



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

**ONESNAŽENOST ZRAKA
V SLOVENIJI
V LETU 1999**



Agencija Republike Slovenije za okolje

LJUBLJANA, marec 2002

POVZETEK

1. Na področju zakonodaje v letu 1999 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 na nadaljni upad koncentracij v letu 1999 v večjih mestih, v krajih pod vplivom obeh termoelektrarn pa ni vidnih sprememb glede na leto 1998. Prekoračitev mejnih vrednosti je bilo največ na merilnih mestih, ki so pod vplivom termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje. Tam so bile presežene tudi kritične vrednosti. Na Dobovcu, merilnem mestu v bližini TE Trbovlje, so izmerili urno koncentracijo $3761\mu\text{g}/\text{m}^3$, ki je bila posledica prevelike emisije iz termoelektrarne in neugodnih vremenske situacije – dalj časa trajajoče temperaturne inverzije. V mestih so bile presežene v glavnem le urne mejne in kritične vrednosti, preseganje mejnih dnevnih vrednosti pa skoraj ni bilo. Med temi merilnimi mesti tokrat s preseganjem izrazito izstopa le Šoštanj, kjer so visoke koncentracije izmerjene ob jugozahodnem vetru zaradi emisije iz nizkih dimnikov TEŠ. Koncentracije dušikovega dioksida so bile približno enake kot leta 1998 in na nobenem merilnem mestu niso presegle mejne vrednosti. Največ preseganje mejnih vrednosti je bilo kot ponavadi pri ozonu, vendar zaradi drugačnih vremenskih pogojev manj kot leta 1998. 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 nižje kot v letu 1998 in so ostale pod mejnimi vrednostmi. Koncentracije skupnih lebdečih in inhalabilnih delcev občasno presežejo mejne vrednosti, predvsem na merilnih mestih blizu prometnih cest. Meritve indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini, izraženega 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. Vrednosti indeksa so bile v glavnem nižje kot leta 1998 in so komaj kje presegle mejno vrednost. Tudi koncentracije dima so bile nižje kot leto poprej in so bile povsod pod mejno vrednostjo. Kislost padavin se glede na leto 1998 ni bistveno spremenila. Koncentracije prašnih usedlin niso presegle mejnih vrednosti.

4. Temperature v zimskih mesecih leta 1999 so bile blizu dolgoletnega povprečja, vreme pa je bilo precej razgibano s pogostimi padavinami. Razmere so bile kar ugodne za kakovost zraka, saj so bili pogoji za disperzijo dobri in zato koncentracije škodljivih snovi nižje. Ker je bilo trajanje sončnega obsevanja zgodaj spomladi in jeseni nad dolgoletnim povprečjem, poleti pa ga je bilo zaradi bolj spremenljivega vremena manj, je bilo preseganje mejnih vrednosti precej enakomerno porazdeljeno v času od spomladi do jeseni brez vidnejšega poletnega maksimuma.

Primerjava koncentracij leta 1999 s predhodnimi leti pokaže pri večini snovi rahlo nižanje koncentracij, predvsem pri žveplovem dioksidu v večjih mestih (izjema je Šoštanj zaradi

direktnega vpliva TEŠ), pri sulfatih, indeksu onesnaženosti zraka s kislimi plini in dimu. Pri dušikovih oksidih so koncentracije v glavnem na ravni zadnjih let. Koncentracije nitratov v padavinah so začele rahlo upadati. Pri ozonu je koncentracija močno odvisna od vremenskih razmer, nivo pa se v zadnjih petih letih ni močno spreminjal. Onesnaženost z lebdečimi delci v letu 1999 je na ravni prejšnjih dveh let. Za ostale snovi imamo premalo podatkov za večletno primerjavo.

ABSTRACT

There were no particular changes in the field of legislation in 1999. 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 1999 further decreasing of SO₂ concentrations was detected in urban sites. In places under the influence of both power plants there are no significant changes. Exceedances of limit values mostly occurred at monitoring sites influenced by Šoštanj and Trbovlje power plants. Critical values were exceeded at those places as well. In Dobovec monitoring site near Trbovlje Power Plant an extremely high hourly concentration of 4548 µg/m³ was detected. It was the result of too high emission from the plant and unfavourable weather condition with a longer period of temperature inversion. In bigger cities there were mainly exceedances of hourly limit and critical values and almost no daily values except Krško and, above all, Šoštanj monitoring sites which are both locally influenced- first by neighbouring Paper and Pulp Mill and the latter by low stacks of Šoštanj Power Plant. NO₂ concentrations were on the level of 1998 and below limit value on all monitoring sites. The highest number of limit value exceedances –but due to different weather conditions less than in 1998- 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 lower than in 1998 and remained below limit values. Concentrations of total suspended and PM₁₀ particles occasionally exceeded limit values especially on monitoring sites near busy roads. Measurements of index of air pollution with acid gases expressed as SO₂ concentration enable us to make comparison of air quality among different places. This network is richest in the number of monitoring sites. Highest values were measured in larger cities and in the vicinity of greater air pollution sources. The index values and black smoke concentrations were mainly lower than in 1998 and almost didn't exceed limit value. Precipitation acidity was on the level of 1998. Concentrations of deposited matter were below limit values.

In winter season 1999 temperature was near average values and weather was unstable with frequent precipitation. Thus air quality was not so bad as dispersion conditions were rather good. Insolation was exceedingly high during early spring and autumn but due to changeable weather lower in summer, so there was no typical summer peak of limit values exceedances.

Comparison of 1997 with previous years shows a slight decrease of concentrations in most substances, particularly in sulphur dioxide in cities (except Šoštanj and Krško sites), sulphates, Index of Air Pollution with Acid Gases and black smoke. Concentrations of nitrogen oxides are not much changed in last few years. Concentrations of nitrates in precipitations began to slightly decrease. 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. Pollution with suspended particles has not changed much since 1997. For other substances we do not have enough data to make comparison over years.

1. UVOD

Poročilo ONESNAŽENOST ZRAKA V SLOVENIJI V LETU 1999 izdajamo z dvoletno 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 1999 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 reconstruced 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 svinca 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

V Sloveniji potekajo avtomatske meritve onesnaženosti zraka v sistemu ANAS (analitično nadzorni alarmni sistem) na desetih merilnih mestih. Poleg tega potekajo meritve v dveh dopolnilnih mrežah, in sicer kot Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Šoštanj (EIS-TEŠ) in Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Trbovlje (EIS-TET). Po eno postajo imajo mestni sistemi v Ljubljani, Mariboru in Celju. Lokacija mariborske postaje se je januarja 1999 preselila na Pohorje na nadmorsko višino 730m. 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 1999
 Table 4.1.1.1.(2): Measurements of air pollution and meteorological parameters on monitoring sites in 1999

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	
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 januarja, februarja in junija

* measurements in January, February, and June

Legenda:

SO₂ Žveplov dioksid

NO_x Dušikovi oksidi

CO Ogljikov monoksid

SLD Skupni lebdeči delci

O₃ Ozon

PM₁₀ Inhalabilni delci

Meteorološki parametri:

Temperatura zraka v okolici

Nadmorska višina

Hitrost vetra

Smer vetra

Relativna vlažnost zraka

SS - Sončno sevanje

Legend:

SO₂ Sulphur Dioxide

NO_x Nitrogen Oxides

CO Carbon Monoxide

SLD Total suspended particles

O₃ Ozone

PM₁₀ Inhalable particles

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 1999 delovala na lokaciji Škale.

Tabela 4.1.1.2.(1): Merilna mesta za avtomatske meritve in parametri, merjeni v letu 1999

Table 4.1.1.2.(1): Monitoring sites for automatic measurements and parameters measured in 1999

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-Pohorje	730				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

Meteorološki parametri:
Temperatura zraka v okolici

CO Ogljikov monoksid
SLD Skupni lebdeči delci
O₃ Ozon

Relativna vlažnost zraka
Hitrost vetra
Smer vetra

PM₁₀ Inhalabilni delci
BTX Ogljikovodiki

NV - Nadmorska višina

Legend:

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

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

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 ugotovljamo trend onesnaženosti zraka. Isto velja tudi za meritve dima.

Podrobnejši seznam merilnih mest je skupaj z rezultati meritev za leto 1999 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 1999

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 1999

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
Jezerško	900	14°30'	46°24'	x	x	podeželska
Bled	500	14°05'	46° 22'	x	x	podeželska
Iskrba	520	14° 51'	45° 33'	x	x	podeželska - regionalna (EMEP, GAW)

Legenda:

NV Nadmorska višina (m)

Legend:

NV Altitude a.s.l. (m)

4.1.3.

Mednarodne mreže

Štiri postaje, dve iz osnovne (Iskrba in Krvavec) in dve iz dopolnilnih mrež (Zavodnje in Kovk), so vključene v mednarodni merilni mreži za zrak EMEP in GAW. Za program EMEP, ki je operativne narave za potrebe konvencije CLRTAP, se spremlja depozicija in koncentracija polutantov v zraku in prekomejni transport. V letu 1997 so se izvajale v Sloveniji meritve kislh usedlin in foto-oksidantov. V programu GAW, ki je bolj raziskovalnega značaja, pa se spremlja sestava kemijske atmosfere in beleži časovne trende. V letu 1999 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 kislh usedlin, težkih kovin v okolju ter fotokemijskega smoga večjega obsega, in sicer za študij daljinskega transporta onesnaženega zraka in za ocene vplivov na gozdne ekosisteme, vode in kmetijske površine. Postaja Krvavec na obronku Alp na nadmorski višini okrog 1700 m pa je velik del časa (predvsem ponoči) izpostavljena zračnim masam iz

spodnje troposfere in lokacija je bila izbrana z namenom spremljanja daljinskega transporta, fotokemijskih procesov ter trendov ozona v troposferi. Lokaciji Zavodnje in Kovk sta sicer izpostavljeni vplivom bližnjih termoelektrarn, vendar so obdobja teh vplivov kratka in razpoznavna. Postaji prispevata z meritvami prizemnega ozona k programu EMEP predvsem zaradi pomanjkanja informacije o koncentracijah fotokemijskih oksidantov v jugovzhodni Evropi.

Tabela 4.1.3.(1): Slovenske merilne postaje za zrak, ki so vključene v mednarodni merilni mreži EMEP in GAW, ter merilni program v letu 1999

Table 4.1.3.(1): Slovenian monitoring stations included into international monitoring networks EMEP and GAW, and the 1999 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, elektoprevodnost, 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 1999 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 odmik, določamo z analizami standardnih oziroma kontrolnih vzorcev, ki jih pripravimo v laboratoriju iz soli visoke čistosti.

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

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

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

4.2.4. Meritve v mednarodnih mrežah

Merilne metode in merilna oprema

Na lokaciji Iskrba se izvajajo od maja 1996 za mednarodna programa EMEP in GAW meritve žveplovih (S) in dušikovih (N) spojin v zraku po metodi EMEP z impregniranimi filtri /ref. 4.-6/. Vzorčenje je 24-urno s pretokom zraka okrog 14 l/min skozi tri zaporedne filtre. Prvi teflonski filter zbira 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 ustrezno 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, NO_2 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: ± 2% za koncentracije 0-20 ppb, ± 5% za koncentracije > 20 ppb, s sledljivostjo na primarni GAW standard NIST UV-Photometer SRP #15, EMPA, Dübendorf, Švica
- preciznost: ± 2% za koncentracije 0-20 ppb, ± 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 obdela 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 1999, 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 1999
Table 4.3.1.1.(1): Air Pollution with SO_2 in 1999

Postaje	%	C_p	C_{98}	$C_{m/24}$	$C_{m/1}$	$d>125$	$d>250$	$u>350$	$u>700$
Ljubljana F.	91	15	76	90	520	0	0	4	0
Ljubljana B.	93	15	78	94	786	0	0	14	1
Maribor	92	17	73	82	157	0	0	0	0

Celje	91	19	101	106	228	0	0	0	0
Trbovlje*	81	23	129	342	849	0	0	18	4
Hrastnik	88	21	127	383	963	0	0	40	4
Zagorje	93	21	158	398	952	4	0	49	3
Šoštanj	95	42	509	453	2466	30	8	249	71
Topolšica	98	17	162	184	1345	6	0	33	7
Veliki Vrh	96	72	571	556	2257	67	11	400	67
Zavodnje	92	42	361	1046	1963	27	5	152	39
Velenje	99	10	65	212	709	1	3	13	3
Graška Gora	96	32	325	300	1844	17	3	131	12
Škale		16		293	1184	7	1	43	4
Kovk	93	57	482	816	2167	53	15	323	42
Dobovec	96	41	500	998	3761	25	9	227	101
Kum	90	14	83	193	2020	1	0	23	7
Ravenska Vas	96	57	392	860	2147	35	5	178	42
Vnajnarje	94	14		99	611	0	0	9	0
EIS-Celje	95	22	117	121	339	0	0	0	0
EIS Krško	93	33	253	257	732	4	1	47	9

Legenda:

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

Legend:

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

Tabela 4.3.1.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) v letu 1999
 Table 4.3.1.1.(2): Average monthly concentrations of SO₂ (µg/m³) in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	19	23	27	19	23	*4	5	6	6	10	18	*21	15
Ljubljana B.	28	25	22	16	28	8	4	4	5	9	13	18	15
Maribor	32	32	23	14	8	5	6	5	8	12	23	*38	17
Celje	44	*33	16	12	10	5	*7	7	8	11	*32	39	19
Trbovlje	53	*47	27	20	16	*11	*9	*11	*8	16	29	*33	*23
Hrastnik	48	*26	*20	*18	13	5	6	12	12	*22	31	35	21
Zagorje	37	*31	30	18	23	4	*4	24	16	13	24	*33	21
Šoštanj	36	53	73	84	42	32	29	29	32	28	17	50	42
Topolšica	31	35	25	13	21	8	10	9	8	10	11	29	18
Veliki Vrh	179	*101	72	72	41	31	56	32	48	33	100	109	73
Zavodnje	94	*56	39	*20	46	13	16	14	24	29	56	91	42
Velenje	32	15	14	6	7	3	2	2	3	5	10	17	10
Graška Gora	38	53	67	54	24	7	9	14	18	16	14	98	34
Škale	35	25	39	*18	8	4	4	6	6	9	9	34	16
Kovk	137	*132	70	91	51	6	7	11	41	27	58	*67	58
Dobovec	134	39	19	52	30	3	4	16	29	44	59	59	41
Kum	12	*29	*12	23	9	*13	*14	4	14	15	16	9	14
Ravenska vas	76	34	73	59	78	31	34	69	56	55	63	54	57
Vnajarje	19	*14	28	19	*22	3	3	7	7	9	16	17	14
EIS Celje	52	45	23	17	11	-	4	5	*7	11	26	39	22
EIS Krško	28	48	28	43	36	36	42	29	*7	38	22	38	33

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

Tabela 4.3.1.1.(3): Maksimalne urne koncentracije SO₂ v µg/m³ po mesecih v letu 1999

Table 4.3.1.1.(3): Maximum 1-hour concentrations of SO₂ in µg /m³ in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	100	94	482	367	520	*30	42	35	45	162	122	*106	520
Ljubljana B.	115	151	446	559	786	53	86	36	26	133	81	120	786
Maribor	134	157	147	108	36	29	25	75	38	55	99	*139	157
Celje	227	*152	128	116	159	83	*58	78	137	105	*184	228	228
Trbovlje	624	*260	849	193	644	*135	*100	*473	*153	648	292	*434	*849
Hrastnik	942	*188	*448	*415	505	81	98	449	263	*551	371	963	963
Zagorje	898	*625	698	348	632	74	*90	952	518	393	376	*352	952
Šoštanj	766	1285	1288	2466	1082	1019	1236	919	1398	980	727	923	2466
Topolšica	561	1345	1252	727	720	186	289	231	181	334	359	468	1345
Veliki Vrh	2257	*882	888	1219	1033	631	815	973	1613	1266	1180	1223	2257
Zavodnje	1093	*852	980	*752	775	271	470	213	458	710	1546	1963	1963
Velenje	709	327	459	128	234	36	43	78	90	190	208	391	709
Graška Gora	1844	1298	823	755	516	275	404	252	701	316	1068	864	1844
Škale	1184	742	539	*339	356	172	156	150	133	267	295	491	1184
Kovk	2167	*865	845	1077	1177	157	109	468	542	956	901	*798	2167
Dobovec	3761	1426	732	2235	1609	88	89	976	2142	1919	1861	2039	3761
Kum	307	*405	*187	2020	371	*272	*85	86	564	472	1203	396	2020
Ravenska vas	2147	509	1501	749	725	478	377	1354	1274	682	405	1021	2147
Vnajarje	146	*93	525	413	*611	33	52	127	77	483	202	208	611
EIS Celje	262	243	167	339	167	-	50	53	*157	113	170	252	339
EIS Krško	394	661	396	451	732	394	637	364	*692	647	378	420	732

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

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

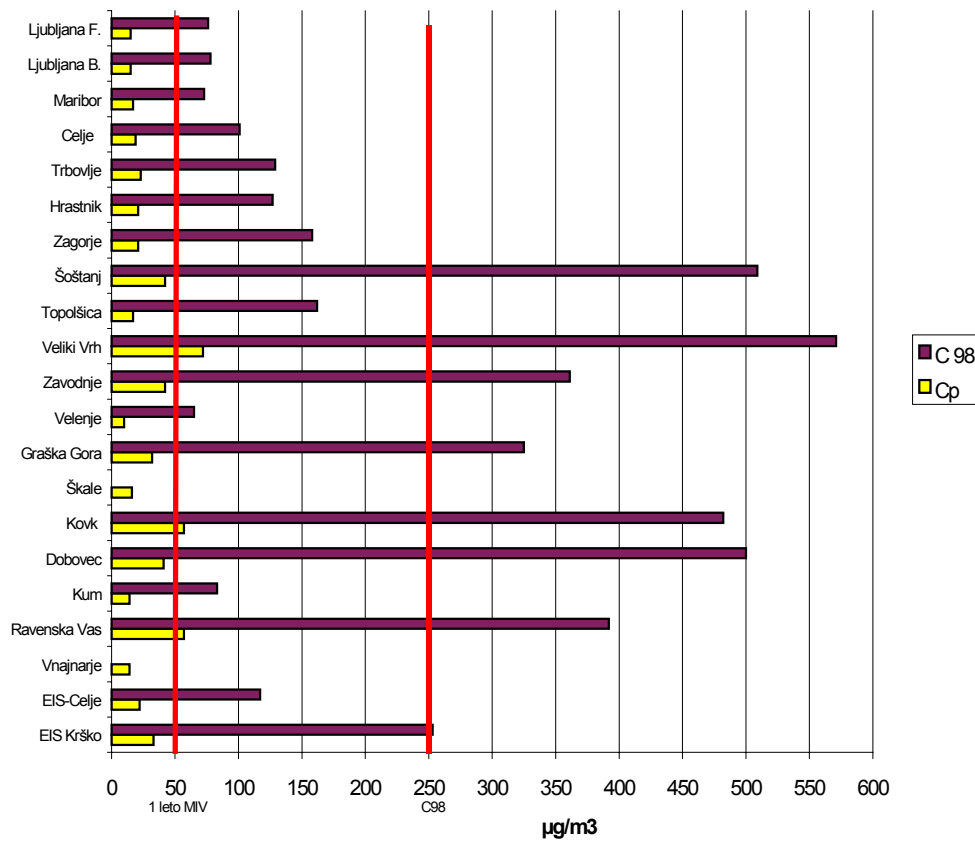
Tabela 4.3.1.1.(4): Maksimalne dnevne koncentracije SO₂ v µg/m³ po mesecih v letu 1999

Table 4.3.1.1.(4): Maximum 24-hour concentrations of SO₂ in µg /m³ in 1999

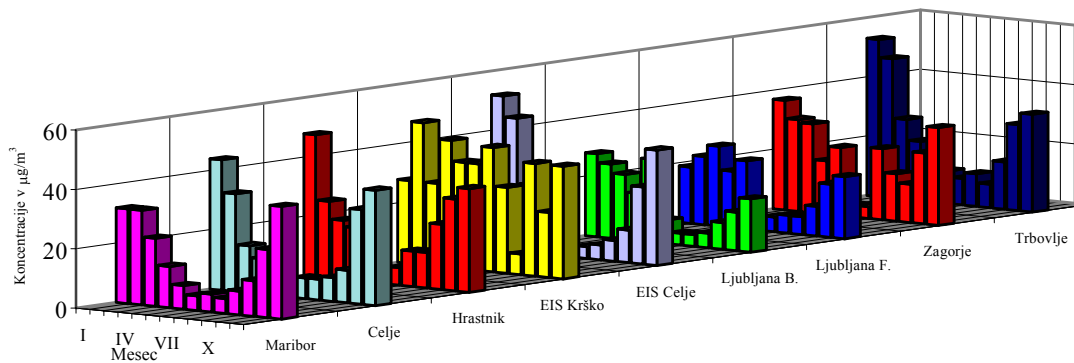
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	Max
Ljubljana F.	35	42	87	54	90	9	17	11	14	25	46	39	90
Ljubljana B.	68	76	71	57	94	19	9	11	10	21	31	47	94
Maribor	61	62	70	37	15	9	13	11	14	29	48	82	82
Celje	103	57	32	23	32	14	15	15	22	31	72	106	106
Trbovlje	342	75	85	49	83	29	20	55	23	49	112	53	342
Hrastnik	383	45	77	121	57	11	15	57	41	74	126	97	383
Zagorje	398	90	135	55	118	10	14	126	56	49	86	62	398
Šoštanj	192	252	408	453	267	163	340	155	224	216	86	303	408
Topolšica	163	184	143	77	74	23	32	31	25	50	40	178	184
Veliki Vrh	556	226	273	301	184	122	228	74	220	171	390	266	556
Zavodnje	352	250	218	96	197	45	86	51	93	133	271	1046	1046
Velenje	212	49	51	24	27	8	5	14	9	20	38	70	212
Graška Gora	190	152	292	174	118	28	30	84	88	90	69	300	300
Škale	293	126	192	66	39	14	15	47	21	56	32	202	293
Kovk	816	320	264	329	244	18	14	97	165	181	317	328	816
Dobovec	998	224	116	343	200	10	21	91	176	188	300	582	998
Kum	36	89	40	193	42	57	72	13	56	79	100	67	193
Ravenska vas	960	112	354	171	220	82	66	251	177	172	168	369	960
Vnajnarje	66	33	99	63	71	12	15	41	25	64	41	46	99
EIS Celje	116	70	42	34	31	-	10	15	18	28	73	121	121
EIS Krško	109	257	42	142	105	92	105	81	137	119	91	142	257

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

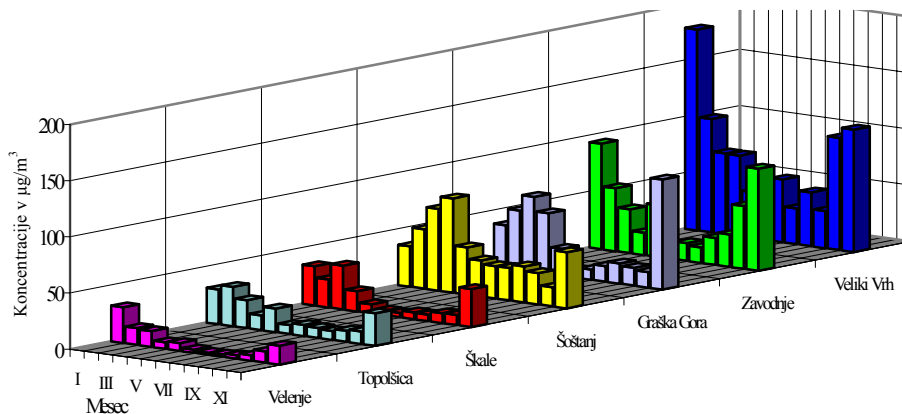
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



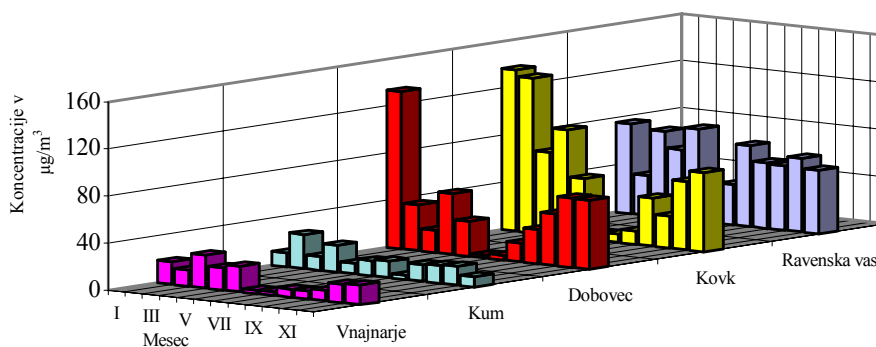
Slika 4.3.1.1.(1): Povprečne letne koncentracije in 98-percentilna vrednost polurnih koncentracij SO₂ v letu 1999 (MIV- mejna vrednost)
 Figure 4.3.1.1.(1): Average annual concentrations and 98-percentile value of ½-hour concentrations of SO₂ in 1999 (MIV- limit value)



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 1999
 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 1999



Slika 4.3.1.1.(3): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih EIS TEŠ v letu 1999
 Figure 4.3.1.1.(3): Average monthly concentrations of SO₂ at EIS TEŠ monitoring sites in 1999



Slika 4.3.1.1.(4): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ na merilnih mestih EIS TET v letu 1999
 Figure 4.3.1.1.(4): Average monthly concentrations of SO₂ at EIS TET monitoring sites in 1999

V povprečju je bil zrak v Sloveniji v letu 1999 tako kot običajno najbolj onesažen v zimskih mesecih (december, januar in 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 januarja (61 dni) in marca (37 dni). **Mejna urna koncentracija** 350 µg/m³ je bila najpogosteje presežena v januarju, skupno 449 ur.

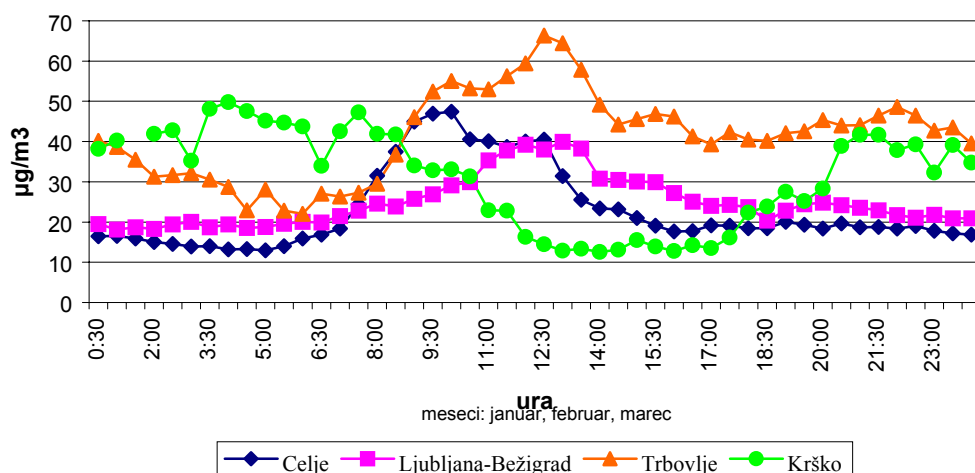
Kritična urna koncentracija 700 µg/m³ je bila najpogosteje presežena v januarju (127 ur, od tega 89 ur v sistemu TET in 33 ur v sistemu TEŠ).

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 130% v okolici TEŠ in do 100% v okolici TET.

Dnevni hod

Najvišje koncentracije SO₂ na merilnih mestih sistema ANAS so bile dosežene med 10.00 dopoldne in 13.00 popoldne, na merilnem mestu v Krškem, ki je pod vplivom tovarne celuloze, pa v nočnem času.



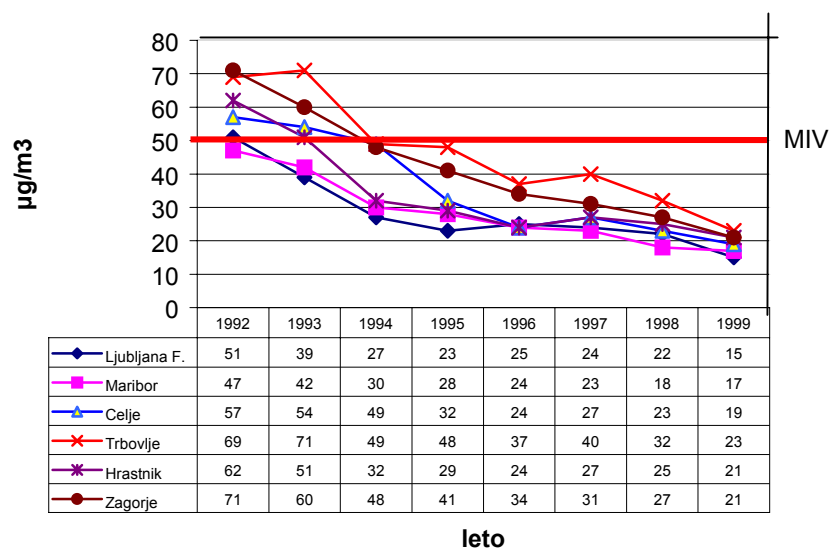
Slika 4.3.1.1.(5): Dnevni hod koncentracij SO₂ na štirih merilnih mestih ANAS za obdobje januar-marec 1999

Picture 4.3.1.1.(5): Daily variation of SO₂ at four ANAS monitoring sites in January through March 1999

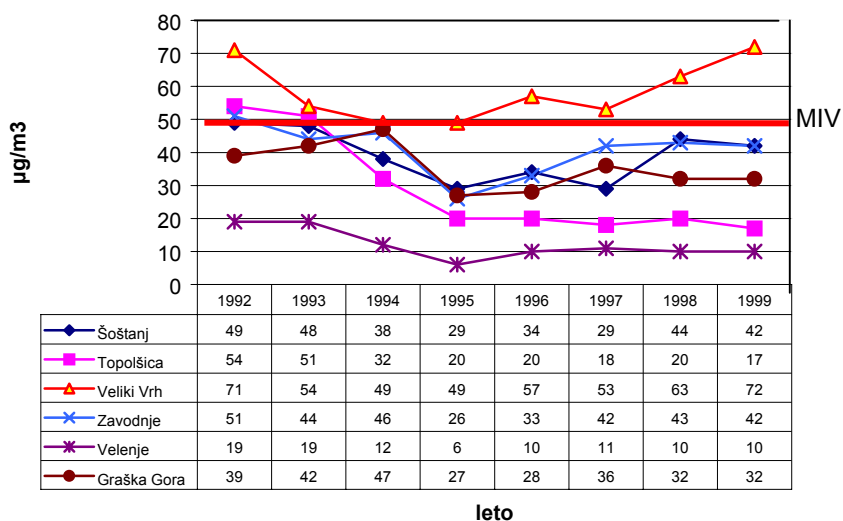
Časovni trend

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

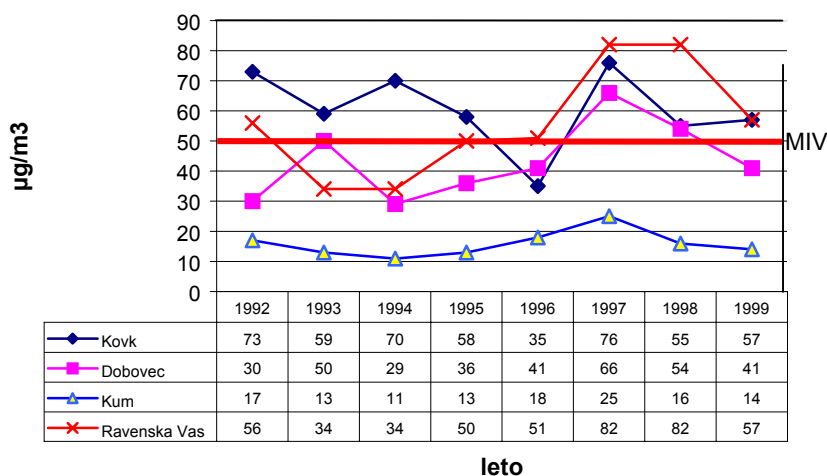
- Onesnaženost z SO₂ v letu 1999 se je glede na leto 1998 zlasti v večjih mestih (postaje ANAS) zmanjšala, nekoliko manjša je bila tudi na vplivnem področju TE Trbovlje, na vplivnem območju TE Šoštanj pa je ostala na enakem nivoju oziroma se je celo rahlo povečala (Veliki vrh).
- V zadnjih nekaj letih 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 ponekod blizu mejne vrednosti ali pa celo nad njo.
- Najvišje urne koncentracije v zadnjih letih v večjih mestih nekoliko upadajo, vendar so razen v Mariboru in Celju 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



Slika 4.3.1.1.(8): Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih TET
 Figure 4.3.1.1.(8): Average annual concentrations of SO₂ at TET monitoring sites

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

Table 4.3.1.1.(5): Mean annual SO₂ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	Povprečne letne koncentracije SO ₂ (µg/m ³)							
	LETO							
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Ljubljana-Fig.	51	39	27	23	25	24	22	15
Ljubljana -Bež.	38	45	33	21	33	34	27	15
Maribor	47	42	30	28	24	23	18	17
Celje	57	54	49	32	24	27	23	19
Trbovlje	69	71	49	48	37	40	32	23
Hrastnik	62	51	32	29	24	27	25	21
Zagorje	71	60	48	41	34	31	27	21
Šoštanj	49	48	38	29	34	29	44	42
Topolšičica	54	51	32	20	20	18	20	17
Veliki Vrh	71	54	49	49	57	53	63	72
Zavodnje	51	44	46	26	33	42	43	42
Velenje	19	19	12	6	10	11	10	10
Graška Gora	39	42	47	27	28	36	32	32
Kovk	73	59	70	58	35	76	55	57
Dobovec	30	50	29	36	41	66	54	41
Kum	17	13	11	13	18	25	16	14
Ravenska Vas	56	34	34	50	51	82	82	57
EIS Celje				26	24	28	27	22
EIS Krško						51	42	33

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	1999
Ljubljana-Fig.	1328	1194	744	718	1009	919	796	520
Ljubljana -Bež.	1257	1380	532	843	1198	1593	936	786
Maribor	928	396	304	286	223	211	161	157
Celje	719	797	733	993	263	975	623	228
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806	693	849
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930	978	963
Zagorje	1701	1000	716	606	605	914	1092	952
Šoštanj	2383	2272	2739	1945	1412	1536	1495	2466
Topolščica	2021	2265	1482	878	1107	1050	1245	1345
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720	1530	2257
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154	2255	1963
Velenje	735	1169	764	261	578	672	1316	709
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579	1076	1844
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000	1916	2167
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072	4548	3761
Kum	530	539	776	2324	1114	3640	1344	2020
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578	1846	1021
EIS Celje				873	283	947	603	339
EIS Krško						2687	1012	732

4.3.1.2. Dušikovi oksidi

Največji vir dušikovih oksidov je promet. Meritve dušikovih oksidov so v letu 1999 potekale na 9 merilnih mestih. Letne rezultate podajamo za vsa merilna mesta, kjer meritve redno potekajo. 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)) na nobenem stalnem merilnem mestu ne presegajo mejne koncentracije. Tudi mejne imisijske koncentracije za krajša časovna razdobja v letu 1999 niso bile presežene (tabela 4.3.1.2.(1), slika 4.3.1.2.(1)).

Najvišje povprečne mesečne koncentracije so bile v večjih mestih dosežene v mesecih januar (Ljubljana), februar (Maribor) in december (Celje in Trbovlje), na neurbanih lokacijah pa v decembru. 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 1999

Table 4.3.1.2.(1): NO₂ pollution in 1999

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

Ljubljana F.*	77	49	127	153	207	0	0
Maribor *	79	39	93	83	144	0	0
Celje*	83	28	77	122	185	0	0
Trbovlje*	76	26	59	56	99	0	0
Zavodnje	91	6	37	42	72	0	0
Škale	-	8	-	43	72	0	0
Kovk	89	9	37	41	205	0	0
Vnajnarje	94	5	19	34	48	0	0
EIS-Celje*	72	46	113	102	258	0	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

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- 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

Tabela 4.3.1.2.(2): Onesnaženost zraka z NO_x v letu 1999

Table 4.3.1.2.(2): NO_x pollution in 1999

Postaja	%	C _p
Ljubljana F.*	77	79
Maribor *		63
Celje*	83	45
Trbovlje*	76	48
Zavodnje	91	7
Škale		9
Kovk	92	11
Vnajnarje	94	6

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/m ³)
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³)
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1999

Table 4.3.1.2.(3): Average monthly concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*89	*84	*56	40	40	*40	*38	43	49	49	54	*50	*49
Maribor	*39	*53	46	*39	43	*35	26	28	38	*32	36	50	*39
Celje	*28	*40	*28	27	22	18	*22	*19	24	27	*50	*46	*29
Trbovlje	*29	*33	28	26	23	*23	*21	*19	*21	22	28	*34	*26
Zavodnje	15	*9	7	*5	*4	3	3	1	2	5	9	11	6
Škale	13	*10	10	*8	6	4	3	4	5	6	11	14	8

Kovk	16	*15	9	10	6	4	4	*10	8	6	10	12	9
Vnajarje	13	*8	6	4	*4	3	3	2	4	3	7	8	5
EIS Celje	-	*75	*51	*47	40	-	*34	33	*36	-	-	-	*39

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 1999

Table 4.3.1.2.(4): Average monthly concentrations of NO_x (µg/m³) in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*140	*117	*76	55	54	*50	*47	66	75	87	102	*123	*79
Maribor	*79	*90	69	*52	66	*49	37						
Celje	64	*76	*39	35	28	23	*26	*24	36	45	*86	*98	*45
Trbovlje	*56	*60	47	42	38	*41	*35	*30	*39	52	63	*69	*48
Zavodnje	18	*10	8	*5	*5	3	0	0	2	5	11	14	7
Škale	17	*11	11	*8	6	4	4	4	6	7	14	17	9
Kovk	24	*16	10	10	6		13	*13	10	9	13	13	11
Vnajarje	16	*9	5	4	*3	3	*2	2	3	4	8	9	6

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 1999

Table 4.3.1.2.(5): Maximal daily NO₂ concentrations in µg/m³ in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	*153	*118	*56	61	63	*54	*47	50	68	75	119	*115	*153
Maribor	*53	*80	83	*54	60	*52	41	47	54	*40	64	67	*83
Celje	42	*59	*28	53	41	30	*47	*33	35	39	*122	*75	*122
Trbovlje	*42	*45	28	42	33	*28	*28	*28	*27	29	56	*49	*56
Zavodnje	34	*29	7	*11	*14	7	15	2	13	13	21	42	42
Škale	28	*19	10	*12	10	8	7	10	9	13	43	24	43
Kovk	41	*27	9	28	14	10	12	*16	18	14	32	28	41
Vnajarje	34	*19	6	9	*7	5	6	5	6	16	26	19	34
EIS Celje	-	*02	*51	*65	56	-	43	43	*43	-	-	-	*102

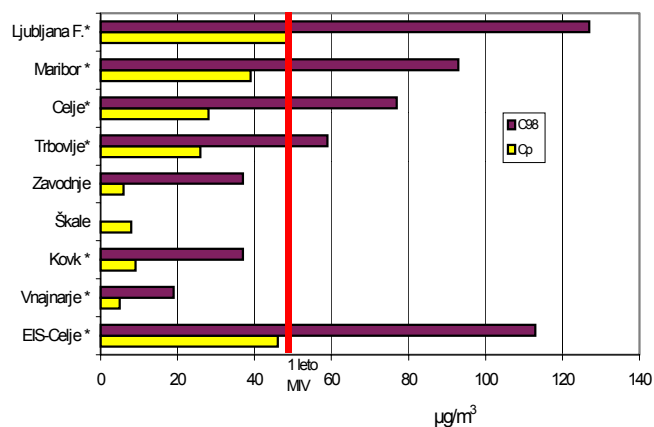
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

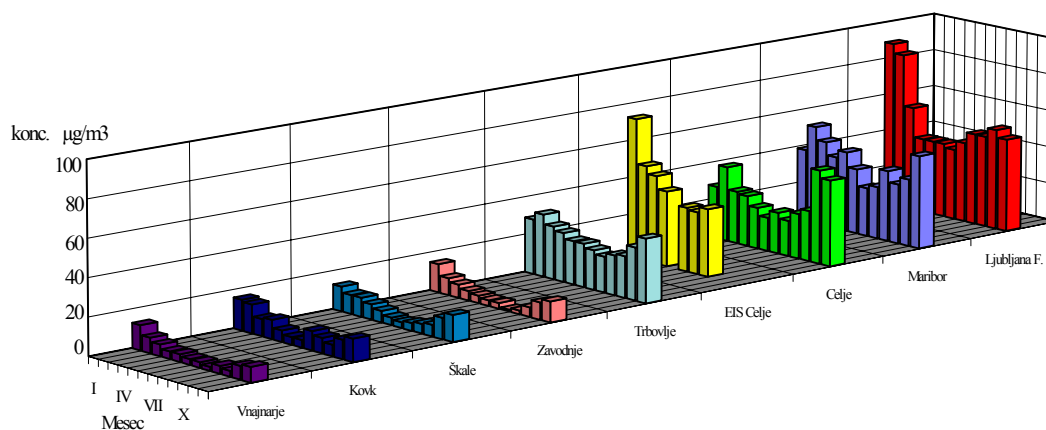
Tabela 4.3.1.2.(6): Maksimalne urne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 1999
 Table 4.3.1.2.(6): Maximum 1-hour concentrations of NO₂ (µg/m³) in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	-	*206	*190	107	116	*104	*79	94	121	126	155	*164	*206
Maribor	*102	*144	136	*121	92	*102	87	70	87	*69	123	115	*144
Celje	63	*139	*110	112	74	65	*78	*62	79	74	*185	*161	*185
Trbovlje	*77	*92	78	75	63	*51	*48	*51	*65	63	81	*99	*99
Zavodnje	62	*58	72	*45	*41	24	63	16	38	32	51	56	72
Škale	40	*50	62	*42	51	29	21	72	40	26	60	56	72
Kovk	46	*46	47	58	42	49	37	*205	53	46	58	59	205
Vnajarje	48	*45	47	41	*33	18	19	14	30	58	54	43	48
EIS Celje	-	-	*133	*123	102	-	95	76	*71	-	-	-	*133

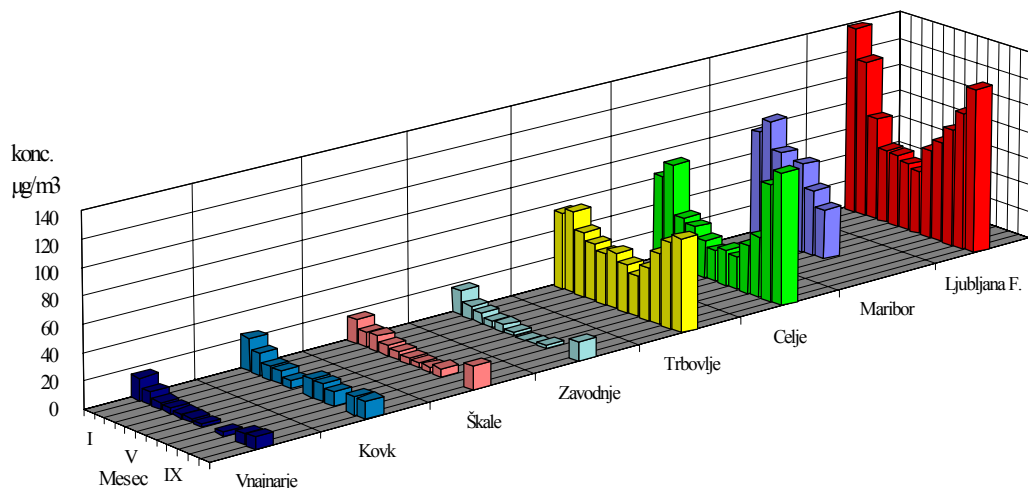
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.2.(1): Povprečne letne koncentracije NO₂ in 98-percentil v letu 1999 (MIV- mejna vrednost)
 Figure 4.3.1.2.(1): Average annual concentrations of NO₂ and 98-percentile value in 1999 (MIV- limit value)



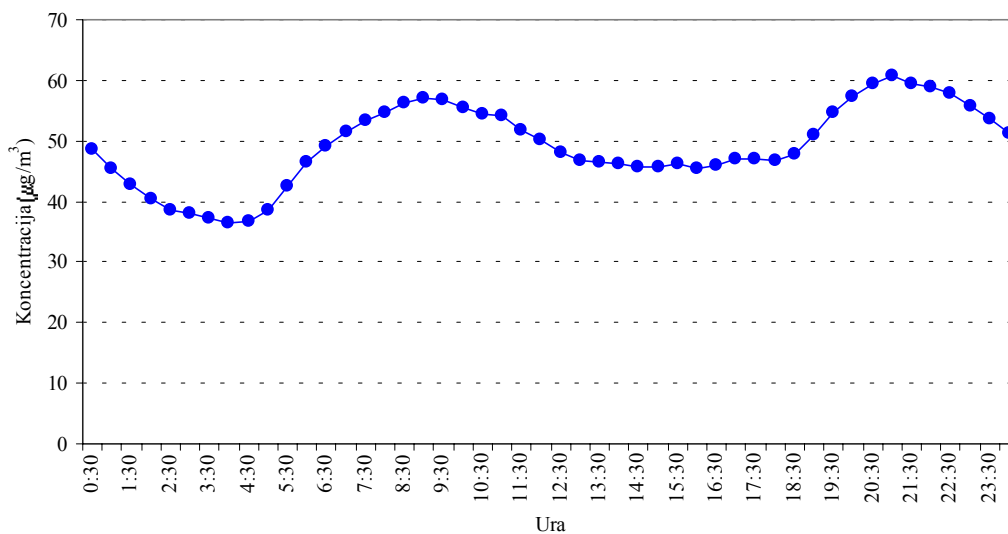
Slika 4.3.1.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije NO₂ v letu 1999
 Figure 4.3.1.2.(2): Average monthly concentrations of NO₂ in 1999



Slika 4.3.1.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO_x v letu 1999
 Figure 4.3.1.2.(3): Average monthly concentrations of NO_x in 1999

Dnevni hod

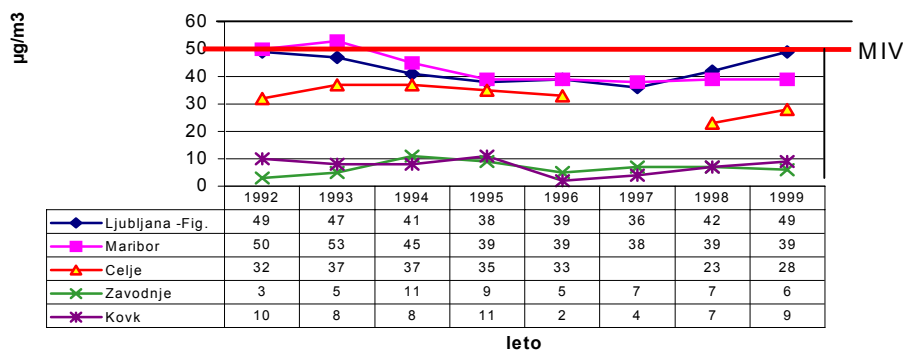
Koncentracije NO₂ so najvišje v jutranjih in večernih urah (slika 4.3.1.2.(4)).



Slika 4.3.1.2.(4): Dnevni hod koncentracije NO₂ na merilnem mestu Ljubljana-Figovec v letu 1999
 Figure 4.3.1.2.(4): Daily variation of NO₂ concentration at Ljubljana-Figovec site in 1999

Časovni trend

Koncentracije NO₂ so se glede na leto 1998 nekoliko povečale vendar so ostale pod mejno vrednostjo.



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	1999
Ljubljana-Fig.	49	47	41	38	39	36	42	49
Maribor	50	53	45	39	39	38	39	39
Celje	32	37	37	35	33	17	23	28
Zavodnje	3	5	11	9	5	7	7	6
Kovk	10	8	8	11	2	4	7	9

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.

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 bila v letu 1999 najvišja na višje ležečih mestih (Krvavec, Iskrba, Kovk, Mariborsko Pohorje). Vrednost 98-tega percentila je bila glede na manjšo nadmorsko višino visoka tudi na merilnih mestih v Ljubljani in Rakičanu. 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 1999

Table 4.3.1.3.(1): Air Pollution with ozone in 1999

Postaja	nv	%	C _p	C ₉₈	C _{veget}	C _{m/24}	C _{1max}	8ur>110	u>150	d>65	d>130
Krvavec	1720	86	99	144	112	147	182	369	78	294	13
Iskrba	520	92	58	129	65	119	173	123	46	116	0
Ljubljana F.	298	88	37	125	51	106	170	49	41	37	0
Ljubljana B.	298	88	36	121	52	112	166	48	21	39	0
Maribor	270	92	35	97	46	76	131	1	0	20	0
Celje	240	92	34	102	47	93	190	18	2	17	0
Trbovlje	265	85	36	102	44	100	142	10	0	19	0
Hrastnik	290	93	39	115	50	104	162	29	15	44	0
Zavodnje	770	93	64	122	81	128	170	42	17	164	0
Velenje	390	93	41	118	58	107	163	27	16	64	0
Škale	410	-	44	-	53	89	159	16	3	46	0
Kovk	600	86	70	136	90	144	177	112	47	163	5
Vnajnarje	630	94	64	-	75	130	158	40	19	153	2
Maribor Pohorje*	730	-	86	-	98	137	170	319	39	208	3
Rakičan*	188	84	53	126	61	100	156	83	10	98	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
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
bold	exceeded limit value for the entire vegetation period (60 µg/m ³)

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

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

Najvišje povprečne mesečne koncentracije ozona so bile na vseh merilnih mestih dosežene v času od marca 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 1999

Table 4.3.1.3.(2): Average monthly concentrations of ozone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	84	91	*102	113	109	*113	113	110	*112	86	81	*79	99
Iskrba	46	67	79	80	68	62	*66	64	*50	40	36	52	59
Ljubljana F.	11	*36	47	53	*60	*58	54	48	32	19	11	*10	37
Ljubljana B.	11	*25	*50	56	59	60	54	*48	32	*18	12	12	36
Maribor Center	17	*38	42	55	36	54	56	43	32	19	13	*14	35
Celje	15	*27	42	47	50	55	51	47	33	20	11	*13	34
Trbovlje	23	*40	50	51	45	*43	*49	*45	*31	19	20	*19	36
Hrastnik	19	37	52	59	58	51	54	46	34	21	17	25	39
Zavodnje	37	*63	74	*84	-	88	82	74	77	48	35	38	64
Velenje	13	40	52	*49	78	66	61	55	39	23	18	21	43
Škale	21	48	52	*47	39	57	66	58	53	37	21	*28	44
Kovk	40	*69	*80	97	83	96	93	88	80	54	34	39	71
Vnajnarje	35	*61	72	73	*71	68	82	78	76	62	46	48	64
Maribor Pohorje	-	*89	98	*107	*104	103	101	88	83	60	*59	58	*86
Rakičan	-	49	66	69	65	70	65	52	43	32	*26	*30	*52

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

Tab. 4.3.1.3.(3): Število prekorajitev 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	*25	26	25	*24	30	22	*21	27	24	*16	294
Iskrba	6	12	25	25	16	9	*5	8	*3	4	0	3	116
Ljubljana F.	0	*0	5	7	*7	*6	7	5	0	0	0	*0	37
Ljubljana B.	0	*0	*4	8	7	8	7	*5	0	*0	0	0	39
Maribor Center	1	*1	0	8	2	5	3	0	0	0	0	*0	20
Celje	0	*0	0	3	1	4	5	3	0	1	0	*0	17
Trbovlje	0	*2	6	6	1	*0	*2	*2	*0	0	0	*0	19
Hrastnik	0	3	6	10	8	4	6	5	1	1	0	0	44
Zavodnje	0	*0	21	*23	16	28	25	22	19	2	0	0	156
Velenje	0	0	5	*4	11	18	11	9	2	1	0	0	61
Škale	0	0	3	*0	0	10	15	10	7	1	0	*0	46
Kovk	0	*0	*7	28	20	27	22	20	17	6	0	0	147
Vnajnarje	0	*0	22	18	*12	13	26	23	21	15	2	1	153
Maribor Pohorje	-	*7	28	*17	*15	30	31	29	23	10	*8	10	*208
Rakičan	-	4	19	18	17	18	15	3	3	1	*0	*0	*98

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

Tabela 4.3.1.3.(4): Število prekoraitiev 8-urne mejne imisijske koncentracije ozona 110 µg/m³ v letu 1999
 Table 4.3.1.3.(4): Number of exceedances of 8-hour ozone limit value of 110 µg/m³ in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	1	6	*31	66	49	*56	65	35	*54	6	0	*0	369
Iskrba	0	4	19	37	23	15	*10	11	*4	0	0	0	123
Ljubljana F.	0	*0	2	3	*10	*8	16	9	1	0	0	*0	49
Ljubljana B.	0	*0	*0	5	10	11	13	*8	1	*0	0	0	48
Maribor Center	0	*0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	*0	1
Celje	0	*0	0	0	5	3	4	6	1	0	0	*0	18
Trbovlje	0	*0	1	2	1	*0	*3	*3	*0	0	0	*0	10
Hrastnik	0	0	0	3	5	6	7	6	2	0	0	0	29
Zavodnje	0	*0	2	*5	7	12	9	0	7	0	0	0	42
Velenje	0	0	0	*1	7	7	8	3	1	0	0	0	27
Škale	0	0	0	*0	0	1	9	2	4	0	0	*0	16
Kovk	0	*0	*1	23	16	22	21	16	12	0	0	0	111
Vnajarje	0	*0	1	2	*3	0	13	8	10	2	0	0	39
Maribor Pohorje	-	*0	38	*31	*27	38	46	126	13	0	*0	0	*319
Rakičan	-	1	5	15	16	22	17	5	2	0	*0	*0	*83

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

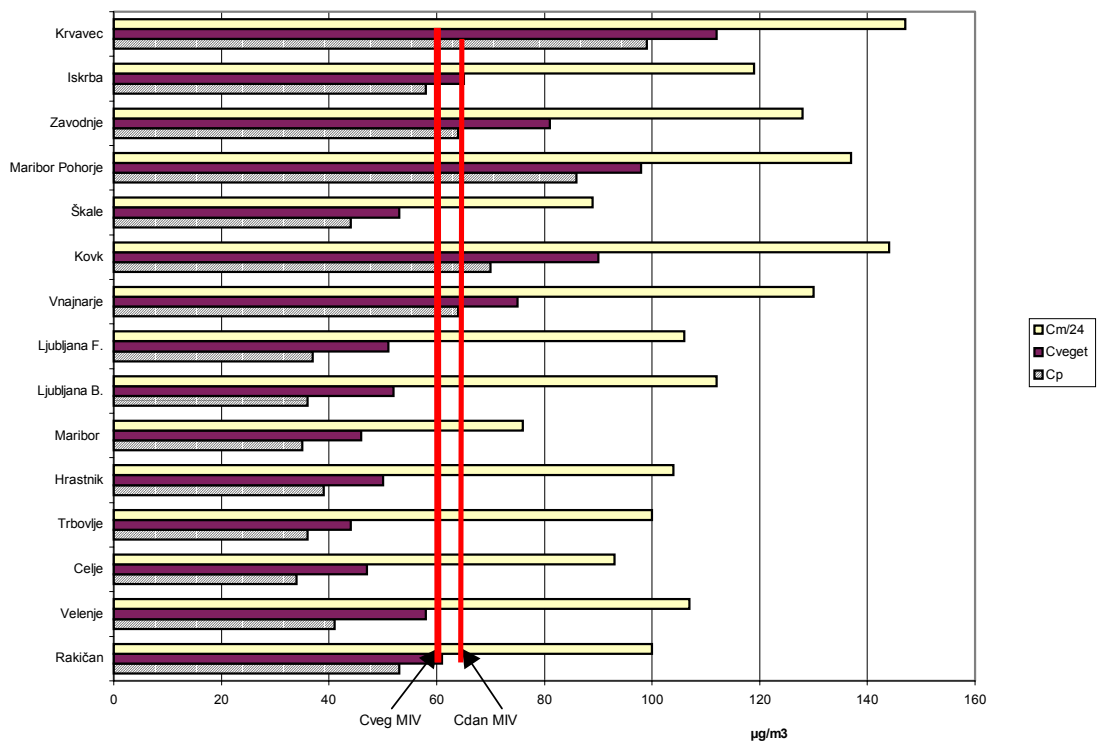
Tabela 4.3.1.3.(5): Maksimalne 1-urne koncentracije ozona (µg/m³) v letu 1999

Table 4.3.1.3.(5): Maximum 1-hour ozone concentrations (µg/m³) in 1999

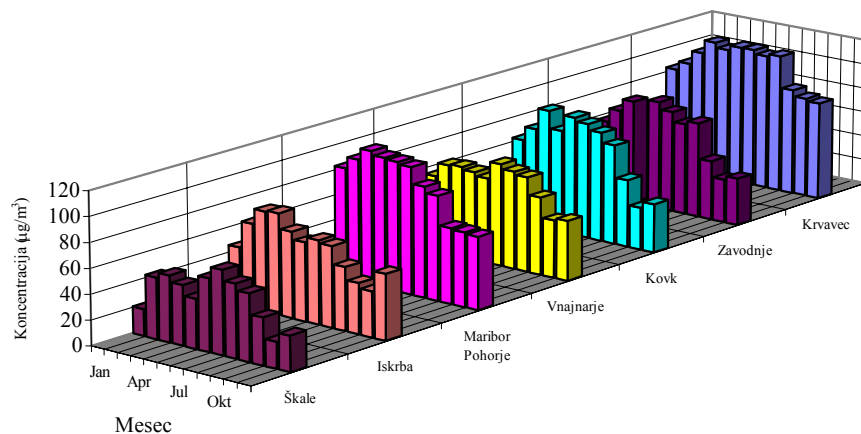
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Krvavec	121	149	*155	156	164	*179	173	158	*182	124	115	*104	182
Iskrba	115	133	140	161	168	169	*166	173	*153	115	89	93	173
Ljubljana F.	70	*133	131	149	*163	*154	168	170	158	95	64	*53	133
Ljubljana B.	70	*82	*121	147	162	159	166	*163	147	*94	65	54	166
Maribor Center	71	*100	92	118	107	131	124	116	113	84	56	*38	131
Celje	84	*92	95	115	134	190	136	133	122	89	67	*39	190
Trbovlje	79	*120	139	128	130	*110	*142	*137	*118	78	69	*39	142
Hrastnik	78	113	116	143	162	144	158	153	142	98	71	54	162
Zavodnje	72	*104	119	*136	161	170	140	117	148	95	83	64	170
Velenje	73	125	123	*120	157	159	163	138	145	86	73	44	163
Škale	75	106	111	*105	96	141	159	144	151	98	76	*46	159
Kovk	90	*125	*126	160	161	156	177	173	163	108	84	54	177
Vnajarje	75	*113	117	129	*128	129	158	158	148	143	94	68	158
Maribor Pohorje	-	*108	163	*170	*159	154	163	147	150	98	*126	119	*170
Rakičan	-	154	140	152	147	146	156	138	143	100	*76	*71	*156

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

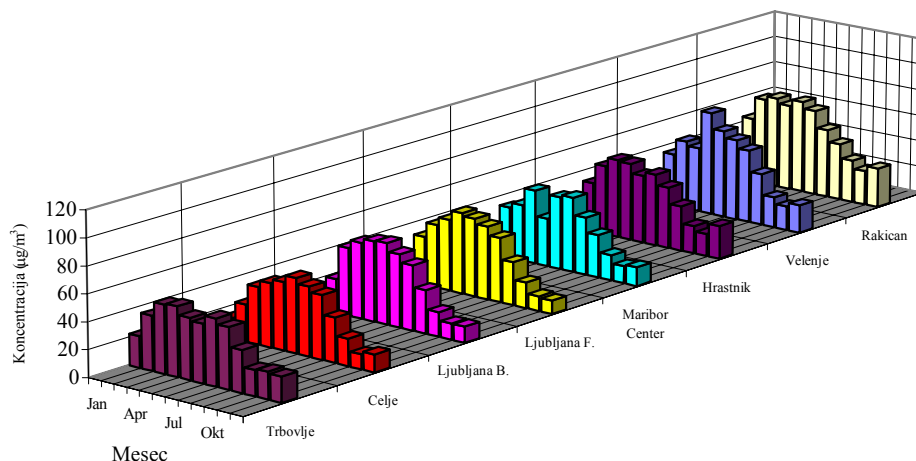
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.3.(1): Povprečne letne, maksimalne dnevne in koncentracije ozona za vegetacijsko dobo v letu 1999 (MIV- mejna vrednost)
 777Figure 4.3.1.3.(1): Average annual, maximum 24-hour and vegetation period ozone concentrations in 1999 (MIV- limit value)



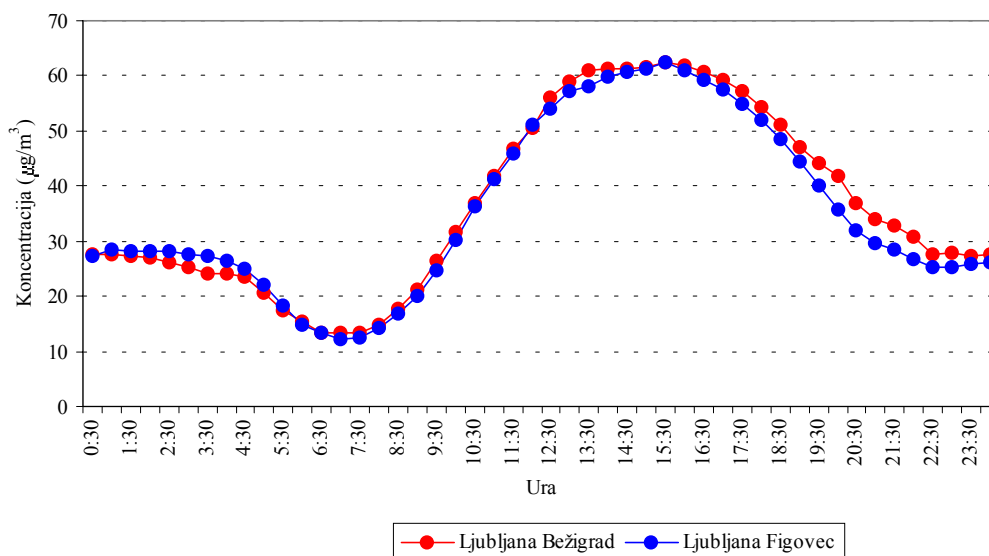
Slika 4.3.1.3.(2): Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 1999
 Figure 4.3.1.3.(2): Average monthly ozone concentrations in 1999



Slika 4.3.1.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 1999
 Figure 4.3.1.3.(3): Average monthly ozone concentrations in 1999

Dnevni hod

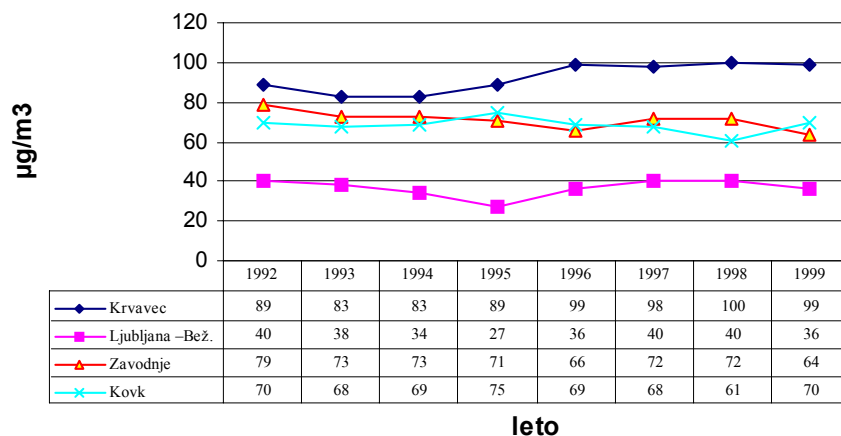
Dnevni hod ozona je odvisen od lokacije merilnega mesta. V naseljenih področjih ima dnevni hod koncentracij dobro izražen maksimum. Maksimum je v zgodnjih popoldanskih urah in minimum pred sončnim vzhodom (Slika 4.3.1.3.(4) – merilni mesti v Ljubljani). Vzrok je v razmerju koncentracij predhodnikov ozona, 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. 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 v Ljubljani v letu 1999
 Figure 4.3.1.3.(4): Daily variation of ozone in Ljubljana in 1999

Časovni trend

Koncentracije ozona v letu 1999 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

Tabela 4.3.1.3.(6): Povprečne letne vrednosti koncentracij O₃, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami
Table 4.3.1.3.(6): Mean annual O₃ concentrations, measured by automatic monitoring stations

POSTAJA	Povprečne letne koncentracije O ₃ (µg/m ³)							
	LETO							
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Krvavec	89	83	83	89	99	98	100	99
Ljubljana Bež.	40	38	34	27	36	40	40	36
Zavodnje	79	73	73	71	66	72	72	64
Kovk	70	68	69	75	69	68	61	70

4.3.1.4. Ogljikov monoksid

Zrak je z ogljikovim monoksidom v Ljubljani in Celju malo onesnažen (tabeli 4.3.1.4.(1-2)). Odstotek dobrih podatkov je prenizek, zato so podatki zgolj informativni. Mejne vrednosti v letu 1999 niso bile presežene. Povprečna koncentracija CO na lokaciji Ljubljana-Bežigrad je bila v letu 1999 za 30% nižja kot v letu 1998.

Največji vir CO je promet, kar kaže slika dnevnega hoda koncentracij na lokaciji Ljubljana-Bežigrad (slika 4.3.1.4.(2)), na kateri se dobro vidi jutranja in popoldanska prometna konica, ki je zaradi oddaljenosti lokacije od cest premaknjena na večerni čas.

Tabela 4.3.1.4.(1): Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom v letu 1999

Table 4.3.1.4.(1): Air pollution with carbon monoxide in 1999

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/1}	C _{m/1/2}	1/2u>60	u>30	8u>10
Ljubljana B. *	80	0,9	3,6	10,2	11,1	0	0	0
EIS Celje*		0,9	4,0	13,8	13,8	0	0	

Legenda:

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

Legend:

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

Tabela 4.3.1.4.(2): Povprečne mesečne koncentracije CO (mg/m³) v letu 1999

Table 4.3.1.4.(2): Average monthly concentrations of CO (mg/m³) in 1999

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

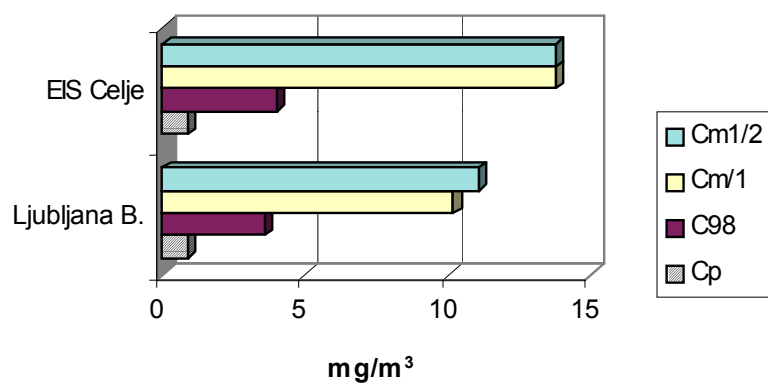
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

Tabela 4.3.1.4.(3): Maksimalne urne koncentracije CO (mg/m³) v letu 1999
 Table 4.3.1.4.(3): Maximum 1-hour concentrations of CO (mg/m³) in 1999

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

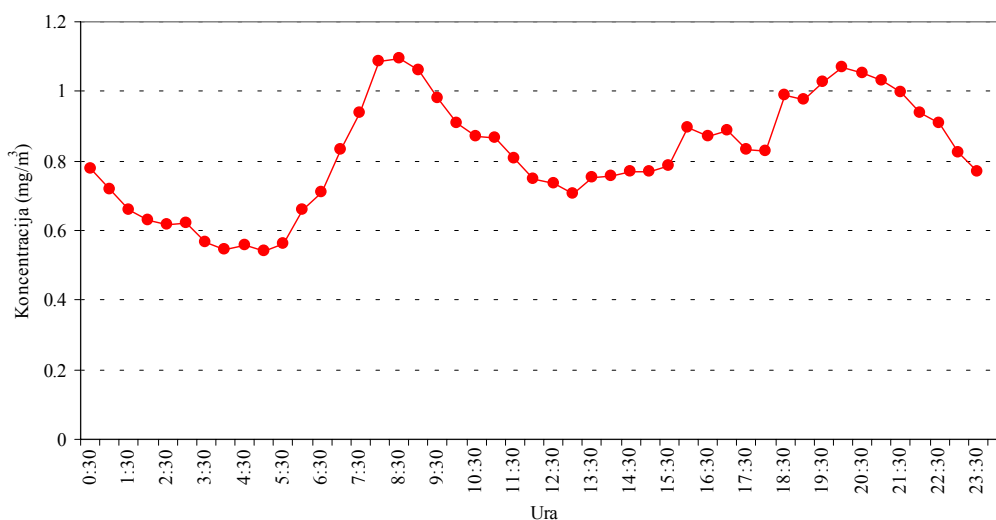
LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
 LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.4.(1): Povprečna letna koncentracija, 98-percentil in maksimalne koncentracije CO v letu 1999 v mg/m³

Figure 4.3.1.4.(1): Average annual concentrations, 98-percentile values, and maximum concentrations of CO (mg/m³) in 1999

Dnevni hod

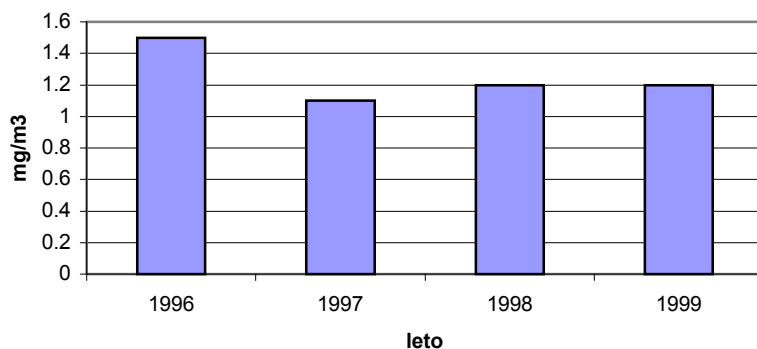


Slika 4.3.1.4.(2): Dnevni hod CO na merilnem mestu Ljubljana-Bežigrad v letu 1999

Figure 4.3.1.4.(2): Daily variation of CO at the Ljubljana-Bežigrad monitoring site in 1999

Časovni trend

Iz podatkov za lokacijo EIS-Celje, za katero imamo daljši kontinuiran niz meritev, lahko sklepamo, da se onesnaženost zraka s CO-jem od leta 1996 dalje bistveno ne spreminja.



Slika 4.3.1.4.(3): Koncentracija CO na merilnem mestu EIS-Celje
Picture 4.3.1.4.(3): CO concentration at the EIS-Celje site

4.3.1.5. Skupni lebdeči in inhalabilni delci

Skupni lebdeči delci

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

Na merilni postaji v Mariboru so prenehali meriti lebdeče delce konec aprila 1999.

Najvišja povprečna letna koncentracija lebdečih delcev je bila v letu 1999 dosežena v Zagorju. Če upoštevamo rezultate od januarja do aprila, pa je bilo najbolj onesnaženo merilno mesto Maribor-Center – tako kot v letu 1998.

Na vseh merilnih mestih so bile presežene urne mejne vrednosti, medtem ko je bila 24-urna mejna vrednost $175\mu\text{g}/\text{m}^3$ presežena v Mariboru.

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 1999 najbolj obremenjeni merilni mesti Maribor-Center in Zagorje.

Tabela 4.3.1.5.(1): Onesnaženost zraka s skupnimi lebdečimi delci v letu 1999

Table 4.3.1.5.(1): Air pollution with total suspended particles in 1999

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/24}	C _{m/1}	d>175	u>300	d>350	u>600
Zagorje	98	59	211	169	562	0	27	0	0
Škale*		37		126	642	0	5	0	1
Prapretno	92	47	147	149	921	0	10	0	1
Vnajnarje	94	34	99	88	827	0	10	0	2
Maribor Center*+		89		265	446				

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/m ³), MIV -70µg/m ³
C ₉₈	98-percentil za polurne vrednosti v enem letu, MIV- 250µg/m ³
C _{m/24}	maksimalna 24-urna koncentracija (µg/m ³)
C _{m/1}	maksimalna urna koncentracija (µg/m ³)
MIV	mejna imisijska vrednost
KIV	kritična imisijska vrednost
d>175	število prekorajitev dnevne MIV 175 µg/m ³ v letu
u>300	število ur v letu s preseženo 1-urno MIV 300 µg/m ³
d>350	število prekorajitev dnevne KIV 350 µg/m ³ v letu
u>600	število ur v letu s preseženo 1-urno KIV 600 µg/m ³
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov
+	Meritve so se končale konec aprila 1999

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³), MIV -70µg/m ³
C ₉₈	98-percentile value for ½-hour values annually, MIV - 250 µg/m ³
C _{m/24}	maximum 24- hour concentration (µg/m ³)
C _{m/1}	maximum 1- hour concentration (µg/m ³)
MIV	limit value (LV)
KIV	critical value (CV)
d>175	number of exceedances of 24-hour LV of 175 µg/m ³ annually
u>300	number of hours in a year with exceeded 1- hour LV of 300 µg/m ³
d>350	number of exceedances 24- hour CV of 350 µg/m ³ annually
u>600	number of hours in a year with exceeded 1- hour CV of 600 µg/m ³
*	for information only, due to insufficient percentage of valid data
+	Measurements till April 1999

Tabela 4.3.1.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije skupnih lebdečih delcev (µg/m³) v letu 1999Table 4.3.1.5.(2): Average monthly concentrations of total suspended particles in µg/m³ in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Zagorje	69	68	72	57	54	54	49	55	58	57	54	63	59
Škale	52	43	49	*30	*43	32	-	*41	40	38	47	34	37
Prapretno	51	51	54	50	45	44	43	47	50	41	*62	39	47
Vnajnarje	32	*32	42	39	39	31	32	37	34	32	32	28	34
Maribor Center	141	75	77	*63									

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

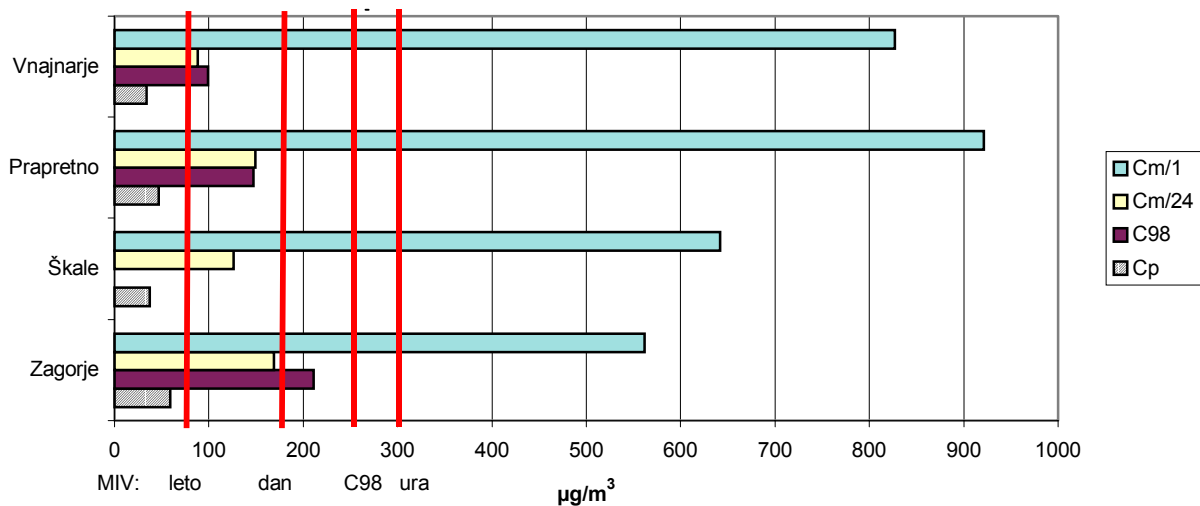
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data

Tabela 4.3.1.5.(3): Maksimalne urne koncentracije skupnih lebdečih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 1999
 Table 4.3.1.5.(3): Maximum 1-hour concentrations of total suspended particles in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Zagorje	358	397	352	279	309	316	301	256	284	387	303	562	562
Škale	182	173	299	*150	*642	371	-	*152	144	232	166	190	642
Prapretno	255	921	234	223	309	459	267	189	268	127	*198	165	921
Vnajarje	113	*459	125	827	364	361	129	678	170	100	150	113	827
Maribor Center	446	354	423	*170	-	-	-	-	-	-	-	-	*446

LEGENDA: * informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

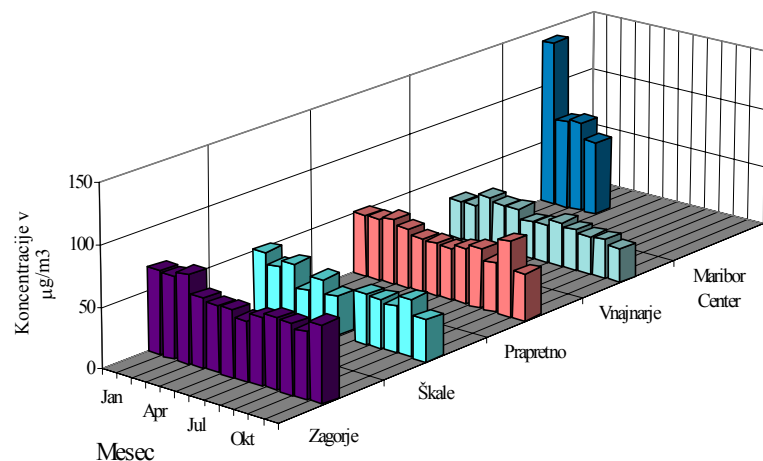
LEGEND: * for information only, due to insufficient percentage of valid data



Slika 4.3.1.5.(1): Povprečna letna koncentracija (C_p), 98-percentil (C_{98}) ter maksimalne urne ($C_{m/1}$) in

dnevne ($C_{m/24}$) koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1999; MIV- mejna vrednost

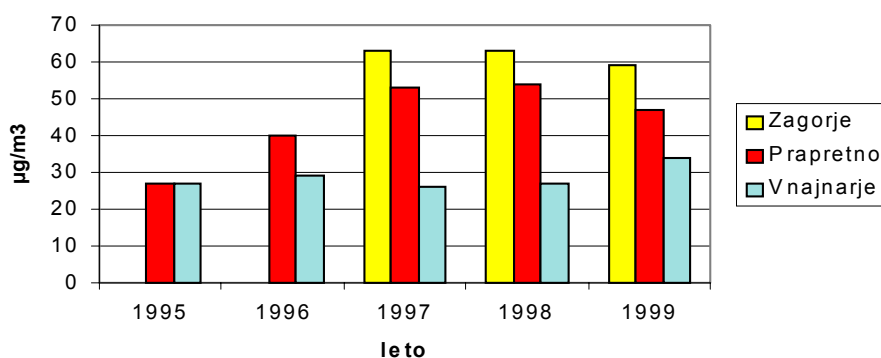
Figure 4.3.1.5.(1): Average annual concentration (C_p), 98-percentile value (C_{98}), maximum 1-hour ($C_{m/1}$) and maximum 24-hour concentrations of total suspended particles ($C_{m/24}$) in 1999; MIV- limit value



Slika 4.3.1.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije skupnih lebdečih delcev v letu 1999
 Figure 4.3.1.5.(2): Average monthly concentrations of total suspended particles in 1999

Časovni trend

Na osnovi petletnih časovnih nizov podatkov za tri merilne postaje ni mogoče govoriti o kakšnem značilnem trendu onesnaženosti zraka z lebdečimi delci.



Slika 4.3.1.5.(3): Povprečna letna koncentracija skupnih lebdečih delcev na treh merilnih mestih
 Picture 4.3.1.5.(3): Average annual concentration of total suspended particles at three measuring sites

Inhalabilni delci

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

Povprečna letna mejna vrednost $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ni bila nikjer presežena, pač pa je bila povsod presežena urna mejna vrednost. Tudi dnevna mejna vrednost je bila presežena povsod razen v Celju. Najvišje koncentracije so bile povsod izmerjene v januarju in februarju.

Tabela 4.3.1.5.(4): Onesnaženost zraka z inhalabilnimi delci PM₁₀ v letu 1999Table 4.3.1.5.(4): Air pollution with PM₁₀ inhalable particles in 1999

Postaja	%	C _p	C ₉₈	C _{m/24}	C _{m/1}	d>125	u>200	d>250	u>400
Ljubljana Fig.	97	36	115	139	212	1	3	0	0
Celje	99	36	118	127	265	1	7	0	0
Trbovlje	99	45	148	147	311	3	26	0	0
EIS Celje*	83	41	123	112	351	0	7	0	0

Legenda:

%	odstotek veljavnih podatkov
C _p	povprečna letna koncentracija (µg/m ³), MIV -50µg/m ³
C ₉₈	98-percentil za polurne vrednosti v enem letu
C _{m/24}	maksimalna 24-urna koncentracija (µg/m ³)
C _{m/1}	maksimalna urna koncentracija (µg/m ³)
MIV	mejna imisijska vrednost
KIV	kritična imisijska vrednost
d>125	število prekorajitev dnevne MIV 125 µg/m ³ v letu
u>200	število ur v letu s preseženo 1-urno MIV 200 µg/m ³
d>250	število prekorajitev dnevne KIV 250 µg/m ³ v letu
u>400	število ur v letu s preseženo 1-urno KIV 400 µg/m ³
*	informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

Legend:

%	percentage of valid data
C _p	average annual concentration (µg/m ³), MIV -50µg/m ³
C ₉₈	98-percentile value for ½-hour values annually
C _{m/24}	maximum 24- hour concentration (µg/m ³)
C _{m/1}	maximum 1- hour concentration (µg/m ³)
MIV	limit value (LV)
KIV	critical value (CV)
d>125	number of exceedances of 24-hour LV of 125 µg/m ³ annually
u>200	number of hours in a year with exceeded 1- hour LV of 200 µg/m ³
d>250	number of exceedances 24- hour CV of 250 µg/m ³ annually
u>400	number of hours in a year with exceeded 1- hour CV of 400 µg/m ³
*	for information only, due to insufficient percentage of valid

Tabela 4.3.1.5.(5): Povprečne mesečne koncentracije inhalabilnih delcev PM₁₀ (µg/m³) v letu 1999Table 4.3.1.5.(5): Average monthly concentrations of PM₁₀ particles in µg/m³ in 1999

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	43	46	40	30	31	24	27	32	35	35	39	46	36
Celje	47	48	51	33	29	23	25	31	33	32	49	39	36
Trbovlje	52	53	61	52	43	39	*33	38	43	41	45	42	45
EIS Celje	50	*56	51	*42	*37		*28	*32	*35	34	42	44	41
Ljubljana F. PM _{2.5}	40	*40											

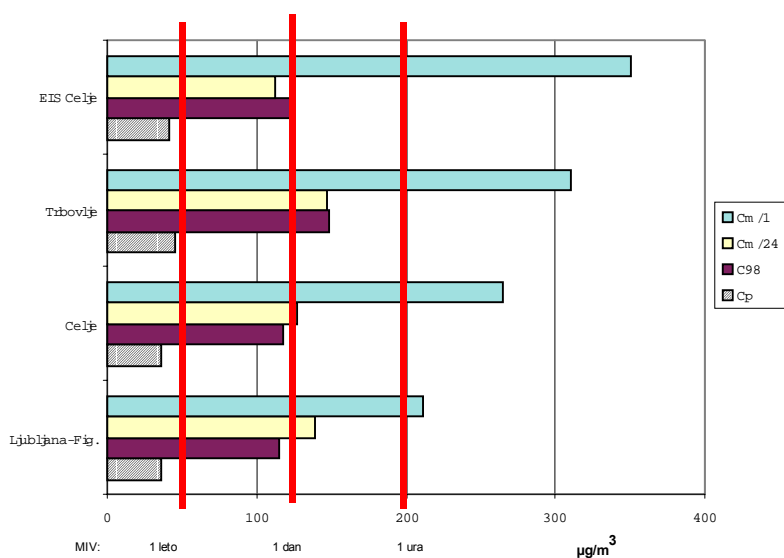
* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

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

Tabela 4.3.1.5.(6): Maksimalne urne koncentracije inhalabilnih delcev PM₁₀ (µg/m³) v letu 1999
 Table 4.3.1.5.(6): Maximum 1-hour concentrations of PM₁₀ particles in µg/m³ in 1999

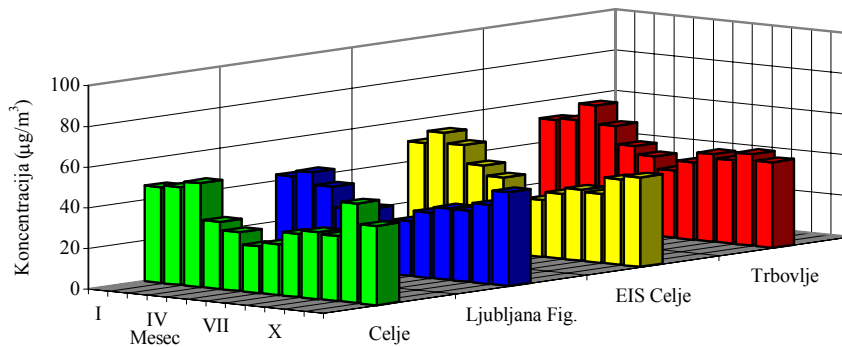
Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	I-XII
Ljubljana F.	158	153	152	114	135	111	94	113	141	213	180	212	212
Celje	157	265	177	192	193	84	25	134	144	101	192	215	265
Trbovlje	242	220	239	242	244	222	-	150	163	211	196	286	311
EIS Celje	267	297	192	208	143		120	*100	126	103	210	351	351
Ljubljana F. PM _{2.5}	178	141											

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

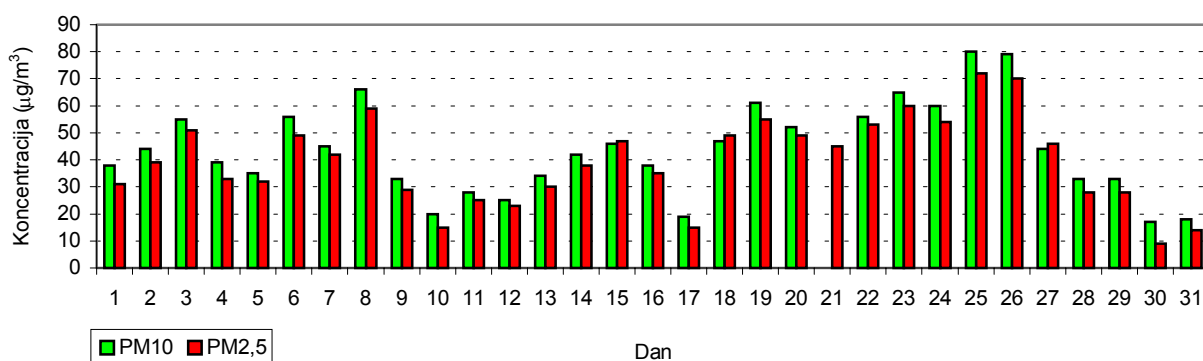


Slika 4.3.1.5.(4): Povprečna letna koncentracija (Cp), 98-percentil (C98) ter maksimalne urne (Cm/1) in dnevne (Cm/24) koncentracije inhalabilnih delcev PM₁₀ v letu 1999; MIV- mejna vrednost

Figure 4.3.1.5.(4): Average annual concentration (Cp), 98-percentile value (C98), maximum 1-hour (Cm/1) and maximum 24-hour concentrations of PM₁₀ particles (Cm/24) in 1999; MIV- limit value



Slika 4.3.1.5.(5): Povprečne mesečne koncentracije inhalabilnih delcev PM_{10} v letu 1999
 Figure 4.3.1.5.(5): Average monthly concentrations of PM_{10} particles in 1999



Slika 4.3.1.5.(6): Povprečne dnevne koncentracije inhalabilnih delcev na lokaciji Ljubljana-Figovec v januarju 1999
 Picture 4.3.1.5.(6): Average daily concentrations of PM_{10} and $PM_{2,5}$ particles at Ljubljana-Figovec location in January 1999

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/m^3 . 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 merilnem mestu Ljubljana Bežigrad. Meritve VOC so potekale januarja, februarja, junija in od 1. do 21. julija 1999. Merilnik je v zraku določeval koncentracijo benzena, toluena, vsoto ksilenov in celokupno koncentracijo VOC. Podatki za povprečne mesečne, maksimalne polurne in maksimalne dnevne koncentracije naštetih spojin so zbrani v tabeli 4.3.1.6.(1).

Tabela 4.3.1.6.(1): Povprečne mesečne, maksimalne polurne in maksimalne dnevne koncentracije VOC v Ljubljani v letu 1999

Tabela 4.3.1.6.(1): Average monthly, maximum ½-hour and maximum 24-hour concentrations of VOCs in Ljubljana in 1999

	BENZEN				TOLUEN			
	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24
JANUAR	79	9	24	19	79	21	82	51
FEBRUAR	100	7	30	15	97	16	131	39
JUNIJ	74	3	16	5	74	8	44	15

	M.-P- KSILEN				O- KSILEN			
	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24	% pod	Cp	Cm1/2	Cm24
JANUAR	79	13	50	28	79	4	12	8
FEBRUAR	97	10	50	25	96	3	16	7
JUNIJ	74	5	24	8	74	1	7	3

LEGENDA:

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

LEGEND:

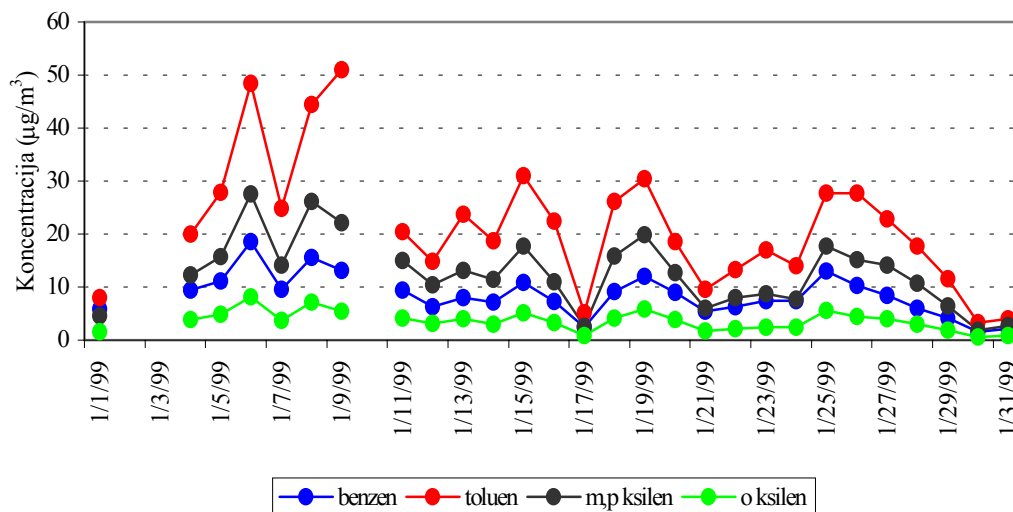
% pod Percentage of considered data
Cp Average monthly concentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cm1/2 Maximum 1/2-hour concentration in a month in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cm24 Maximum 24-hour concentration in a month in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

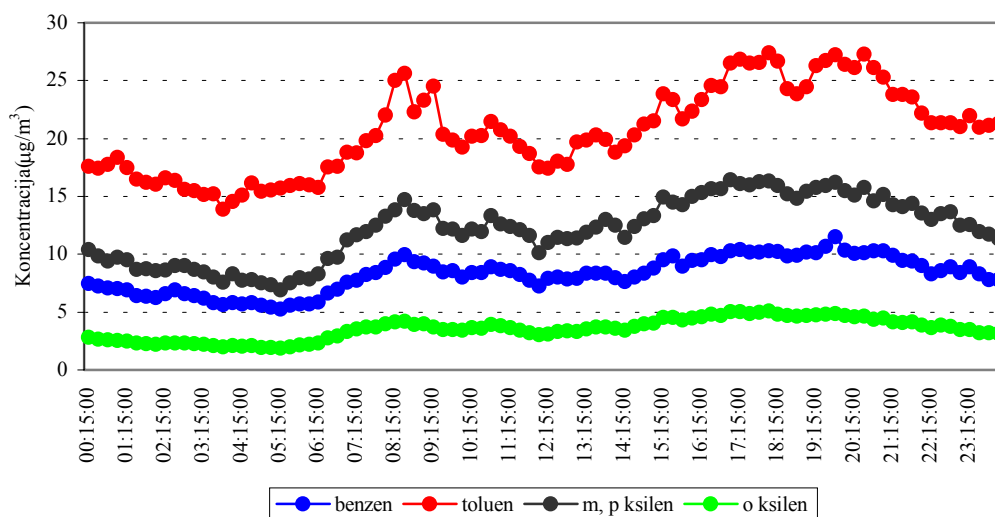
Povprečne koncentracije benzena, toluena in m-, p-, o- ksilena so višje pozimi (januar, februar) kot poleti (junij) (tabela 4.3.1.6.(1)).

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

Slika 4.3.1.6.(1) prikazuje povprečne dnevne koncentracije ogljikovodikov v januarju. Iz slike vidimo, da je koncentracija toluena ves mesec najvišja. Koncentracije ogljikovodikov so bile najvišje med 5. in 10. januarjem.



Slika 4.3.1.6.(1): Povprečne dnevne koncentracije benzena, toluena in meta, para, orto- ksilena v mesecu januarju 1999 v Ljubljani za Bežigradom
 Picture 4.3.1.6.(1): Average 24-hour VOC concentrations in January 1999 at Ljubljana -Bežigrad site



Slika 4.3.1.6.(2): Povprečni dnevni hod koncentracij benzena, toluena in vsote ksilenov v mesecu januarju 1999 v Ljubljani

Figure 4.3.1.6.(2): Average daily variation of concentrations of benzene, toluene and total xylene in January 1999 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 konicico. Močna povezanost med koncentracijami posameznih spojin BTX in sovpadanje dnevnih hodov s prometnima konicama nam potrjujeta domnevo, da je glavni vir vseh substanc BTX promet.

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

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

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

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

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

Razvrstitev krajev v Sloveniji po povprečnih vrednostih I(SO₂) v letu 1999 kaže, da je bila onesnaženost zraka s kislimi plini kljub znatno višjim vrednostim v Krškem in Šoštanju v povprečju še nekoliko manjša kot v letu 1998. V zgornjem delu razpredelnice so kraji, ki so tudi običajno najbolj onesnaženi. V kurilni sezoni so bila merilna mesta razvrščena v naslednjem vrstnem redu: Zavodnje, Ljubljana-Bežigrad, Žalec, Krško, Laško, v nekurilni pa: Krško, Ljubljana-Bežigrad, Šoštanj, Trbovlje in Velenje. 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 Rimskih Toplicah (3 krat), v Krškem (2 krat) in v Celju-Teharje (1 krat), kjer je bila presežena tudi kritična 24-urna vrednost.

Koncentracije dima v letu 1999 so bile povsod manjše kot leta 1998 in na nobenem merilnem mestu niso presegle letne mejne vrednosti 50 µg/m³ in tudi ne 24-urne mejne vrednosti koncentracije. Najvišja povprečna letna koncentracija je bila na merilnem mestu v Kanalu. Ker velik delež h koncentracijam dima v mestih prispeva promet z dizelskimi motorji, je v primerjavi z drugimi kraji z dimom precej onesnažena tudi Ljubljana. Od merilnih mest izven Ljubljane pa so visoko na razvrstitvi poleg Kanala še Vrhnika, Kranj, Ptuj in Domžale.

Tabela 4.3.2.(1): Razvrstitev krajev po povprečnih vrednostih 24-urnega indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini (I(SO₂)), izraženega v µg/m³, v letu 1999

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 1999

	Sezona	Cela			Kurilna (I-III X-XII)			Nekurilna (IV-IX)			Cela	
		Štev	Pop	P98	Štev	Pop	Max	Štev	Pop	Max	>125	>250
OSNOVNA MREŽA												
1	ZAVODNJE	358	24	97	180	33	125	178	14	48	0	0
2	KRŠKO	365	24	79	182	24	156	183	24	102	2	0

3	LJUBLJANA - BEŽIGRAD	365	24	57	182	25	75	183	22	77	0	0
4	ŠOŠTANJII	358	22	56	182	23	62	176	20	65	0	0
5	TRBOVLJE	365	20	55	182	23	72	183	17	59	0	0
6	LAŠKO	362	18	54	182	24	118	180	13	51	0	0
7	LITJA	358	18	49	175	24	69	183	12	34	0	0
8	ZALEC	352	17	57	169	25	85	183	9	33	0	0
9	VELENJE	363	17	49	182	18	65	181	17	67	0	0
10	ZAGORJE	365	17	44	182	20	98	183	13	67	0	0
11	RAVNE - ČEČOVJE	365	17	42	182	19	52	183	15	49	0	0
12	ČRNA	349	17	42	181	21	49	168	12	42	0	0
13	KAMNIK	365	16	44	182	21	46	183	11	42	0	0
14	CELJE - CENTER	326	16	43	182	21	54	144	9	29	0	0
15	HRASTNIK	365	16	41	182	20	70	183	11	36	0	0
16	KOČEVJE	342	16	39	162	19	54	180	13	39	0	0
17	CELJE - TEHARJE	365	15	46	182	21	309	183	10	36	1	1
18	ŠENTIUR PRI CELJU	352	15	43	182	20	74	170	9	40	0	0
19	ŽERJAV	332	15	42	178	18	49	154	12	52	0	0
20	IZOLA	358	15	40	175	18	63	183	12	37	0	0
21	LJUBLJANA - GOSP. ZB.	273	15	40	174	15	45	99	15	43	0	0
22	KANAĽ	365	15	39	182	18	53	183	11	40	0	0
23	ROGAŠKA SLATINA	350	15	39	182	18	47	168	13	50	0	0
24	PTUJ	351	14	39	182	17	40	169	11	45	0	0
25	SEVNICA	361	14	36	181	14	50	180	13	41	0	0
26	MEŽICA	350	14	36	176	19	50	174	10	36	0	0
27	TRŽIČ	364	14	36	181	18	46	183	11	34	0	0
28	MURSKA SOBOTA	350	14	36	181	17	45	169	10	33	0	0
29	KRANJI	343	14	36	182	17	45	161	11	40	0	0
30	SLOVENI GRADEC	365	14	35	182	17	51	183	11	45	0	0
31	MARIBOR - CENTER	365	14	35	182	17	48	183	10	41	0	0
32	MEDVODE	351	14	35	168	17	42	183	11	35	0	0
33	VRHNIKA	364	13	37	182	14	42	182	12	41	0	0
34	SLOVENSKA BISTRICA	354	13	36	182	16	45	172	11	40	0	0
35	RUŠE	364	13	35	181	16	48	183	10	28	0	0
36	NOVO MESTO	315	13	35	182	15	48	133	12	40	0	0
37	NOVA GORICA	365	13	35	182	17	38	183	9	24	0	0
38	MARIBOR - TABOR	364	13	34	181	16	48	183	9	32	0	0
39	ŠTORE	365	12	35	182	16	61	183	7	21	0	0
40	RADEČE PRI ZIDANEM M.	336	12	35	174	15	40	162	10	37	0	0
41	ŠKOFJA LOKA - TRATA	359	12	30	176	15	51	183	10	33	0	0
42	ŠKOFJA LOKA	364	12	30	181	14	40	183	9	57	0	0
43	IDRIJA	358	12	29	182	14	44	176	11	32	0	0
44	DOMŽALE	358	12	28	175	15	30	183	10	29	0	0
45	ILIRSKA BISTRICA	365	11	30	182	12	33	183	10	38	0	0
46	JESENICE	365	11	29	182	12	33	183	11	48	0	0
47	ČRNOMELJ	342	10	28	170	13	46	172	8	27	0	0
48	KOPER	361	7	17	182	8	21	179	5	17	0	0
	KIDRIČEVO*	269	16	39	182	16	42	87	17	39	0	0
	RIMSKÉ TOPLICE*	274	22	88	179	26	200	95	14	38	3	0

DOPOLNILNA MREŽA

	LJUBLJANA - PREŠERNOVA	331	15	45	182	18	53	149	12	34	0	0
	LJUBLJANA - VIČ	330	14	42	177	18	48	153	9	53	0	0
	LJUBLJANA - MOSTE	362	14	41	179	15	49	183	13	70	0	0
	LJUBLJANA - RESLJEVA	361	14	37	178	17	46	183	11	37	0	0
	LJUBLJANA - ŠIŠKA	364	14	36	182	17	60	182	11	36	0	0
	LJUBLJANA - VIŽMARJE	352	13	32	175	15	41	177	10	27	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 $I(\text{SO}_2)$ presegla $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
>250 Število primerov, ko je vrednost ($I(\text{SO}_2)$), 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 $I(\text{SO}_2)$ greater than $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
>250 Number of cases with $I(\text{SO}_2)$ greater than $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
* For information only, less than 85% of data

Tabela 4.3.2.(2): Razvrstitev krajev po povprečnih koncentracijah dima v letu 1999

Table 4.3.2.(2): Classification of localities according to average 24-hour concentration of black smoke in 1999

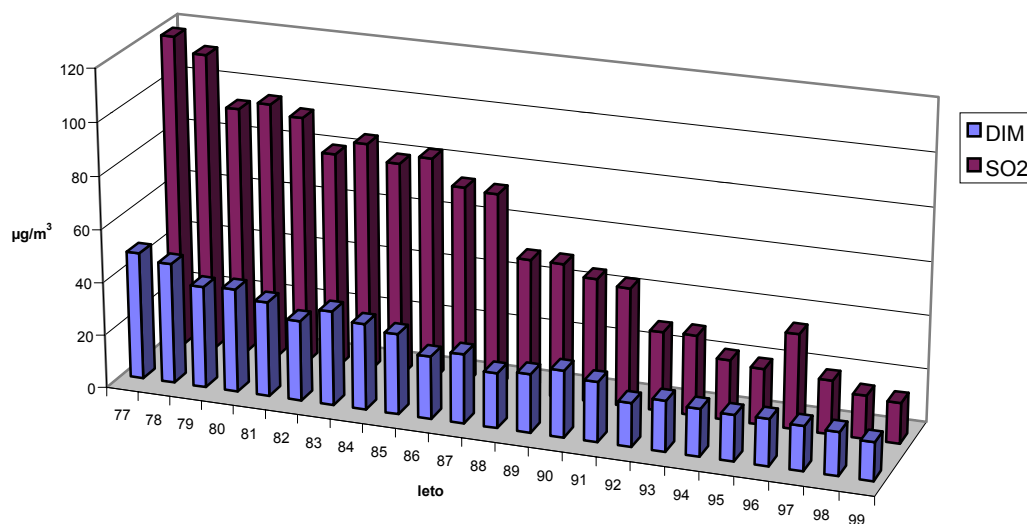
	Sezona Postaja	Cela			Kurilna (I-III,X-XII)			Nekurilna (IV-IX)			Cela	
		Štev	Pop	P98	Štev	Pop	Max	Štev	Pop	Max	>MIK	>KIK
OSNOVNA MREŽA												
1	KANAL	365	24	75	182	30	100	183	19	45	0	0
2	LJUBLJANA - GOSP. ZB.	273	21	70	174	26	85	99	10	45	0	0
3	VRHNIKA	365	20	80	182	30	107	183	10	26	0	0
4	KRANJ	344	20	62	182	26	88	162	12	30	0	0
5	PTUJ	351	20	62	182	26	83	169	13	34	0	0
6	DOMŽALE	354	20	58	175	25	80	179	15	36	0	0
7	LJUBLJANA - BEŽIGRAD	365	18	68	182	26	110	183	10	36	0	0
8	IŽOLA	358	18	62	175	23	105	183	12	31	0	0
9	ZALEC	352	18	59	169	23	87	183	13	31	0	0
10	TRŽIČ	365	16	62	182	23	109	183	10	32	0	0
11	CELJE - CENTER	326	16	62	182	22	107	144	7	18	0	0
12	NOVO MESTO	324	16	49	182	22	81	142	9	24	0	0
13	KAMNIK	365	15	58	182	23	99	183	6	27	0	0
14	ŠENTJUR PRI CELJU	352	15	55	182	21	79	170	10	29	0	0
15	ČRNOMELJ	356	15	51	177	23	79	179	7	21	0	0
16	MARIBOR - CENTER	365	15	50	182	22	78	183	9	25	0	0
17	SLOVENSKA BISTRICA	354	15	41	182	19	57	172	11	29	0	0
18	SEVNICA	362	15	35	182	18	51	180	12	43	0	0
19	TRBOVLJE	365	14	58	182	21	78	183	8	31	0	0
20	ŠKOČJA LOKA	365	14	52	182	22	103	183	7	19	0	0
21	IDRIJA	357	14	49	182	21	73	175	7	23	0	0
22	MARIBOR - TABOR	365	14	46	182	19	78	183	9	29	0	0
23	JESENIČE	365	13	55	182	19	82	183	7	18	0	0
24	ROGAŠKA SLATINA	350	13	45	181	18	65	169	8	29	0	0
25	LAŠKO	362	13	34	182	18	45	180	7	20	0	0
26	ILIRSKA BISTRICA	365	12	48	182	18	66	183	6	16	0	0
27	MURSKA SOBOTA	350	12	45	181	18	63	169	6	24	0	0
28	CELJE - TEHARJE	365	12	44	182	17	69	183	7	23	0	0
29	NOVA GORICA	365	12	41	182	17	96	183	6	17	0	0
30	LITJA	358	12	38	175	16	78	183	7	20	0	0
31	ŠKOČJA LOKA - TRATA	365	11	49	182	17	71	183	5	15	0	0
32	KOČEVJE	343	11	47	163	15	81	180	7	39	0	0
33	RUŠE	365	11	47	182	17	60	183	6	18	0	0
34	ZAGORJE	365	11	41	182	16	72	183	6	20	0	0
35	SLOVENJ GRADEC	365	11	36	182	16	47	183	5	40	0	0
36	ŠTORE	365	10	36	182	14	55	183	5	23	0	0
37	MEDVODE	351	10	36	168	15	46	183	5	13	0	0
38	HRASTNIK	365	10	31	182	13	43	183	6	34	0	0
39	RAVNE - ČEČOVJE	365	10	29	182	13	37	183	6	17	0	0
40	RADEČE PRI ZIDANEM M	336	10	27	174	14	37	162	6	20	0	0
41	ČRNA	349	9	37	181	15	49	168	4	8	0	0
42	ZERJAV	332	9	32	178	14	41	154	4	19	0	0
43	MEŽICA	350	9	28	176	13	35	174	5	29	0	0
44	ŠOŠTANJ II	358	9	27	182	12	37	176	5	16	0	0
45	KOPER	362	7	24	182	10	34	180	3	12	0	0
46	ZAVODNJE	358	7	23	180	10	33	178	4	19	0	0
47	VELENJE	363	7	23	181	10	32	182	4	15	0	0
48	KRŠKO	365	7	21	182	8	29	183	5	13	0	0
	KIDRIČEVO*	269	12	34	182	14	59	87	7	27	0	0
	RIMSKE TOPLICE*	275	8	23	179	10	30	96	4	19	0	0
DOPOLNILNA MREŽA												
	LJUBLJANA – VIČ	330	19	70	177	27	113	153	10	22	0	0
	LJUBLJANA – PREŠERNO	331	19	67	182	26	92	149	10	26	0	0
	LJUBLJANA – MOSTE	362	18	67	179	27	103	183	9	27	0	0
	LJUBLJANA – ŠIŠKA	364	16	76	182	25	94	182	8	25	0	0
	LJUBLJANA – REŠLJEVA	362	16	62	179	23	82	183	8	19	0	0
	LJUBLJANA – VIŽMARJE	352	15	59	175	23	90	177	7	27	0	0

Legenda:

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

Legend:

- ŠTEV Number of valid data



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

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

Dolgoletni trend onesnaženosti zraka smo prikazali s povprečnimi letnimi koncentracijami, izračunanimi iz 24-urnih povprečnih vrednosti indeksa onesnaženja zraka s kislimi plini ($I(\text{SO}_2)$) in dima. V tabelah 4.3.2.(3) in 4.3.2.(4) so podatki o povprečnih letnih koncentracijah od leta 1977 do leta 1999 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 poprečnih koncentracij $I(\text{SO}_2)$ in dima za trinajst krajev v Sloveniji za obdobje 1977 – 99. Povpreček je izračunan za kraje, za katere smo prikazali letna povprečja v tabelah 4.3.2.(3) in 4.3.2.(4). Za takšen prikaz smo se odločili, ker na ta način ustrezno predstavimo spreminjanje stanja onesnaženosti zraka z $I(\text{SO}_2)$ in dimom v Sloveniji.

V letu 1999 je bila vrednost $I(\text{SO}_2)$ še nekoliko nižja kot leta 1998; opaziti je nadaljnje upadanje koncentracij. Visoke vrednosti $I(\text{SO}_2)$ v letu 1996 so verjetno posledica merilnih napak. Tudi trend koncentracije dima je v zadnjih letih v rahlem upadanju.

Slika 4.3.2.(1): Povprečne letne vrednosti indeksa onesnaženja 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 onesnaženja 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 ($I(\text{SO}_2)$) 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	16	19	24	8	18	17	13	17	9	20	9	15
1999	24	14	16	14	7	13	16	11	20	24	14	20	12

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
1999	19	15	16	20	7	16	15	13	14	7	20	9	11

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

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

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

Pri nas se ukvarja z raziskavami učinkov kisljih 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 kisljih 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 120 mesečnih vzorcev na vseh lokacijah v letu 1999 jih je bilo 24 s pH pod 5,6, kar je 20%. Delež kisljih vzorcev se je v primerjavi z letoma 1997 in 1998 (18 in 17%) nekoliko povečal. Največ kisljih

padavin je bilo na podeželski lokaciji Iskrba pri Kočevski Reki (10 vzorcev), sledita pa urbani lokaciji Celje in Portorož (3 vzorci). Najnižji pH 4,70 je bil izmerjen na podeželski lokaciji Iskrba meseca novembra. Glede kislosti padavin izstopa Iskrba in sicer tako po številu kislih vzorcev kot tudi po volumskem deležu kislih padavin (tabela 4.3.4.1.(3)). V primerjavi z letom 1998 se je volumski delež kislih padavin na večini lokacij nekoliko povečal (najbolj v Portorožu, za 100%). Najbolj alkalne padavine so bile na industrijskih lokacijah (Jesenice, Trbovlje, Anhovo). Najvišja vrednost pH 7,36 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.

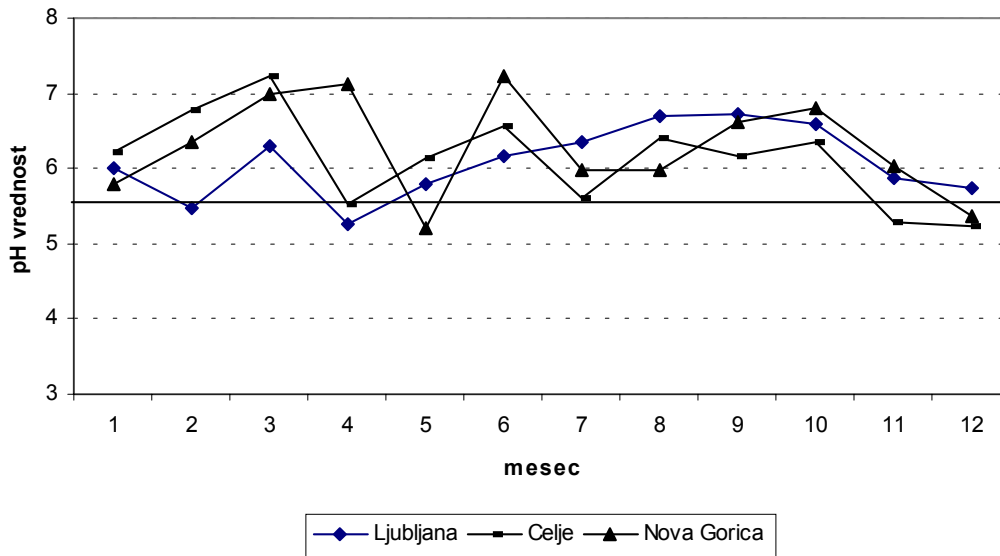
Depozicija sulfata (izraženega kot žveplo) na urbano-industrijskih lokacijah je višja kot na neurbanah lokacijah (tabela 4.3.4.1.(2)). V letu 1999 je bila kumulativna depozicija žvepla 1,0-3,1 g/m² na urbano-industrijskem področju in 0,6-0,9 g/m² na neurbanah lokacijah, kar je približno enako kot leto poprej. Za depozicijo dušika s padavinami (nitratni in amonijev ion) pa ni občutnih razlik med urbanimi in podeželskimi lokacijami. V letu 1999 je bila kumulativna depozicija nitratnega iona 0,4-1,0 g/m², amonijevega iona pa 0,4-1,2 g/m². Depozicija kalcija se je na večini merilnih mest glede na leto poprej povečala.

Koncentracije prašnih usedlin v letu 1999 niso nikjer presegale mejnih vrednosti (tabela 4.3.4.1.(4)). Najvišja mesečna koncentracija 130 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 18 mg/m².dan, ki je bila izmerjena v Portorožu in Iskrbi, in najvišjo letno koncentracijo 56 mg/m².dan v Trbovljah in Anhovem.

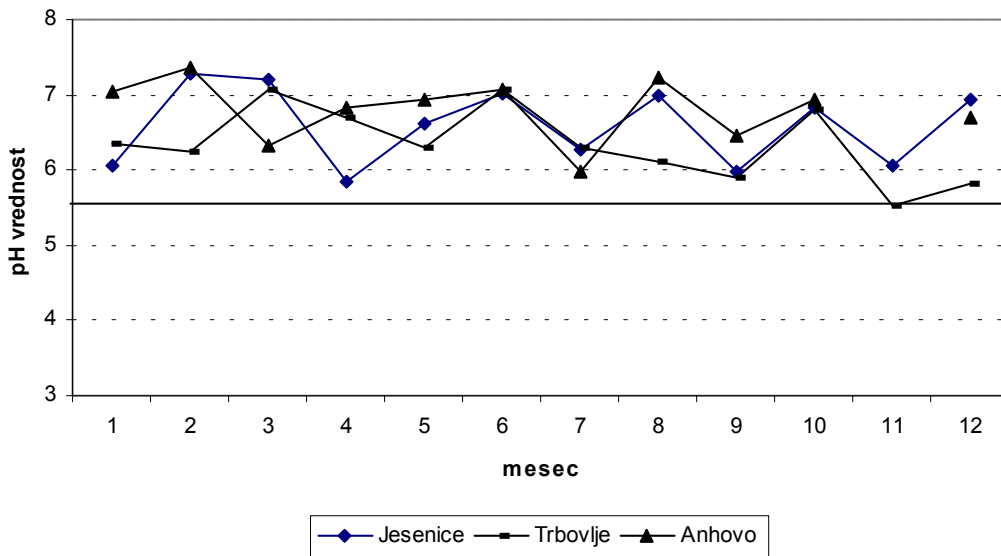
Tabela 4.3.4.1.(1): Koncentracije ionov, pH in elektroprevodnost padavin v letu 1999. Podani so povprečna mesečna vrednost (povp.), minimalna vrednost (min.), maksimalna vrednost (maks.) in standardna deviacija (st.d.). Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Table 4.3.4.1.(1): Concentrations of ions, pH value and electrical conductivity of precipitation in 1999. 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

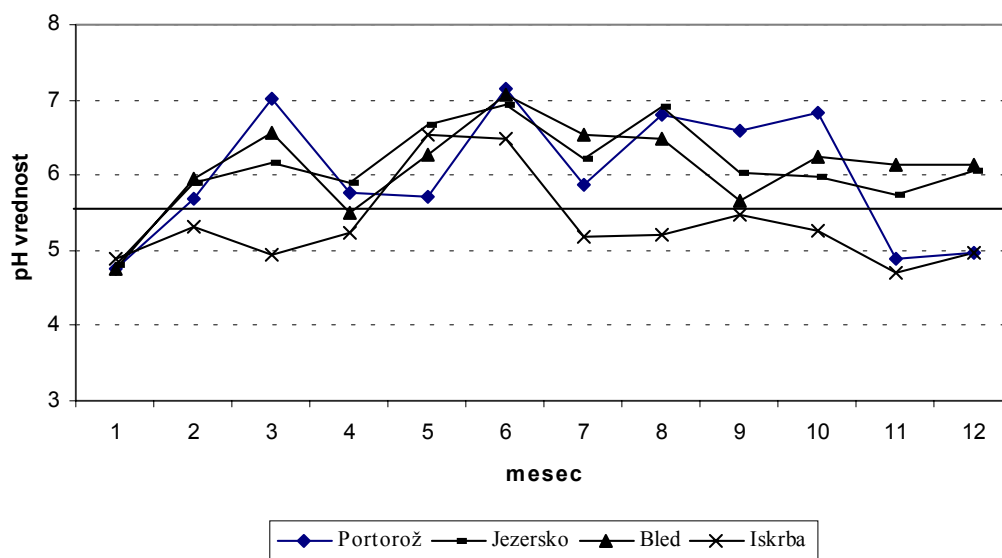
Postaja		El. prev. pri 25°C (μS/cm)	Koncentracija ionov (mg/l)								
			pH	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
Ljubljana	povp.	17	5.80	0.30	0.14	0.22	1.11	0.68	1.8	2.3	0.52
	min.	11	5.26	0.07	0.03	0.15	0.49	0.29	1.2	1.5	0.17
	maks.	31	6.73	1.20	0.32	0.37	3.01	1.37	3.4	4.2	2.06
	st.d.	6	0.48	0.35	0.08	0.09	0.66	0.27	0.6	0.9	0.58
Celje	povp.	15	5.73	0.13	0.22	0.17	0.97	0.59	1.5	2.2	0.35
	min.	10	5.24	0.05	0.04	0.06	0.34	0.18	1.2	1.2	0.12
	maks.	71	7.24	0.87	7.72	1.11	3.53	1.13	4.0	10.8	8.15
	st. d.	17	0.61	0.23	2.20	0.28	0.89	0.26	0.9	2.6	2.28
Nova Gorica	povp.	23	5.86	0.57	0.22	0.21	2.04	0.84	2.8	2.7	0.90
	min.	18	5.20	0.07	0.11	0.15	1.33	0.39	1.5	2.0	0.15
	maks.	42	7.23	1.49	0.81	0.39	4.81	1.55	5.9	5.2	2.28
	st. d.	7	0.67	0.45	0.20	0.07	0.93	0.30	1.4	0.8	0.69
Jesenice	povp.	19	6.33	0.29	0.10	0.35	1.80	0.57	1.5	1.9	0.48
	min.	14	5.84	0.06	0.04	0.19	1.30	0.18	1.2	1.3	0.15
	maks.	58	7.29	2.42	0.20	0.68	7.16	0.93	2.7	3.7	3.75
	st. d.	12	0.52	0.66	0.06	0.14	1.62	0.24	0.4	0.8	1.03
Trbovlje	povp.	40	6.14	0.20	0.33	0.30	5.93	0.43	1.8	6.0	0.32
	min.	25	5.53	0.07	0.09	0.19	3.11	0.09	1.1	3.4	0.09
	maks.	95	7.06	0.76	1.25	0.52	16.06	0.72	3.7	14.3	1.31
	st. d.	20	0.48	0.21	0.35	0.10	3.58	0.19	0.9	3.1	0.34
Anhovo	povp.	43	6.59	0.49	0.25	0.22	6.39	0.99	2.8	3.1	0.76
	min.	24	5.97	0.13	0.10	0.16	3.23	0.27	1.3	2.1	0.16
	maks.	88	7.36	0.94	0.59	0.45	16.92	3.22	5.0	5.0	1.52
	st. d.	18	0.41	0.29	0.15	0.08	3.86	1.00	1.3	1.0	0.43
Portorož	povp.	26	5.38	1.04	0.16	0.21	1.60	0.79	3.1	2.8	1.71
	min.	17	4.76	0.46	0.06	0.08	0.52	0.25	2.1	1.6	0.77
	maks.	57	7.14	3.67	0.55	0.63	5.85	1.71	9.2	5.8	6.21
	st. d.	13	0.86	0.86	0.14	0.15	1.44	0.38	2.0	1.3	1.47
Jezerško	povp.	15	5.90	0.19	0.23	0.23	1.03	0.50	1.2	1.5	0.30
	min.	8	4.80	0.05	0.04	0.06	0.26	0.13	0.8	1.1	0.08
	maks.	43	6.94	0.38	0.55	1.33	5.54	0.90	2.1	2.3	0.61
	st. d.	9	0.57	0.10	0.18	0.36	1.47	0.24	0.4	0.4	0.16
Bled	povp.	14	5.80	0.28	0.16	0.15	0.86	0.68	1.5	1.8	0.44
	min.	10	4.75	0.07	0.05	0.08	0.39	0.23	1.1	1.1	0.13
	maks.	21	7.06	0.57	0.35	0.25	2.09	1.29	2.5	2.7	0.93
	st. d.	4	0.60	0.19	0.10	0.06	0.48	0.33	0.5	0.5	0.28
Iskrba	povp.	13	5.15	0.28	0.09	0.08	0.37	0.48	1.4	1.7	0.49
	min.	10	4.70	0.07	0.03	0.05	0.08	0.19	0.9	0.7	0.15
	maks.	21	6.53	0.81	0.19	0.15	1.28	1.16	2.4	3.4	1.27
	st. d.	4	0.58	0.22	0.05	0.04	0.33	0.27	0.5	0.7	0.34



Slika 4.3.4.1.(1): pH vrednost padavin v letu 1999. Osnovna mreža – urbane lokacije, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(1): pH value of precipitation in 1999. Basic Air-Pollution Monitoring Network - urban locations, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(2): pH vrednost padavin v letu 1999. Osnovna mreža - industrijske lokacije, mesečno vzorčenje
 Figure 4.3.4.1.(2): pH value of precipitation in 1999. Basic Air-Pollution Monitoring Network – industrial locations, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(3): pH vrednost padavin v letu 1999. Osnovna mreža - podeželske lokacije, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(3): pH value of precipitation in 1999. Basic Air-Pollution Monitoring Network - rural locations, monthly sampling

Tabela 4.3.4.1.(2): Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje padavin

Table 4.3.4.1.(2): Cumulative annual wet ion deposition in 1999. 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	1486	2,4.10 ⁻³	0,45	0,21	0,32	1,65	0,79	0,6	1,1	0,78
Celje	1296	2,4.10 ⁻³	0,17	0,28	0,22	1,25	0,60	0,4	1,0	0,45
Nova Gorica	1213	1,7.10 ⁻³	0,70	0,26	0,25	2,47	0,79	0,8	1,1	1,09
Jesenice	1643	0,8.10 ⁻³	0,48	0,16	0,57	2,97	0,73	0,5	1,0	0,78
Trbovlje	1547	1,1.10 ⁻³	0,31	0,51	0,47	9,18	0,52	0,6	3,1	0,50
Anhovo	1439	0,4.10 ⁻³	0,77	0,40	0,35	10,0	1,21	1,0	1,6	1,19
Portorož	684	2,9.10 ⁻³	0,71	0,11	0,14	1,10	0,42	0,5	0,6	1,17
Jezersko	1781	2,2.10 ⁻³	0,33	0,42	0,41	1,84	0,70	0,5	0,9	0,53
Bled	1463	2,3.10 ⁻³	0,41	0,24	0,21	1,25	0,78	0,5	0,9	0,64
Iskrba	1629	11,5.10 ⁻³	0,46	0,14	0,12	0,61	0,60	0,5	0,9	0,80

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

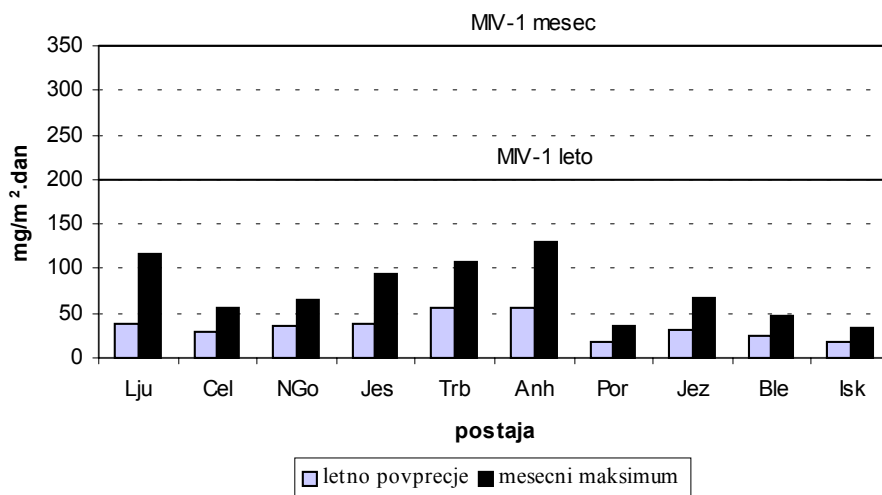
* Note: H⁺ deposition is calculated from measured pH.

Tabela 4.3.4.1.(3): Kisle padavine v Sloveniji v letu 1997. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Table 4.3.4.1.(3): Acid precipitation in Slovenia in 1999. 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	19
Celje	12	3	26
Nova Gorica	12	2	20
Jesenice	12	0	0
Trbovlje	12	1	6
Anhovo	11	0	0
Portorož	12	3	29
Jezerško	12	1	3
Bled	12	2	14
Iskrba	12	10	84

Tabela 4.3.4.1.(4): Mesečne in letne količine prašne usedline v letu 1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje
 Table 4.3.4.1.(4): Monthly and annual amounts of deposited matter in 1999. 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	
Ljubljana	6	13	15	22			42	116		28	71	31	38
Celje	15	11			56	40		44		31	7	25	29
Nova Gorica	10	20	16	65	44	45	30	55	26	34		48	36
Jesenice	7	13	24	72	69	45	40	30	14	95	33	27	39
Trbovlje	48	59	36	70	108	26	19	83		58		57	56
Anhovo	16	36	130	63	54	33	27	99	26	53		75	56
Portorož	5	10		19		35	7	31		24	10	21	18
Jezerško	4	27	20	27	41	32	23	55	21	68		25	31
Bled	3	16	12	16		34	28	47		39		23	24
Iskrba	6	15	5	18	33		10	24		22		28	18



Slika 4.3.4.1.(4): Povprečna letna in maksimalna mesečna količina prašne usedline v letu 1999 – MIV mejna imisijska vrednost

Figure 4.3.4.1.(4): Average annual and maximum monthly amount of deposited matter in 1999 – MIV limit value

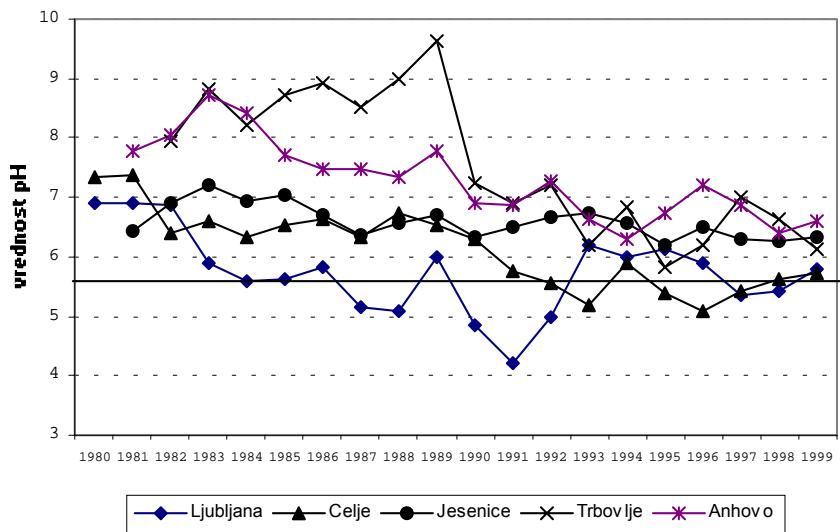
Časovni trend kakovosti padavin

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

Na večini urbano-industrijskih in podeželskih lokacij v zadnjih nekaj letih ni opazen izrazitejši trend (sliki 4.3.4.1.(5) - 4.3.4.1.(6)).

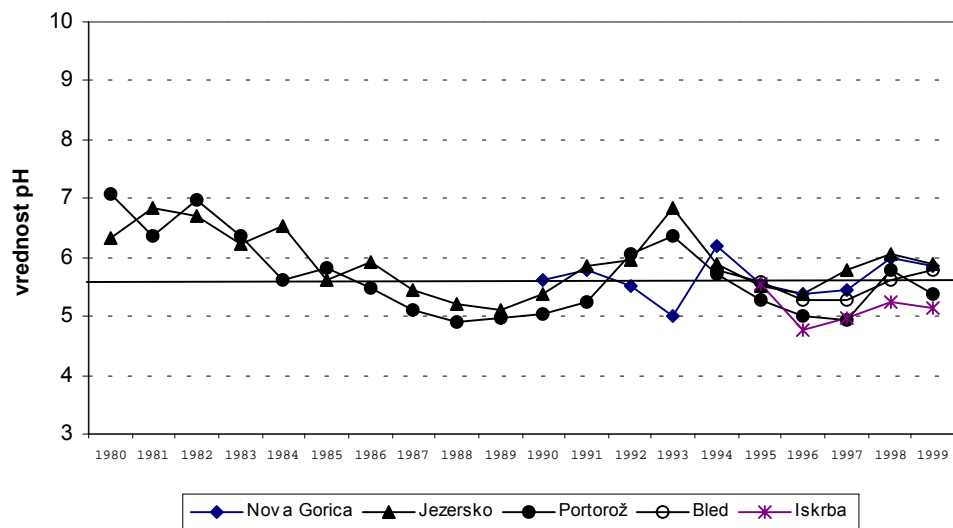
Koncentracija nitrata v padavinah od leta 1994 dalje na večini merilnih mest ne narašča (sliki 4.3.4.1.(7) – 4.3.4.1.(8)). To si razlagamo s splošnim trendom upadanja emisij NO_x v Evropi, ki je opazen od leta 1990 naprej. V primerjavi z letom 1990 se je emisija NO_x v Evropi v letu 1994 zmanjšala za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



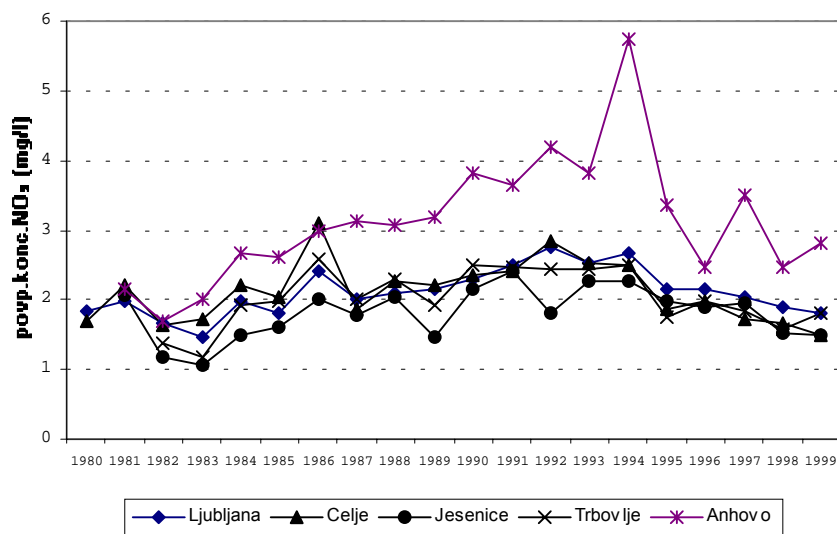
Slika 4.3.4.1.(5): Povprečni pH padavin za obdobje 1980-1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(5): Average pH of precipitation for the period 1980-1999. Basic network, monthly sampling



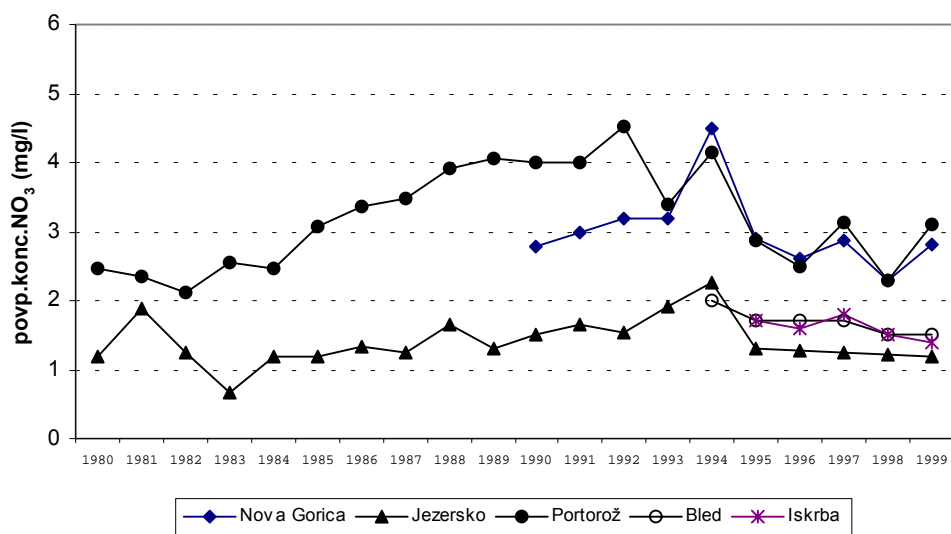
Slika 4.3.4.1.(6): Povprečni pH padavin za obdobje 1980-1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(6): Average pH of precipitation for the period 1980-1999. Basic network, monthly sampling



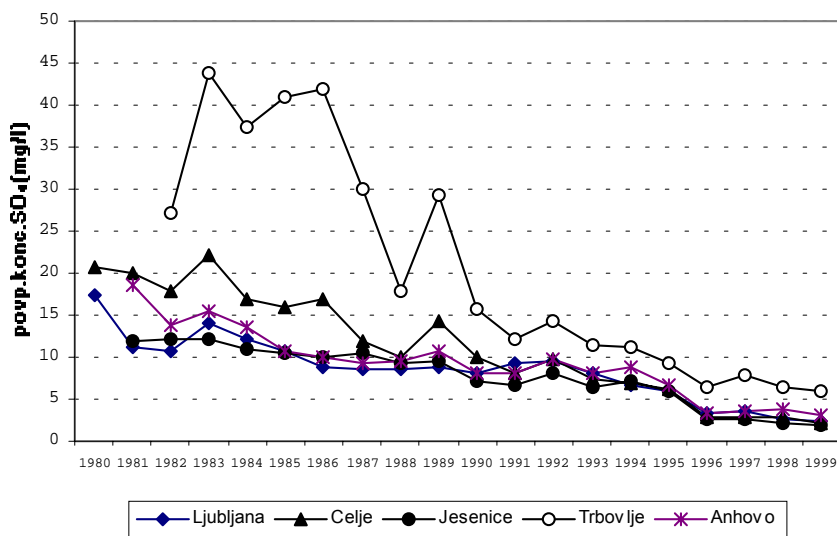
Slika 4.3.4.1.(7): Povprečne koncentracije nitrata v padavinah za obdobje 1980-1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(7): Average concentrations of nitrate in precipitation for the period 1980-1999. Basic network, monthly sampling



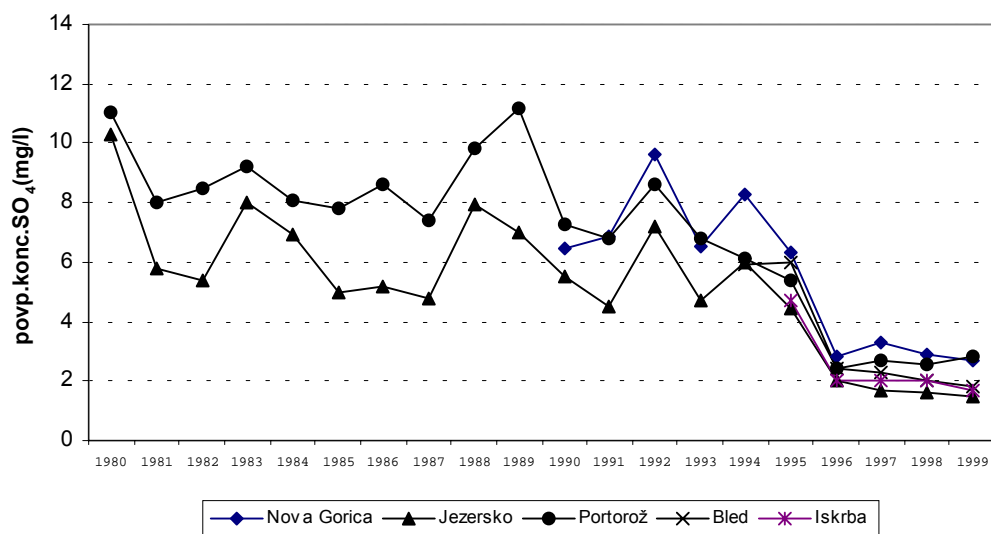
Slika 4.3.4.1.(8): Povprečne koncentracije nitrata v padavinah za obdobje 1980-1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(8): Average concentrations of nitrate in precipitation for the period 1980-1999. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(9): Povprečne koncentracije sulfata v padavinah za obdobje 1980-1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(9): Average concentrations of sulphate in precipitation for the period 1980-1999. Basic network, monthly sampling



Slika 4.3.4.1.(10): Povprečne koncentracije sulfata v padavinah za obdobje 1980-1999. Osnovna mreža, mesečno vzorčenje

Figure 4.3.4.1.(10): Average concentrations of sulphate in precipitation for the period 1980-1999. 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 1999 so:

- Koncentracije prašnih usedlin niso nikjer presegale mejnih vrednosti. Najvišja mesečna koncentracija prašnih usedlin $118 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ je bila dosežena na merilnem mestu Šoštanj na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj, vendar je bila tudi tu količina prašnih usedlin pod mejno vrednostjo, ki znaša $350 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$. Tudi povprečne letne koncentracije prašnih usedlin niso na nobenem mestu presegale letne mejne vrednosti, ki znaša $200 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$. Povprečne letne vrednosti prašnih usedlin so se gibale med najnižjo povprečno letno vrednostjo $9 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ in najvišjo povprečno letno vrednostjo $43 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$. Najnižja povprečna letna vrednost je bila dosežena na merilnem mestu Kovk, najvišja pa na merilnem mestu Lakonca. Na področju slovenskih termoelektrarn je bil do leta 1998 opažen trend nižanja koncentracij prašnih usedlin, povprečne letne koncentracije prašnih usedlin v letu 1999 pa so primerljive s povprečnimi koncentracijami prašnih usedlin v letu 1998.

- 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. Število kisljih vzorcev padavin se je v letu 1999 v primerjavi z letom 1998 zmanjšalo na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj (skoraj za polovico) in Termoelektrarne Trbovlje. Na vplivnem območju TE-TOL in JPE Ljubljana je število kisljih vzorcev v letu 1999 primerljivo s številom kisljih vzorcev v letu 1998.

- V letu 1999 se je depozicija žvepla na območju termoelektrarn glede na leto 1998 znižala.

Tabela 4.3.4.2.(1) Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 1999
 Table 4.3.4.2.(1) Concentration of ions in precipitation and cumulative deposition in 1999

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 ⁻
EI												
Šoštanj	6.13	2.72	0.56	1.88	5.29	8.08	1.72*10 ⁻³	2.44	0.50	0.40	1.73	8.80
Topolšica	5.34	1.37	0.57	2.08	3.65	4.99	1.46*10 ⁻²	1.74	0.61	0.52	1.53	5.91
Zavodnje	5.72	0.94	0.47	1.52	4.22	3.86	1.02*10 ⁻²	1.13	0.54	0.41	1.62	4.35
Graška gora	6.29	2.47	0.41	1.19	3.66	10.17	8.39*10 ⁻⁴	1.90	0.41	0.50	1.20	8.69
Velenje	6.46	1.54	0.49	2.13	3.49	6.00	1.66*10 ⁻³	1.31	0.44	0.53	1.11	5.23
Pesje	6.45	2.46	0.36	2.10	3.54	9.20	6.23*10 ⁻⁴	2.19	0.37	0.44	1.22	9.67
EI												
Kovk	5.34	1.04	0.50	1.86	3.88	4.27	1.67*10 ⁻²	1.13	0.46	0.46	1.47	5.50
Dobovec	5.34	1.37	0.57	2.08	3.65	5.08	1.46*10 ⁻²	1.74	0.61	0.52	1.53	6.99
Kum	5.72	0.94	0.47	1.52	4.22	3.86	1.02*10 ⁻²	1.13	0.54	0.41	1.62	4.91
Ravenska vas	5.44	1.42	0.49	1.85	4.32	6.25	1.28*10 ⁻²	1.71	0.44	0.49	1.71	8.68
Lakonca	5.86	2.24	0.47	2.23	5.01	7.02	8.97*10 ⁻³	2.84	0.48	0.60	2.17	10.26
Prapretno	5.67	2.26	0.44	2.12	4.15	8.08	7.43*10 ⁻³	2.31	0.50	0.58	1.78	8.23
TE-TO												
Ljubljana												
Vnajnarje	5.58	1.12	0.54	1.85	3.21	5.13	1.17*10 ⁻²	1.27	0.46	0.50	1.19	6.03
Deponija	6.11	1.93	0.66	2.09	4.30	7.02	1.92*10 ⁻³	2.26	0.74	0.60	1.70	9.34
Partizanska	6.49	2.62	0.80	2.28	5.30	9.81	1.05*10 ⁻³	2.91	0.71	0.62	1.77	12.60
Toplarniška	6.63	3.05	0.88	1.75	4.59	11.69	5.27*10 ⁻⁴	2.80	0.79	0.50	1.71	11.76
JP Energetika	6.45	3.37	0.50	2.71	4.01	11.13	1.78*10 ⁻³	3.63	0.52	0.60	1.69	12.73
EIMV	6.28	1.57	0.95	1.76	3.82	7.60	4.31*10 ⁻⁴	1.67	0.89	0.45	1.45	9.31

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 1999

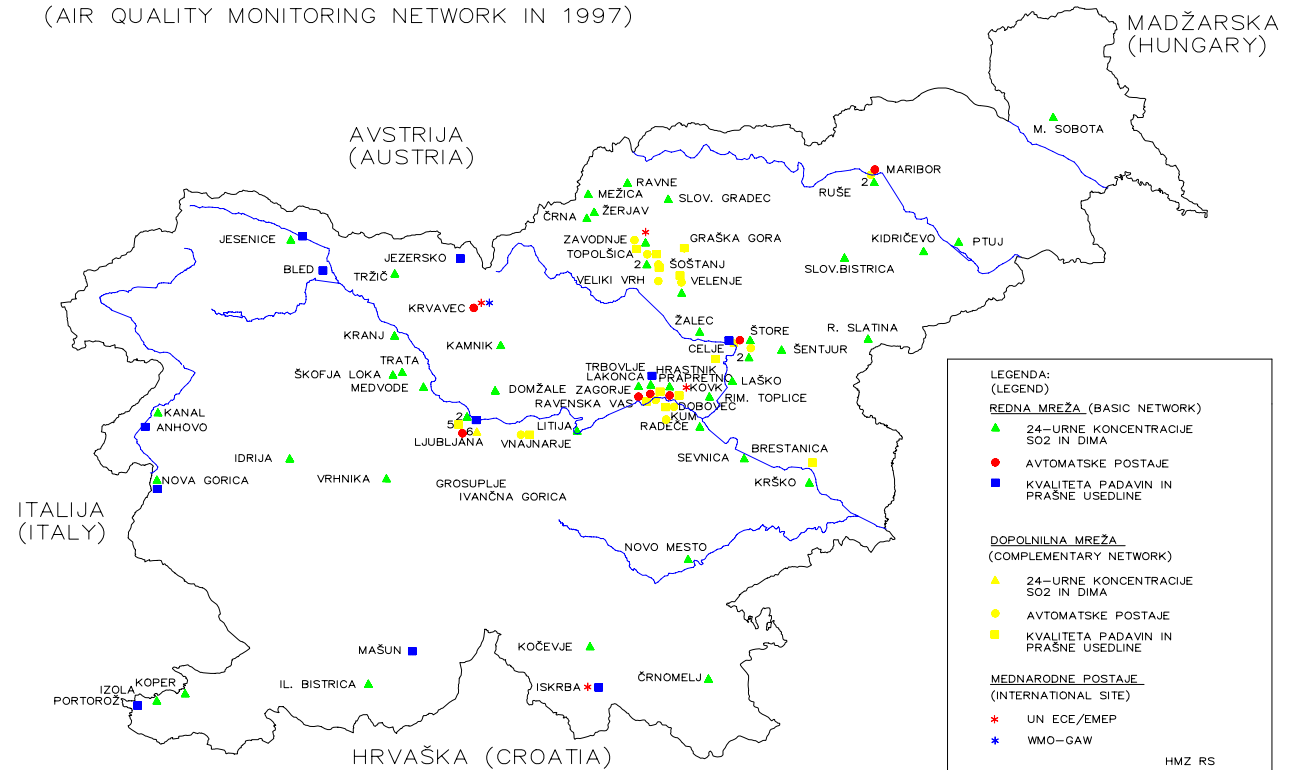
Table 4.3.4.2.(2) Monthly maximal and annual deposited matter and pH in precipitation in 1999

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	118.47	33.94	12	10	5.23
Topolšica	29.83	10.86	12	8	4.59
Zavodnje	32.87	9.83	12	6	4.61
Graška gora	28.57	10.88	12	12	5.78
Velenje	26.63	11.75	12	10	5.12
Pesje	27.83	17.70	12	12	6.04
EIS-TET					
Kovk	27.23	9.30	12	5	4.40
Dobovec	42.33	11.06	12	4	4.36
Kum	28.00	9.55	12	6	4.61
Ravenska vas	57,03	13,17	12	6	4.40
Lakonca	75.97	43.19	12	8	4.36
Prapretno	47.40	17.87	12	7	4.81
TE-TO					
Ljubljana					
Vnajnarje	44.87	11.69	12	6	4.40
Deponija	65.17	19.35	12	11	5.24
Partizanska	36.03	17.78	12	12	5.78
Toplarniška	60.90	25.74	11	10	5.42
JP Energetika	29.53	15.98	12	11	5.27
EIMV	16.73	10.58	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 Liebefeld, No. 16, March 1994
- 4.-22 J. Nilsson and P. Grennfelt (Eds.), Critical Loads for Sulphur and Nitrogen, Report
from the UN ECE workshop held at Skokloster, Sweden, 19-24 March 1988, Nordic Council of Ministers, Nord 1988:97, Copenhagen, Denmark, 1988
- 4.-23 J. Nilsson, P. Grennfelt, Critical loads for sulphur and nitrogen, Acid-Acidification Research in Sweden, No. 8, 1989, 1-2
- 4.-24 P. Simončič, Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odločin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L.) Karst) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj, Doktorska disertacija, Boitehnična fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 1996, strani 1-156
- 4.-25 D. Hrček et al., Onesnaženost zraka v Sloveniji, april 1991-marec 1992, MVOUP, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, maj 1992, Ljubljana, strani 1-122
- 4.-26 Transboundary Air Pollution in Europe, MSC-W Status Report 1996, Part One; Estimated dispersion of acidifying agents and of near surface ozone (Eds.: Kevin Barrett and Erik Berge), EMEP MSC-W Report 196, The Norwegian Meteorological Institute, Norway, 1996

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

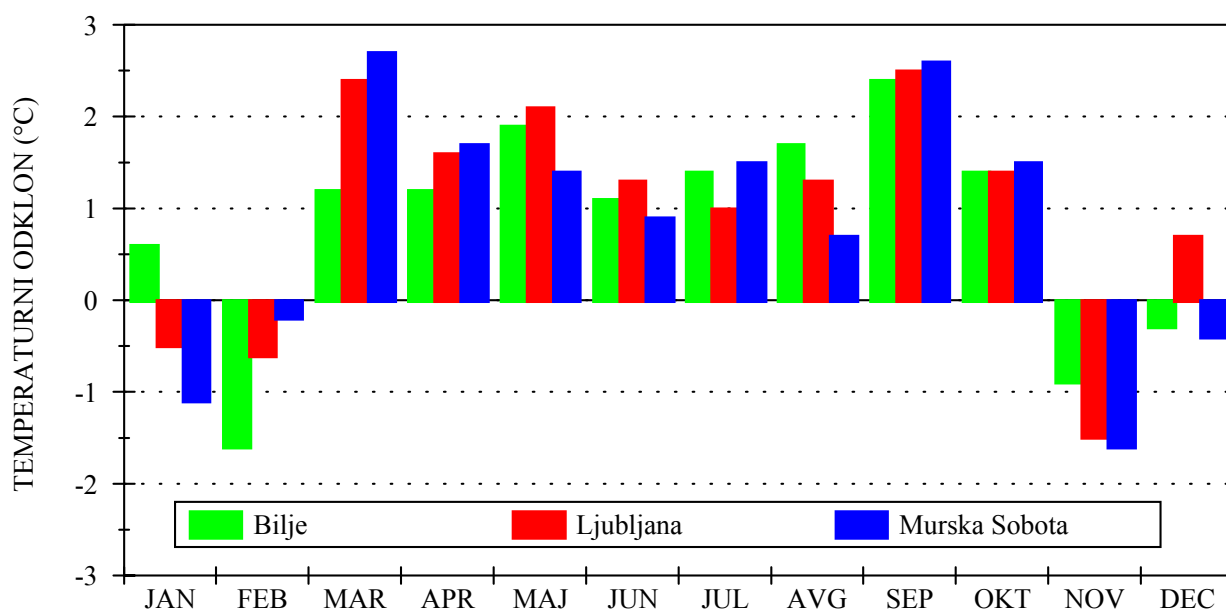


5. VREMENSKE RAZMERE V LETU 1999

V nadaljevanju so podane značilnosti tistih meteoroloških parametrov, ki vplivajo na kakovost zraka. Razmere v letu 1999 smo primerjali s povprečnimi vrednostmi v referenčnem klimatološkem obdobju 1961–1990. Podatki za Ljubljano in Maribor so prikazani v tabeli 1.

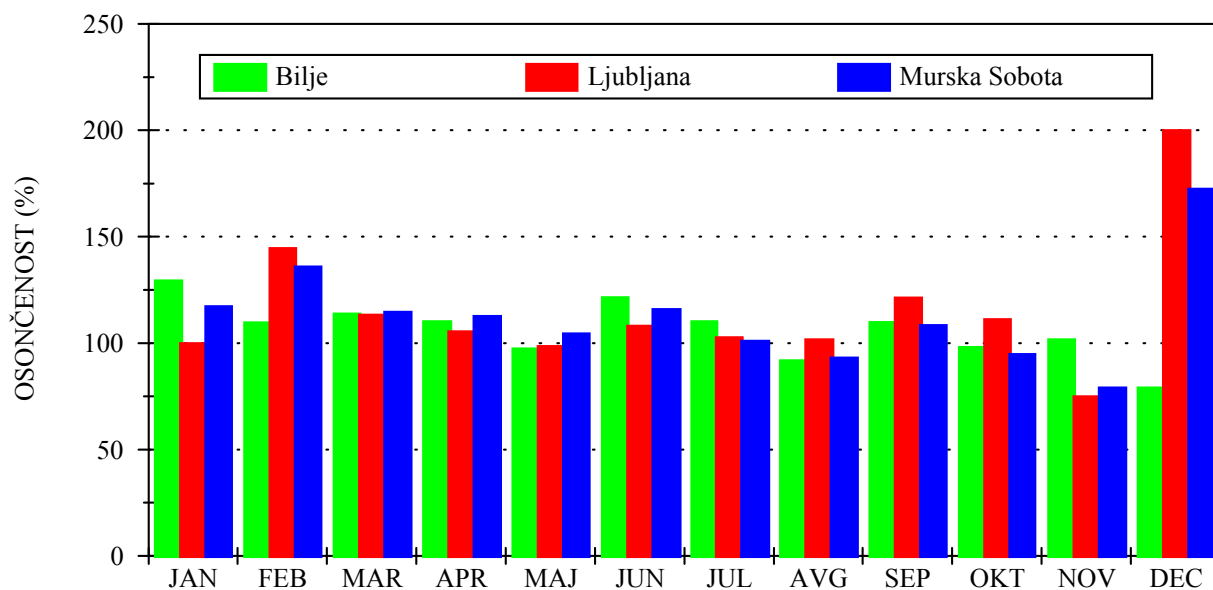
Povprečna temperatura zraka je bila leta 1999 nadpovprečno visoka, če jo primerjamo s povprečjem obdobja 1961–1990, odklon je bil med 0,6 in 1,2 °C, največji je bil ob obali, na Krasu, v Ljubljanski in Celjski kotlini, na Dolenjskem in v Beli krajini. K nadpovprečno visoki letni temperaturi so prispevala tako nadpovprečno topla jutra kot nadpovprečno topli popoldnevi. Večina mesecev v letu 1999 je bila nadpovprečno topla, poleti 1999 je bila povprečna temperatura zraka sicer nad dolgoletnim povprečjem, a zelo visokih temperatur nismo izmerili. Po mesecih je temperaturni odklon od povprečja za tri meteorološke postaje prikazan na sliki 1. 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.

O temperaturnih razmerah nam veliko pove tudi število dni s temperaturo nad ali pod izbranim pragom. Vročih dni, to so dnevi s temperaturo vsaj 30 °C, je bilo v Biljah 25, na letališču v Portorožu 29, v Novem mestu, Celju in Ljubljani po 13, v Murski Soboti 10, v Mariboru 8. Toplih dni, to je dni z najvišjo temperaturo zraka 25 °C, je bilo v Ljubljani 76, v Mariboru 61, v Murski Soboti 67, v Celju 71, Novem mestu 68, na letališču v Portorožu in zgornji Vipavski dolini 114. Hladnih dni, to je dni z negativno najnižjo dnevno temperaturo, je bilo v Ljubljani 81, v Murski Soboti 105, v Mariboru, Črnomlju in Novem mestu po 92, na letališču v Portorožu 48 in v Biljah 72. Pod –10 °C se je temperatura v Ratečah spustila 40 dni, ob obali in v Biljah se v letu 1999 nikoli ni tako zelo ohladilo, v Ljubljani je bil tako mrzel en dan, v Novem mestu 3, Celju 15, Murski Soboti 12 in Slovenj Gradcu 22.

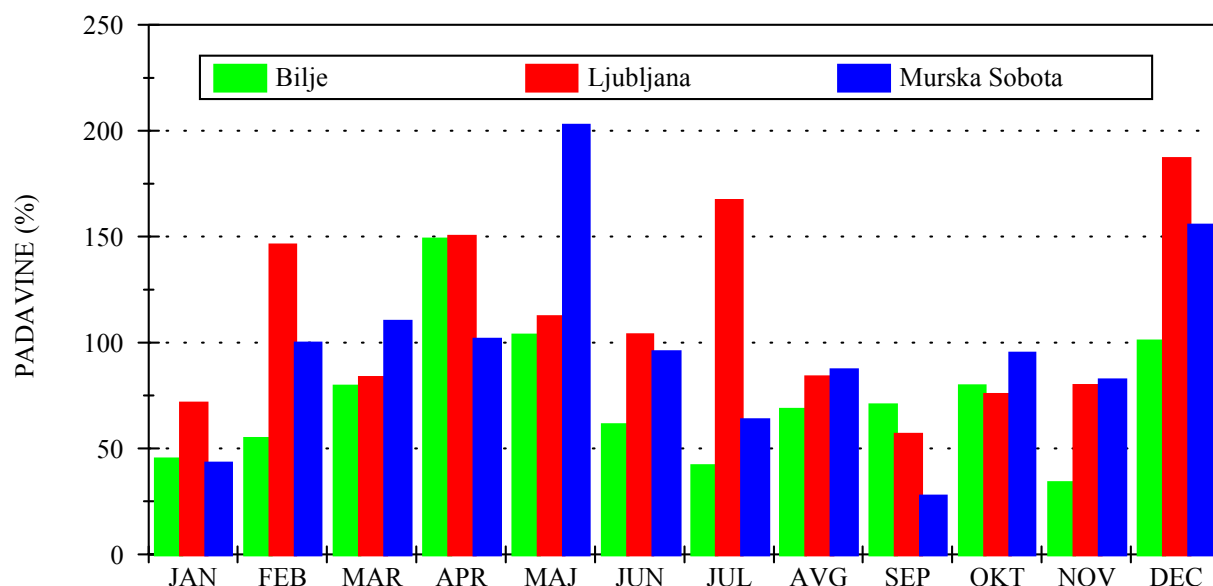


Slika 1: Temperaturni odklon v letu 1999 od povprečja obdobja 1961–1990

Osončenost je bila leta 1999 blizu dolgoletnega povprečja, izjema je le Celjska kotlina, kjer je bil presežek 17–odstoten. Na obali, v Julijcih in na Notranjskem dolgoletno povprečje ni bilo doseženo. Mesečni odkloni od povprečja so prikazani na sliki 2.



Slika 2: Trajanje sončnega obsevanja v letu 1999 glede na povprečje obdobja 1961–1990



Slika 3: Padavine v letu 1999 glede na povprečje obdobja 1961–1990

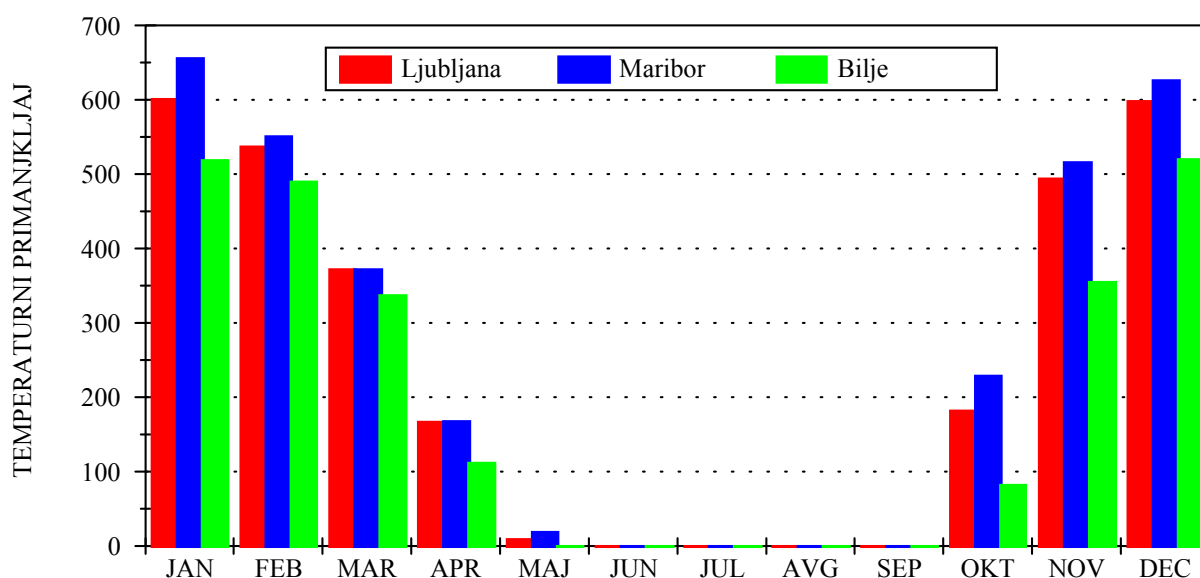
Največ padavin je bilo v Julijcih, najmanj pa v Prekmurju. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je bil primanjkljaj padavin pomemben le na Primorskem in delu Notranjske, v Biljah je padlo komaj tri četrtine običajnih padavin. Večji presežki so bili v Julijcih, Beli krajini, Dravskem polju in okolici Slovenj Gradca. Na sliki 3 je podana višina padavin v letu 1999 v primerjavi s povprečjem obdobja 1961–1990. Poleti je suša prizadela predvsem obalo, Kras in Vipavsko dolino. Lokalno je bilo leta 1999 več neurij z močnejšimi padavinami in vetrom, najbolj pa si bomo zapomnili tisto, ki je 1. septembra divjalo na območju Dolenjske in Bele krajine. Na srečo dolgotrajnejših obilnih padavin, ki bi povzročile poplave večjih razsežnosti, ni bilo. V Ljubljani in Celju je bilo 70 dni s snežno odejo, v Novem mestu 71, Murski Soboti 83, Mariboru 78 in Vipavski dolini 2.

Če upoštevamo dneve s padavinami vsaj 0.1 mm, je bilo padavinskih dni v Ratečah 159, Biljah 140, prav toliko v Postojni, v Ljubljani 156, v Novem mestu en dan več kot v Ljubljani, v Celju 152, Mariboru 143,

Slovenj Gradcu 149, Murski Soboti 139 in ob obali 100 dni. Dni z vsaj 10 mm padavin je bilo v Biljah 37, Ljubljani 51, Mariboru 37, ob obali 26 in v Murski Soboti 26.

Temperaturni primanjkljaj pogosto uporabljamo pri ocenjevanju energije, ki je potrebna za ogrevanje; podatki za Ljubljano, Maribor in Bilje so prikazani na sliki 4. Temperaturni primanjkljaj je razlika med zeleno temperaturo v ogrevanem prostoru in povprečno dnevno zunanjo temperaturo zraka. Za notranjo temperaturo smo izbrali 20 °C. Računamo ga le za dneve, ko je povprečna zunanja temperatura zraka nižja od 12 °C.

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. Zjutraj se temperaturna inverzija lahko pojavlja prek celega leta, seveda pa v topli polovici leta ne traja dolgo. Jutranje temperaturne inverzije so bile najpogostejše decembra. Celodnevne temperaturne inverzije so bile razmeroma pogoste decembra, januarja in novembra ter februarja.



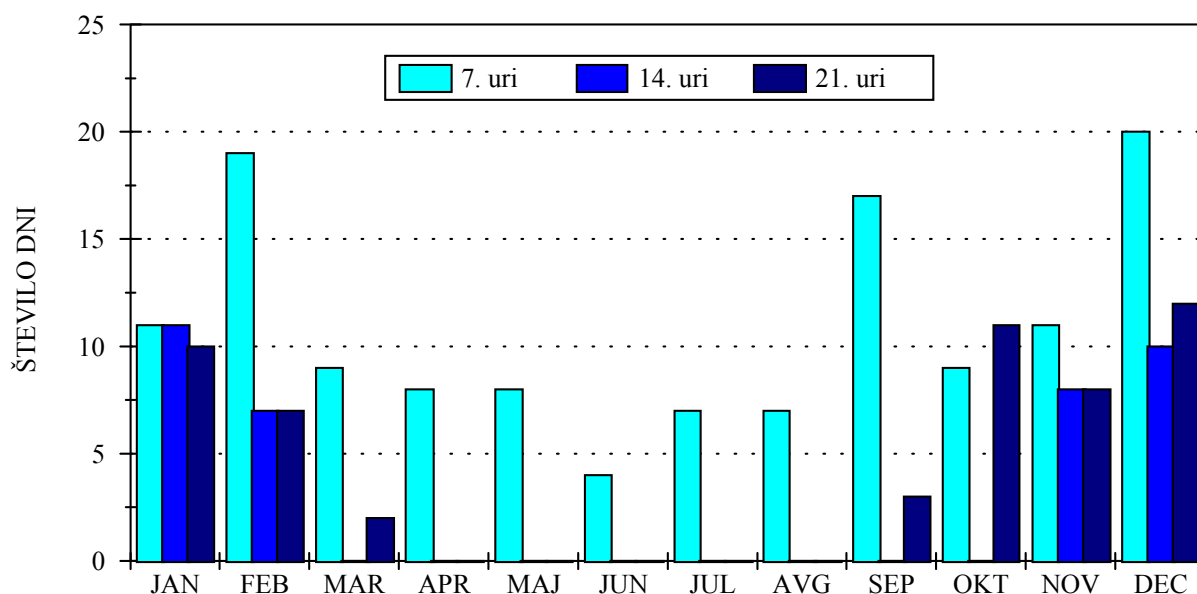
Slika 4: Temperaturni primanjkljaj, ki predstavlja merilo za potrošnjo energije za ogrevanje, v letu 1999 v Ljubljani, Biljah in Mariboru

Leto 1999 je bilo v celoti nadpovprečno toplo, po osončenosti dokaj povprečno, tudi padavine v večjem delu države niso pomembneje odstopale od dolgoletnega povprečja; odkloni od povprečja v posameznih mesecih pa so bili precej večji kot za leto v celoti. Meteorološke značilnosti leta 1999 po mesecih so podane v nadaljevanju.

Januar 1999 si bomo zapomnili po visokih temperaturah zraka v prvih dveh tretjinah meseca. Zimski mraz je ponovno pritisnil zadnje dni v mesecu, vendar po nižinah ni bilo posebno nizkih temperatur zraka. Povprečna januarska temperatura je bila povsod po državi presežena, v pretežnem delu države je bil odklon med 1 in 2 °C, območja z manjšim ali večjim odklonom so bila razmeroma majhna. Največ padavin je bilo v Julijcih, najmanj pa na severovzhodu države. Zelo malo je bilo območij s preseženim dolgoletnim povprečjem, saj je v pretežnem delu države padlo od 40 do 80 % dolgoletnih padavin. Najmanj padavinskih dni je bilo na severovzhodu države, v Murski Soboti in Mariboru so zabeležili le po 4; drugod po državi je bilo takih dni od 5 do 11. Snežna odeja je v alpskih dolinah prekriva tla ves januar, tudi v Murski Soboti je sneg obležal ves mesec, drugod po nižinah pa je skopnel; v Novem mestu so snežno odejo beležili le 11 dni, v Črnomlju 8, v Postojni 4. Brez snežne odeje so bili ob obali in v Vipavski dolini ter

Ilirski Bistrici. Pretežni del države je bil osončen bolj kot v povprečju obdobja 1961–1990, povečini je bila osončenost med 100 in 125 % dolgoletnega povprečja. Precej več ur kot v povprečju je sonce sijalo na zahodnem delu Vipavske doline in v širši okolici Celja. Po trajanju neposrednega sončnega obsevanja je s 132 urami najbolj izstopal zahodni del Vipavske doline.

Ob morju je zaradi pogoste megle sonce sijalo le 104 ure. V Ljubljani so zabeležili 3 dni z vetrom vsaj 6 Beaufortov (hitrost vsaj 10,8 m/s, v nadaljevanju teksta tak veter imenujemo močen veter), v Celju 4, Mariboru in Murski Soboti po 2.



Slika 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) v letu 1999 ob 7., 14. in 21. uri po srednjeevropskem času

Ob izteku prve tretjine **februarja** je močno snežilo, izjemno nizkih temperatur zraka po nižinah ni bilo, kljub temu pa se je živo srebro 16. februarja spustilo krepko pod ledišče: v Celju so izmerili $-18,5$ °C, v Slovenj Gradcu $-17,6$ °C, v Murski Soboti $-16,0$ °C. V Ljubljani je bila najnižja temperatura $-9,8$ °C, v Mariboru $-10,9$ °C, na letališču v Portorožu pa se je ohladilo na $-4,3$ °C. Odklon povprečne februarske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil skoraj povsod po državi negativen, dolgoletno povprečje je bilo preseženo le v Ljubljani in ponekod na severovzhodu države. Odklon med -2 in $-1,5$ °C so zabeležili v Julijcih in Vipavski dolini. Največ padavin je bilo na Kočevskem, najmanj v Prekmurju in ob obali. Na Primorskem, severu Gorenjske, Koroškem in severu Prekmurja je bilo padavin manj od dolgoletnega povprečja. Dolenjska je bila relativno najbolj namočena, dolgoletno povprečje je bilo preseženo tudi za več kot 100 %. Najmanj padavinskih dni je bilo v Prekmurju in ob obali, le po 3 so zabeležili; v teh krajih ni bilo le najmanj padavinskih dni, bilo je tudi najmanj padavin. Na Notranjskem je bilo 8 padavinskih dni, v Ljubljani 6. Snežna odeja je v alpskih dolinah prekrivala tla ves mesec, drugod po nižinah pa ne, v Ljubljani so jo prvič zabeležili 8. dan v mesecu, 10. februarja je dosegla 56 cm. Snežna odeja je nato obležala vse do konca meseca. Sonce je povsod sijalo dlje kot v povprečju obdobja 1961–1990, na zahodu države je bil presežek do 20 %, v osrednji Sloveniji, na Dolenjskem in v večjem delu Štajerske je bilo dolgoletno povprečje preseženo za več kot 40 %. Najbolj sončni so bili zadnji dnevi v mesecu, od 8. do 14. februarja je prevladovalo oblačno vreme. V Ljubljani in Celju so zabeležili po dva dni z močnim vetrom, v Mariboru 8 in Murski Soboti 4.

Marca je naše kraje dvakrat zajel hladen zrak, vendar zelo mrzlih obdobj ni bilo. V krajih z nadmorsko višino pod 500 m se ni ohladilo pod -6 °C; v Ratečah se je temperatura spustila na

-8,9 °C. Odklon povprečne marčevske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil povsod po državi pozitiven. V pretežnem delu države je bilo za 2 do 3 °C topleje od dolgoletnega povprečja, v nekaterih krajih je to že statistično pomemben odklon. Najbližje dolgoletnemu povprečju so bile razmere v Vipavski dolini, severni Primorski in Julijcih. Največ padavin je bilo na severozahodu države. Povprečje obdobja 1961–1990 je bilo preseženo ponekod na severu države. Glede na dolgoletno povprečje je padavin najbolj primanjkovalo v Beli krajini in ponekod na Dolenjskem. Najmanj padavinskih dni so zabeležili v Mariboru, komaj 5; največ padavinskih dni, in sicer po 12, je bilo v Julijcih in na Kočevskem.

Tabela 1: Vrednosti nekaterih meteoroloških spremenljivk v Ljubljani in Mariboru v primerjalnem obdobju 1961–1990 in v letu 1999

	JAN		FEB		MAR		APR		MAJ		JUN	
	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99
LJUBLJANA												
TEMPERATURA	-1,1	0,6	1,4	0,8	5,4	7,8	9,9	11,5	14,6	16,7	17,8	19,1
PADAVINE	81	58	80	117	98	82	109	164	121	136	155	161
DNEVISPAD.	9,0	8	8,3	6	9,1	10	10,8	14	11,6	10	12,2	11
SNEŽNA ODEJA	21,0	15	15,2	21	7,5	3	1,3	0	0,1	0	0,0	0
SONČNO OBS.	46	46	85	123	127	144	162	171	209	206	221	239
JASNO	1,8	0	2,8	1	3,4	0	3,1	0	2,8	0	2,9	2
OBLAČNO	18,1	21	13,7	8	13,2	13	11,2	11	9,1	9	8,5	6
MEGLA	15,3	17	10,2	8	6,8	5	4,2	5	4,9	3	5,1	1

	JUL		AVG		SEP		OKT		NOV		DEC	
	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99
LJUBLJANA												
TEMPERATURA	19,9	20,9	19,1	20,4	15,5	18,0	10,4	11,8	4,6	3,1	0,0	0,7
PADAVINE	122	204	144	121	130	74	115	87	135	108	101	189
DNEVISPAD.	9,8	10	9,5	7	8,2	6	8,4	9	9,4	10	8,6	11
SNEŽNA ODEJA	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	5,3	14	14,4	17
SONČNO OBS.	260	267	230	234	163	198	116	128	56	42	37	75
JASNO	5,1	4	4,5	0	1,7	1	2,0	0	1,3	0	1,0	4
OBLAČNO	5,8	6	5,9	6	7,9	6	11,6	11	17,4	20	19,9	16
MEGLA	6,1	1	9,8	2	15,2	9	15,4	9	12,8	8	15,2	11

	JAN		FEB		MAR		APR		MAJ		JUN	
	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99
MARIBOR												
TEMPERATURA	-1,3	0,4	1,1	1,4	5,2	7,7	10,0	11,7	14,7	15,8	17,9	18,8
PADAVINE	49	18	50	60	68	54	80	78	94	176	119	163
DNEVISPAD.	6,8	4	7,0	4	7,8	5	9,1	10	10,0	13	10,2	9
SNEŽNA ODEJA	20,7	25	13,5	20	6,1	0	0,7	0	0,0	0	0,0	0
SONČNO OBS.	69	78	90	126	133	152	159	177	206	203	213	244
JASNO	3,3	1	3,6	2	3,6	0	3,7	0	3,1	2	2,5	1
OBLAČNO	14,4	18	12,7	11	12,1	12	11,0	9	9,2	13	8,5	9
MEGLA	5,8	9	3,8	2	1,5	0	0,5	0	0,3	0	0,5	0

	JUL		AVG		SEP		OKT		NOV		DEC	
	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99	61-90	99
MARIBOR												
TEMPERATURA	19,6	20,8	18,7	19,3	15,2	17,6	10,1	11,5	4,5	2,8	0,1	0,6
PADAVINE	118	175	128	206	98	65	87	43	93	95	60	101
DNEVISPAD.	10,2	12	9,6	11	7,3	8	6,9	4	8,4	9	7,1	9
SNEŽNA ODEJA	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	4,2	13	13,3	20
SONČNO OBS.	249	259	224	206	174	194	140	132	79	67	61	85
JASNO	5,2	4	6,5	1	5,9	4	6,1	0	3,1	1	2,9	0
OBLAČNO	5,6	8	5,9	13	6,9	9	9,7	13	13,3	18	14,3	13
MEGLA	0,2	0	1,0	0	3,1	2	5,2	0	6,0	4	5,9	3

Legenda:

Temperatura povprečna mesečna temperatura (°C)

Padavine mesečna višina padavin (mm)

Dnevi s padavinami število dni s padavinami vsaj 1 mm

Snežna odeja število dni s snežno odejo

Sončno obsevanje

Jasno

Oblačno

Megla

število ur sončnega obsevanja

število jasnih dni

število oblačnih dni

število dni z meglo

Snežna odeja je ponekod po nižinah v začetku meseca še prekrivala tla, če izvzamemo alpske doline, je skopnela že v prvi tretjini meseca. V Ljubljani je snežna odeja ležala 3 dni, najbolj debela je bila prvi dan meseca z 12 cm. V Prekmurju je sneg že skopnel, prav tako po nižinah Štajerske in Dolenjske. Pretežni del države je bil osončen bolj kot v povprečju obdobja 1961–1990. Na obali je 160 sončnih ur zadostovalo komaj za 98 % dolgoletnega povprečja. Sonce je največ časa sijalo v Biljah, in sicer 165 ur, kar je bilo za 14 % več od dolgoletnega povprečja. V Ljubljani so zabeležili 10 dni z močnim vetrom, v Novem mestu 12, Murski Soboti 11, Celju in Mariboru po 9 dni.

Aprila so bile padavine pogoste, temperatura je bila v povprečju razmeroma visoka, k temu pa niso prispevale zelo visoke popoldanske temperature, ampak predvsem vetrovno in precej oblačno vreme, ki je preprečevalo nočno ohlajanje. Odklon povprečne aprilske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil povsod po državi pozitiven, od dolgoletnega povprečja je temperatura odstopala od 0,5 °C do 2,0 °C, odklon je bil najmanjši na jugozahodu države. Največ padavin je bilo v Julijskih Alpah. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je bil največji presežek na Notranjskem, ponekod je padlo dvakrat toliko padavin, kot je dolgoletno povprečje. Razmeroma majhna odstopanja so bila na vzhodu države, kjer ponekod dolgoletno povprečje ni bilo doseženo. Najmanj padavinskih dni so zabeležili v Mariboru, bilo jih je 10. Največ, kar 17, jih je bilo na Kredarici, v Ljubljani pa 14. Po nižinah je pogosto deževalo. Aprila se po zimskem premoru začnejo pogosteje pojavljati tudi nevihte; v Biljah so zabeležili 6 dni z nevihto, v Ljubljani 3, kar ustreza dolgoletnemu povprečju. Pretežni del države je bil osončen tako kot v povprečju obdobja 1961–1990. Južna Primorska, Notranjska in Dolenjska so bile osončene nekoliko slabše od povprečja, drugod je sonce sijalo nekoliko dlje od dolgoletnega povprečja, odkloni niso bili statistično pomembni. V Ljubljani in Murski Soboti so zabeležili po 6 dni z močnim vetrom, v Mariboru 9, Novem mestu 7 in Celju 4.

Temperatura zraka se **maja** po nižinah tudi zjutraj ni spustila pod ledišče in celo v Ratečah, na nadmorski višini 864 m, je bila najnižja izmerjena temperatura zraka 2,2 °C. Zadnje dni maja je ob sončnem vremenu temperatura zraka naraščala iz dneva v dan, najtoplejši je bil zadnji dan. V krajih z nadmorsko višino pod 500 m je temperatura zraka presegla 30 °C, le na Primorskem in Notranjskem se živo srebro ni dvignilo tako visoko. V Ljubljani je temperatura dosegla 32,4 °C, kar je največ v petdesetih letih meritev na tej lokaciji. Odklon povprečne majske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil povsod po državi pozitiven, v pretežnem delu države je bilo za 1 do 2,5 °C topleje od dolgoletnega povprečja. Največ padavin je bilo na Kozjanskem. Povprečje obdobja 1961–1990 je bilo preseženo na vzhodu države, na zahodu pa je bilo padavin manj od dolgoletnega povprečja. V Murski Soboti je padlo skoraj dvakrat toliko padavin kot v dolgoletnem povprečju. Najmanj padavinskih dni so zabeležili v Novem mestu, komaj 6, ob obali jih je bilo 7, v Ljubljani 10. Največ nevihtnih dni so maja zabeležili v Celju, in sicer 13, po 11 jih je bilo v Novem mestu in Mariboru. Pretežni del države je bil osončen za spoznanje slabše od dolgoletnega povprečja, na severozahodu in severovzhodu je sonce sijalo nekoliko dlje od dolgoletnega povprečja. Sonce je največ časa sijalo v Murski Soboti, in sicer 231 ur, kar je bilo za 5 % več od dolgoletnega povprečja. V Ljubljani in Novem mestu so zabeležili po 5 dni z močnim vetrom, v Mariboru 6 in v Murski Soboti 1 dan.

Toplo vreme se je iz konca maja nadaljevalo tudi v začetek **junija**. Prvi trije dnevi so bili občutno toplejši od dolgoletnega povprečja. Čeprav je bil junij nadpovprečno topel, nikjer ni bila zabeležena izjemno visoka temperatura zraka. V Ljubljani je bila najvišja izmerjena temperatura 29,9 °C, na Bizeljskem so izmerili 31,2 °C, v Novem mestu 30,9 °C, Celju 30,2 °C in Črnomlju 31,0 °C. Temperatura je presegla 30 °C tudi po nižinah Primorske. Odklon povprečne junijske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil povsod po državi pozitiven, v pretežnem delu države je bilo za 0,6 do 1,5 °C topleje od dolgoletnega povprečja. V pretežnem delu države odklon padavin od dolgoletnega povprečja ni bil pomembno velik, odstopali sta le dve območji: v Slovenskih goricah je bilo dolgoletno povprečje preseženo za več kot četrtino, na Goriškem, Vipavski dolini, Brdih in precejšnjem delu Krasa pa je bilo padavin

precej manj od dolgoletnega povprečja, komaj 50 do 75 % dolgoletnega povprečja. Poleti je neenakomerna porazdelitev padavin povsem običajna, saj večino padavin prispevajo plohe in nevihte. Najmanj padavinskih dni so zabeležili ob obali, bilo jih je 7. Največ dni s padavinami je bilo na Kredarici, našteali so jih 16. V Ljubljani je dolgoletno povprečje 16 padavinskih dni, tokrat jih je bilo 11, prav toliko jih je bilo tudi v Kočevju in Celju. Lokalno je bilo nekaj močnejših neurij s točo. Največ časa je sonce sijalo na letališču v Portorožu, in sicer 292 ur, kar je bilo za 8 % nad dolgoletnim povprečjem. Najbolj je bilo dolgoletno povprečje preseženo v Biljah pri Novi Gorici, kar za 21 %. V Ljubljani je bilo 5 dni z močnim vetrom, v Mariboru 9, Murski Soboti 4, Celju in Novem mestu po 3.

Čeprav je bil **julij** nadpovprečno topel, nikjer ni bila zabeležena izjemno visoka temperatura zraka. V Ljubljani je bila najvišja izmerjena temperatura 33,1 °C, na Bizeljskem 33,8 °C, v Črnomlju 33,5 °C, Novem mestu 33,1 °C, Slapu pri Vipavi 33,0 °C, na drugih merilnih postajah temperatura ni dosegla 33,0 °C. Na letališču v Portorožu je temperatura dosegla 32,8, v Biljah pa 32,6 °C. Odklon povprečne julijske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil povsod po državi pozitiven, v pretežnem delu države odklon ni presegel 1,0 °C, le na skrajnem vzhodu, jugovzhodu in pretežnem delu Primorske je bil večji, vendar ni presegel 1,8 °C. Največ padavin je bilo na jugu države, v Beli krajini in širši okolici Kočevja, dobro je bila namočena tudi Ljubljanska kotlina, Kamniške in Savinjske Alpe, Karavanke in del Julijcev. V pretežnem delu države je padlo precej več padavin kot v dolgoletnem povprečju. Dolgoletno povprečje ni bilo doseženo v Pomurju in na Primorskem, predvsem ob obali in na Krasu lahko govorimo o hudi suši. Večina padavin je padla v nalinivih. Najmanj padavinskih dni so zabeležili ob obali, bili so štirje; na skrajnem severovzhodu države je bilo 11 padavinskih dni, v Ljubljani 10. Nevihte so julija približno tako pogoste kot junija. Največ nevihtnih dni so zabeležili v Črnomlju in Celju, in sicer po 12. V Ljubljani je bilo 7 dni z nevihto, ob obali, na Kredarici, v Kočevju in Murski Soboti jih je bilo po 6. Če izvzamemo Julijce, je bila osončenost blizu dolgoletnega povprečja, relativni odklon ni presegel 10 %. Sonce je največ časa sijalo ob obali, in sicer 312 ur, kar je za 1 % manj od dolgoletnega povprečja. Več časa kot v dolgoletnem povprečju je sonce sijalo v Vipavski dolini, Ljubljanski kotlini, na Štajerskem in v Pomurju. Najbolj je bilo dolgoletno povprečje preseženo v Biljah, in sicer za 10 %. V Ljubljani je bilo 6 dni z močnim vetrom, v Novem mestu 3, Mariboru 6, Celju in Murski Soboti po en dan.

Vreme je bilo **avgusta** pestro s precejšnjimi spremembami temperature zraka in velikimi razlikami v smeri od Primorske proti severovzhodni Sloveniji. Dolgoletno povprečje temperature zraka je bilo preseženo povsod, vendar veliko bolj in enakomerneje prek celega meseca v jugozahodnih in južnih krajih, v ostalem delu države pa je bil ta presežek manjši in predvsem na račun nadpovprečno toplega vremena med 4. in 11. avgustom. V Ljubljani je bila izmerjena najvišja temperatura 32,2 °C, v Novem mestu, Črnomlju, Bizeljskem in na letališču Portorož je bila malo presežena vrednost 33 °C. Vročih dni, to je dni z najvišjo dnevno temperaturo vsaj 30 °C, je bilo v Ljubljani 6, na Primorskem 11, v Mariboru 3. Pogoste prodore hladnega zraka so spremljale padavine v obliki intenzivnih ploh in neviht. Največ padavin je bilo v hribovitem svetu zahodne in severne Slovenije, v širši okolici Pohorja in v Slovenskih goricah. Največji presežek glede na dolgoletno povprečje je bil izmerjen v Halozah. Močno pod povprečjem so bili namočeni kraji v južnem delu države. Primorska je dobila le nekaj nad 20 % povprečne količine padavin. Veliko neviht je bilo v krajih severovzhodne Slovenije: Celje, Maribor in Murska Sobota so imeli 11 nevihtnih dni. Po vsej državi je bilo trajanje sončnega obsevanja krajše od dolgoletnega povprečja, le v Ljubljani je bilo povprečje preseženo za 2 %. Ljubljani je bilo 5 dni z močnim vetrom, v Celju in Mariboru po dva, v Murski Soboti en dan.

Odklon povprečne temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil **septembra** povsod po državi pozitiven, v pretežnem delu države je bilo za več kot 2 °C topleje od dolgoletnega povprečja, kar presega okvire običajne variabilnosti; le v visokogorju je bil september bližje povprečju. Najmanj dežja je bilo v Prekmurju. V pretežnem delu države je bilo padavin manj od dolgoletnega povprečja. Primanjkljaj je bil največji na severovzhodu in jugozahodu države, kjer ni padla niti polovica običajnih septembrskih padavin. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo le

na razmeroma majhnem območju Dolenjske in Bele krajine. Najmanj padavinskih dni so zabeležili v Biljah, bili so 4. Največ dni s padavinami je bilo na Kredarici in v Celju, našteli so jih po 12, v Ljubljani jih je bilo 6. Ob obali je bilo 8 dni z nevihto, v Novem mestu in Ljubljani so zabeležili po 5 nevihtnih dni; na skrajnem severovzhodu države, v Murski Soboti, pa ves mesec niso opazili niti ene nevihte. Prehod hladne fronte 1. septembra zvečer je ponekod na Dolenjskem in v Beli krajini spremljalo močno neurje s točo, močnim vetrom in nalivi. Po nižinah je bil september nadpovprečno sončen, pomembno dlje od povprečja je sonce sijalo v Celjski in Ljubljanski kotlini. V Ljubljani sta bila dva dneva z močnim vetrom, v Novem mestu trije, Mariboru 5, Murski Soboti 4 in Celju 2.

Oktober je bil nadpovprečno topel, v večjem delu države je bil odklon med 0,5 °C in 1,5 °C. Izrazita otoplitev je bila v zadnji tretjini meseca, ko so temperature odstopale za več kot 10 °C od dolgoletnega povprečja, nekoliko manjši odklon je bil le na Primorskem. Trajanje sončnega obsevanja je bilo blizu dolgoletnega povprečja. Malo krajša od dolgoletnega povprečja je bila osončenost v Primorju in na severovzhodu države, v osrednjem delu in na Dolenjskem je bila malo nad povprečjem. Največ padavin je bilo na Gorenjskem. Najmanj dežja je bilo na Štajerskem in v Prekmurju. V pretežnem delu države je bilo padavin manj od dolgoletnega povprečja, najmanj na Štajerskem, kjer je padla le dobra polovica povprečnih oktobrskih padavin. Dolgoletno povprečje je bilo močno preseženo le na skrajnem severozahodu države. Najmanj padavinskih dni so zabeležili v Mariboru, bili so 4, največ pa na Kredarici in v Ratečah, našteli so jih po 10, kar je malo nad dolgoletnim povprečjem. V Ljubljani so zabeležili 3 dni z nevihto. V Ljubljani so bili 4 dnevi z močnim vetrom, v Novem mestu 2, Celju 3, Mariboru in Murski Soboti po 4.

Obdobje nadpovprečno toplega vremena se je iz oktobra nadaljevalo v **november**. Ob koncu prve in začetku druge tretjine je bila temperatura okoli povprečja, najtoplejša zračna gmota je bila nad našimi kraji prvi in drugi dan novembra, povsod po državi je bila v teh dveh dneh izmerjena najvišja novembrska temperatura zraka. V Vipavski dolini se je živo srebro povzpelo na 22 °C, v Murski Soboti je bilo 20,5 °C, v Ljubljani 18,6 °C. Druga polovica meseca je bila povsod hladnejša od povprečja. Večino nižin v notranjosti je zadnje dni novembra prekrivalo jezero hladnega zraka. Odklon povprečne novembrske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil povsod po državi negativen, v pretežnem delu države je bil od –3 do –1 °C; najbližje dolgoletnemu povprečju so bile razmere na obalno–kraškem območju. Največ padavin je bilo na kraško–dinarski pregradi in le nekoliko manj v Julijcih. Povprečje obdobja 1961–1990 je bilo preseženo v Slovenskih goricah z okolico, delu Dravskega polja, v Novem mestu z okolico in ponekod ob obali. Glede na dolgoletno povprečje je padavin najbolj primanjkovalo v Goriških Brdih, Vipavski dolini in na Krasu; v teh krajih je padla manj kot polovica običajnih padavin. Najmanj padavinskih dni so zabeležili v Murski Soboti, komaj 6; največ, in sicer 13, jih je bilo na Kočevskem. Že 15. novembra je sneg marsikje segel do nižin, rahlo je snežilo tudi naslednji dan, vendar je Slovenijo močnejše sneženje zajelo šele 17. novembra zvečer. Izdatneje se je snežna odeja odebelila 19. novembra, pomembna količina snega je padla tudi 21. novembra. V Postojni, Ljubljani, Slovenj Gradcu, Novem mestu in Murski Soboti je bilo po 14 dni s snežno odejo. Po nižinah je bila snežna odeja za november nenavadno debela: v Kočevju kar 65 cm, v Postojni in Črnomlju po 60 cm, v Prekmurju okoli 30 cm, v Novem mestu in večjem delu nižinskega dela Dolenjske okoli 50 cm. V Celju, Postojni, Kočevju, Črnomlju in verjetno še kje novembra še nikoli ni bilo toliko snega. Pretežni del države je bil slabše osončen kot v povprečju obdobja 1961–1990, le na zahodu Slovenije je bilo dolgoletno povprečje nekoliko preseženo. V Biljah je sonce sijalo 115 ur, kar je za 1 % več od dolgoletnega povprečja. Ob morju je bilo 107 sončnih ur, kar je za 8 % več od dolgoletnega povprečja. V obdobju lepega vremena ob koncu meseca je bilo v gorah, ob obali in v Vipavski dolini sončno, drugod pa je sonce pogosto zakrila megla ali nizka oblačnost. V Ljubljani, Murski Soboti, Celju in Mariboru so zabeležili po en dan z močnim vetrom.

Decembra smo imeli najhladnejše obdobje med 20. in 25. decembrom, takrat so bile tudi izmerjene najnižje temperature zraka. V Ratečah in Slovenj Gradcu se je ohladilo na $-20,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, na letališču v Portorožu $-5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, v Vipavski dolini je bilo še za stopinjo hladneje, v Ljubljani je bila najnižja temperatura $-11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odklon povprečne decembrske temperature od povprečja obdobja 1961–1990 je bil negativen na severozahodu države, na Koroškem in delu Štajerske, drugod je bilo povprečje preseženo. Odklon je bil od -1 do $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Največ padavin je bilo v Julijskih in Kamniških Alpah, na kraško–dinarski pregradi in v Beli krajini, najmanj pa v Prekmurju. Največji presežek glede na dolgoletno povprečje je bil v Beli krajini, padavin je bilo dvakrat toliko kot v dolgoletnem povprečju. Med območji z velikim relativnim primanjkljajem izstopata Koroška in obala. Najmanj padavinskih dni so zabeležili na severovzhodu države, tam je bilo tudi najmanj padavin. Največ padavinskih dni, kar 15, je bilo v Beli krajini. Trajanje snežne odeje v Ljubljani, Novem mestu in Murski Soboti je preseglo povprečje obdobja 1961–1990 za nekaj dni. V pretežnem delu države je osončenost presegla povprečje obdobja 1961–1990, relativni presežek osončenosti je bil še posebej velik v Ljubljanski in Celjski kotlini ter v Prekmurju, to je na območjih, ki jih pozimi pogosto prekrivata megla ali nizka oblačnost. Na zahodu Slovenije je sonce sijalo manj od dolgoletnega povprečja, v Biljah in na letališču v Portorožu po 80 ur, kar je v Biljah slabih 80 %, ob obali pa 93 % dolgoletnega povprečja. V Ljubljani ni bilo dneva z močnejšim vetrom, v Novem mestu so zabeležili 4 dni z močnim vetrom, v Mariboru 6, Celju 2 in Murski Soboti 5.