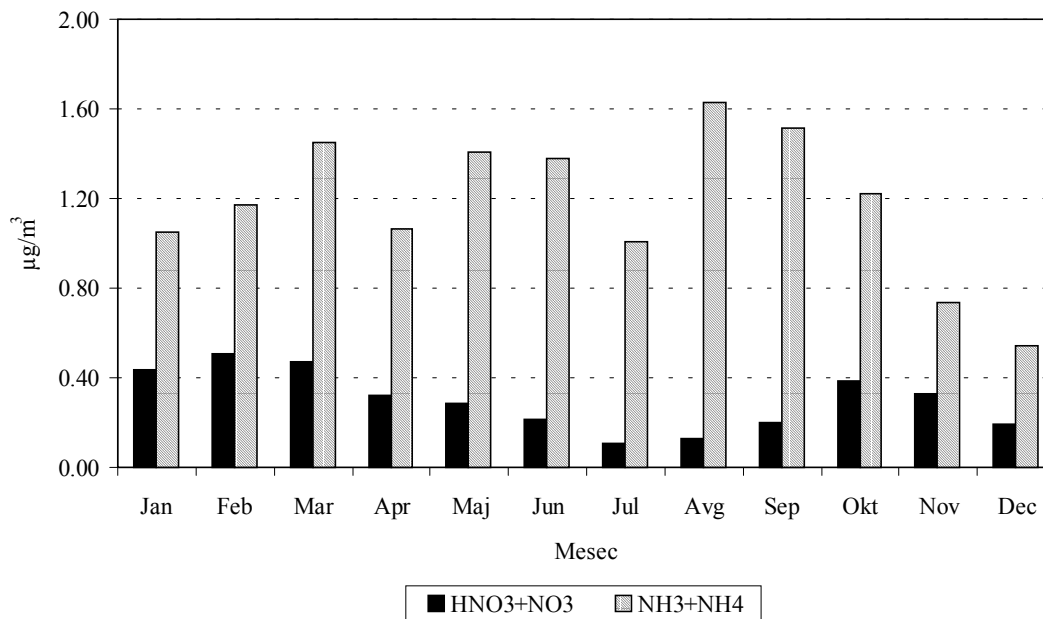
Figure 4.3.3.(1): 24-hour concentrations SO_2 and sulphate aerosol SO_4^{2-} in air (expressed as sulphur) at Iskrba in 1997



Slika 4.3.3.(2): 24-urne koncentracije oksidirane dušika ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$) in reducirane dušika ($\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi v letu 1997
 Figure 4.3.3.(2): 24-hour concentrations of oxidised nitrogen ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$) and reduced nitrogen ($\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$) in air (expressed as nitrogen) at Iskrba in 1997



Slika 4.3.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije SO_2 in SO_4^{2-} v zraku (izraženo kot žveplo) na Iskrbi v letu 1997
 Figure 4.3.3.(3): Average monthly concentrations of SO_2 and SO_4^{2-} in air (expressed as sulphur) at Iskrba in 1997



Slika 4.3.3.(4): Povprečne mesečne koncentracije oksidirane dušika (HNO₃+NO₃⁻) in reducirane dušika (NH₃+NH₄⁺) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi v letu 1997
 Figure 4.3.3.(4): Average monthly concentrations of oxidised nitrogen (HNO₃+NO₃⁻) and reduced nitrogen (NH₃+NH₄⁺) in air (expressed as nitrogen) at Iskrba in 1997

HNO₃ in NO₃⁻ imata podobno kot SO₂ zadrževalni čas v zraku 1 dan (aerosol NO₃⁻) oziroma 2 dni (plin HNO₃), zato se odražajo na koncentracijah na merilni postaji spremembe kakovosti zraka v geografsko manjši domeni kot v primeru sulfata. 24-urne konice nitrata in sulfata večinoma dobro sovpadajo, npr. junija in oktobra, kar kaže na skupen vir onesnaženosti zraka. Podobno kot pri sulfatu letni potek mesečnih povprečnih koncentracij nima značilnega poteka glede na kurilno-nekurilno sezono.

Amoniak ima kratek zadrževalni čas v zraku (10-20 ur). Na koncentracijah na merilni postaji se odražajo spremembe emisij v okolici (s časom potovanja zračnih mas do enega dne). Glavna emisijska vira amoniaka sta kmetijstvo (gnojenje) in živinoreja in emisije so povečane v času od pomladi do jeseni. Področje Iskrbe je pretežno gozdnato, vendar so na širšem področju tudi kmetijsko-živinorejske aktivnosti, kar se odraža na povišanih 24-urnih in povprečnih mesečnih koncentracijah predvsem spomladi in zgodaj poleti. V zimskem času novembra in decembra pa so koncentracije nizke.

4.3.4. Kakovost padavin in prašnih usedlin

4.3.4.1 Osnovna mreža

Škodljive snovi v zraku se odlagajo na tla v obliki plinov in trdnih delcev (suha usedlina) ali pa kot kapljice in padavine (mokra usedlina). Kisli dež je mokra kislina usedlina. Po mednarodnem dogovoru so kisle padavine tiste, katerih pH (negativni logaritem koncentracije vodikovih ionov) je manjši od 5,6. Kislost padavin je odvisna od razmerja anionov disociiranih kislin in kationov, ki izvirajo iz topnih soli. Od anionov prevladujeta v naših padavinah sulfat in nitrat, od kationov pa kalcij. Značilno je, da so pri nas v zraku prisotni delci naravnega prahu, ki so alkalni, zato

padavine kljub relativno visokim emisijam SO₂ niso tako kisle kot v nekaterih evropskih državah /ref. 4.-19/ /ref. 4.-20/.

Študije direktnih učinkov kislil padavin na vegetacijo kažejo, da je najbolj občutljiv sistem gozd, posebno na višjih nadmorskih legah. Poljedelske rastline so veliko manj občutljive in kritični nivo (pH 3 kot letno povprečje, v skladu z definicijo UN ECE) ni v Evropi nikjer presežen /ref. 4.-21/. Poleg kislosti padavin sta pomembna podatka o obremenjevanju okolja še usedanje žvepla in dušika. Oba prispevata k zakisljevanju ekosistemov, presežek dušika pa še k evtrofikaciji. Količinsko se določi del te usedline, tako imenovani mokri depozit, iz meritev kakovosti padavin. Za suhi del depozita pa je direktna merilna tehnika nezanesljiva, zato se uporabljajo največkrat indirektna merilna tehnika in modelni izračuni.

Za oceno škodljivih učinkov se je v Evropi uveljavil koncept kritične obremenitve. Po definiciji UN ECE je kritična obremenitev "kvantitativna ocena za izpostavljenost ekosistema eni ali več škodljivim snovem v zraku, ki jo po dosedanjih spoznanjih izbrani občutljivi element v okolju še prenese brez škodljivih učinkov" /ref. 4.-22/. Uveljavljeni sta dve metodi določanja kritične obremenitve: empirična metoda in stabilnostni model, pri obeh pa se upoštevajo karakteristike izbranega občutljivega elementa v ekosistemu.

Po ocenah skandinavskih strokovnjakov je kritična obremenitev z žveplom za gozdno zemljo 0,3-0,8 g/m² na leto (za granitno, gnajnsno in kvarcitrno podlago) oziroma 1,6-3,2 g/m² na leto (za bazaltno in apnenčasto podlago), kritična obremenitev z dušikom pa je za večino ekosistemov 0,3-1,5 g/m² na leto /ref. 4.-23/. Zgoraj navedene vrednosti kritičnih obremenitev veljajo za določen tip ekosistema v neurbanem okolju in zato je primerjava z izmerjenimi vrednostmi usedline iz zraka na bolj podeželskih merilnih lokacijah v Sloveniji (Iskrba, Jezersko, Bled, Portorož) lahko le orientacijska.

Pri nas se ukvarja z raziskavami učinkov kislil usedlin na gozdni ekosistem Gozdarski inštitut Slovenije. Raziskave gozdnih tal v povezavi z lokalnim onesnaženjem v Sloveniji na področju TE Trbovlje, TE Šoštanj ter na kontrolnih manj obremenjenih lokacijah so pokazale, da kljub dejstvu, da je večina gozdnih rastišč v Sloveniji na bolj bazičnih podlagah, ne smemo zanemariti možnosti propadanja gozdov zaradi sprememb v tleh predvsem na področju kislil geoloških podlag z monokulturnimi smrekovimi rastišči /ref. 4.-24/. Študija je tudi potrdila, da je potrebno biti previden pri uporabi tujih vrednosti za kritične vnose žveplovih in dušikovih spojin v gozdne ekosisteme v Sloveniji, predvsem zaradi različnih lastnosti rastiščnih dejavnikov gozdnih ekosistemov, načina gospodarjenja z gozdovi v preteklosti, podnebnih lastnosti in podobno.

V tem poglavju so podatki o kakovosti padavin in prašne usedline iz osnovne merilne mreže (meritve HMZ). Za padavine so podane povprečne koncentracije ionov in kumulativne depozicije za obdobje enega leta. Metodologija izračuna je opisana v letnem poročilu iz 1992 /ref. 4.-25/.

Kislost mesečnih vzorcev padavin prikazujejo slike 4.3.4.1.(1)-(3). Za orientacijo je podana vrednost pH 5,6, pod katero so po mednarodnem dogovoru padavine kisle. Od 114 mesečnih vzorcev na vseh lokacijah v letu 1997 jih je bilo 21 s pH pod 5,6, kar je okrog 18%. Delež kislil vzorcev se je v primerjavi z letom 1996 (34%) zmanjšal za polovico, primerljiv pa je z letom 1995, ko je le-ta znašal 19%. Največ kislil padavin je bilo na podeželski lokaciji Iskrba pri Kočevski Reki (11 vzorcev), sledi pa urbana lokacija Ljubljana (3 vzorci). Najnižji pH 4,06 je bil izmerjen na podeželski lokaciji Bled in sicer meseca januarja. Glede kislosti padavin izstopa Iskrba in sicer tako po številu kislil vzorcev kot tudi po volumskem deležu kislil padavin (tabela 4.3.4.1.(3)). V primerjavi z letom 1996 se je volumski delež kislil padavin na večini lokacij precej zmanjšal, na Iskrbi približno za tretjino, medtem ko se je v Ljubljani približno za šestkrat povečal. Najbolj alkalne padavine so bile na industrijskih lokacijah (Jesenice, Trbovlje, Anhovo). Najvišja vrednost pH 7,97 za mesečni vzorec je bila izmerjena v Trbovljah.

V Trbovljah in Anhovem so najvišje koncentracije in depozicije sulfata in kalcija, predvsem zaradi lokalnih emisij prašnih delcev iz obeh cementarn.

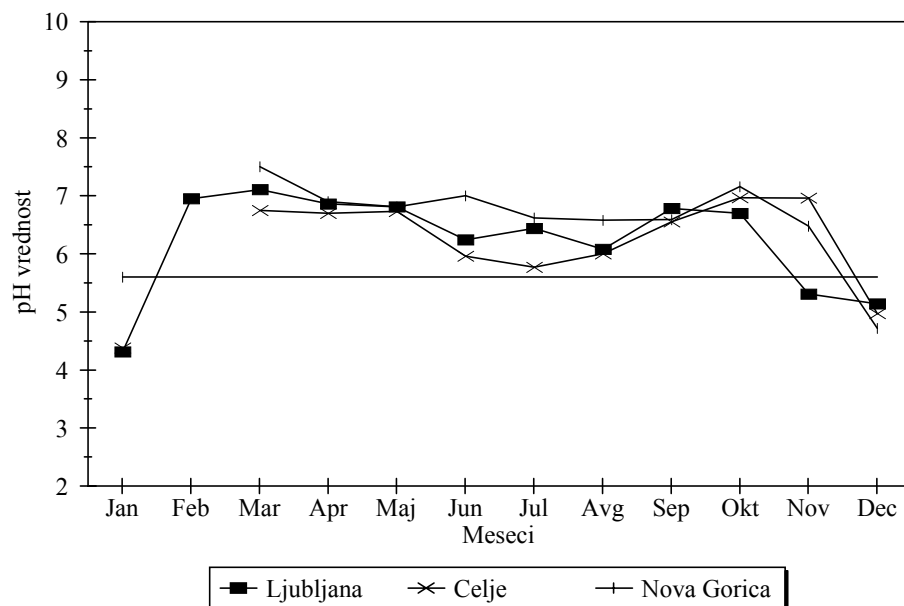
Depozicija sulfata (izraženega kot žveplo) na urbano-industrijskih lokacijah je višja kot na neurbanah lokacijah (tabela 4.3.4.1.(2)). V letu 1997 je bila kumulativna depozicija žvepla 1,0-2,9 g/m² na urbano-industrijskem področju in 0,7-0,9 g/m² na neurbanah lokacijah, kar je nekoliko nižje glede na leto poprej. Za depozicijo dušika s padavinami (nitratni in amonijev ion) pa ni občutnih razlik med urbanimi in podeželskimi lokacijami. V letu 1997 je bila kumulativna depozicija nitratnega iona 0,4-1,2 g/m², amonijevega iona pa 0,4-0,9 g/m². Depozicija kalcija se je na večini merilnih mest glede na leto poprej občutno zmanjšala.

Koncentracije prašnih usedlin v letu 1997 niso nikjer presegale mejnih vrednosti (tabela 4.3.4.1.(4)). Najvišja mesečna koncentracija 212 mg/m².dan je bila izmerjena na merilnem mestu Jesenice, vendar ni presegla mesečne mejne vrednosti, ki znaša 350 mg/m².dan. Tudi povprečne letne koncentracije prašnih usedlin niso na nobenem merilnem mestu presegale letne mejne vrednosti 200 mg/m².dan, gibale so se v mejah med najnižjo letno koncentracijo 24 mg/m².dan, ki je bila izmerjena v Celju, in najvišjo letno koncentracijo 78 mg/m².dan v Anhovem.

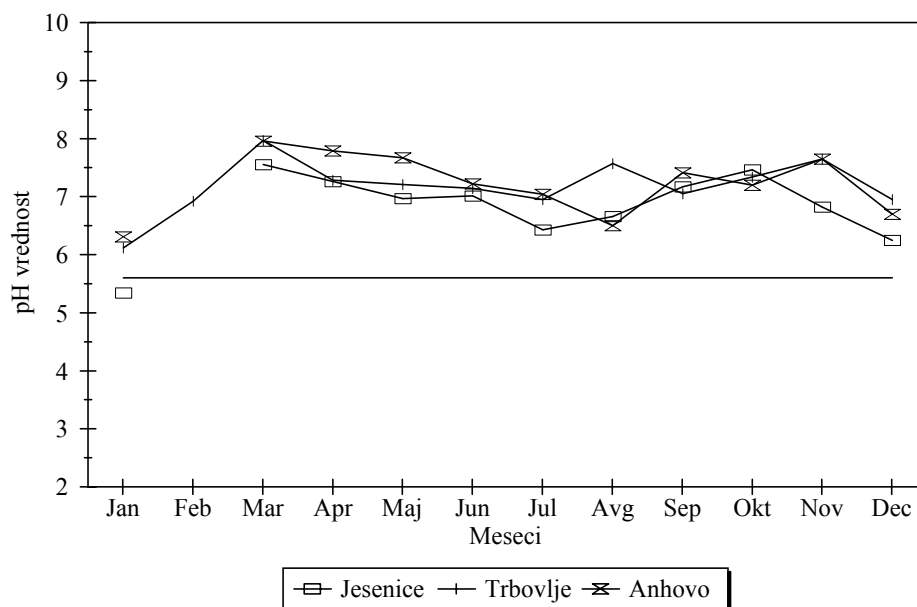
Tabela 4.3.4.1.(1): Koncentracije ionov, pH in elektroprevodnost padavin v letu 1997. Podani so povprečna mesečna vrednost (povp.), minimalna vrednost (min.), maksimalna vrednost (maks.) in standardna deviacija (st.d.). Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Table 4.3.4.1.(1): Concentrations of ions, pH value and electrical conductivity of precipitation in 1997. Data are given for average monthly value (povp.), minimum value (min.), maximum value (maks.) and standard aberration (st.d.). Basic Air-Pollution Monitoring Network, monthly sampling

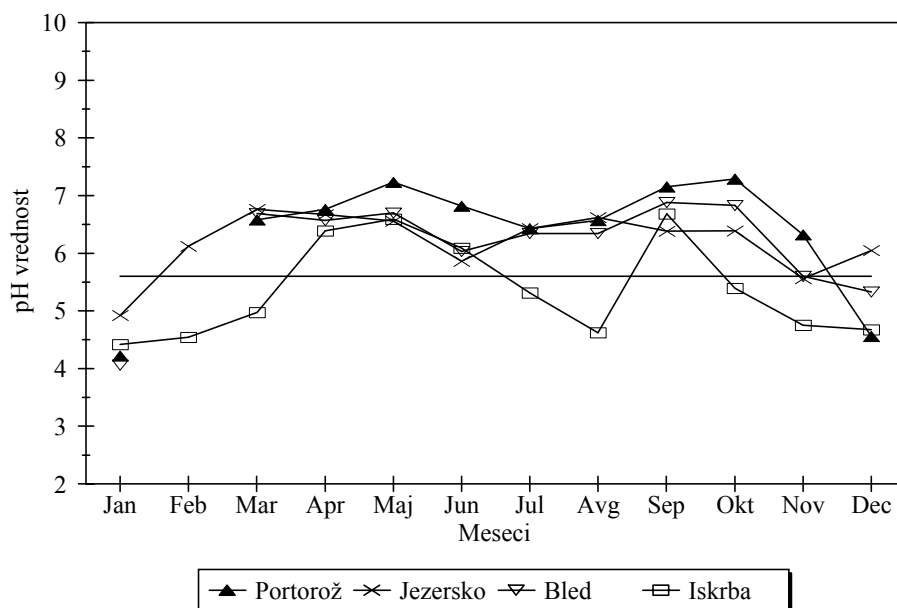
Postaja		El. prev. (µS/cm)	Koncentracija ionov (mg/l)								
			pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Ljubljana	povp.	22	5,35	0,23	0,10	0,25	1,31	0,70	2,1	3,6	0,42
	min.	11	4,31	0,11	0,03	0,09	0,44	0,26	0,8	1,7	0,24
	maks.	71	7,11	1,63	0,25	1,05	7,14	2,87	12,8	11,8	2,47
	st. d.	18	0,87	0,42	0,08	0,31	2,17	0,73	3,6	3,0	0,62
Celje	povp.	19	5,41	0,15	0,10	0,15	0,90	0,65	1,7	2,9	0,27
	min.	14	4,38	0,06	0,03	0,07	0,40	0,19	0,9	2,1	0,12
	maks.	39	6,97	0,59	0,29	0,40	3,73	1,42	5,7	5,5	0,81
	st. d.	10	0,85	0,15	0,08	0,11	1,07	0,43	1,7	1,2	0,20
Nova Gorica	povp.	27	5,44	0,46	0,29	0,18	1,89	0,94	2,9	3,3	0,82
	min.	15	4,72	0,22	0,09	0,12	1,02	0,25	1,4	1,9	0,36
	maks.	155	7,50	1,72	2,20	0,65	11,74	10,12	14,5	13,0	3,15
	st. d.	38	0,77	0,41	0,58	0,15	3,02	2,75	3,6	3,0	0,77
Jesenice	povp.	26	6,29	0,27	0,16	0,46	2,36	0,83	1,9	2,5	0,48
	min.	13	5,34	0,08	0,03	0,25	1,20	0,15	0,6	1,0	0,17
	maks.	144	7,55	0,78	0,74	1,73	23,40	3,19	7,8	14,4	1,60
	st. d.	40	0,63	0,29	0,23	0,48	6,72	0,92	2,3	3,8	0,54
Trbovlje	povp.	49	7,00	0,21	0,38	0,27	7,05	0,44	1,8	8,0	0,34
	min.	28	6,12	0,09	0,11	0,14	3,36	0,08	0,9	4,4	0,17
	maks.	216	7,97	0,86	0,96	1,17	38,49	1,07	8,1	42,7	1,31
	st. d.	50	0,46	0,25	0,31	0,27	9,44	0,28	2,2	10,2	0,33
Anhovo	povp.	46	6,87	0,41	0,26	0,20	6,64	0,60	3,5	3,7	0,70
	min.	23	6,31	0,25	0,07	0,12	3,08	0,26	1,2	2,1	0,38
	maks.	180	7,96	1,31	0,82	0,68	31,22	1,33	13,0	14,3	2,11
	st. d.	46	0,54	0,30	0,26	0,17	8,50	0,41	4,0	3,5	0,48
Portorož	povp.	26	4,92	0,69	0,13	0,14	1,60	0,69	3,1	2,7	1,17
	min.	11	4,22	0,28	0,04	0,06	0,37	0,18	1,1	1,1	0,42
	maks.	67	7,29	2,23	0,43	0,40	7,58	2,02	9,5	7,5	3,74
	st. d.	16	1,03	0,68	0,14	0,12	1,96	0,58	2,4	1,8	1,10
Jezerško	povp.	13	5,79	0,13	0,34	0,11	0,56	0,58	1,3	1,7	0,24
	min.	6	4,92	0,04	0,04	0,04	0,22	0,06	0,3	0,5	0,07
	maks.	32	6,76	0,30	0,82	0,31	1,55	2,45	4,4	4,6	0,54
	st. d.	7	0,54	0,08	0,24	0,08	0,45	0,67	1,2	1,1	0,16
Bled	povp.	18	5,27	0,18	0,27	0,13	0,63	0,88	1,7	2,3	0,38
	min.	7	4,06	0,06	0,06	0,05	0,21	0,25	0,6	1,0	0,14
	maks.	53	6,88	0,65	2,53	0,74	2,31	2,56	6,0	5,5	1,48
	st. d.	16	0,85	0,16	0,82	0,23	0,75	0,68	1,6	1,7	0,39
Iskrba	povp.	16	4,97	0,21	0,10	0,10	0,47	0,46	1,8	2,0	0,41
	min.	10	4,42	0,06	0,03	0,02	0,10	0,14	0,7	1,1	0,10
	maks.	27	6,68	0,62	0,37	0,26	0,97	1,02	4,0	3,5	0,98
	st. d.	5	0,85	0,18	0,09	0,06	0,30	0,31	1,1	0,8	0,28



Slika 4.3.4.1.(1): pH vrednost padavin v letu 1997. Osnovna mreža – urbane lokacije, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(1): pH value of precipitation in 1997. Basic Air-Pollution Monitoring Network - urban locations, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(2): pH vrednost padavin v letu 1997. Osnovna mreža - industrijske lokacije, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(2): pH value of precipitation in 1997. Basic Air-Pollution Monitoring Network – industrial locations, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(3): pH vrednost padavin v letu 1997. Osnovna mreža - podeželske lokacije, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(3): pH value of precipitation in 1997. Basic Air-Pollution Monitoring Network - rural locations, monthly sampling

Tabela 4.3.4.1.(2): Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje padavin

Table 4.3.4.1.(2): Cumulative annual wet ion deposition in 1997. Basic Monitoring Network, monthly sampling of precipitation

Postaja	Količina padavin (mm)	Kumulativna depozicija (g/m ² .leto)								
		*H ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	Cl ⁻
Ljubljana	1.081	4,9 · 10 ⁻³	0,25	0,11	0,27	1,42	0,59	0,5	1,3	0,45
Celje	1.040	4,0 · 10 ⁻³	0,16	0,11	0,16	0,94	0,53	0,4	1,0	0,29
Nova Gorica	1.200	4,4 · 10 ⁻³	0,55	0,34	0,22	2,26	0,88	0,8	1,3	0,99
Jesenice	1.350	0,7 · 10 ⁻³	0,37	0,21	0,62	3,18	0,87	0,6	1,1	0,65
Trbovlje	1.099	0,1 · 10 ⁻³	0,24	0,41	0,30	7,75	0,38	0,5	2,9	0,38
Anhovo	1.515	0,2 · 10 ⁻³	0,63	0,39	0,30	10,1	0,71	1,2	1,9	1,06
Portorož	822	9,9 · 10 ⁻³	0,57	0,11	0,12	1,31	0,44	0,6	0,7	0,96
Jezersko	1.371	2,3 · 10 ⁻³	0,18	0,47	0,15	0,77	0,62	0,4	0,8	0,33
Bled	1.179	6,3 · 10 ⁻³	0,22	0,32	0,15	0,75	0,81	0,5	0,9	0,44
Iskrba	1.047	1,1 · 10 ⁻²	0,22	0,10	0,10	0,49	0,38	0,4	0,7	0,43

* Opomba: Depozicija H⁺ je izračunana iz izmerjene vrednosti pH.

* Note: H⁺ deposition is calculated from measured pH.

Tabela 4.3.4.1.(3): Kisle padavine v Sloveniji v letu 1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

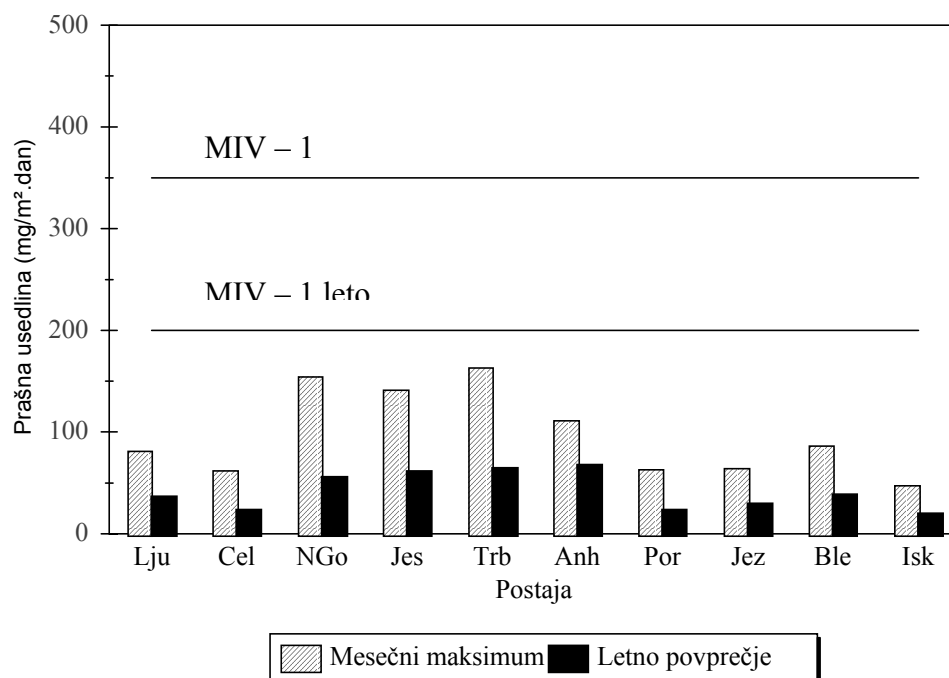
Table 4.3.4.1.(3): Acid precipitation in Slovenia in 1997. Basic Monitoring Network, monthly sampling of precipitation

Postaja	Št. vzorcev	Št. vzorcev s pH<5,6	Vol. delež (%) s pH<5,6
Ljubljana	12	3	38
Celje	11	2	18
Nova Gorica	11	1	17
Jesenice	11	1	6
Trbovlje	12	0	0
Anhovo	11	0	0
Portorož	11	2	26
Jezerško	12	2	22
Bled	11	2	19
Iskrba	12	8	66

Tabela 4.3.4.1.(4): Mesečne in letne količine prašne usedline v letu 1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Table 4.3.4.1.(4): Monthly and annual amounts of deposited matter in 1997. Basic Monitoring Network, monthly sampling

Postaja	Prašna usedlina (mg/m ² .dan)												
	Čas merjenja: 1 mesec												1 leto
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan-Dec
Ljubljana	12	31	56	25	81	39	69	28	31	35	20	16	37
Celje	18	14	33	14	62	18	50	16	15	25	12	8	24
Nova Gorica	50	53	51	20	64	53	154	46	50	60	35	29	56
Jesenice	15	40	80	63	122	141	37	20	56	84	61	30	62
Trbovlje	26	44	90	66	94	81	163	23	49	58	43	36	65
Anhovo	35	68	103	79	82	64	74	59	58	111	43	38	68
Portorož	7	15	16	14	17	22	63	58	17	37	13	6	24
Jezerško	9	35	47	14	64	54	59	30	15	7	17	11	30
Bled	8	13	56	37	82	44	86	45	46	21	17	12	39
Iskrba	1	15	36	18	47	28	37	7	14	21	15	3	20



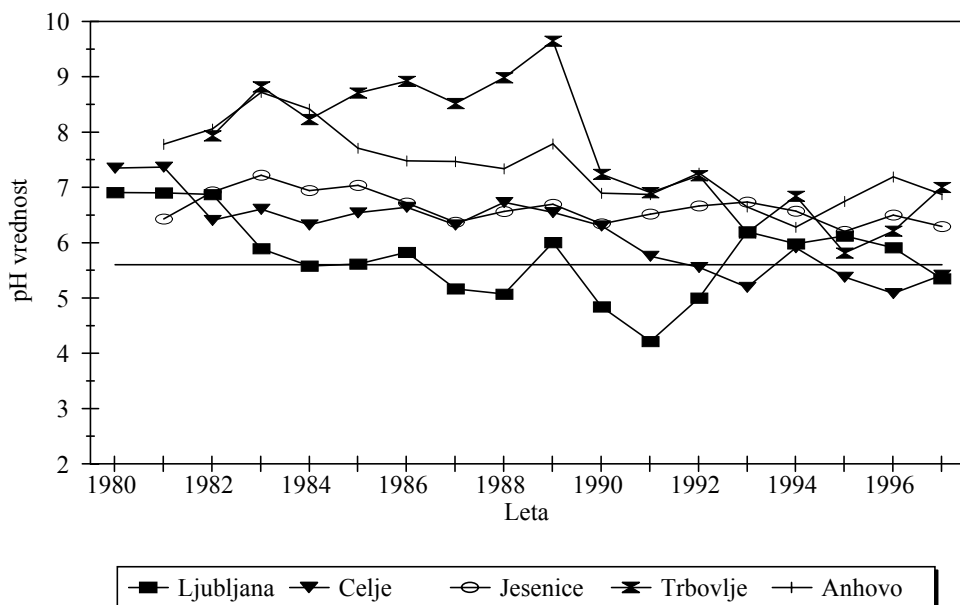
Slika 4.3.4.1.(4): Povprečna letna in maksimalna mesečna količina prašne usedline v letu 1997 – MIV mejna imisijska vrednost
 Figure 4.3.4.1.(4): Average annual and maximum monthly amount of deposited matter in 1997 – MIV limit value

Časovni trend kakovosti padavin

Na slikah 4.3.4.1.(5) – 4.3.4.1.(10) je prikazan dolgoletni niz meritev kakovosti padavin. Na večini urbano-industrijskih in podeželskih lokacij se kislost padavin z leti povečuje (sliki 4.3.4.1.(5) - 4.3.4.1.(6)).

Koncentracija nitrata v padavinah od leta 1994 dalje na večini merilnih mest ne narašča (sliki 4.3.4.1.(7) – 4.3.4.1.(8)). To si razlagamo s splošnim trendom upadanja emisij NO_x v Evropi, ki je opazen od leta 1990 naprej. V primerjavi z letom 1990 se je emisija NO_x v Evropi v letu 1994 zmanjšala za 14% /ref. 4.-26/. Zmanjšanje emisij NO_x v Evropi se zaradi daljinskega transporta odraža tudi na padavinah v Sloveniji, kljub temu, da pri nas emisije NO_x še vedno naraščajo in sicer predvsem zaradi povečane gostote prometa z motornimi vozili.

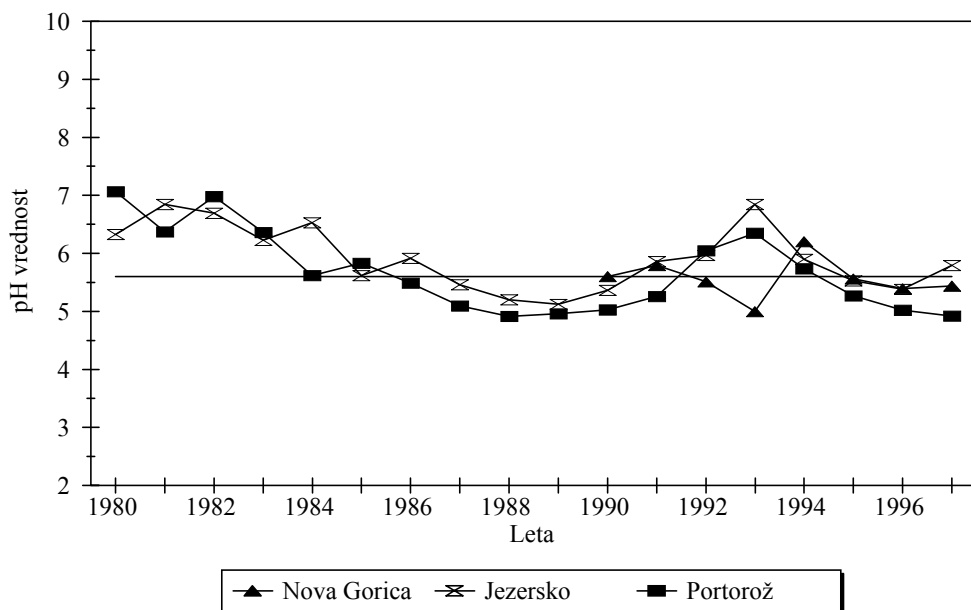
Koncentracija sulfata v padavinah na večini merilnih mest upada (sliki 4.3.4.1.(9) – 4.3.4.1.(10)) in sicer deloma zaradi splošnega trenda manjšanja emisij SO₂ v Evropi po letu 1980 /ref. 4.-26/, deloma pa zaradi trenda manjšanja emisij SO₂ v Sloveniji. Emisija SO₂ se je pri nas močno zmanjšala po letu 1994, največ zaradi delovanja odžveplovalne naprave na bloku 4 v TE – Šoštanj, pa tudi zaradi uporabe tekočih goriv z nižjo



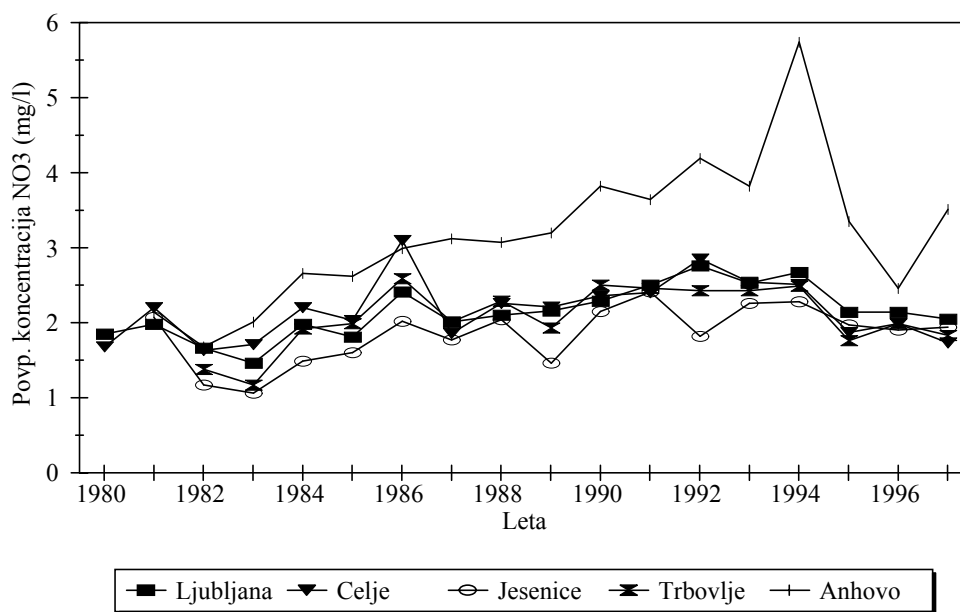
vsebnostjo žvepla.

Slika 4.3.4.1.(5): Povprečni pH padavin za obdobje 1980-1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

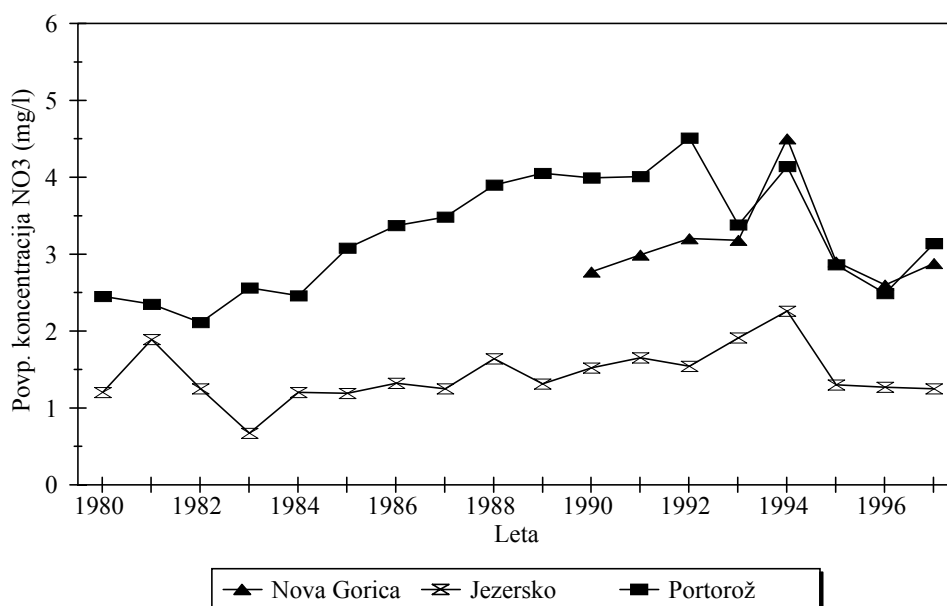
Figure 4.3.4.1.(5): Average pH of precipitation for the period 1980-1997. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(6): Povprečni pH padavin za obdobje 1980-1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(6): Average pH of precipitation for the period 1980-1997. Basic network, monthly sampling

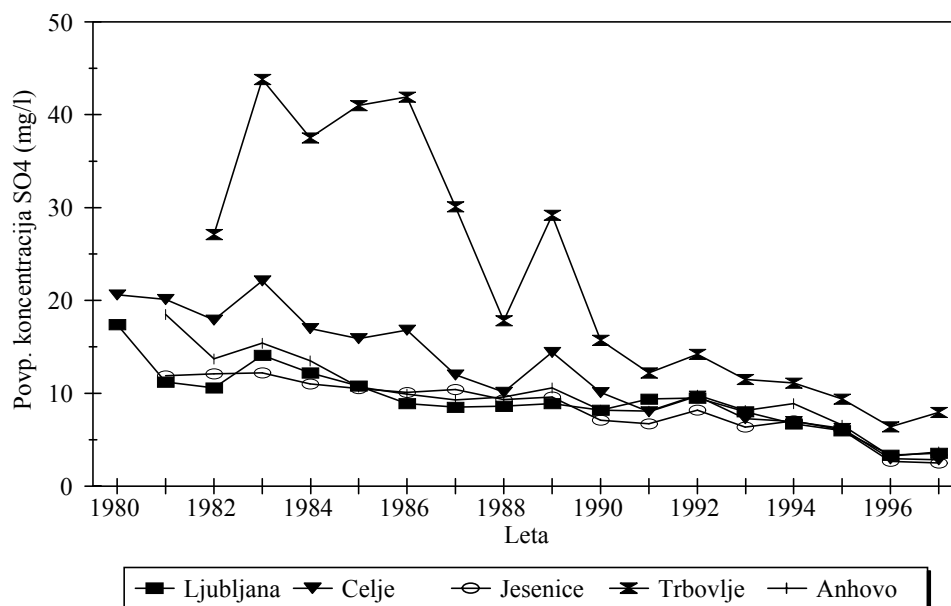


Slika 4.3.4.1.(7): Povprečne koncentracije nitrata v padavinah za obdobje 1980-1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(7): Average concentrations of nitrate in precipitation for the period 1980-1997. Basic network, monthly sampling



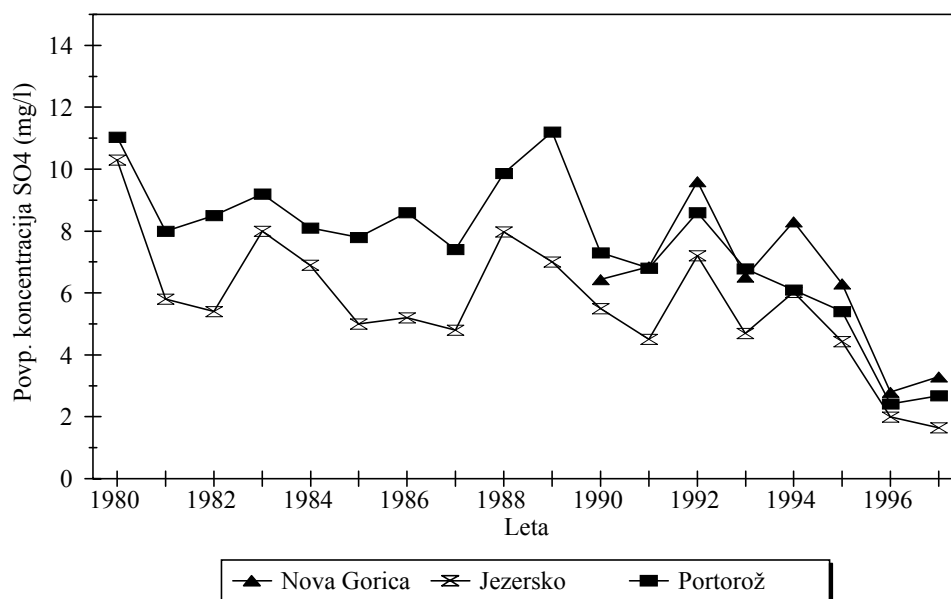
Slika 4.3.4.1.(8): Povprečne koncentracije nitrata v padavinah za obdobje 1980-1997.
Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(8): Average concentrations of nitrate in precipitation for the period 1980-1997. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(9): Povprečne koncentracije sulfata v padavinah za obdobje 1980-1997.
Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(9): Average concentrations of sulphate in precipitation for the period 1980-1997. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(10): Povprečne koncentracije sulfata v padavinah za obdobje 1980-1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(10): Average concentrations of sulphate in precipitation for the period 1980-1997. Basic network, monthly sampling

4.3.4.2. Vplivna območja termoelektrarn

Na vplivnih področjih termoelektrarn Šoštanj (TEŠ), Trbovlje (TET), Ljubljana (TE-TOL, JPE Ljubljana) in Brestanica (TEB) ter na lokaciji Elektroinštituta Milana Vidmarja na Tržaški cesti v Ljubljani spremlja Elektroinštitut Milan Vidmar kakovost padavin in koncentracijo prašnih usedlin na 27 merilnih mestih (v poročilu so podani podatki za 18 merilnih mest, ki delujejo kot stalne postaje v okviru imisijskih monitoringov posameznih termoelektrarn). Na vseh 27 merilnih mestih zbira Elektroinštitut Milan Vidmar vzorce padavin in jih analizira v kemijskem laboratoriju Elektroinštituta Milana Vidmar po metodologiji, ki jo določa svetovna meteorološka organizacija.

Glavne ugotovitve iz rezultatov meritev koncentracij prašnih usedlin in kakovosti padavin za leto 1997 so:

- Količine prašnih usedlin niso nikjer presegale mejnih vrednosti. Najvišja mesečna količina prašnih usedlin 254,10 mgm².dan je bila dosežena na merilnem mestu Toplarniška v Ljubljani, vendar je bila tudi tu količina prašnih usedlin pod mejno vrednostjo, ki znaša 350 mgm².dan. Tudi povprečne letne količine prašnih usedlin niso na nobenem mestu presegale letne mejne vrednosti, ki znaša 200 mgm².dan. Povprečne letne vrednosti prašnih usedlin so se gibale med najnižjo povprečno letno vrednostjo 7 mgm².dan in najvišjo povprečno letno vrednostjo 79 mgm².dan. Najnižja povprečna letna vrednost je bila dosežena na Dobovcu, najvišja pa v Šoštanju. Že več let opazamo trend nižanja koncentracij prašnih usedlin na področju slovenskih termoelektrarn, kar velja tudi za leto 1997 v primerjavi z letom 1996 in prejšnjimi.

- Za padavine na vplivnih področjih termoelektrarn je značilno, da niso tako kisle, kot padavine s področij, ki so od termoelektrarn bolj oddaljene. Vzrok za to so fini delci pepela in prahu, ki se nahajajo v zraku v bližini termoelektrarn, poleg tega so ti delci alkalnega značaja in tako nevtralizirajo padavine. Število kislih vzorcev je tako v bližini termoelektrarn nižje kot na področjih, ki so od termoelektrarn bolj oddaljene. V letu 1997, v primerjavi z letom 1996, se je število kislih vzorcev padavin zmanjšalo na vseh vplivnih področjih termoelektrarn.

- Medtem, ko se je v letu 1996 depozicija žvepla na območju termoelektrarn glede na leto 1995 dvignila, se je v letu 1997 v primerjavi z letom 1996 spet precej znižala, posebno na vplivnem območju termoelektrarne Šoštanj.

Tabela 4.3.4.2.(1) Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 1997
 Table 4.3.4.2.(1) Concentration of ions in precipitation and cumulative deposition in 1997

Postaja	koncentracija ionov (mg/l)						koncentracija ionov ($\text{gm}^2 \cdot \text{leto}$)					
	pH	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	**HCO ₃ ⁻	*H ⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	**HCO ₃ ⁻
Elc												
Šoštanj	6,54	3,93	0,95	3,88	12,80	8,84	6,38*10 ⁻³	3,54	0,49	0,54	2,78	8,19
Topolšica	6,11	1,19	1,70	3,52	6,09	9,40	5,66*10 ⁻³	1,22	0,75	0,45	1,54	6,35
Zavodnje	5,47	1,18	1,17	2,34	5,21	4,93	1,58*10 ⁻²	1,01	0,54	0,28	1,40	4,82
Graška gora	6,14	2,5	0,48	3,97	6,50	6,91	2,87*10 ⁻³	1,46	0,24	0,45	1,38	6,28
Velenje	6,26	2,85	0,69	2,49	4,94	8,34	2,80*10 ⁻³	1,73	0,42	0,37	1,37	6,18
Pesje	6,40	3,90	1,00	4,7	8,13	8,15	6,88*10 ⁻⁴	2,00	0,33	0,55	1,35	5,47
Elc												
Kovk	4,72	1,45	0,71	2,71	6,03	3,76	3,21*10 ⁻²	1,13	0,45	0,39	1,64	5,13
Dobovec	4,75	1,10	0,73	2,14	5,01	3,71	2,70*10 ⁻²	0,91	0,56	0,35	1,55	4,71
Kum	6,51	2,50	2,05	6,74	8,73	8,62	2,21*10 ⁻³	1,55	0,63	0,35	1,25	7,16
Ravenska vas	5,02	2,01	1,61	2,34	6,91	6,10	1,72*10 ⁻²	1,70	0,58	0,33	0,92	6,20
Lakonca	6,35	4,29	0,54	2,88	8,93	12,15	4,85*10 ⁻³	3,38	0,33	0,45	2,52	19,99
Prapretno	5,70	2,21	1,29	3,09	6,14	5,99	9,84*10 ⁻³	1,62	0,51	0,42	1,68	6,29
TE-TO Ljubljana												
Vnajnarje	5,13	1,26	0,99	2,77	4,76	4,07	1,90*10 ⁻²	0,99	0,51	0,40	1,27	4,05
Deponija	6,46	2,61	1,39	3,02	7,01	7,26	1,40*10 ⁻³	2,21	0,72	0,49	2,07	6,29
Partizanska	6,77	3,52	2,21	2,95	6,95	9,71	5,70*10 ⁻⁴	2,90	0,85	0,51	2,00	9,71
Toplarniška	6,74	3,52	1,06	3,53	7,09	8,79	4,99*10 ⁻⁴	2,61	0,63	0,49	2,03	7,29
JP Energetika	6,63	3,50	0,96	3,10	6,6	8,99	8,53*10 ⁻⁴	2,74	0,49	0,50	1,90	8,37
EIMV	6,17	2,07	1,04	2,89	5,38	5,94	5,94*10 ⁻³	1,59	0,59	0,45	1,62	5,82

Opombe: * Izračunano iz izmerjenih pH vrednosti
 ** Šibke kisline (alkaliteteta), izražene kot HCO₃⁻

Note: * Derived from measured pH
 ** Weak acids (alcalinity), expressed as HCO₃⁻

Tabela 4.3.4.2.(2) Prašna usedlina in PH padavin v letu 1997

Table 4.3.4.2.(2) Monthly maximal and annual deposited matter and pH in precipitation in 1997

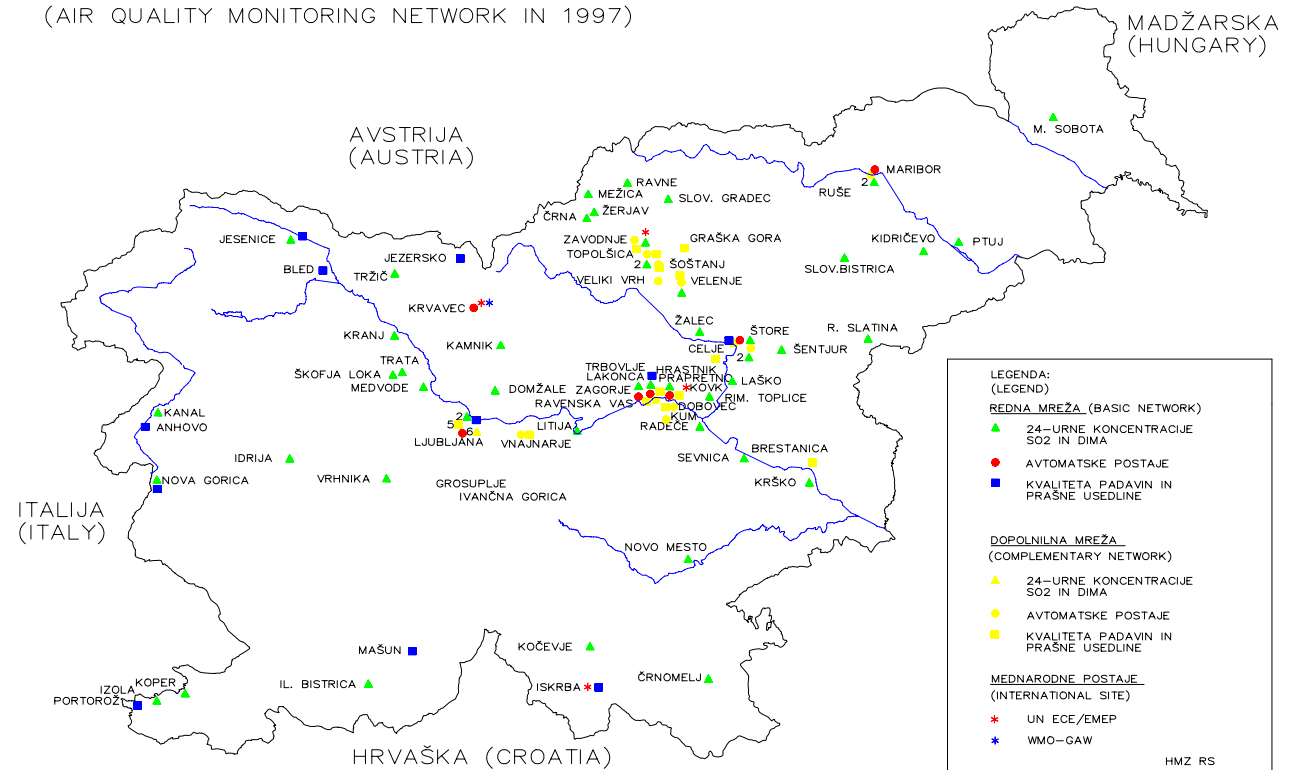
postaja	prašna usedlina (mgm ² .dan)		pH padavin		
	čas merjenja		Št. vzorcev	Št. pr. pH>5.6	pH _{min}
	1 mesec (max)	1 leto			
EIS - TE Š					
Šoštanj	216,66	79,35	12	12	5,78
Topolšica	32,33	11,06	12	9	4,25
Zavodnje	19,27	8,75	12	6	4,29
Graška gora	31,06	10,25	12	10	4,22
Velenje	38,26	17,49	12	10	4,54
Pesje	86,00	28,60	12	11	4,86
EIS-TET					
Kovk	22,43	9,35	12	2	3,74
Dobovec	24,33	7,01	12	1	3,96
Kum	39,17	13,56	12	10	5,04
Ravenska vas	24,57	10,13	12	2	4,00
Lakonca	46,73	22,58	12	9	4,70
Prapretno	30,20	12,58	12	8	3,87
TE-TO Ljubljana					
Vnajnarje	17,30	9,14	12	3	3,89
Deponija	82,36	36,61	12	10	5,12
Partizanska	41,56	27,48	12	12	5,68
Toplarniška	254,10	49,41	12	12	5,75
JP Energetika	31,32	22,04	12	11	5,47
EIMV	22,04	15,57	12	8	4,72

4.4 Viri

- 4.-1 European Intercomparison Workshop on Air Quality Monitoring, Vol 2, Berlin, Germany, December 1996
- 4.-2 Messung partikelförmiger Niederschläge, Bestimmung des partikelförmigen Niederschlags mit dem Bergerhoff-Gerät (Standardverfahren). VDI - Richtlinien, VDI 2119, Blatt 2, Juni 1972
- 4.-3 Manual for Sampling and Chemical Analysis, Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of air Pollutants in Europe, EMEPCHEM.-377, NILU, Lillestrom, Norway, 1977
- 4.-4 Chemical Analysis of Precipitation for GAW: Laboratory Analytical Methods and Sample Collection Standards, WMO GAW Report No. 85, WMOTD-No. 550, 1992
- 4.-5 Messung partikelförmiger Niederschläge, bestimmung des partikelförmigen Niederschlags mit dem Bergerhoff-Gerät (Standardverfahren). VDI-Richtlinien, VDI 2119, Blatt 2, Juni 1972
- 4.-6 International Standard ISO 4220
- 4.-7 World Meteorological Organization Global Atmosphere Watch, No. 102 Report of the Workshop on Precipitation Chemistry Laboratory Techniques, Hradec Kralove, Czech Republic, 18-21 October 1994
- 4.-8 EMEP manual for sampling and chemical analysis, EMEPCCC-Report 195, Nilu, Norway, 1996
- 4.-9 Report of the WMO Meeting of Experts on the Quality Assurance Project Plan for the Global Atmosphere Watch (Eds.: V.A. Mohnen and W. Seiler), Garmisch-Partenkirchen, Germany, 26-30 March 1992, WMO-GAW Report No. 80, WMOTD-No. 513
- 4.-10 J. Santroch, Chemical Analysis of Precipitation for GAW: Laboratory Analytical Methods and Sample Collection Standards, WMO-GAW Report No. 85, WMOTD-No. 550
- 4.-11 V.A. Mohnen and W. Seiler, Quality Assurance Project Plan (QAPjP) for Continuous Ground Based Ozone Measurements, WMO-GAW Report No. 97, WMOTD-No. 634
- 4.-12 J.E. Hanssen and J.E. Skjelmoen, The Sixteenth Intercomparison of Analytical Methods within EMEP, EMEPCCC-Report 297, Nilu, Norway, 1997
- 4.-13 Nineteenth Analysis of Reference Precipitation Samples by WMO Laboratories, Quality Assurance Science Activity Center, State University of New York at Albany, ASRC, Albany, NY, USA, 1997
- 4.-14 J. Schaug, A. Semb, A.-G. Hjellbrekke, J.E. Hanssen, A. Pedersen, Data quality and quality assurance report, EMEPCCC-Report 897, Nilu, Norway, 1997
- 4.-15 Letno poročilo Ekološkega informacijskega sistema TE Šoštaj, Imisijske koncentracije SO₂, NO_x, NO₂, O₃, Leto 1994, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, januar 1996
- 4.-16 Letno poročilo Ekološkega informacijskega sistema TE Trbovlje, Imisijske koncentracije SO₂, NO_x, NO₂, O₃, Leto 1994, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, januar 1996

- 4.-17 Letno poročilo imisijskih meritev Elektroinštituta Milan Vidmar na lokaciji: Vnajarje, Imisijske koncentracije SO₂, NO_x, NO₂, O₃, Leto 1994, Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana, januar 1996
- 4.-18 Ciglar R., Nastajane fotooksidantov v zraku, Seminar za učitelje biologije srednjih šol, Skripta 1997
- 4.-19 M. Lešnjak, Z. Rajh-Alatič, Nasse Deposition in Slowenien im Zeitraum 1980-1992, ARGE ALP Proceeding Symposium Stoffeinträge aus der Atmosphäre und Waldbodenbelastung in den Ländern von ARGE ALP und ALPEN-ADRIA , 27.-29., april 1993, Berchtesgaden, GSF-Bericht 3993, S. 30-35
- 4.-20 A.-G. Hjellbrekke, J. Schaug, J.E. Hanssen, J. E. Skjelmoen, Data Report 1995, Part 1: Annual summaries, EMEPCCC-Report 497, Nilu, Norway, 1997
- 4.-21 M. R. Ashmore, Critical Levels and agriculture in Europe, V: Critical Levels for Ozone, a UN-ECE workshop report (Eds.: J. Fuhrer and B. Achermann), UN-ECE workshop, 1-4 November 1993, Bern, Switzerland, Schriftenreihe der FAC Liebefeld, No. 16, March 1994
- 4.-22 J. Nilsson and P. Grennfelt (Eds.), Critical Loads for Sulphur and Nitrogen, Report from the UN ECE workshop held at Skokloster, Sweden, 19-24 March 1988, Nordic Council of Ministers, Nord 1988:97, Copenhagen, Denmark, 1988
- 4.-23 J. Nilsson, P. Grennfelt, Critical loads for sulphur and nitrogen, Acid-Acidification Research in Sweden, No. 8, 1989, 1-2
- 4.-24 P. Simončič, Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislinskih odločin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L.) Karst) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj, Doktorska disertacija, Boitehnična fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 1996, strani 1-156
- 4.-25 D. Hrček et al., Onesnaženost zraka v Sloveniji, april 1991-marec 1992, MVOUP, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, maj 1992, Ljubljana, strani 1-122
- 4.-26 Transboundary Air Pollution in Europe, MSC-W Status Report 1996, Part One; Estimated dispersion of acidifying agents and of near surface ozone (Eds.: Kevin Barrett and Erik Berge), EMEP MSC-W Report 196, The Norwegian Meteorological Institute, Norway, 1996

MERILNA MESTA ZA SPREMLJANJE ONESNAŽENOSTI ZRAKA V LETU 1997
 (AIR QUALITY MONITORING NETWORK IN 1997)



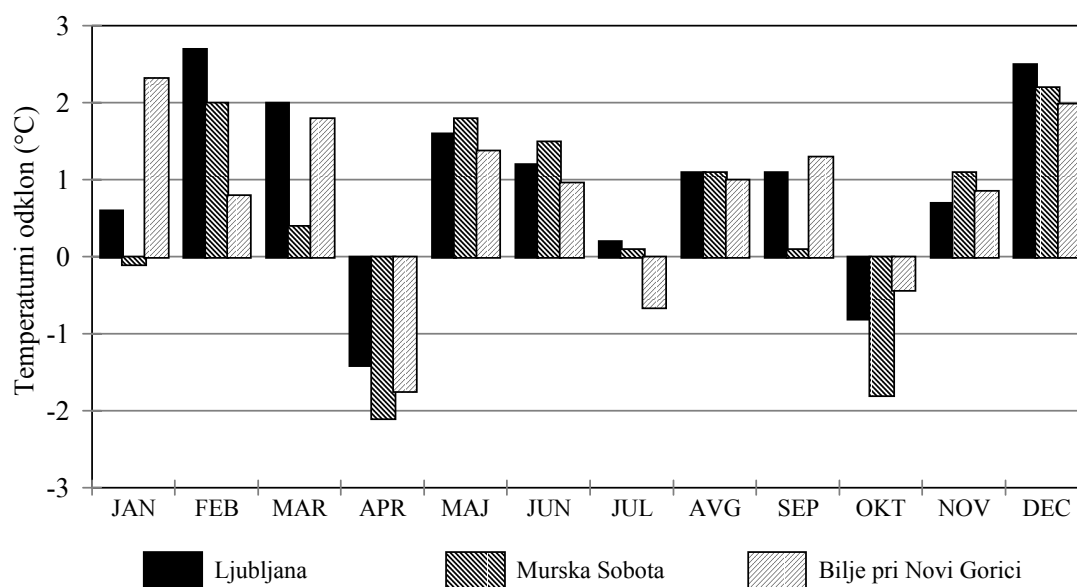
5. VREMENSKE RAZMERE V LETU 1997

V tem poglavju so podane značilnosti tistih meteoroloških parametrov, ki vplivajo na kakovost zraka. Razmere v letu 1997 smo primerjali s povprečji referenčnega klimatskega obdobja 1961–1990. Podatki za Ljubljano in Maribor so prikazani v tabeli 5.(1).

Leta 1997 je bila povprečna letna temperatura zraka povsod po državi nad povprečjem obdobja 1961–1990. Odklon je bil večinoma med 0.25 in 0.75 °C in nikjer ni presegel 1 °C. Čeprav je bilo leto 1997 nadpovprečno toplo, ni bilo izjemno vročih ali mrzlih obdobj. Večino mesecev je bila temperatura zraka nad dolgoletnim povprečjem. Povsod sta bila v primerjavi s povprečjem hladna le april in oktober, na Goriškem pa tudi julij. Po mesecih je temperaturni odklon od povprečja za tri meteorološke postaje prikazan na sliki 5.(1). Temperaturni primanjkljaj pogosto uporabljamo pri ocenjevanju energije, ki je potrebna za ogrevanje; podatki za Ljubljano in Maribor so podani v tabeli 5.(2).

Trajanje sončnega obsevanja leta 1997 je bilo povsod po državi nad povprečjem obdobja 1961–1990. V Ljubljani je bilo to najbolj sončno leto odkar merimo trajanje sončnega obsevanja. Večinoma je bilo dolgoletno povprečje preseženo za 10 do 20 %, le v delu Štajerske, predvsem Celju z okolico, je sonce sijalo skoraj 30 % več časa kot v dolgoletnem povprečju. Mesečni odkloni od povprečja so prikazani na sliki 5.(2).

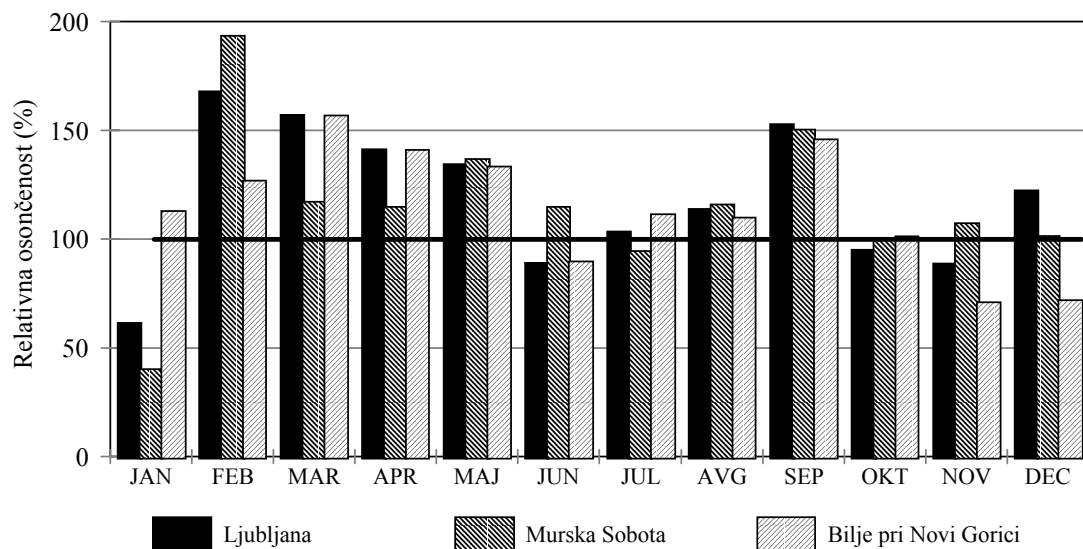
Pogostost pojavljanja jezera hladnega zraka v Ljubljanski kotlini lahko ocenimo s pomočjo razlik v temperaturi zraka, ki so jo izmerili v Ljubljani in na Topolu pri Medvodah; višinska razlika med navedenima merilnima točkama je 386 m. Število primerov z enako ali višjo temperaturo zraka ob 7., 14. in 21. uri na Topolu je v tabeli 5.(3).



Slika 5.(1): Temperaturni odklon od povprečja obdobja 1961 – 1990

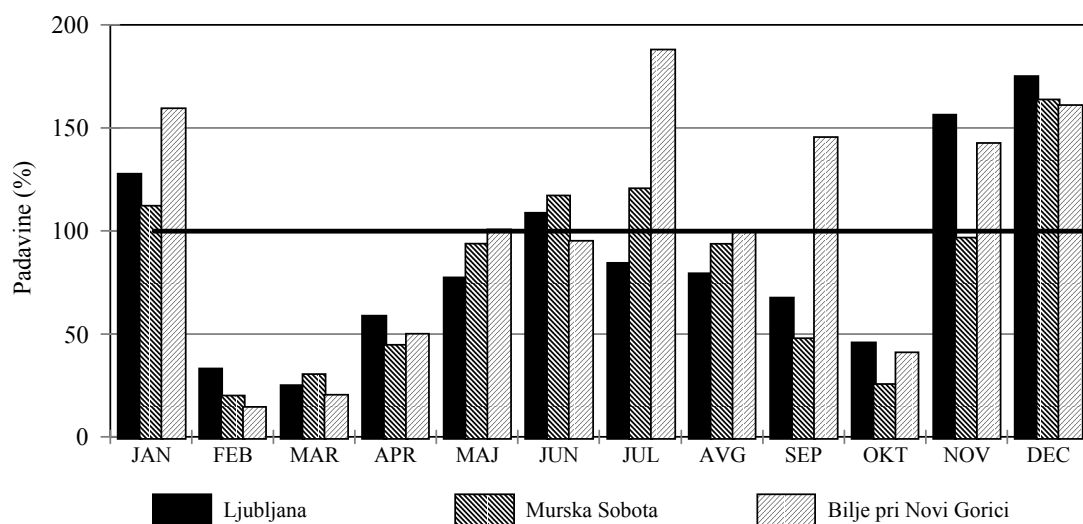
Figure 5.(1): Temperature aberrations from the long-term average 1961 – 1990

Čeprav je bilo padavin v zadnjih dveh mesecih leta veliko več od povprečja referenčnega obdobja, je bila v letu 1997 višina padavin v pretežnem delu države pod povprečjem obdobja 1961–1990. V Zgornjesavski dolini, Karavankah in na Goriškem je padlo od 70 do 80 % dolgoletnega povprečja, v Biljah in ponekod v Kamniških Alpah je bilo dolgoletno povprečje nekoliko preseženo, večinoma pa je padlo od 80 do 100 % povprečja obdobja 1961–1990. Na sliki 5.(3) je podana višina padavin v letu 1997 v primerjavi s povprečjem obdobja 1961–1990. Tako kot običajno je bilo tudi leta 1997 največ padavin v severnem Posočju.



Slika 5.(2): Trajanje sončnega obsevanja glede na povprečje obdobja 1961–1990
 Figure 5.(2): Duration of insolation compared to the average of the 1961–1990

Leta 1997 ni bilo veliko snega po nižinah. Najvišja in najbolj obstojna je bila snežna odeja januarja. V nadaljevanju so podane klimatske značilnosti po posameznih mesecih.



Slika 5.(3): Višina padavin glede na povprečje obdobja 1961 – 1990
 Figure 5.(3): Amount of precipitation compared to the 1961 – 1990 period

Januarja je bila povprečna mesečna temperatura zraka blizu povprečja obdobja 1961–1990, odstopala sta le zahodna Slovenija in gorski svet; še posebej v gorah je bil temperaturni odklon pomembno velik. Ob morju je bila najnižja dnevna temperatura zraka pod lediščem 9 dni. V Ljubljani je bilo 22 dni z minimalno dnevno temperaturo pod lediščem, od tega je bilo 9 takih, da temperatura ves dan ni preseгла 0 °C. Pogoste so bile izrazite temperaturne inverzije zaradi subsidence v območju visokega zračnega pritiska in advekcije toplega zraka. V primerjavi s povprečjem obdobja 1961–1990 je osončenost pojemale od zahoda proti vzhodu. Na Primorskem je bil presežek do 20 %, v Prekmurju je bilo doseženih komaj 40 % dolgoletnega povprečja. Pretežni del države je dobil več padavin od dolgoletnega povprečja; največji je bil relativni presežek na jugozahodu države. Na letališču v Portorožu je padlo

dobrih 130 mm, kar je 184 % dolgoletnega povprečja. Več kot za polovico je bilo povprečje preseženo tudi v Vipavski dolini, na Krasu in v okolici Ilirske Bistrice. Manj padavin od povprečja je padlo na severozahodu in vzhodu države; na Bizeljskem je bilo doseženih le 75 % dolgoletnega povprečja. Dni s padavinami vsaj 1 mm je bilo od 8 do 12. Če izvzamemo večino Primorske in del Notranjske, je sneg obležal ves januar. Ob obali ni bilo snežne odeje, v notranjosti Primorske pa je bilo vsaj nekaj dni s snežno odejo: v Biljah trije, v Slapu 7, prav toliko pa tudi v Ilirski Bistrici. V Biljah so zabeležili 9 dni z močnim vetrom, na Kredarici je bilo takih dni 8, v Slapu in na letališču v Portorožu po štirje, v Ilirski Bistrici dva. Drugod po nižinah močnega vetra januarja niso opazili.

Tabela 5.(1): Vrednosti nekaterih meteoroloških parametrov v Ljubljani in Mariboru v primerjalnem obdobju 1961–1990 in v letu 1997

Table 5.(1): Values of some meteorological parameters in Ljubljana and Maribor in the reference period 1961 – 1990 and 1997

LJUBLJANA	JAN		FEB		MAR		APR		MAJ		JUN	
	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97
TEMPERATURA	-1,1	-0,5	1,4	4,1	5,4	7,4	9,9	8,5	14,6	16,2	17,8	19,0
PADAVINE	81,5	28,6	80,3	142,1	97,7	200,3	109,4	228,4	121,5	281,7	155,1	196,6
DNEVISPAD.	9,0	1	8,3	9	9,1	7	10,8	7	11,6	1	12,2	0
SNEŽNA ODEJA	21,0	25	15,2	8	7,5	8	1,3	8	0,1	7	0,0	12
SONČNO OBS.	46,5	104,1	84,6	26,7	127,5	24,6	161,6	64,4	209,5	94,1	220,7	168,6
JASNO	1,8	31	2,8	10	3,4	1	3,1	2	2,8	0	2,9	0
OBLAČNO	18,1	10	13,7	2	13,2	5	11,2	6	9,1	8	8,5	13
MEGLA	15,3	11	10,2	5	6,8	1	4,2	0	4,9	1	5,1	2

LJUBLJANA	JUL		AVG		SEP		OKT		NOV		DEC	
	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97
TEMPERATURA	19,9	20,1	19,1	20,2	15,5	16,6	10,4	9,6	4,6	5,3	0,0	2,5
PADAVINE	122,0	269,3	144,4	261,5	130,0	249,8	115,1	109,8	135,4	49,7	100,9	44,9
DNEVISPAD.	9,8	2	9,5	4	8,2	3	8,4	1	9,4	0	8,6	0
SNEŽNA ODEJA	0,0	5	0,0	6	0,0	2	0,0	13	5,3	18	14,4	23
SONČNO OBS.	260,4	103,1	229,6	114,8	163,5	88,0	115,6	52,8	56,0	211,8	36,6	176,9
JASNO	5,1	0	4,5	0	1,7	0	2,0	0	1,3	6	1,0	6
OBLAČNO	5,8	13	5,9	10	7,9	2	11,6	5	17,4	12	19,9	12
MEGLA	6,1	1	9,8	4	15,2	10	15,4	7	12,8	8	15,2	12

MARIBOR	JAN		FEB		MAR		APR		MAJ		JUN	
	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97
TEMPERATURA	-1,3	-1,9	1,1	3,8	5,2	6,2	10,0	8,4	14,7	16,4	17,9	19,0
PADAVINE	49,2	35,2	49,6	152,0	68,3	152,4	80,0	191,5	94,4	279,6	118,6	221,3
DNEVISPAD.	6,8	3	7,0	10	7,8	8	9,1	5	10,0	5	10,2	0
SNEŽNA ODEJA	20,7	22	13,5	5	6,1	8	0,7	7	0,0	3	0,0	5
SONČNO OBS.	68,9	44,0	90,4	10,2	133,0	28,6	159,1	36,5	205,6	81,0	213,0	147,7
JASNO	3,3	31	3,6	8	3,6	4	3,7	1	3,1	0	2,5	0
OBLAČNO	14,4	11	12,7	2	12,1	9	11,0	9	9,2	9	8,5	11
MEGLA	5,8	17	3,8	0	1,5	4	0,5	0	0,3	0	0,5	0

MARIBOR	JUL		AVG		SEP		OKT		NOV		DEC	
	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97	61–90	97
TEMPERATURA	19,6	19,9	18,7	19,8	15,2	16,1	10,1	8,6	4,5	5,4	0,1	2,6
PADAVINE	117,9	22,3	128,5	25,0	98,5	26,0	86,8	13,5	92,8	7,3	60,5	4,4
DNEVISPAD.	10,2	5	9,6	13	7,3	13	6,9	4	8,4	5	7,1	0
SNEŽNA ODEJA	0,0	5	0,0	4	0,0	2	0,0	7	4,2	15	13,3	17
SONČNO OBS.	249,4	152,3	224,5	106,8	173,7	78,1	140,3	19,7	78,8	101,9	60,9	138,4

JASNO	5,2	0	6,5	0	5,9	0	6,1	0	3,1	1	2,9	5
OBLAČNO	5,6	15	5,9	12	6,9	3	9,7	6	13,3	10	14,3	12
MEGLA	0,2	0	1,0	0	3,1	0	5,2	6	6,0	4	5,9	5

Legenda:

Temperatura	povprečna mesečna temperatura (°C)	Sončno obs.	število ur sončnega obsevanja
Padavine	mesečna višina padavin (mm)	Jasno	število jasnih dni (oblačnost pod 2/10)
Dnevi s pad.	število dni s padavinami vsaj 1 mm	Oblačno	število oblačnih dni (oblačnost vsaj 8/10)
Snežna odeja	število dni s snežno odejo	Megla	število dni z meglo

Legend:

Temperature	Average monthly temperature (°C)	Insolation	Number of hours of insolation
Precipitation	Monthly amount of precipitation (mm)	Clear	Number of clear days
Days with precipitation	Number of days with at least 1 mm of precipitation	Cloudy	Number of cloudy days
Snow coverage	Number of days with snow coverage	Foggy	Number of foggy days

Temperaturni primanjkljaj (enota je stopinja dan) je definiran kot vsota razlik med zeleno temperaturo v ogrevanem prostoru - v našem primeru je to 20 °C - in povprečno dnevno zunanjo temperaturo zraka. Upoštevani so samo dnevi, ko je zunanja temperatura zraka nižja od 12 °C.

Tabela 5.(2): Temperaturni primanjkljaj, ki predstavlja merilo za potrošnjo energije za ogrevanje, v Ljubljani in Mariboru; meseci junij, julij in avgust, ko ogrevanje ni potrebno, so izpuščeni.

Table 5.(2): The number of degree days, representing the standard for measuring of energy consumption for heating, in Ljubljana and Maribor; data for June, July, and August, when heating is not necessary, is omitted.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	SEP	OKT	NOV	DEC
LJUBLJANA	634	446	381	293	29	24	278	434	541
MARIBOR	680	454	426	305	27	25	318	422	540

Tabela 5.(3): Število dni, ko je bila temperatura zraka v Ljubljani enaka ali nižja od temperature, ki so jo izmerili na meteorološki postaji Topol pri Medvodah (nadmorska višina 685 m)

Table 5.(3): Number of days with air temperature in Ljubljana equal to or lower than the temperature measured at the meteorological station Topol pri Medvodah (altitude 685m)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC
ob 7. Uri	9	18	18	14	13	1	9	15	14	10	8	16
ob 14. Uri	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	4	6
ob 21. Uri	6	6	2	0	2	0	0	1	2	2	10	6

Februarja je bilo najhladnejše obdobje na začetku meseca, nato se je temperatura počasi dvigala; enakomeren dvig je prekinila ohladitev v dneh od 16. do 18. februarja, ponovno pa se je ohladilo ob koncu meseca. Povprečna februarska temperatura je bila nadpovprečno visoka; spet so najbolj odstopale Alpe, vendar je tudi po nižinah odklon marsikje presegel 2 °C. Najmanjši temperaturni odklon, pod 1 °C, je bil v Vipavski dolini in ob obali, med 1 in 2 °C je bil odklon ponekod na Gorenjskem in Koroškem ter na jugu države. Osončenost je bila nadpovprečna; večina krajev je bila s soncem obsijana od 140 do 170 ur. Najbolj je od dolgoletnega povprečja odstopala severovzhodna Slovenija, najmanj pa Primorska. Povprečna februarska oblačnost je bila najmanjša na skrajnem severozahodu države, kjer so bile z oblaki v povprečju prekrte komaj tri desetine in pol neba. Najmanj oblačnih dni, samo štiri, so zabeležili na skrajnem severozahodu države, največ pa jih je bilo v Biljah. Padavin je bilo v

primerjavi z dolgoletnim povprečjem malo. Na zahodu in severu države je bilo padavin celo manj kot za četrtno dolgoletnega povprečja; najbližje povprečju sta bili spodnja Štajerska in Dolenjska. Ob obali so namerili slabe 4 mm, le malo več padavin pa je bilo v Prekmurju. Snežna odeja je bila najdebelejša na začetku meseca. V Ljubljani se je obdržala 10 dni, v Novem mestu 11, v Celju 9, Mariboru 8, v Murski Soboti 15 dni.

Marca je povprečna temperatura zraka povsod po državi preseгла dolgoletno povprečje. Najbližje povprečju so bile marčevske temperature na vzhodu države. V prvi polovici meseca je bila temperatura nenavadno visoka. Tako kot februarja je bila tudi marca osončenost znatno nad dolgoletnim povprečjem; relativni presežek je bil največji v jugozahodni četrtni države, kjer je bilo povprečje preseženo za več kot polovico. Na severovzhodu države je bil relativni presežek osončenosti najmanjši. Najmanj oblačnih dni, samo po dva, so zabeležili ob obali in v Vipavski dolini, kar po 11 oblačnih dni pa je bilo v Slovenj Gradcu in v Murski Soboti; 8 oblačnih dni je bilo v Ljubljani. Za februarjem je bil marec že drugi razmeroma suh mesec zapored, saj je padlo le od 10 do 75 % dolgoletnega povprečja. Približno polovica države je dobila manj kot 30 % povprečnih marčevskih padavin. Še najbolj so se povprečju približali v Beli Krajini. Toplo vreme, ki je trajalo do 17. marca, snežni odeji ni bilo naklonjeno, tako smo v Ljubljani marca zabeležili snežno odejo le na 24. dan v mesecu, pa še takrat je bila debela komaj 1 cm. V Ljubljani so zabeležili 4 dni z močnim vetrom, v Celju 3, po ravninah na vzhodu države 6 ali 7, v Novem mestu je bilo vetrovnih 6 dni, na Primorskem 10.

Aprila je bila temperatura od 1 do 3 °C pod povprečjem obdobja 1961–1990. Padavin je bilo v pretežnem delu države manj od povprečja. Le-to je bilo preseženo le v Beli krajini in ponekod na Dolenjskem. Na severu države ni padla niti polovica dolgoletnega povprečja. Sonce je sijalo dlje kot v povprečju; največji je bil relativni presežek na severozahodu države. Največ jasnih dni, kar 10, so zabeležili v Postojni; najmanj, komaj 2 jasna dneva, so imeli v Slovenj Gradcu. Največ oblačnih dni (11) je bilo tam, kjer je bilo tudi padavin več kot drugod po državi, to je v Črnomlju. Najmanj oblačnih dni, po pet, so zabeležili v Ilirski Bistrici, Biljah, Ratečah in Lescah. April je v dolgoletnem povprečju mesec z največjo povprečno hitrostjo vetra. Tudi april 1997 je bil vetroven. Po prehodih hladnih front je pihal močan severni veter. Na Kredarici je 5. aprila veter v sunkih dosegel hitrost 47.2 m/s, 6. aprila so bili najmočnejši sunki zabeleženi v Ptuj (22.3 m/s), v Velenju (18.8 m/s) in Murski Soboti (20.8 m/s). V Ljubljani je najmočnejši veter zapihal 16. aprila, ko je v sunku dosegel 19.1 m/s. Močan veter je pihal tudi v dneh od 21. do 23. aprila. Takrat so na Brniku izmerili največjo hitrost 28.3 m/s, v Kopru 27.1 m/s, na letališču v Portorožu 18.6 m/s, v Postojni pa je hitrost dosegla 17.3 m/s. V Ljubljani so aprila letos zabeležili dva dni s snežno odejo, vendar ta ni preseгла debeline 1 cm. V Kočevju je sneg tla prekrival 5 dni, v Novem mestu in Črnomlju je sneg ležal 4 dni. V Ljubljani je bilo 10 dni z močnim vetrom, ob obali 11, v Novem mestu 9, v Murski Soboti in Mariboru po 8.

Maja je bila povprečna temperatura nad povprečjem obdobja 1961–1990. Odklon je presegel 1.5 °C na vzhodu države pa tudi v mestu Ljubljana, kjer k večjemu pozitivnemu odklonu od povprečja prispeva tudi nenehno širjenje mesta in urbanizacija okolice merilne postaje. Za manj kot 1 °C je bilo dolgoletno povprečje preseženo le v vzhodnem delu Vipavske doline, ob obali in delu Notranjske. Obdobje sončnega vremena z nenavadno visoko temperaturo zraka je trajalo od 12. do 20. Maja. Temperatura je ponekod po nižinah celo preseгла 30 °C. Po 13 dni z najvišjo dnevno temperaturo zraka vsaj 25 °C so zabeležili v Črnomlju in na Bizeljskem, v Murski Soboti jih je bilo 12, v Mariboru, Celju in Novem mestu po 11. V Ljubljani je bilo 10 takih dni, prav toliko pa so jih zabeležili tudi v Slovenj Gradcu in Slapu; 5 takih dni je bilo na letališču v Portorožu. Padavin je bilo večinoma manj od povprečja. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je bil maj najbolj sušen ob obali; padavin je bilo le za 36 % dolgoletnega povprečja. Na severovzhodu države so obilnejše padavine dočakali po koncu vročega in sončnega obdobja, drugod je izdatneje deževalo že pred in tudi po koncu prej omenjenega toplega in sončnega obdobja. Sonce je sijalo dlje od povprečja, relativni presežek je bil od 10 do 50 %. Relativno najboljše osončen del Slovenije je bila Štajerska. V Celju je

sonce sijalo dobrih 289 ur, kar je 48 % več od dolgoletnega povprečja, v Murski Soboti je bil presežek 37 %; najmanj je bilo dolgoletno povprečje preseženo ob obali, le za 14 %. Največkrat (12 dni) so veter z jakostjo vsaj 6 Beaufortov zabeležili v Mariboru, po 10 dni s tako močnim vetrom je bilo v Ljubljani in v Murski Soboti; 8 dni z močnim vetrom je bilo ob obali.

Junija je povprečna temperatura zraka presegla dolgoletno povprečje; po večini je bila od 0.5 do 1.5 °C nad dolgoletnim povprečjem. Na severu države je bilo padavin več kot v dolgoletnem povprečju, na jugu države pa je bilo padavin od 50 do 100 % dolgoletnega povprečja. Nevihtni dnevi so bili junija dokaj pogosti. Kot primer naj navedemo, da jih je bilo v Ljubljani 9, v Celju in na Kredarici pa po 13. Ponekod na severozahodu države so dnevne padavine presegle 100 mm, mesečne višine pa 400 mm. Na Štajerskem in v Prekmurju je trajanje sončnega obsevanja preseglo povprečje obdobja 1961–1990, v Julijcih pa je sonce sijalo le 60 % časa dolgoletnega povprečja. Jasnih dni je bilo v juniju zelo malo, največ, po dva, so zabeležili ob obali in ponekod v južni Sloveniji. Oblačnih dni je bilo največ na Kredarici, zabeležili so jih 19, v Ljubljani jih je bilo 12, kar je za dobre tri dni več od dolgoletnega povprečja. Najmanj oblačnih dni, samo 5, so zabeležili v Mariboru. Ne samo, da smo junija imeli veliko oblačnih dni, tudi sicer je bila povprečna mesečna oblačnost velika. V Ljubljani so v povprečju oblaki prekrivali 7.1 desetini neba in celo ob obali, kjer je bilo oblačnosti najmanj, so oblaki v povprečju prekrivali več kot polovico neba.

Julija ni bilo izrazito vročih obdobij pa tudi ne izrazitih hladnih prodorov. Tako je bila povprečna temperatura zraka blizu dolgoletnega povprečja. Najvišja dnevna temperatura zraka ob obali je prav vsak dan v juliju dosegla ali presegla 25 °C. V notranjosti je bil omenjeni temperaturni prag največkrat presežen v Črnomlju in Slapu pri Vipavi. V Mariboru so zabeležili le 17 dni z najvišjo dnevno temperaturo vsaj 25 °C. Padavin je bilo večinoma več od dolgoletnega povprečja. V Vipavski dolini je padlo več kot 200 mm padavin, kar je okoli 80 % nad dolgoletnim povprečjem. Celo na obali je padlo 90 mm padavin, kar je 14 % več od povprečja obdobja 1961–1990. Dni s padavinami vsaj 1 mm je bilo razmeroma veliko. Največ jih je bilo na severu države, v Lescah, na Kredarici in v Slovenj Gradcu so jih zabeležili po 16; najmanj, samo 9 dni s padavinami vsaj 1 mm, je bilo ob obali. Osončenost je bila blizu dolgoletnega povprečja, saj odkloni niso presegli 11 %. Ob obali je sonce sijalo 320 ur in to je bil najboljše osončen del države. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo le za 2 %. Največ jasnih dni je bilo v Biljah, zabeležili so jih 6, samo po en jasen dan pa so imeli v Murski Soboti in Celju. V Ljubljani sta bila julija dva jasna dneva, kar je za tri dni manj od dolgoletnega povprečja primerjalnega obdobja. Oblačnih dni je bilo največ na vzhodu države. Tako so na primer v Celju, Slovenj Gradcu in Murski Soboti zabeležili po 8 oblačnih dni, v Ljubljani jih je bilo 5, ob obali in v Biljah so zabeležili le po dva oblačna dneva. Povprečna oblačnost je bila največja v Celju, kjer so oblaki v povprečju prekrivali 6.4 desetine neba. Najmanj oblakov je bilo julija nad obalo, v povprečju so prekrivali le 4.4 desetine neba. V Mariboru je bilo 11 dni z močnim vetrom, ob obali 7 in v Ljubljani 5. Poleti se močan veter navadno pojavlja ob nevihtah in včasih na manjših območjih doseže tudi rušilno moč. Tako je bilo tudi v letošnjem juliju.

Avgust so zaznamovale številne vremenske ujme z intenzivnimi padavinami, močnim vetrom in točo. Mesec se je začel z oblačnim in deževnim vremenom, tudi temperatura zraka je bila prvi dan avgusta razmeroma nizka. Povprečna mesečna temperatura je bila nad dolgoletnim povprečjem, čeprav ni bilo zelo vročih obdobij. Po nižinah se temperatura zraka v severovzhodni Sloveniji ni povzpela niti do 30 °C, saj je bila najvišja izmerjena temperatura v Murski Soboti 29.8, v Mariboru pa 29.5 °C. V Ljubljani so izmerili 30.3 °C, v Slapu 32.0, v Biljah 31.7 in na letališču v Portorožu 31.1 °C. Avgusta je bilo v Ljubljani kar 23 dni z najvišjo dnevno temperaturo 25 °C ali več, tridesetletno povprečje pa je 17 dni. Ob obali in v Slapu v Vipavski dolini je bil ta temperaturni pogoj izpolnjen v 28 dneh, v Novem mestu v 19 dneh, v Mariboru v 20 in v Murski Soboti v 22 dneh. V Ljubljani je temperatura zraka le enkrat presegla 30 °C, kar je manj od dolgoletnega povprečja. Padavine so bile razporejene

dokaj neenakomerno. Najmanj jih je bilo na obali, kjer niso dosegle niti polovice dolgoletnega povprečja, ponekod na severu države pa so padavine avgusta presegle 200 mm, kar je za 50 % nad dolgoletnim povprečjem. Padavinskih dni z vsaj 1 mm padavin je bilo največ na Kredarici, bilo jih je 15, najmanj pa so jih zabeležili na Bizeljskem, samo 6. V Ljubljani jih je bilo 10, dolgoletno povprečje pa je devet dni in pol. Nevihtni dnevi so bili avgusta pogosti. Na Kredarici in v Novem mestu so jih zabeležili po 13, ob obali jih je bilo 11, v Ljubljani pa 8. Osončenost je bila med 95 in 125 % dolgoletnega povprečja. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je bila najslabša ob obali in v Julijcih, kjer je sonce sijalo 4 oziroma 5 % manj ur od dolgoletnega povprečja; največji relativni presežek so zabeležili v Celju, kjer je sonce sijalo 258 ur in pol, kar je zadostovalo za 21 % presežek dolgoletnega povprečja. Največ jasnih dni, kar 13, so zabeležili v Mariboru, Murski Soboti jih je bilo 11, ob obali 10, prav toliko tudi v Novem mestu in Črnomlju. V Ljubljani so bili 4 jasni dnevi, na Kredarici pa ni bilo niti enega jasnega dneva. Oblačnih dni je bilo največ v Ilirski Bistrici in sicer 11, najmanj pa v Murski Soboti, kjer so zabeležili samo en oblačen dan. Povprečna oblačnost je poleti navadno največja v visokogorju. Na Kredarici so oblaki v povprečju prekrivali 6.4 desetine neba, vendar so večjo povprečno oblačnost imeli v Slovenj Gradcu, kjer je bilo v povprečju oblakov za 6.8 desetih. Vzrok za tako veliko povprečno oblačnost je megla, ki so jo v okolici Slovenj Gradca zabeležili kar v 17 dneh. Najmanjša je bila povprečna avgustovska oblačnost s 3.6 desetimi v Mariboru. V Ljubljani je močan veter pihal 5 dni, na letališču v Portorožu 4 dni, v Vipavski dolini 6 dni.

Septembra je temperatura zraka najbolj odstopala od povprečja v visokogorju, kjer je bilo dolgoletno povprečje preseženo za več kot 2 °C. Skoraj povsod po državi je bilo preseženo povprečje primerjalnega obdobja; le za spoznanje je bilo dolgoletno povprečje preseženo v Murski Soboti in Slovenj Gradcu, negativni odklon temperature zraka pa so imeli v Kočevju. Največ toplih dni, to je dni z najvišjo dnevno temperaturo vsaj 25 °C, je bilo ob obali in v Vipavski dolini, kjer so jih našteali 16. Celo v Ratečah so bili septembra trije topli dnevi. Večina krajev po nižinah v notranjosti države je imela od 8 do 12 toplih dni. Padavin je bilo septembra po večini manj od dolgoletnega povprečja. Le-to je bilo preseženo le na Goriškem. Večino padavin v septembru je prinesla hladna fronta, ki je Slovenijo prešla 14. septembra. Ker so prevladovale padavine konvektivnega izvora v obliki močnih nalivov, je bila porazdelitev zelo neenakomerna. Zgornjesavska dolina, del Dolenjske, obala in Kras ter del Notranjske so dobili manj kot 40 % dolgoletnih povprečnih padavin v septembru. V Biljah, kjer je padlo 204 mm, so povprečje presegle za 46 %. Dni s padavinami vsaj 1 mm je bilo največ v Celju in sicer 5. Dolgoletno povprečje sončnih ur je bilo preseženo povsod po državi in sicer za 20 do 60 %. Največ sončnega vremena je bilo ob obali. Na letališču v Portorožu je sonce sijalo 292 ur, kar je zadostovalo za 29 % presežek dolgoletnega povprečja. Odkar spremljamo trajanje sončnega obsevanja v Ljubljani, september še nikoli ni bil tako sončen kot leta 1997. Sonce je sijalo 250 ur, kar je za 53 % več kot v primerjalnem obdobju. Povprečna oblačnost je bila majhna. Še največja, 4.9 desetih, je bila v Slovenj Gradcu, vendar gre precej te oblačnosti pripisati megli. V Ljubljani je bila povprečna oblačnost 4.5 desetih, najmanjšo povprečno oblačnost pa so zabeležili ob obali, kjer so oblaki v povprečju prekrivali samo petino neba. Oblačnih dni je bilo največ na Notranjskem, kjer so zabeležili po 4 oblačne dneve. Drugod po državi jih je bilo manj, povsod pa je bil vsaj po en oblačen dan. Če je bilo oblačnih dni presenetljivo malo, je bilo zato več jasnih dni, vendar ne v krajih, kjer se pojavlja jutranja radiacijska megla. Največ, kar 19 jasnih dni je bilo ob obali, le en jasen dan manj so zabeležili v Biljah, na vzhodnem delu Vipavske doline jih je bilo 16. V Ljubljani so bili zaradi megle ali nizke oblačnosti komaj trije jasni dnevi, en jasen dan manj so imeli v Slovenj Gradcu. Jutranja megla, ki se dopoldne kmalu razkroji, je septembra pogost pojav. V povprečju se večkrat kot septembra pojavi le oktobra. V Slovenj Gradcu so zabeležili 20 dni z meglo, v Kočevju 16. V Ljubljani je bilo meglenih dni 10, vendar primerjava z dolgoletnim povprečjem kaže, da se število primerov z meglo zaradi širjenja mesta zmanjšuje na račun nizke oblačnosti. Pojav vetra z jakostjo vsaj 6 Bf so na Kredarici zabeležili v desetih dneh, v Ljubljani sta bila le dva dneva s tako močnim vetrom, na letališču v Portorožu štirje, v Biljah 9.

V prvi tretjini oktobra smo imeli nenavadno toplo vreme. Hladna fronta, ki je 12. oktobra prešla Slovenijo, je zaključila toplo obdobje. Nenavadno močna ohladitev je sledila prehodu hladne fronte 27. oktobra. Poleg mraza je ta fronta prinesla prvi sneg v nižine na Dolenjskem in Štajerskem, predzadnji dan v mesecu pa je snežilo tudi na Primorskem in Notranjskem ter Gorenjskem. Na Primorskem je močno ohladitev ob koncu meseca spremljala zelo močna burja. Povprečna oktobrska temperatura zraka je bila povsod po državi nižja od povprečja referenčnega obdobja. Ponekod na Trnovski planoti, Dolenjskem in v Pomurju je bil oktober celo za 2° C hladnejši od dolgoletnega povprečja; najmanj so od dolgoletnega povprečja odstopale razmere v Slovenskem Primorju. Po večini so najnižjo oktobrsko temperaturo zraka izmerili med 25. in 30. oktobrom. Pod ledišče se temperatura zraka oktobra ni spustila le ob obali, v vzhodnem delu Vipavske doline pa je bila najnižja temperatura natančno 0.0 °C. Med hladnejše kraje lahko štejemo Slovenj Gradec z -9.4° C, Mursko Soboto in Celje z -8.5. V Ratečah se je živo srebro spustilo na -12.3° C, na Kredarici celo na -17.8 °C. Odkar potekajo meritve se tako nizko oktobra živo srebro na Kredarici, v Celju, Ratečah, Lescah, Slovenj Gradcu in Novem mestu ni še nikoli spustilo. Dolgoletno povprečje oktobrskih padavin nikjer ni bilo niti doseženo, kaj šele preseženo. Zgornjesavska dolina je dobila komaj 6 % dolgoletnega povprečja oziroma dobrih 8 mm padavin. Na Kredarici so s 45 mm dosegli 24 %, ob obali z 19 mm 20 % povprečja obdobja 1961 – 1990. Osončenost je bila oktobra povsod po državi blizu povprečja obdobja 1961–1990, saj odstopanja niso presegla 10 %. Najmanj jasnih dni je bilo po kotlinah; v Ljubljani je bil samo en jasen dan, v dolgoletnem povprečju pa sta v Ljubljani oktobra dva jasna dneva. Da je jeseni najmanj jasnih dni prav po kotlinah, je razumljivo, saj je že jutranja megla, ki se dopoldne razkadi, dovolj, da kriterij za jasen dan ni izpolnjen. Največ jasnih dni so oktobra zabeležili v Ilirski Bistrici, bilo jih je 6. Ob obali so bili samo 3 jasni dnevi, drugod po državi pa so imeli po 4 ali 5 jasnih dni. Največ oblačnih dni je bilo po nižinah, v Ljubljani, Črnomlju in Novem mestu po 13. Jutranja megla, ki se dopoldne kmalu razkroji, je oktobra pogost pojav. V Kočevju in Novem mestu je bilo po 11 dni z meglo. V Ljubljani so jih zabeležili 7, kar je za osem dni manj od dolgoletnega povprečja, vendar je megla v zadnjem desetletju manj pogosta predvsem zaradi širjenja mesta in ne zato, ker bi bilo manj za nastanek megle ugodnih vremenskih razmer. Pojav vetra z jakostjo vsaj 6 Bf so na Kredarici zabeležili v 8 dneh. V Vipavski dolini in ob obali je bilo po 9 dni z močnim vetrom; predvsem je bila to burja, ki je v zadnjih dneh meseca v Vipavski dolini močno ovirala promet. V Novem mestu so zabeležili 6 dni z močnim vetrom, v Ljubljani pa samo 2.

Povprečna novembrska temperatura zraka je bila povsod po državi nekoliko višja od dolgoletnega povprečja, vendar odklon ni presegel 1.2 °C. Najbližje dolgoletnemu povprečju so bile razmere na Dolenjskem, Kočevskem in spodnjem Štajerskem. Začetek meseca je bil razmeroma hladen, sledilo je toplo obdobje do sredine meseca, nato se je ohladilo in ob koncu meseca se je temperatura spet dvignila nad dolgoletno povprečje. V zahodni in osrednji Sloveniji je bilo padavin več od dolgoletnega povprečja. Le-to je bilo ob obali in ponekod na Notranjskem preseženo celo za več kot 100 %. Ob ohladitvi v drugi polovici meseca je snežilo povsod po državi, celo v Primorju, vendar se sneg na tleh ni obdržal. Po nižinah se je sneg v zadnjih dneh meseca stalil. Celjska kotlina in severovzhodna Slovenija sta bili nadpovprečno osončeni, drugod po državi je sonce sijalo manj od dolgoletnega povprečja. Relativno najslabše je bil osončen severozahodni del države, vendar je bilo povsod doseženega vsaj 60 % dolgoletnega povprečja. Povprečna oblačnost je bila najmanjša na severozahodu države. V povprečju so oblaki prekrivali 6.9 desetlin neba, največja pa je bila povprečna oblačnost v Ljubljani, kjer so oblaki v povprečju prekrivali 8 desetlin neba. Močan veter je v Vipavski dolini pihal 8 dni, ob obali 6 dni, v Mariboru 5, v Murski Soboti pa 4 dni. Največ dni z meglo so zabeležili v Novem mestu in Krškem, dva manj, torej 8 dni z meglo je bilo v Ljubljani.

Povprečna temperatura zraka je bila decembra nad povprečjem obdobja 1961–1990. Po nižinah je bil odklon med 1 in 3 °C. Najbolj izrazito je bilo hladno obdobje med 15. in 18. decembrom. Osončenost je bila blizu dolgoletnega povprečja. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je bila osončenost najslabša na Primorskem, Koroškem in delu severne Štajerske. Po nižinah in kotlinah je sonce sijalo za 10 do 30 % več časa kot v dolgoletnem povprečju. Povprečna oblačnost je bila najmanjša ob obali, samo 7 desetin, največja pa v Ljubljani z 8.8 desetin; velik del te oblačnosti lahko pripišemo megli, ki se je v Ljubljani pojavila v 12 dneh. Tudi drugod po nižinah v notranjosti je bila megla dokaj pogosta. Največ jasnih dni je bilo na jugozahodu države, zabeležili so jih 5, po kotlinah pa marsikje zaradi pogoste megle ni bilo niti enega jasnega dneva, pač pa so bili pogosti oblačni dnevi, ki jih je bilo v Ljubljani 23. Padavin je bilo veliko. Porazdeljene so bile dokaj enakomerno prek celega meseca. Največ padavin je bilo v zgornjem Posočju, dobro pa so bile namočene tudi vse gorske pregrade. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo za 30 do 150 %. Relativni presežek glede na dolgoletno povprečje je bil največji na severu Štajerske in Koroškem. Dni s snežno odejo je bilo malo in tudi debelina snežne odeje je bila skromna, saj po nižinah ni preseгла 10 cm. V Ljubljani so snežno odejo zabeležili le 6 dni, v Slovenj Gradcu 13, v Mariboru, Celju in Murski Soboti pa po 5 dni. Močan veter je pogosto pihal v visokogorju, do nižin pa je segel le redko. V Prekmurju so zabeležili 3 dni z vetrom vsaj 6 Beaufortov, v Celju 4, v Ljubljani komaj en dan, ob obali 7, v Vipavski dolini 6 dni.