



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

**ONESNAŽENOST ZRAKA
V SLOVENIJI
V LETU 1998**



Agencija Republike Slovenije za okolje

LJUBLJANA, marec 2002

POVZETEK

1. Na področju zakonodaje v letu 1998 ni bilo posebnih novosti. Tekle so 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. 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.

3. Meritve koncentracij žveplovega dioksida kažejo, da je bila koncentracija v letu 1998 v večjih mestih nekoliko nižja kot v letu 1997, v krajih pod vplivom obeh termoelektrarn pa približno enaka kot leto poprej. Prekoračitev mejnih vrednosti je bilo največ na teh merilnih mestih. Tam so bile presežene tudi kritične vrednosti. Na Dobovcu, merilnem mestu v bližini TE Trbovlje, so izmerili izjemno visoko urno koncentracijo $4548 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 izstopata z visokimi koncentracijami Krško in Šoštanj, kjer je bila onesnaženost tudi večja od kritične. V Krškem je le-ta posledica emisij iz bližnje industrije celuloze in papirja, v Šoštanju pa posledica emisije iz nižjih dimnikov TEŠ. Koncentracije dušikovega dioksida so bile nekoliko višje kot v letu 1997 in so v Ljubljani na merilnem mestu Figovec presegle mejno urno vrednost, na mobilni postaji v centru mesta ob prometni Roški cesti pa tudi mejno dnevno vrednost. Največje število preseganja dovoljenih vrednosti se je pojavilo pri ozonu. 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 v glavnem pod mejnimi vrednostmi; presežena je bila le 8-urna mejna vrednost v Ljubljani. Koncentracije skupnih lebdečih in inhalabilnih delcev presegajo mejne vrednosti predvsem v mestih blizu prometnih cest. Meritve indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini, izražena kot koncentracija SO_2 , nam kažejo 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- tam je bila tudi presežena mejna vrednost. Tudi koncentracije dima so bile višje od mejne vrednosti na merilnih mestih v večjih naseljih. Kislost padavin se je na podeželskih lokacijah zmanjšala, drugod pa je ostala približno na ravni leta 1997. 17 do 18% padavin je bilo preveč kislih- toliko kot leta 1997. Koncentracije prašnih usedlin so presegle mejno vrednost v mesecu avgustu v Anhovem.

4. Leto 1998 je bilo razen izrazito hladnega decembra s pogostimi temperaturnimi inverzijami v zimskih mesecih nadpovprečno toplo, kar ugodno vpliva na kakovost zraka, saj so pogoji za disperzijo boljši in emisije škodljivih snovi zaradi ogrevanja manjše, posledica pa so nižje koncentracije onesnaženja. Trajanje sončnega obsevanja je bilo nadpovprečno veliko ves čas od januarja do avgusta z izjemo aprila. To je tudi vzrok za zgoden pojav povišanih koncentracij ozona.

Primerjava leta 1998 s predhodnimi leti pokaže pri nekaterih snoveh rahlo nižanje koncentracij, predvsem pri žveplovem dioksidu v večjih mestih, sulfatih in indeksu onesnaženosti zraka s

kislimi plini. Pri dušikovih oksidih so koncentracije na ravni zadnjih let, 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. Rast koncentracije nitratov v padavinah se je ustavilo. 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 1998. 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.

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 comparison to 1997 SO₂ concentrations in 1998 were slightly lower in urban sites and nearly the same in places influenced by Šoštanj and Trbovlje power plants. Exceedances of limit values occurred most frequently at these monitoring sites where critical values were exceeded as well. In Dobovec monitoring site near Trbovlje Power Plant an extremely high hourly concentration of 4548µg/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 values in bigger cities except Krško and Šoštanj monitoring sites with concentrations even higher than critical values. In Krško this is due to emission from the neighbouring Paper and Pulp Mill and in Šoštanj due to emission from lower stacks of Šoštanj power plant. NO₂ concentrations were slightly higher than in 1997 and exceeded hourly limit value at Ljubljana Figovec site and daily limit value at busy Roška street in the center of Ljubljana. 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 mainly below limit values except 8-hour value in Ljubljana. Concentrations of total suspended particles and PM₁₀ 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 with limit value exceedances were measured in larger cities and in the vicinity of greater air pollution sources. Also black smoke concentrations exceeded limit value in urban places. Acid precipitations decreased at rural monitoring sites and remained on the level of 1997 at other places. Concentrations of deposited matter exceeded limit value in August 1998 in Anhovo.

Except extremely cold December with frequent temperature inversions the year 1998 was exceedingly warm during winter season This is favourable to air quality protection as less heating cause lower emissions and consequently less air pollution, and dispersion of pollutants is better. Insolation was exceedingly high during January-August except April. Consequently high ozone concentrations occurred early.

Comparison of 1998 with previous years shows us a slight decreasing in concentrations of certain substances, particularly in sulphur dioxide in bigger cities, sulphates, and index of air pollution with acid gases. Concentrations of nitrogen oxides are on the level of 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.

Rising of concentrations of nitrates in precipitations seems to stop. 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. UVOD

Poročilo ONESNAŽENOST ZRAKA V SLOVENIJI V LETU 1998 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.

Zakonodaja, ki se nanaša na področje koncentracij onesnaženosti zraka in meritev teh koncentracij, se leta 1998 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.

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
Velike kurilne naprave	≥ 50MW	trdna in tekoča goriva
	≥ 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
Žveplovi 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 kurjava: 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
Žveplovi 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% vrtinčna kurjava: 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

- Usklajene 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**)

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

Od aprila 1998 dalje potekajo v Sloveniji avtomatske meritve onesnaženosti zraka v sistemu ANAS (analitično nadzorni alarmni sistem) na desetih merilnih mestih. Aprila 1998 je namreč začela delovati postaja za merjenje ozona v Rakičanu. 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
Rakičan	188	16°11'47"	46°39'06"	05.1998	R
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 1998
 Table 4.1.1.1.(2): Measurements of air pollution and meteorological parameters on monitoring sites in 1998

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	x	
Ljubljana-Roška							*x		
Celje	x	x	x		x			x	
Maribor	x	x	x	x				x	
Rakičan**		x						x	x
Trbovlje	x	x	x		x			x	
Zagorje	x	x		x				x	
Hrastnik	x	x						x	
Krvavec		x						x	x
Iskrba		x						x	x

* meritve so potekale od junija do decembra
 * measurements from June through December
 ** meritve so potekale od maja dalje
 ** measurements from May on

Legenda:

SO₂ Žveplov dioksid
 NO_x Dušikovi oksidi
 CO Ogljikov monoksid
 SLD Skupni lebdeči delci
 O₃ Ozon

PM₁₀ Inhalabilni delci

Legend:

SO₂ Sulphur Dioxide
 NO_x Nitrogen Oxides
 CO Carbon Monoxide
 SLD Total suspended particles
 O₃ Ozone
 PM₁₀ Inhalable particles

Meteorološki parametri:
 Temperatura zraka v okolici
 Nadmorska višina
 Hitrost vetra
 Smer vetra
 Relativna vlažnost zraka
 SS - Sončno sevanje

Meteorological parameters:
 Ambient air temperature
 Altitude a.s.l.
 Wind velocity
 Wind direction
 Relative air humidity
 SS - Solar radiation

4.1.1.2. Podsistemi

Seznam merilnih mest in parametri, ki se merijo po posameznih sistemih, so podani v tabeli 4.1.1.2.(1). Mobilna postaja EIS TEŠ je v letu 1998 delovala na lokaciji Škale.

Tabela 4.1.1.2.(1): Merilna mesta za avtomatske meritve in parametri, merjeni v letu 1998
 Table 4.1.1.2.(1): Monitoring sites for automatic measurements and parameters measured in 1998

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
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
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 1998 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-Toplarnе 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 1998

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 1998

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 1998 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 1998 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 za 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 1998

Table 4.1.3.(1): Slovenian monitoring stations included into international monitoring networks EMEP and GAW, and the 1998 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 ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ - meteorološke meritve	osnovna	HMZ
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 1998 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 dosegajo 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 SO₂, NO, CO and O₃ to the primary standard

Vrsta standarda	SO ₂	NO	CO	O ₃
Primarni standard (svetovni)	static injection UBA offenbach	static injection UBA offenbach + NIST	static injection UBA offenbach + NIST	EMPA, Švica NIST SRP #15
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 kislini plini temelji na absorpciji in oksidaciji vodotopnih kislih 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. Znale volumne tako pripravljene raztopine dodamo absorpcijski raztopini (peroksidna raztopina) in s titracijo z natrijevim tetraboratom (0,002 mol/l) določimo ustrezajočo 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 spektro	ionski kromatograf spektrofotometer ^a

	fotometrija ^x	
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 dnevnih 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 odklik, 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 lebdeče 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 (µekv./l):	≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 500	> 500
Relativna razlika (%):	≤ ± 60	≤ ± 30	≤ ± 15	≤ ± 10

- kriterij za električno prevodnost:

Izmerjena električno prevodnost (µS/cm):	≤ 5	> 5 ≤ 30	> 30
Relativna razlika med izmerjeno in izračunano elektroprevodnostjo (%):	≤ ± 50	≤ ± 30	≤ ± 20

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

- izplen (pravilnih) 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 inhalabilnih delcev.

V poročilu so tudi podatki dopolnilnih mrež elektrogospodarstva ter mestnih občin. Vse podatke elektrogospodarstva obdelala 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) pretvorbeni 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 1998, 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 SO_2 v letu 1998
Table 4.3.1.1.(1): Air Pollution with SO_2 in 1998

Postaje	%	C_p	C_{98}	$C_{m/24}$	$C_{m/1}$	$d>125$	$d>250$	$u>350$	$u>700$
Ljubljana F.	91	22	112	144	796	1	0	15	1
Ljubljana B.	95	27	121	163	936	1	0	14	2
Maribor	92	18	69	69	161	0	0	0	0

Celje	93	23	120	117	623	0	0	4	0
Trbovlje	93	32	158	136	693	4	0	14	0
Hrastnik*	78	25	147	123	978	0	0	24	1
Zagorje	96	27	179	171	1092	5	0	38	4
Šoštanj	98	44	534	366	1495	34	12	289	88
Topolšica	98	20	193	184	1245	5	0	62	9
Veliki Vrh	93	63	479	472	1530	47	7	273	44
Zavodnje	96	43	340	401	2255	28	4	152	32
Velenje	99	10	56	113	1316	0	0	6	1
Graška Gora	94	32	304	268	1076	18	1	102	11
Škale	-	19	-	274	811	6	1	45	5
Kovk	97	55	439	375	1916	48	10	262	23
Dobovec	97	54	546	648	4548	42	14	277	118
Kum	94	16	90	103	1344	0	0	19	3
Ravenska Vas	98	82	531	377	1846	90	15	399	56
Vnajnarje	99	18	112	126	890	1	0	10	1
EIS-Celje	91	27	141	130	603	1	0	7	0
EIS Krško	96	42	361	363	1012	26	5	159	23
Mobilna postaja ⁺	89	22	105	147	851	1	0	13	1

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
+	od 1.1. do 18.6.1998 na lokaciji Ljubljana-Roška, od 18.6.1998 dalje pa na lokaciji Ljubljana-Bežigrad

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
+	January through June 18 at Ljubljana-Roška site, June 18 through December at Ljubljana-Bežigrad

Tabela 4.3.1.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) v letu 1998
 Table 4.3.1.1.(2): Average monthly concentrations of SO₂ (µg/m³) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	29	57	42	21	12	9	8	10	6	*15	29	*26	22
Ljubljana B.	35	72	49	16	10	10	12	12	10	20	43	40	27
Maribor	26	27	21	17	12	7	6	8	8	*15	*22	41	18
Celje	37	53	25	17	9	8	8	*11	10	14	29	57	23
Trbovlje	49	72	39	21	17	12	23	18	18	17	40	*60	32
Hrastnik	24	36	*24	*33	17	11	24	15	*17	23	*41	*57	*25
Zagorje	36	44	32	*14	24	7	18	37	18	13	36	39	27
Šoštanj	33	42	25	119	38	71	31	17	53	28	43	29	44
Topolšica	19	35	28	12	16	17	31	15	14	9	13	35	20
Veliki Vrh	112	101	62	30	34	57	36	35	35	41	89	124	63
Zavodnje	56	66	46	28	26	31	27	30	24	46	32	103	43
Velenje	14	19	15	7	5	7	6	4	5	6	10	23	10
Graška Gora	41	42	46	52	22	19	25	12	28	53	21	25	32
Škale	21	31	40	28	11	21	10	4	10	15	12	25	19
Kovk	91	86	63	106	38	33	63	25	42	34	24	57	55
Dobovec	79	61	43	27	39	15	67	57	37	65	64	94	54
Kum	15	22	*22	16	19	11	13	9	13	14	21	18	16
Ravenska vas	68	87	78	52	102	47	93	124	72	57	122	81	82
Vnajnarje	26	36	24	17	12	4	6	10	6	12	35	26	18
EIS Celje	47	68	32	24	15	10	8	4	-	12	27	57	28
EIS Krško	72	148	30	31	59	25	36	22	14	13	16	38	42
Mobilna postaja	*38	53	34	*18	*10	8	6	7	6	13	31	40	22

LEGENDA: * informativni podatki, preizek 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 1998
 Table 4.3.1.1.(3): Maximum 1-hour concentrations of SO₂ in µg/m³ in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	556	768	645	419	213	98	71	79	61	*573	354	*133	796
Ljubljana B.	545	936	540	924	243	66	63	70	73	432	454	190	936
Maribor	120	104	80	81	110	52	42	34	38	*85	*81	161	161
Celje	392	623	149	147	129	126	87	*11	184	209	283	200	623
Trbovlje	236	438	452	330	354	478	526	693	463	515	412	*288	693
Hrastnik	363	508	*207	*601	393	285	379	315	*387	978	*401	*523	*978
Zagorje	930	586	1092	*205	344	144	437	626	328	328	439	341	1092
Šoštanj	851	1239	1183	1458	992	1378	532	448	1495	807	1167	755	1495
Topolšica	585	545	1245	714	406	523	1175	365	792	304	547	936	1245
Veliki Vrh	1236	1530	1242	643	772	739	568	572	803	725	765	1325	1530
Zavodnje	1037	907	818	1249	301	546	450	860	381	1086	1075	2255	2255
Velenje	520	369	1316	179	55	192	401	156	124	2132	265	380	1316
Graška Gora	610	820	758	825	846	340	711	320	466	1076	495	790	1076
Škale	387	624	811	553	299	387	329	172	340	409	442	568	811
Kovk	1314	1667	1916	727	866	604	1124	505	861	571	404	959	1916
Dobovec	3781	2273	2312	851	2161	947	2689	1912	1616	2279	2461	4548	4548
Kum	228	901	*201	519	706	83	1344	574	268	144	525	683	1344
Ravenska vas	1388	1846	1063	672	1147	1059	1192	1619	775	1288	1220	800	1846
Vnajnarje	341	890	377	442	318	89	79	119	99	237	364	279	890
EIS Celje	472	603	205	131	234	157	98	103	-	116	211	247	603
EIS Krško	772	1012	808	718	854	956	466	362	243	365	192	363	1012
Mobilna postaja	*545	851	517	*372	*58	29	46	59	57	374	408	185	851

LEGENDA: * informativni podatki, preizek 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.

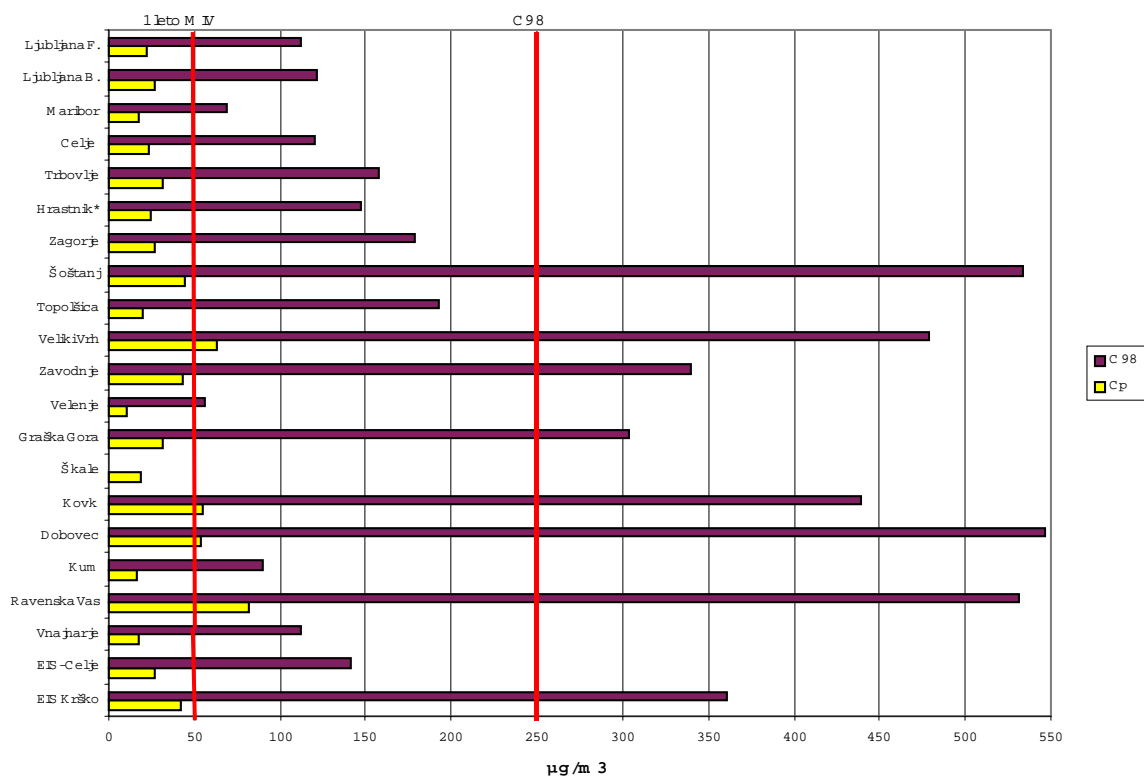
Tabela 4.3.1.1.(4): Maksimalne dnevne koncentracije SO₂ (µg/m³) v letu 1998

Table 4.3.1.1.(4): Maximum 24-hour concentrations of SO₂ (µg/m³) 1998

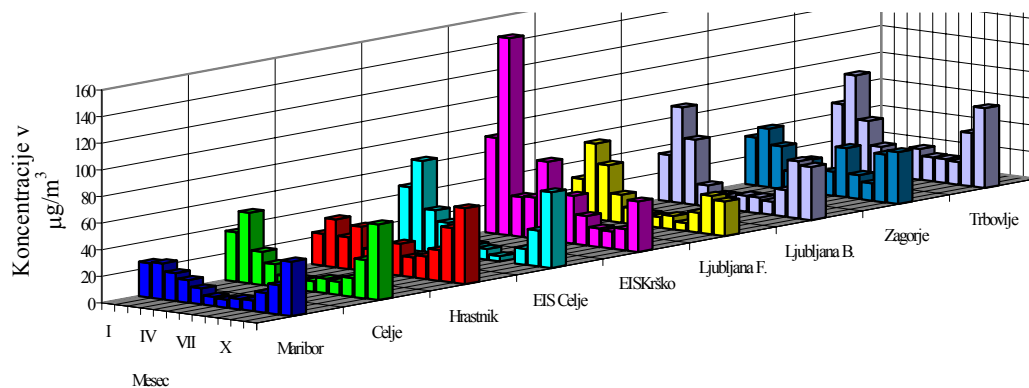
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Max
Ljubljana F.	98	144	108	67	33	31	13	33	15	*85	104	*31	144
Ljubljana B.	96	163	109	74	36	30	23	24	19	65	100	84	163
Maribor	48	52	41	34	27	15	11	19	17	*34	*39	69	69
Celje	115	92	64	30	21	23	24	*23	37	52	89	117	117
Trbovlje	128	136	75	50	52	53	45	88	56	57	99	*116	136
Hrastnik	94	87	*33	*106	58	34	95	51	*89	117	*99	*123	*123
Zagorje	171	127	155	*30	53	21	52	140	65	45	101	68	171
Šoštanj	199	214	168	346	256	366	116	77	346	146	363	164	366
Topolšica	94	112	178	95	88	66	36	42	88	40	127	184	184
Veliki Vrh	472	374	162	98	106	184	104	110	101	181	304	276	472
Zavodnje	164	211	151	245	89	162	84	142	96	146	150	401	401
Velenje	82	66	113	22	12	27	36	31	21	21	75	11	113
Graška Gora	189	170	243	246	97	63	147	76	129	268	126	102	268
Škale	81	113	274	147	58	81	38	24	50	100	106	140	274
Kovk	375	325	325	289	174	225	273	87	242	153	124	150	375
Dobovec	648	220	242	184	250	100	307	326	257	528	577	499	648
Kum	45	66	*80	34	86	29	85	25	50	42	103	63	103
Ravska vas	354	377	222	233	255	206	211	331	293	192	274	283	377
Vnajnarje	74	121	73	79	48	17	23	37	31	51	126	75	126
EIS Celje	130	117	69	35	36	31	26	19	-	40	81	118	130
EIS Krško	244	363	101	97	170	106	89	79	43	56	60	139	363
Mobilna postaja	*147	113	85	*67	*15	14	13	17	17	55	75	83	147

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

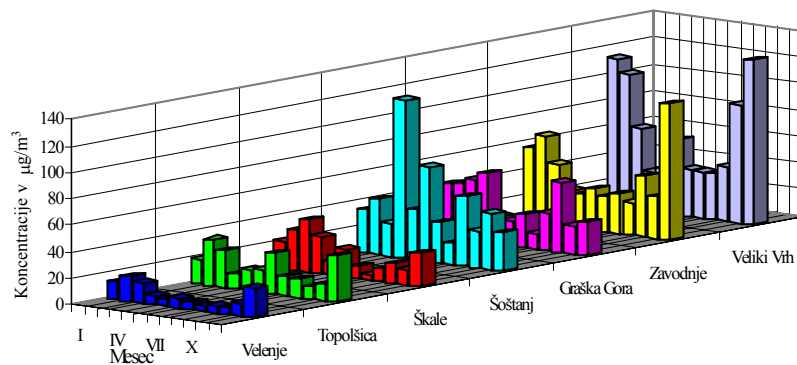
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.1.(1): Povprečne letne koncentracije in 98-percentilna vrednost polurnih koncentracij SO₂ v letu 1998 (MIV- mejna vrednost)
 Figure 4.3.1.1.(1): Average annual concentrations and 98-percentile value of ½-hour concentrations of SO₂ in 1998 (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 v letu 1998
 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 in 1998

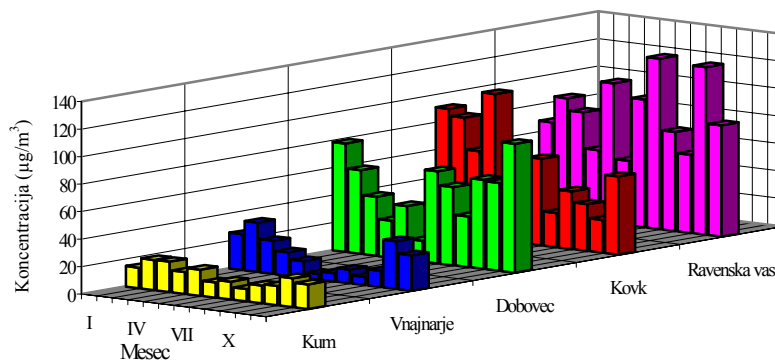


Slika 4.3.1.1.(3): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih EIS TEŠ v letu 1998

Figure 4.3.1.1.(3): Average monthly concentrations of SO₂ at EIS TEŠ monitoring sites in 1998

Slika 4.3.1.1.(4): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih EIS TET v letu 1998

Figure 4.3.1.1.(4): Average monthly concentrations of SO₂ at EIS TET monitoring sites in 1998



V povprečju je bil zrak v Sloveniji v letu 1998 najbolj onesnažen v zimskih mesecih (december, januar, februar). Najvišje *povprečne mesečne* kot tudi *maksimalne dnevne* koncentracije so bile preko celega leta izmerjene na merilnih mestih EIS-TET.

24-urna mejna imisijska koncentracija 125 µg/m³ je bila v Sloveniji najpogosteje presežena februarja (57 dni) in decembra(51 dni). **Mejna urna koncentracija** 350 µg/m³ je bila najpogosteje presežena v februarju, skupno 345 ur.

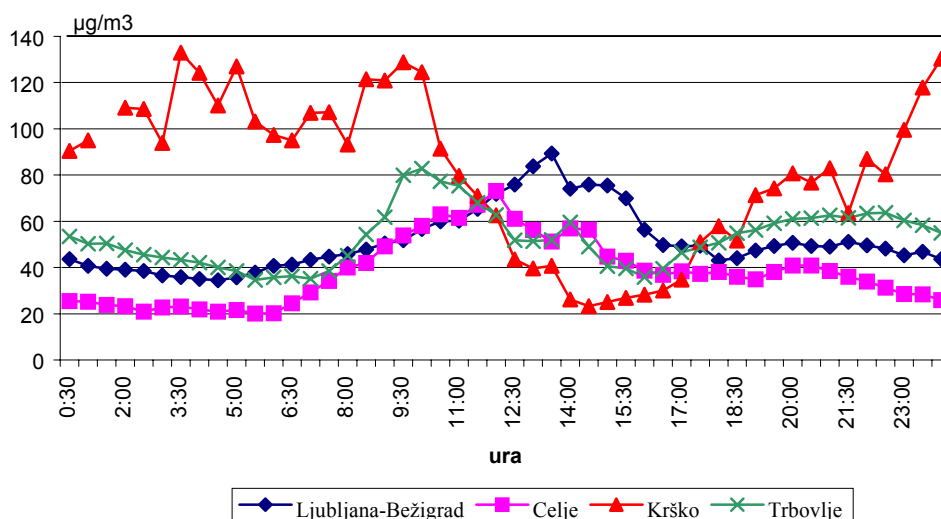
Kritična urna koncentracija 700 µg/m³ je bila najpogosteje presežena v decembru (57 ur), od tega 23 ur v sistemu TET in 34 ur v sistemu TEŠ.

Mejna letna koncentracija 50 µg/m³ je bila presežena v okolici TEŠ in TET.

98-percentilna polurna koncentracija 250 µg/m³ je bila presežena do 110% v okolici TEŠ in do 120% v okolici TET.

Dnevni hod

Najvišje koncentracije SO₂ na merilnih mestih sistema ANAS so bile dosežene med 10.00 dopoldne in 14.00 popoldne (slika 4.3.1.1.(5)), na merilnem mestu v Krškem, ki je pod vplivom tovarne celuloze, pa v nočnem času.



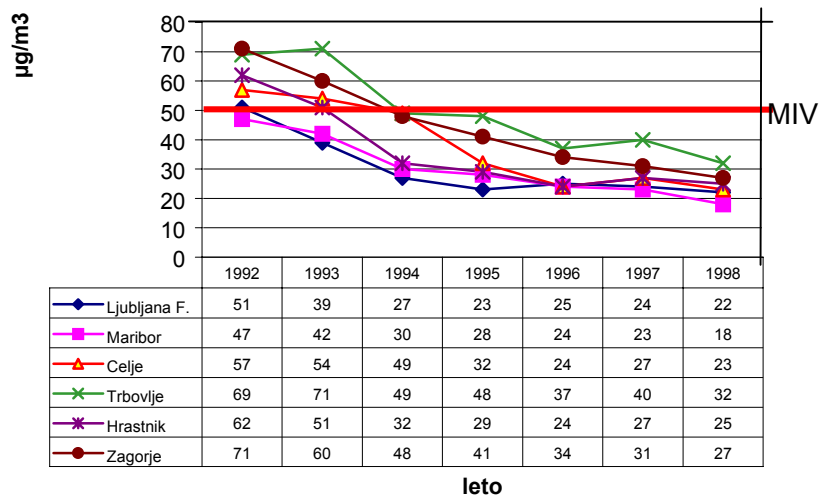
Slika 4.3.1.1.(5): Dnevni hod koncentracij SO₂ na štirih merilnih mestih ANAS v obdobju januar-marec 1998

Picture 4.3.1.1.(5): Daily variation of SO₂ at four ANAS monitoring sites for the period January-March 1998

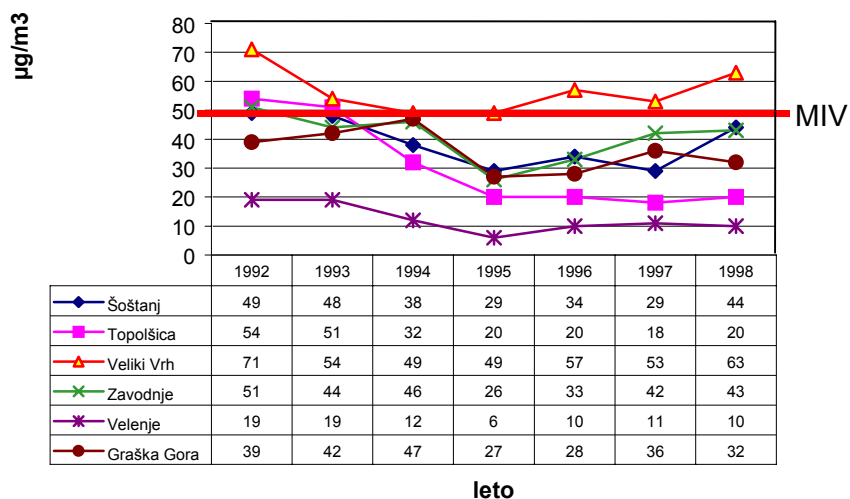
Časovni trend

Iz analize večletnih vrednosti (slike 4.3.1.1.(6-8), tabeli 4.3.1.1.(5-6)) sledi:

- Onesnaženost z SO₂ v letu 1998 se je glede na leto 1997 v večjih mestih (postaje ANAS) in na vplivnem področju TE Trbovlje nekoliko zmanjšala, na vplivnem področju TE Šoštanj pa se je rahlo povečala.
- V zadnjih nekaj letih koncentracije SO₂ v mestih padajo in so precej pod mejno letno vrednostjo 50 µg/m³, medtem ko v okolici termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje ostajajo na približno enakem nivoju in so blizu mejne vrednosti, ponekod pa celo nad njo.
- Najvišje urne koncentracije v zadnjih letih v večjih mestih sicer upadajo, vendar so razen v Mariboru še nad mejno vrednostjo 350 µg/m³. Na vplivnih območjih obeh termoelektrarn najvišje urne vrednosti v zadnjih letih ostajajo visoke in precej presegajo mejno vrednost.



Slika 4.3.1.1.(6): Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih ANAS
 Figure 4.3.1.1.(6): Average annual concentrations of SO₂ at ANAS monitoring sites



Slika 4.3.1.1.(7): Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih TEŠ
 Figure 4.3.1.1.(7): Average annual concentrations of SO₂ at TEŠ monitoring sites

Tabela 4.3.1.1.(6): Najvišje urne vrednosti koncentracij SO₂, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

Table 4.3.1.1.(6): 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	1998
Ljubljana-Fig.	1328	1194	744	718	1009	919	796
Ljubljana -Bež.	1257	1380	532	843	1198	1593	936
Maribor	928	396	304	286	223	211	161
Celje	719	797	733	993	263	975	623
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806	693
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930	978
Zagorje	1701	1000	716	606	605	914	1092
Šoštanj	2383	2272	2739	1945	1412	1536	1495
Topolščica	2021	2265	1482	878	1107	1050	1245
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720	1530
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154	2255
Velenje	735	1169	764	261	578	672	1316
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579	1076
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000	1916
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072	4548
Kum	530	539	776	2324	1114	3640	1344
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578	1846

4.3.1.2. Dušikovi oksidi

Največji vir dušikovih oksidov je promet. Meritve dušikovih oksidov so v letu 1998 potekale na 8 stalnih merilnih mestih ter z mobilnima postajama v Ljubljani in v Škalah. Letne rezultate podajamo za vsa merilna mesta. Z zvezdico smo označili podatke z lokacij, ki so zaradi premajhnega deleža dobrih podatkov (manj kot 85 %) le informativni.

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)) v letu 1998 ne presegajo mejne koncentracije na nobenem stalnem merilnem mestu, pač pa na mobilni postaji v ožjem središču Ljubljane. Podatki z ljubljanske mobilne postaje presegajo tudi dovoljeno dnevno vrednost (tabela 4.3.1.2.(1), slika 4.3.1.2.(1)).

Najvišje povprečne mesečne koncentracije so bile na večini merilnih mest dosežene v mesecih december in februar. V Ljubljani, Mariboru, EIS-Celju in Trbovljah je bil z NO₂ najbolj onesnažen mesec februar, v Celju pa mesec 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.(1-5)

Tabela 4.3.1.2.(1): Onesnaženost zraka z NO₂ v letu 1998

Table 4.3.1.2.(1): NO₂ pollution in 1998

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/24}	C _{m/1}	d>150	u>300
---------	---	----------------	-----------------	-------------------	------------------	-------	-------

Ljubljana F.*	68	42	105	103	324	0	1
Maribor *	57	39	90	70	182	0	0
Celje*	-	29	90	93	198	0	0
Trbovlje*	84	29	69	76	131	0	0
Zavodnje	96	7	37	31	91	0	0
Škale	-	8	-	44	85	0	0
Kovk *	82	7	26	24	56	0	0
Vnajnarje	98	3	21	21	59	0	0
EIS-Celje*	71	47	105	99	178	0	0
Mobilna postaja ⁺	85	52	157	209	295	6	0

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/m ³), mejna vrednost 50 µg/m ³
C ₉₈	98-percentil za polurne vrednosti (µg/m ³)
C _{m/24}	maksimalna 24-urna koncentracija (µg/m ³)
C _{m/1}	maksimalna 1-urna koncentracija (µg/m ³)
MIV	mejna imisijska vrednost
d>150	število dni s preseženo 24-urno MIV 150 µg/m ³
u>300	število ur s preseženo 1-urno MIV 300 µg/m ³
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
+	od 1.1. do 18.6.1998 na lokaciji Ljubljana-Roška, od 18.6.1998 dalje pa na lokaciji Ljubljana-Bežigrad

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³), limit value 50 µg/m ³
C ₉₈	98-percentile of 1/2-hour values (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)
d>150	number of days with exceeded 24- hour LV of 150 µg/m ³
u>300	number of hours with exceeded 1- hour LV of 300 µg/m ³
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data
+	January through June 18 at Ljubljana-Roška site, June 18 through December at Ljubljana-Bežigrad

Tabela 4.3.1.2.(2): Onesnaženost zraka z NO_x v letu 1998Table 4.3.1.2.(2): NO_x pollution in 1998

Postaja	%	C _p
Ljubljana F.*	68	75
Maribor *	57	64
Celje*	61	49
Trbovlje*	84	55
Zavodnje	96	8
Kovk	88	7
Vnajnarje	98	3
Mobilna postaja ⁺	85	92

Legenda:

% odstotek veljavnih podatkov

C_p povprečna letna koncentracija (µg/m³)

* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

+ od 1.1. do 18.6.1998 na lokaciji Ljubljana-Roška, od 18.6.1998 dalje pa na lokaciji Ljubljana-Bežigrad

Legend:

% percentage of valid data

C_p average annual concentration (µg/m³)

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

+ January through June 18 at Ljubljana-Roška site, June 18 through December at Ljubljana-Bežigrad

Tabela 4.3.1.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1998Table 4.3.1.2.(3): Average monthly concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	44	62	*61	*31	-	*28	*32	32	35	44	47	*60	*42
Maribor	*43	*49	*45	*50	*36	*33	32	*26	*36	*36	*36	*45	*39
Celje	-	-	*37	*26	*22	*18	*22	-	20	*23	*32	58	*29
Trbovlje	32	41	33	29	*30	22	*23	23	23	24	29	39	*29
Zavodnje	9	8	6	5	5	5	5	5	5	7	7	13	7
Škale	10	10	10	9	6	*7	5	4	6	8	9	15	8
Kovk	9	9	8	7	3	*8	5	*4	*5	5	7	*10	*7
Vnajnarje	1	1	1	0	0	2	2	1	4	5	5	10	3
EIS Celje	-	*65	55	45	42	37	*38	-	-	48	*54	-	*48
Mobilna postaja	*51	77	48	*47	*43	39	26	*26	60	40	46	102	52

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 NO_x (µg/m³) v letu 1998Table 4.3.1.2.(4): Average monthly concentrations of NO_x (µg/m³) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	90	136	*86	*41	-	*35	*40	40	52	84	98	*120	*75
Maribor	*84	*82	*68	*79	*52	*47	43	*35	*56	*66	*65	*88	*64
Celje	-	-	*51	*33	*27	*21	*26	-	32	*44	*70	116	*49
Trbovlje	70	87	54	44	*48	37	*36	36	45	49	64	81	*55
Zavodnje	11	10	7	5	5	6	5	6	6	9	8	16	8
Škale	11	11	11	9	6	*8	6	4	6	9	9	17	9
Kovk	10	9	9	8	3	*9	6	*4	*5	6	7	*12	*7
Vnajnarje	1	1	1	0	0	2	2	1	4	6	5	12	3
Mobilna postaja	*130	199	88	*81	*76	65	30	*30	43	68	81	198	92

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 dnevne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1998Table 4.3.1.2.(5): Maximum 1-hour concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	84	98	*77	*51	-	*44	*41	42	47	70	66	*103	*103
Maribor	*65	*68	*68	*70	-	*48	40	*43	*44	*53	*48	*58	*70
Celje	-	-	*71	*41	*36	*28	*32	-	27	*33	*52	93	*93
Trbovlje	49	76	52	46	*50	32	*30	34	33	32	40	61	*76
Zavodnje	21	22	15	23	15	17	10	14	12	14	16	31	31
Škale	22	17	44	20	11	*12	13	9	13	17	22	28	44
Kovk	16	17	20	15	13	*12	10	*6	*9	13	13	*24	*24
Vnajarje	2	4	4	1	1	5	6	3	17	15	19	21	21
EIS Celje	-	*99	83	66	57	37	*53	-	-	59	*62	-	*99
Mobilna postaja	*75	115	83	*68	*64	53	35	*37	98	62	69	209	209

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

Tabela 4.3.1.2.(6): Maksimalne urne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1998

Table 4.3.1.2.(6): Maximum 1-hour concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	324	164	*111	*83	-	*87	*76	91	94	143	137	*205	*324
Maribor	*117	*117	*182	*108	63	*90	74	*74	*94	*86	*82	*129	*182
Celje	-	-	*198	*109	*101	*78	*72	-	64	*63	*87	164	*198
Trbovlje	85	131	88	80	*70	63	*56	59	81	78	84	90	*131
Zavodnje	57	67	54	82	58	49	47	76	52	62	58	91	91
Škale	49	53	85	58	51	*69	67	55	66	41	33	50	85
Kovk	37	32	51	41	56	*52	28	*30	*26	34	29	*48	*56
Vnajarje	4	6	6	3	3	13	23	8	59	52	40	50	59
EIS Celje	-	*178	150	110	104	99	*80	-	-	92	*84	-	*178
Mobilna postaja	*104	180	134	*123	*126	93	68	*78	160	110	104	295	295

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

MV-1 leto

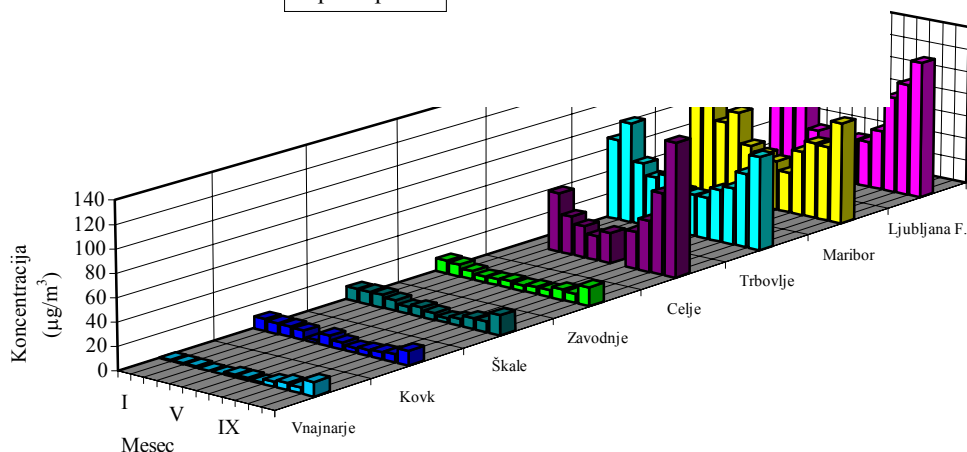
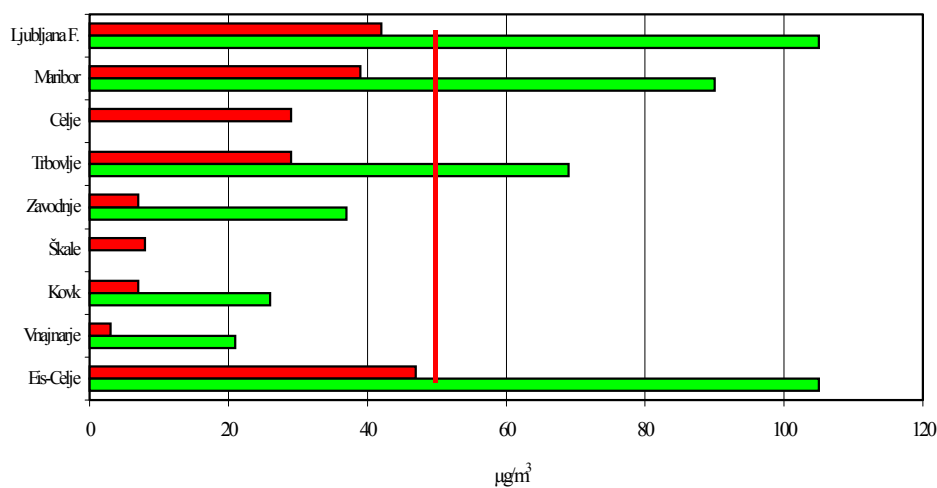


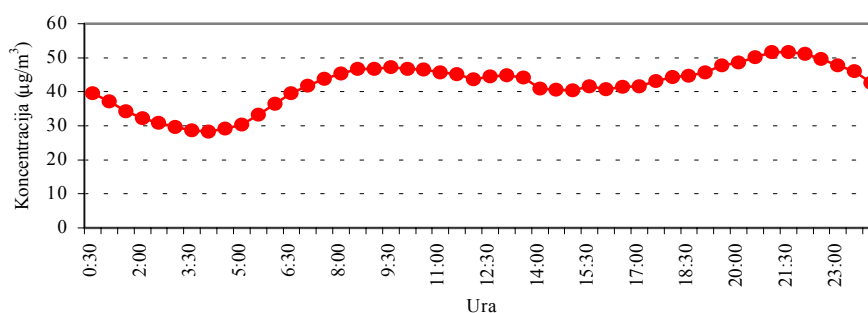
Figure 4.3.1.2.(2): Average monthly concentrations of NO₂

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 jutranjih in večernih urah (slika 4.3.1.2.(4)).

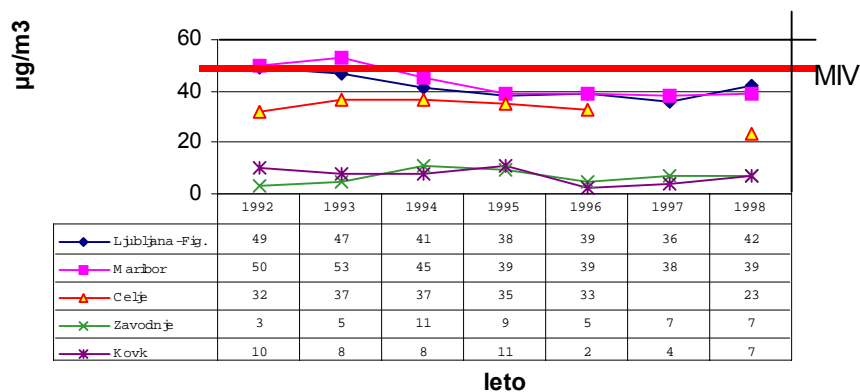


Slika 4.3.1.2.(4): Dnevni hod koncentracije NO₂ na merilnem mestu Ljubljana-Figovec v letu 1998

Figure 4.3.1.2.(4): Daily variation of NO₂ concentration at Ljubljana-Figovec site in 1998

Časovni trend

Koncentracije NO₂ so bile tudi v letu 1998 pod mejno vrednostjo in se zadnjih nekaj let bistveno ne spreminjajo.



Slika 4.3.1.2.(5): Povprečne letne koncentracije NO₂

Figure 4.3.1.2.(5): Average annual concentrations of NO₂

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

Table 4.3.1.2.(7): Mean annual NO₂ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	Povprečne letne koncentracije NO ₂ (µg/m ³)						
	LETO						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Ljubljana-Fig.	49	47	41	38	39	36	42
Maribor	50	53	45	39	39	38	39
Celje	32	37	37	35	33		23
Zavodnje	3	5	11	9	5	7	7
Kovk	10	8	8	11	2	4	7

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 $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$. V tabeli je navedena tudi nadmorska višina merilnega mesta, ki močno vpliva na koncentracije ozona.

V tabeli 4.3.1.3.(2) so prikazane povprečne mesečne koncentracije ozona. Meritve v Rakičanu potekajo od aprila 1998 dalje, vendar je še veliko rezultatov negotovih, zato jih nismo vključili v letni prikaz.

Najvišje dnevne koncentracije so bile dosežene v času od aprila do junija.

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 višje ležečih mestih (Krvavec, Vnajarje). Vrednost 98-tega percentila je bila glede na manjšo nadmorsko višino visoka tudi na merilnih mestih Ljubljana-Figovec, Hrastnik in Celje. 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 1998

Table 4.3.1.3.(1): Air Pollution with ozone in 1998

Postaja	nv	%	C _p	C ₉₈	C _{veget}	C _{m/24}	C _{1max}	8ur>110	u>150	d>65	d>130
Krvavec	1720	93	100	151	114	152	187	419	163	322	38
Iskrba	520	93	57	135	68	128	183	163	38	121	0
Ljubljana F.	298	96	40	132	58	129	189	99	53	64	0
Ljubljana B.	300	96	40	122	57	112	181	52	27	52	0
Maribor *	270	84	39	105	56	89	151	13	1	34	0
Celje	240	92	41	128	61	125	168	98	11	71	0
Trbovlje	265	90	41	115	53	108	174	35	4	50	0
Hrastnik	290	89	43	132	58	134	187	35	24	68	0
Zavodnje	770	94	72	134	89	139	164	120	29	181	2
Velenje	390	98	43	118	56	101	176	36	5	64	0
Škale	410	-	50	-	70	107	165	38	6	77	0
Kovk	600	94	61	112	73	137	168	22	19	133	1
Vnajnarje	630	99	77	150	96	-	-	189	162	225	11
Maribor Tezno*	275	71	44	-	56	106	152	39	2	47	0
Mobilna post.*†	298	84	35	119	55	118	193	48	26	45	0

Legenda:

nv	nadmorska višina (m)
%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/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(µg/m ³), mejna vrednost 60 µg/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
8 ur>110	število prekorajitev 8-urne MIV 110 µg/m ³ v letu
u>150	število ur v letu s preseženo 1-urno MIV 150 µg/m ³
d>65	število dni v letu s preseženo 24-urno MIV 65 µg/m ³
d>130	število dni v letu s preseženo 24-urno KIV 130 µg/m ³
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
+	od 1.1. do 18.6.1998 na lokaciji Ljubljana-Roška, od 18.6.1998 dalje pa na lokaciji Ljubljana-Bežigrad
krepko tiskano	presežena mejna vrednost za celotno vegetacijsko obdobje (60 µg/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}	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
+	January through June 18 at Ljubljana-Roška site, June 18 through December at Ljubljana-Bežigrad
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 fotokemičnih 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 času od aprila do avgusta (tabela 4.3.1.3.(2)). V teh mesecih 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1998

Table 4.3.1.3.(2): Average monthly concentrations of ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	80	98	98	118	120	113	*124	115	92	88	76	82	100
Iskrba	46	*51	70	87	*72	65	68	65	50	45	38	31	57
Ljubljana F.	16	25	46	65	59	70	64	56	34	19	12	7	40
Ljubljana B.	17	30	47	58	55	65	65	60	36	24	15	9	40
Maribor Center	21	*30	42	53	58	*50	58	60	34	*19	22	15	*39
Celje	16	26	41	65	79	72	59	*58	34	24	13	5	41
Trbovlje	14	20	51	64	59	*52	54	51	37	32	28	23	41
Hrastnik	21	28	56	76	73	62	50	50	*34	24	*17	*11	43
Zavodnje	50	76	83	99	105	*91	87	88	62	48	41	38	72
Velenje	26	31	53	59	59	47	61	65	42	29	22	14	43
Škale	35	51	62	73	83	*67	*55	-	-	*26	28	21	50
Kovk	42	*58	*60	70	77	80	87	71	54	44	41	47	61
Vnajnarje	47	79	81	105	105	114	94	89	68	58	46	40	77
Maribor Tezno	42	*70	*50	62	68	54	-	-	39	23	18	16	*44
Rakičan					71	59	*54	*43		32			
Mobilna postaja	*14	22	42	*56	*55	58	71	*56	35	23	14	6	35

LEGENDA: * informativni podatki, preizek 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 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Table 4.3.1.3.(3): Number of exceedances of 24-hour ozone limit value of $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	28	26	30	27	29	27	*22	27	23	27	26	30	322
Iskrba	6	*6	18	27	*16	13	12	12	4	4	3	0	121
Ljubljana F.	0	1	4	11	12	15	12	8	1	0	0	0	64
Ljubljana B.	0	1	3	10	6	12	10	8	1	1	0	0	52
Maribor Center	0	*0	2	4	9	*1	8	10	0	*0	0	0	*34
Celje	0	1	1	15	24	16	10	*4	0	0	0	0	71
Trbovlje	0	0	6	14	12	*5	6	3	1	3	0	0	50
Hrastnik	0	1	9	21	21	7	5	3	*0	1	*0	*0	68
Zavodnje	2	19	26	29	25	*18	24	25	10	2	0	1	181
Velenje	0	1	7	11	11	5	11	14	1	3	0	0	64
Škale	0	2	13	19	25	*6	*2	-	-	*0	0	0	56
Kovk	0	*4	*9	18	26	22	25	18	3	2	0	6	133
Vnajnarje	2	24	23	30	30	30	28	30	18	8	1	1	225
Maribor Tezno	3	*2	*4	12	19	5	-	-	2	0	0	0	*47
Mobilna postaja	*0	1	0	*8	*8	5	17	*0	1	1	0	0	41

LEGENDA: * informativni podatki, preizek odstotek dobrih podatkov

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

Tabela 4.3.1.3.(4): Število prekorajitev 8-urne mejne imisijske koncentracije ozona 110 µg/m³ v letu 1998

Table 4.3.1.3.(4): Number of exceedances of 8-hour ozone limit value of 110 µg/m³ in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	0	12	23	77	87	71	*71	65	12	1	0	0	419
Iskrba	0	*5	15	31	*23	26	29	30	4	0	0	0	163
Ljubljana F.	0	2	1	11	14	29	23	16	3	0	0	0	99
Ljubljana B.	0	0	0	3	0	17	17	12	3	0	0	0	52
Maribor Center	0	*0	0	0	0	*0	3	10	0	*0	0	0	*13
Celje	0	2	0	4	33	33	16	*10	0	0	0	0	98
Trbovlje	0	0	2	11	3	*6	7	6	0	0	0	0	35
Hrastnik	0	0	7	18	35	15	4	5	*0	0	*0	*0	84
Zavodnje	0	5	9	22	36	*16	14	17	0	0	0	0	120
Velenje	0	1	2	1	4	2	11	14	0	1	0	0	36
Škale	0	2	5	6	18	*7	*0	-	-	*0	0	0	38
Kovk	0	*0	*0	0	1	7	11	3	0	0	0	0	22
Vnajnarje	0	7	10	31	43	50	22	22	4	0	0	0	189
Maribor Tezno	0	*2	*2	6	20	9	-	-	0	0	0	0	*39
Rakičan					34	11	*5	*0		0			
Mobilna postaja	*0	0	1	*1	*4	2	33	*4	3	0	0	0	48

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

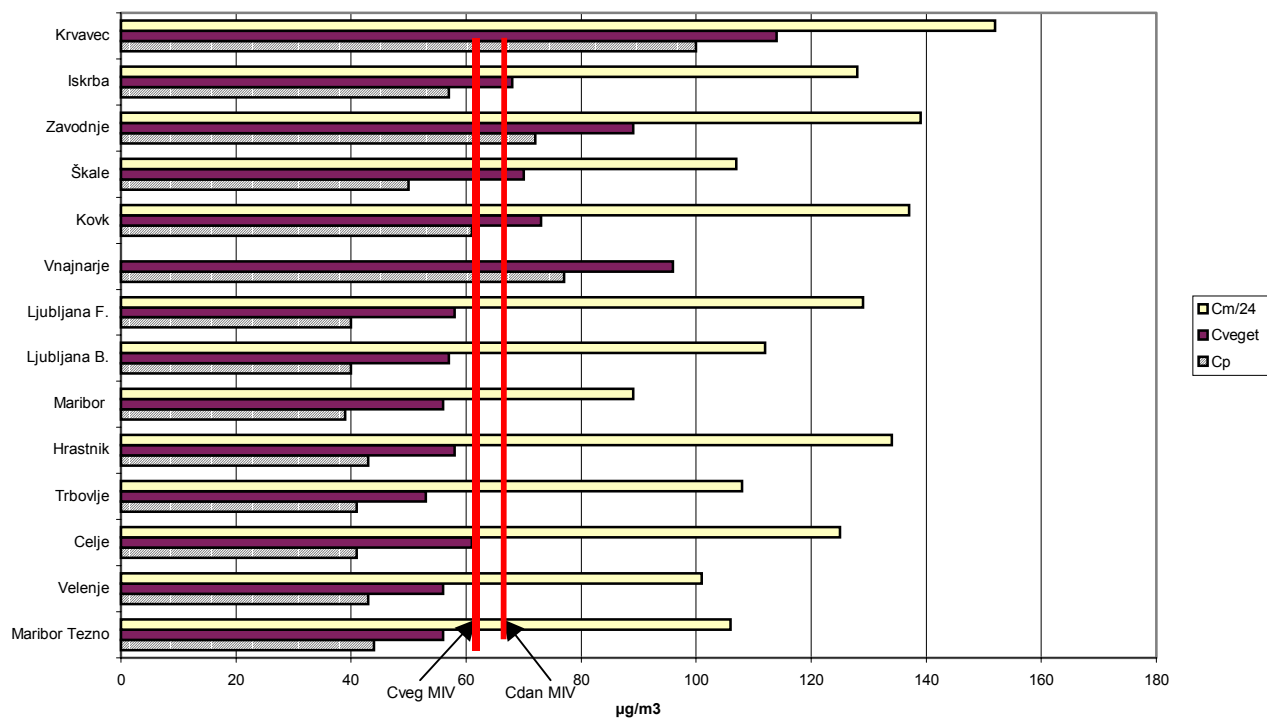
Tabela 4.3.1.3.(5): Maksimalne 1-urne koncentracije ozona (µg/m³) v letu 1998

Table 4.3.1.3.(5): Maximum 1-hour ozone concentrations (µg/m³) in 1998

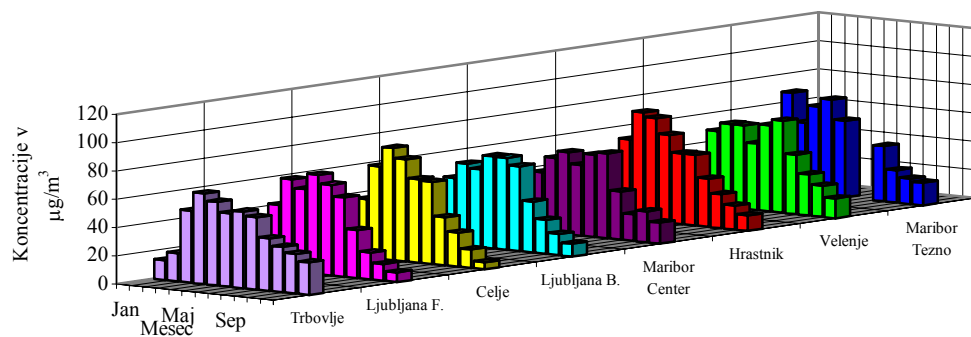
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	105	177	157	178	*161	180	*187	170	140	120	102	101	187
Iskrba	92	*133	153	155	139	166	164	183	143	107	97	86	183
Ljubljana F.	68	121	139	162	142	174	189	182	134	99	57	33	189
Ljubljana B.	69	126	117	137	119	165	181	155	126	96	56	42	181
Maribor Center	62	*77	119	113	124	*115	130	151	86	*87	75	60	*151
Celje	59	131	119	138	140	160	151	*168	128	102	68	32	168
Trbovlje	39	105	142	141	126	*153	146	174	120	109	69	71	174
Hrastnik	53	100	145	172	152	187	136	148	*94	96	*73	*64	187
Zavodnje	85	146	155	163	164	*156	159	157	117	90	79	76	164
Velenje	72	128	131	131	125	136	176	164	126	128	87	71	176
Škale	71	139	142	146	165	*147	*126	-	-	*81	71	74	165
Kovk	73	*100	*106	117	126	165	168	138	101	90	81	101	168
Vnajnarje	90	148	143	187	175	-	185	156	134	108	81	82	185
Maribor Tezno	121	*132	*142	152	145	143	-	-	111	107	81	56	*152
Rakičan					155	161	*127	*111		108			
Mobilna postaja	*62	106	125	*124	*139	134	193	*145	132	100	61	43	193

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

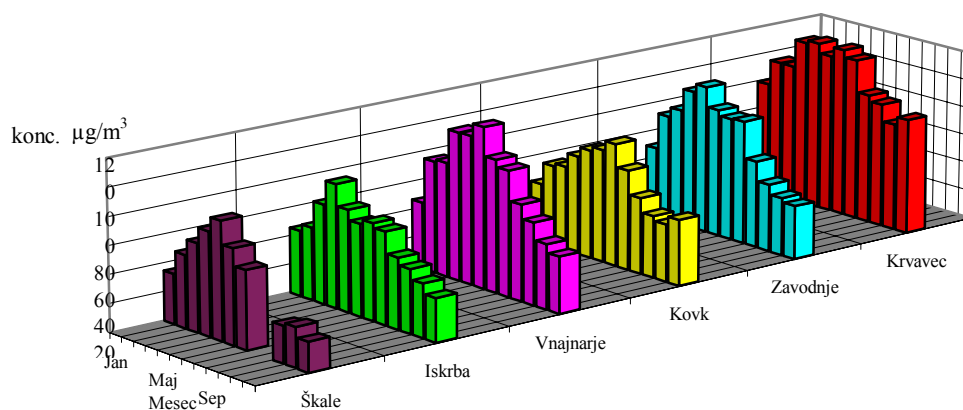
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.3.(1): Povprečne letne, maksimalne dnevne in koncentracije ozona za vegetacijsko dobo v letu 1998 (MIV- mejna vrednost)
 Figure 4.3.1.3.(1): Average annual, maximum 24-hour and vegetation period ozone concentrations in 1998 (MIV- limit value)



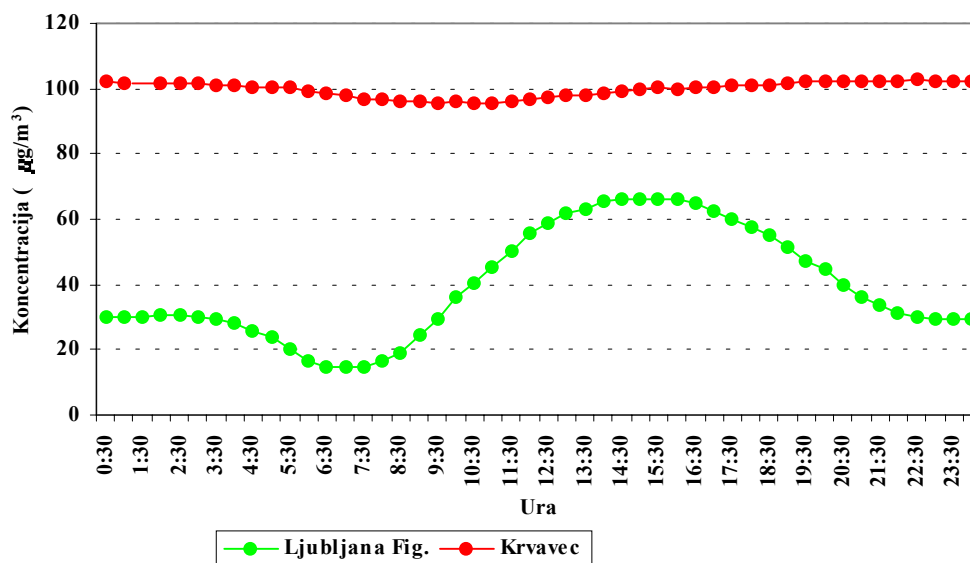
Slika 4.3.1.3.(2): Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 1998
 Figure 4.3.1.3.(2): Average monthly ozone concentrations in 1998



Slika 4.3.1.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 1998
 Figure 4.3.1.3.(3): Average monthly ozone concentrations in 1998

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-Figovec). 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 Krvavec). 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 Ljubljana-Figovec in Krvavec v letu 1998
 Figure 4.3.1.3.(4): Daily variation of ozone at Ljubljana-Figovec and Krvavec monitoring sites in 1998

Časovni trend

Iz podatkov na sliki 4.3.1.3.(5) 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. Koncentracije ozona v letu 1998 se glede na prejšnja leta niso bistveno spremenile.

Slika 4.3.1.3.(5): Povprečne letne koncentracije ozona

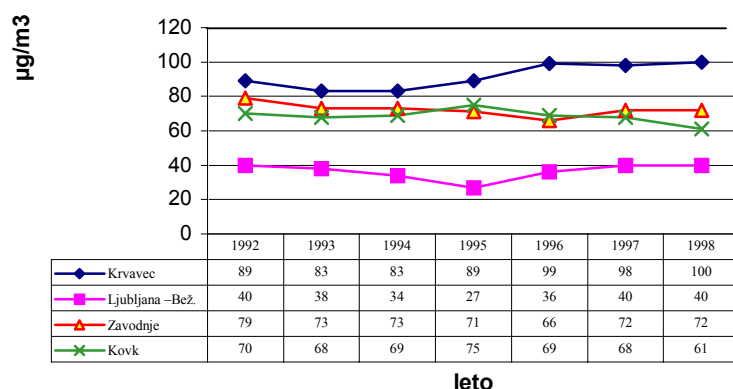


Figure 4.3.1.3.(5): Average annual ozone concentrations

4.3.1.4. Ogljikov monoksid

Zrak je z ogljikovim monoksidom malo onesnažen (tabeli 4.3.1.4.(1-2)). Odstotek dobrih podatkov je prenizek na vseh treh merilnih mestih, zato so podatki zgolj informativni. Mejne vrednosti v letu 1998 niso bile presežene.

Največji vir CO je promet. Na sliki dnevnega hoda koncentracij za lokacijo Ljubljana-Bežigrad (slika 4.3.1.4.(2)) se zato dobro vidi jutranja prometna konica, popoldanska konica pa je premaknjena na večerni čas, ker je postaja odmaknjena od cest.

Tabela 4.3.1.4.(1): Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom v letu 1998

Table 4.3.1.4.(1): Air pollution with carbon monoxide in 1998

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/1}	C _{m/2}	1/2u>60	u>30	8u>10
Ljubljana B. *	76	1,3	5,7	17,2	17,6	0	0	1
EIS Celje*	-	1,0	4,6	12,4	13,6	0	0	-
Mobilna pos.* ⁺	83	1,6	6,1	13,9	15,4	0	0	2

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/m^3
 $8u > 10$ število 8-urnih intervalov s preseženo 8-urno MIV 10 mg/m^3
 * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 + January through June 18 at Ljubljana-Roška site, June 18 through December at Ljubljana-Bežigrad

Legend:

% percentage of valid data
 C_p average annual concentration (mg/m^3)
 C_{98} 98-percentile value for $\frac{1}{2}$ -hour values (mg/m^3)
 $C_{m/1}$ maximum 1- hour concentration (mg/m^3)
 $C_{m/2}$ maximum $\frac{1}{2}$ - hour concentration (mg/m^3)
 MIV limit value (LV)
 $\frac{1}{2}u > 60$ number of $\frac{1}{2}$ -hour intervals with exceeded $\frac{1}{2}$ - hour LV of 60 mg/m^3
 $u > 30$ number of hours with exceeded 1- hour LV of 30 mg/m^3
 $8u > 10$ number of 8-hour intervals with exceeded 8- hour LV of 10 mg/m^3
 * for information only, due to insufficient percentage of valid data
 + January through June 18 at Ljubljana-Roška site, June 18 through December at Ljubljana-Bežigrad

Tabela 4.3.1.4.(2): Povprečne mesečne koncentracije CO (mg/m^3) v letu 1998

Table 4.3.1.4.(2): Average monthly concentrations of CO (mg/m^3) in 1998

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

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

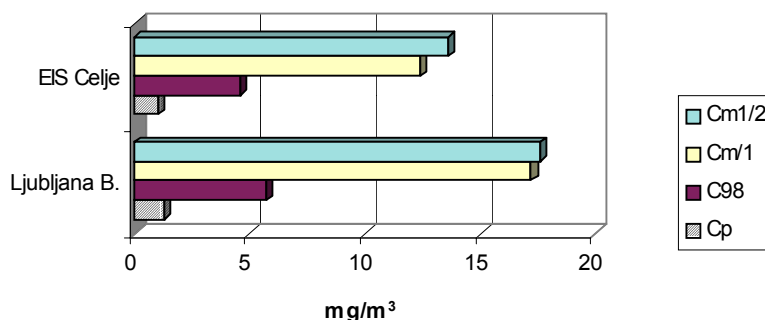
Tabela 4.3.1.4.(3): Maksimalne urne koncentracije CO (mg/m^3) v letu 1998

Table 4.3.1.4.(3): Maximum 1-hour concentrations of CO (mg/m^3) in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana B.	*6,1	17,2	4,9	3,5	2,6	2,4	*2,3	*2,6	*3,9	7,1	*8,3	*13,1	*17,2
EIS Celje	*9,3	10,5	*3,8	*2,9	*2,6	*3,3	*2,7	-	-	*2,1	*4,9	*12,4	*12,4
Mobilna postaja	*8,5	13,9	5,8	*5,1	*4,0	3,5	1,7	*1,8	2,7	6,5	6,2	11,8	*13,9

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

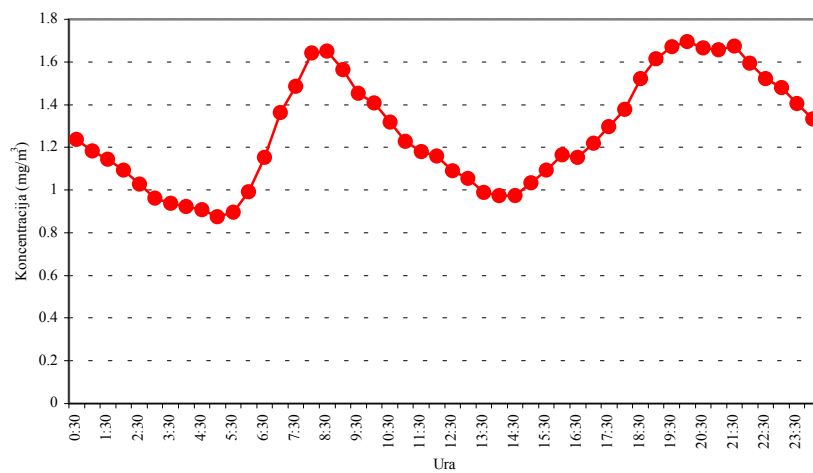


Slika 4.3.1.4.(1): Povprečna letna koncentracija, 98-percentil in maksimalne koncentracije CO v letu 1998

Figure 4.3.1.4.(1): Average annual concentrations, 98-percentile values, and maximum concentrations of CO in 1998

Dnevni hod

Iz slike 4.3.1.4.(2) razberemo izrazit dnevni hod koncentracije CO na mestni lokaciji. Oba maksimuma sta odraz prometnih konic.



Slika 4.3.1.4.(2): Dnevni hod CO na merilnem mestu Ljubljana-Bežigrad v letu 1998
Figure 4.3.1.4.(2): Daily variation of CO at the Ljubljana-Bežigrad monitoring site in 1998

4.3.1.5. Skupni lebdeči in inhalabilni delci

Skupni lebdeči delci

Odjem vzorcev poteka preko separatorja po metodi VDI 2463, postopek 11.

Najvišja povprečna letna koncentracija lebdečih delcev je bila v letu 1998 dosežena na merilnem mestu Maribor-Center.

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

Predpisana vrednost 98-tega percentila 1/2 urnih intervalov merjenja ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1998 ni bila presežena.

Z lebdečimi delci, ki izvirajo pretežno iz prometa in industrije, sta bili v letu 1998 najbolj obremenjeni merilni mesti Maribor-Center in Zagorje.

Tabela 4.3.1.5.(1): Onesnaženost zraka s skupnimi lebdečimi delci v letu 1998

Table 4.3.1.5.(1): Air pollution with total suspended particles in 1998

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/24}	C _{m/1}	d>175	u>300	d>350	u>600
Zagorje	96	63	214	230	479	9	30	0	0
Škale	-	44	-	142	597	0	5	0	0
Prapretno *	82	54	165	189	893	1	12	0	4
Vnajnarje	97	27	83	160	522	0	5	0	0
Maribor Center	85	67	228	237	343	4	9	0	0

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), MIV - $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₉₈	98-percentil za polurne vrednosti v enem letu, MIV - $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
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
d>175	število prekoračitev dnevne MIV $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu
u>300	število ur v letu s preseženo 1-urno MIV $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
d>350	število prekoračitev dnevne KIV $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu
u>600	število ur v letu s preseženo 1-urno KIV $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), MIV - $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₉₈	98-percentile value for 1/2-hour values annually, MIV - $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
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)
KIV	critical value (CV)
d>175	number of exceedances of 24-hour LV of $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$ annually
u>300	number of hours in a year with exceeded 1-hour LV of $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
d>350	number of exceedances 24-hour CV of $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ annually
u>600	number of hours in a year with exceeded 1-hour CV of $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1998

Table 4.3.1.5.(2): Average monthly concentrations of total suspended particles in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Zagorje	73	116	60	54	53	55	*52	58	50	50	61	73	63
Škale	48	58	45	36	40	*45	44	43	36	36	41	61	44
Prapretno	*61	64	50	41	44	*49	*54	54	40	*39	61	48	*54
Vnajarje	22	27	21	9	23	36	36	37	27	24	34	33	27
Maribor Center	*74	70	58	67	*59	*71	*67	56	57	54	61	114	67

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

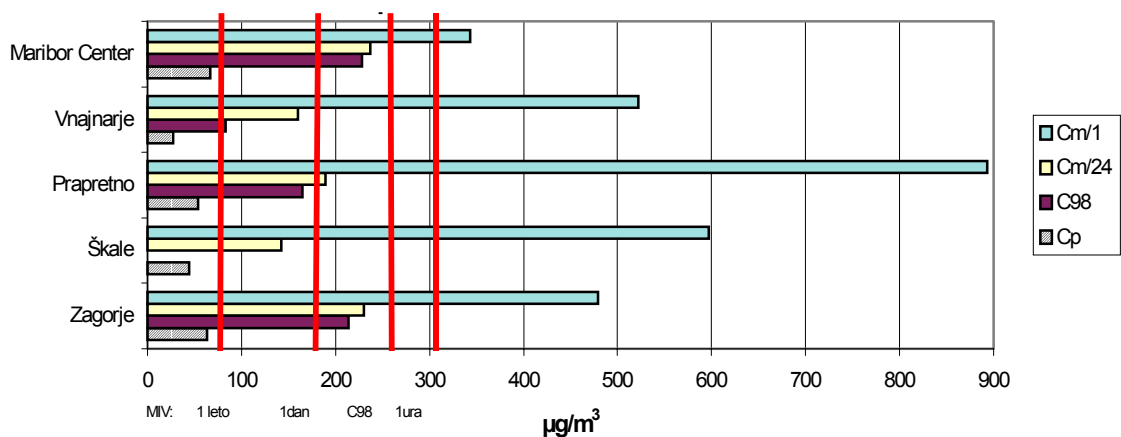
Tabela 4.3.1.5.(3): Maksimalne urne koncentracije skupnih lebdečih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1998

Table 4.3.1.5.(3): Maximum 1-hour concentrations of total suspended particles in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Zagorje	342	479	301	355	231	291	*303	319	268	230	297	239	479
Škale	597	504	206	534	122	*219	217	166	157	125	114	553	597
Prapretno	*181	229	231	179	240	*199	-	667	273	*220	301	893	*893
Vnajarje	76	192	60	86	277	113	254	411	103	98	522	129	522
Maribor Center	*336	299	224	285	*299	*300	*285	276	302	250	200	343	343

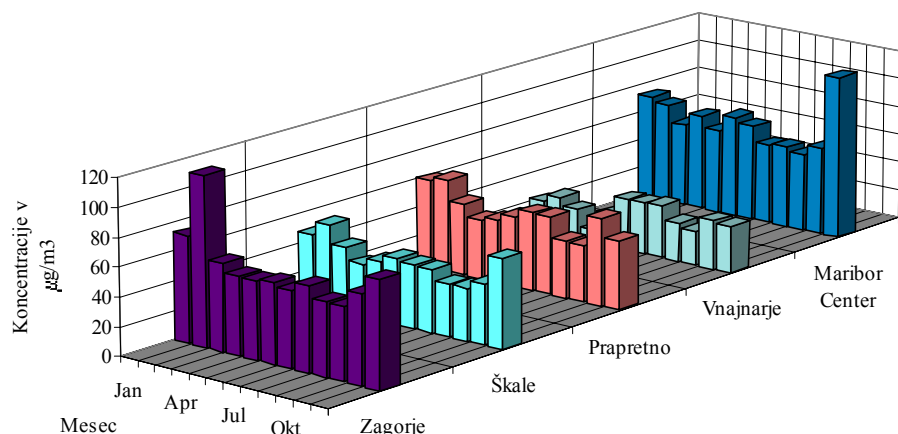
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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



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 1998; 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 1998; MIV- limit value



Slika 4.3.1.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1998
 Figure 4.3.1.5.(2): Average monthly concentrations of total suspended particles in 1998

Inhalabilni delci

Onesnaženje zraka z inhalabilnimi delci prikazujejo tabele 4.3.1.5.(4)-(6) in slike 4.3.1.5.(3)-(5).

Povprečna letna mejna vrednost $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ni bila nikjer presežena, pač pa sta bili povsod preseženi urna in dnevna mejna vrednost. Najvišje koncentracije so bile povsod izmerjene v decembru.

Tabela 4.3.1.5.(4): Onesnaženost zraka z inhalabilnimi delci PM_{10} v letu 1998

Table 4.3.1.5.(4): Air pollution with PM_{10} inhalable particles in 1998

Postaja	%	C_p	C_{98}	$C_{m/24}$	$C_{m/1}$	$d>125$	$u>200$	$d>250$	$u>400$
Ljubljana Fig.	97	41	142	164	265	7	23	0	0
Celje *	82	33	119	134	250	2	7	0	0
Trbovlje	95	48	155	158	363	5	53	0	0
EIS Celje*	77	48	142	154	412	2	22	0	0
Ljubljana Fig.* ⁺ $\text{PM}_{2,5}$	44	34	143	149	227	5	7	0	0
Ljubljana-Roška* ⁺ $\text{PM}_{2,5}$	50	33	129	127	236	1	2	0	0

Legenda:

% odstotek veljavnih podatkov

C_p povprečna letna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), MIV - $50\mu\text{g}/\text{m}^3$

C_{98} 98-percentil za polurne vrednosti v enem letu

$C_{m/24}$ 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

$d>125$ število prekoračitev dnevne MIV $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu

$u>200$ število ur v letu s preseženo 1-urno MIV $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$d>250$ število prekoračitev dnevne KIV $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v letu

$u>400$ število ur v letu s preseženo 1-urno KIV $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$

* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

+ Mobilna postaja: 1.1. do 23.7.1998 Ljubljana-Roška, 24.7. do 31.12. 1998 Ljubljana-Figovec

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), MIV -50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₉₈	98-percentile value for 1/2-hour values annually
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)
KIV	critical value (CV)
d>125	number of exceedances of 24-hour LV of 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ annually
u>200	number of hours in a year with exceeded 1- hour LV of 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
d>250	number of exceedances 24- hour CV of 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ annually
u>400	number of hours in a year with exceeded 1- hour CV of 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data
+	Mobile station: Ljubljana-Roška, Jan.1 through July 23, 1998; Ljubljana-Figovec, July 24 through Dec. 31, 1998

Tabela 4.3.1.5.(5): Povprečne mesečne koncentracije inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1998

Table 4.3.1.5.(5): Average monthly concentrations of inhalable particles in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*48	73	34	17	29	34	33	35	30	34	42	82	41
Celje	-	-	21	19	27	27	28	28	30	31	35	78	*33
Trbovlje	*62	83	48	34	38	36	38	44	*35	38	51	67	48
EIS Celje	56	73	44	*37	*36	*39	43	*39	-	*35	47	*76	48
Ljubljana Fig. PM2,5	-	-	-	-	-	-	25	26	24	21	30	73	*34
Ljubljana-Roška PM2,5	47	71	31	20	17	*15	21	-	-	-	-	-	*33

* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

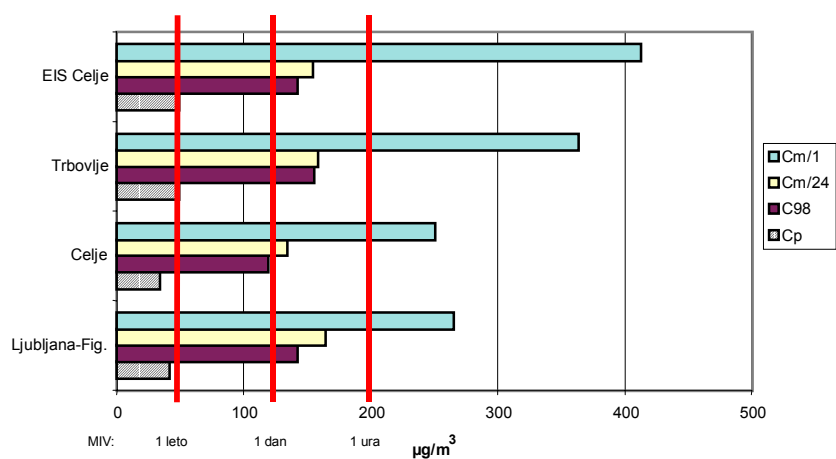
Tabela 4.3.1.5.(6): Maksimalne urne koncentracije inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1998

Table 4.3.1.5.(6): Maximum 1-hour concentrations of inhalable particles in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1998

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*158	265	120	40	94	127	113	115	112	163	178	245	265
Celje	-	-	85	110	90	100	175	154	110	130	157	250	*250
Trbovlje	*237	363	227	199	138	116	152	220	*132	156	275	329	363
EIS Celje	209	317	187	*215	*101	*117	412	*116	-	*166	195	*235	412
Ljubljana Fig. PM2,5	-	-	-	-	-	-	96	91	83	81	117	227	*227
Ljubljana-Roška PM2,5	188	236	102	89	73	84	54	-	-	-	-	-	*236

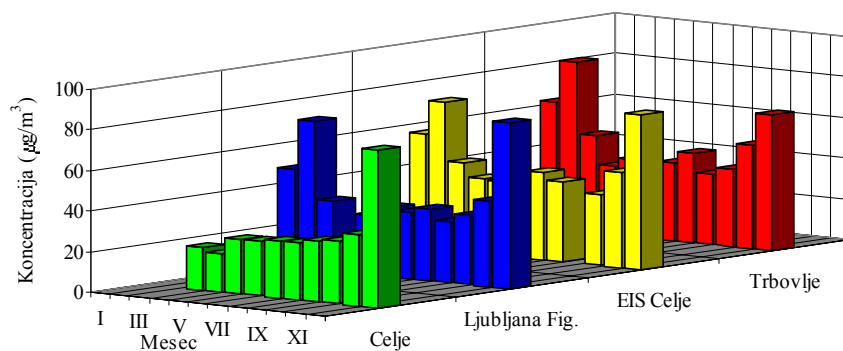
* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

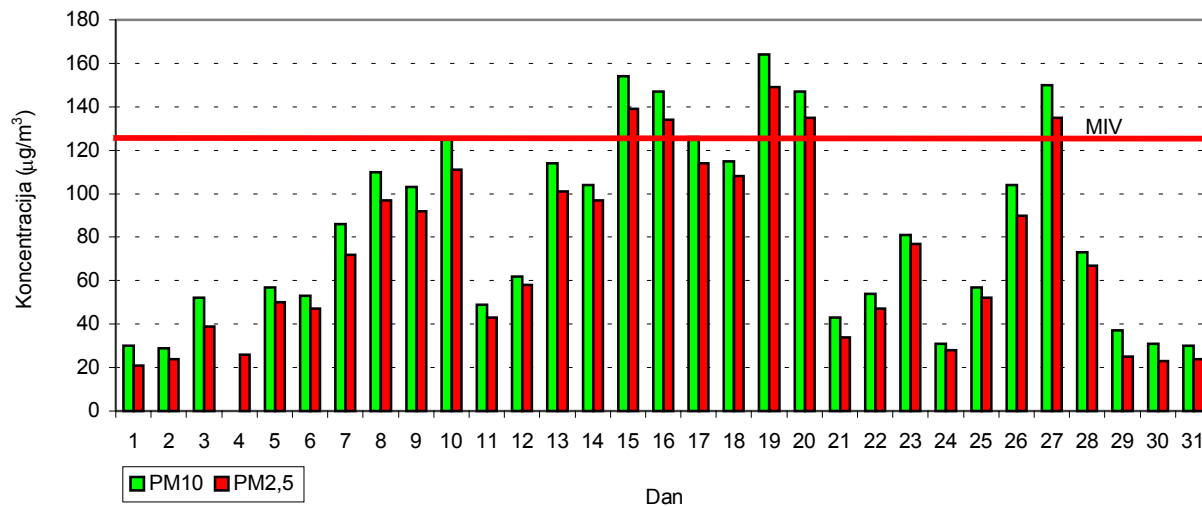
* for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.5.(3): Povprečna letna koncentracija (Cp), 98-percetil (C98) ter maksimalne urne (Cm/1) in dnevne (Cm/24) koncentracije inhalabilnih delcev PM₁₀ v letu 1998; MIV- mejna vrednost

Figure 4.3.1.5.(3): Average annual concentration (Cp), 98-percentile value (C98), maximum 1-hour (Cm/1) and maximum 24-hour concentrations of PM₁₀ particles (Cm/24) in 1998; MIV- limit value





Slika 4.3.1.5.(5): Povprečne dnevne koncentracije inhalabilnih delcev na lokaciji Ljubljana-Figovec v decembru 1998 (MIV- mejna dnevna vrednost)
 Picture 4.3.1.5.(5): Average daily concentrations of PM₁₀ and PM_{2,5} particles at Ljubljana-Figovec location in December 1998 (MIV- limit 24 hour value)

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 emisij 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/m³. Predpisana vrednost je znatno previsoka in jo bo potrebno v prihodnje znižati.

Meritve

Že štiri 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.

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. Vzoredno 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 Roški cesti v Ljubljani. Merilnik je v zraku določeval koncentracijo benzena, toluena, vsoto ksilenov in celokupno koncentracijo VOC od junija do decembra 1998. 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 v Ljubljani v letu 1998

Tabela 4.3.1.6.(1): Average monthly, maximum 1/2-hour and maximum 24-hour concentrations of VOCs in Ljubljana in 1998

	BENZEN				TOLUEN			
	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24
JUNIJ	40	2	9	3	40	7	56	12
JULIJ	72	2	12	4	72	8	38	13
AVGUST	69	3	13	5	69	9	43	17
SEPTEMBER	83	4	32	7	83	12	64	19
OKTOBER	77	6	44	12	77	15	120	38
NOVEMBER	92	6	41	11	92	15	153	33
DECEMBER	89	15	71	38	89	31	165	88

	M.-P- KSILEN				O- KSILEN			
	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24
JUNIJ	40	4	56	12	40	1	4	2
JULIJ	70	4	32	8	71	1	8	2
AVGUST	67	5	18	8	68	2	6	2
SEPTEMBER	83	7	24	12	83	2	37	5
OKTOBER	77	9	78	21	77	3	27	7
NOVEMBER	92	9	81	20	92	3	27	6
DECEMBER	89	19	107	58	89	6	36	18

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

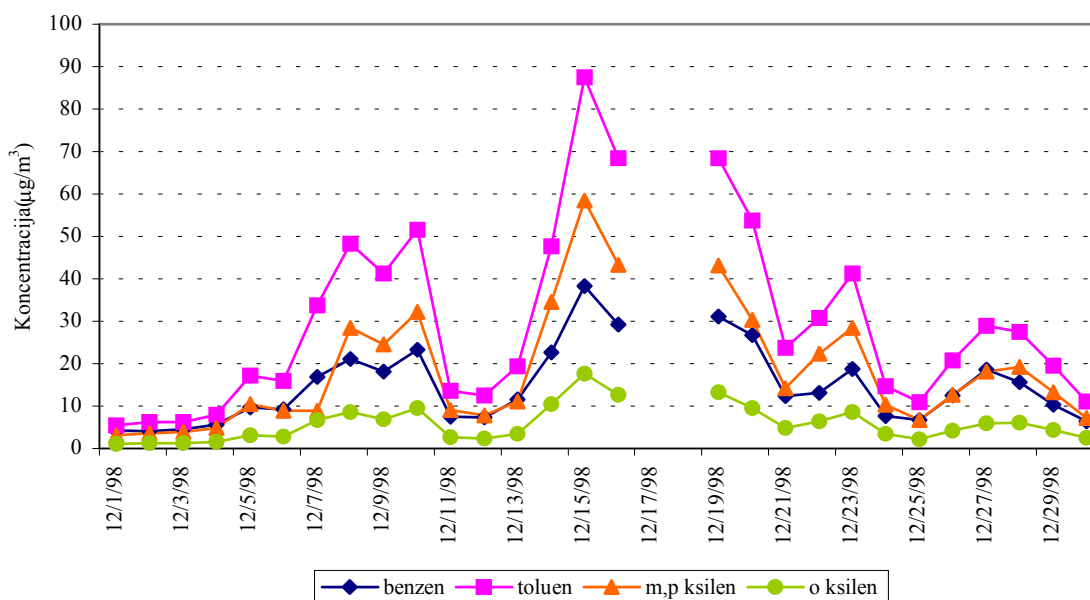
Razmerje med toluenom in benzenom se je gibalo v glavnem med 2 in 3. Tako razmerje je značilno za merilna mesta, ki so v bližini prometnih cest, ki so glavni vir spojin BTX. Spojine BTX predstavljajo velik delež pri onesnaževanju zraka z ogljikovodiki v urbanem okolju.

Povprečne koncentracije benzena, toluena in m-, p-, o- ksilena so najvišje v zimskih mesecih, od oktobra do decembra (tabela 4.3.1.6.(1)).

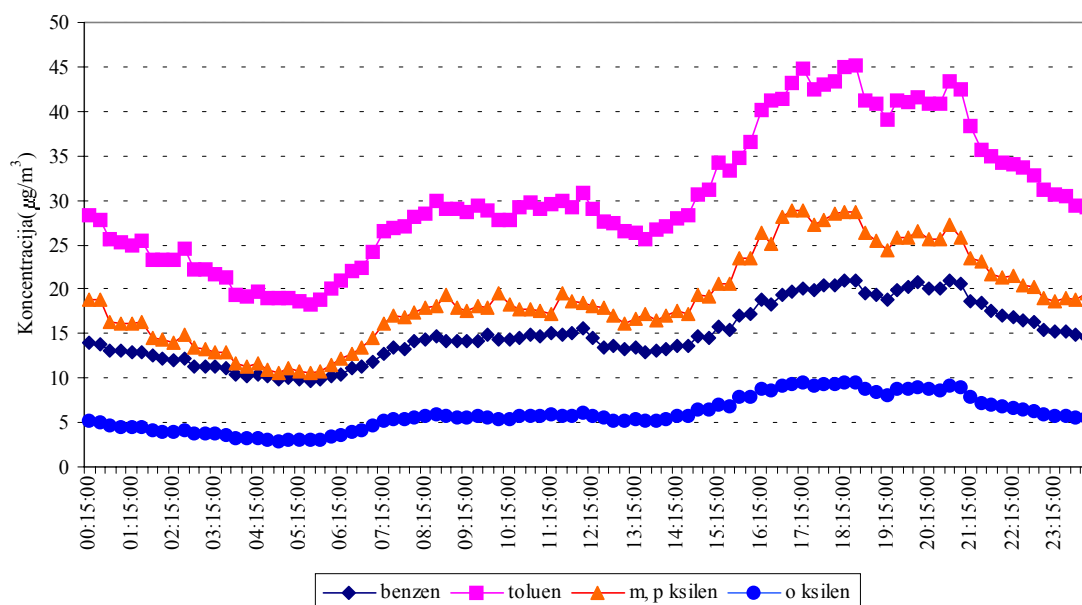
Da bi bolje ovrednotili vir visokih koncentracij spojin BTX, smo si podrobneje pogledali dnevne hode posameznih substanc. Podatki za mesec december so prikazani na sliki 4.3.1.6.(2).

Slika 4.3.1.6.(1) prikazuje povprečne dnevne koncentracije ogljikovodikov v decembru. Iz obeh slik vidimo, da je koncentracija toluena ves čas najvišja. Koncentracije ogljikovodikov so bile najvišje od 15. do 20. decembra.

Koncentracije benzena v letu 1998 so bile za okrog 30%, toluena pa za 15% nižje kot leta 1997 in so bile na ravni iz leta 1996.



Slika 4.3.1.6.(1): Povprečne dnevne koncentracije benzena, toluena in meta, para, orto-ksilena v mesecu decembru 1998 v Ljubljani na Roški cesti
 Picture 4.3.1.6.(1): Average 24-hour VOC concentrations in December 1998 at Ljubljana – Roška site



Slika 4.3.1.6.(2): Povprečni dnevni hod koncentracij benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu decembru 1998 v Ljubljani

Figure 4.3.1.6.(2): Average daily variation of concentrations of benzene, toluene and total xylene in December 1998 in Ljubljana

Tipičen je dnevni hod vseh spojin BTX. Opazna sta dva dnevna maksimuma. Prvi se pojavi v jutranjih urah, drugi pa v poznih popoldanskih oziroma večernih. Maksimuma sovpadata z jutranjo in popoldansko prometno konicama. 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

Onesnaženost zraka s kislimi plini v letu 1998 je bila manjša kot v letu 1997. Razvrstitev krajev v Sloveniji po povprečnih vrednostih I(SO₂) v letu 1998 kaže, da večja mesta niso nujno tudi najbolj onesnažena. V zgornjem delu razpredelnice so kraji, ki so tudi običajno najbolj onesnaženi. V kurilni sezoni so bila merilna mesta razvrščena v naslednjem vrstnem redu: Trbovlje, Laško, Zavodnje, Ljubljana-Bežigrad, Krško, v nekurilni pa: Ljubljana – Bežigrad, Laško, Hrastnik, Trbovlje in Zavodnje. 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 presegla mejne vrednosti. 24-urne mejne vrednosti koncentracije SO₂ pa so bile presežene v Zavodnjem (4 krat), v Krškem (3 krat) in v Laškem ter v Ljubljani-Moste (1 krat).

Koncentracije dima v letu 1998 so bile približno enake kot v letu 1997 in na nobenem merilnem mestu niso presegle letne mejne vrednosti 50 µg/m³. V redni mreži je bilo le 6 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 Kranj, Kanal, Izola, Domžale, in Žalec.

Tabela 4.3.2.(1): Razvrstitev krajev po povprečnih vrednostih 24-urnega indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)), izražena v µg/m³, v letu 1998

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 1998

	Sezona	Cela			Kurilna (I-III X-XII)			Nekurilna (IV-IX)			Cela	
		Postaja	Štev	Pop	P98	Štev	Pop	Max	Štev	Pop	Max	>125
OSNOVNA MREŽA												
1	Laško	349	28	81	182	35	134	167	20	81	1	0
2	Ljubljana – Bežigrad	364	28	67	181	32	92	183	24	59	0	0
3	Trbovlje	365	27	68	182	36	88	183	17	53	0	0
4	Zavodnje	365	26	92	182	35	155	183	17	168	4	0
5	Hrastnik	348	20	55	178	23	66	170	18	105	0	0
6	Krško	359	19	92	176	26	134	183	13	128	3	0
7	Celje – Teharje	365	18	71	182	25	90	183	11	41	0	0
8	Ljubljana - Gosp. Zb.	335	17	59	167	22	68	168	13	58	0	0
9	Sevnica	365	17	43	182	17	52	183	17	50	0	0
10	Rimske toplice	345	16	63	182	21	97	163	11	114	0	0
11	Kamnik	363	16	48	181	23	70	182	9	37	0	0
12	Zagorje	356	16	48	180	21	69	176	11	48	0	0
13	Krani	327	16	45	180	20	52	147	11	45	0	0
14	Žalec	364	15	58	182	24	82	182	6	30	0	0
15	Štore	365	15	51	182	21	86	183	10	33	0	0
16	Iitiia	361	15	48	182	18	113	179	11	43	0	0
17	Radeče pri Zidanem mostu	330	15	43	175	18	57	155	11	46	0	0
18	Ptuj	354	15	42	171	19	59	183	10	44	0	0
19	Ruše	311	14	40	182	15	60	129	14	50	0	0
20	Škofia Loka	365	14	39	182	18	53	183	10	31	0	0
21	Šoštani II	364	13	50	182	15	71	182	10	58	0	0
22	Izola	361	13	48	182	14	48	179	13	114	0	0
23	Šentjur pri Celiu	356	13	46	181	20	59	175	5	22	0	0
24	Črna	338	13	39	162	18	51	176	8	36	0	0
25	Slovenska Bistrica	355	13	39	182	17	45	173	9	43	0	0
26	Kidričevo	341	13	36	164	15	51	177	10	32	0	0
27	Sloveni Gradec	344	12	37	182	14	76	162	9	41	0	0
28	Ravne – Čečovie	362	11	48	182	18	67	180	4	24	0	0
29	Velenje	365	11	41	182	13	75	183	8	33	0	0
30	Zerjav	354	11	38	181	15	65	173	7	46	0	0
31	Rogaška Slatina	353	11	38	173	16	49	180	6	32	0	0
32	Mežica	351	11	35	182	16	60	169	7	32	0	0
33	Trzin	358	11	35	182	14	44	176	7	61	0	0
34	Maribor - center	365	11	34	182	16	54	183	7	33	0	0
35	Nova Gorica	365	10	44	182	13	39	183	7	59	0	0
36	Kanal	365	10	39	182	16	79	183	5	26	0	0
37	Maribor – Tabor	357	10	39	175	15	53	182	5	24	0	0
38	Murska Sobota	365	10	34	182	14	39	183	7	42	0	0
39	Črnomelj	328	10	32	168	14	48	160	7	34	0	0
40	Ilirska Bistrica	365	10	32	182	13	41	183	8	33	0	0
41	Domžale	362	10	30	179	13	41	183	7	31	0	0
42	Škofia Loka – Trata	348	9	52	166	15	65	182	4	31	0	0
43	Novo mesto	356	9	32	182	13	46	174	5	32	0	0
44	Idrija	365	8	31	182	12	35	183	4	33	0	0
45	Jesenice	365	8	30	182	12	44	183	4	40	0	0
46	Vrhnika	359	8	30	176	11	30	183	6	38	0	0
47	Koper	326	5	19	167	8	77	159	2	16	0	0
	Celje – center*	304	22	65	152	29	93	152	16	46	0	0
	Kočevje*	304	12	35	121	15	49	183	10	37	0	0
	Medvode*	30	26	-	30	26	42	0	-	-	0	0
DOPOLNILNA MREŽA												
	Ljubljana – Moste	365	24	65	182	30	148	183	18	55	1	0
	Ljubljana – Prešernova	351	12	49	182	19	59	169	6	37	0	0
	Ljubljana – Resljeva	364	18	62	181	23	83	183	12	47	0	0
	Ljubljana – Šiška	365	15	62	182	22	86	183	9	74	0	0
	Ljubljana – Vič	364	13	50	181	20	67	183	5	31	0	0
	Ljubljana – Vižmarje	340	15	52	177	22	82	163	8	35	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)), I_g 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 µg/m³
 >250 Number of cases with I(SO₂) greater than 250 µg/m³
 * For information only, less than 85% of data

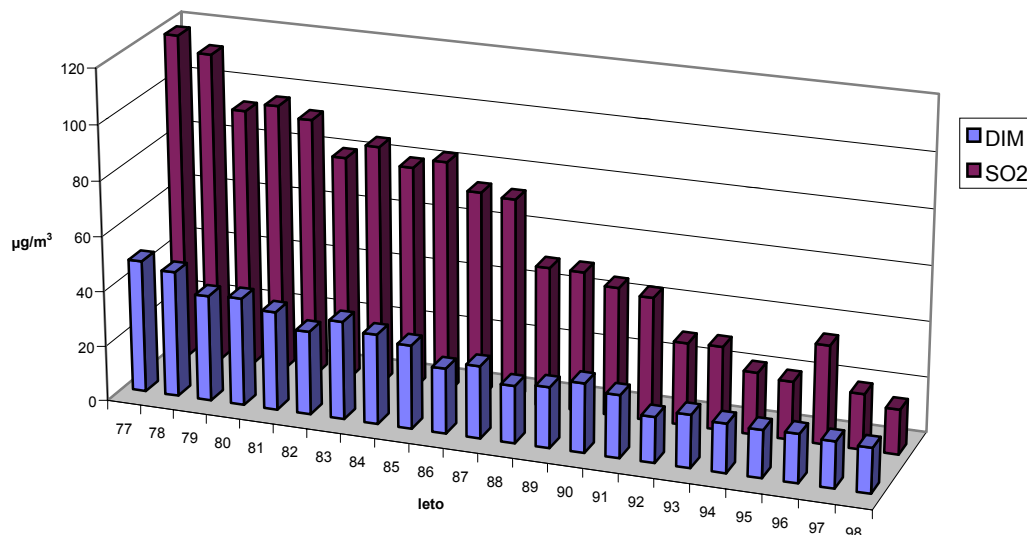
Tabela 4.3.2.(2): Razvrstitev krajev po povprečnih koncentracijah dima v letu 1998

Table 4.3.2.(2): Classification of localities according to average 24-hour concentration of black smoke in 1998

	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	Liubliana - Gosp. Zb.	334	26	98	166	38	113	168	15	64	0	0
2	Krani	327	24	82	180	35	118	147	11	28	0	0
3	Kanal	365	24	58	182	29	95	183	18	49	0	0
4	Izola	361	23	88	182	33	135	179	13	38	1	0
5	Domžale	358	23	81	178	33	94	180	14	35	0	0
6	Zalec	362	21	83	179	30	149	183	12	37	2	0
7	Liubliana – Bežigrad	364	20	100	181	32	120	183	8	27	0	0
8	Vrhnika	360	20	98	177	32	143	183	9	30	2	0
9	Ptui	354	20	63	171	29	140	183	11	29	1	0
10	Šentjur pri Celiu	356	18	73	181	26	112	175	9	24	0	0
11	Novo mesto	356	18	54	182	26	73	174	8	29	0	0
12	Trbovlje	365	17	78	182	29	99	183	6	78	0	0
13	Kamnik	364	17	67	181	27	111	183	7	25	0	0
14	Črnomeli	339	16	65	179	24	83	160	8	34	0	0
15	Rogaška Slatina	350	16	63	173	24	90	177	8	22	0	0
16	Trzin	358	16	55	182	24	80	176	9	20	0	0
17	Laško	349	16	54	182	24	85	167	7	29	0	0
18	Maribor – Center	365	16	46	182	24	64	183	8	29	0	0
19	Škofja Loka	365	15	82	182	24	101	183	6	25	0	0
20	Maribor – Tabor	358	15	50	175	22	101	183	8	32	0	0
21	Slovenska Bistrica	355	15	44	182	21	65	173	9	27	0	0
22	Sevnica	365	15	42	182	20	57	183	10	76	0	0
23	Ruše	310	14	67	181	19	125	129	6	15	0	0
24	Murska Sobota	365	14	53	182	21	75	183	6	18	0	0
25	Idrija	365	14	48	182	21	90	183	6	20	0	0
26	Zagorje	351	13	67	175	21	104	176	6	21	0	0
27	Kidričevo	341	13	59	164	21	108	177	6	21	0	0
28	Jesenice	365	13	46	182	20	77	183	6	18	0	0
29	Sloveni Gradec	344	13	44	182	19	56	162	5	19	0	0
30	Ilirska Bistrica	365	12	65	182	20	95	183	5	19	0	0
31	Celje – Teharje	365	12	53	182	18	67	183	5	16	0	0
32	Litija	361	12	52	182	19	75	179	6	21	0	0
33	Radeče pri Zidanem mostu	330	12	35	175	17	56	155	7	27	0	0
34	Škofja Loka - Trata	362	11	65	179	18	101	183	4	13	0	0
35	Štore	364	11	45	181	18	66	183	5	13	0	0
36	Nova Gorica	365	11	39	182	18	51	183	5	18	0	0
37	Hrastnik	348	11	37	178	16	54	170	6	16	0	0
38	Mežica	351	10	32	182	15	38	169	4	11	0	0
39	Ravne – Čečovje	365	10	26	182	14	34	183	6	19	0	0
40	Krško	359	9	32	176	13	39	183	5	16	0	0
41	Zerjav	354	9	31	181	13	49	173	5	13	0	0
42	Šoštani II	365	9	28	182	13	33	183	5	17	0	0
43	Koper	328	8	35	167	12	58	161	4	12	0	0
44	Črna	338	8	31	162	13	46	176	4	16	0	0
45	Velenje	365	8	26	182	11	32	183	4	21	0	0
46	Zavodnje	365	7	23	182	9	33	183	5	28	0	0
47	Rimske toplice	345	6	19	182	9	20	163	4	11	0	0
	Celje – center*	304	19	85	152	30	107	152	8	33	0	0
	Kočevje*	304	19	66	121	31	117	183	11	28	0	0
	Medvode*	28	41	-	28	41	84	0	-	-	0	0
DOPOLNILNA MREŽA												
	Liubliana – Moste	365	20	106	182	31	135	183	8	22	1	0
	Liubliana – Prešernova	351	24	108	182	36	136	169	10	27	4	0
	Liubliana – Reslieva	358	13	64	175	19	107	183	7	29	0	0
	Liubliana – Šiška	359	20	101	176	31	119	183	10	24	0	0
	Liubliana – Vič	365	22	107	182	34	136	183	10	34	3	0
	Liubliana – Vižmarje	341	16	103	177	26	111	164	6	15	0	0

Legenda:

- ŠTEV Število izmerjenih koncentracij
 POP Povprečna koncentracija v merilnem obdobju v µg/m³
 MAX Najvišja 24-urna koncentracija v merilnem obdobju v µg/m³
 P98 98. percentil letne koncentracije v µg/m³
 >MIK Število primerov, ko je 24-urna koncentracija preseгла mejno vrednost 125 µg/m³
 >KIK Število primerov, ko je 24-urna koncentracija preseгла kritično vrednost 250 µg/m³



* 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 $I(\text{SO}_2)$ in koncentracij dima

Dolgoletni trend onesaženosti zraka smo prikazali s povprečnimi letnimi koncentracijami, izračunanimi iz 24-urnih povprečnih vrednosti indeksa onesaženja zraka s kislimi plini ($I(\text{SO}_2)$) in dima. V tabelah 4.3.2.(3) in 4.3.2.(4) so podatki o povprečnih letnih koncentracijah od leta 1977 do leta 1998 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 $I(\text{SO}_2)$ in dima za trinajst krajev v Sloveniji za obdobje 1977 – 98. 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 onesaženosti zraka z $I(\text{SO}_2)$ in dimom v Sloveniji.

V letu 1998 je bila vrednost $I(\text{SO}_2)$ nižja kot leta 1997; opaziti je nadaljnje upadanje koncentracij. Visoke vrednosti $I(\text{SO}_2)$ v letu 1996 so verjetno posledica merilnih napak. Koncentracije dima so bile približno enake kot že nekaj let nazaj.

Slika 4.3.2.(1): Povprečne letne vrednosti indeksa onesaženja zraka s kislimi plini ($I(\text{SO}_2)$) in dima v Sloveniji. Povprečje za 13 krajev

Figure 4.3.2.(1): Average annual values of index of air pollution with acid gases ($I(\text{SO}_2)$) and black smoke concentrations, mean value for 13 localities

Tabela 4.3.2.(3): Povprečne vrednosti indeksa onesaženja zraka s kislimi plini ($I(\text{SO}_2)$) 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.(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
1998	26	11	19	24	8	18	17	13	17	9	20	9	15

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
1998	26	16	19	24	8	18	17	13	17	9	20	9	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 oksidirane žvepla (SO_2 , SO_4^{2-}), oksidirane dušika ($\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$) in reducirane 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 1998, na slikah 4.3.3.(1)-4.3.3.(4) pa je prikaz letnega poteka 24-urnih ter mesečnih koncentracij za vse komponente.

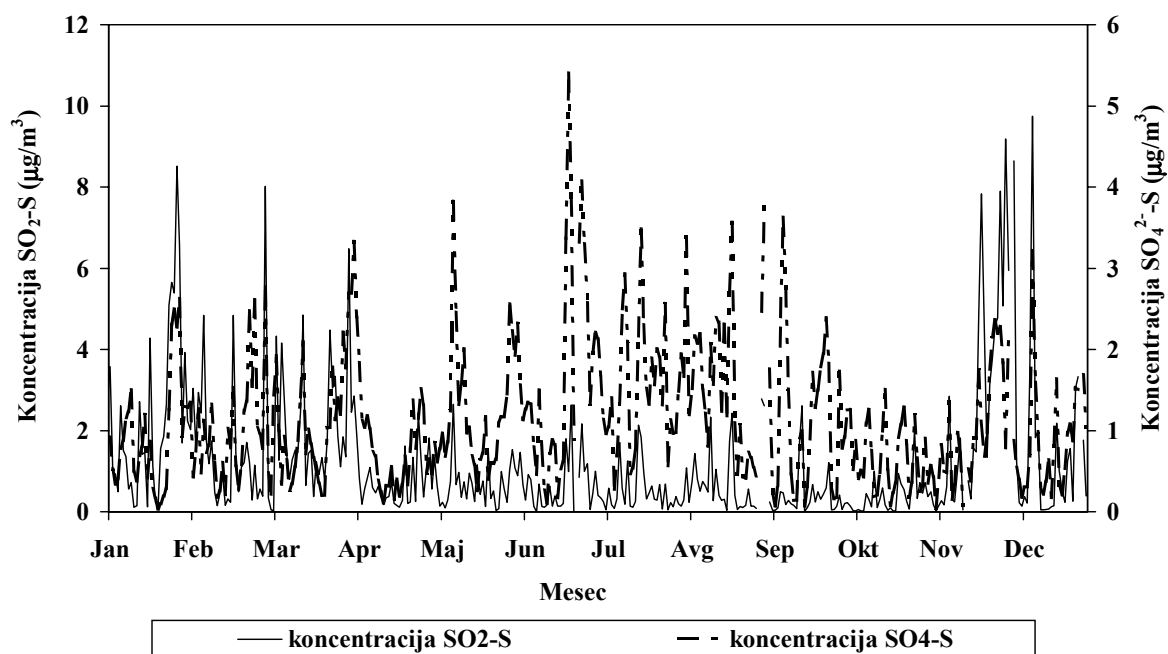
Tabela 4.3.3.(1): Povprečne koncentracije, maksimumi in percentili za žveplo in dušik v zraku na Iskrbi za kurilno sezono, nekurilno sezono ter za celo obdobje meritev januar-december 1998
Table 4.3.3.(1): Average concentrations, maximum values and percentile values sulphur and nitrogen in air in Iskrba for the non-heating season, heating season as well as for the entire monitoring period January-December 1998

Snov	Statistična Količina	Okt.-mar. ($\mu\text{g/m}^3$)	Apr.-sep. ($\mu\text{g/m}^3$)	Jan-dec. ($\mu\text{g/m}^3$)
SO_4^{2-} -S	c-povprečna	0.92	1.36	1.14
	50-percentil	0.81	1.16	0.93
	98-percentil	2.62	3.79	3.46
	c-maksimalna	3.22	5.40	5.40
SO_2 -S	c-povprečna	1.72	0.66	1.19
	50-percentil	1.04	0.40	0.58
	98-percentil	8.24	2.62	6.54
	c-maksimalna	9.74	2.85	9.74
$(\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-)$ -N	c-povprečna	0.33	0.25	0.29
	50-percentil	0.25	0.21	0.23
	98-percentil	1.02	0.67	0.90
	c-maksimalna	1.72	0.77	1.72
$(\text{NH}_3+\text{NH}_4^+)$ -N	c-povprečna	0.87	1.43	1.15
	50-percentil	0.74	1.33	0.96
	98-percentil	2.50	3.61	3.04
	c-maksimalna	3.13	5.42	5.42

Povprečna letna koncentracija SO_2 -S $1,19 \mu\text{g/m}^3$ 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 novembra in decembra in maksimalna 24-urna koncentracija SO_2 -S je bila $9,74 \mu\text{g/m}^3$. 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 SO_2 -S do $10 \mu\text{g/m}^3$. Na področju Balkana, Poljske in južne Velike Britanije so letne koncentracije $3-5 \mu\text{g/m}^3$, 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 1998 torej kažejo, da so

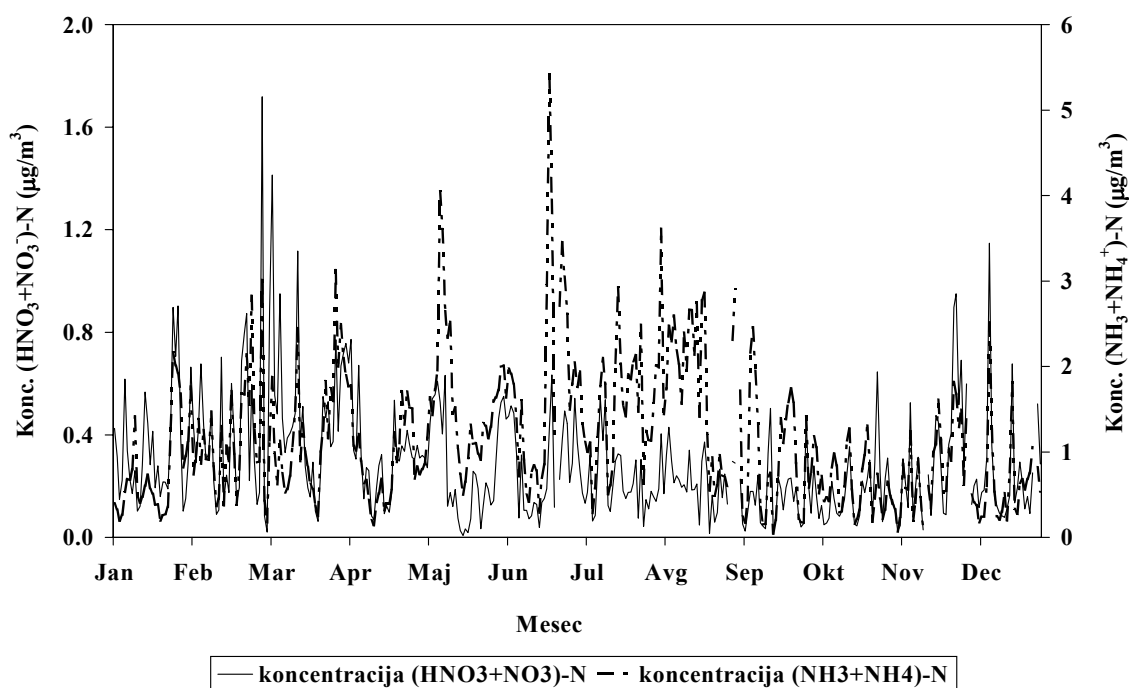
koncentracije SO₂ na Iskrbi nizke, vendar pa je potreben za primerjavo daljši nekajletni niz podatkov.

Sulfatni aerosol ima daljši zadrževalni čas v zraku (4-5 dni) kot SO₂ (2-3 dni) in koncentracije SO₄²⁻ v zraku, ki izvirajo iz emisij SO₂, se prostorsko manj spreminjajo kot koncentracije SO₂. Ob konicah SO₄²⁻, ki so bile izmerjene tako v kurilni kot v nekurilni sezoni, se ne pojavijo nujno konice SO₂, kar kaže na starejšo zračno maso ter možen daljinski transport sulfatnega delca v zraku.



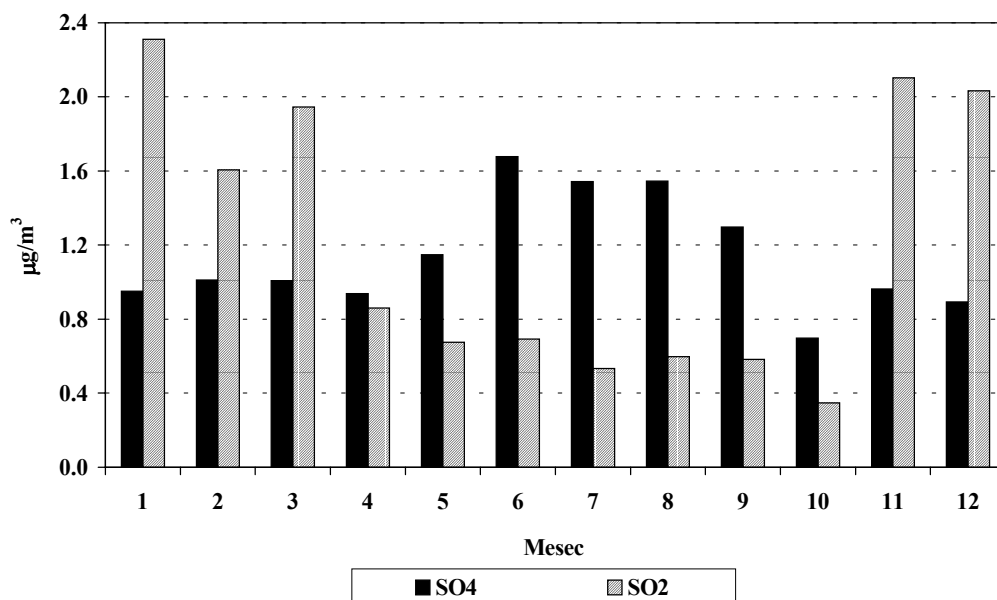
Slika 4.3.3.(1): 24-urne koncentracije SO₂ in sulfatnega aerosola SO₄²⁻ v zraku (izraženo kot žveplo) na Iskrbi v letu 1998

Figure 4.3.3.(1): 24-hour concentrations SO₂ and sulphate aerosol SO₄²⁻ in air (expressed as sulphur) at Iskrba in 1998



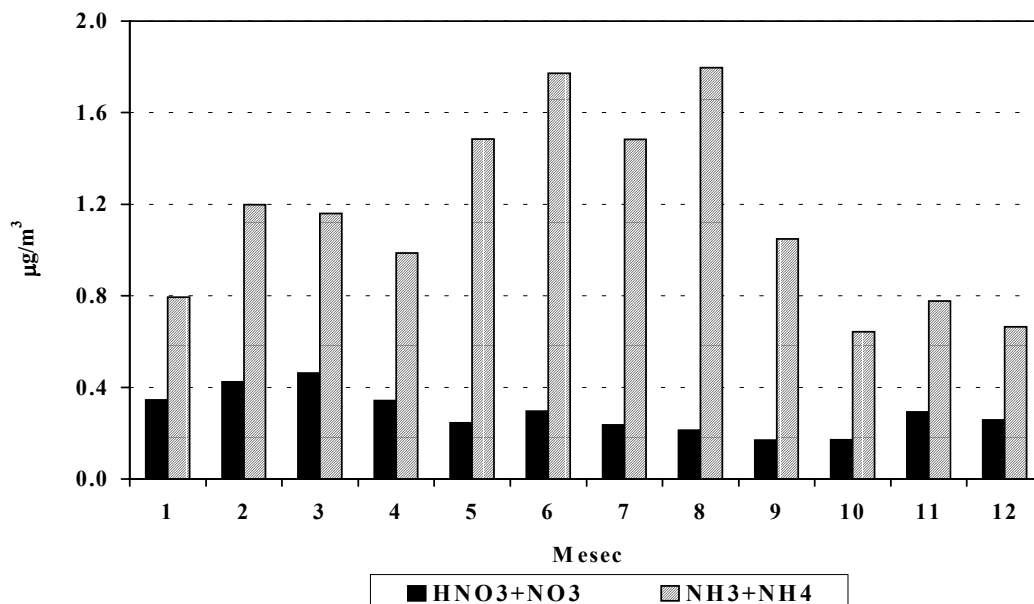
Slika 4.3.3.(2): 24-urne koncentracije oksidirane dušika (HNO₃+NO₃⁻) in reducirane dušika (NH₃+NH₄⁺) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi v letu 1998

Figure 4.3.3.(2): 24-hour concentrations of oxidised nitrogen (HNO₃+NO₃⁻) and reduced nitrogen (NH₃+NH₄⁺) in air (expressed as nitrogen) at Iskrba in 1998



Slika 4.3.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ in SO₄²⁻ v zraku (izraženo kot žveplo) na Iskrbi v letu 1998

Figure 4.3.3.(3): Average monthly concentrations of SO_2 and SO_4^{2-} in air (expressed as sulphur) at Iskrba in 1998



Slika 4.3.3.(4): Povprečne mesečne 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 1998
 Figure 4.3.3.(4): Average monthly 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 1998

HNO_3 in NO_3^- imata podobno kot SO_2 zadrževalni čas v zraku 1 dan (aerosol NO_3^-) oziroma 2 dni (plin HNO_3), 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 kislh 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 kvarcitno 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 kislh 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 kislh 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 115 mesečnih vzorcev na vseh lokacijah v letu 1998 jih je bilo 20 s pH pod 5,6, kar je 17%. Delež kislh vzorcev je približno enak kot v letu 1997 (18%) in 1995 (19%), izstopa pa leto 1996 (34%). Največ kislh padavin je bilo na podeželski lokaciji Iskrba pri Kočevski Reki (9 vzorcev), sledijo pa urbane lokacije Portorož (3), Ljubljana in Celje (po 2 vzorca). Najnižji pH 4,52 je bil izmerjen v Portorožu. Glede kislosti padavin izstopa Iskrba in sicer tako po številu kislh vzorcev kot tudi po volumskem deležu kislh padavin (tabela 4.3.4.1.(3)). V primerjavi z letom 1997 se je volumski delež kislh padavin na večini lokacij bolj ali manj zmanjšal, na Iskrbi pa nekoliko povečal. Najbolj alkalne padavine so bile tudi v letu 1998 na industrijskih lokacijah (Jesenice, Trbovlje, Anhovo). Najvišja vrednost pH 8,08 za mesečni vzorec je bila izmerjena v Anhovem.

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

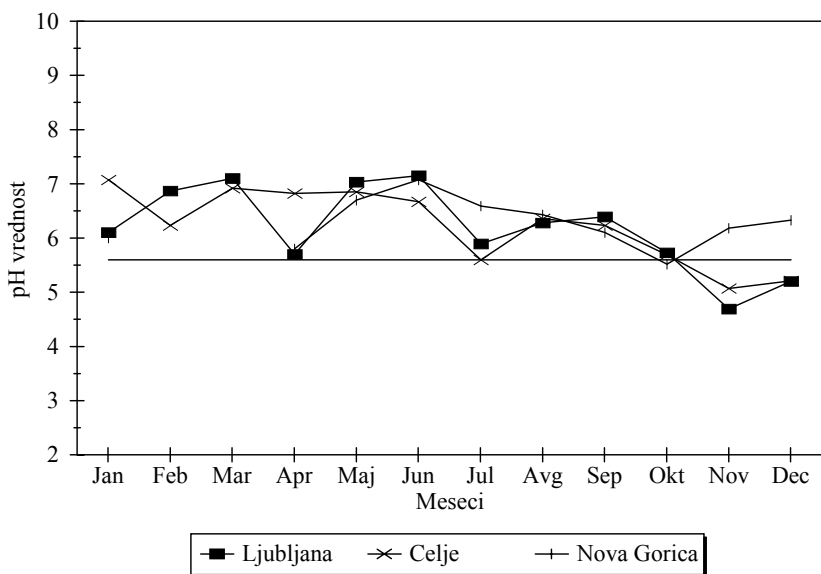
Depozicija sulfata (izraženega kot žveplo) na urbano-industrijskih lokacijah je višja kot na neurbanah lokacijah (tabela 4.3.4.1.(2)). V letu 1998 je bila kumulativna depozicija žvepla 1,0-2,9 g/m² na urbano-industrijskem področju, 0,9 g/m² pa na neurbanah lokacijah, kar je nekoliko višje glede na leto poprej. Za depozicijo dušika s padavinami (nitratni in amonijev ion) pa ni občutnih razlik med urbanimi in podeželskimi lokacijami. V letu 1998 je bila kumulativna depozicija nitratnega iona 0,4-0,9 g/m², amonijevega iona pa 0,6-1,2 g/m². Depozicija kalcija je bila na ravni leta poprej, depozicija kalija in natrija in klora pa se je v glavnem povečala.

Koncentracije prašnih usedlin tudi v letu 1998 niso nikjer presegale mejnih vrednosti (tabela 4.3.4.1.(4)). Najvišja mesečna koncentracija 205 mg/m².dan je bila izmerjena na merilnem mestu Anhovo, 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 19 mg/m².dan, ki je bila izmerjena na Iskrbi, in najvišjo letno koncentracijo 70 mg/m².dan v Anhovem.

Tabela 4.3.4.1.(1): Koncentracije ionov, pH in elektroprevodnost padavin v letu 1998. Podani so povprečna mesečna vrednost (povp.), minimalna vrednost (min.), maksimalna vrednost (maks.) in standardna deviacija (st.d.). Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

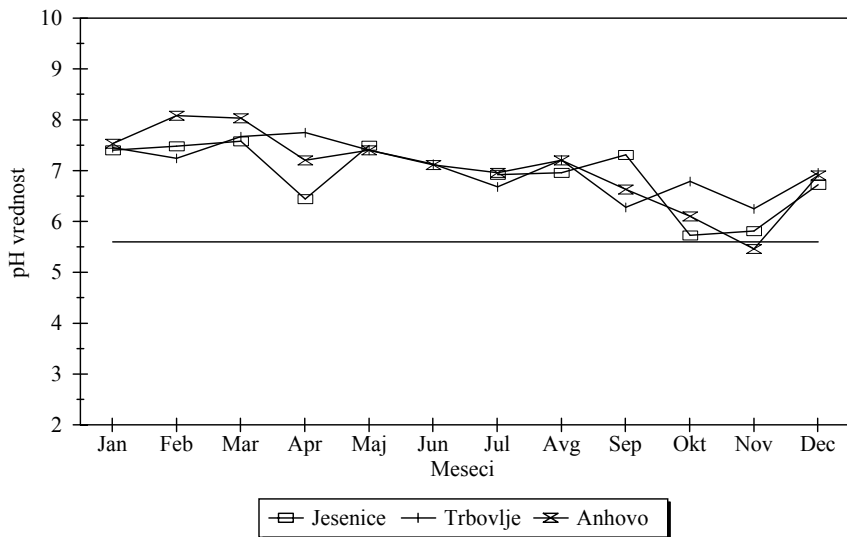
Table 4.3.4.1.(1): Concentrations of ions, pH value and electrical conductivity of precipitation in 1998. Data are given for average monthly value (povp.), minimum value (min.), maximum value (maks.) and standard aberration (st.d.). Basic Air-Pollution Monitoring Network, monthly sampling

Postaja		El. prev. pri 25°C (μS/cm)	Koncentracija ionov (mg/l)								
			pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Ljubljana	povp.	16	5.43	0.25	0.12	0.19	1.01	0.62	1.9	2.7	0.44
	min.	11	4.69	0.12	0.04	0.09	0.46	0.35	1.2	1.5	0.21
	maks.	82	7.15	0.95	0.58	1.14	7.39	3.37	13.3	13.7	1.59
	st.d.	21	0.78	0.31	0.17	0.32	2.07	0.84	3.4	3.6	0.52
Celje	povp.	17	5.62	0.20	0.43	0.16	0.92	0.69	1.7	2.7	0.45
	min.	10	5.07	0.09	0.03	0.07	0.35	0.20	0.9	1.6	0.17
	maks.	104	7.07	1.71	16.8	1.48	4.71	1.59	4.9	8.8	7.59
	st. d.	26	0.69	0.46	4.82	0.39	1.34	0.44	1.5	2.1	2.08
Nova Gorica	povp.	19	5.98	0.42	0.21	0.15	1.18	0.83	2.3	2.9	0.70
	min.	13	5.52	0.23	0.09	0.10	0.51	0.36	1.2	1.9	0.35
	maks.	50	7.07	1.66	0.82	0.44	3.35	2.20	10.4	6.1	2.75
	st. d.	11	0.45	0.42	0.22	0.10	0.99	0.60	2.6	1.3	0.69
Jesenice	povp.	22	6.26	0.38	0.25	0.36	2.16	0.77	1.5	2.2	0.67
	min.	9	5.73	0.09	0.06	0.13	0.84	0.17	0.8	1.2	0.23
	maks.	75	7.58	3.63	0.57	1.08	12.42	1.84	4.8	7.5	6.55
	st. d.	21	0.66	1.13	0.18	0.33	3.55	0.52	1.2	2.2	1.98
Trbovlje	povp.	44	6.62	0.26	0.37	0.28	6.70	0.51	1.6	6.3	0.40
	min.	25	6.25	0.12	0.11	0.16	2.98	0.23	0.9	1.8	0.16
	maks.	77	7.75	0.50	0.59	0.52	13.20	1.14	4.7	11.5	0.89
	st. d.	15	0.49	0.13	0.15	0.12	3.05	0.29	1.4	2.9	0.24
Anhovo	povp.	40	6.40	0.39	0.30	0.21	5.92	0.95	2.5	3.9	0.63
	min.	17	5.46	0.24	0.08	0.09	1.92	0.17	1.2	1.8	0.37
	maks.	191	8.08	2.03	3.28	2.32	54.6	5.00	20.6	28.0	2.74
	st. d.	53	0.74	0.51	0.87	0.62	14.9	1.30	5.6	7.1	0.69
Portorož	povp.	22	5.78	0.97	0.15	0.28	1.56	0.79	2.3	2.5	1.62
	min.	14	4.52	0.25	0.08	0.13	0.76	0.43	1.5	1.8	0.44
	maks.	47	7.22	4.02	0.42	0.63	3.48	2.18	8.7	5.6	6.69
	st. d.	11	0.91	1.07	0.13	0.15	0.86	0.57	2.2	1.3	1.77
Jezerško	povp.	11	6.05	0.16	0.42	0.10	0.46	0.54	1.2	1.6	0.29
	min.	8	5.15	0.07	0.07	0.05	0.18	0.16	0.7	0.8	0.16
	maks.	23	6.75	0.46	1.26	0.23	0.89	1.67	3.0	3.1	0.73
	st. d.	5	0.44	0.11	0.38	0.05	0.22	0.45	0.7	0.7	0.16
Bled	povp.	13	5.63	0.18	0.16	0.11	0.57	0.64	1.5	2.0	0.30
	min.	9	4.92	0.07	0.05	0.05	0.18	0.27	0.9	1.3	0.17
	maks.	28	6.93	0.64	1.55	0.35	2.05	1.86	5.0	5.0	0.92
	st. d.	6	0.58	0.16	0.41	0.10	0.57	0.47	1.2	1.1	0.23
Iskrba	povp.	14	5.23	0.32	0.10	0.10	0.40	0.46	1.5	2.0	0.57
	min.	7	4.55	0.07	0.03	0.02	0.08	0.21	0.8	1.2	0.12
	maks.	19	6.82	0.87	0.25	0.22	1.02	0.93	4.0	3.1	1.55
	st. d.	3	0.64	0.22	0.07	0.06	0.26	0.23	0.8	0.6	0.37



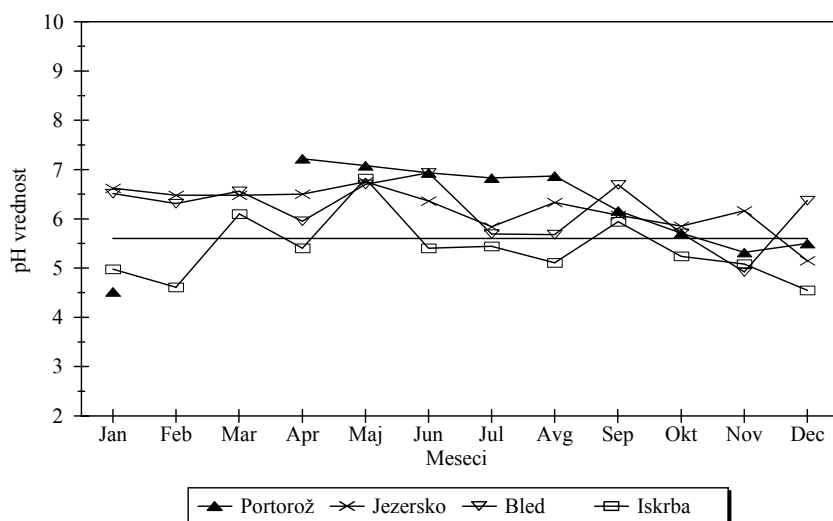
Slika 4.3.4.1.(1): pH vrednost padavin v letu 1998. Osnovna mreža – urbane lokacije, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(1): pH value of precipitation in 1998. Basic Air-Pollution Monitoring Network - urban locations, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(2): pH vrednost padavin v letu 1998. Osnovna mreža - industrijske lokacije, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(2): pH value of precipitation in 1998. Basic Air-Pollution Monitoring Network – industrial locations, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(3): pH vrednost padavin v letu 1998. Osnovna mreža - podeželske lokacije, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(3): pH value of precipitation in 1998. Basic Air-Pollution Monitoring Network - rural locations, monthly sampling

Tabela 4.3.4.1.(2): Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje padavin

Table 4.3.4.1.(2): Cumulative annual wet ion deposition in 1998. 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	1.311	4,8·10 ⁻³	0,33	0,16	0,25	1,32	0,63	0,6	1,2	0,58
Celje	1.287	3,1·10 ⁻³	0,25	0,55	0,21	1,18	0,69	0,5	1,2	0,58
Nova Gorica	1.470	1,8·10 ⁻³	0,73	0,36	0,26	2,06	1,13	0,9	1,7	1,21
Jesenice	1.342	0,7·10 ⁻³	0,50	0,32	0,47	2,85	0,79	0,5	1,0	0,88
Trbovlje	1.379	0,3·10 ⁻³	0,36	0,51	0,39	9,24	0,55	0,5	2,9	0,55
Anhovo	1.666	0,7·10 ⁻³	0,66	0,50	0,35	9,86	1,22	0,9	2,2	1,05
Portorož	925	1,8·10 ⁻³	1,08	0,17	0,31	1,73	0,68	0,6	0,9	1,80
Jezersko	1.570	1,4·10 ⁻³	0,25	0,65	0,15	0,72	0,65	0,4	0,9	0,46
Bled	1.319	3,1·10 ⁻³	0,24	0,22	0,14	0,75	0,66	0,5	0,9	0,40
Iskrba	1.564	9,2·10 ⁻³	0,49	0,15	0,16	0,62	0,56	0,5	1,0	0,89

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

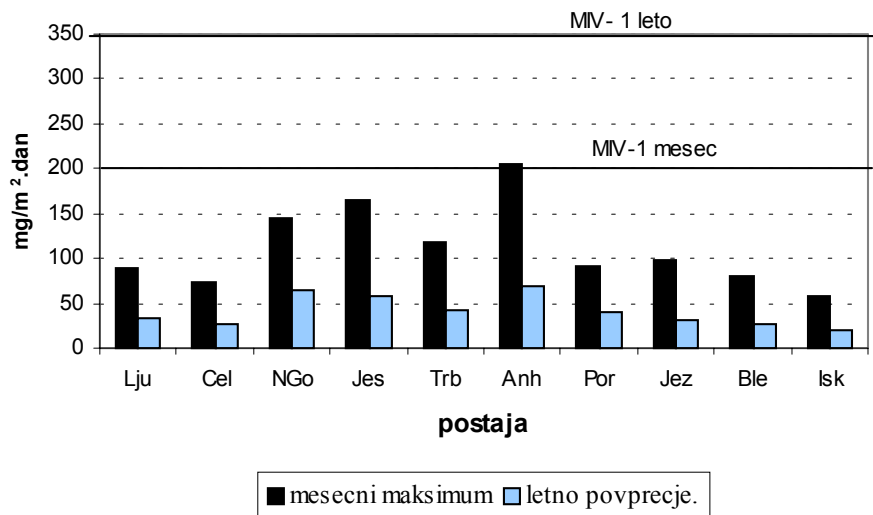
* Note: H⁺ deposition is calculated from measured pH.

Tabela 4.3.4.1.(3): Kisle padavine v Sloveniji v letu 1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Table 4.3.4.1.(3): Acid precipitation in Slovenia in 1998. Basic Monitoring Network, monthly sampling of precipitation

Postaja	Št. vzorcev	Št. vzorcev s pH<5,6	Vol. delež (%) s pH<5,6
Ljubljana	12	2	15
Celje	12	2	17
Nova Gorica	10	1	15
Jesenice	11	0	0
Trbovlje	12	0	0
Anhovo	12	1	6
Portorož	10	3	13
Jezersko	12	1	2
Bled	12	1	10
Iskrba	12	9	72

Tabela 4.3.4.1.(4): Mesečne in letne količine prašne usedline v letu 1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Table 4.3.4.1.(4): Monthly and annual amounts of deposited matter in 1998. 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	17	6	64	50	33	18	40	90	15	21	-	5	33
Celje	-	7	16	59	30	30	38	73	12	10	10	5	26
Nova Gorica	8	18	-	62	48	132	109	146	-	38	-	13	64
Jesenice	-	35	35	52	165	-	59	119	37	-	16	8	58
Trbovlje	11	38	35	118	29	34	39	68	40	34	41	32	43
Anhovo	32	97	49	70	93	66	81	205	-	29	24	20	70
Portorož	-	-	-	92	40	30	55	79	-	13	14	5	41
Jezersko	12	6	19	56	13	44	44	99	22	24	4	-	31
Bled	5	-	14	52	11	47	28	81	24	12	8	12	27
Iskrba	6	4	17	33	-	11	29	57	30	13	8	2	19



Slika 4.3.4.1.(4): Povprečna letna in maksimalna mesečna količina prašne usedline v letu 1998 – MIV mejna imisijska vrednost

Figure 4.3.4.1.(4): Average annual and maximum monthly amount of deposited matter in 1998 – MIV limit value

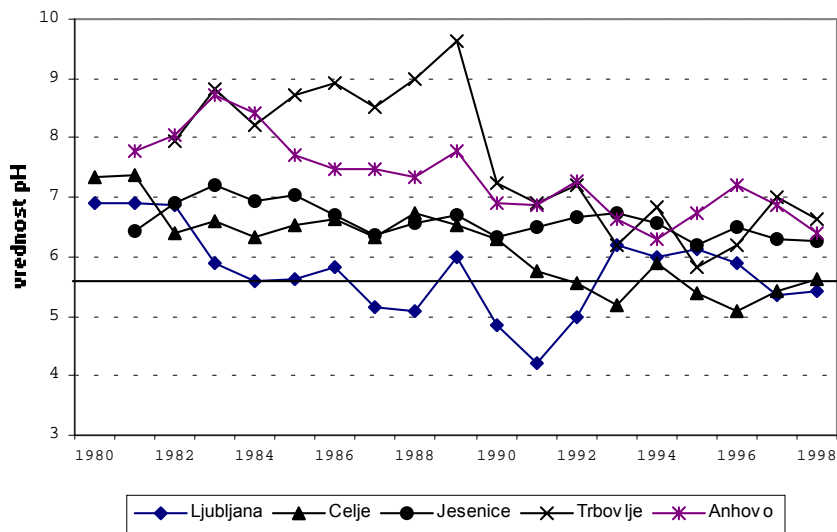
Časovni trend kakovosti padavin

Na slikah 4.3.4.1.(5) – 4.3.4.1.(10) je prikazan dolgoletni niz meritev kakovosti padavin.

Na večini urbano-industrijskih lokacij se kislost padavin z leti rahlo povečuje, na podeželskih lokacijah pa se kislost v zadnjih dveh letih celo zmanjšuje (sliki 4.3.4.1.(5) - 4.3.4.1.(6)).

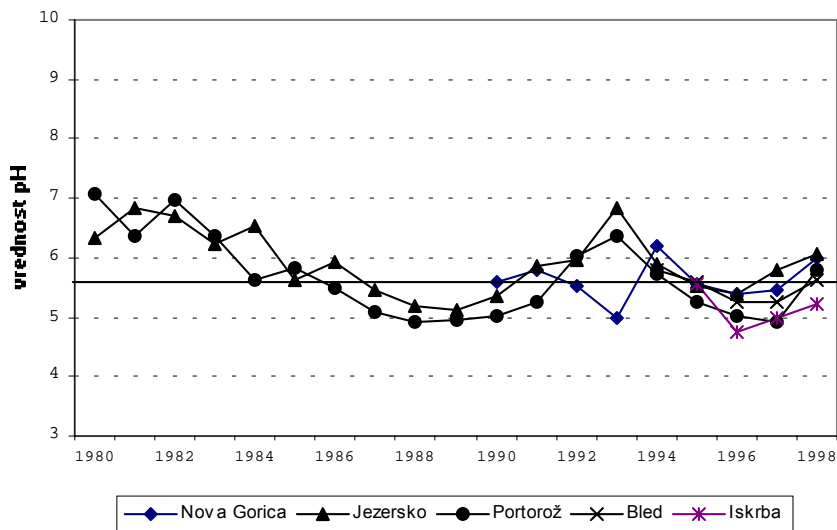
Koncentracija nitrata v padavinah od leta 1994 dalje na večini merilnih mest ne narašča (sliki 4.3.4.1.(7) – 4.3.4.1.(8)). To si razlagamo s splošnim trendom upadanja emisij NO_x v Evropi, ki je opazen od leta 1990 naprej. V primerjavi z letom 1990 se je emisija NO_x v Evropi v letu 1994 zmanjšala za 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.



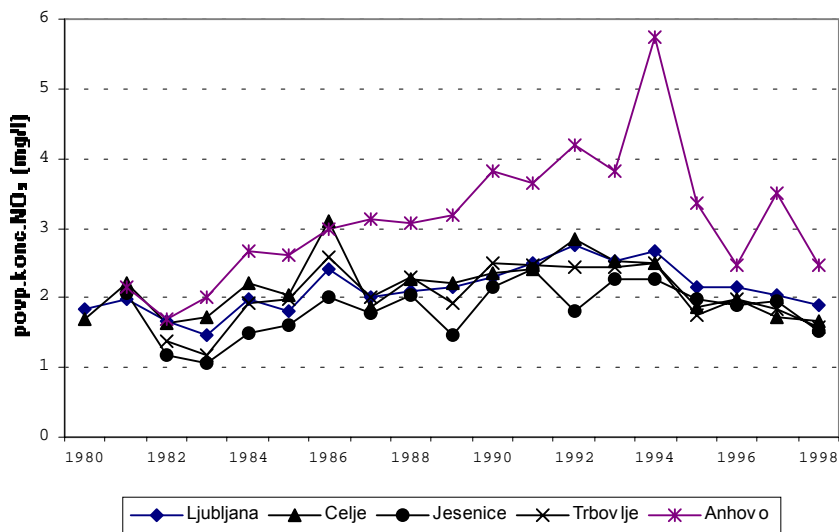
Slika 4.3.4.1.(5): Povprečni pH padavin za obdobje 1980-1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(5): Average pH of precipitation for the period 1980-1998. Basic network, monthly sampling



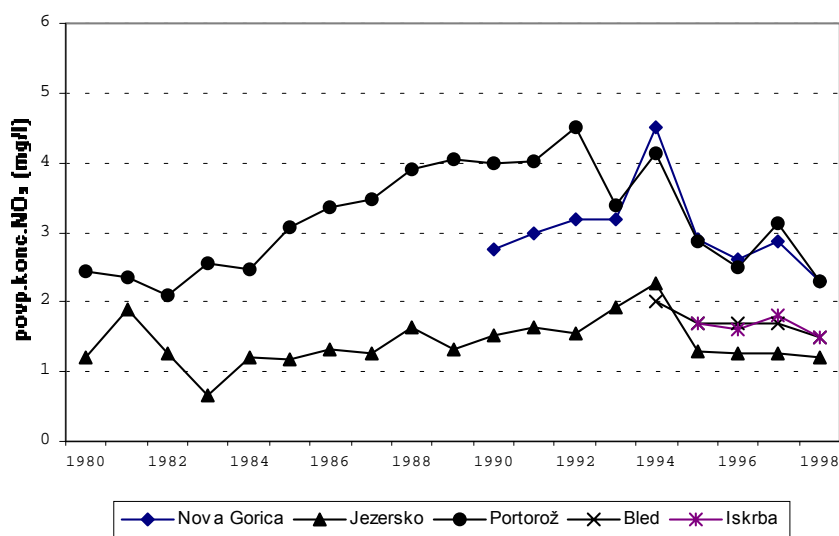
Slika 4.3.4.1.(6): Povprečni pH padavin za obdobje 1980-1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(6): Average pH of precipitation for the period 1980-1998. Basic network, monthly sampling



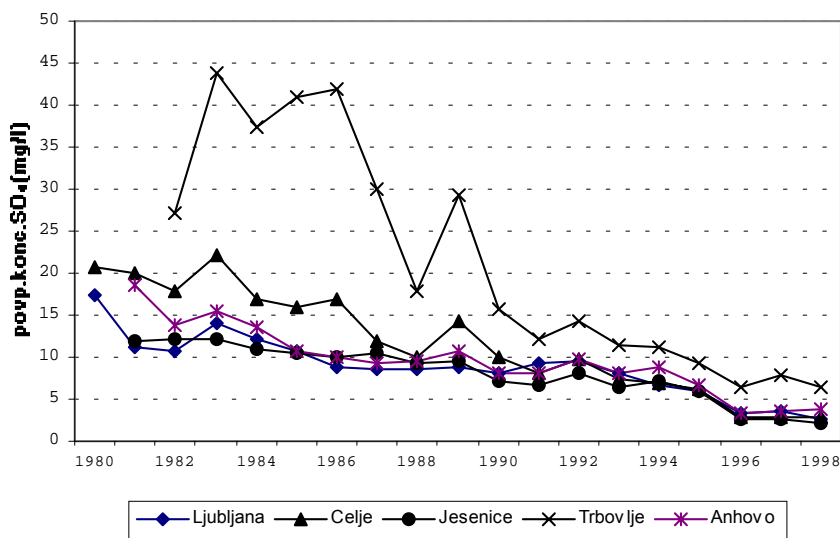
Slika 4.3.4.1.(7): Povprečne koncentracije nitrata v padavinah za obdobje 1980-1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(7): Average concentrations of nitrate in precipitation for the period 1980-1998. Basic network, monthly sampling



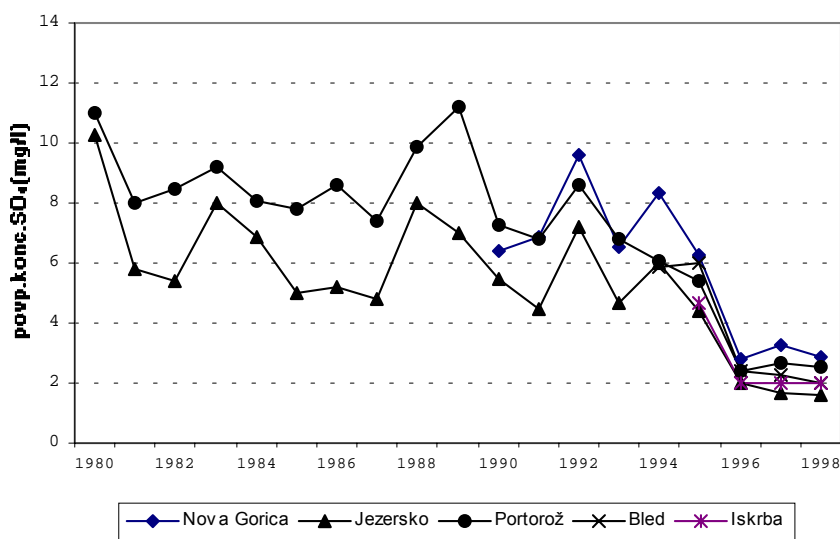
Slika 4.3.4.1.(8): Povprečne koncentracije nitrata v padavinah za obdobje 1980-1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(8): Average concentrations of nitrate in precipitation for the period 1980-1998. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(9): Povprečne koncentracije sulfata v padavinah za obdobje 1980-1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(9): Average concentrations of sulphate in precipitation for the period 1980-1998. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(10): Povprečne koncentracije sulfata v padavinah za obdobje 1980-1998. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(10): Average concentrations of sulphate in precipitation for the period 1980-1998. 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), spremlja Elektroinštitut Milan Vidmar kakovost padavin in koncentracijo prašnih usedlin na 27 merilnih mestih, v poročilu pa 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 Milan Vidmar po metodologiji, ki jo določa svetovna meteorološka organizacija.

Glavne ugotovitve iz rezultatov meritev koncentracij prašnih usedlin in kakovosti padavin za leto 1998 so:

- Koncentracije prašnih usedlin niso nikjer presegale mesečnih in letnih mejnih vrednosti (mesečna mejna vrednost znaša $350 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ in letne mejna vrednost za prašne usedline znaša $200 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$). Najvišja mesečna koncentracija prašnih usedlin $76 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ je bila dosežena na merilnem mestu Šoštanj na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj. Povprečne letne vrednosti prašnih usedlin so se gibale med najnižjo povprečno letno vrednostjo $7 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ in najvišjo povprečno letno vrednostjo $43 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$. Najnižja povprečna letna vrednost je bila dosežena na Dobovcu, najvišja pa v Šoštanju. Že več let opažamo trend nižanja koncentracij prašnih usedlin na področju slovenskih termoelektrarn, kar velja tudi za leto 1998 v primerjavi z letom 1997 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 kisljih vzorcev je tako v bližini termoelektrarn nižje kot na področjih, ki so od termoelektrarn bolj oddaljene. V letu 1998, v primerjavi z letom 1997, se je število kisljih vzorcev padavin opazno zmanjšalo na merilnem mestu Vnajarje, povečalo pa na merilnih mestih Topolšica in Zavodnje.

- Depozicija žvepla na območju termoelektrarn ostaja glede na leto 1997 v letu 1998 na približno enaki ravni; na nekaterih merilnih mestih se je depozicija žvepla v letu 1998 glede na leto 1997 zvišala, na nekaterih pa znižala.

Tabela 4.3.4.2.(1) Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 1998
 Table 4.3.4.2.(1) Concentration of ions in precipitation and cumulative deposition in 1998

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	6.11	3.78	0.77	2.6	10.60	9.43	4.58*10 ⁻³	2.52	0.46	0.41	2.24	10.09
Topolšica	5.69	1.39	0.66	2.52	4.67	7.10	1.01*10 ⁻²	1.34	0.40	0.37	1.51	8.00
Zavodnje	5.28	1.07	0.82	2.01	4.90	5.25	1.24*10 ⁻²	0.89	0.54	0.39	1.55	6.18
Graška gora	5.89	2.00	0.39	4.72	5.00	6.93	4.83*10 ⁻³	1.85	0.26	0.50	1.49	7.51
Velenje	6.35	1.64	0.64	2.03	3.96	7.38	2.81*10 ⁻³	1.12	0.43	0.30	1.24	7.20
Pesje	6.26	2.28	0.47	3.18	5.18	7.60	2.50*10 ⁻³	1.90	0.40	0.40	1.58	8.19
Elc												
Kovk	4.71	1.18	0.67	2.54	5.96	5.27	3.12*10 ⁻²	1.11	0.50	0.40	1.69	6.24
Dobovec	4.71	1.14	0.84	2.39	5.10	4.71	3.83*10 ⁻¹	1.34	0.54	0.41	1.66	5.84
Kum	6.29	2.25	0.75	2.47	4.89	8.21	4.06*10 ⁻³	1.33	0.59	0.39	1.94	7.43
Ravenska vas	4.92	1.88	0.78	3.32	8.23	3.99	2.46*10 ⁻²	1.25	0.43	0.45	2.10	5.11
Lakonca	6.2	3.02	0.49	2.91	6.26	9.09	4.92*10 ⁻³	2.75	0.36	0.49	2.31	9.76
Prapretno	5.79	1.93	0.67	6.54	5.32	7.93	6.28*10 ⁻³	1.71	0.47	0.79	1.68	9.25
TE-TO Ljubljana Trzin												
Vnajnarje	5.95	1.87	0.82	2.22	4.94	8.17	6.56*10 ⁻³	1.49	0.57	0.38	1.74	7.92
Deponija	6.5	3.43	1.07	3.38	8.23	9.76	2.52*10 ⁻³	2.10	0.70	0.55	1.92	9.20
Partizanska	6.65	3.73	1.11	4.29	6.49	12.20	7.32*10 ⁻⁴	2.71	0.58	0.59	1.93	10.17
Toplarniška	6.67	2.79	0.76	2.51	6.31	9.54	8.79*10 ⁻⁴	3.27	0.79	0.23	1.68	11.39
JP Energetika	6.58	2.82	0.78	3.33	7.02	9.39	1.33*10 ⁻³	2.12	0.58	0.60	2.08	9.21
EIMV	6.11	1.68	0.83	2.64	5.60	6.60	2.99*10 ⁻³	1.46	0.61	0.57	1.92	6.67

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 1998

Table 4.3.4.2.(2) Monthly maximal and annual deposited matter and pH in precipitation in 1998

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	75.97	43.19	12	9	4.69
Topolšica	18.20	8.20	12	6	4.71
Zavodnje	15.00	7.50	10	1	4.36
Graška gora	32.77	12.82	12	8	4.76
Velenje	24.00	10.80	12	9	5.14
Pesje	46.50	15.70	12	11	4.96
EIS-TET					
Kovk	27.20	9.30	12	1	3.75
Dobovec	25.10	7.40	12	0	3.97
Kum	28.00	9.60	10	8	4.93
Ravenska vas	24.80	9.80	12	2	3.81
Lakonca	39.20	16.00	12	10	4.71
Prapretno	34.10	12.70	12	7	4.95
TE-TO					
Ljubljana					
Vnajnarje	18.90	8.50	10	6	4.36
Deponija	71.70	23.50	12	10	5.06
Partizanska	36.00	17.80	12	12	5.78
Toplarniška	60.90	25.70	11	10	5.42
JP Energetika	29.50	16.00	12	11	5.27
EIMV	16.70	10.600	12	10	4.72

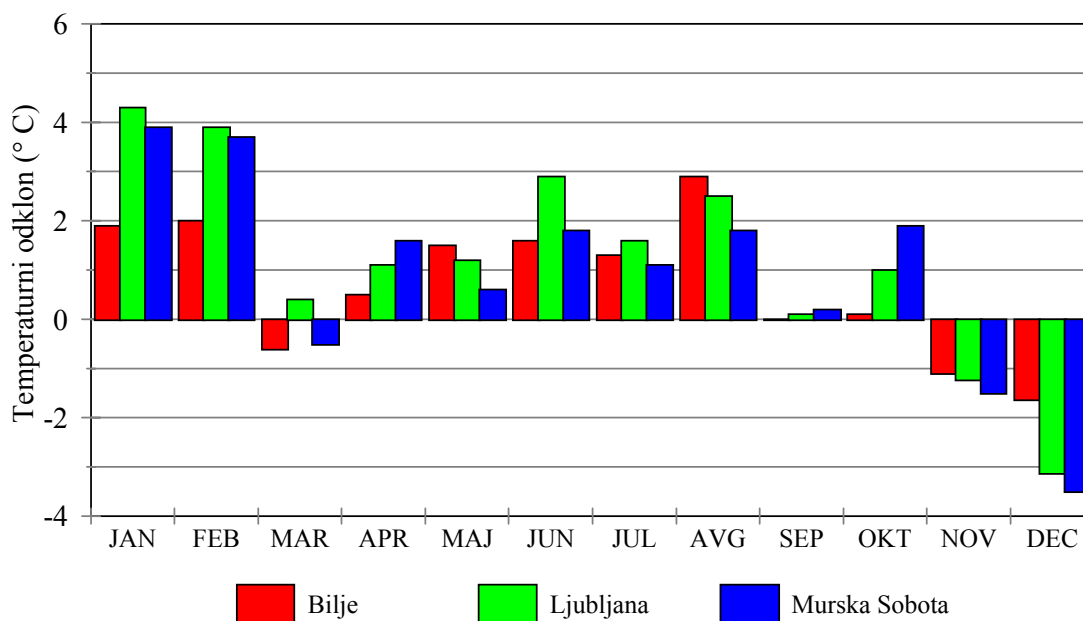
- 4.-1 European Intercomparison Workshop on Air Quality Monitoring, Vol 2, Berlin, Germany, December 1996
- 4.-2 Messung partikelförmiger Niederschläge, Bestimmung des partikelförmigen Niederschlags mit dem Bergerhoff-Gerät (Standardverfahren). VDI - Richtlinien, VDI 2119, Blatt 2, Juni 1972
- 4.-3 Manual 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: Vnajnarje, 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 Liebfeld, 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 kislil odločnin 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

5. VREMENSKE RAZMERE V LETU 1998

V nadaljevanju so podane značilnosti tistih meteoroloških parametrov, ki vplivajo na kakovost zraka. Razmere v letu 1998 smo primerjali s povprečnimi vrednostmi v referenčnem klimatološkem obdobju 1961–1990. Podatki za Ljubljano in Maribor so prikazani v tabeli 5.(1).

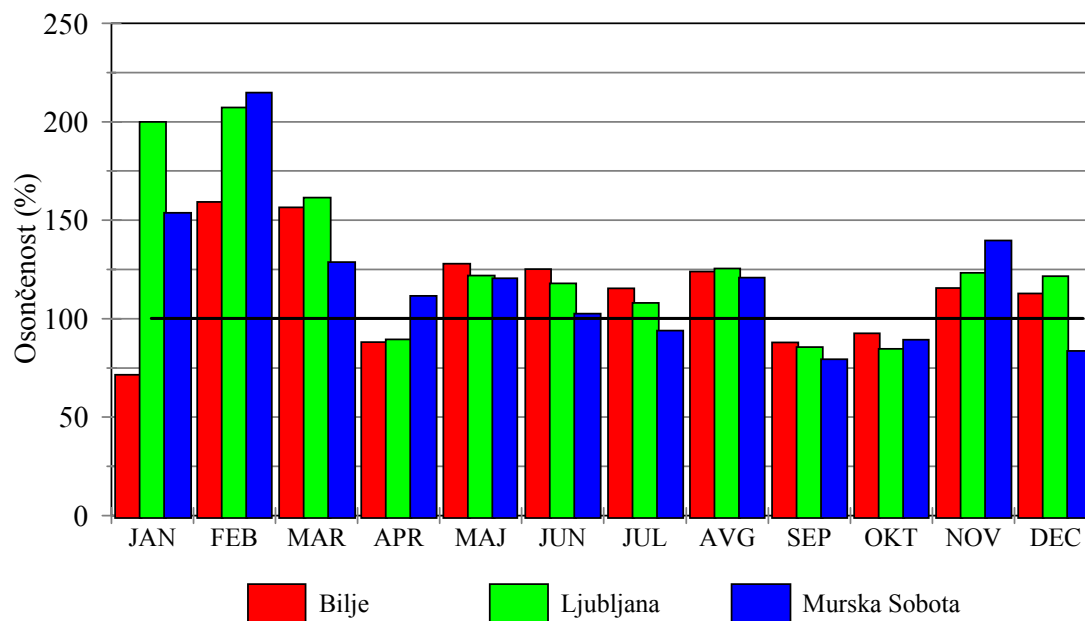
Leta 1998 je bila povprečna letna temperatura zraka povsod po državi nad povprečjem obdobja 1961–1990. Odklon je bil večinoma od 0.6 do 1.2° C. Zelo omejena so bila območja z nekoliko večjim ali manjšim temperaturnim odklonom. Po mesecih je temperaturni odklon od povprečja za tri meteorološke postaje prikazan na sliki 5.(1). Značilno je, da je nekoliko bolj odstopala od dolgoletnega povprečja najvišja dnevna temperatura, manjši pa je bil odklon povprečne najnižje temperature zraka. Meteorološka postaja Bilje leži na zahodu Vipavske doline in je reprezentativna za razmere na Primorskem, meteorološki podatki iz Ljubljane dobro opisujejo podnebne značilnosti osrednje Slovenije in kotlin, podatki Murske Sobotne pa so reprezentativni za nižinski svet severovzhodne Slovenije.



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

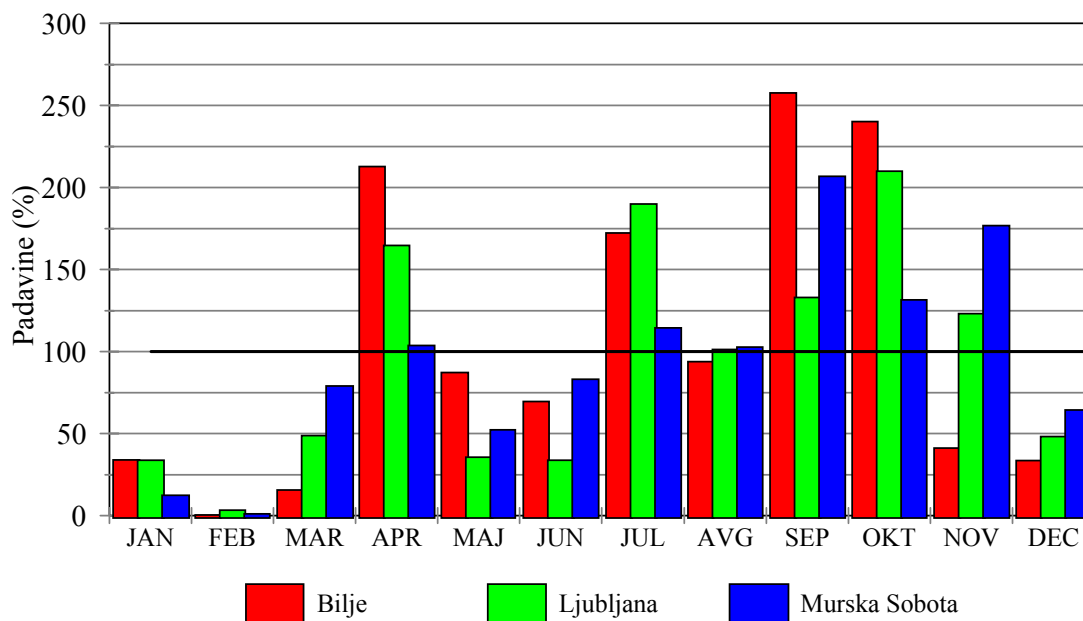
Figure 5.(1): Temperature aberrations from the long-term average 1961 – 1990

Leto se je začelo z nadpovprečno visoko temperaturo zraka; tako januar kot tudi februar spadata med mesece z največjim temperaturnim odklonom od dolgoletnega povprečja. Povprečna pomladna temperatura zraka (meseči marec, april in maj) je bila nad dolgoletnim povprečjem. Večinoma je bil odklon večji pri najvišji dnevni temperaturi kot pri najnižji temperaturi. Povprečna poletna temperatura (meseči junij, julij in avgust) je bila v Ljubljani enaka kot leta 1994, ko smo imeli ekstremno toplo poletje; tako visoka poletna temperatura že spada med izjemno redke dogodke; to je že osmo poletje zapored, ko je bilo preseženo povprečje obdobja 1961–1990. Po nižinah je bila povprečna jesenska temperatura (meteorološka jesen so meseci september, oktober in november) blizu dolgoletnega povprečja, v gorah pa je bilo občutno hladneje od povprečja. Leto se je končalo s povprečno temperaturo zraka pod povprečjem obdobja 1961–1990, le v visokogorju in v Primorju so bile razmere blizu povprečja. Močne temperaturne inverzije so bile pogoste in občasno je bila temperatura v visokogorju celo višja kot po nižinah v notranjosti države; to je tudi glavni vzrok, da so bile razmere v visokogorju in ob morju blizu dolgoletnega povprečja, drugod pa je bilo precej hladneje.



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

Osončenost je v letu 1998 presegla povprečje obdobja 1961–1990. Najbližje dolgoletnemu povprečju so bile razmere v Julijcih in na jugu države. Mesečni odkloni od povprečja so prikazani na sliki 5.(2). Z izjemo Primorske, ki je bila januarja v primerjavi z dolgoletnim povprečjem slabo osončena, je trajanje sončnega obsevanja januarja in februarja močno preseglo dolgoletno povprečje. Osončenost je bila spomladi povsod nad dolgoletnim povprečjem. Presežek je bil med 5 in 30 %. Poleti je sonce sijalo več ur kot v povprečju primerjalnega obdobja. Med kraji z največjim relativnim presežkom so bili Ljubljana, Celje in Vipavska dolina. Jeseni je bila osončenost med 80 in 100 % dolgoletnega povprečja, v Julijcih je bila še nekoliko slabša; na Kredarici je sonce sijalo komaj 71 % ur glede na dolgoletno povprečje. Razen na vzhodu Slovenije je sonce zadnji mesec v letu sijalo več ur kot v povprečju obdobja 1961–1990.

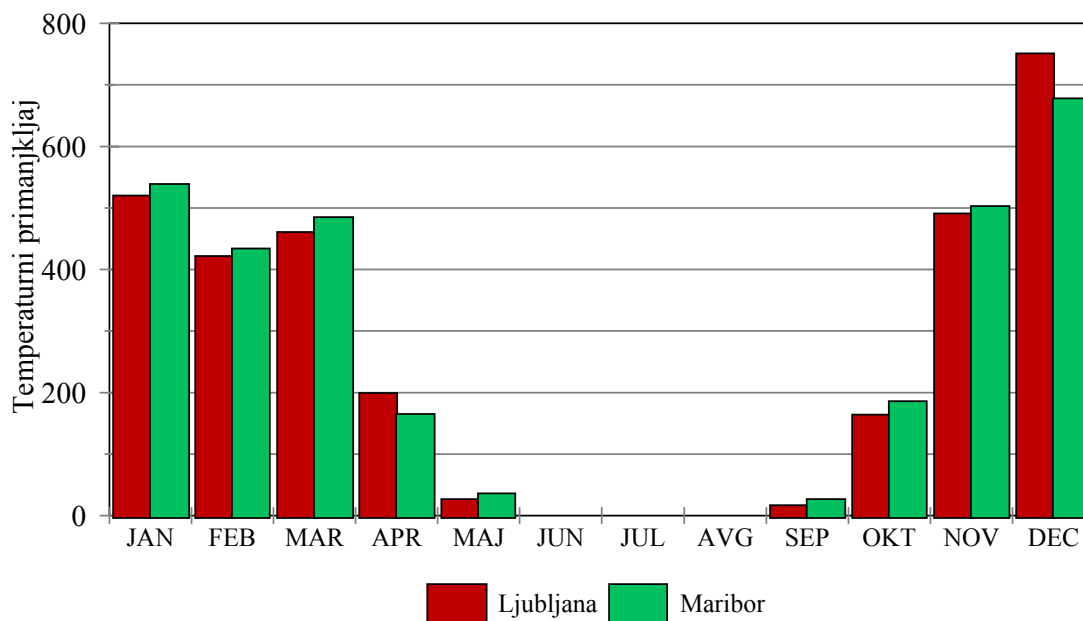


Slika 5.(3): Višina padavin glede na povprečje obdobja 1961–1990
 Figure 5.(3): Amount of precipitation compared to the 1961 – 1990 period

Padavine so bile večinoma blizu dolgoletnega povprečja. Še najbolj so od povprečja obdobja 1961–1990 odstopale razmere na jugozahodu države, kjer je bil relativni primanjkljaj padavin večji od 10 %. Na sliki 5.(3) je podana višina padavin v letu 1998 v primerjavi s povprečjem obdobja 1961–1990. Po obilnih padavinah ob koncu leta 1997 je bil začetek leta 1998 zelo skromen s padavinami; še posebej velja to za februar. Padavin je bilo spomladi skoraj povsod po državi manj od dolgoletnega povprečja, izjema so bili le Julijci in Goriško. Poleti so bile padavine razporejene neenakomerno. O hudi suši v poletju 1998 lahko govorimo le v Primorju. V treh poletnih mesecih (juniju, juliju in avgustu) je v Ljubljani padlo 430 mm, kar je zelo blizu dolgoletnega povprečja. Že peto poletje zapored višina padavin ni bistveno odstopala od povprečja obdobja 1961–1990. Jesen je bila deževna in povprečje obdobja 1961–1990 je bilo povsod znatno preseženo. Decembra je bilo padavin precej manj kot v dolgoletnem povprečju.

Temperaturni primanjkljaj pogosto uporabljamo pri ocenjevanju energije, ki je potrebna za ogrevanje; podatki za Ljubljano in Maribor so prikazani na sliki 5.(4). Temperaturni primanjkljaj je razlika med zeleno temperaturo v ogrevanem prostoru (izbrali smo 20°C) in povprečno dnevno zunanjo temperaturo zraka. Računamo ga le za dneve, ko je povprečna zunanja temperatura zraka nižja od 12° C. Največji je bil temperaturni primanjkljaj decembra. Predvsem zaradi močnih temperaturnih inverzij je bil opazno večji v Ljubljani kot v Mariboru.

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 ob 7., 14. in 21. uri po srednjeevropskem času z enako ali višjo temperaturo zraka na Topolu je na sliki 5.(5). Najpogostejše so bile celodnevne temperaturne inverzije decembra. Zjutraj se lahko pojavljajo prek celega leta, seveda pa v topli polovici leta ne trajajo dolgo. Posebno veliko jutranjih temperaturnih inverzij je bilo februarja.



Slika 5.(4): Temperaturni primanjkljaj, ki predstavlja merilo za potrošnjo energije za ogrevanje, v Ljubljani in Mariboru

Picture 5.(4): The number of degree days, representing the standard for measuring of energy consumption for heating, in Ljubljana and Maribor

Leto 1998 je bilo v celoti toplejše in zelo dobro osončeno ter večinoma bolj suho kot v dolgoletnem povprečju, vendar so bili odkloni od povprečja v posameznih mesecih večji kot za leto v celoti; meteorološke značilnosti leta 1998 po mesecih so podane v nadaljevanju.

Tabela 5.(1): Vrednosti nekaterih meteoroloških parametrov v Ljubljani in Mariboru v primerjalnem obdobju 1961–1990 in v letu 1998

Table 5.(1): Values of some meteorological parameters in Ljubljana and Maribor in the reference period 1961 – 1990 and 1998

	JAN		FEB		MAR		APR		MAJ		JUN	
	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98
LJUBLJANA												
TEMPERATURA	-1,1	3,2	1,4	5,3	5,4	5,8	9,9	11,0	14,6	15,8	17,8	20,7
PADAVINE	81	27	80	3	98	48	109	180	121	43	155	52
DNEVIS PAD.	9,0	5	8,3	1	9,1	4	10,8	18	11,6	8	12,2	5
SNEŽNA ODEJA	21,0	0	15,2	0	7,5	4	1,3	0	0,1	0	0,0	0
SONČNO OBS.	46	92	85	176	127	205	162	145	209	255	221	261
JASNO	1,8	4	2,8	9	3,4	3	3,1	0	2,8	5	2,9	2
OBLAČNO	18,1	11	13,7	3	13,2	3	11,2	15	9,1	7	8,5	5
MEGLA	15,3	6	10,2	4	6,8	2	4,2	5	4,9	2	5,1	1

	JUL		AVG		SEP		OKT		NOV		DEC	
LJUBLJANA	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98
TEMPERATURA	19,9	21,5	19,1	21,6	15,5	15,6	10,4	11,4	4,6	3,4	0,0	-3,1
PADAVINE	122	232	144	146	130	173	115	241	135	166	101	49
DNEVIS PAD.	9,8	9	9,5	7	8,2	13	8,4	15	9,4	8	8,6	5
SNEŽNA ODEJA	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	5,3	5	14,4	30
SONČNO OBS.	260	281	230	289	163	139	116	97	56	69	37	45
JASNO	5,1	6	4,5	9	1,7	0	2,0	0	1,3	1	1,0	0
OBLAČNO	5,8	4	5,9	2	7,9	12	11,6	15	17,4	19	19,9	17
MEGLA	6,1	1	9,8	1	15,2	6	15,4	9	12,8	5	15,2	18

	JAN		FEB		MAR		APR		MAJ		JUN	
MARIBOR	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98
TEMPERATURA	-1,3	2,6	1,1	6,1	5,2	5,2	10,0	11,6	14,7	15,7	17,9	19,9
PADAVINE	49	10	50	0	68	39	80	58	94	46	119	136
DNEVIS PAD.	6,8	2	7,0	0	7,8	7	9,1	11	10,0	7	10,2	15
SNEŽNA ODEJA	20,7	1	13,5	0	6,1	6	0,7	0	0,0	0	0,0	0
SONČNO OBS.	69	112	90	180	133	167	159	195	206	250	213	223
JASNO	3,3	6	3,6	12	3,6	1	3,7	0	3,1	5	2,5	1
OBLAČNO	14,4	11	12,7	1	12,1	6	11,0	9	9,2	9	8,5	9
MEGLA	5,8	2	3,8	0	1,5	2	0,5	2	0,3	0	0,5	1

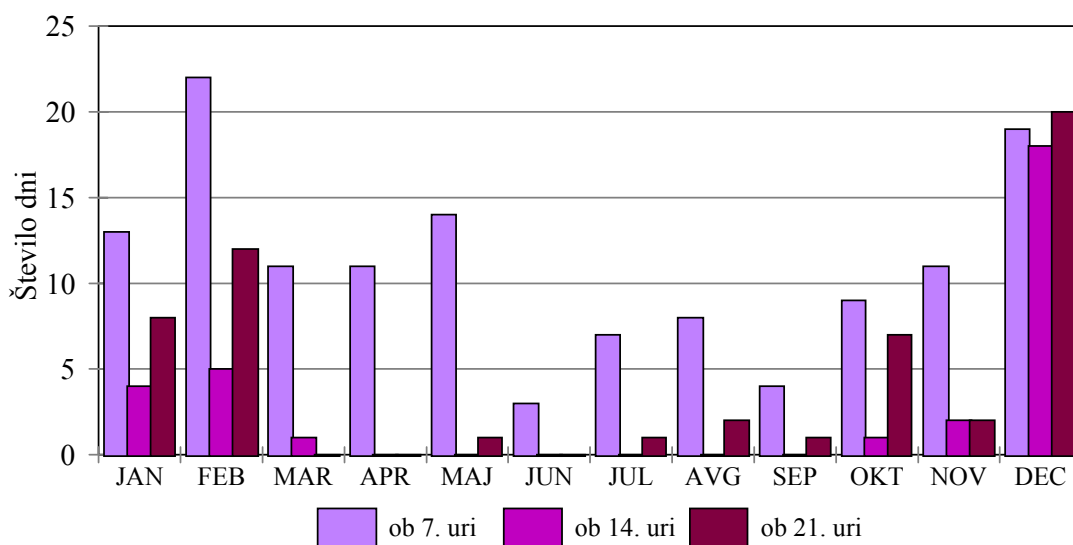
	JUL		AVG		SEP		OKT		NOV		DEC	
MARIBOR	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98	61-90	98
TEMPERATURA	19,6	20,7	18,7	20,8	15,2	15,1	10,1	11,0	4,5	3,2	0,1	-1,9
PADAVINE	118	193	128	139	98	173	87	124	93	147	60	27
DNEVIS PAD.	10,2	11	9,6	6	7,3	11	6,9	11	8,4	9	7,1	5
SNEŽNA ODEJA	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	4,2	11	13,3	31
SONČNO OBS.	249	234	224	273	174	127	140	121	79	100	61	40
JASNO	5,2	4	6,5	7	5,9	0	6,1	1	3,1	0	2,9	0
OBLAČNO	5,6	6	5,9	4	6,9	14	9,7	13	13,3	14	14,3	15
MEGLA	0,2	1	1,0	0	3,1	0	5,2	1	6,0	1	5,9	2

Legenda:

Temperatura	povprečna mesečna temperatura (° C)	Sončno obs.	Štev. ur sončnega obsevanja
Padavine	mesečna količina padavin (mm)	Jasno	število jasnih dni
Dnevi s pad.	število dni s padavinami vsaj 1 mm	Oblačno	število oblačnih dni
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



Slika 5.(5): 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) ob 7., 14. in 21. uri po srednjeevropskem času

Picture 5.(5): 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) at 7.00, 14.00, and 21.00 MET

V Ljubljani je bila zima 1997/98 najbolj mila in sončna doslej. Leto 1998 se je začelo z obdobjem nenavadno toplega vremena, ki je trajalo do ohladitve 25. januarja. **Januarja** 1998 je bila temperatura precej nad povprečjem obdobja 1961–1990, le na zahodu države je bil odklon še v mejah običajne variabilnosti. Za več kot 4° C je bilo dolgoletno povprečje preseženo v velikih kotlinah. Po obilnih padavinah ob koncu leta 1997 je bil prvi mesec leta 1998 povsod po državi skromen s padavinami; na severovzhodu države je padlo manj kot 25 % povprečnih januarskih padavin v obdobju 1961–1990; le na delu Notranjske se je višina padavin približala dolgoletnemu povprečju. Januar je po nižinah minil brez snežne odeje.

Ob obali in Vipavski dolini je bila osončenost slabša od dolgoletnega povprečja, predvsem zaradi megle in nizke oblačnosti, ki sta nastali v hladnem zraku, zajezenem nad Padsko nižino in severnim Jadranom. Velike kotline v notranjosti države so bile osončene bolj kot v dolgoletnem povprečju.

Februar se je začel s hladnim vremenom, ki je trajalo do 10. februarja, ko se je ogrelo in neobičajno visoke temperature so nato vztrajale vse do konca meseca. Ponekod so izmerili celo doslej najvišjo februarsko temperaturo zraka. V visokogorju je bil to najtoplejši februar odkar merimo temperaturo na Kredarici. Temperaturni odklon je dosegel celo 6.2° C. Po nižinah je bil temperaturni odklon večinoma med 2 in 5° C. Čeprav je dolgoletno povprečje preseгла tudi povprečna minimalna temperatura zraka, je povprečna najvišja dnevna temperatura najbolj prispevala k tako izjemno toplemu februarju.

Padavin je bilo februarja še manj kot januarja. Marsikje je bil to doslej najbolj suh februar. Pomanjkanje padavin v začetku leta 1998 je primerljivo s sušo v začetku leta 1993. Tako kot januar je tudi februar z redkimi izjemami, kot je na primer zgornje savska dolina, po nižinah minil brez snežne odeje.

Februar je bil sončen in nikoli doslej še nismo februarja zabeležili toliko sončnih ur. V Ljubljani, Celju in Murški Soboti je sonce sijalo dvakrat toliko ur kot v dolgoletnem povprečju.

Povprečna **marčevska** temperatura zraka je bila blizu povprečja obdobja 1961–1990. Padavin je bilo večinoma manj od dolgoletnega povprečja, na obali komaj 1 mm, na nekaj manjših območjih po državi pa je zaradi neviht in ploh padlo več padavin od dolgoletnega povprečja.

Povsod je sonce sijalo dlje od dolgoletnega povprečja. Na severovzhodu in v gorah je bilo le-to preseženo za 20 do 30 %, Notranjska pa je bila za skoraj 70 % bolj osončena kot v dolgoletnem povprečju.

Bili so tudi prodori hladnega zraka, ki jih je spremljalo sneženje po nižinah v notranjosti, na primer prvega marca in v noči iz 20. na 21. marec, vendar se je sneg hitro stalil.

Aprila je bila povprečna temperatura nad dolgoletnim povprečjem. Na Dolenjskem in v Beli krajini je odklon presegel 2° C, na zahodu pa ni presegel 1° C.

Večino padavin so prinesli jugozahodni zračni tokovi, zato so bile padavine na zahodu pogoste in obilne. Drugače je bilo na vzhodu države, kjer dolgoletno povprečje ni bilo doseženo.

Vzhod države je bil osončen nekoliko bolj kot v povprečju obdobja 1961–1990, na zahodu pa je bila osončenost nekoliko pod dolgoletnim povprečjem. V Julijcih ni bilo doseženega niti 80 % dolgoletnega povprečja.

Maja je bila temperatura nad dolgoletnim povprečjem. Odklon temperature je bil največji na zahodu in v Beli krajini. Padavin je bilo večinoma manj od dolgoletnega povprečja; le malo je bilo krajev, kjer je bilo dolgoletno povprečje preseženo. Osončenost je bila nadpovprečna, presežek je bil med 5 in 30 %.

Junija je bil temperaturni odklon večinoma med 1 in 3° C. V Ljubljani je bila povprečna junijska temperatura 20.7 °C, kar je več kot kdaj koli prej. Zelo veliko je bilo tudi dni s temperaturo vsaj 30° C.

Zelo neenakomerno so bile razporejene padavine; v osrednji Sloveniji jih je bilo manj kot drugod po državi. V Ljubljani je padlo le 34 % dolgoletnega povprečja, vendar so bili tudi kraji, kjer je bilo povprečje obdobja 1961–1990 preseženo. Močne nevihte z nalivi, točo in močnim vetrom so marsikje povzročile škodo. Osončenost je bila nad dolgoletnim povprečjem. Le-to je bilo na Goriškem preseženo za okoli 25 %.

Julij je bil toplejši od dolgoletnega povprečja. Še posebej vroča je bila zadnja dekada meseca. Osončenost je bila zelo blizu povprečja obdobja 1961–1990; bolj sončna kot prva je bila druga polovica meseca.

Kot je poleti običajno, so bile padavine razporejene zelo neenakomerno. Večinoma so presegle dolgoletno povprečje, ponekod so dosegle celo dvojno povprečno julijsko višino. Predvsem prehode hladnih front so občasno spremljali nalivi, tudi toča in močan veter.

Avgust 1998 je bil toplejši od dolgoletnega povprečja. Temperaturni odklon je bil med 1.5 in 3.0° C. Prvi dve dekadi sta bili izjemno vroči, tretja pa je bila občutno hladnejša od dolgoletnega povprečja.

Osončenost je bila boljša od dolgoletnega povprečja. Večina avgustovskih padavin je padla v zadnji dekadi. Predvsem na obali so v prvih dveh dekadah avgusta trpeli sušo.

V prvem jesenskem mesecu **septembru** je bila povprečna temperatura blizu dolgoletnega povprečja, le v gorah je bilo povprečje preseženo za okoli 1° C.

Oblačnost je bila nad dolgoletnim povprečjem. Veliko je bilo oblačnih dni in malo jasnih. Osončenost je bila slabša od dolgoletnega povprečja, saj je bilo doseženih le od 70 do 90 % običajnega števila ur sončnega obsevanja.

Padavin je bilo precej več od dolgoletnega povprečja; na nekaterih območjih je padlo celo 250 % dolgoletnega povprečja. Od 5. do 13. septembra so bili v Vipavski in Soški dolini močni nalivi z več kot 100 mm padavin dnevno. V Biljah je v šestih urah padlo skoraj 150 mm.

Oktobra je bila temperatura zraka v Alpah in na severozahodu države pod povprečjem obdobja 1961–1990, drugod je bilo dolgoletno povprečje preseženo. Mesec je minil brez izrazito hladnih ali toplih obdobj.

Na obali je sonce sijalo nekoliko več ur kot v dolgoletnem povprečju, drugod po državi pa je bila osončenost nekoliko slabša od povprečja obdobja 1961–1990.

Padavine so bile povsod obilne. Povsod je bilo dolgoletno povprečje preseženo za vsaj 30 %. Ponekod v Posočju je oktobra padlo celo 900 mm padavin, kar je enako povprečni letni višini padavin v Prekmurju. Dnevne padavine so ponekod v Posočju presegle 200 mm.

Povprečna **novembrska** temperatura je bila pod povprečjem obdobja 1961–1990. Odklon je bil pomembno velik v visokogorju. Na Kredarici je bil temperaturni odklon –3.7° C; to je bil tudi najhladnejši november na Kredarici od začetka meritev leta 1954. Po nižinah je bil temperaturni odklon znotraj meja običajne variabilnosti.

Večina države je bila osončena bolje od dolgoletnega povprečja; na obali, v Ljubljanski kotlini in na severovzhodu države je bilo dolgoletno povprečje preseženo za okoli 20 %. V začetku novembra, v dneh od 2. do 6. novembra so izdatne padavine zajele vso državo in veliko rek je prestopilo bregove. Posebej veliko škode je povzročila Savinja s pritoki.

Povprečna **decembrska** temperatura zraka je bila pod povprečjem obdobja 1961–1990, le v visokogorju in v Primorju so bile razmere blizu povprečja. Močne temperaturne inverzije so bile pogoste in občasno je bila temperatura v visokogorju celo višja kot po nižinah v notranjosti države. To je tudi glavni vzrok, zakaj so bile razmere v visokogorju in ob morju blizu dolgoletnega povprečja, drugod pa je bilo precej hladneje.

Z izjemo vzhodne Slovenije je sonce sijalo več ur kot v povprečju obdobja 1961–1990. Tla je po nižinah v notranjosti prekrivala snežna odeja. Padavin je bilo precej manj kot v dolgoletnem povprečju; večinoma je padlo le od 20 do 60 % običajnih decembrskih padavin.