



AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

# **KAKOVOST ZRAKA V SLOVENIJI V LETU 2005**

**Agencija Republike Slovenije za okolje**

LJUBLJANA, september 2006

## **PRI POROČILU SO SODELOVALI:**

### **Nosilec poročila:**

Anton Planinšek, dipl.ing.meteorol.

### **Izvajalci:**

mag. Tanja Bolte, univ.dipl.ing.kem.teh.  
mag. Andrej Šegula, univ.dipl. meteorol.  
Brigita Jesenovec, univ.dipl.ing.kem.teh.  
Anton Planinšek, univ.dipl.meteorol.  
mag. Danijel Čemas, univ.dipl. fiz.  
dr. Mirko Bizjak, univ.dipl.kem  
Rok Brinc, univ.dipl.kem.  
Petra Krsnik, univ.dipl.geog.

### **Priprava podatkov ARSO:**

Mateja Gjerek, univ.dipl. meteorol.  
Marinka Lešnik  
Darko Turk

### **Priprava podatkov dopolnilnih mrež:**

Elektroinštitut "Milan Vidmar"  
Zavod za zdravstveno varstvo Maribor  
Zavod za zdravstveno varstvo Celje

dr. Silvo Žlebir  
GENERALNI DIREKTOR

# VSEBINA

UVOD .....	4
POVZETEK .....	6
1. ZAKONSKE OSNOVE .....	9
1.1. Slovenska zakonodaja na področju varstva zraka .....	9
1.2. Zakonodaja Evropske skupnosti (EU) na področju varstva zraka .....	11
2. AVTOMATSKA MERILNA MREŽA .....	12
2.1. Mreže avtomatskih ekološko-meteoroloških postaj in nabor meritev .....	12
2.2. Merilne metode in kakovost meritev .....	16
2.3. Rezultati meritev in časovni trendi .....	18
2.3.1. Žveplov dioksid .....	19
2.3.2. Dušikovi oksidi .....	27
2.3.3. Ogljikov monoksid .....	31
2.3.4. Ozon .....	34
2.3.5. Skupni lebdeči delci, delci PM <sub>10</sub> in delci PM <sub>2,5</sub> .....	38
2.3.6. Lahkohlapni ogljikovodiki .....	44
3. MERITVE OZADJA ONESNAŽENOSTI ZRAKA .....	45
3.1. Merilna mreža in nabor meritev .....	45
3.2. Merilne metode in kakovost meritev .....	47
3.2.1. Merilne metode .....	47
3.2.2. Kakovost meritev .....	49
3.3. Rezultati meritev in časovni trendi .....	50
3.3.1. Ozon .....	50
3.3.2. Padavine .....	50
3.3.3. Delci PM <sub>10</sub> in PM <sub>2,5</sub> .....	50
3.3.4. Težke kovine v delcih PM <sub>10</sub> .....	50
3.3.5. Dušikov dioksid .....	50
3.3.6. Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni .....	51
3.3.7. Aerosolski črni ogljik .....	55
4. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN .....	57
4.1. Osnovna merilna mreža .....	57
4.1.1. Merilna mreža in nabor meritev .....	57
4.1.2. Merilne metode in kakovost meritev .....	59
4.1.3. Rezultati meritev in časovni trendi .....	61
4.2. Merilna mreža na vplivnih območjih termoelektrarn .....	67
4.2.1. Merilna mreža in merilna metoda .....	67
4.2.2. Rezultati meritev .....	68
5. MERITVE TEŽKIH KOVIN V DELCIH PM <sub>10</sub> .....	72
5.1. Merilna mreža Agencije RS za okolje in nabor meritev .....	72
5.2. Merilna metoda in kakovost meritev .....	72
5.3. Rezultati meritev težkih kovin v delcih PM <sub>10</sub> .....	72
6. MERITVE Z DIFUZIVNIMI VZORČEVALNIKI .....	74
7. AVTOMATSKÉ MERITVE Z MOBILNO POSTAJO .....	77
7.1. Meritve v Mežici .....	78
7.2. Meritve v Kopru .....	79
7.3. Meritve v Ankaranu .....	80
7.4. Meritve v Duplici pri Kamniku .....	81
8. OCENA ONESNAŽENOSTI ZRAKA V SLOVENIJI NA PODLAGI MERITEV .....	85
DODATEK .....	87

## **SPLETNE STRANI Z INFORMACIJAMI O ONESNAŽENOSTI ZRAKA:**

Aktualni podatki o kakovosti zraka v Sloveniji:

<http://www.arso.gov.si>

Aktualni podatki o kakovosti zraka v merilni mreži elektrogospodarstva:

<http://www.okolje.info>

Evropsko okoljsko informacijsko in opazovalno omrežje (EIONET) v Sloveniji:

<http://nfp-si.eionet.eu.int>

## **UVOD**

Razmere v atmosferi so zelo pomembne za človeštvo, pa tudi za celotno rastlinstvo, živalstvo in za neživo naravo. Onesnaženje zraka v veliki meri negativno vpliva na zdravje ljudi in drugih živih bitij. Zato onesnaženju ozračja oziroma kakovosti zraka ljudje po vsem svetu zadnja desetletja posvečamo vse večjo pozornost.

Na kakovost zunanjega zraka v Sloveniji največ vplivajo emisije snovi v zrak v sami državi, delno pa je onesnaženost tudi posledica transporta onesnaženja čez meje. Za pojavljanje povišanih koncentracij snovi v zunanjem zraku so pomembni še drugi dejavniki, kot so klimatske značilnosti, meteorološki pojavi, fizikalno-kemijski procesi pretvorbe snovi v zraku in topografija. V zimskem času so v Sloveniji zaradi razgibanega reliefa značilne temperaturne inverzije. Ob takšni situaciji je onemogočena vertikalna cirkulacija zraka, zato se emitirane snovi ne razpršijo in ne razredčijo, temveč se zadržijo in koncentrirajo v kotlinah, dolinah in nižinah, kjer je tudi poseljenost največja.

Rezultati meritev onesnaženosti zraka se iz leta v leto spreminjajo in se razlikujejo glede na merilno mesto, kjer meritve opravljamo, in glede na letni čas, v katerem meritve onesnaženosti zraka potekajo.

Monitoring kakovosti zraka v letu 2004 glede števila merilnih mest ni doživel širitve. Precej je bilo storjenega na področju zagotavljanja kakovosti meritev. Vzpostavljena je bil sistem za spremljanje delovanja merilnih postaj, merilnikov, evidenco posegov in umerjanja inštrumentov (ISMM – pomen kratice).

Pomembna novost je bila uvedena pri meritvah delcev. Kontinuirne meritve z merilnikom TEOM imajo sistemsko napako zaradi višje temperature v merilniku in s tem povezano izhlapevanje lahkih snovi. V letu 2004 smo za nekatera merilna mesta že uporabili korekcijske faktorje, dobljene s primerjalnimi meritvami z referenčnim merilnikom po standardu SIST EN 12341. Za merilna mesta, kjer še ni bilo primerjalnih meritev, smo koncentracije PM<sub>10</sub> pomnožili s predpisanim faktorjem 1.3.

Na treh merilnih mestih smo vzpostavili meritve delcev PM<sub>2.5</sub>. Pričeli smo s testiranjem merilnikov za meritve ogljikovodikov (VOC).. Z letom 2004 smo začeli s kemijsko analizo anorganskih ionov (Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>) v aerosolih, ki jih v svoji strategiji predpisuje mednarodni program EMEP. Vzorčevalnik za padavine smo prenesli iz Novega mesta v Park Škocjanske jame, kjer je bila odprta merilna postaja MEDPOL v skladu z Barcelonsko konvencijo o zaščiti Sredozemskega morja.

Po uspešnih kampanjah z difuzivnimi vzorčevalniki v sodelovanju z JRC Ispra v okviru programov AIRPECO in PEOPLE smo tudi sami pričeli z merilnimi kampanjami z difuzivnimi vzorčevalniki.

Precejšnja aktivnost je veljala spremljanju koncentracij ozona spomladi in poleti ter s tem povezano opozarjanje prebivalstva in napovedovanje onesnaženosti zraka s tem onesnaževalom.

V letu 2004 je potekala v Evropski uniji intenzivna priprava za sprejem 4. hčerinske direktive o težkih kovinah in policikličnih aromatskih ogljikovodikih, ki je bila sprejeta konec leta (Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air).

## **POVZETEK / SUMMARY**

Tako kot v zadnjih nekaj letih je bil zrak tudi v letu 2005 skoraj povsod po Sloveniji prekomerno onesnažen z ozonom in delci PM<sub>10</sub>. Koncentracije žveplovega dioksida so prekoračile vse mejne vrednosti na nekaterih višje ležečih merilnih mestih okrog termoelektrarn Trbovlje in Šoštanj ter na merilnem mestu v Krškem, na katero vpliva emisija tamkajšnje tovarne celuloze, medtem ko so v mestih v Zasavju, ki so delno tudi pod vplivom emisije iz termoelektrarne Trbovlje, prekoračile le letno mejno vrednost. Letna mejna vrednost dušikovih oksidov NO<sub>x</sub> je bila prekoračena na urbanih merilnih mestih. Koncentracije svinca in ogljikovega monoksida so bile zelo nizke. Tudi onesnaženost z benzenom in težkimi kovinami je bila v okviru mejnih vrednosti.

As in the few recent years, the air in all Slovenia in 2005 was overly polluted with ozone and PM<sub>10</sub> particles. SO<sub>2</sub> concentrations exceeded all the limit values in some places of higher altitude around Trbovlje and Šoštanj Power Plants, and at Krško site, which is influenced by emission from the Paper Mill Factory, while in the cities of Zasavje region, which are also partly influenced by Trbovlje Power Plant, only the annual limit value was exceeded. The NO<sub>x</sub> annual limit value was exceeded at the urban sites. The lead and CO pollution was very low, and concentrations of benzene and heavy metals were below the limit values as well.

**Tabela:** Pregled koncentracij različnih onesnaževal (presežene mejne vrednosti so v rdečem tisku)  
**Table:** Overview of concentrations of different pollutants (exceedences of limit values are in red)

merilno mesto / site	območje / zone code	žveplov dioksid SO <sub>2</sub>				dušikov dioksid NO <sub>2</sub>		dušikovi oksidi NO <sub>x</sub>	ogljikov monoksid CO	delci PM <sub>10</sub>		delci PM <sub>2,5</sub>	Ozon O <sub>3</sub>		benzene C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	arzen v PM <sub>10</sub> As	kadmij v PM <sub>10</sub> Cd	nikelj v PM <sub>10</sub> Ni	svinec v PM <sub>10</sub> Pb
		leto/year	zima/winter	1 ura/1 hour	24 ur/24hours	leto/year	1 ura/1 hour	leto/year	8 ur/8 hours	leto/year	24 ur/24hours	leto/year	1 ura/1 hour	8 ur/8 hours	leto/year	leto/year	leto/year	leto/year	leto/year
		Cp (µg/m <sup>3</sup> )	Cp (µg/m <sup>3</sup> )	>MV	>MV	Cp (µg/m <sup>3</sup> )	Cmax	Cp (µg/m <sup>3</sup> )	Cmax (mg/m <sup>3</sup> )	Cp (µg/m <sup>3</sup> )	>MV	Cp (µg/m <sup>3</sup> )	>OV	>CV	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )
<b>DMKZ</b>																			
Ljubljana Bežigrad	SIL	5	10	0	0	27	156	43	3.7	37	71	28	11	38	1.9	<0.05	<0.025	4.85	<1
Maribor	SIM	8	11	0	0	33	169	60	3.4	43	103	28	0	0	2.6*	<0.05	<0.025	4.82	<1
Celje	SI2	9	14	0	0	26	153	45	3.9	43	97		0	43					
Trbovlje*	SI2	15	16	17	1	24	100	41		55	160		0	14					
Hrastnik	SI2	10	21	12	0								0	27					
Zagorje	SI2	12	29	17	1					52	150		0	12					
Nova Gorica	SI4	7	10	0	0	24	104	41	2.7	34	43		33	43					
Koper	SI4																		
Murska S.-Rakičan	SI1	5	7	0	0	14	95	20		37	67		1	31					
Krvavec	SI3												7	87					
Iskrba	SI3									16	5	15	0	60		<0.05	<0.025	1.62	<1
<b>EIS TEŠ</b>																			
Šoštanj	SI2	11	11	22	0														
Topolšica	SI2	5	7	0	0														
Veliki Vrh	SI2	33	36	56	4														
Zavodnje	SI2	12	11	9	1	3	83	5					3	58					
Velenje	SI2	4	7	0	0								0	10					
Graška Gora	SI2	6	7	2	0														
Pesje	SI2	6	9	0	0					27	23								
Škale	SI2	8	10	0	0	5	83	6		23	15								
<b>EIS TET</b>																			
Kovk	SI2	30	65	94	21	10	99	12					0	55					
Dobovec	SI2	23	48	129	13														
Kum	SI2	6	7	12	0														
Ravenska Vas	SI2	42	90	205	35														
Prapretno	SI2									28	15								
OMS Ljubljana (Vnajnarije)		8	12	0	0	4	58	5					2	46					
MO Maribor	SIM									43	111		0	55					
EIS Celje	SI2	3	6	0	0					45	89								
EIS Krško	SI2	36	38	72	17														
EIS TEB (sv.Mohor)	SI2	12	10	1	0	3	82	4					0*	53*					

Oznake pri tabeli / legend to table:

Cp povprečna koncentracija / average concentration

>OV število primerov s preseženo opozorilno vrednostjo / number of information threshold exceedances

< pod mejo kvantifikacije / below quantification limit

>MV

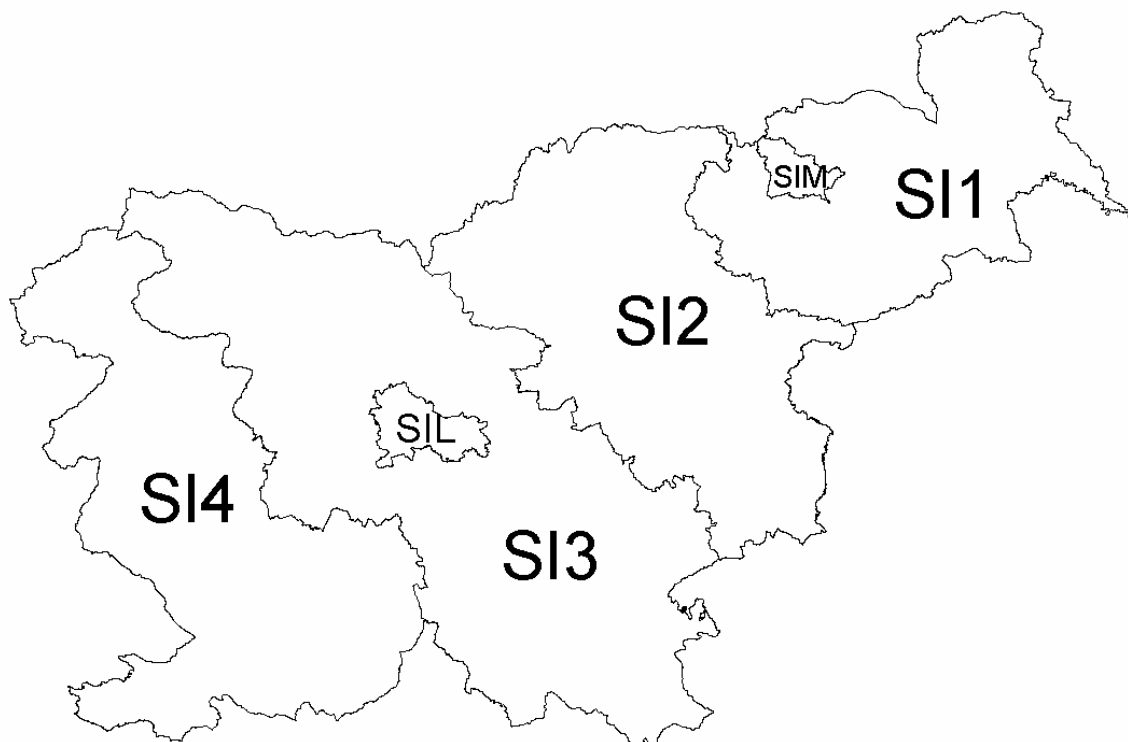
>CV

\*

število primerov s preseženo mejno vrednostjo / number of limit value exceedances

število primerov s preseženo ciljno vrednostjo / number of target value exceedances

informativni podatek / for information only



Slika: Območja kakovosti zraka  
 Picture: Zones of Air quality

Tabela: Območja /Zones

Območje / zone:	Združene statistične enote
SI1	Pomurska in Podravska brez območja mesta Maribor
SI2*	Koroška, Savinjska, Zasavska in Spodnjėsavska
SI3	Gorenjska, Osrednjeslovenska in Jugovzhodna Slovenija brez območja mesta Ljubljana
SI4	Goriška, Notranjsko-Kraška in Obalno-Kraška

\* Zaradi večjih virov emisije je za žveplov dioksid to območje razdeljeno na SI2a (območje okrog TE Šoštanj), SI2b (območje okrog TE Trbovlje) in SI2c (območje okrog tovarne celuloze VIPAP v Krškem)

\* Due to greater emission sources of SO<sub>2</sub> this zone is further divided to SI2a (region of Šoštanj Power Plant), SI2b (region of Trbovlje Power Plant), and SI2c (region of VIPAP Paper Mill at Krško)

Poseljeno območje/ agglomeration	
SIL	Območje mesta Ljubljana
SIM	Območje mesta Maribor



# 1. ZAKONSKE OSNOVE

## 1.1. Slovenska zakonodaja na področju varstva zraka

Osnova slovenske zakonodaje na področju kakovosti zunanjega zraka je *Zakon o varstvu okolja (ZVO, Ur.l. RS 41/04*. Iz njega izhajajo ostali predpisi razen še veljavnega dela *Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (Ur. l. RS, št.73/94)*. Po tej uredbi izvaja meritve prašnih usedlin Elektroinštitut Milan Vidmar, katerih rezultate objavljamo v nadaljevanju.

Do konca leta 2004 so bile v slovensko zakonodajo sprejete naslednje uredbe za področje varstva zraka, ki so usklajene z zahtevami direktiv Evropske Skupnosti (EU):

- Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 52/02)
- Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 52/02)
- Uredba o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 52/02)
- Uredba o ozonu v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 8/03)
- Sklep o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, delcev, svinca, benzena, ogljikovega monoksida in ozona v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 72/2003)
- Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 127/2003)

30. maja 2006 je bila sprejeta še *Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/2006)*. Meritve težkih kovin smo v letu 2005 že izvajali v skladu s to Uredbo. Preostale meritve bomo začeli izvajati v letu 2007 in 2008.

Te uredbe predpisujejo, katera onesnaževala je potrebno spremljati, njihove mejne, ciljne, opozorilne in alarmne vrednosti, najmanjše potrebno število merilnih mest, vrste merilnih mest, njihove gostote v merilnih mrežah, referenčnih merilnih metod in izračunavanja statističnih vrednosti in izmenjave oziroma prikaza podatkov.

Alarmna vrednost (AV) je predpisana raven onesnaženosti, pri kateri je treba zagotoviti takojšnje ukrepe za zavarovanje zdravja ljudi in okolja. Alarmna vrednost se določi pri kritični ravni onesnaženosti, nad katero že kratkotrajna izpostavljenost zaradi snovi v zraku pomeni tveganje za zdravje ljudi. Vpeljana je namesto dosedanje kritične imisijske vrednosti.

Pri ozonu sta definirani opozorilna urna vrednost (OV) in ciljna 8-urna vrednost, ki naj bi bila dosežena do leta 2010 (CV).

Dopustna vrednost koncentracije določene snovi (DV) smo vpeljali zato, da je prehod za dosego mejne vrednosti (MV) postopen. Tako je dopustna vrednost enaka mejni vrednosti, povečani za sprejemljivo preseganje (SP). Sprejemljivo preseganje mora doseči vrednost 0 do določenega datuma (1.januar 2005 oz. za nekatera onesnaževala 1.januar 2010), do takrat pa se od leta 2000 linearno zmanjšuje.

**Tabela 1.1.(1):** Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti ter sprejemljiva preseganja koncentracij za leto 2005:

	1 ura	3 ure	8 ur	Dan	Leto zima
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	350 (MV) <sup>1</sup>	500 (AV)		125 (MV) <sup>3</sup>	20 (MV)
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	200 (MV) <sup>2</sup>	400 (AV)			50 (DV)= 40 (MV) + 10 (SP)
NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> )					30 (MV)
CO (mg/m <sup>3</sup> )			10 (MV)		
Benzen (µg/m <sup>3</sup> )					7.5 (DV)= 5 (MV) + 2.5 (SP)
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	180(OV) 240(AV)		120 (CV) <sup>5</sup>		
delci PM10 (µg/m <sup>3</sup> )				50 (MV) <sup>4</sup>	40 (MV)
Svinec (ng/m <sup>3</sup> )*					500 (MV)
kadmij (ng/m <sup>3</sup> )					5 (CV)
arzen (ng/m <sup>3</sup> )					6 (CV)
nikelj (ng/m <sup>3</sup> )					20 (CV)

<sup>1</sup> – vrednost je lahko presežena 24-krat v enem letu

<sup>3</sup> – vrednost je lahko presežena 3-krat v enem letu

<sup>2</sup> – vrednost je lahko presežena 18-krat v enem letu

<sup>4</sup> – vrednost je lahko presežena 35-krat v enem letu

<sup>5</sup> – vrednost je lahko presežena 25-krat v enem letu (cilj za leto 2010)

\* Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku sicer predpisuje koncentracije v µg/m<sup>3</sup>, vendar bomo zaradi nizkih vrednosti in zaradi lažje primerjave z ostalimi kovinami podajali koncentracije v ng/m<sup>3</sup>

**Tabela 1.1.(2):** Vrednosti sprejemljivega preseganja (SP):

Leto:		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO <sub>2</sub>	SP	150	120	90	60	30	0					
NO <sub>2</sub>	SP(1ura)	100	80	60	40	20	0					
	SP(leto)	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
CO [mg/m <sup>3</sup> ]	SP	6	6	6	4	2	0					
delci PM10	SP(dan)	25	20	15	10	5	0					
	SP(leto)	8	6	5	3	2	0					
benzen	SP	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
svinec	SP	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0					

Po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (Ur. l. RS, št. 73/94) pa še vedno veljata mesečna in letna mejna imisijska vrednost prašne usedline in sicer 350µg/m<sup>2</sup> in 200µg/m<sup>2</sup>.

## **1.2. Zakonodaja Evropske skupnosti (EU) na področju varstva zraka**

Zakonodaja Evropske skupnosti, ki se nanaša na varstvo zraka, in ki je temelj za slovensko zakonodajo, je razdeljena v naslednje tematske sklope:

### **Zunanji zrak**

- Council Directive on ambient air quality assessment and management, **96/62/EC**
- Council directive **1999/30/EC** of 22 April 1999 relating to sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air, **99/30/EEC**
- Directive **2000/69/EC** of the European Parliament and of the Council of 16 November 2000 relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air
- Directive **2002/3/EC** of the European Parliament and of the Council of 12 February 2002 relating to ozone in ambient air
- Directive **2004/107/EC** of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air
- Guidance to member states on PM10 monitoring and intercomparisons with the reference method
- Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

### **Izmenjava informacij**

- 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**
- Commission Decision of 17 October 2001 amending the Annexes to Council Decision **97/101/EC** establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States
- Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision **2001/752/EC**
- Guideline referring to Commission Decision 2001/839/EC laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC and 1999/30/EC
- Commission Decision of 29 April 2004 laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC and 1999/30/EC and under Directives 2000/69/EC and 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council

## **2. AVTOMATSKA MERILNA MREŽA**

Mrežo meritev onesnaženosti zraka v Sloveniji sestavljajo avtomatska merilna mreža ekološko-meteoroloških postaj državne mreže za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ), ki jo vodi Agencija RS za okolje (ARSO), ter dopolnilne avtomatske merilne mreže, v katerih izvajajo meritve drugi izvajalci (TE Šoštanj, TE Trbovlje, mestne občine Ljubljana, Maribor, Celje, Krško). Mreža je gostejša na območjih v bližini večjih virov onesnaženosti zraka. V krajih, ki niso zajeti v okviru stalnih mrež, potekajo občasne meritve onesnaženosti zraka z avtomatsko mobilno ekološko-meteorološko postajo ARSO. Na območjih, ki so oddaljena od velikih virov emisije, delujeta avtomatski postaji Iskrba in Krvavec, ki merita ozadje onesnaženosti zraka in sta vključeni v mednarodni mreži EMEP in GAW. Poleg omenjenih mrež avtomatskih meritev onesnaženosti zraka obstajajo v okviru ARSO, TEŠ, TET in mestne občine Ljubljana še merilne mreže za merjenje kakovosti padavin in prašnih usedlin.

### **2.1. Mreže avtomatskih ekološko-meteoroloških postaj in nabor meritev**

V Sloveniji so v letu 2005 potekale avtomatske meritve onesnaženosti zraka v državni mreži meritev DMKZ na desetih merilnih mestih. V drugi polovici leta je začela delovati merilna postaja v Kopru. Poleg tega potekajo meritve v treh dopolnilnih mrežah, in sicer kot Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Šoštanj (EIS-TEŠ), Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Trbovlje (EIS-TET) in Ekološki informacijski sistem Termoelektrarne Brestanica (EIS-TEB). Po eno postajo imajo mestni sistemi v Ljubljani, Mariboru, Celju. V Krškem občina financira meritve SO<sub>2</sub> na merilni postaji sistema JE Krško, meritve izvaja ARSO. Poleg stalnih postaj deluje še mobilna postaja v merilni mreži DMKZ, ki je bila v letu 2005 postavljena v Mežici, Kopru, Ankaranu in Duplici pri Kamniku.

Lokacije merilnih mest so določene v skladu s priporočili tistih delov uredb, ki govorijo o klasifikaciji postaj. Za vsako merilno mesto se določi tip postaje, tip območja, na katerem je postaja, in značilnost območja. To je bilo narejeno po metodologiji EUROAIRNET – site selection, 1998.

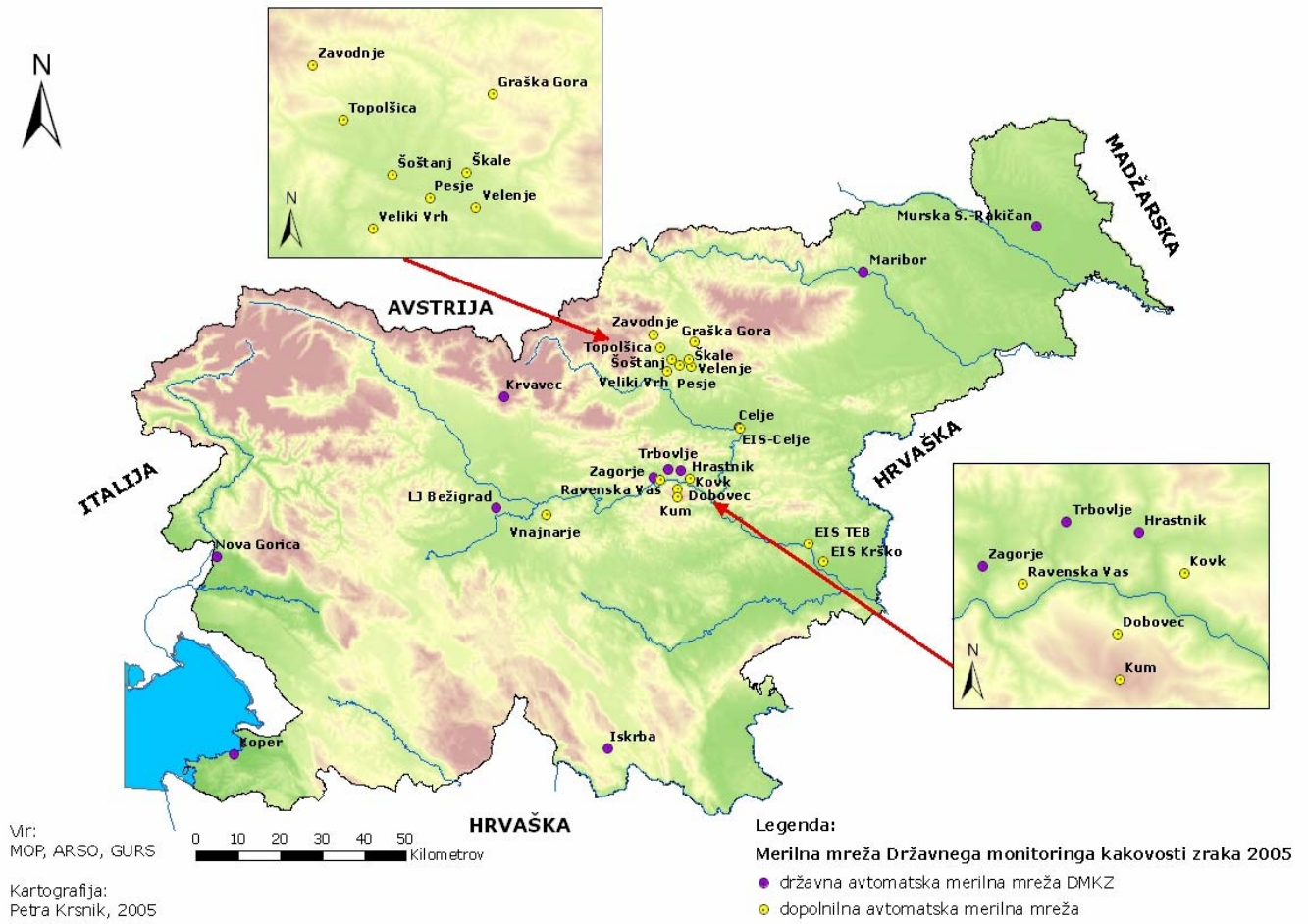
Seznam merilnih mest in parametri, ki se merijo, so podani v tabelah 2.1. (1) in 2.1.(2). Merilna mesta so prikazana tudi na sliki 2.1.(1).

Tabela 2.1. (1): Merilna mesta za avtomatske meritve v letu 2005

Kraj	NV	Geog. dolž	Geog. šir.	GKKy	GKKx	Začetek meritev	Tip m. mesta	Tip območja	Značilnost območja	Geog. opis
<b>DMKZ:</b>										
Ljubljana B.	299	14°31'03"	46°03'57"	5462673	5102490	01.1991	B	U	RC	16
Maribor	270	15°39'22"	46°33'33"	5550305	5157414	11.1990	T	U	RC	16
Celje	240	15°16'02"	46°14'05"	5520614	5121189	01.1990	B	U	R	16
Trbovlje	250	15°02'52"	46°08'54"	5503676	5111555	01.1990	T	U	RCI	2
Zagorje	241	15°00'03"	46°07'53"	5500070	5109663	08.1990	T	U	RCI	2
Hrastnik	290	15°05'17"	46°08'39"	5506805	5111089	01.1990	B	S	IR	32
Nova Gorica	113	13°39'25"	45°57'21"	5395909	5091034	2001	B	S	RC	32
Koper	56	13°42'49"	45°32'35"	5399911	5045107	06.2005	B	S	R	32
Rakičan	188	16°11'48"	46°39'07"	5591591	5168196	05.1998	B	R(NC)	A	16
Krvavec	1740	14°32'18"	46°17'53"	5464440	5128291	03.1991	B	R(REG)	N	1
Iskrba	540	14°51'46"	45°33'41"	5489292	5046323	09.1996	B	R(REG)	N	32
<b>MOBILNA-DMKZ</b>										
Mežica	495	14°51'29"	46°31'07"	5489118	5152696	11.2004-1.2005	B	S	R	2
Koper	30	13°44'12"	45°32'34"	5401351	5045803	1.-6.2005	B	S	RC	4
Ankaran 1	1	13°44'55"	45°34'5"	5402702	5047852	7.2005	B	R(NC)	RC	4
Ankaran 2	1	13°45'24"	45°34'5"	5403315	5047836	8.2005	B	R(NC)	RC	4
Duplica 1	354	14°35'55"	46°12'7"	5469396	5117599	9.-11.2005	B	R(NC)	RI	16
Duplica 2	360	14°35'41"	46°12'10"	5469098	5117699	12.2005-1.2006	B	S	R	16
<b>EIS-TEŠ</b>										
Šoštanj	360	15°3'31"	46°22'38"	5504508	5136982		I	S	I	2
Topolšica	390	15°1'29"	46°24'12"	5501901	5139882		B	S	IC	2
Veliki vrh	550	15°2'44"	46°21'8"	5503506	5134203		I	R(REG)	A	32
Zavodnje	770	15°0'12"	46°25'43"	5500256	5142691		I	R(REG)	A	32
Velenje	390	15°7'1"	46°21'43"	5508998	5135289		B	U	RCI	2
Graška gora	774	15°7'43"	46°24'54"	5509886	5141187		I	R(REG)	A	32
Pesje	394	15°5'5"	46°22'0"	5506524	5135804		B	S	IR	32
Škale	410	15°6'38"	46°22'42"	5508504	5137110		B	S	IR	32
<b>EIS-TET</b>										
Dobovec	700	15°4'35"	46°6'21"	5505905	5106823		I	R(REG)	A	32
Kovk	600	15°6'50"	46°7'43"	5508800	5109358		I	R(REG)	A	32
Ravenska vas	580	15°1'24"	46°7'29"	5501803	5108919		I	R(REG)	A	32
Kum	1210	15°4'39"	46°5'18"	5505993	5104878		B	R(REG)	I	1
Prapretno	480	15°4'54"	46°8'12"	5506116	5110250		I	R(REG)	A	32
<b>EIS-TEB</b>										
Sv. Mohor	390	15°28'53"	45°59'20"	5537299	5093935		B	R(REG)	A	32
<b>EIS-TE-TOL</b>										
Vnajarje	630	14°40'18"	46°3'7"	5474596	5100884		I	R(REG)	A	32
<b>EIS CELJE</b>										
EIS Celje	241	15°16'16"	46°13'55"	5520909	5120871		T	U	RC	16
<b>EIS MARIBOR</b>										
Maribor-Tabor	276	15°38'42"	46°32'22"	5549846	5155262		B	U	RIC	16
Maribor-Pohorje	725	15°34'54"	46°29'0"	5544655	5148926		B	R(REG)	A	32
<b>EIS KRŠKO</b>										
EIS Krško	155	15°31'32"	45°57'9"	5540737	5089915		I	S	IA	16

**Legenda:**

<b>NV:</b>	nadmorska višina (m)	<b>Značilnost območja:</b>	R – stanovanjsko
<b>Tip m. mesta:</b>	B – ozadje		C- poslovno
	T – promet		I - industrijsko
	I - industrijsko		A - kmetijsko
<b>Tip območja:</b>	U – mestno	<b>Geografska značilnost:</b>	1 – gorsko
	S – predmestno		2 - dolina
	R - podeželsko		4 – obala
	NC - obmestno		16 – ravnina
	REG - regionalno		32 – razgibano



Slika 2.1 (1): Merilna mesta za avtomatske meritve kakovosti zraka v letu 2005

**Tabela 2.1.(2):** Meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na merilnih mestih v letu 2005

Kraj	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	BTX	Meteorološki parametri	SS
<b>DMKZ:</b>									
Ljubljana B.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maribor	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Celje	+	+	+	+		+		+	+
Trbovlje	+	+	+	+				+	+
Zagorje	+	+		+				+	+
Hrastnik	+	+						+	+
Nova Gorica	+	+	+	+		+		+	+
Koper		+		+				+	
Rakičan	+	+	+	+				+	+
Krvavec		+						+	+
Iskrba		+		+	+			+	+
<b>Mobilna</b>	+	+	+	+		+	+	+	+
<b>EIS-TEŠ</b>									
Šoštanj	+							+	
Topolšica	+							+	
Veliki vrh	+							+	
Zavodnje	+	+	+					+	
Velenje	+	+						+	
Graška gora	+							+	
Pesje	+			+					
Škale	+		+	+				+	
<b>EIS-TET</b>									
Dobovec	+							+	
Kovk	+	+	+					+	
Ravenska vas	+							+	
Kum	+							+	
Prapretno				+				+	
<b>EIS-TEB</b>									
Sv.Mohor	+	+	+					+	
<b>EIS-TE-TOL</b>									
Vnajnarje	+	+	+	+	*			+	
<b>EIS CELJE</b>									
EIS Celje	+		+			+		+	
<b>EIS MARIBOR</b>									
Maribor-Tabor				+					
Maribor-Pohorje		+							
<b>EIS KRŠKO</b>									
EIS Krško	+							+	

\* Do sredine leta 2005 so se merili skupni lebdeči delci, od junija 2005 dalje pa delci PM<sub>10</sub>

**Legenda:**

SO<sub>2</sub> Žveplov dioksid  
 NO<sub>x</sub> Dušikovi oksidi  
 CO Ogljikov monoksid  
 O<sub>3</sub> Ozon  
 PM<sub>10</sub> delci z aerodinamičnim premerom do 10 µm  
 PM<sub>2,5</sub> delci z aerodinamičnim premerom do 2.5 µm  
 BTX Lahkohlapni ogljikovodiki (benzen, toluen, ksilen)

**Meteorol. parametri**

Temperatura zraka v okolici  
 Hitrost vetra  
 Smer vetra  
 Relativna vlažnost zraka  
 zračni tlak  
 globalno sončno sevanje



## 2.2. Merilne metode in kakovost meritev

Meritve kakovosti zraka spremljamo z avtomatskimi merilniki. Vse metode so referenčne, v skladu z zakonodajo. Podatki o merilni opremi za avtomatske meritve v sistemu DMKZ za leto 2005 so v tabeli 2.2.1. Merilniki so nameščeni v kontejnerjih, ki so opremljeni z klimatsko napravo in ISDN linijo, preko katere poteka prenos podatkov. Nadzor nad delovanjem merilne opreme spremlja odgovorna oseba.

Nadzor se izvaja vsakodnevno, v jutranjih urah in tekom dneva. V primeru izpadov podatkov in kakršnih koli nepravilnosti na merilnem mestu, je potrebno čimprej ugotoviti vzrok izpada oziroma nepravilnosti. Vršni se tudi redni dnevni pregled odstopanja ničle pri funkcionalnih kontrolah in spana. Vsako odstopanje posebej zapišemo.

Polurni podatki se preko telefonske linije sproti prenašajo na računalnik ARSO. Podatki se shranjujejo hkrati tudi na računalniku na postaji. Ti podatki gredo skozi sistem kontrole podatkov – prva stopnja kontrole (osnovne kontrole). Te kontrole potekajo že na računalniku na merilni postaji. Prvostopenjska kontrola pomeni, da se glede na veljavnost podatkov izločijo vsi podatki, za katere je ugotovljeno kakršnokoli odstopanje od dovoljenih mej, ki so predpisane.

Nadzor avtomatskih postaj se izvaja s pomočjo programske opreme, ki omogoča redno spremljanje ekoloških in meteoroloških podatkov o onesnaženosti zraka. S pomočjo omenjene programske opreme se izvaja sproti nadzor nad meritvami ter merilno opremo, in sicer v delovnem času zaposlenih.

Vsako leto umerimo referenčne standarde ARSO z referenčnimi standardi nekaterih vodilnih evropskih laboratorijev. Etaloni, uporabljeni pri kalibracijah, so sledljivi do referenčnega nacionalnega laboratorija ARSO. Posamezne merilnike monitoringa kakovosti zraka umerjamo v skladu s standardi za posamezno metodo.

Perioda kalibracij za anorganske pline je 3 mesece. Če vrednosti ničle ali spana odstopajo od predpisanih meja, je potrebna nastavitev ničle ali občutljivosti merilnika.

Na avtomatskih merilnih postajah merimo ekološke in meteorološke parametre. Na vseh avtomatskih postajah merimo osnovne meteorološke parametre (temperaturo, relativno vlago, smer in hitrost vetra ter globalno sončno sevanje). V letu 2001 so bili s pomočjo programa PHARE v avtomatski merilni mreži DMKZ zamenjani merilniki nekaterih ekoloških parametrov (onesnaževal), merilne metode pa se niso spremenile. Podatki o merilni opremi za avtomatske meritve v sistemu DMKZ za leto 2005 so v tabeli 2.2.1.(1). Avtomatski merilniki so testirani po predpisih ameriške agencije za okolje (Environmental Protection Agency, EPA). Merilnike z istimi metodami meritev uporabljajo tudi v dopolnilni mreži sistemov EIS-TEŠ in EIS-TET ter v Mariboru, Celju in Krškem.

Meritve so točkovne. Podatki z avtomatske merilne mreže so real time podatki in so takoj dostopni javnosti, preko teleteksta in internetne strani Agencije.



**Tabela 2.2.(1):** Merjene veličine, merilni principi in standardi za meritve v letu 2005

Veličina	Enota	Merilni princip	Standardi
Žveplov dioksid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ultravijolična fluorescenca	PrEN14212
Dušikovi oksidi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kemoluminiscenca	ISO 7996:985 PrEN14212
Ogljikov monoksid	$\text{mg}/\text{m}^3$	Nedisperzna infrardeča absorpcija	PrEN14626
Benzen	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kromatografska analiza	PrEN14662-3
VOC	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Kromatografska analiza	PrEN14662-3
Ozon	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ultravijolična fotometrična metoda	PrEN14625
Delci PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mikrotehnica Gravimetrična metoda	SIST EN12341
Delci PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gravimetrična metoda	prEN 14907
Težke kovine	$\text{ng}/\text{m}^3$	Atomska absorpcijska spektrokemijska metoda	ISO 9855

Kontrola merilnikov poteka po sledečih nivojih:

1. NIVO: Funkcionalna kontrola merilnikov se izvede avtomatsko vsake 24.5 ur, meteorološke merilne opreme pa 1-krat dnevno. Avtomatska funkcionalna kontrola ničle merilnika se izvede s čistim zrakom (črpanje zraka skozi filter in aktivno oglje) in spana z zrakom, ki vsebuje točno določeno koncentracijo merjenega onesnaževala

2.NIVO: Če meritve niso v predpisanih mejah, poskušamo ponoviti funkcionalno kontrolo na daljavo.

3.NIVO: Če so meritve še vedno izven mej, vzdrževalec opravi poseg na postaji. S posegom skuša odpraviti napako na merilniku (servisni poseg).

Kalibracijo izvede s testnim plinom iz jeklenke ali kalibratorjem, odvisno od tega, ali odstopa ničla ali span.

4.NIVO: Če izvedena kalibracija samih meritev ni izboljšala, se opravi zamenjava merilnika. Merilnik, ki je v okvari se pošlje na servis.

Kontinuirane meritve meteoroloških parametrov (temperatura, relativna vlaga, smer in hitrost vetra) in ekoloških parametrov ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ , CO, delci) beleži avtomatska postaja in izračuna povprečne polurne vrednosti. Po prenosu podatkov v center se podatki preverijo in obdelajo, tako da so na razpolago uporabnikom.

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 6 metrov od tal, temperaturo in relativno vlažnost zraka pa na višini 3 metre od tal.

### 2.3. Rezultati meritev in časovni trendi

Podatki so obdelani v skladu z veljavnimi novimi uredbami za posamezno onesnaževalo (glej poglavje 1.1).

V državni mreži za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ) in dopolnilnih mrežah termoelektrarn Šoštanj, Trbovlje in Brestanica 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 v okviru programa PHARE na več postaj dodali še merilnike ozona in delcev PM10.

Junija 2005 smo vzpostavili novo merilno mesto Koper-Markovec. Na omenjenem merilnem mestu spremljamo sledeče meritve: ozon, delci PM10, smer in hitrost vetra, sončno sevanje, relativna vlaga, temperatura. Ker so se meritve na tem merilnem mestu začele v juniju 2005, podatkov ne prikazujemo.

Rezultati meritev, pri katerih ni bilo na voljo dovolj podatkov za izračun raznih statističnih količin, so označeni z zvezdico in so informativne narave.

V poročilu so tudi podatki avtomatskih meritev z različnih lokacij mobilne postaje ter podatki z dopolnilnih mrež elektrogospodarstva ter mestnih občin. Vse podatke elektrogospodarstva obdela in predstavi v letnih in mesečnih poročilih Elektroinštitut Milan Vidmar.

Kompletni nizi podatkov iz stalnih avtomatskih merilnih mrež za različna onesnaževala in merilna mesta so na voljo za različna obdobja – najdlje segajo do leta 1992 za večino merilnih mest za žveplov dioksid. Kako dolgi so nizi, je za posamezna onesnaževala razvidno iz slik oz. tabel časovnih trendov.

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 odговarjajo pogojem 293 K in 1013 hP:

SO <sub>2</sub> :	1 ppb = 2,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> :	1 ppb = 1,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O <sub>3</sub> :	1 ppb = 2,00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO :	1 ppb = 1,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO :	1 ppb = 1,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

Oznake pri tabelah:

% pod	odstotek veljavnih podatkov
Cp	povprečna mesečna koncentracija
maks	najvišja koncentracija
min	najnižja koncentracija
>MV	število primerov s preseženo mejno vrednostjo
>DV	število primerov s preseženo dopustno vrednostjo (mejno vrednostjo MV s sprejemljivim preseganjem)
>AV	število primerov s preseženo alarmno vrednostjo
>OV	število primerov s preseženo opozorilno vrednostjo
>CV	število primerov s preseženo ciljno vrednostjo
AOT40	vsota [ $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ure}$ ] razlik med urnimi koncentracijami ozona, ki presegajo 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in vrednostjo 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in so izmerjene med 8.00 in 20.00 po srednjeevropskem zimskem času. Vsota se računa od aprila do marca. Mejna vrednost za zaščito gozdov je 20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$
*	informativni podatek

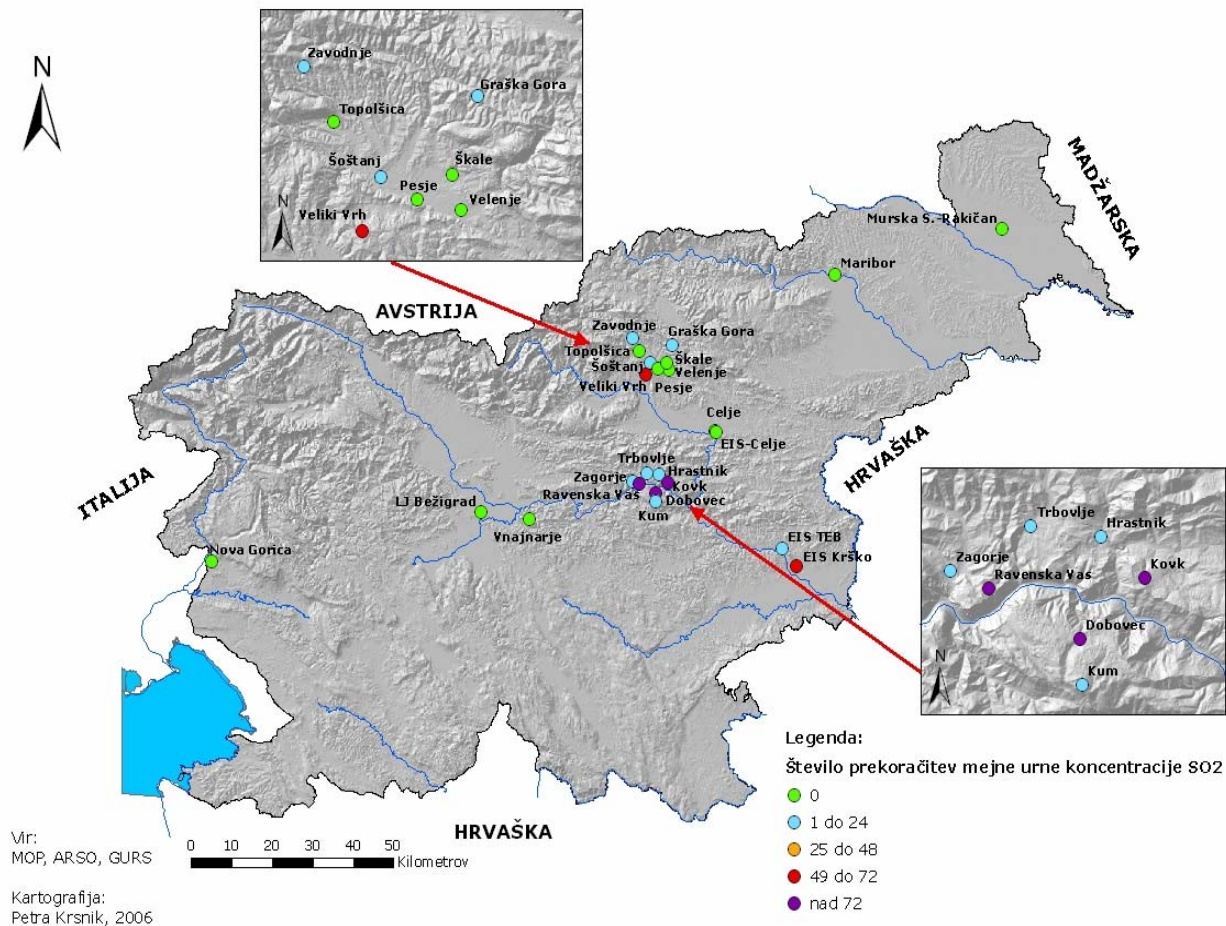
### 2.3.1. Žveplov dioksid

Največja vira emisije žveplovega dioksida v Sloveniji sta termoelektrarni Šoštanj in Trbovlje, ki uporabljata za gorivo domač premog. Med večjimi viri emisije sta še cementarna Lafarge v Trbovljah in tovarna celuloze VIPAP v Krškem, kjer izhaja SO<sub>2</sub> iz tehnološkega procesa (nizek vir emisije). Emisija SO<sub>2</sub> iz kotlovnice je majhna, saj za gorivo v glavnem ne uporabljajo več premoga ampak lahko kurilno olje, ki ima precej manjšo vsebnost žvepla kot premog in plin.

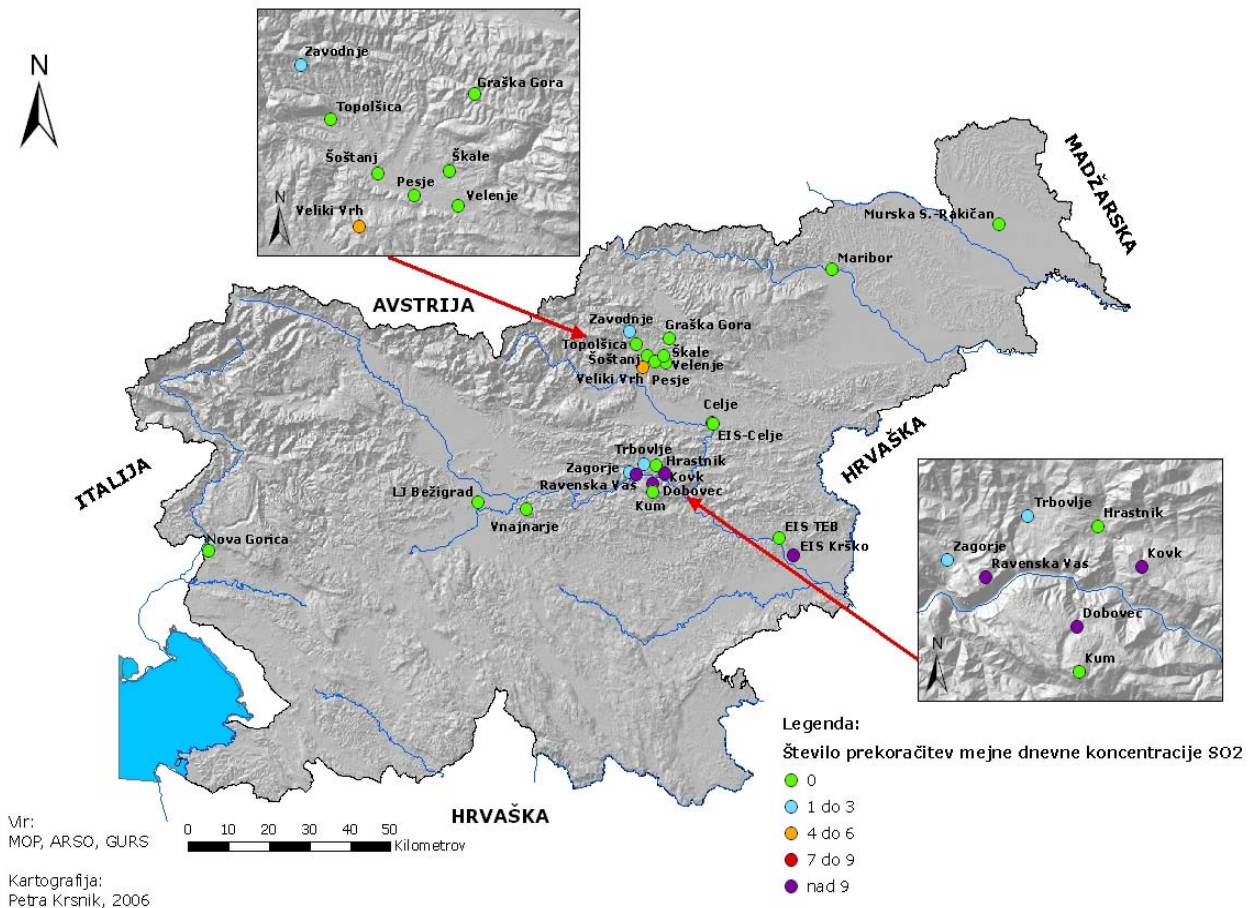
Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z SO<sub>2</sub> za leto 2005, je podan v tabeli 2.3.1.(1). V Uredbi o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku so za SO<sub>2</sub> predpisani naslednji parametri s pripadajočimi dovoljenimi vrednostmi za varovanje zdravja: **povprečna celoletna in povprečna zimska koncentracija** (za zaščito ekosistemov), **maksimalna dnevna in urna koncentracija ter število dni s preseženo mejno dnevno, mejno urno ter alarmno 3-urno koncentracijo** (glej poglavje 1.1).

**Tabela 2.3.1.(1):** Koncentracije SO<sub>2</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005 (presežene mejne koncentracije oz. preseženo dovoljeno število preseganj mejnih koncentracij je označeno z rdečim tiskom).

Postaje	% pod	Leto/ Year	zima / winter	1 ura / 1 hour		3 ure / 3 hours	24 ur / 24 hours	
		C <sub>p</sub>	C <sub>p</sub>	max	>MV	>AV	max	>MV
<b>ANAS</b>								
Ljubljana Bežigrad	90	5	10	94	0	0	33	0
Maribor	91	8	11	58	0	0	31	0
Celje	95	9	14	157	0	0	44	0
Trbovlje	88	15	16	848	17	1	129	1
Hrastnik	94	10	21	549	12	0	86	0
Zagorje	95	12	29	954	17	0	158	1
Murska S.-Rakičan	91	5	7	53	0	0	33	0
Nova Gorica	80	7	10	98	0	0	22	0
<b>EIS TEŠ</b>								
Šoštanj	95	11	11	642	22	0	116	0
Topolšica	95	5	7	284	0	0	42	0
Veliki Vrh	95	33	36	1110	56	0	191	4
Zavodnje	95	12	11	1106	9	2	221	1
Velenje	95	4	7	210	0	0	27	0
Graška Gora	95	6	7	497	2	0	59	0
Pesje	95	6	9	256	0	0	31	0
Škale	95	8	10	262	0	0	66	0
<b>EIS TET</b>								
Kovk	90	30	65	1063	94	0	219	21
Dobovec	93	23	48	1662	129	17	346	13
Kum	87	6	7	1203	12	0	101	0
Ravenska Vas	91	42	90	3275	205	35	490	35
Vnajnarje	89	8	12	212	0	0	57	0
EIS-Celje	76	3	6	68	0	0	28	0
EIS Krško	80	36	38	836	72	0	276	17
EIS TEB (sv.Mohor)*	51	12	10	416*	1*	0*	41*	0*



Slika 2.3.1.(1): Število prekoračitev mejne urne koncentracije SO<sub>2</sub> (350 µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005



Slika 2.3.1.(2): Število prekoračitev mejne dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> (125 µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

### Večja mesta

Na vseh merilnih mestih z odprtim reliefom, ki niso pod neposrednim vplivom emisij iz velikih termoenergetskih objektov in industrije, so bile koncentracije SO<sub>2</sub> pod mejnimi vrednostmi.

Bolj onesnažena so bila, tako kot običajno v prejšnjih letih, mesta v **Zasavju**, ki imajo, kar se tiče disperzije onesnaževal, zelo neugodno lego, saj ležijo v ozkih dolinah oziroma kotlinah, poleg lokalnih virov emisije pa vpliva na kakovost zraka tudi emisija **TE Trbovlje**. Vendar podatki zadnjih treh mesecev leta 2005, ko je začela delovati odžveplovalna naprava v termoelektrarni, kažejo na močno znižanje koncentracij SO<sub>2</sub>, tako da v prihodnosti ne pričakujemo več prekoračitev dovoljenih vrednosti.

**Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub>** so bile v letu 2005 pod mejno letno vrednostjo.

**Povprečne koncentracije v zimskem času** (oktober 2004-marec 2005) so v **Zasavju (Zagorje, Hrastnik)** še prekoračile mejno vrednost, predpisano za zimski čas.

**Dovoljeno letno število prekoračitev mejne urne in mejne dnevne vrednosti** ni bilo v letu 2005 nikjer prekoračeno. Največ prekoračitev (do 17) mejne urne vrednosti je bilo v mestih v Zasavju – v Trbovljah in Hrastniku pa je bila po enkrat prekoračena tudi mejna dnevna vrednost.

**3-urna alarmna vrednost** koncentracije je bila enkrat prekoračena v **Trbovljah**.



### Vplivno območje TE Šoštanj

Emisija TE Šoštanj je v letu 2005 najbolj vplivala na merilno mesto **Veliki vrh**, kjer sta bili prekoračeni mejna vrednost koncentracije SO<sub>2</sub> **za celo leto in za zimski čas** kot tudi letno dovoljeno število prekoračitev **mejne urne in dnevne vrednosti**. Na drugih višje ležečih lokacijah je bilo prekoračitev mejnih vrednosti precej manj, tako da dovoljeno letno število ni bilo prekoračeno, vendar pa je bila na **Zavodnjah** dvakrat prekoračena **3-urna alarmna vrednost** koncentracije. Med ravninskimi kraji so bile tako kot že vsa leta najvišje koncentracije izmerjene na merilnem mestu Šoštanj, a tokrat niso prekoračile mejnih vrednosti. Zmanjšan je bil vpliv emisije termoelektrarne v letu 2005, ker je že večino časa delovala odžveplovalna naprava tudi na nižjem dimniku. V drugih ravninskih krajih (Velenje, Škale, Pesje) je vpliv termoelektrarne zelo majhen in so koncentracije SO<sub>2</sub> nizke.

Merilno mesto Šoštanj je na vzhodnem obrobju naseljenega območja, izmerjene koncentracije niso reprezentativne za mesto Šoštanj. V samem mestu so koncentracije nižje zaradi redkejšje jugovzhodne smeri vetra, pa tudi efekt omenjenega gorskega grebena je zaradi drugačnega kota glede na smer zračnega toka v tem primeru zmanjšan.

### Vplivno območje TE Trbovlje

Vzdrževalna dela v TE Trbovlje so trajala od 9. aprila do 9. junija 2005, od oktobra dalje pa že deluje odžveplovalna naprava. Posledica tega so bistveno nižje koncentracije SO<sub>2</sub> na vplivnem območju termoelektrarne v teh mesecih.

Najvišje koncentracije SO<sub>2</sub> so bile izmerjene – tako kot v prejšnjih letih - na treh višje ležečih merilnih mestih, na katere najbolj vpliva emisija TE Trbovlje. Na račun časa, ko je elektrarna delovala še brez čistilne naprave, so koncentracije še vedno dosegle najvišje povprečne letne in povprečne zimske vrednosti, najvišje mesečne, dnevne in urne vrednosti ter največje število prekoračitev mejnih vrednosti in alarmne vrednosti v Sloveniji v letu 2005.

Tako so bile v **Ravenski vasi** izmerjene najvišja **povprečna letna koncentracija 42 µg/m<sup>3</sup>**, najvišja **zimska 84 µg/m<sup>3</sup>**, najvišja **dnevna 490 µg/m<sup>3</sup>** in najvišja **urna koncentracija 3275 µg/m<sup>3</sup>**. Močno je bilo preseženo **letno dovoljeno število prekoračitev mejne urne in mejne dnevne vrednosti**. **3-urna alarmna vrednost** pa je bila prekoračena kar **35-krat**.

### Vplivno območje tovarne celuloze VIPAP

Emisija SO<sub>2</sub> iz proizvodnega procesa tovarne celuloze VIPAP vpliva na merilno mesto v **Krškem**, ki je izven naselja na robu sadovnjaka v bližini reke Save približno 1 km v smeri jug-jugovzhod od tovarne. Najvišje koncentracije se zaradi nizkega izpusta emisije pojavljajo v nočnem in jutranjem času, ko se ob jasnem in mirnem vremenu steka hladen zrak ob Savi navzdol (tabela 5.2 in slika 5.4). Onesnaženost zraka je bila v letu 2005 na ravni prejšnjega leta. Prekoračeni sta bili dovoljena **celoletna in zimska koncentracija**, preseženo je bilo tudi **letno dovoljeno število prekoračitev mejne urne in dnevne vrednosti**. Onesnaženost zraka na gosteje naseljenem območju Vidma in Krškega, kjer izvaja meritve tovarna VIPAP (rezultatov teh meritev nimamo), je manjša kot na opisanem merilnem mestu, čeprav je vpliv emisije iz tovarne VIPAP marsikje zaznaven<sup>1</sup>.

---

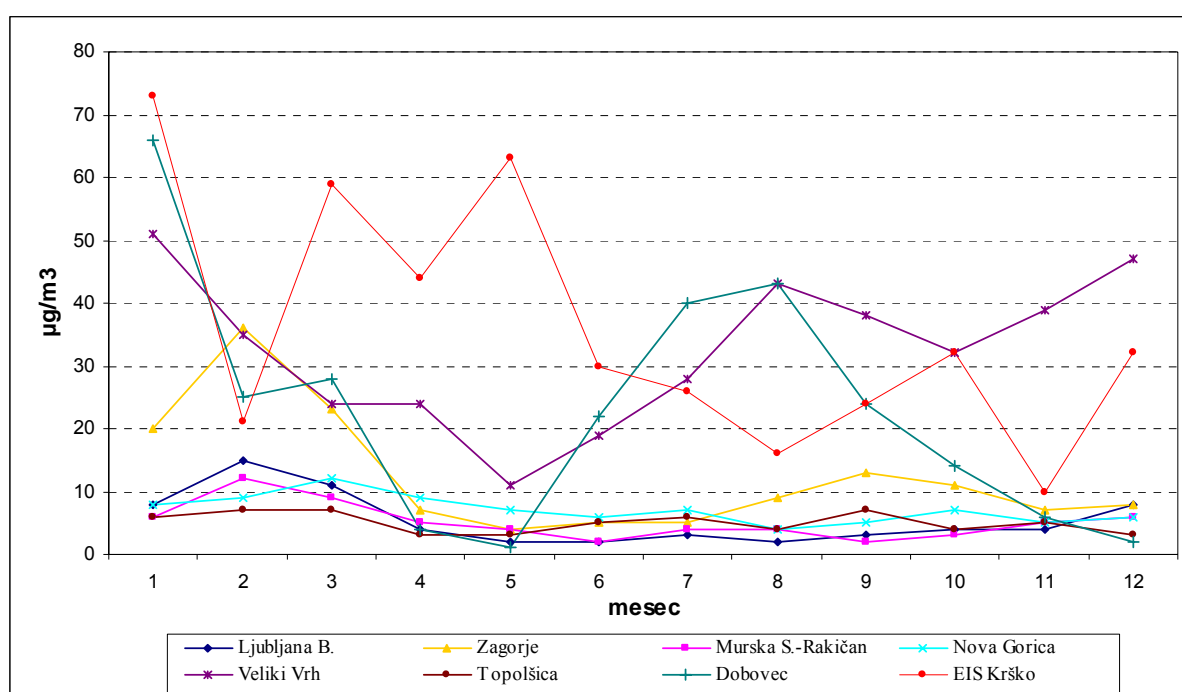
<sup>1</sup> Meritve onesnaženosti zraka v Krškem v obdobju marec-julij 2003. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 2003

## Letni hod

Kontinuirne meritve v daljšem časovnem obdobju omogočajo spremljanje značilnih potekov kakovosti zraka v posameznih dnevih, mesecih, letnih obdobjih ter ugotavljanje dolgoročnih potekov kakovosti zraka.

V zimskih mesecih so ob stabilnem vremenu pogoji za disperzijo snovi v zraku najslabši. V ravninah, kotlinah in dolinah nastajajo ob jasnem vremenu zaradi dolgih noči in šibkega sončnega obsevanja jezera hladnega zraka. To ima dva različna efekta. Na eni strani se lahko zaradi povečane emisije ob večji potrebi po ogrevanju, zaradi slabega mešanja zraka in zaradi nizkih lokalnih virov emisije koncentracije povečajo. Na drugi strani pa na kakovost zraka v takih primerih ne vplivajo emisije iz velikih virov emisije z visokimi dimniki, če le-ti segajo nad plast temperaturne inverzije. V takih primerih imamo zato na mestih, ki sicer pridejo ob vetrovnem vremenu pod vpliv emisij iz velikih in visokih virov, čistejši zrak (npr. merilna mesta Šoštanj, Pesje, Škale).

Letni hod koncentracij SO<sub>2</sub> v letu 2005 ni bil izrazit.

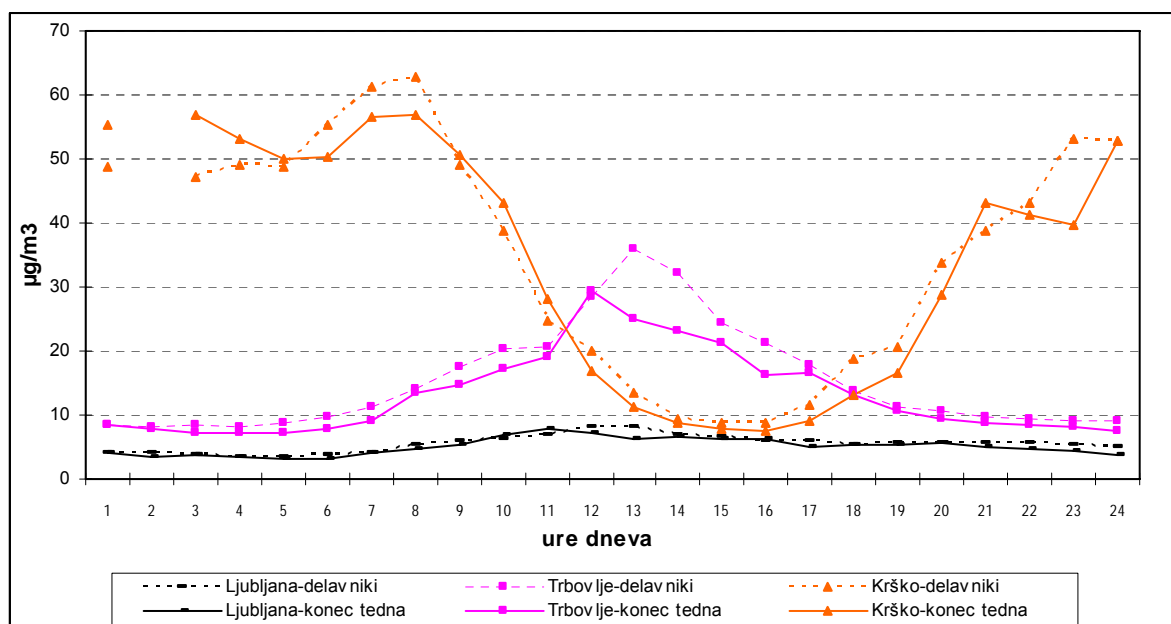


Slika 2.3.1.(3): Povprečne mesečne koncentracije SO<sub>2</sub> za 8 merilnih mest v letu 2005

## Dnevni hod

Dnevni hodi kažejo značilen dnevni potek za posamezno onesnaževalo in so tudi pokazatelj vplivnih virov onesnaževanja zraka na merilnem mestu.

Koncentracije SO<sub>2</sub> v večjih mestih so nekoliko višje podnevi kot ponoči. Merilno mesto v Krškem pa ima zaradi vpliva emisije tovarne celuloze in lokalnega nočnega vetra po dolini Save navzdol najvišje koncentracije ponoči in zjutraj, najnižje pa čez dan.

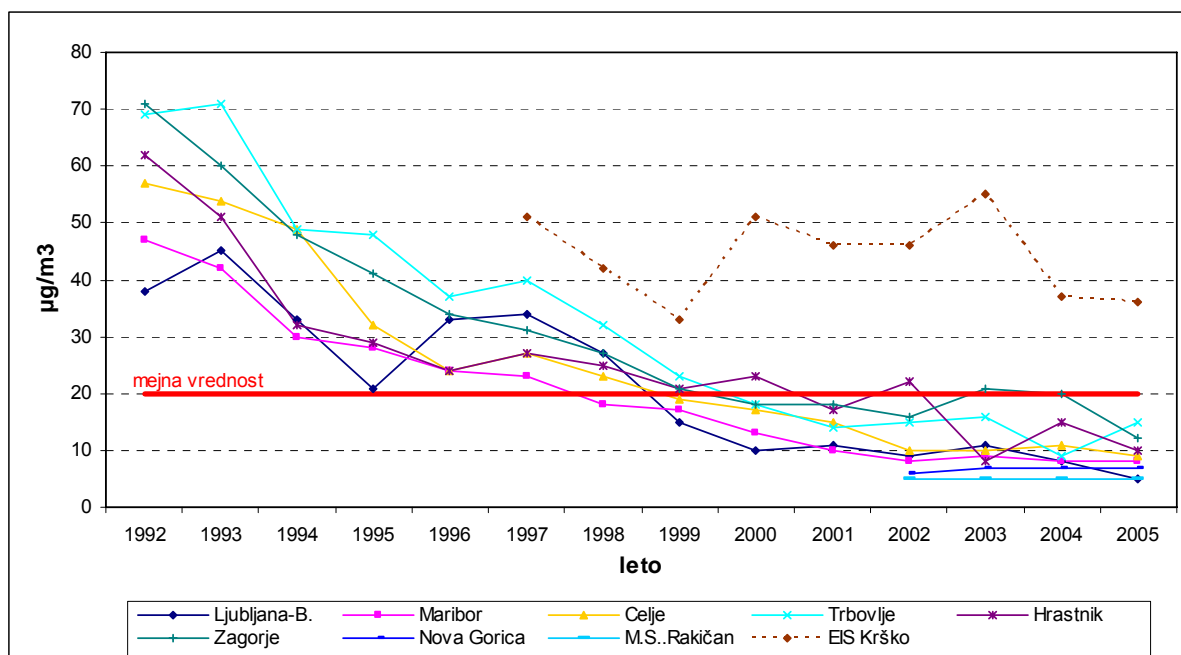


Slika 2.3.1.(4): Dnevni hod koncentracij SO<sub>2</sub> v letu 2005 na treh merilnih mestih v letu 2005

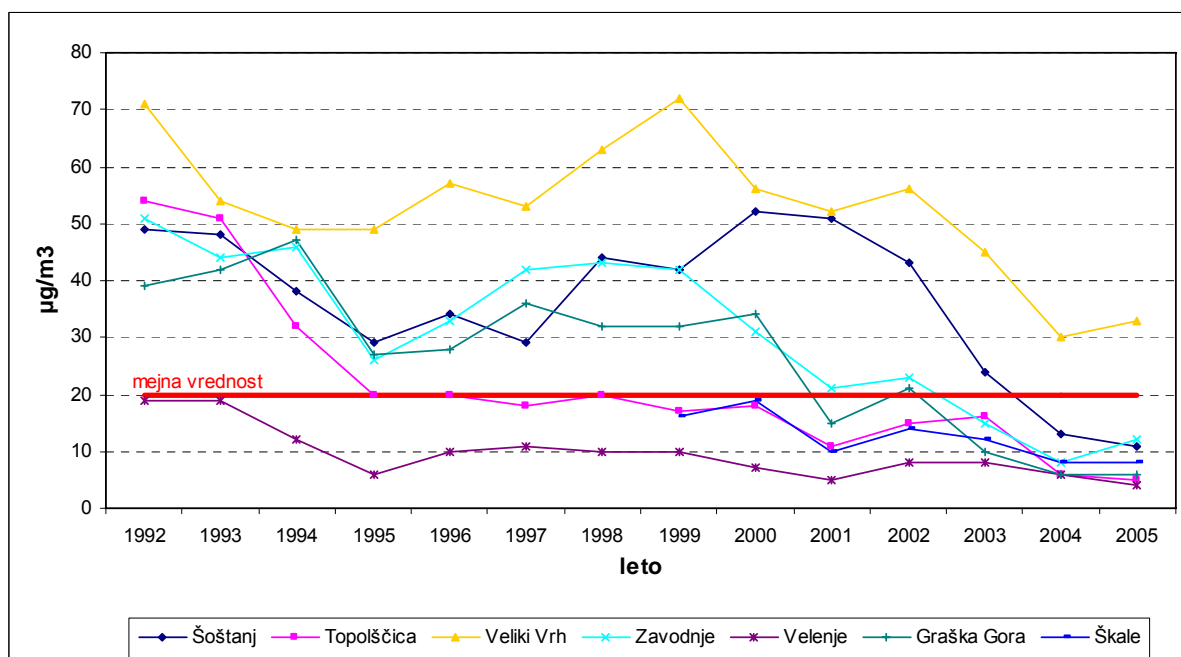
### Časovni trend

- V **večjih mestih**, ki niso pod vplivom emisij SO<sub>2</sub> iz večjih virov, je pri povprečni letni onesnaženosti zraka v letu 2005 opaziti še nadaljnje rahlo nižanje koncentracij iz zadnjih nekaj let. To znižanje je bolj izraženo v **mestih v Zasavju** in je posledica začetka obratovanja odžveplovalne naprave v TE Trbovlje. Zaradi istega razloga se je v letu 2005 izboljšalo stanje na višje ležečih merilnih mestih vplivnega območja **TE Trbovlje**. Tudi na merilnih mestih **vplivnega območja TEŠ** je v letu 2005 prevladoval trend zmanjševanja koncentracij zaradi postopnega priključevanja dimnih plinov iz blokov 1, 2 in 3 na čistilne naprave v termoelektrarni Šoštanj. Koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnem mestu v **Krškem** so bile najnižje v zadnjih petih letih.
- Povprečne letne koncentracije kot tudi število prekoraitcev mejne urne in dnevne vrednosti so bile v letu 2005 prvič povsod – tudi v Zasavju - pod dovoljenimi vrednostmi, medtem ko so bile še vedno nad njo – tako kot že vsa prejšnja leta - na višje ležečih merilnih mestih **Kovk, Dobovec in Ravenska vas v okolici termoelektrarne Trbovlje** in na merilnem mestu **Krško**, medtem ko je bila letna mejna vrednost v okolici **TE Šoštanj** prekoračena v letu 2005 le še na **Velikem vrhu**.
- Na splošno je bilo stanje onesnaženosti zraka z SO<sub>2</sub> tako kot prejšnja leta še vedno najslabše na višje ležečih krajih vplivnega območja **TE Trbovlje**, na drugem mestu je merilno mesto v **Krškem**, sledi pa Veliki vrh z vplivnega območja **TE Šoštanj**

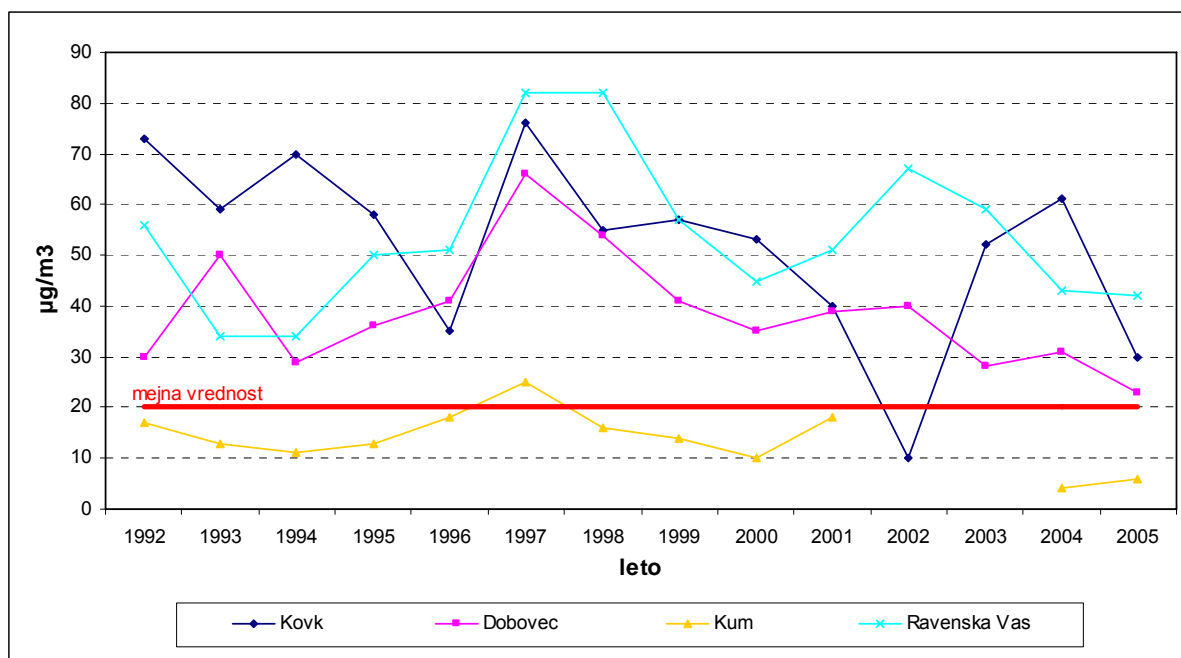




Slika 2.3.1.(5): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih DMKZ in EIS Krško



Slika 2.3.1.(6): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih TEŠ



Slika 2.3.1.(7): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih TET

### 2.3.2. Dušikovi oksidi

Največji vir dušikovih oksidov je promet, pa tudi veliki termoenergetski objekti, ki uporabljajo za gorivo premog. Meritve dušikovih oksidov so v letu 2005 potekale na 11 merilnih mestih. Letne rezultate podajamo za vsa merilna mesta, kjer meritve redno potekajo.

*Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02)* predpisuje za varovanje zdravja dovoljene vrednosti koncentracije za dušikov dioksid in za zaščito vegetacije NO<sub>x</sub>. V izpušnih plinih znaša delež NO med 80 in 90 %, v zraku pa NO oksidira v NO<sub>2</sub>. Zato podajamo tudi skupne koncentracije NO<sub>x</sub>, 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.

Za NO<sub>2</sub> so z uredbo predpisane mejna urna vrednost, 3-urna alarmna vrednost in dopustna letna vrednost, za NO<sub>x</sub> pa mejna letna vrednost (glej poglavje 1.1)

Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi za leto 2005, je podan v tabeli 2.3.2.(1).

**Urne koncentracije NO<sub>2</sub>** so bile povsod pod mejno vrednostjo 200 µg/m<sup>3</sup> – največ so dosegle okrog 85 % le-te na mestnih lokacijah, ki so bolj ali manj pod vplivom emisij iz prometa.

**Povprečne letne koncentracije NO<sub>2</sub>** so dosegle na prometnem merilnem mestu **Maribor** največ 66% dopustne letne vrednosti 50 µg/m<sup>3</sup> oziroma 83 % mejne vrednosti 40 µg/m<sup>3</sup>, ki naj bi začela veljati leta 2010.

**Letno povprečje NO<sub>x</sub>** pa je bilo višje od mejne vrednosti 30 µg/m<sup>3</sup> na vseh mestnih lokacijah – največ jo presega za 100% na merilnem mestu **Maribor**.

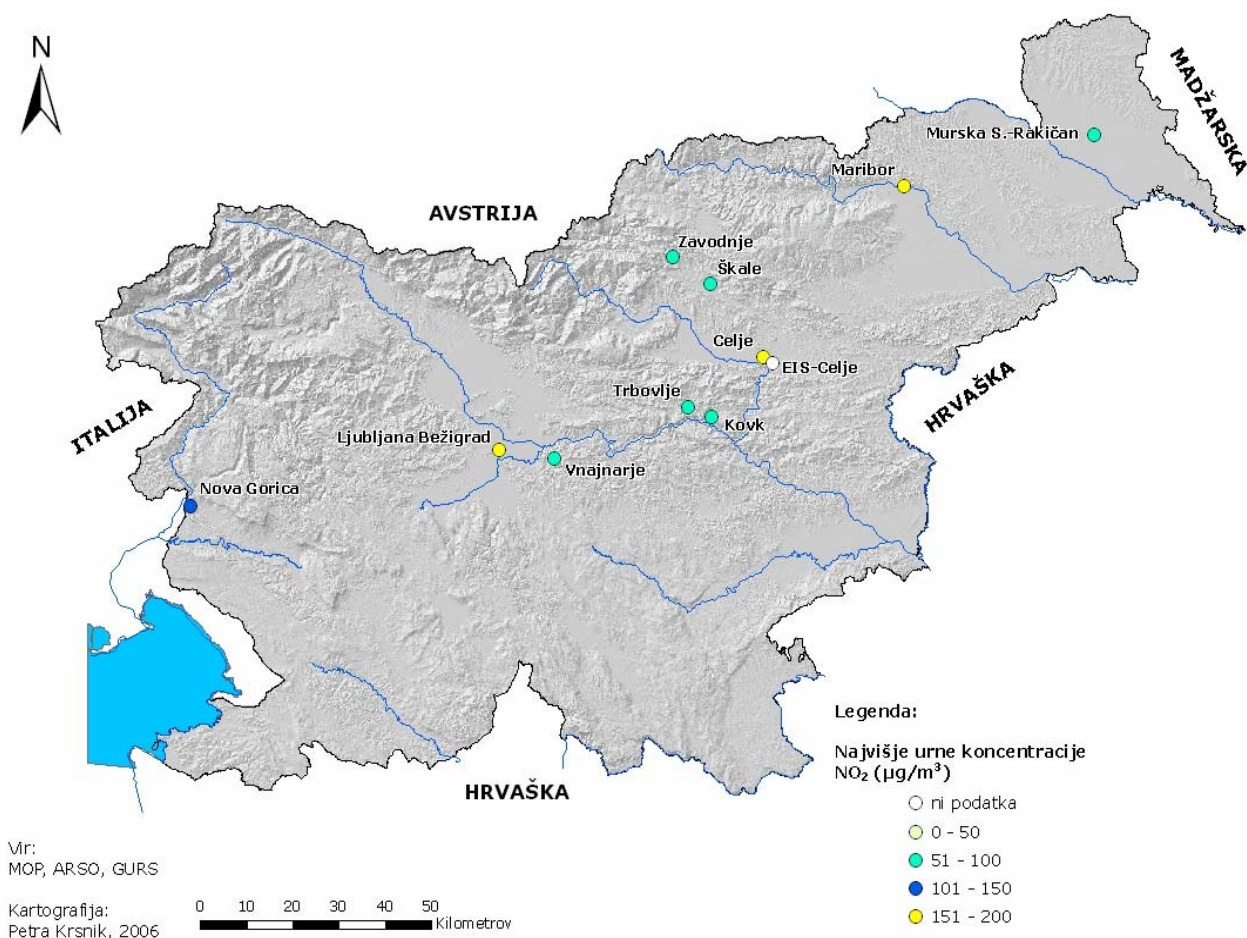
Najvišje povprečne mesečne koncentracije so bile skoraj povsod dosežene v zimskih mesecih januar, februar in december (ponekod tudi v marcu), ko so pogoji za disperzijo zlasti ob stabilnem vremenu s temperaturnimi inverzijami najslabši in ostane onesnažen zrak na ozkem območju prometnih poti. Tako je **letni hod** koncentracij dušikovih oksidov večinoma dobro izražen.

**Dnevni hod** kaže na vpliv prometa, saj so koncentracije NO<sub>2</sub> na merilnih mestih v mestih zaradi prevladujočega vpliva emisij iz prometa najvišje v jutranjih in večernih urah, najnižje pa okrog 14. ure, ko je v glavnem ozračje bolj prevetreno. Zaradi vpliva prometa so precej višje koncentracije izmerjene v delovnih dnevih. Tudi povprečne koncentracije pri različnih smereh vetra za posamezna merilna mesta kažejo višje koncentracije NO<sub>2</sub> pri tistem vetru, ki prinaša onesnažen zrak iz smeri prometnih cest.

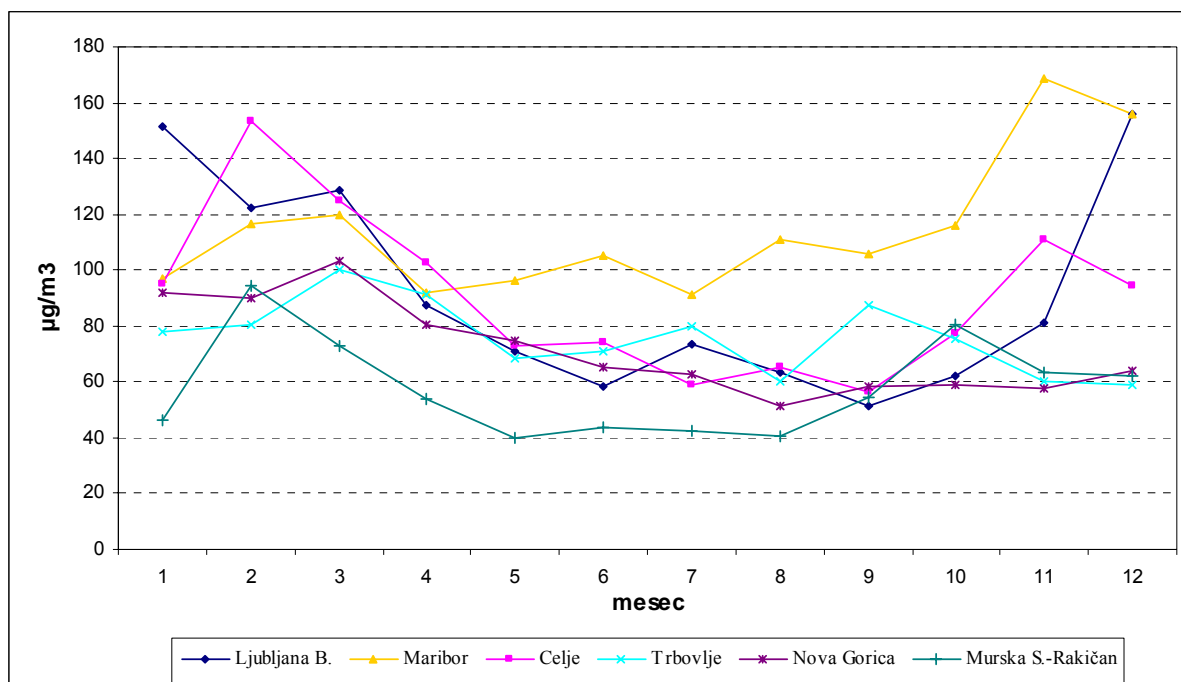
**Časovni trend** kaže, da se povprečna letna onesnaženost zraka z NO<sub>2</sub> od leta 2002 naprej bistveno ne spreminja in da je povsod pod dopustno vrednostjo.

**Tabela 2.3.2.(1):** Koncentracije NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005 (presežene mejne oz. dopustne koncentracije ter preseženo dovoljeno število preseganj dopustnih oz. mejnih koncentracij je označeno z rdečim tiskom)

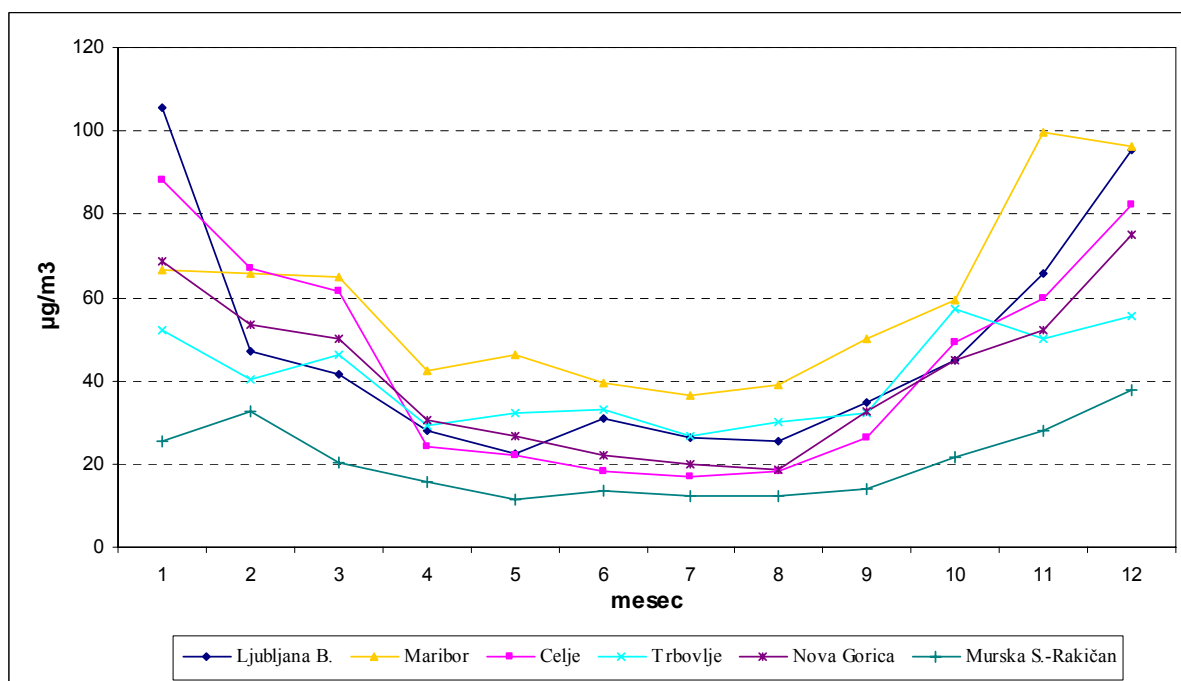
Postaje	Leto / Year				NO <sub>2</sub>		
	NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		1 ura / 1 hour	3 ure / 3 hours	
	% pod	C <sub>p</sub>	% pod	C <sub>p</sub>	max	>MV	>AV
Ljubljana Bežigrad	88	27	86	43	156	0	0
Maribor	89	33	87	60	169	0	0
Celje	87	26	87	45	153	0	0
Trbovlje	93	24	94	41	100	0	0
Nova Gorica	92	24	92	41	104	0	0
Murska S.-Rakičan	83	14	84	20	95	0	0
Zavodnje	95	3	95	5	83	0	0
Škale	95	5	95	6	83	0	0
Kovk	77	10	77	12	99	0	0
EIS TEB (Sv.Mohor)*	48*	3*	49*	4*	82*	0*	0*
Vnajnarje	93	4	93	5	58	0	0
EIS-Celje*							



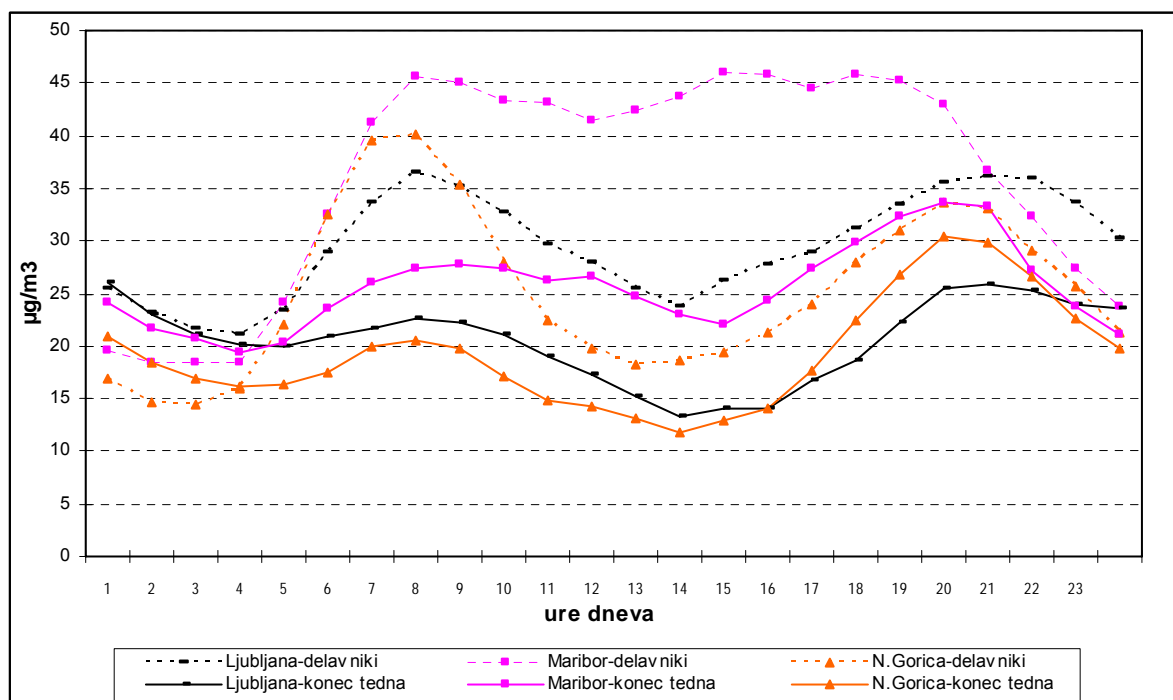
**Slika 2.3.2.(1):** Najvišje urne koncentracije NO<sub>2</sub> v letu 2005.



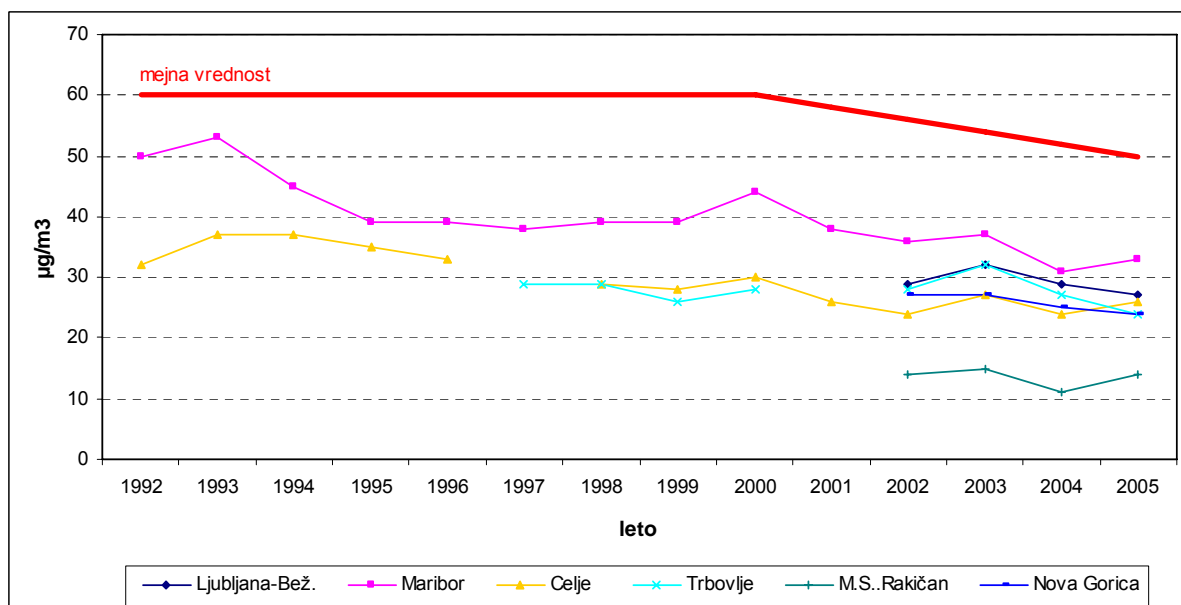
Slika 2.3.2.(2): Najvišje urne koncentracije NO<sub>2</sub> v letu 2005 po mesecih



Slika 2.3.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>x</sub> v letu 2005



Slika 2.3.2.(4): Dnevni hod koncentracije NO<sub>2</sub> na treh merilnih mestih v letu 2005



Slika 2.3.2.(5): Povprečne letne koncentracije NO<sub>2</sub>

### 2.3.3. Ogljikov monoksid

Glavni vir emisije ogljikovega monoksida je promet, zato so najvišje koncentracije izmerjene na merilnih mestih, ki so blizu prometnih cest in parkirišč.

Po uredbi o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku je za CO predpisana le 8-urna mejna vrednost koncentracije za varovanje zdravja (glej poglavje 1.1).

Zrak je bil z ogljikovim monoksidom tako kot vsa leta doslej malo onesnažen.

**8-urna mejna koncentracija** ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. Najvišje maksimalne dnevne 8-urne koncentracije so dosegle 40 % mejne vrednosti  $10 \text{ mg/m}^3$ .

**Letni hod** je izrazit z nižjimi koncentracijami poleti in višjimi pozimi. Močnejše sončno obsevanje poleti ugodno vpliva na mešanje zraka, medtem, ko pozimi ob stabilnem vremenu s temperaturnimi inverzijami ostane onesnažen zrak na ozkem območju prometnih poti.

Da je največji vir CO promet, kaže slika **dnevnega hoda** koncentracij na merilnih mestih Maribor in Ljubljana-Bežigrad z očitno odraženo jutranjo in popoldansko prometno konico ter precej višjimi koncentracijami ob delovnih dnevih kot ob koncu tedna. Tudi povprečne koncentracije pri različnih smereh vetra za posamezna merilna mesta kažejo višje koncentracije CO pri tistem vetru, ki prinaša onesnažen zrak iz smeri prometnih cest.

**Časovni trend** koncentracij ne kaže večjih tendenc v zadnjih letih.

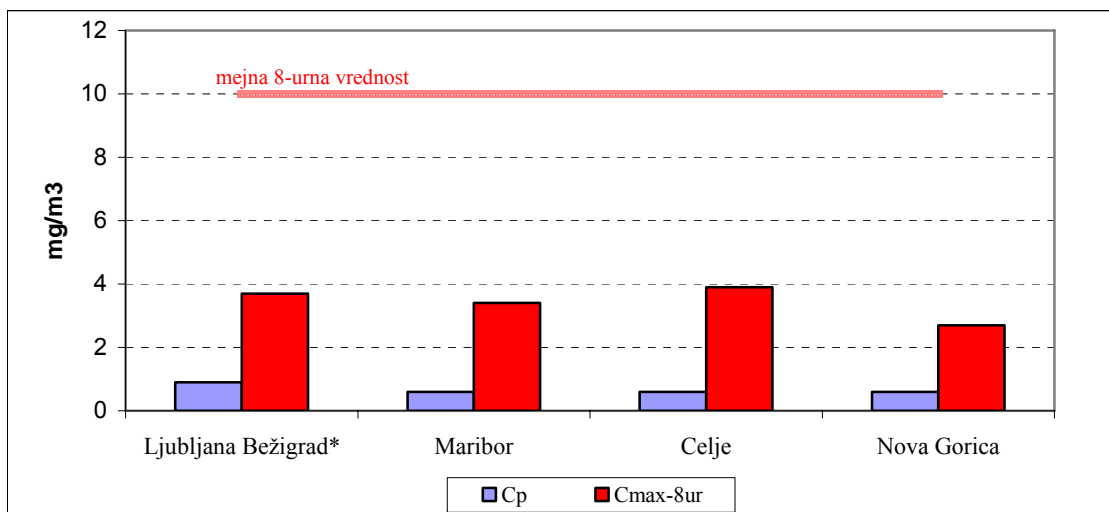
**Tabela 2.3.3.(1):** Koncentracije CO v zraku ( $\text{mg/m}^3$ ) v letu 2005

Postaje	Leto		8 ur	
	% pod	$C_p$	max	>MV
Ljubljana Bežigrad*	81	0.9	3.7*	0*
Maribor	93	0.6	3.4	0
Celje	94	0.6	3.9	0
Nova Gorica	89	0.6	2.7	0

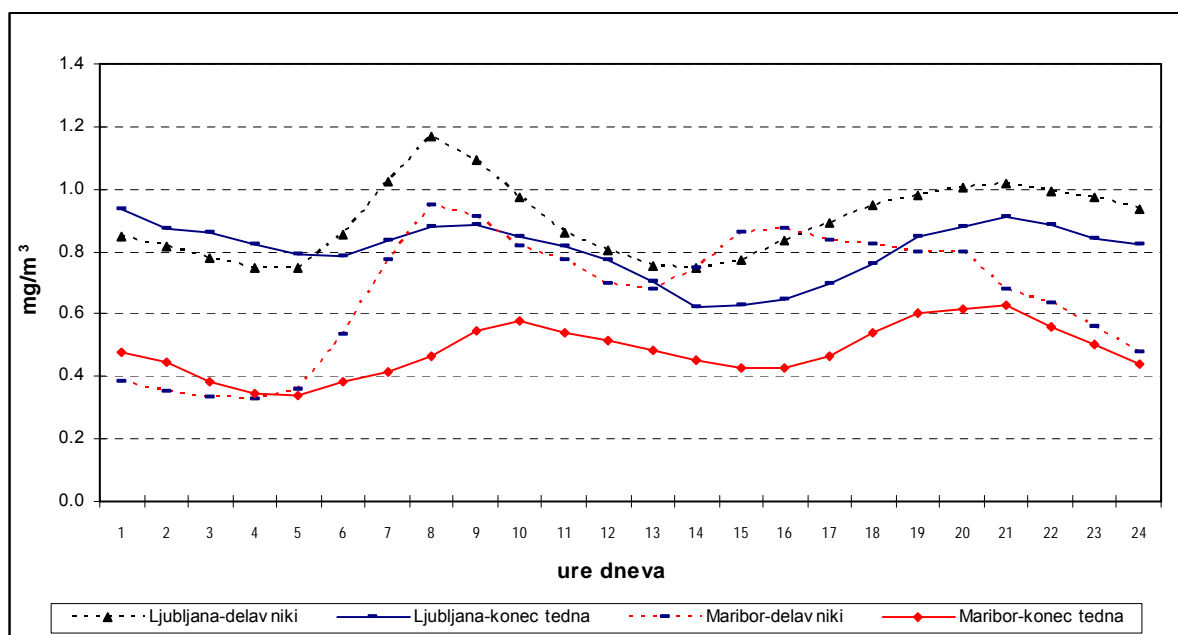
**Tabela 2.3.3.(2):** Najvišje 8-urne koncentracije CO ( $\text{mg/m}^3$ ) po mesecih v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	3.7	2.3	1.6	2*	1.1	1.4*	1*	1*	1.1*	1.8*	3.2*	3.2
Maribor	3.4*	2.7	2.2	0.8	0.9	0.6	0.8	0.8	1.1	1.4	2.1	1.6*
Celje	3.9*	2.8	1.8	1	1.1	0.8	0.5	0.4	0.6	1.3	2.2	2.8
Nova Gorica	2.4*	1.8*	1.7	0.9	1.3	0.5	0.5	0.6	1.1	1.3	1.8	2.7

LEGENDA: \* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov

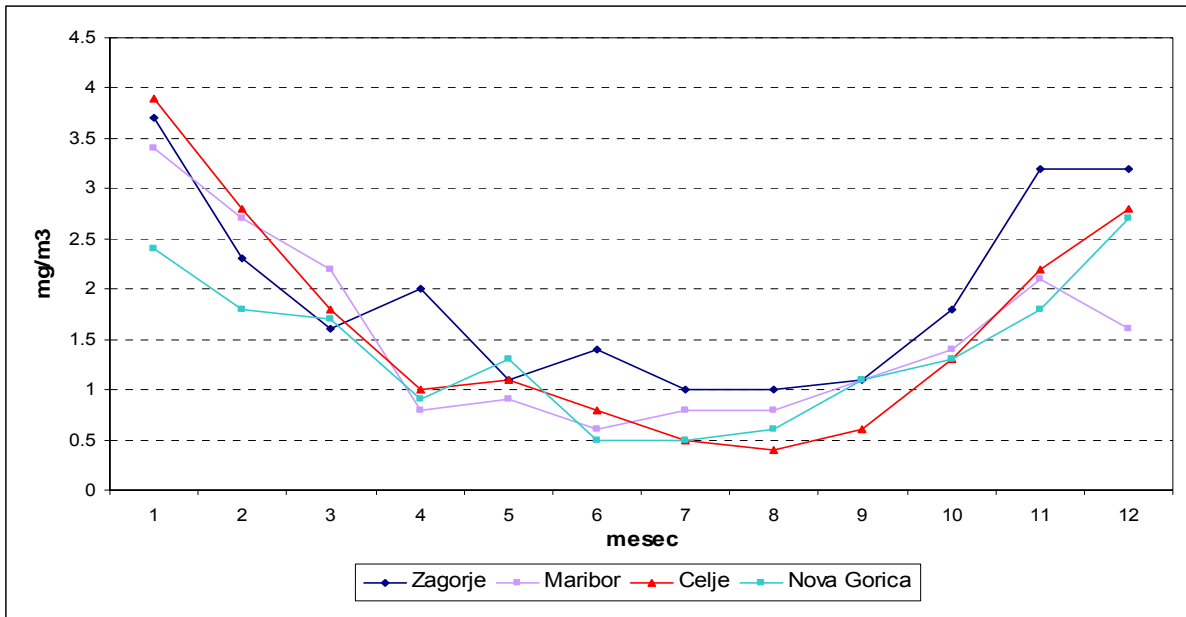


Slika 2.3.3.(1): Povprečne letne in maksimalne 8-urne koncentracije CO v letu 2005 v mg/m<sup>3</sup>

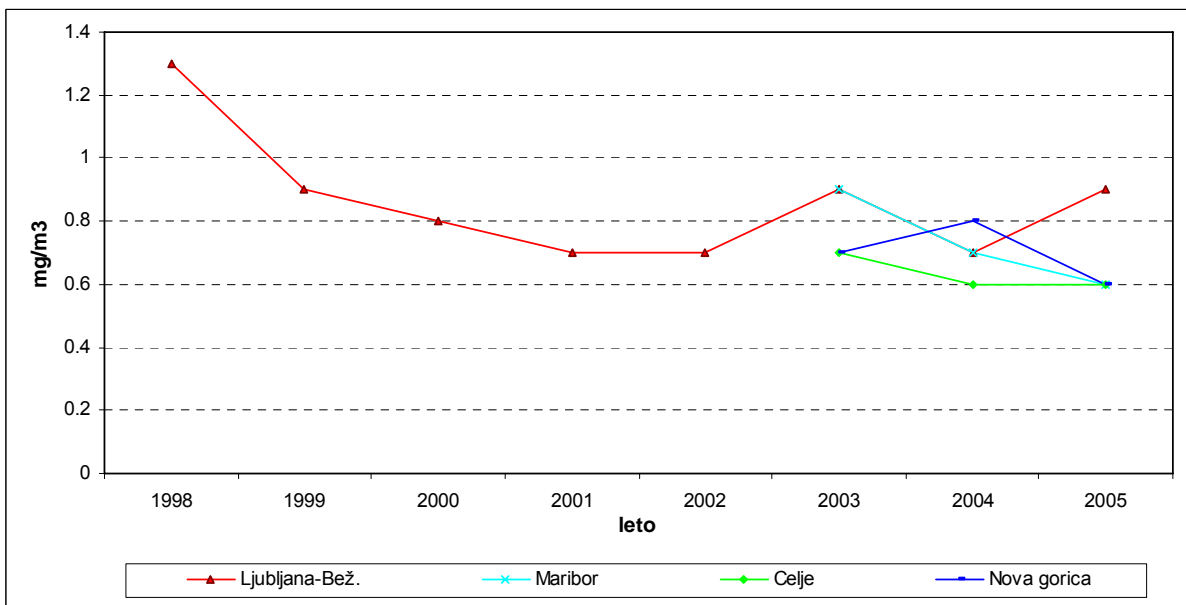


Slika 2.3.3.(2): Dnevni hod koncentracije CO na merilnih mestih Ljubljana-Bežigrad in Maribor v letu 2005





Slika 2.3.3.(3): Najvišje 8-urne koncentracije CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) po mesecih v letu 2005



Slika 2.3.3.(4): Povprečne letne koncentracije CO na merilnih mestih DMKZ

#### 2.3.4. Ozon

V letnem pregledu so podane povprečne letne koncentracije, najvišje urne in najvišje dnevne 8-urne koncentracije s številom prekoračitev opozorilne urne in ciljne 8-urne vrednosti, ter parameter AOT40 za vegetacijsko obdobje april-september (glej poglavje 1.1). Navedena je tudi nadmorska višina merilnega mesta, ki močno vpliva na koncentracije ozona.

**Urna opozorilna koncentracija** je bila v letu 2005, tako kot leto poprej, bolj redko prekoračena, saj je bilo vreme poleti spet precej spremenljivo. Največ prekoračitev je bilo na merilnem mestu v **Novi Gorici**.

Tudi parameter **AOT40** in število prekoračitev **ciljne 8-urne vrednosti** sta v vegetacijskem obdobju leta 2005 med nižinskimi kraji dosegla najvišjo vrednost v **Novi Gorici**, sicer pa sta bila najvišja na višje ležečih krajih (**Krvavec**). Mejna vrednost parametra AOT40 in dovoljeno število prekoračitev ciljne 8-urne vrednosti sta bila sicer presežena na skoraj vseh merilnih mestih.

Kot zanimivost: povprečna koncentracija ozona za daljši čas, npr. za čas enega leta, z višino opazno narašča, tako da je npr. na Krvavcu enkrat višja kot v Novi Gorici.

Ozona je najmanj na merilnem mestu v Mariboru, ki je tik ob prometni cesti. Zaradi emisij iz prometa na merilnih mestih blizu cestišč namreč potekajo reakcije med ozonom in dušikovim monoksidom.

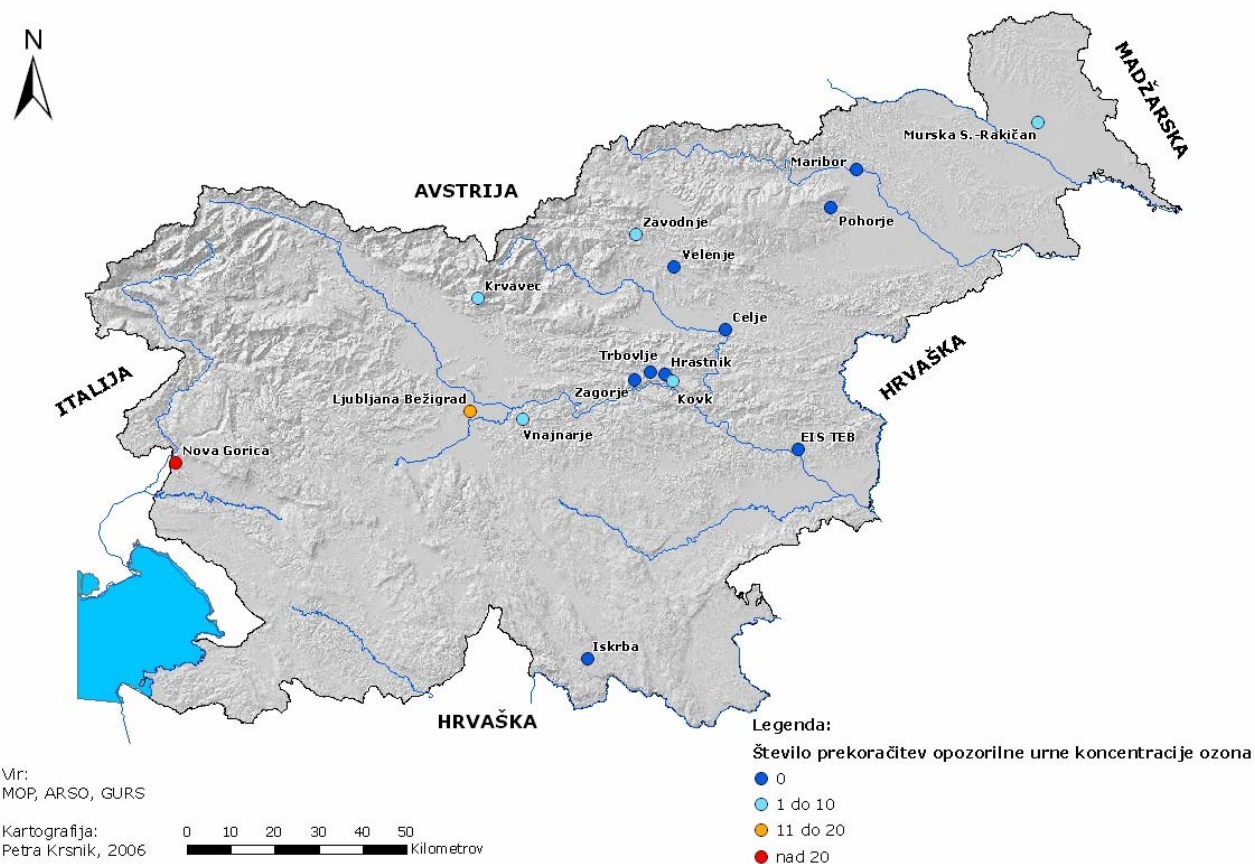
**Letni hod** je zaradi vpliva sončnega obsevanja in temperature zraka na kemijske reakcije, pri katerih se razvija ozon, precej izrazit z višjimi koncentracijami poleti in nižjimi pozimi.

**Dnevni hod** koncentracij na merilnih mestih v nižinskih krajih kaže izrazit maksimum okrog 14. ure, ko ima prevladujoč vpliv sončno obsevanje in najvišje temperature zraka v tem času. Na višje ležečih odprtih legah (Krvavec) je ta hod neizrazit.

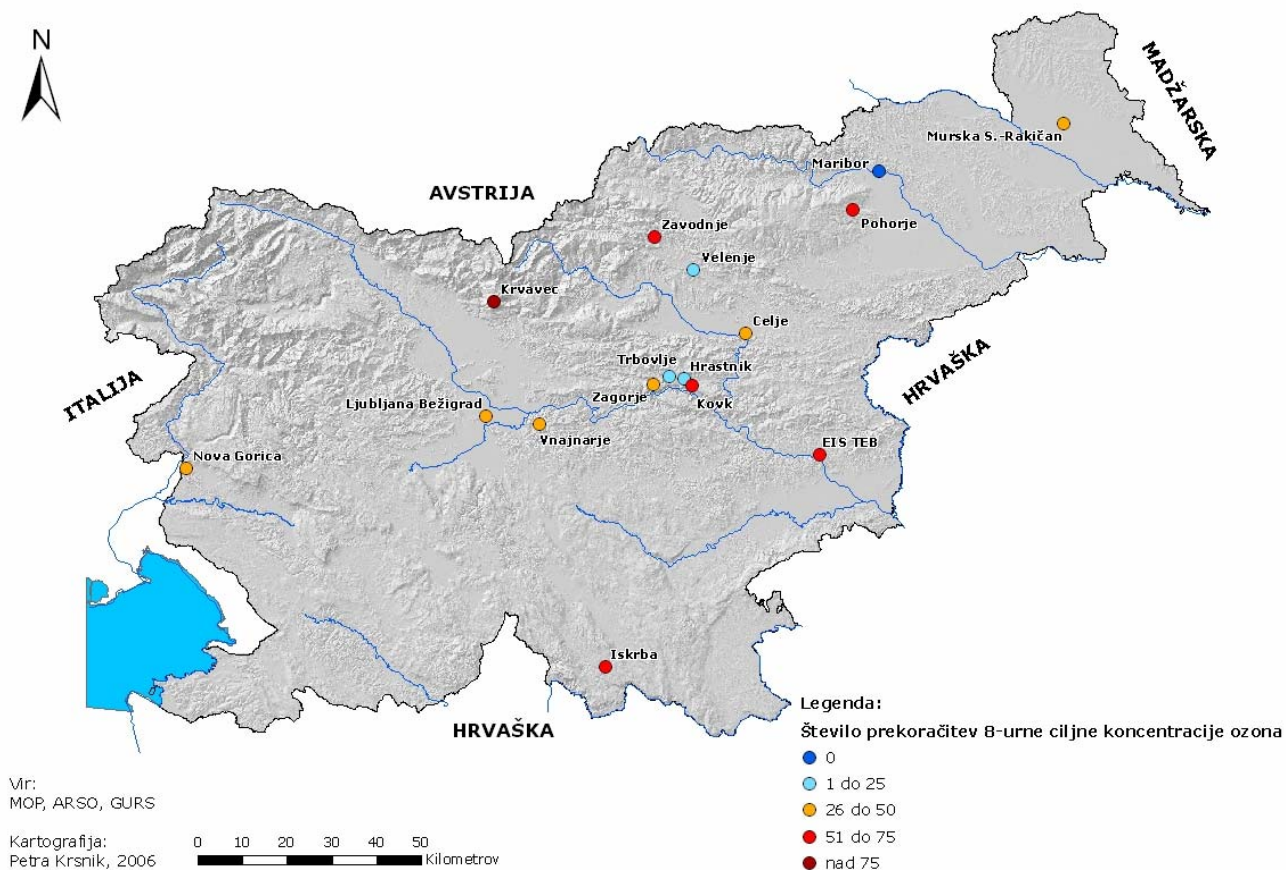
**Časovni trend** koncentracij ne kaže večjih tendenc v zadnjih letih.

**Tabela 2.3.4.(1):** Koncentracije ozona v zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005 (presežena mejna vrednost AOT40 in preseženo dovoljeno število preseganj 8-urne ciljne vrednosti koncentracije sta označena z rdečim tiskom).

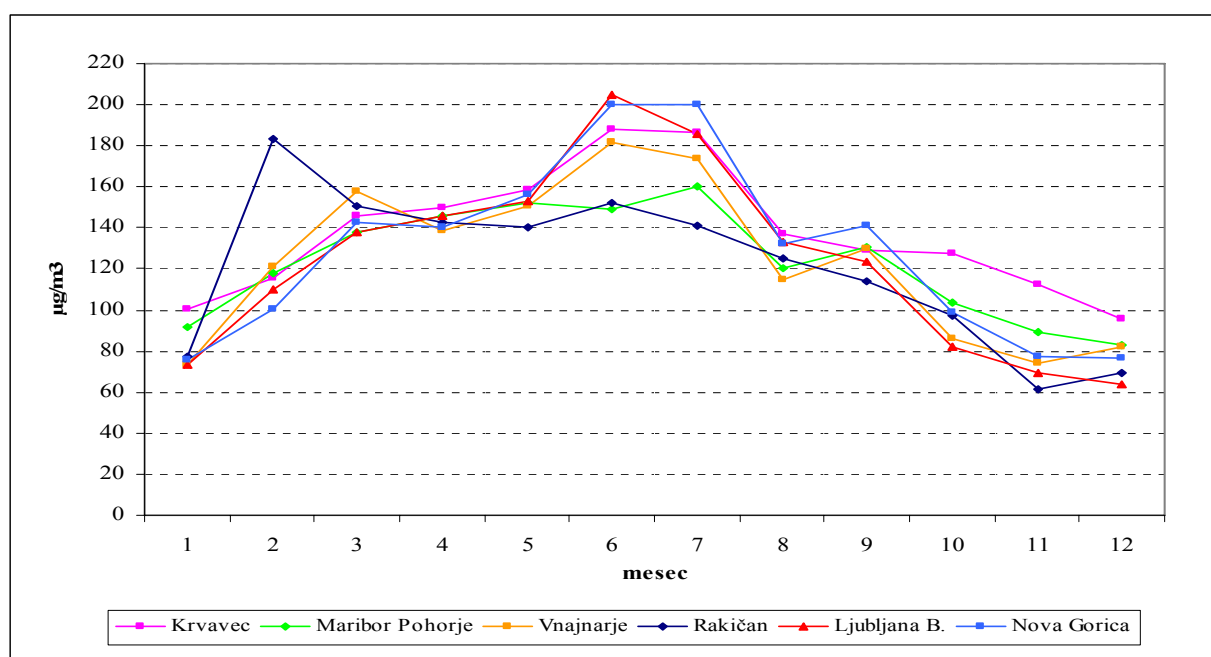
Postaje	n.v. (m)	% pod	Leto /	1 ura / 1 hour				8 ure / 8 hours	
			Year	$C_p$	max	>OV	>AV	AOT40	max
Krvavec	1740	97	98	189	7	0	<b>60150</b>	180	<b>87</b>
Iskrba	540	92	56	170	0	0	<b>41417</b>	158	<b>60</b>
Ljubljana Bežigrad	298	93	44	205	11	0	<b>32868</b>	191	<b>38</b>
Maribor	270	90	35	131	0	0	6138	119	0
Celje	240	94	43	178	0	0	<b>34097</b>	151	<b>43</b>
Trbovlje	265	93	37	175	0	0	<b>21635</b>	150	14
Hrastnik	290	93	35	172	0	0	15739	153	12
Zagorje	240	88	44	178	0	0	<b>25572</b>	166	<b>27</b>
Murska S.-Rakičan	188	94	50	183	1	0	<b>29288</b>	152	<b>31</b>
Nova Gorica	100	90	48	200	33	0	<b>42893</b>	190	<b>43</b>
Zavodnje	770	95	75	187	3	0	<b>36593</b>	167	<b>58</b>
Velenje	390	94	46	147	0	0	19786	127	10
Kovk	600	91	72	164	0	0	<b>34330</b>	153	<b>55</b>
Sv.Mohor		78	68	174	0	0	<b>26775</b>	154	<b>53</b>
Vnajnarje	630	92	68	182	2	0	<b>25292</b>	170	<b>46</b>
Maribor Pohorje	725	99	79	160	0	0	<b>22081</b>	144	<b>55</b>



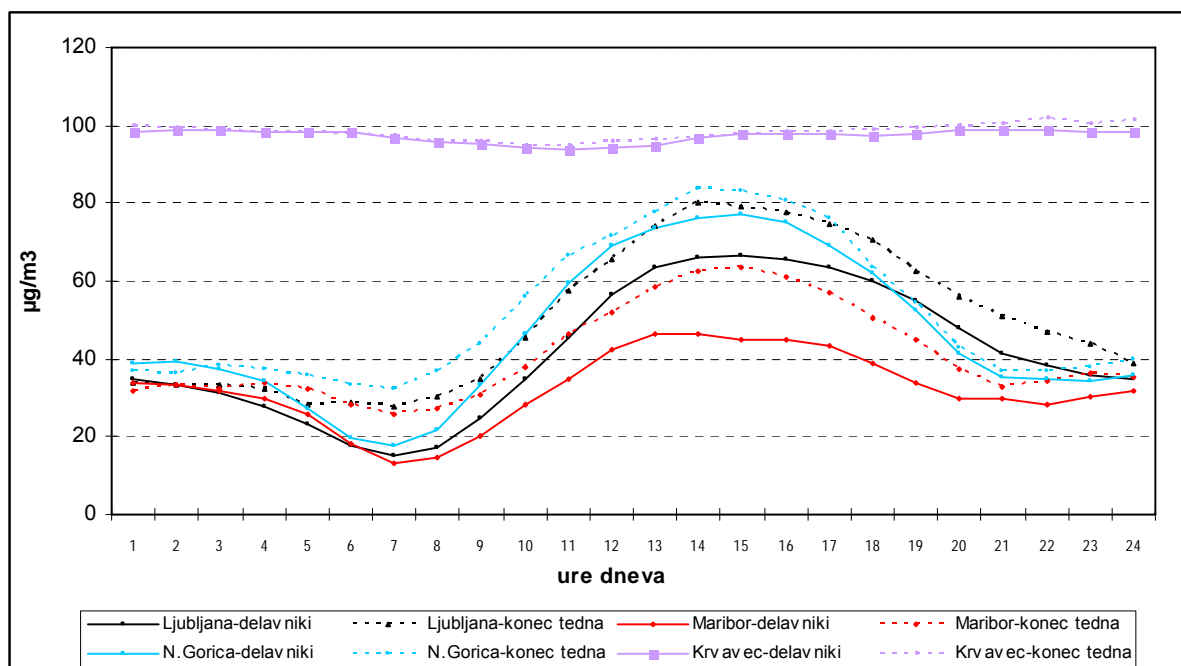
**Slika 2.3.4.(1):** Število prekoračitev opozorilne urne koncentracije ozona ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005



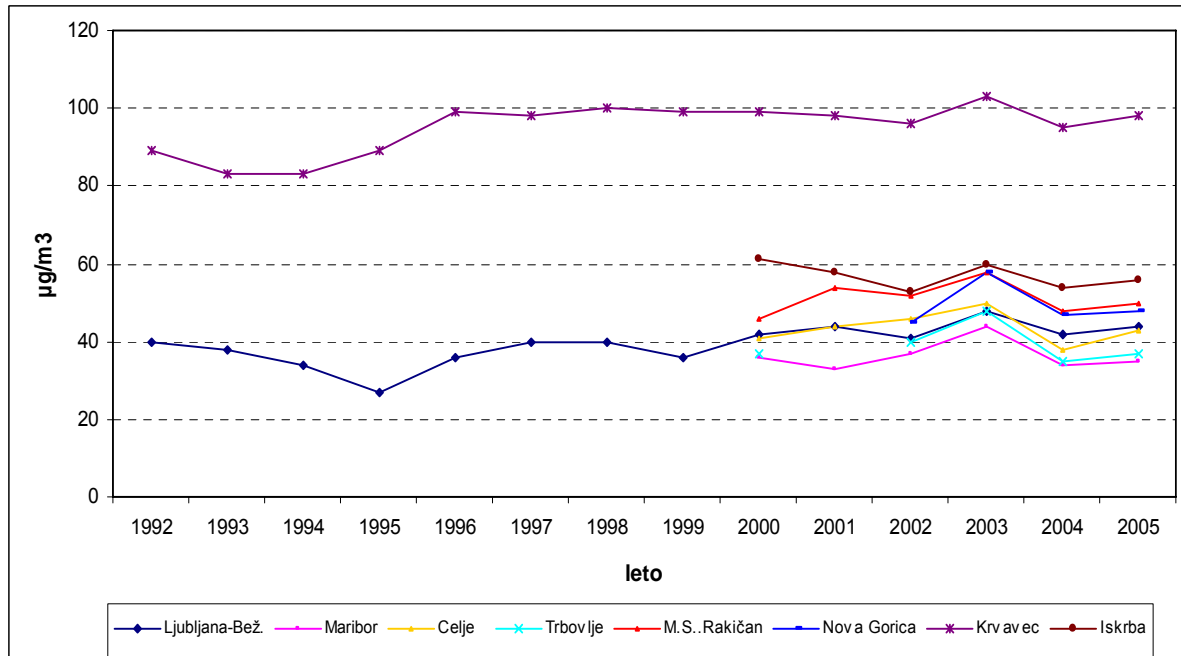
Slika 2.3.4.(2): Število prekoračitev 8-urne ciljne koncentracije ozona ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005



Slika 2.3.4.(3): Najvišje urne koncentracije ozona v letu 2005 po mesecih



Slika 2.3.4.(4): Dnevni hodi ozona v letu 2005



Slika 2.3.4.(5): Povprečne letne koncentracije ozona

### 2.3.5. Skupni lebdeči delci, delci PM<sub>10</sub> in delci PM<sub>2,5</sub>

#### Skupni lebdeči delci

Koncentracija skupnih lebdečih delcev se je do sredine leta 2005 merila le še na merilnem mestu Vnajarje v merilni mreži TE-TO Ljubljana, ob koncu leta pa so se tudi tu začele meritve delcev PM<sub>10</sub>. Zaradi tega prehoda je podatkov premalo in rezultatov ne objavljamo.

#### Delci PM<sub>10</sub>

Atmosferski delci oziroma aerosoli so drobni trdni in tekoči delci, ki so suspendirani v plinski fazi in so kompleksna mešanica organskih in anorganskih komponent. Del delcev, ki so prisotni v zraku, je nastal kot posledica direktnih emisij (primarni delci), drugi pa so posledica različnih procesov v onesnaženi atmosferi. Sekundarni delci, ki nastanejo kot posledica različnih fizikalno - kemijskih procesov v plinski ali tekoči fazi (oblaki, megla) so običajno manjši od 1 µm.

*Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02)* predpisuje dovoljene mejne vrednosti koncentracij za varovanje zdravja - mejno dnevno vrednost in dovoljeno število prekoračitev le-te ter mejno letno vrednost (glej poglavje 1.1).

Korekcijski faktorji so za različna merilna mesta različni, odvisni so od merilnega mesta in od letnega časa (poletje, zima). Določiti jih je potrebno dvakrat v letu, posebej za poletno obdobje (1.april-30.september) in za zimsko obdobje (1.oktober-31.marec).

Do razlike med izmerjenimi vrednostmi pride, ker je pri merilniku TEOM vzorec gret na 50°C in pride do izgube lahko hlapnih snovi, predvsem amonijevega nitrata. Pri primerjanju z rezultati za nazaj smo zato koncentracije prejšnjih let množili z enotnim korekcijskim faktorjem 1.30. Ta faktor določajo pravila EU in se uporablja v primeru, če se ne izvajajo primerjalne meritve.

V letu 2004 smo začeli računati koncentracije delcev PM<sub>10</sub> z upoštevanjem korekcijskih faktorjev za merilnike TEOM, dobljenih iz primerjalnih meritev z referenčnim merilnikom, kot to določa navodilo EU (glej poglavje 1.1).

Na merilnem mestu Iskrba poteka vzorčevanje z referenčnim merilnikom. Pretok skozi merilnik je 2,4 m<sup>3</sup>/h. Vzorčevanje poteka na kvarčnih filtrih, katere pošljemo v analizo za določevanje težkih kovin. Časovna resolucija vzorčevanja je 24 ur. Gravimetrična določitev mase na filtrih poteka v skladu s standardom EN12341.

**Mejna dnevna koncentracija 50 µg/m<sup>3</sup>** je bila v letu 2005 prekoračena na vseh merilnih mestih. V enem letu je dovoljenih 35 prekoračitev te vrednosti. Število prekoračitev je bilo večje od 35 na vseh mestnih merilnih mestih ter v Rakičanu pri Murski Soboti. Največ prekoračitev je bilo v mestih v Zasavju, kjer je poleg prometa še več lokalnih virov emisije, pa tudi geografska lega teh krajev je neugodna kar se tiče mešanja zraka in s tem razdredčevanja onesnaževal v zraku.

**Mejna letna vrednost 40 µg/m<sup>3</sup>** je bila prekoračena skoraj v vseh večjih mestih, najbolj v Zasavju.

**Letni hod** koncentracij delcev PM<sub>10</sub> z minimumom poleti in maksimumom pozimi je opazen, čeprav poleti pozitiven efekt boljšega mešanja zraka zaradi močnejšega sončnega obsevanja zmanjšuje konvekcija toplega zraka pri tleh, zaradi katere pride poleti v zrak več delcev.

**Dnevni hod** koncentracij kaže višje izmerjene vrednosti podnevi, jutranji in popoldanski maksimum zaradi prometnih konic pa nista izrazita. Večja hitrost vetra sredi dneva namreč povzroči na eni strani boljše mešanje zraka, na drugi strani pa dodaten prenos delcev s tal (resuspenzija) v zrak. Precej višje koncentracije se pojavljajo ob delovnih dnevih kot ob koncu tedna. Tudi koncentracije pri različnih smereh vetra za posamezna merilna mesta kažejo višje koncentracije delcev pri tistem vetru, ki prinaša onesnažen zrak iz smeri prometnih cest.

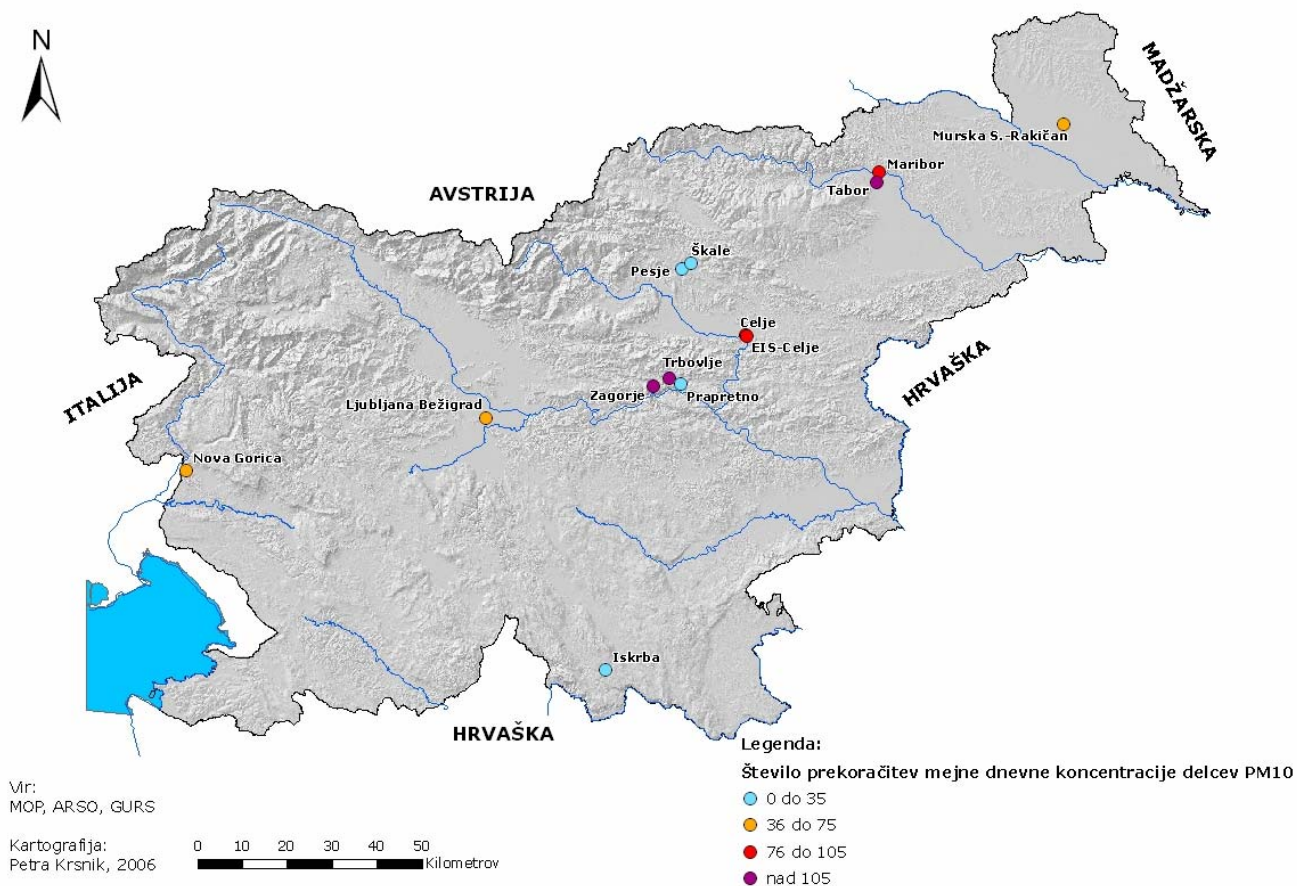
Pri **časovnem trendu** koncentracij je opazen vpliv prevladujočih daljših vremenskih situacij. Tako so bile koncentracije delcev v letu 2005 nižje kot zelo sušnega leta 2003 in višje kot nadpovprečno »mokrega« leta 2004.

**Tabela 2.3.5.(1):** Koncentracije delcev PM<sub>10</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005 (presežena dopustna koncentracija oz. preseženo dovoljeno število preseganj dopustne oz. mejne koncentracije je označeno z rdečim tiskom).

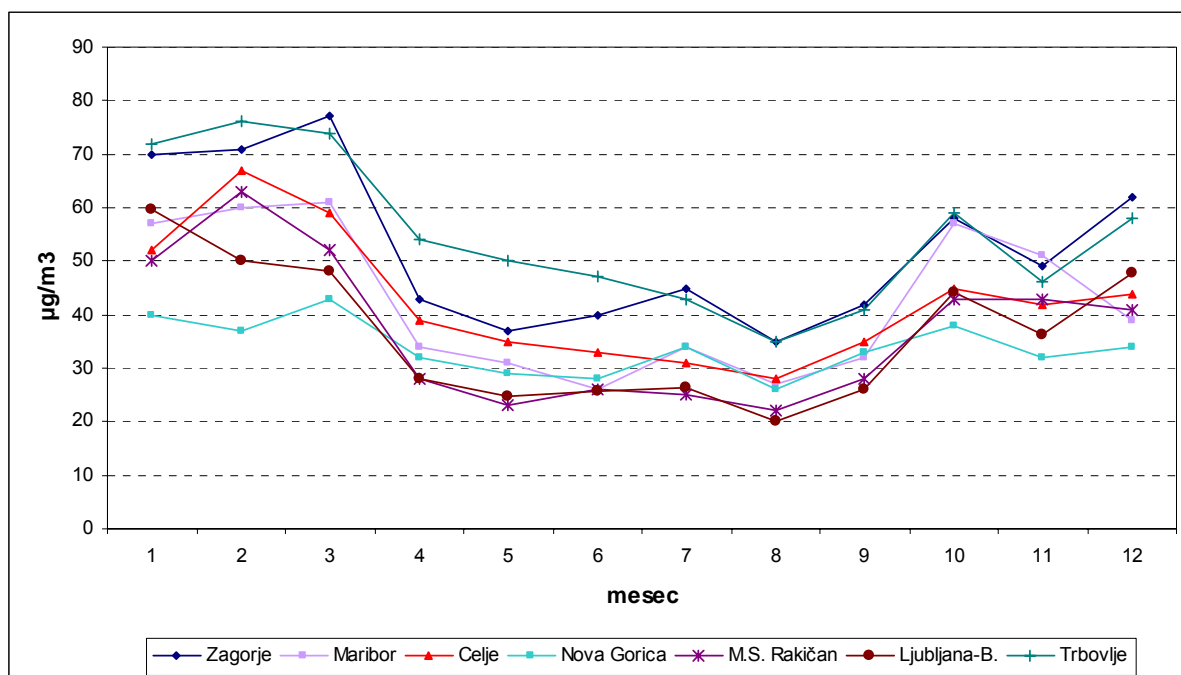
Postaje	Leto		dan		korek. faktor	
	% pod	C <sub>p</sub>	max	>MV	poleti	pozimi
Ljubljana Bež.	93	37	165	71	1.03	1.24
Maribor	93	43	180	103	1	1.19
Celje	93	43	184	97	1.3	1.12
Trbovlje	89	55	206	160	1.3	1.3
Zagorje	97	52	162	150	1.3	1.39
Nova Gorica	88	34	84	43	1,3	1.2
Murska S.-Rakičan	90	37	214	67	1.1	1.22
EIS-Celje	81	45	185	89	0.89	1.3
MO Maribor	99	43	165	111	1.3	1.3
Pesje	97	27	105	23	1.3	1.3
Škale	98	23	93	15	1.3	1.3
Prapretno	83	28	80	15	1.3	1.3
Iskrba*	100	16	66	5	/	/

\* meritve potekajo z referenčnim merilnikom – LVS



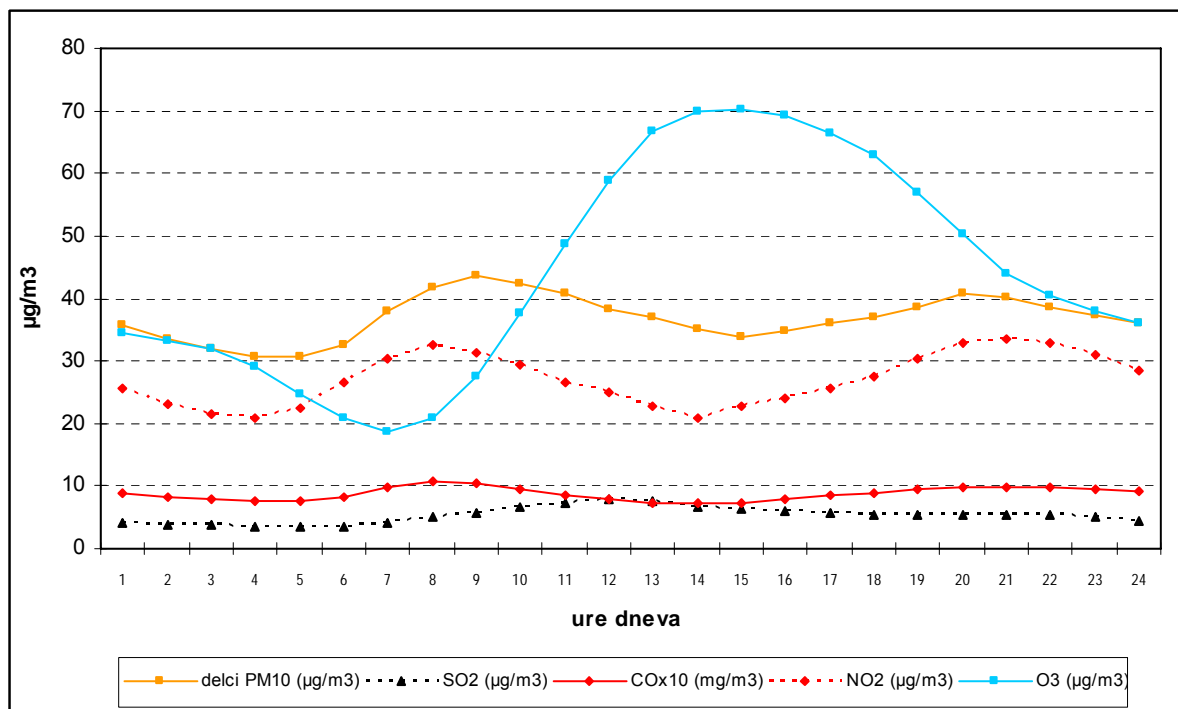


Slika 2.3.5.(1): Število prekoračitev mejne dnevne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

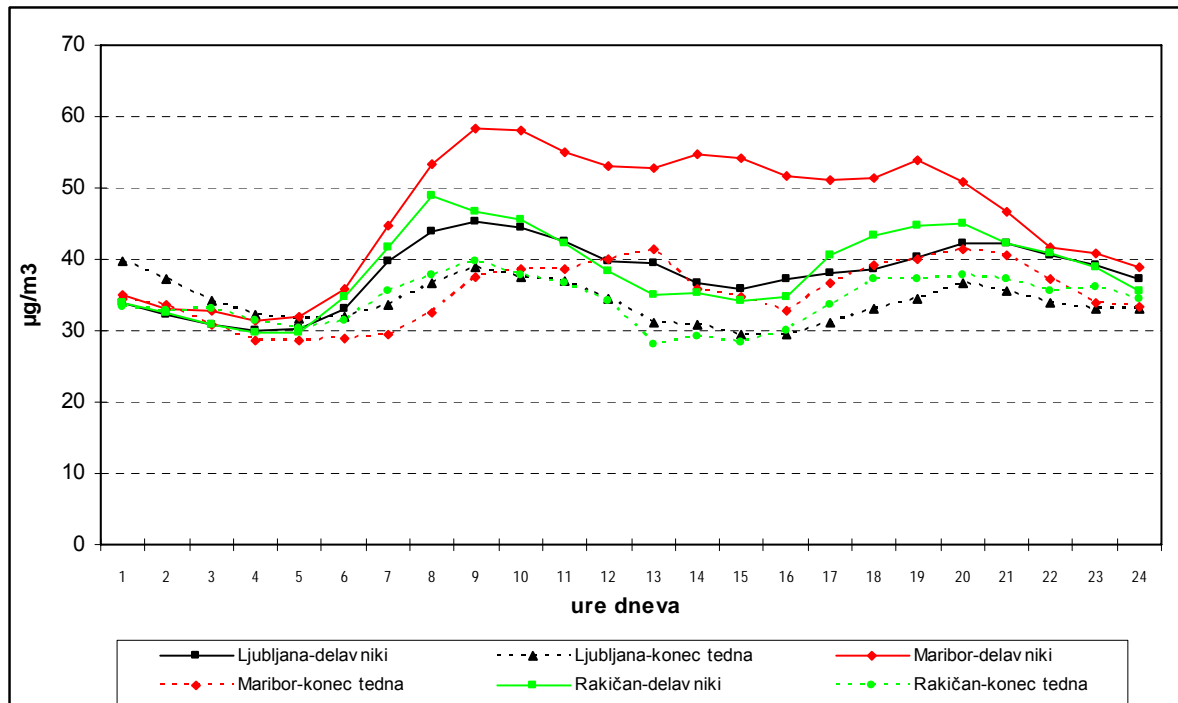


Slika 2.3.5.(2): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> v letu 2005

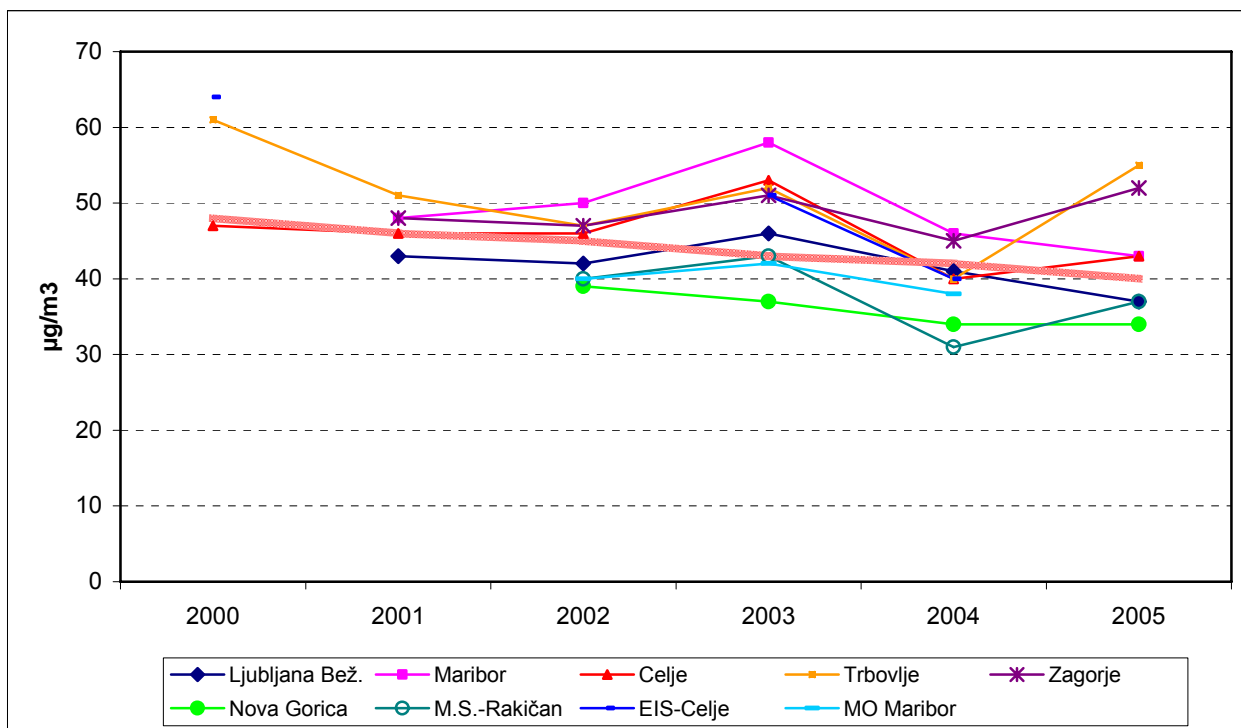




Slika 2.3.5.(3): Dnevni hod koncentracij SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, CO in delcev PM<sub>10</sub> za leto 2005 na merilnem mestu Ljubljana-Bežigrad



Slika 2.3.5.(4): Dnevni hodi koncentracij delcev PM<sub>10</sub> za leto 2005 na treh merilnih mestih



**Slika 2.3.5.(5):** Povprečne letne koncentracije delcev  $PM_{10}$  z upoštevanim korekcijskim faktorjem (mejna vrednost je označena z debelo rdečo črto, )

### Delci $PM_{2.5}$

Številne študije potrjujejo dejstvo, da so delci manjši od  $2.5 \mu m$  zdravju bolj škodljivi, kot delci pod  $10 \mu m$ .

Agencija RS za okolje je tako v septembru 2004 uvedla meritve delcev  $PM_{2.5}$  na treh merilnih mestih: Ljubljana Bežigrad, Maribor in Iskrba.

Mejne vrednosti za  $PM_{2.5}$  še ni določene. To bo urejala Direktiva, ki naj bi bila sprejeta v letu 2007.

Razmerje med delci  $PM_{2.5} / PM_{10}$  je običajno med 0,7 in 0,8. Običajno je to razmerje manjše na urbanih merilnih mestih in večje na podeželskih. Značilno je, da so manjši delci lažji in se dlje časa zadržujejo v zraku ter prepotujejo večje razdalje (long range transport).

Koncentracije delcev  $PM_{2.5}$  in  $PM_{10}$  imajo enak letni hod, ki pa je na podeželski lokaciji Iskrba komaj opazen.

Vzorčenje poteka na steklenih filtrih premera 47/50 mm. Časovna resolucija je 24 ur. Vzorčenje poteka na referenčnih merilnikih. Pretok skozi merilnik je  $2,4 m^3/h$ . Gravimetrična določitev mase poteka v skladu s standardom EN 14907.

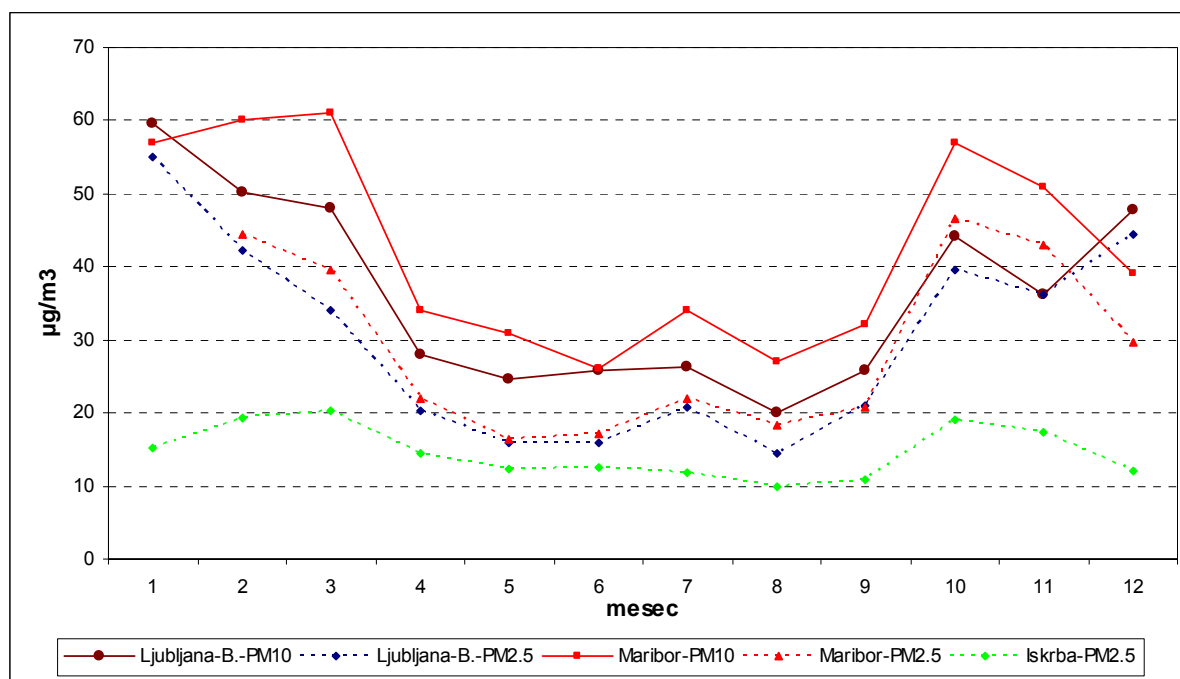
**Tabela 2.3.5.(2) :** Povprečne letne koncentracije delcev PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaje	Leto	
	% pod	C <sub>p</sub>
Ljubljana Bež.	97	28
Maribor	93	28
Iskrba	100	15

**Tabela 2.3.5.(3):** Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	leto
Ljubljana Bež.	55	42	34	20	16	16	21	14	21	40	36	44	30
Maribor	*	44	40	22	17	17	22	18	21	47*	43	30	29
Iskrba	15	19	20	14	12	12	12	10	11	19	17	12	15

\* težave z merilnikom



**Slika 2.3.5.(6):** Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2.5</sub> v letu 2005

### 2.3.6. Lahkohlapni ogljikovodiki

Med organskimi spojinami, ki onesnažujejo zrak, imajo posebno mesto lahko hlapni ogljikovodiki zaradi njihove vloge v fotokemičnih procesih, katerih produkt je tudi ozon. V Agenciji RS za okolje merimo benzen, toluen, etilbenzen in mpo-ksilen (BTX). Glavni viri emisije organskih spojin so promet, industrija, pri kateri se uporabljajo oziroma se proizvajajo veziva, barve, topila in aerosoli, ter industrija nafte in plina.

Po Uredbi o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02) je le za benzen predpisana letna mejna vrednost koncentracije za varovanje zdravja (glej poglavje 1.1).

V Ljubljani in Mariboru, kjer se izvajajo meritve BTX, je bil v letu 2005 zrak s temi onesnaževali malo onesnažen.

Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z BTX za leto 2005, je podan v tabeli 2.3.6.(1).

**Povprečna letna koncentracija benzena** ni dosegla niti polovice mejne letne vrednosti  $7.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , najvišje mesečno povprečje v decembru, ko so pogoji za mešanje zraka najslabši, pa je v Ljubljani doseglo 77 % te vrednosti.

**Tabela 2.3.6.(1):** Povprečna letna koncentracija lahko hlapnih ogljikovodikov zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005

Postaje	benzen		toluen		etilbenzen		mp-ksilen		o-ksilen	
	% pod	C <sub>p</sub>	% pod	C <sub>p</sub>	% pod	C <sub>p</sub>	% pod	C <sub>p</sub>	% pod	C <sub>p</sub>
Ljubljana Bežigrad	57	1.9	57	4.4	51	0.7	57	3.0	57	1.6
Maribor*	28	2.6	28	4.2	22	1.2	28	3.7	28	1.6

**Tabela 2.3.6.(2):** Povprečne mesečne koncentracije benzena ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad		3.1*	3.3	1.3	1.0	0.6	0.5	1.0	2.2	1.6*	0.7*	5.8
Maribor					1.3	1.2	0.9	0.9			5.5*	5.6

LEGENDA: \* informativni podatki, prenizek odstotek veljavnih podatkov

### **3. MERITVE OZADJA ONESNAŽENOSTI ZRAKA**

#### **3.1. Merilna mreža in nabor meritev**

V Sloveniji potekajo meritve ozadja onesnaženosti zraka (v nadaljevanju: meritve ozadja) na dveh merilnih mestih, na Iskrbi pri Kočevski Reki in na Krvavcu. Merilni mesti se nahajata v neobremenjenem področju, proč od lokalnih virov onesnaženja.

Omenjeni merilni mesti z meritvami onesnaženosti zraka oziroma s podatki o koncentraciji onesnaževal v zraku sodelujeta v merilnih mrežah dveh mednarodnih programov, evropskem EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) in svetovnem WMO-GAW (World Meteorological Organisation – Global Atmosphere Watch).

Obveznost izvajanja programa EMEP izhaja iz Konvencije o prekomejnem onesnaževanju zraka na velike razdalje (CLRTAP – Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), ki sodi med glavne mednarodne sporazume za področje varstva zraka. Omenjeni sporazum je leta 1992 ratificirala tudi Slovenija. Program GAW koordinira Svetovna meteorološka organizacija v okviru Konvencije o svetovni meteorološki organizaciji.

Podatki meritev z omenjenih merilnih mest so namenjeni za pridobivanje informacij o stanju onesnaženosti zraka na širšem področju za zaščito okolja (narava, rastline, živali) in ljudi ter za potrebe študij daljinskega transporta.

Program EMEP se osredotoča predvsem na spremljanje depozicije, zakisljevanja in evtrofikacije v Evropi, GAW pa na zgodnje opozarjanje in napovedovanje sprememb v kemijski sestavi ter v fizikalnih lastnostih atmosfere.

Opis merilnih mest za meritve ozadja je podan v tabelii 2.1.(1) v poglavju 2 – Avtomatska merilna mreža.

Nabor meritev ozadja na posameznem merilnem mestu prikazuje tabela 3.1.(2).

Na obeh merilnih mestih za meritve ozadja je v letu 2005 potekalo vzorčenje oziroma meritve parametrov iz tabele 3.1.(2) neprekinjeno vse leto.

**Tabela 3.1.(2):** Nabor meritev ozadja v okviru programov EMEP in GAW

Merilno mesto	Parameter oz. onesnaževalo
Iskrba pri Kočevski Reki	<b>Zrak</b>
	ozon
	SO <sub>2</sub> (g)
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (p)
	HNO <sub>3</sub> (g) + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (p)
	NH <sub>3</sub> (g) + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (p)
	Na <sup>+</sup> (p), K <sup>+</sup> (p), Ca <sup>2+</sup> (p), Mg <sup>2+</sup> (p), Cl <sup>-</sup> (p)
	NO <sub>2</sub> (g)
	PM <sub>10</sub>
	PM <sub>2,5</sub>
	As, Cd, Ni, Pb v delcih PM <sub>10</sub>
	ČO
	<b>Padavine</b>
	količina padavin
	anioni (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> ) in kationi (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> )
	pH
električna prevodnost	
Krvavec	ozon, CO, ČO

Legenda:

(g) – plin

(p) – delec

SO<sub>2</sub> – žveplov dioksid

HNO<sub>3</sub> – dušikova kislina

NH<sub>3</sub> – amoniak

NO<sub>2</sub> – dušikov dioksid

PM – delci

As – arzen

Cd – kadmij

Ni – nikelj

Pb – svinec

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - sulfatni ion

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - nitratni ion

Cl<sup>-</sup> - kloridni ion

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - amonijev ion

Na<sup>+</sup> - natrijev ion

K<sup>+</sup> - kalijev ion

Ca<sup>2+</sup> - kalcijev ion

Mg<sup>2+</sup> - magnezijev ion

CO - ogljikov monoksid

ČO - aerosolski črni ogljik

## 3.2. Merilne metode in kakovost meritev

### 3.2.1. Merilne metode

#### Ozon

Merilne metode za ozon so podane v poglavju 2 – Avtomatska merilna mreža.

#### Padavine

Merilne metode za padavine so podane v poglavju 4 – Meritve kakovosti padavin.

#### Delci PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub>

Merilne metode za delce PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> so podane v poglavju 2 – Avtomatska merilna mreža.

#### Težke kovine v delcih PM<sub>10</sub>

Merilne metode za težke kovine v delcih PM<sub>10</sub> so podane v poglavju 5 – Meritve težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub>.

#### Dušikov dioksid

Na merilnem mestu Iskrba izvajamo meritve dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) v zraku z jodidno absorpcijsko metodo (metoda EMEP) z impregniranimi steklenimi fritami, v katerih je filter debeline 4 mm, premera 25 mm in poroznosti 40-60 µm. Metoda je primerna za vzorčevalna mesta, kjer so koncentracije dušikovega dioksida nizke, t.j. za območje 0.1–10 µg NO<sub>2</sub>-N/m<sup>3</sup>.

Vzorčenje na posameznem filtru steklene frite poteka 24 ur. Pretok zraka skozi vzorčevalni sistem je okoli 0.7 m<sup>3</sup>, ekstrakcijski volumen pa 4 ml. Izpostavljeni vzorci so stabilni več tednov, zato je omenjena metoda primerna tudi takrat, ko je vzorčevalno mesto oddaljeno od kemijskega laboratorija.

Pred kemijsko analizo je potrebno filtre ekstrahirati. Koncentracijo dušikovega dioksida v ekstraktih se določi spektrofotometrično.

V tabeli 3.2.1.(1) navajamo metodologijo kemijskih meritev in mejo detekcije za meritve dušikovega dioksida.

**Tabela 3.2.1.(1):** Merilni princip, referenčna metoda in meja detekcije za meritve dušikovega dioksida

Parameter	Merilni princip	Referenčna metoda	Meja detekcije (µg N/m <sup>3</sup> )
NO <sub>2</sub> -N	spektrofotometrija	EMEP	0.07

#### Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni

Na merilnem mestu Iskrba izvajamo za mednarodna programa EMEP in GAW meritve žveplovih (S) in dušikovih (N) spojin ter še nekaterih drugih anorganskih ionov v zraku po metodi EMEP z impregniranimi filtri. 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<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> in K<sup>+</sup>. Drugi, celulozni filter Whatman 40, je impregniran z raztopino KOH, ki absorbira kisle pline SO<sub>2</sub> in HNO<sub>3</sub>. Tretji, prav tako celulozni filter Whatman 40, je impregniran z oksalno kislino in je namenjen vzorčenju NH<sub>3</sub>.

Metoda omogoča v primeru žvepla dobro ločitev med plinsko fazo ( $\text{SO}_2$ ) in trdno fazo (aerosol  $\text{SO}_4^{2-}$ ), v primeru oksidirane in reducirane oblike dušika pa ločitev ni popolna, zato podajamo rezultat meritve kot vsoto koncentracij v plinski fazi ( $\text{HNO}_3$  in  $\text{NH}_3$ ) in trdi fazi (aerosoli  $\text{NO}_3^-$  in  $\text{NH}_4^+$ ), t.j.  $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$  in  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ .

Pred kemijsko analizo vzorce na posameznih filterih ekstrahiramo tako, da jih potopimo v točno določen volumen raztopine (ultra čista voda za teflonske in oksalne filtre in 0.3% raztopina  $\text{H}_2\text{O}_2$  za filtre impregnirane s KOH) in stresamo v ultrazvočni kopeli pol ure. Ekstrakte prefiltriramo skozi membranske filtre s porami 0.45  $\mu\text{m}$  in jih analiziramo na ionskem kromatografu.

V tabeli 3.2.1.(2) navajamo metodologijo kemijskih meritev in meje detekcije žveplovih in dušikovih spojin ter anorganskih ionov po vzorčenju na impregniranih filterih.

**Tabela 3.2.1.(2):** Merilni principi in meja detekcije žveplovih in dušikovih spojin ter anorganskih ionov po vzorčenju na impregniranih filterih ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  oz.  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )

Parameter	Merilni princip	Meja detekcije
$\text{NH}_4^+$ -N (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.048 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{NO}_3^-$ -N (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.039 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{SO}_4^{2-}$ -S (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.049 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{Cl}^-$ (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.028 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{Ca}^{2+}$ (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{Mg}^{2+}$ (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{Na}^+$ (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{K}^+$ (teflonski filter)	ionska kromatografija	0.012 $\mu\text{g}/\text{ml}$
$\text{HNO}_3$ -N (KOH filter)	ionska kromatografija	0.007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{SO}_2$ -S (KOH filter)	ionska kromatografija	0.081 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{NH}_3$ -N (oksalni filter)	ionska kromatografija	0.070 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### Aerosolski črni ogljik (ČO)

Meritve ČO temelji na absorpciji svetlobe na delcih, ki se nabirajo na filtru. Meritve se izvajajo z napravo, ki se imenuje Aethalometer. Zunanji zrak se s pomočjo črpalke neprekinjeno vodi skozi filter iz kremenovih vlaken. Pri tem nastane madež, katerega potemnitev narašča v odvisnosti od stopnje onesnaženosti zunanjega zraka z delci ČO. V določenih časovnih intervalih se izmeri optična prepustnost filtra na območju madeža in se primerja s čistim delom filtra. Ko doseže potemnitev madeža neko vnaprej določeno vrednost, se filter, ki ima obliko traku, samodejno premakne naprej in postopek meritve se nadaljuje na novem madežu. Iz razlike med počrnitvami filtra med posameznimi intervali vgrajeni računalnik s programsko opremo izračuna dejansko koncentracijo ČO. Pri tem uporablja empirično konstanto, ki odraža optične lastnosti črnih delcev, pretok zraka in premer madeža.



### 3.2.2. Kakovost meritev

Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov je v letu 2005 sledil splošnim zahtevam programov EMEP in GAW.

Glavni elementi sistema kakovosti pri programu EMEP za meritve kakovosti padavin, NO<sub>2</sub> in za meritve žveplovih (S) in dušikovih (N) spojin v zraku z impregniranimi filtri so:

- predpisane merilne metode in kontrole kakovosti,
- vodenje dokumentacije o meritvah (o vzdrževanju instrumentov, o merilnih metodah, o metodologijah, o referenčnih in ekvivalentnih metodah, itd.),
- redna letna medlaboratorijska primerjava,
- primerjava vzorčevalnikov in merilnih sistemov na merilnih mestih,
- ekspertna ocena kakovosti meritev na merilnih mestih in v laboratoriju (zunanja presoja),
- kontrola in validacija podatkov meritev na nacionalnem in EMEP nivoju,
- redni letni pregled merilnih mest, delovanja vzorčevalnikov ter kontrola postopkov dela opazovalcev na merilnih mestih.
- doseganje ciljnih vrednosti za kakovost podatkov: točnost, preciznost, izplen podatkov ter ustrezna časovna pokritost meritev:
  - izplen pravih podatkov: 90% za 24-urne meritve,
  - merilna negotovost za vzorčenje in kemijske analize skupaj 15 – 25%,
  - 0.05 enot za pH,
  - točnost za laboratorijske analize za meritve NO<sub>2</sub> in SO<sub>2</sub>: ≤ 10%,
  - točnost za laboratorijske analize za meritve kakovosti padavin :

SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.032 mg S/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.014 mg N/l
Cl <sup>-</sup>	0.107 mg Cl/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.028 mg N/l
Na <sup>+</sup>	0.007 mg Na/l
K <sup>+</sup>	0.012 mg K/l
Ca <sup>2+</sup>	0.012 mg Ca/l
Mg <sup>2+</sup>	0.007 mg Mg/l

Točnost laboratorijskih meritev preverjamo z analizami certificiranih referenčnih materialov (CRM 408 in CRM 409), ki jih analiziramo vsaj enkrat na leto oz. po potrebi. Točnost laboratorijskih meritev preverjamo tudi s sodelovanjem v medlaboratorijskih primerjalnih shemah (EMEP, GAW).

- natančnost ali ponovljivost ter obnovljivost 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.
- pravilnost kemijskih analiz preverjamo z računanjem ionske bilance, ki temelji na principu električne nevtralnosti v vzorcu padavine ter s primerjavo izmerjene in izračunane električne prevodnosti.

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

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

- kriterij za ionsko bilanco:

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

- kriterij za električno prevodnost:

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

Kakovost meritev za ozon ter delce  $\text{PM}_{10}$  in  $\text{PM}_{2.5}$  je podana v poglavju 2 – Avtomatska merilna mreža, za težke kovine v delcih  $\text{PM}_{10}$  pa v poglavju 5 – Meritve težkih kovin v delcih  $\text{PM}_{10}$ .

### 3.3. Rezultati meritev in časovni trendi

#### 3.3.1. Ozon

Rezultati meritev in časovni trendi za ozon so podani v poglavju 2 - Avtomatska merilna mreža.

#### 3.3.2. Padavine

Rezultati meritev za padavine so podani v poglavju 4 – Meritve kakovosti padavin. Glede na to, da vzorčenje dnevnih padavin poteka šele tretje leto, je časovni interval meritev prekratek za spremljanje časovnih trendov.

#### 3.3.3. Delci $\text{PM}_{10}$

Rezultati meritev delcev  $\text{PM}_{10}$  so v poglavju 2.3.5.

#### 3.3.4. Težke kovine v delcih $\text{PM}_{10}$

Rezultati meritev so v poglavju 5.3.

#### 3.3.5. Dušikov dioksid

V tem poglavju so podatki meritev dušikovega dioksida ( $\text{NO}_2$ ), ki jih spremljamo za mednarodni program EMEP. Koncentracija je izražena v enotah  $\mu\text{g N/m}^3$ . Zaradi onesnaženja filtrov pri rokovanju v kemijskem laboratoriju so na voljo rezultati meritev do 6. novembra 2005.

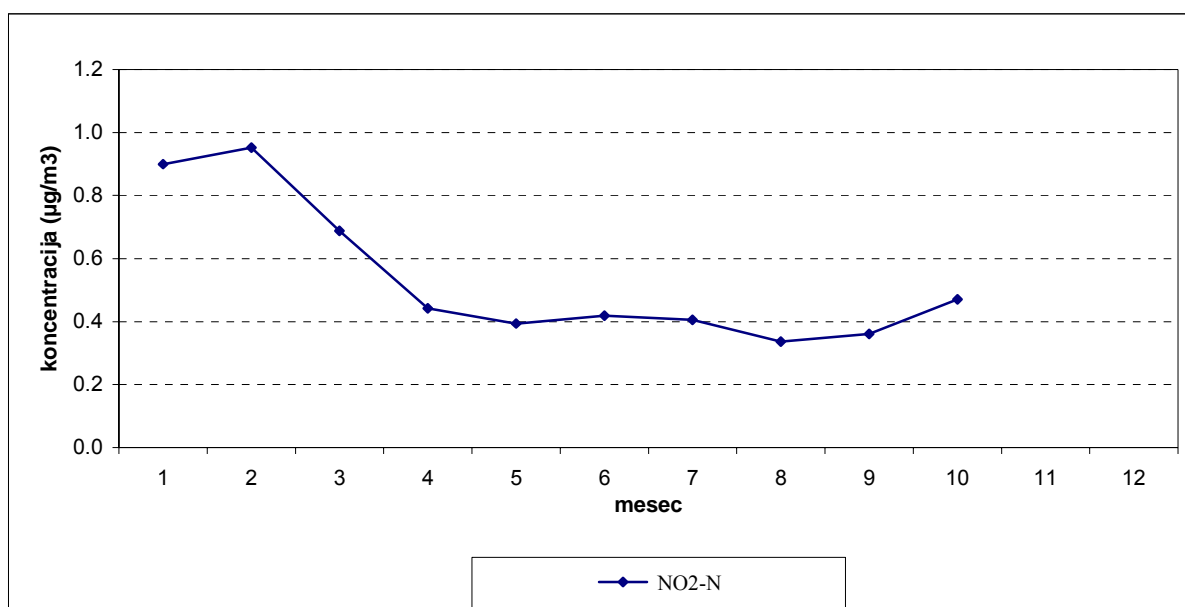
V tabeli 3.3.5.(1) so podane povprečne in maksimalne koncentracije dušikovega dioksida v zunanjem zraku ter percentili (50-percentil, 98-percentil) za leto 2005.

**Tabela 3.3.5.(1):** Koncentracija dušikovega dioksida v letu 2005. Podani so povprečna letna vrednost (c-povprečna), maksimalna vrednost (c-maksimalna) in percentili (50-percentil, 98-percentil)

Parameter	Statistična količina	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub> - N	c-povprečna	0.54
	c-maksimalna	1.67
	50-percentil	0.44
	98-percentil	1.37

Koncentracija dušikovega dioksida v letu 2005 je bila nižja kot leto poprej – dosegla je 70 % vrednosti iz leta 2004.

Na sliki 3.3.5.(1) je prikazan potek 24-urnih koncentracij dušikovega dioksida za leto 2005.



**Slika 3.3.5.(1):** Povprečne mesečne koncentracije dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi za leto 2005

### 3.3.6. Žveplave in dušikove spojine ter anorganski ioni

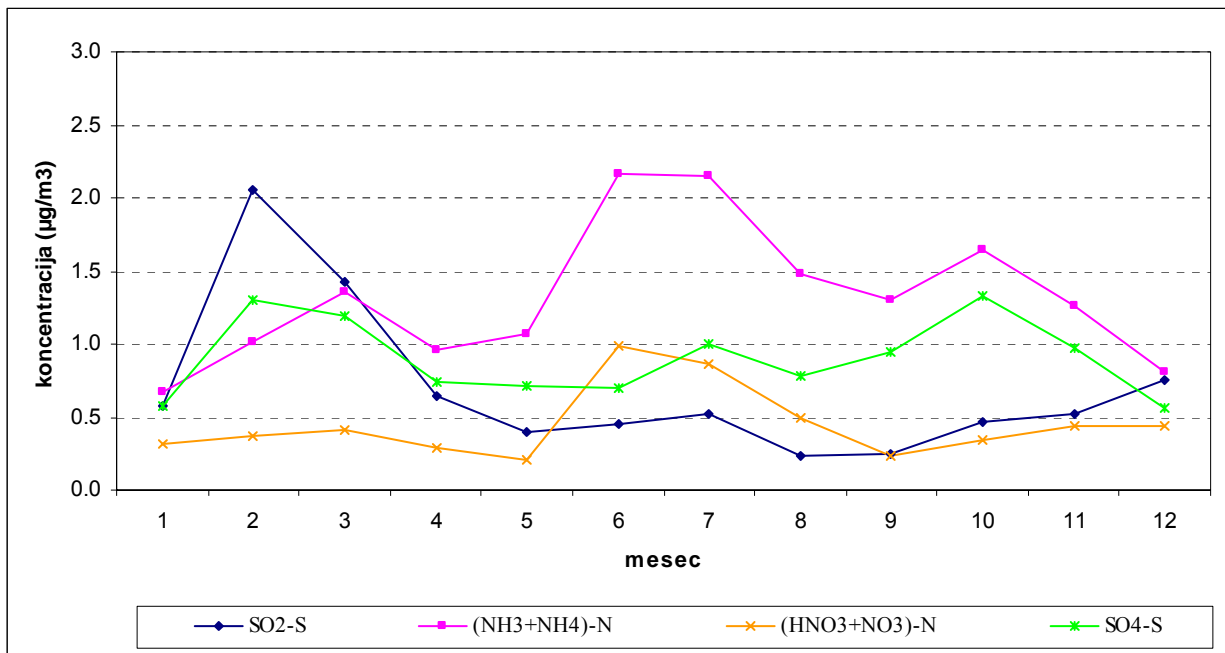
V tem poglavju so podatki meritev oksidirane žvepla (SO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), oksidirane dušika (HNO<sub>3</sub>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), reducirane dušika (NH<sub>3</sub>+NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) in anorganskih ionov (Cl<sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), ki dajejo informacijo o kislno-alkalnih komponentah v zraku in jih spremljamo za mednarodni program EMEP. Koncentracije so izražene v enotah  $\mu\text{g S}/\text{m}^3$ ,  $\mu\text{g N}/\text{m}^3$  oziroma v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

V tabeli 3.3.6.(1) so povprečne in maksimalne koncentracije ter percentili (50-percentil, 98-percentil) za nekurilno sezono (april – september), kurilno sezono (oktober – marec) ter za celo leto, na slikah 3.3.6.(1) in 3.3.6.(2) pa so prikazane povprečne mesečne koncentracije za vse parametre.

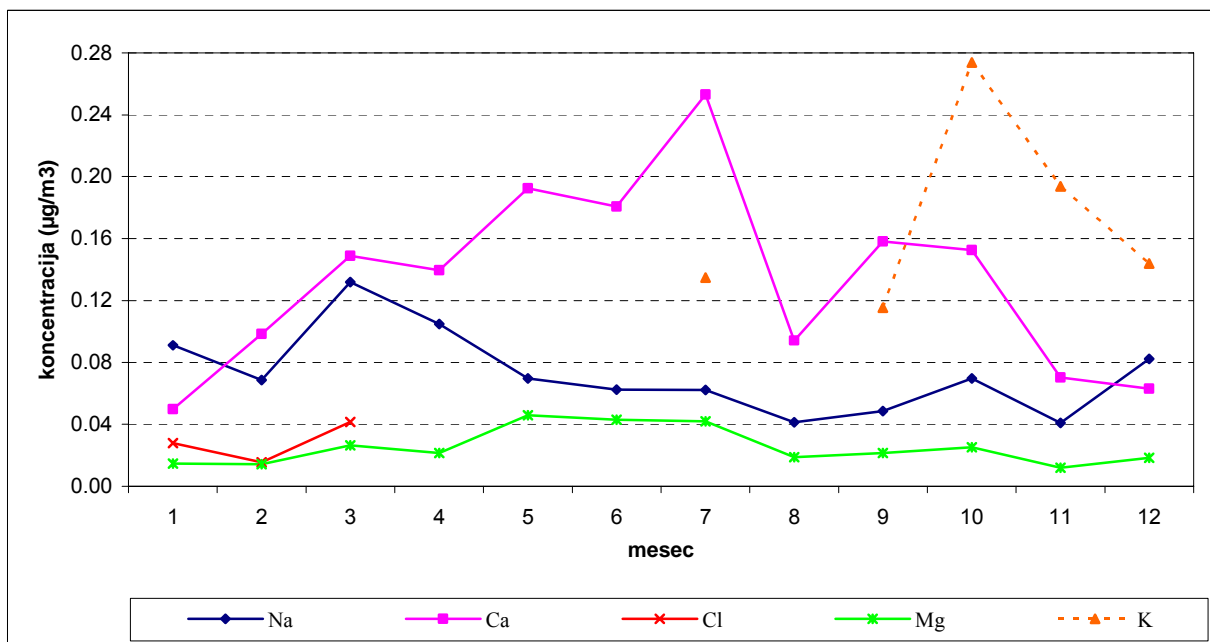
**Tabela 3.3.6.(1):** Povprečne in maksimalne koncentracije ter percentili (50-percentil, 98-percentil) za žveplo, dušik in druge anorganske ione v zraku na Iskrbi za nekurilno sezono, kurilno sezono ter za celo leto 2005

Parameter	Statistična količina	Apr.-sep. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Okt.-mar. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Jan.-dec. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	c-povprečna	0.809	0.959	0.884
	50-percentil	0.688	0.654	0.674
	98-percentil	2.243	3.370	3.111
	c-maksimalna	2.461	5.356	5.356
$\text{SO}_2\text{-S}$	c-povprečna	0.429	0.992	0.710
	50-percentil	0.198	0.482	0.298
	98-percentil	2.040	5.401	4.448
	c-maksimalna	3.474	7.110	7.110
$(\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-)\text{-N}$	c-povprečna	0.527	0.387	0.457
	50-percentil	0.277	0.283	0.282
	98-percentil	2.245	1.499	2.121
	c-maksimalna	3.282	2.071	3.282
$(\text{NH}_3+\text{NH}_4^+)\text{-N}$	c-povprečna	1.538	1.090	1.315
	50-percentil	1.292	0.816	1.026
	98-percentil	4.826	3.654	4.435
	c-maksimalna	6.748	4.862	6.748
$\text{Cl}^-$ *	c-povprečna	-	-	-
	50-percentil	-	-	-
	98-percentil	-	-	-
	c-maksimalna	-	-	-
$\text{Ca}^{2+}$	c-povprečna	0.172	0.093	0.133
	50-percentil	0.121	0.061	0.086
	98-percentil	0.679	0.392	0.572
	c-maksimalna	1.394	0.549	1.394
$\text{Mg}^{2+}$	c-povprečna	0.033	0.018	0.025
	50-percentil	0.022	0.012	0.016
	98-percentil	0.169	0.065	0.102
	c-maksimalna	0.215	0.082	0.215
$\text{Na}^+$	c-povprečna	0.066	0.082	0.074
	50-percentil	0.040	0.059	0.048
	98-percentil	0.313	0.361	0.330
	c-maksimalna	0.420	0.569	0.569
$\text{K}^+$ *	c-povprečna	-	-	-
	50-percentil	-	-	-
	98-percentil	-	-	-
	c-maksimalna	-	-	-

\* Ni podatkov zaradi težav pri analizi vzorcev v kemijskem laboratoriju.



**Slika 3.3.6.(1):** Povprečne mesečne koncentracije žveplovega dioksida SO<sub>2</sub> in sulfatnega aerosola SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> v zraku (izraženo kot žveplo) ter oksidirane dušika (HNO<sub>3</sub> + NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) in reducirane dušika (NH<sub>3</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi za leto 2005



**Slika 3.3.6.(2):** Povprečne mesečne koncentracije natrija, kalcija, klorida, magnezija in kalija v zraku na Iskrbi za leto 2005

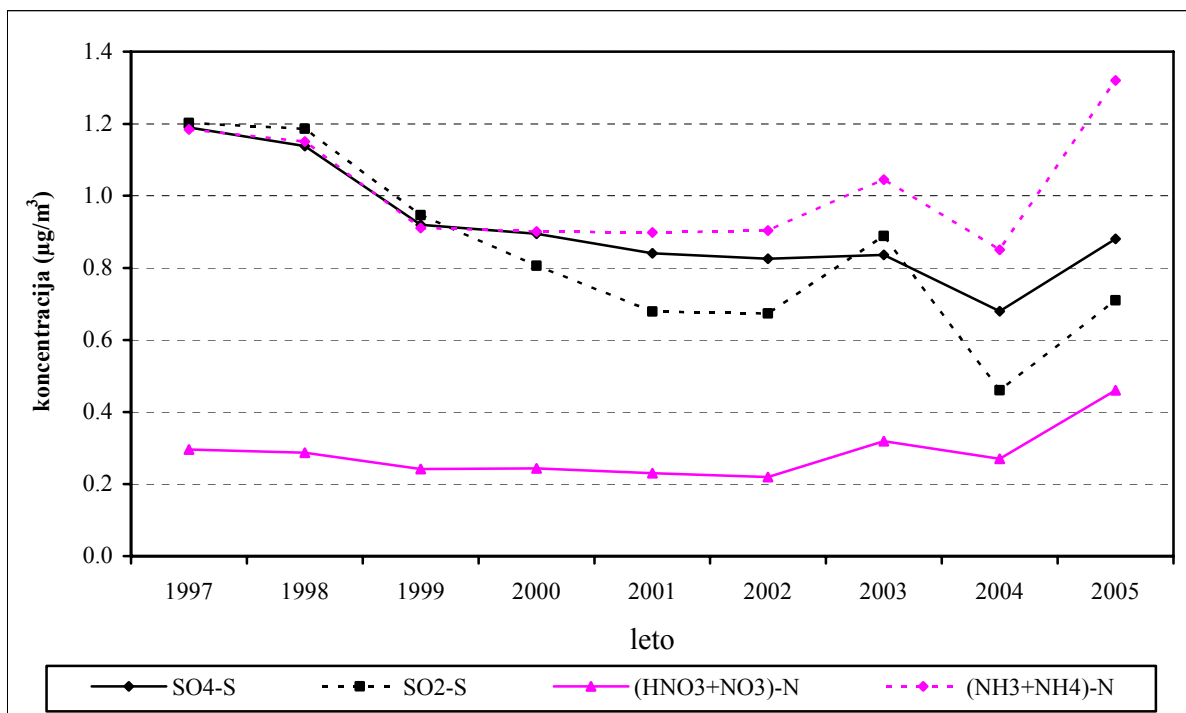
## Časovni trendi onesnaženosti zraka z žveplovimi in dušikovimi spojinami

Dolgoletne povprečne koncentracije žveplovih in dušikovih spojin v zraku so zbrane v tabeli 3.3.6.(2), grafični prikaz povprečnih letnih koncentracij za omenjene spojine pa je na sliki 3.3.6.(3).

Izrazitejši trend upadanja koncentracij žveplovih in dušikovih spojin v zraku na Iskrbi je bil zaznan leta 1999. Po letu 1999 se koncentracija sulfatnega aerosola  $\text{SO}_4^{2-}$  v zraku ne spreminja, v letu 2004 pa se je v primerjavi z letom 2003 znižala za skoraj 20%. V letu 2005 se je koncentracija sulfatnega aerosola  $\text{SO}_4^{2-}$  spet nekoliko povišala in je na ravni koncentracije iz leta 2000. V nasprotju s sulfatnim aerosolom koncentracija žveplovega dioksida  $\text{SO}_2$  v zraku v letih 1999-2002 rahlo upada, v letu 2004 pa se je znižala za skoraj 50% glede na leto 2003. V letu 2005 se je koncentracija žveplovega dioksida  $\text{SO}_2$  povišala za 54 % glede na leto 2004. Koncentracija oksidirane dušika ( $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$ ) se po letu 1999 bistveno ne spreminja, v letu 2005 pa doseže maksimalno letno koncentracijo  $0.46 \mu\text{g N/m}^3$  v obdobju 1997-2005. Tudi koncentracija reducirane dušika ( $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$ ) v zraku se po letu 1999 ne spreminja. V letu 2003 se je nekoliko povišala in sicer za dobrih 16 % glede na leto 2002, v letu 2005 pa za 55 % glede na leto poprej.

**Tabela 3.3.6.(2):** Povprečne letne koncentracije za žveplo in dušik v zraku na Iskrbi za obdobje 1997-2005. Dnevno vzorčenje

Leto	Koncentracija ( $\mu\text{g/m}^3$ )			
	$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	$\text{SO}_2\text{-S}$	$(\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-)\text{-N}$	$(\text{NH}_3+\text{NH}_4^+)\text{-N}$
1997	1.19	1.20	0.30	1.18
1998	1.14	1.19	0.29	1.15
1999	0.92	0.95	0.24	0.91
2000	0.89	0.81	0.24	0.90
2001	0.84	0.68	0.23	0.90
2002	0.83	0.67	0.22	0.90
2003	0.84	0.89	0.32	1.05
2004	0.68	0.46	0.27	0.85
2005	0.88	0.71	0.46	1.32



**Slika 3.3.6.(3):** Povprečne letne koncentracije sulfatnega aerosola  $\text{SO}_4^{2-}$  in žveplovega dioksida  $\text{SO}_2$  v zraku (izraženo kot žveplo) ter oksidiranega dušika ( $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ ) in reduciranega dušika ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi za obdobje 1997-2005. Dnevno vzorčenje

### 3.3.7 Aerosolski črni ogljik (ČO)

Med sestavinami trdnih delcev, ki onesnažujejo zrak, ima posebno mesto aerosolski črni ogljik (angl.: aerosol black carbon, BC), ki je produkt nepopolnega izgorovanja fosilnih in drugih goriv. Zaradi tega je indikator onesnaževanja iz številnih antropogenih (promet, individualna kurišča, industrijski procesi, požari, ki jih povzroči človek) kot tudi naravnih (požari v naravi) virov. Zaradi fizikalnih lastnosti (nahaja se predvsem v drobnih delcih premera pod 1 mikrometer, ima dolgo življenjsko dobo v zraku, potuje na velike razdalje) in kemijske sestave (delci ČO so lahko nosilci adsorbiranih škodljivih spojin) ima znaten negativen učinek na okolje kot tudi na zdravje ljudi.

Ta parameter onesnaženosti zraka ni predpisan v nobeni uredbi o izvajanju monitoringa v Sloveniji, prav tako niso navedene njegove mejne vrednosti v zunanjem zraku. V letu 2005 so bile opravljene poskusne meritve ČO na dveh merilnih mestih ozadja (Iskrba in Krvavec). Rezultati meritev niso popolni zaradi tehničnih težav pri delovanju merilnikov, kar je razvidno iz podatkov v tabeli 3.3.7.1.

**Tabela 3.3.7.1:** Povprečna letna koncentracija črnega ogljika ČO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005

Merilno mesto	% podatkov	Koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Iskrba*	42	0.515
Krvavec*	63	0.232

\* Informativni podatki, prenizek odstotek veljavnih podatkov.

**Tabela 3.3.7.2:** Povprečne mesečne koncentracije črnega ogljika ČO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005

Mer. mesto/mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Iskrba*	0.650	0.793	0.831	-	0.360	0.431	0.264	0.371	0.417	-	-	-
Krvavec*	0.78	-	-	0.173	0.260	0.289	0.304	0.253	0.312	0.374	0.159	0.118

\* Informativni podatki, prenizek odstotek veljavnih podatkov.



## 4. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN

### 4.1. Osnovna merilna mreža

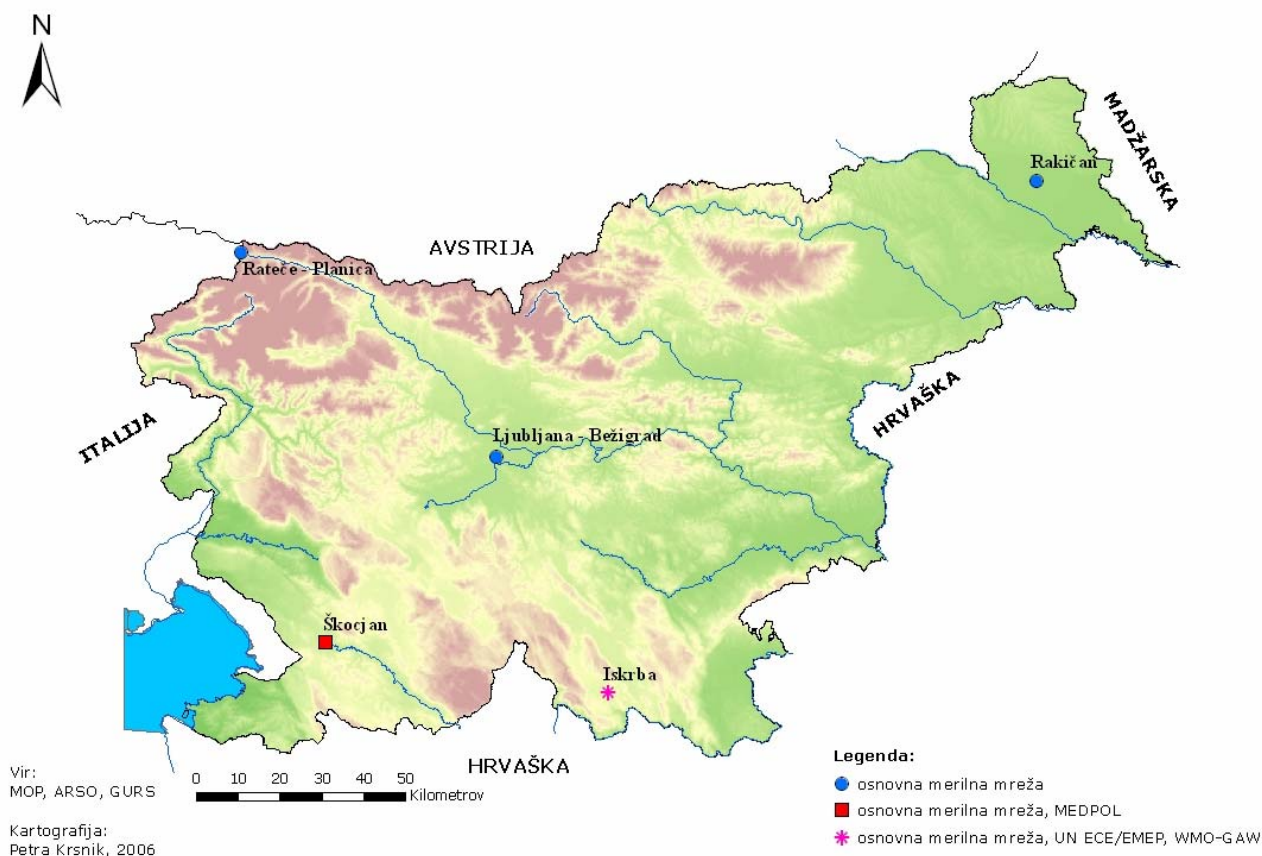
#### 4.1.1. Merilna mreža in nabor meritev

Meritve kakovosti padavin smo v letu 2005 v okviru osnovne merilne mreže (meritve Agencije Republike Slovenije za okolje – ARSO) izvajali na petih merilnih mestih, ki so enakomerno razporejena po Sloveniji. Na vseh merilnih mestih je vzorčenje padavin potekalo neprekinjeno vse leto vsak dan.

V tabeli 4.1.1.(1) je podan opis merilnih mest za meritve kakovosti padavin v letu 2005 iz osnovne merilne mreže. Merilna mesta lahko razdelimo na taka, ki se nahajajo v relativno čistem, podeželskem okolju (Iskrba pri Kočevski Reki, Rakičan pri Murski Soboti, Rateče – Planica, Škocjan), ter na tista, ki so v urbanem območju (Ljubljana). Merilno mesto Iskrba pri Kočevski Reki je vključeno v evropsko merilno mrežo EMEP, v okviru katere se spremlja transport onesnaženosti zraka na velike razdalje preko meja in v svetovno merilno mrežo GAW, ki je bolj raziskovalnega značaja in spremlja kemijsko sestavo atmosfere in beleži časovne trende. Iskrba se nahaja v neobremenjenem okolju, proč od lokalnih virov onesnaženosti zraka in je namenjena spremljanju tako imenovanega ozadja onesnaženosti zraka. Na merilnem mestu Škocjan se v okviru programa MEDPOL po Barcelonski konvenciji spremlja vnos snovi iz zraka v Sredozemsko morje.

**Tabela 4.1.1.(1):** Opis merilnih mest za meritve kakovosti padavin v letu 2005. Osnovna merilna mreža

Merilno mesto	Nadmorska višina (m)	Zemljepisna širina (° ' ")	Zemljepisna dolžina (° ' ")	GKK <sub>X</sub>	GKK <sub>Y</sub>
Iskrba pri Kočevski Reki	540	45 33 41	14 51 46	5046336	5489290
Ljubljana - Bežigrad	299	46 03 57	14 31 02	5102486	5462645
Rakičan pri Murski Soboti	188	46 39 09	16 11 46	5168258	5591549
Rateče – Planica	864	46 29 51	13 43 03	5151142	5401574
Škocjan	420	45 39 51	13 59 51	5058228	5421892



**Slika 4.1.1.(1):** Merilna mesta za meritve kakovosti padavin v letu 2005. Osnovna merilna mreža

Na vseh merilnih mestih iz tabele 4.1.1.(1) in slike 4.1.1.(1) je v letu 2005 potekalo dnevno vzorčenje padavin z avtomatskim vzorčevalnikom »wet-only«, ki vzorčuje le mokro usedlino (kapljice in padavine), zato nimamo več podatkov o količini prašnih usedlin. Za vsa merilna mesta, razen za Iskrbo pri Kočevski Reki in Ljubljano – Bežigrad, smo posamezne dnevne vzorce (dnevni vzorci padavin od ponedeljka do nedelje iste serije) združili v tedenskega in ga kemijsko analizirali. Z merilnih mest Iskrba pri Kočevski Reki in Ljubljana – Bežigrad smo analizirali dnevne vzorce padavin. V dnevni in tedenski vzorci padavin smo določili parametre, ki so navedeni v tabeli 4.1.1.(2) Pri majhnih količinah padavin v vzorcih ni bilo mogoče določiti vseh navedenih parametrov.

**Tabela 4.1.1.(2):** Nabor parametrov, ki se določajo v vzorcih padavin in vrsta vzorca za kemijsko analizo

Merilno mesto	Količina padavin	Anioni ( $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Cl}^-$ ) in kationi ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ )	pH	Električna prevodnost	Vrsta vzorca za kemijsko analizo
Iskrba pri Kočevski Reki	x	x	x	x	dnevni
Ljubljana - Bežigrad	x	x	x	x	dnevni
Rakičan pri Murski Soboti	x	x	x	x	tedenski
Rateče – Planica	x	x	x	x	tedenski
Škocjan	x	x	x	x	tedenski

Legenda:

$\text{SO}_4^{2-}$  - sulfatni ion  
 $\text{NO}_3^-$  - nitratni ion  
 $\text{Cl}^-$  - kloridni ion  
 $\text{NH}_4^+$  - amonijev ion

$\text{Na}^+$  - natrijev ion  
 $\text{K}^+$  - kalijev ion  
 $\text{Ca}^{2+}$  - kalcijev ion  
 $\text{Mg}^{2+}$  - magnezijev ion

V dopolnilni merilni mreži so se v letu 2005 poleg meritev kakovosti padavin izvajale tudi meritve prašnih usedlin. Meritve kakovosti padavin in prašnih usedlin na merilnih mestih iz dopolnilne merilne mreže izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV) iz Ljubljane.

#### 4.1.2. Merilne metode in kakovost meritev

Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov je v letu 2005 sledil splošnim zahtevam programov EMEP in GAW. Glavni elementi sistema kakovosti pri omenjenih programih so:

- doseganje ciljnih vrednosti za kakovost podatkov: točnost, preciznost, izplen podatkov ter ustrezna časovna pokritost meritev:
  - izplen pravih podatkov: 90% za 24-urne meritve,
  - merilna negotovost za vzorčenje in kemijske analize skupaj 15 – 25%,
  - 0.05 enot za pH
  - točnost za laboratorijske analize:

$\text{SO}_4^{2-}$	0.032 mg S/l
$\text{NO}_3^-$	0.014 mg N/l
$\text{Cl}^-$	0.107 mg Cl/l
$\text{NH}_4^+$	0.028 mg N/l
$\text{Na}^+$	0.007 mg Na/l
$\text{K}^+$	0.012 mg K/l
$\text{Ca}^{2+}$	0.012 mg Ca/l
$\text{Mg}^{2+}$	0.007 mg Mg/l

Točnost laboratorijskih meritev preverjamo z analizami certificiranih referenčnih materialov (CRM 408 in CRM 409), ki jih analiziramo vsaj enkrat na leto oz. po potrebi. Točnost laboratorijskih meritev preverjamo tudi s sodelovanjem v medlaboratorijskih primerjalnih shemah (EMEP, GAW).

- natančnost ali ponovljivost ter obnovljivost 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.
  - pravilnost kemijskih analiz preverjamo z računanjem ionske bilance, ki temelji na principu električne nevtralnosti v vzorcu padavine ter s primerjavo izmerjene in izračunane električne prevodnosti.
- kriterij za ionsko bilanco:

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

- kriterij za električno prevodnost:

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

- predpisane merilne metode in kontrole kakovosti,
- vodenje dokumentacije o meritvah (o vzdrževanju instrumentov, o merilnih metodah, o metodologijah, o referenčnih in ekvivalentnih metodah, itd.),
- redna letna medlaboratorijska primerjava,
- primerjava vzorčevalnikov in merilnih sistemov na merilnih mestih,
- ekspertna ocena kakovosti meritev na merilnih mestih in v laboratoriju (zunanja presoja),
- kontrola in validacija podatkov meritev na nacionalnem in EMEP nivoju,
- redni letni pregled merilnih mest, delovanja vzorčevalnikov ter kontrola postopkov dela opazovalcev na merilnih mestih.

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

Za določevanje kakovosti padavin analiziramo dnevne in tedenske vzorce padavin, parametri so zbrani v tabeli 4.1.2.(1). Za določevanje koncentracij anionov in kationov v dnevnih in tedenskih padavinah je bila uporabljena merilna metoda ionska kromatografija (IC).

**Tabela 4.1.2.(1):** Merilni principi, referenčne metode in lastnosti metod za dnevne in tedenske padavine

Parameter	Merilni princip	Referenčna metoda	Meja detekcije
količina padavin (g)	gravimetrija	interna	0.1
pH	elektrometrija	ISO 10523	-
električna prevodnost $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25°C)	elektrometrija	ISO 7888	1
sulfat $\text{SO}_4^{2-}$ (mg/l)	* IC	EN ISO 10304-1	0.028
nitrat $\text{NO}_3^-$ (mg/l)	* IC	EN ISO 10304-1	0.006
klorid $\text{Cl}^-$ (mg/l)	* IC	EN ISO 10304-1	0.014
amonij $\text{NH}_4^+$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.013
natrij $\text{Na}^+$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.017
kalij $\text{K}^+$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.012
kalcij $\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.012
magnezij $\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.008

\* ionska kromatografija

### 4.1.3. Rezultati meritev in časovni trendi

Za razumevanje rezultatov meritev podajamo na kratko razlago osnovnih pojmov in lastnosti v zvezi s kemijsko sestavo padavin.

Škodljive snovi iz zraka padejo na zemljo kot suhe ali pa kot mokre usedline. Suhe usedline so plini ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$ ) ali trdni delci (sulfati, nitrati, karbonati, kloridi), mokre usedline pa so kapljice padavin (dež, sneg, aerosoli v megli), ki vsebujejo raztopljene disociirane soli (sulfate, nitrate, karbonate, kloride). Kisli dež je torej mokra kislina usedlina in je le ena od komponent kislinskih usedlin.

Kemijska sestava padavin je merilo za stopnjo onesnaženosti zraka. Glavne sestavine padavin so namreč produkti oksidacije najpogostejših onesnaževal v zraku ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , ogljikovodiki). Le-ti so v obliki disociiranih kislin ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) povzročitelji kislosti padavin. H kislosti padavin prispevajo deloma tudi specifična onesnaževala (fluoridi, fosfati, organske kisline) vendar v manjši meri, ker se pojavljajo v manjšem obsegu v onesnaženem zraku v primerjavi z žveplovimi in dušikovimi spojinami.

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. Anioni kislin povečujejo kislost padavin, medtem ko jih kationi ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), ki so prisotni v delcih naravnega prahu, ter amonijev ion ( $\text{NH}_4^+$ ) nevtralizirajo ali naredijo celo alkalne.

Ker se prenašata glavna povzročitelja kislosti padavin  $\text{SO}_2$  in  $\text{NO}_x$  v obliki plinov ali aerosolov tudi na velike razdalje, odražajo padavine ne le lokalno in regionalno temveč deloma tudi globalno

onesnaženost zraka. V Sloveniji imamo eno merilno postajo, t.j. Iskrba pri Kočevski Reki, ki je vključena v evropsko merilno mrežo EMEP, v okviru katere se spremlja transport onesnaženosti zraka na velike razdalje preko meja.

V tem poglavju podajamo rezultate meritev kakovosti padavin iz osnovne in dopolnilne merilne mreže.

V tabeli 4.1.3.(1) so podane koncentracije ionov v padavinah, pH vrednost in električna prevodnost padavin za leto 2005 iz osnovne merilne mreže.

Za merilna mesta iz osnovne merilne mreže veljajo za padavine v letu 2005 sledeče ugotovitve. Tako kot leto 2004 je bilo tudi leto 2005 v primerjavi z letom 2003 mokro leto. V letu 2005 je bilo 75 % tedenskih vzorcev padavin s treh merilnih mest z vrednostjo pH pod 5.6, medtem ko je bil ta odstotek 87 % pri dnevnih vzorcih z dveh merilnih mest. Delež tedenskih in dnevnih kislih vzorcev je bil torej približno enak kot v letu 2004.

Najbolj kisle padavine so bile v letu 2005 na merilnem mestu Ljubljana-Bežigrad (90 % vzorcev s pH pod 5.6), najmanj kisle pa v Ratečah-Planici (62 %). Kisle padavine so se pojavljale v Sloveniji preko celega leta (slika 4.1.3.(2)), na večini merilnih mest pa so se zaradi povečane emisije žveplovega dioksida pogosteje pojavljale nižje pH vrednosti v kurilni sezoni. V dnevnih vzorcih je bil izmerjen najnižji pH 3.91 na Iskrbi, v tedenskih vzorcih pa 4.05 v Škocjanu. Najmanj kisle padavine so bile v letu 2005 tako kot leto poprej v Ratečah – Planici in v Rakičanu pri Murski Soboti. Padavine so v Ratečah – Planici manj kisle v primerjavi z drugimi merilnimi mesti zaradi geološke sestave kamnin, ki so pretežno apnenčastega izvora (pojav abrazije), v Rakičanu pa so padavine manj kisle zaradi prašnih delcev zemlje, ki lahko zaradi svoje alkalitete dvignejo pH vrednost padavin. V neposredni bližini merilnega mesta namreč poteka intenzivno kmetijstvo.

Visoke koncentracije vodikovih ionov v padavinah na Iskrbi so povzročile visoko kumulativno letno depozicijo teh ionov, saj je na Iskrbi v primerjavi z drugimi merilnimi mesti padlo največ padavin.

Najnižja kumulativna letna depozicija vodikovih ionov je bila, tako kot zadnji dve leti, izmerjena v Rakičanu pri Murski Soboti (tabela 4.1.3.(3)), saj je bilo tudi v letu 2005 v Rakičanu v primerjavi z drugimi merilnimi mesti najmanj padavin.

**Tabela 4.1.3.(1):** Koncentracije ionov, pH in električna prevodnost padavin v letu 2005. Podani so povprečna letna vrednost (povp.), minimalna vrednost (min.), maksimalna vrednost (maks.) in standardna deviacija (st.d.). Osnovna merilna mreža, dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevnih oziroma tedenskih vzorcev padavin

Merilno mesto		El. prev. pri 25°C (μS/cm)	Koncentracija ionov (mg/l)								
			pH	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Iskrba pri Kočevski Reki	povp.	12	4.88	0.25	0.04	0.05	0.26	0.38	1.32	1.17	0.47
	min.	3	3.91	0.01	0.01	0.004	0.01	0.03	0.24	0.29	0.05
	maks.	65	6.58	2.08	0.29	0.49	3.71	5.76	12.63	7.87	3.34
	st. d.	11	0.55	0.38	0.06	0.07	0.53	0.85	2.02	1.39	0.52
Ljubljana-Bežigrad	povp.	14	4.80	0.19	0.02	0.04	0.27	0.47	1.40	1.37	0.39
	min.	4	3.92	0.01	0.01	0.004	0.01	0.09	0.28	0.32	0.05
	maks.	77	6.93	2.59	0.50	0.39	7.23	4.34	13.10	10.71	3.77
	st. d.	14	0.53	0.43	0.07	0.08	1.12	0.77	2.12	1.80	0.63
Rakičan pri Murski Soboti	povp.	11	5.13	0.10	0.04	0.04	0.34	0.63	1.47	1.42	0.27
	min.	5	4.33	0.02	0.01	0.004	0.03	0.12	0.69	0.43	0.13
	maks.	38	6.37	0.81	0.30	1.30	3.73	3.76	6.71	7.65	3.84
	st. d.	9	0.55	0.18	0.06	0.20	0.75	0.72	1.52	1.84	0.60
Rateče-Planica	povp.	9	5.31	0.06	0.02	0.09	0.47	0.34	1.03	0.90	0.24
	min.	2	4.60	0.01	0.01	0.004	0.01	0.06	0.28	0.20	0.06
	maks.	80	6.87	1.62	0.36	0.74	3.71	7.65	18.36	8.14	2.69
	st. d.	13	0.54	0.32	0.06	0.13	0.73	1.19	3.25	1.32	0.62
Škocjan	povp.	15	4.89	0.31	0.03	0.05	0.32	0.51	1.77	1.43	0.55
	min.	5	4.05	0.04	0.01	0.004	0.01	0.08	0.49	0.41	0.12
	maks.	103	6.28	7.11	0.70	0.90	2.54	6.90	25.24	7.79	10.36
	st. d.	22	0.55	1.12	0.12	0.14	0.62	1.51	5.67	1.96	1.72

**Tabela 4.1.3.(2):** Kisle padavine v Sloveniji v letu 2005. Osnovna merilna mreža, dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevnih oziroma tedenskih vzorcev padavin

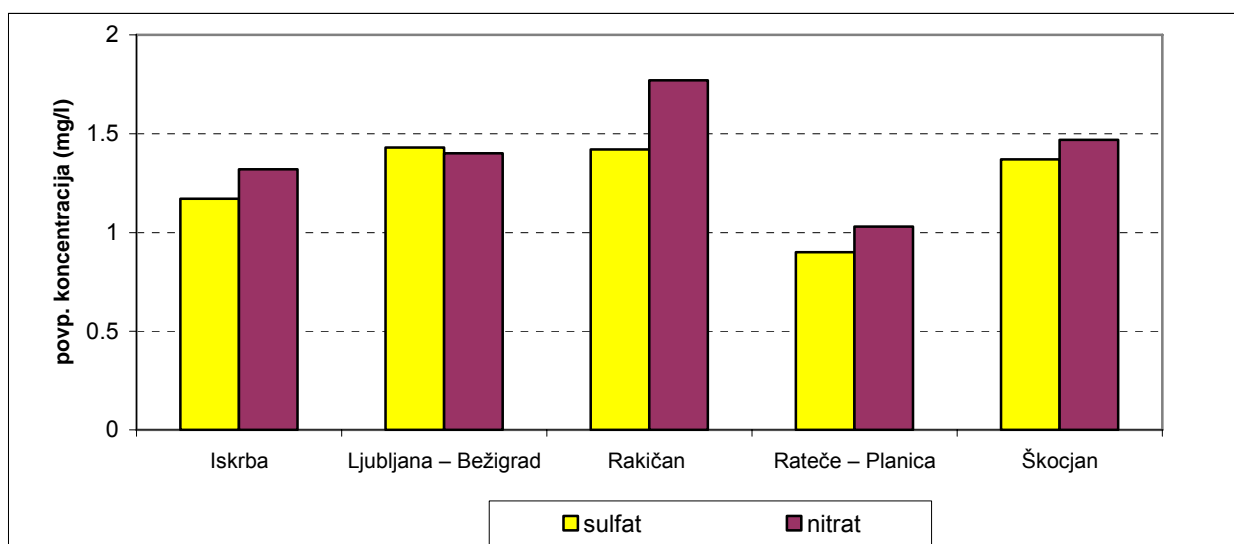
Merilno mesto	Vrsta vzorca	Št. vseh vzorcev	Št. vzorcev z izmerjenim pH	Št. vzorcev s pH<5,6	* Vol. delež (%) s pH<5,6	Delež kislil vzorcev (%)	pH <sub>min</sub>
Iskrba pri Kočevski Reki	dnevni	173	96	80	75	83	3.91
Ljubljana – Bežigrad	dnevni	149	98	88	96	90	3.92
Rakičan pri Murski Soboti	tedenski	45	36	28	78	78	4.33
Rateče – Planica	tedenski	46	37	23	54	62	4.60
Škocjan	tedenski	44	38	32	86	84	4.05

\* Pri izračunu volumskega deleža kislil padavin (%) so upoštevani le vzorci z izmerjeno vrednostjo pH.

**Tabela 4.1.3.(3):** Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 2005. Osnovna merilna mreža

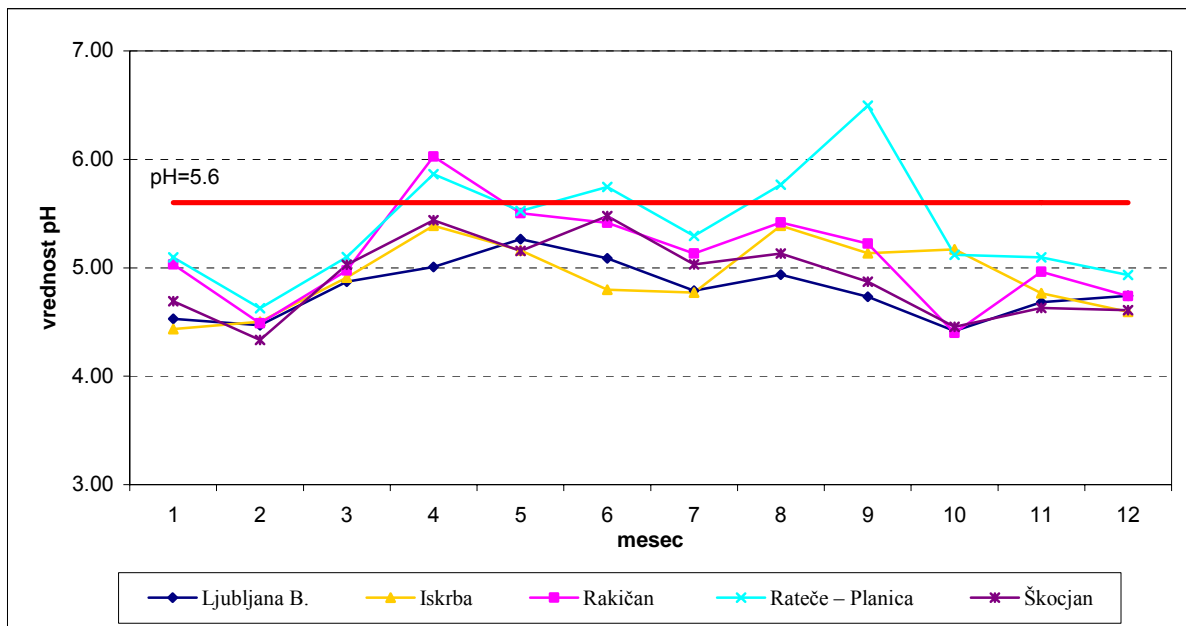
Merilno mesto	Količina padavin (mm)	Kumulativna depozicija (g/m <sup>2</sup> .leto)								
		* H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	Cl <sup>-</sup>
Iskrba pri Koč. R.	1567	20.8 · 10 <sup>-3</sup>	0.39	0.05	0.07	0.41	0.47	0.47	0.61	0.74
Ljubljana – Bež.	1364	21.7 · 10 <sup>-3</sup>	0.25	0.03	0.05	0.37	0.50	0.43	0.62	0.54
Rakičan pri MS	805	5.9 · 10 <sup>-3</sup>	0.08	0.03	0.03	0.27	0.39	0.26	0.38	0.22
Rateče - Planica	1236	5.9 · 10 <sup>-3</sup>	0.07	0.03	0.11	0.57	0.32	0.28	0.37	0.29
Škocjan	1336	16.8 · 10 <sup>-3</sup>	0.40	0.04	0.06	0.41	0.51	0.52	0.61	0.72

\* Depozicija H<sup>+</sup> je izračunana iz izmerjene vrednosti pH.

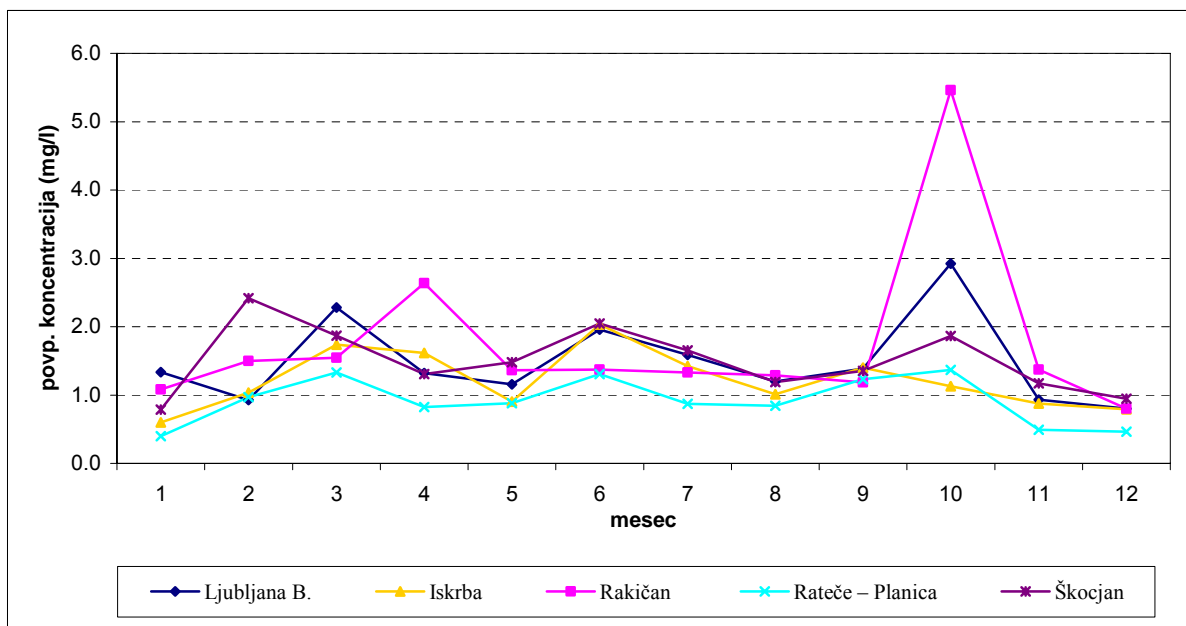


**Slika 4.1.3.(1):** Povprečna letna koncentracija sulfata in nitrata v padavinah v letu 2005

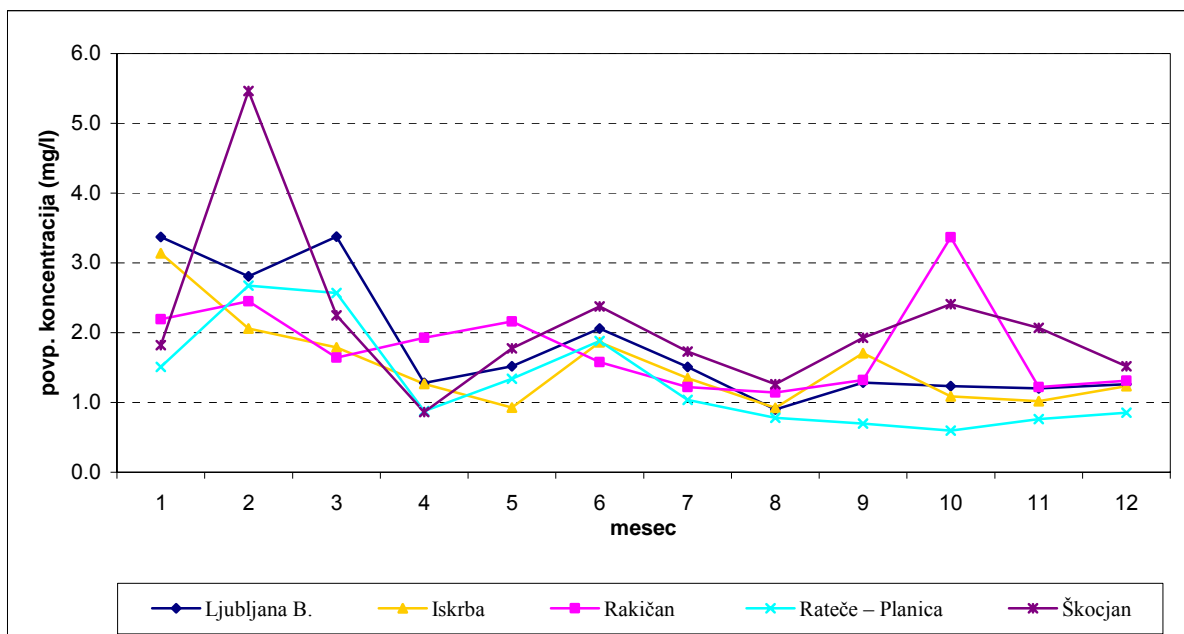




Slika 4.1.3.(2): Povprečne mesečne vrednosti pH padavin v letu 2005



Slika 4.1.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije sulfata v padavinah v letu 2005



Slika 4.1.3.(4): Povprečne mesečne koncentracije nitrata v padavinah v letu 2005

Med anioni prevladujeta v naših padavinah nitrat in sulfat. Med kationi v padavinah prevladuje amonij, sledita kalcijev in natrijev ion.

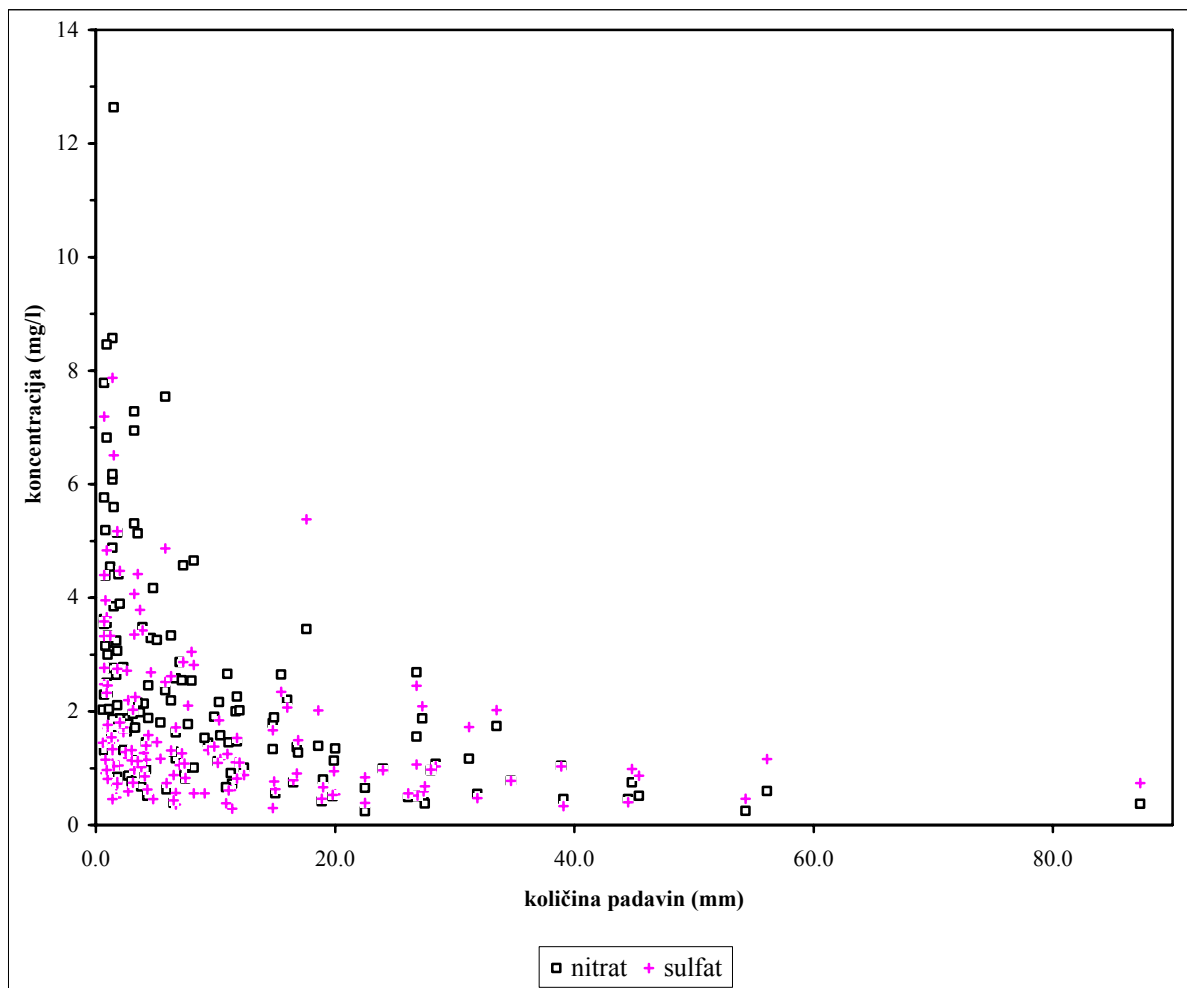
Poleg kislosti padavin sta pomembna podatka o obremenitvi okolja s škodljivimi snovmi še usedanje žvepla in dušika. Oba prispevata k zakisljevanju, presežek dušika pa še k evtrofikaciji. Količinsko se določi del te usedline, tako imenovani mokri depozit, iz meritev kakovosti padavin.

Mokra depozicija žvepla se je v letu 2005 v primerjavi z letom poprej - razen v Rakičanu, kjer je ostala na isti ravni - zmanjšala in se je gibala med 0.4 in 0.6 g/m<sup>2</sup>. Depozicija dušika, ki izvira iz nitrata in amonija, se je - razen v Rakičanu, kjer je ostala na isti ravni - prav tako zmanjšala in je bila v letu 2005 med 0.6 in 1.0 g/m<sup>2</sup>. Glavni vzrok za manjšo depozicijo žvepla in dušika v letu 2005 je bila nekoliko manjša količina padavin v primerjavi z letom 2004. Kaj pomenijo te vrednosti za okolje, navajamo za primerjavo vrednosti kritičnih depozicij. Skandinavski strokovnjaki so izračunali, da je za gozdno zemljo kritična obremenitev za žveplo 0.3-0.8 g/m<sup>2</sup> na leto (za granitno, gnajсно in kvarcitno podlago) oziroma 1.6-3.2 g/m<sup>2</sup> na leto (za bazaltno in apnenčasto podlago), za dušik pa je kritična obremenitev za večino ekosistemov 0.3-1.5 g/m<sup>2</sup> na leto. Kritična obremenitev je po UN ECE definirana kot »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«. 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 lahko le orientacijska.

Glede koncentracij in depozicije posameznih ionov s padavinami veljajo za merilna mesta naslednje značilnosti. Škocjan izstopa glede visoke vsebnosti kloridnih in natrijevih ionov, saj je to merilno mesto najbližje morju in so zato najbolj prisotni morski aerosoli v zraku. Zaradi bližine morja je večja vsebnost natrijevega klorida tudi v padavinah na Iskrbi.

Koncentracija ionov v padavinah in njihova depozicija sta odvisni od količine padavin. Depozicija ionov se s količino padavin veča. Koncentracija ionov v padavinah pa lahko s količino padavin narašča ali pa upada, odvisno od tega, ali gre za proces spiranja snovi, ki so v obliki plinov in aerosolov, iz oblakov ali iz zračne plasti pod oblaki. Za primer je na sliki 4.1.3.(5) podana odvisnost

koncentracije nitrata in sulfata v dnevni vzorcih padavin od količine padavin za merilno mesto Iskrba.



**Slika 4.1.3.(5):** Odvisnost koncentracije nitrata in sulfata od količine padavin na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki. Dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevni vzorcev

## 4.2. Merilna mreža na vplivnih območjih termoelektrarn

### 4.2.1. Merilna mreža in merilna metoda

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 21 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. Za vzorčenje mesečnih vzorcev padavin in prašnih usedlin se uporabljajo zbiralniki tipa Bergerhoff.

#### 4.2.2. Rezultati meritev

Glavne ugotovitve iz rezultatov meritev koncentracij prašnih usedlin in kakovosti padavin za leto 2005 so:

- Koncentracije prašnih usedlin niso nikjer presegale mejnih vrednosti. Najvišja mesečna koncentracija prašnih usedlin  $107 \text{ mg/m}^2.\text{dan}$  je bila dosežena na merilnem mestu Prapretno, kar je manj kot tretjina mejne vrednosti, ki znaša  $350 \text{ mg/m}^2.\text{dan}$ . Tudi povprečne letne koncentracije prašnih usedlin niso na nobenem mestu presegale letne mejne vrednosti, ki znaša  $200 \text{ mg/m}^2.\text{dan}$ . Povprečne letne vrednosti prašnih usedlin so se gibale med najnižjo povprečno letno vrednostjo  $17 \text{ mg/m}^2.\text{dan}$  in najvišjo povprečno letno vrednostjo  $40 \text{ mg/m}^2.\text{dan}$ . Najnižja povprečna letna vrednost je bila dosežena na merilnem mestu Dobovec, najvišja pa na merilnem mestu TE-TO Ljubljana-Toplarniška. **Na večini vzorčevalnih mest so bile koncentracije prašnih usedlin na ravni prejšnjih dveh let.**

- Za padavine na vplivnih področjih termoelektrarn je značilno, da niso tako kisle kot padavine s področij, ki so od termoelektrarn bolj oddaljene. Vzrok za to so fini delci pepela in prahu, ki se nahajajo v zraku v bližini termoelektrarn, poleg tega so ti delci alkalnega značaja in tako nevtralizirajo padavine. Število kisljih vzorcev je tako v bližini termoelektrarn nižje kot na področjih, ki so od termoelektrarn bolj oddaljene. **V letu 2005 je bila kislost padavin najnižja v dosedanjih letih.**

- **V letu 2005 je depozicija žvepla na območju termoelektrarn ostala na ravni leta 2004.**

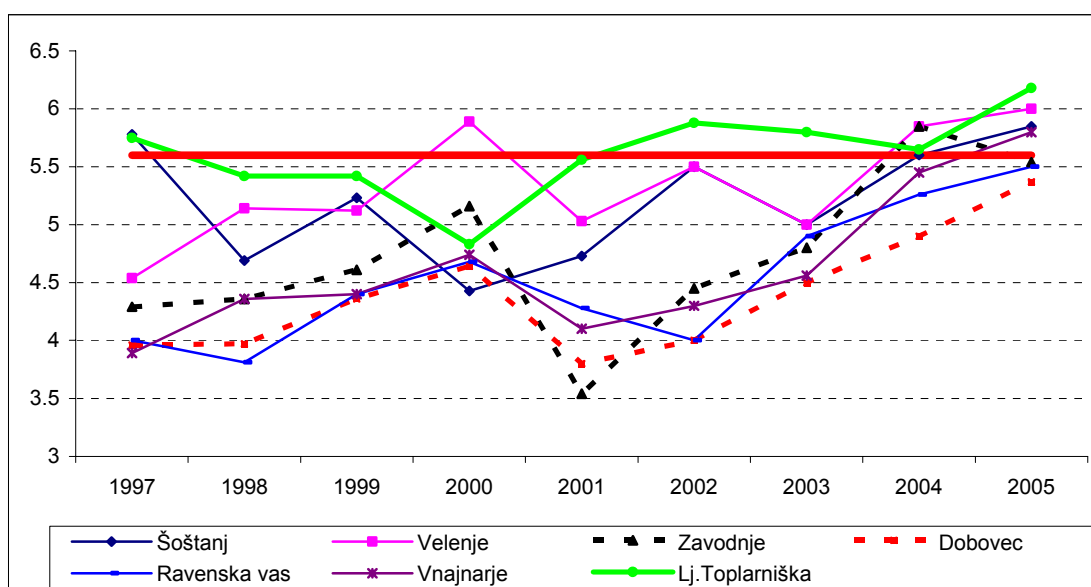
**Tabela 4.2.2.(1):** Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 2005

postaja	kol. pad. (mm)	koncentracija ionov mg/l						kumulativna depozicija g/m <sup>2</sup> .leto					
		pH	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	**HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	*H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	**HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
<b>EIS-TEI</b>													
Šoštanj	1257.6	6.26	2.90	0.18	2.96	3.25	0.13	6.99E-04	3.65	0.18	0.10	1.36	9.68
Topolšica	1253.9	5.88	2.21	0.52	1.59	3.11	0.12	1.65E-03	2.77	0.51	0.06	1.30	8.87
Zavodnje	1377.6	6.11	1.73	0.54	1.81	3.20	0.09	1.06E-03	2.39	0.58	0.09	1.47	7.59
Graška gora	1180.3	6.01	2.95	0.14	2.70	3.00	0.14	1.16E-03	3.49	0.13	0.09	1.18	9.97
Velenje	1301.8	6.58	1.97	0.17	2.58	2.82	0.09	3.38E-04	2.56	0.17	0.09	1.22	7.47
Veliki vrh	1210.9	5.75	1.71	0.49	1.56	3.07	0.08	2.14E-03	2.07	0.46	0.05	1.24	6.06
Stara vas	1195.6	6.55	2.32	0.40	1.99	3.01	0.14	3.39E-04	2.78	0.37	0.05	1.20	10.38
Škale	1279.4	6.02	1.87	0.24	1.60	2.93	0.09	1.22E-03	2.40	0.24	0.05	1.25	6.79
Pesje	1223.7	6.08	1.65	0.76	2.13	3.40	0.09	1.02E-03	2.02	0.73	0.06	1.39	6.57
<b>EIS-TET</b>													
Kovk	1278.6	5.99	1.94	0.43	1.74	3.16	0.14	1.31E-03	2.48	0.43	0.06	1.35	11.09
Dobovec	1441.2	5.85	3.55	0.47	2.22	4.90	0.24	2.05E-03	5.11	0.53	0.11	2.35	21.06
Kum	1463.4	6.51	2.66	0.47	1.69	3.55	0.19	4.57E-04	3.89	0.53	0.07	1.73	16.65
Ravenska vas	1184.9	6.00	2.04	0.60	1.87	3.78	0.14	1.18E-03	2.41	0.55	0.06	1.49	10.46
Lakonca	1163.2	5.79	2.64	0.29	1.89	3.62	0.17	1.88E-03	3.07	0.26	0.06	1.40	11.93
Prapretno	1351.9	5.78	2.09	0.31	2.47	3.90	0.14	2.25E-03	2.82	0.33	0.10	1.76	11.53
<b>TE-TO</b>													
<b>Ljubliana</b>													
Vnajnarje	1152.8	6.22	2.44	0.71	1.52	3.58	0.17	6.90E-04	2.81	0.63	0.04	1.38	11.74
Deponija	1323.6	6.04	2.24	0.80	2.14	3.70	0.15	1.20E-03	2.96	0.82	0.10	1.63	12.34
Partizanska	1386.0	6.50	3.03	0.58	2.17	4.34	0.19	4.38E-04	4.19	0.62	0.11	2.00	15.96
Toplarniška	1356.5	6.50	2.86	0.69	2.39	4.04	0.18	4.30E-04	3.87	0.73	0.10	1.83	14.73
JP Energetika	1280.6	6.61	3.09	0.39	1.97	3.64	0.20	3.14E-04	3.95	0.39	0.07	1.55	15.42
EIMV	1366.6	6.47	2.70	0.54	1.83	3.59	0.17	4.61E-04	3.69	0.57	0.08	1.63	13.84

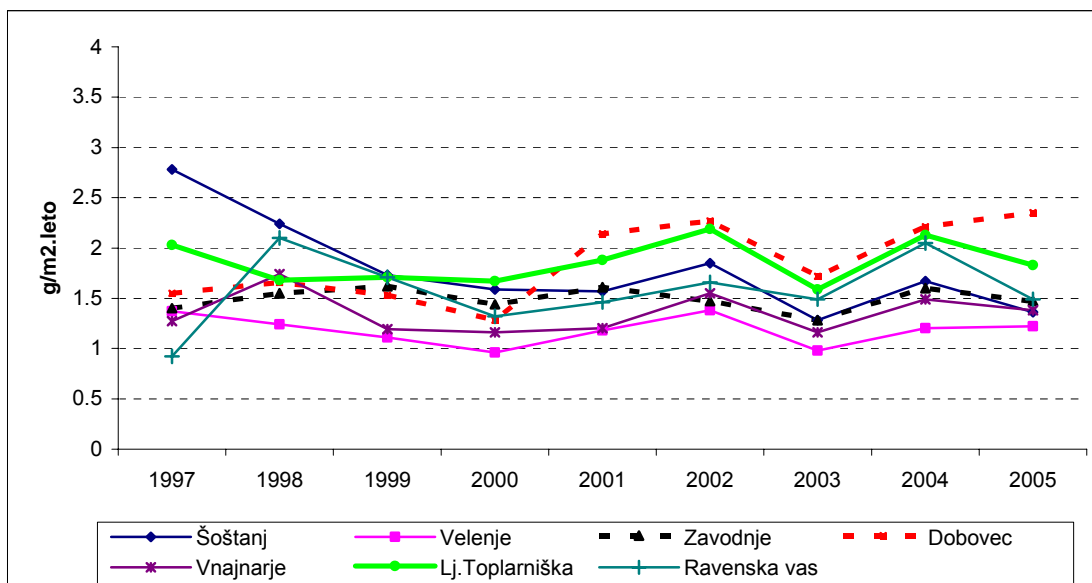
Opombe: \* Izračunano iz izmerjenih pH vrednosti  
 \*\* šibke kisline (alkaliteta), izražene kot HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

**Tabela 4.2.2.(2):** Prašna usedlina in pH padavin v letu 2005

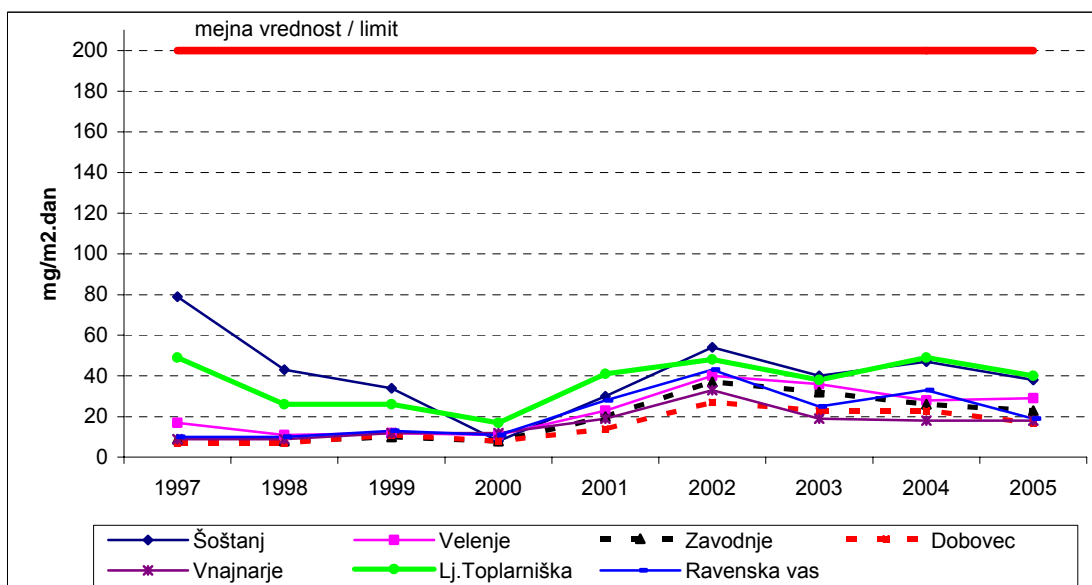
postaja	Prašna usedlina (mg/m <sup>2</sup> .dan)		pH padavin		
	1 mesec (max)	1 leto	št. vzorcev	št. pr. pH>5.6	pH <sub>min</sub>
<b>EIS-TEŠ</b>					
Šoštanj	60.67	38.29	12	12	5.85
Topolšica	62.00	23.12	12	11	5.34
Zavodnje	58.00	22.69	12	11	5.54
Graška gora	73.33	31.29	12	11	5.44
Velenje	64.33	29.41	12	12	6.00
Veliki vrh	46.67	25.07	12	11	5.16
Škale	60.33	27.88	12	11	5.54
Stara vas	48.33	21.95	12	12	6.12
Pesje	66.67	29.70	12	11	5.53
<b>EIS-TET</b>					
Kovk	39.33	22.29	12	10	5.20
Dobovec	34.00	17.12	12	9	5.37
Kum	56.00	21.54	12	12	6.30
Ravenska vas	65.33	19.16	12	11	5.50
Lakonca	64.00	26.03	11	10	5.07
Prapretno	107.33	38.32	12	9	5.12
<b>TE-TO Ljubljana</b>					
Vnajarje	37.73	18.01	12	12	5.80
Deponija	59.07	27.50	12	11	5.44
Partizanska	70.40	31.85	12	12	6.10
Toplarniška	91.33	40.30	12	12	6.18
JP Energetika	59.67	28.64	12	12	6.20
EIMV	64.67	17.76	12	12	6.17



**Slika 4.2.2.(1):** Minimalni mesečni pH padavin v letih 1997-2005.



Slika 4.2.2.(2): Kumulativna letna mokra depozicija sulfata v letih 1997- 2005 (mesečno vzorčenje padavin)



Slika 4.2.2.(3): Povprečna letna količina prašne usedline v letih 1997-2005

## 5. MERITVE TEŽKIH KOVIN V DELCIH PM<sub>10</sub>

### 5.1. Merilna mreža Agencije RS za okolje in nabor meritev

V Sloveniji so v letu 2005 potekale meritve težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub> na 3 merilnih mestih v okviru mreže DMKZ (glej poglavje 2.1) Agencije RS za okolje. V decembru 2004 je bila sprejeta direktiva za težke kovine in policiklične aromate (*Directive 2004/107/EC of the European parliament and of the council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air*). Kot je bilo že omenjeno, je bila 30. maja 2006 zgoraj navedena direktiva prevedena v naš pravni red, *Uredba o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/2006)*.

Glede na omenjeno Direktivo smo na Agenciji izvajali meritve sledečih težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub>: arzen, kadmij, nikelj in svinec

### 5.2. Merilna metoda in kakovost meritev

V letu 2005 smo izvedli analize sledečih težkih kovin: arzen, kadmij, nikelj in svinec. Podatki so prikazani v tabelah in podani v ng m<sup>-3</sup>.

Za meritve uporabljamo merilnik s sistemom ACCU. Uporabljamo vzorčevalno glavo za velikostno frakcijo delcev PM<sub>10</sub>.

Sistem ACCU vzorči delce za kasnejše kemijske analize. Časovna resolucija je 24 ur, s pretokom zraka 13.7 l/min. Sistem ACCU je sestavljen iz osmih kanalov. Za vzorčenje smo uporabljali kvarčne filtre Whatman, premera 47 mm.

Sistem ACCU in merilnik TEOM 1400A sta povezana s kablom, preko katerega tečejo signali, ki aktivirajo ventile v sistemu ACCU. Z uporabo programske opreme lahko uporabnik določi specifične pogoje za vsak kanalnik, ki je trenutno aktiviran. Pretok skozi sistem se lahko določi s časom, datumom ali pa z analognimi signali, kot sta hitrost in smer vetra.

S programsko opremo merilnika lahko uporabnik definira pod katerimi pogoji naj deluje posamezen kanal. Naenkrat je aktiviran le eden. Vsakih 10 sekund instrument preveri, kateri od osmih kanalov naj bo trenutno aktiviran. Če so pogoji izpolnjeni, sistem kanal aktivira in vsakih 10 sekund pogoje preverja. Tako poteka samo vzorčenje delcev. Po končanem vzorčenju filtre pošljemo v analizo zunanjemu izvajalcu. Analizo težkih kovin izvajajo na Zavodu za zdravstveno varstvo Maribor po standardu ISO 9855 z metodo ICP-MS.

### 5.3. Rezultati meritev težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub>

Po Direktivi je potrebno na stalnih merilnih mestih zagotoviti 50 % časovne pokritosti. Sem spadata merilni mesti Ljubljana Bežigrad in Maribor. Vzorčevanje za težke kovine je potekalo vsak drugi dan. Izvajali smo analizo arzena, kadmija, niklja in svinca.

Na merilnem mestu Iskrba (pri Kočevski Reki) je potrebno zagotoviti 14 % časovne pokritosti, vzorčevanje je potekalo vsak šesti dan.



**Tabela 5.3.(1):** Povprečne letne koncentracije težkih kovin v ng/m<sup>3</sup> v letu 2005

Postaja/ kovina	arzen	kadmij	nikelj	svinec
Ljubljana Bežigrad	<0.05	<0.025	4.85	<1
Maribor	<0.05	<0.025	4.82	<1
Iskrba	<0.05	<0.025	1.62	<1

**Tabela 5.3.(2):** Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin (ng/m<sup>3</sup>) v letu 2005

**arzen**

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	*	<4.84	<2.79	<3.14	<2.17	<2.51	<2.48	<2.49	<2.52	<2.31	<2.44	<2.35
Maribor	<2.87	<2.33	<2.39	<2.23	<2.37	<2.48	<2.52	<2.48	<2.7	<2.84	<2.16	<2.33
Iskrba	*	*	<0.91	<0.96	<0.91	<0.91	<0.91		<0.92	<0.91	<0.99	<0.91

**kadmij**

Ljubljana Bežigrad		<1.17	<1.00	<1.20	<1.24	<1.25	<1.24	<1.25	<1.24	<1.10	<1.42	<1.18
Maribor	<1.24	<1.16	<1.19	<1.22	<1.24	<1.24	<1.24	<1.24	<1.24	<1.25	<1.30	<1.16
Iskrba	*	*	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	0.45	0.47	<0.55	0.60	<0.48	<0.45

**nikelj**

Ljubljana Bežigrad		11.70	13.59	1.57	7.54	3.88	3.84	1.25	1.24	2.66	1.19	1.25
Maribor	6.62		11.33	8.99	7.17	7.63	2.84	2.05	2.24	2.00	1.08	1.11
Iskrba	*	*	6.44	<1.48	<0.62	<1.38	<0.86	1.07	1.23	1.16	<0.45	<1.53

**svinec**

Ljubljana Bežigrad		<46.9	<47.4	<48.4	<49.7	<50.1	<49.6	<49.9	<49.6	<48.6	<47.8	<47.0
Maribor	<47.4	<46.7	<47.8	<48.9	<49.4	<49.5	<49.7	<49.7	<49.4	<48.5	<48.8	<46.5
Iskrba	*	*	<18.2	<18.1	<18.1	<18.2	<18.2	<18.1	<18.1	<20.0	<19.1	<18.5

\* uničeni vzorci zaradi požara

Povprečne letne koncentracije arzena, kadmija in svinca so pod predpisano ciljno vrednostjo. Vsi rezultati so pod mejo kvantifikacije, ki jo je podal laboratorij, kot izvajalev analiz. Povprečna letna koncentracija za nikelj je nekoliko višja, vendar pod predpisano ciljno vrednostjo.

Meritve težkih kovin v prašni usedlini izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar v okviru merilnih mrež vplivnih območij termoelektrarn in toplarne Ljubljane. Rezultati teh meritev so objavljeni v njihovih mesečnih in letnih publikacijah:

REZULTATI MERITEV IMISIJSKEGA IN EMISIJSKEGA OBRATOVALNEGA MONITORINGA TE TRBOVLJE – STROKOVNO POROČILO

REZULTATI MERITEV IMISIJSKEGA IN EMISIJSKEGA OBRATOVALNEGA MONITORINGA TE ŠOŠTANJ – STROKOVNO POROČILO

REZULTATI MERITEV IMISIJSKEGA IN EMISIJSKEGA OBRATOVALNEGA MONITORINGA TE BRESTANICA – STROKOVNO POROČILO

REZULTATI MERITEV IMISIJSKEGA IN EMISIJSKEGA OBRATOVALNEGA MONITORINGA TE-TO LJUBLJANA – STROKOVNO POROČILO

## 6. MERITVE Z DIFUZIVNIMI VZORČEVALNIKI

Difuzivni vzorčevalniki so vzorčevalniki, ki delujejo na principu difuzije plina do absorberja. Pogosto so to cevke, v katerih se vzpostavi linearen difuzijski gradient med koncentracijo v zraku na eni strani in ničelno koncentracijo na drugi strani cevke, kjer je nameščen absorbent. Molekule plina potujejo do absorbenta po principu difuzije. Prednosti merjenja z difuzivnimi vzorčevalniki so, da le-ti ne potrebujejo elektrike, so tihi, ne potrebujemo kalibracije na terenu, imajo širok koncentracijski razpon, so stroškovno učinkoviti, meritve pa izvajamo *in situ*. Seveda pa imajo tovrstne meritve tudi slabosti, saj je potrebno veliko ročnega dela v laboratoriju, dobimo pa lahko le povprečne koncentracije v času, ko je bil vzorčevalnik postavljen na merilno mesto.

Agencija RS za okolje je v letu 2005 uvedla meritve z difuzivnimi vzorčevalniki kot dopolnilo merilni mreži avtomatskih meritev in kot pomoč za oceno onesnaženosti na širšem področju Slovenije, katerega merilna mreža avtomatskih meritev ne pokriva. Z difuzivnimi vzorčevalniki merimo naslednje spojine: dušikov dioksid, žveplov dioksid, ozon ter nekatere zdravljivo škodljive lahkohlapne organske spojine.

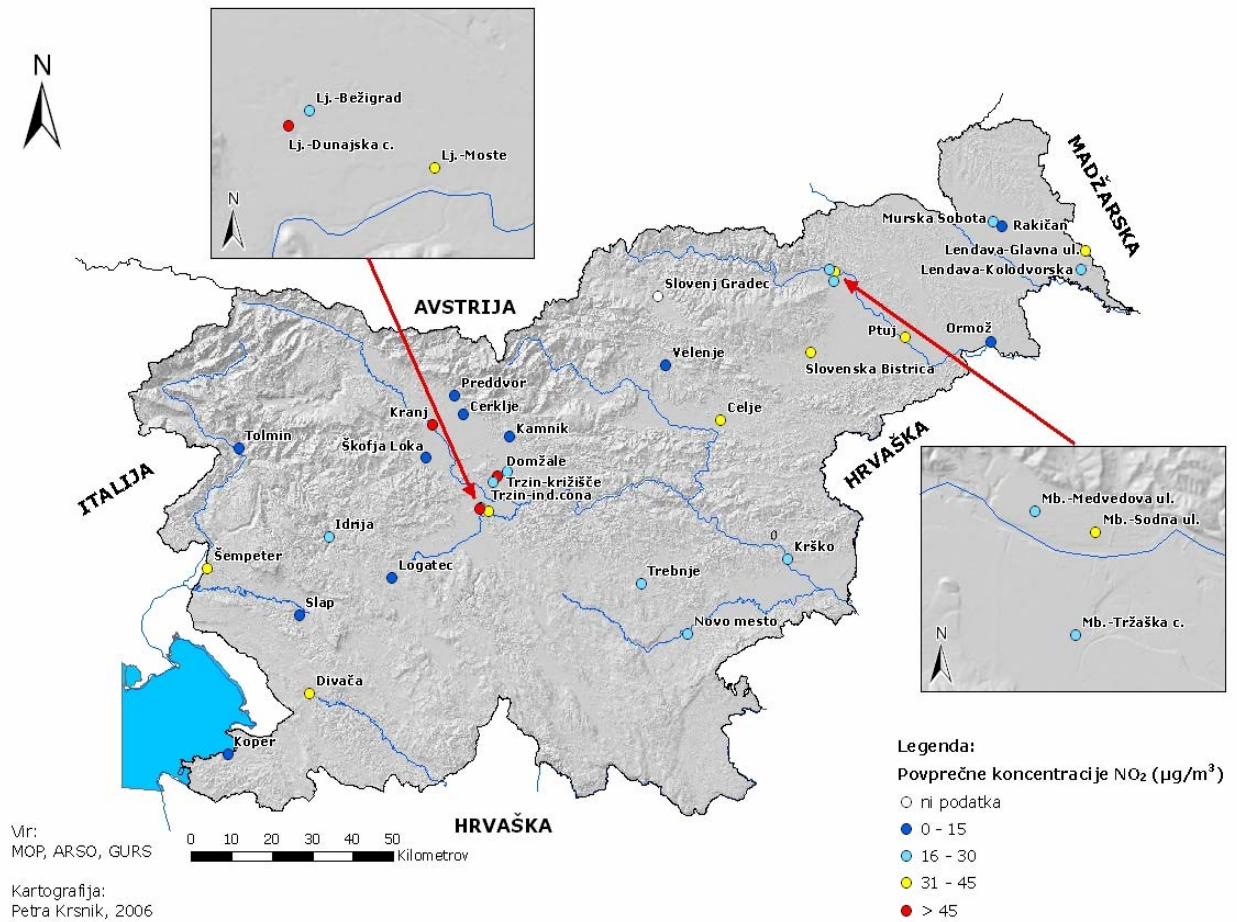
V tabeli 6.1 in na sliki 6.1 je prikazana merilna mreža meritev z difuzivnimi vzorčevalniki ter rezultati meritev spomladi 2005. Zlasti pri dušikovem dioksidu je jasno viden vpliv emisij iz prometa, saj so bile najvišje koncentracije izmerjene na prometnih merilnih mestih (npr. na križišču Linhartove in Dunajske ceste v Ljubljani).

Merilna negotovost meritev z difuzivnimi vzorčevalniki je okrog 20 %. Primerjava izmerjenih koncentracij z difuzivnimi vzorčevalniki in z merilniki v avtomatski merilni mreži bo predstavljena v posebnem poročilu Agencije RS za okolje.

**Tabela 6.(1):** Merilna mreža meritev z difuzivnimi vzorčevalniki ter povprečne izmerjene koncentracije ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) treh onesnaževal v marcu 2005. Tipi merilnih mest so: UB mestno ozadje, T prometno, R podeželsko, I industrijsko okolje.

Kraj	Tip mer. mesta	GKKy	GKKx	Začetek meritev	Konec meritev	konc. NO <sub>2</sub>	konc. SO <sub>2</sub>	konc. benzena
Celje-Mariborska c.	UB	5521910	5122920	1.3.2005	22.3.2005	30.9	1.1	6.5
Koper-ARSO	UB	5399880	5045140	2.3.2005	23.3.2005	11.3	13.6	2.0
Kranj-Ljubljanska c.	UB	5450530	5121800	4.3.2005	23.3.2005	51.8	18.0	11.9
Ljubljana-Bežigrad (ARSO)	UB	5462675	5102490	3.3.2005	23.3.2005	25.7	13.0	4.5
Ljubljana-Moste	UB	5464620	5101655	3.3.2005	23.3.2005	35.3	28.2	
Ljubljana-Dunajska	T	5462350	5102255	3.3.2005	23.3.2005	67.4	0.0*	7.3
Maribor-Sodna ul.(ARSO)	T	5550305	5157415	1.3.2005	22.3.2005	39.4	15.1	6.1
Maribor-Medvedova	UB	5548930	5157880	1.3.2005	22.3.2005	25.8	20.6	
Maribor-Tržaška	UB	5549850	5155240	1.3.2005	22.3.2005	17.3	0.0*	7.4
Murska Sobota	UB	5589425	5169285	3.3.2005	22.3.2005	18.6	1.5	
Murska S.-Rakičan	R	5591590	5168190	3.3.2005	22.3.2005	12.3	9.6	
Novo mesto	UB	5513775	5073010	3.3.2005	22.3.2005	19.5	0.0*	5.6
Ptuj	UB	5567520	5142215	3.3.2005	22.3.2005	32.3	3.3	
Slovenj Gradec	UB	5506285	5151775	1.3.2005	22.3.2005			4.6
Velenje	UB	5508260	5135715	1.3.2005	22.3.2005	13.1	40.4	3.9
Cerklje na Gor.	R	5458290	5124135	4.3.2005	23.3.2005	11.3	29.2	
Domžale	UB	5469110	5110820	1.3.2005	23.3.2005	23.1	12.7	7.0
Idrija	UB	5424940	5095780	2.3.2005	23.3.2005	18.2	4.2	
Kamnik	UB	5469785	5118995	1.3.2005	23.3.2005	14.5	7.5	
Krško	UB	5538510	5090475	3.3.2005	22.3.2005	20.5	22.7	
Lendava-Kolodvorska	UB-I	5611290	5157965	3.3.2005	22.3.2005	22.7	12.4	14.0
Lendava-Glavna ul.	T	5612345	5162445	3.3.2005	22.3.2005	37.4	26.7	5.8
Logatec	UB	5440480	5086155	2.3.2005	23.3.2005	6.3	22.8	
Ormož	UB	5588830	5141170	3.3.2005	22.3.2005	11.4	3.5	
Divača-Risnik	T	5420148	5059145	2.3.2005	23.3.2005	30.1	20.8	1.4
Slovenska Bistrica	UB	5544320	5138615	1.3.2005	22.3.2005	30.1	2.9	4.7
Šempeter-Vrtojba	UB	5394880	5088230	2.3.2005	23.3.2005	42.0	11.8	
Tolmin	UB	5402675	5116255	2.3.2005	23.3.2005	14.3	0.0*	
Trebnje	I	5502230	5084840	3.3.2005	22.3.2005	21.7	7.8	6.0
Trzin-križišče	I	5466800	5109945	1.3.2005	23.3.2005	47.5	9.1	7.8
Trzin-ind.cona	T	5465640	5108615	1.3.2005	23.3.2005	18.0	2.8	
Slap/Vipava	R	5417595	5077348	2.3.2005	23.3.2005	3.8	7.4	
Škofja Loka	UB-I	5448940	5114315	4.3.2005	23.3.2005	14.5	5.6	4.7
Preddvor	UB	5456130	5128600	8.3.2005	23.3.2005	2.9	0.0*	

\* pod mejo detekcije

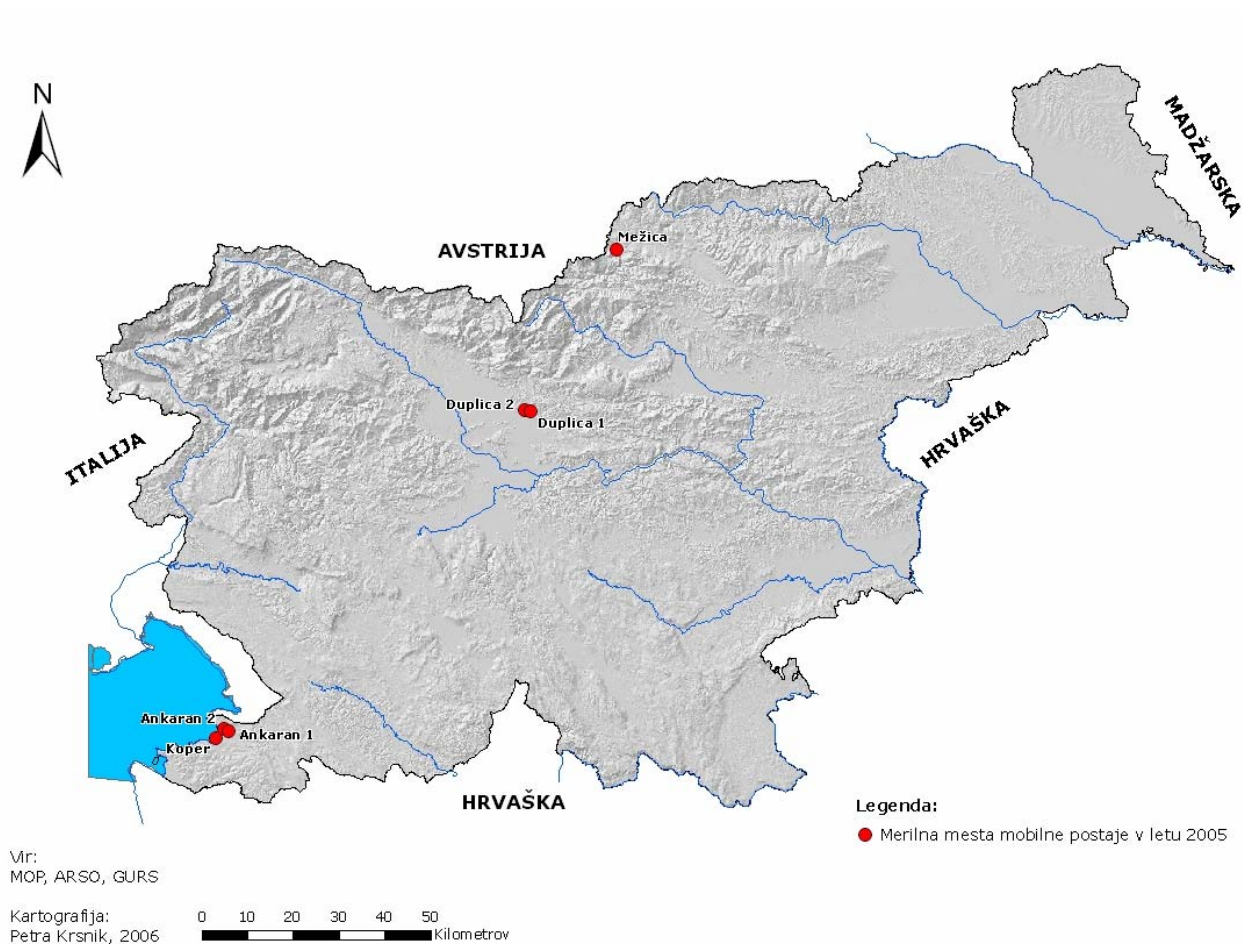


**Slika 6.(1):** Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki v letu 2005 z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami dušikovega dioksida v mesecu marcu.

## 7. AVTOMATSKE MERITVE Z MOBILNO POSTAJO

Namen avtomatske mobilne ekološko-meteorološke postaje je dobiti podatke o kakovosti zraka na območjih, kjer ni meritev s stalnimi postajami. Deluje enako in meri iste ekološke in meteorološke parametre kot vse ostale stalne postaje v avtomatski merilni mreži.

Podatki so obdelani po predpisanih postopkih evropske okoljske agencije in v skladu s predpisi nedavno sprejetih zakonskih uredb na področju kakovosti zraka za žveplov dioksid, dušikove okside, ogljikov monoksid, delce PM<sub>10</sub>, ogljikovodike in ozon (glej poglavje 1).



Slika 7.(1): Merilna mesta mobilne postaje v letu 2005

## 7.1. Meritve v Mežici

V času od 16. novembra 2004 do 16. januarja 2005 so potekale meritve onesnaženosti zraka z mobilno postajo v Mežici na dvorišču osnovne šole kakšnih 20 metrov od Partizanske ceste, po kateri teče glavni promet proti Črni oziroma Ravnam. V bližini so poleg osnovne šole še večji ali manjši stanovanjski objekti, tako da je lokacija reprezentativna za ožje naseljeno področje Mežice. Na kakovost zraka vpliva emisija iz prometa s ceste in iz individualnih kurišč. Merilno mesto lahko po klasifikaciji merilnih mest uvrstimo v tip primestnega merilnega mesta. Edini vir onesnaževanja zraka so poleg prometa na bližnji cesti, po kateri teče večina prometa proti Črni oziroma Ravnam, še individualna kurišča in manjše kotlovnice v hladnem delu leta.

V Mežiški dolini so zlasti v hladnem delu leta ob lepem in mirnem vremenu pogoste temperaturne inverzije, kar za kakovost zraka ni ugodno. Na splošno je onesnaženost zraka v Sloveniji največja pozimi, ko so zaradi stabilnega prizemnega sloja ozračja slabši pogoji za disperzijo in transport onesnaževal v zraku, in najmanjša poleti, ko so ti pogoji zaradi močnejšega sončnega obsevanja boljši, kar pa ne velja za ozon, pri katerem se pojavi maksimum poleti, saj ima pri njegovem nastanku pomembno vlogo sončno obsevanje. Meritve v Mežici so potekale ravno v času, ko so bile inverzije pogoste, ker pa so emisije onesnaževal na tem področju majhne, zrak ni bil prekomerno onesnažen.

Za obravnavano obdobje meritev lahko glede onesnaženosti zraka na merilnem mestu v Mežici ugotovimo:

- Koncentracije vseh onesnaževal razen delcev  $PM_{10}$  so bile precej nižje od predpisanih dovoljenih mej. Koncentracija delcev pa je osemkrat preseгла dopustno dnevno vrednost.
- Koncentracije vseh onesnaževal so bile med najnižjimi v Sloveniji. Nižje so bile, če izvajamo delce  $PM_{10}$ , le še na podeželskem in geografsko odprtem merilnem mestu v Rakičanu pri Murski Soboti.
- Koncentracije vseh onesnaževal so najnižje, kadar piha veter iz smeri SSW do SW, kar je pričakovano, saj je Partizanska cesta, katere emisija zaradi prometa vpliva na onesnaženost zraka, vzhodno od merilnega mesta.
- Koncentracije dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida in delcev  $PM_{10}$  so bile najvišje med 8. in 10. uro zjutraj in med 17. in 20. uro zvečer, kar kaže na vpliv prometa z bližnje ceste, koncentracije žveplovega dioksida pa so imele samo en maksimum okrog 11. ure dopoldne.
- Pri vseh onesnaževalih razen pri žveplovem dioksidu, katerega izvor so individualna kurišča, so bile koncentracije nekoliko nižje ob koncu tedna, ko je emisija zaradi redkejšega prometa po cesti manjša.

Glede na to, da so potekale meritve v Mežici v času izrazitih temperaturnih inverzij, na merilnem mestu pri osnovni šoli ob sedanjem stanju emisij ni pričakovati občutno višjih koncentracij onesnaževal, kot so bile izmerjene. Dovoljeno število dnevnih prekoračitev dopustne dnevne vrednosti koncentracija delcev  $PM_{10}$  je 35, kar je približno 10% dni v letu. Glede na dobljene rezultate predvidevamo, da bo letno število prekoračitev blizu te vrednosti oziroma, da jo lahko tudi nekoliko preseže. Letni dovoljeni mejni vrednosti se lahko približa tudi koncentracija skupnih dušikovih oksidov, katerih glavni izvor je promet. Ti dve onesnaževali presegata dovoljene vrednosti – in to precej bolj - tudi drugod po Sloveniji. Poleti, ko so zaradi sončnega obsevanja pogoji za mešanje zraka boljši, v Mežici ne pričakujemo prekoračitev dovoljenih koncentracij za nobeno onesnaževalo razen za ozon, ki lahko občasno ob dolgotrajnejšem stabilnem in vročem vremenu prekorači mejne vrednosti tudi v Mežiški dolini.



## 7.2. Meritve v Kopru

Avtomatska mobilna ekološko-meteorološka merilna postaja Agencije RS za okolje (ARSO) je bila v času od 18. januarja do 26. junija 2005 postavljena v neposredni bližini koprške luke v Kopru. Namen meritve je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti zraka z različnimi onesnaževali – zlasti z delci  $PM_{10}$  – na območju mesta Koper in mrebiten vpliv emisije delcev iz koprške luke. Meritve so potekale na lokaciji Izolska vrata 1 na severnem robu starega dela Kopra na ozkem prostoru med zadnjo vrsto strnjanih stanovanjskih hiš in okrog 10 metrov nižje ležečo luko. Luka se razprostira severno in severovzhodno od merilnega mesta. V sklopu luke je tudi deponija premoga in železove rude, ki je oddaljena 1200 do 1300 metrov od merilnega mesta v smeri sever-severovzhod. V isti smeri je tudi veliko parkirišče raztovorjenih avtomobilov. V bližini ni industrijskih objektov. Južno od lokacije merilne postaje so ulice z lokalnim mestnim prometom, okrog 1200 metrov južno med Kopro in Semedelo pa poteka zelo prometna cesta proti Izoli. V bližini lokacije mobilne ekološko-meteorološke postaje v Kopru, Izolska vrata 1, ni večjih lokalnih virov onesnaževanja zraka. Luka Koper je sicer blizu, vendar je to lahko edinole občasen vir emisije delcev deloma zaradi raztovarjanja premoga, deloma pa zaradi internega prometa v luki. Emisija iz individualnih kurišč v zimskem času lahko le malo vpliva na kakovost zraka. Merilno mesto je na severnem robu mesta Koper in ga po klasifikaciji merilnih mest uvrščamo v tip mestnega ozadja v stanovanjskem območju.

Meritve v Kopru so obsegle del zimskega časa, pomlad in začetek poletja. Izmerjena onesnaženost zraka v tem času je bila pri vseh onesnaževalih razen ozona med najnižjimi v Sloveniji in se je zmanjševala od zime proti poletju. Ta sezonski trend je še bolj opazen v celinskem delu Slovenije in je posledica slabšega mešanja zraka v hladnem delu leta, ko se zaradi dolgih noči in šibkega sončnega obsevanja ohlaja zemeljska površina in nastane stabilna vertikalna stratifikacija prizemnih plasti ozračja. Ker je obalno področje neposredno pod vplivom morja, ki je pozimi večinoma toplejše kot zrak, je ta značilnost tam manj izražena. Onesnaženost zraka z ozonom je največja poleti, ko se zaradi močnejšega sončnega obsevanja in višjih temperatur zraka povečajo fotokemične reakcije, pri katerih ozon nastaja. Pri tem je odločilna emisija oziroma prisotnost predhodnikov ozona, kot so dušikovi oksidi in ogljikovodiki, katerih glavni vir sta promet in industrija. Najvišje koncentracije ozona se zato pojavljajo v mestih nekoliko stran od prometnih cest. Ker je ob morju in nasploh na Primorskem več sonca in so temperature večinoma višje kot v notranjosti, so zato tam izmerjene nekoliko višje koncentracije ozona.

Ob močnejših vremenskih procesih prevladujeta v Sloveniji ne glede na letni čas jugozahodni in severovzhodni veter, ki povzročata intenzivnejše mešanje prizemnih plasti atmosfere in s tem čistejši zrak. Ob obali pihata v takih primerih jugovzhodni veter (jugo), ki ima na lokaciji mobilne postaje prevladujočo smer ESE, na merilnem mestu v luki pa ESE–SE, in severovzhodnik (burja), ki ima na prvi lokaciji prevladujočo smer ENE–E, na lokaciji v luki pa NE–E. Ob lepem in mirnem vremenu pa prevladuje ponoči in zjutraj šibek veter od kopnega k morju (kopenski veter), ki ima na merilnem mestu mobilne postaje prevladujočo smeri ESE–SE in v luki ENE–SE, preko dneva pa z morja proti kopnemu (morski veter - maestral), ki piha na obeh lokacijah iz smeri WNW–NW. Pozimi je v primerjavi s poletjem trajanje morskega vetra zaradi krajših dni precej krajše, kopenskega vetra pa daljše.

Meritve z mobilno postajo ne kažejo na povišane koncentracije delcev PM<sub>10</sub>, saj so tudi te med nižjimi v Sloveniji. Emisije delcev PM<sub>10</sub> v Luki Koper ne poznamo, lahko pa rečemo, da je njen vpliv na onesnaženost zraka v mestu Koper majhen zaradi majhne pogostosti smeri vetra iz smeri luke, saj piha veter iz smeri premogovnega terminala (NNE-NE) zelo redko (3% časa na merilnem mestu mobilne postaje in 7% časa na merilnem mestu v sami luki). Iz dobljenih rezultatov meritev pa je težko reči, kolikšen delež izmerjenih koncentracij odpade na emisijo iz prometa z bližnjih cest in kolikšen na vpliv Luke Koper. Z gotovostjo je mogoče reči le to, da pride do direktnega prenosa delcev iz deponije razsutih tovorov v luki na lokacijo mobilne postaje le redko. Glede na rezultate skoraj 6-mesečnih meritev ocenjujemo, da bodo lahko dovoljene mejne vrednosti za čas enega leta nekoliko prekoračene pri koncentracijah delcev PM<sub>10</sub> in da bo raven prekoračitve podobna kot na tistih merilnih mestih po Sloveniji, ki niso pod neposrednim vplivom prometa in industrije (Nova Gorica, Ljubljana-Bežigrad, Rakičan pri Murski Soboti), pa precej manjša kot na bolj onesnaženih merilnih mestih po Sloveniji (Celje, Maribor, mesta v Zasavju).

Poleti je na Primorskem največja onesnaženost zraka z ozonom v Sloveniji. Najvišje koncentracije so že več let izmerjene v Novi Gorici pri šibkih vetrovih iz zahodne oziroma jugozahodne smeri, kar glede na lego merilnega mesta kaže na vpliv emisij iz prometa in industrije v mestih Nova Gorica in Gorica v sosednji Italiji, verjetno pa tudi za prenos iz širšega področja Padske nižine. Koncentracije na merilnem mestu mobilne postaje v Kopru so bile sicer nižje kot v Novi Gorici, njihova porazdelitev po smereh pa kaže, da se najvišje koncentracije pojavljajo pri zahodnem in severozahodnem vetru. Ker je maksimum koncentracij ozona v Kopru tako kot povsod drugod popoldne, ko so temperature zraka najvišje in je sončno obsevanje še močno, je taka porazdelitev po smereh pričakovana, saj popoldne ob stabilnem vremenu prevladuje maestral, obenem pa to pomeni, da gre vsaj delno tudi za prenos z ozonom onesnaženega zraka iz sosednje Italije. Zahodno oziroma severozahodno od merilnega mesta je namreč morje in torej ni virov emisije tistih onesnaževal, ki pospešujejo nastajanje ozona.

### **7.3. Meritve v Ankaranu**

Avtomatska mobilna ekološko-meteorološka merilna postaja Agencije RS za okolje (ARSO) postavljena v času od 28. junija do 11. septembra v bližini Luke Koper na obrobju Ankarana na dveh lokacijah – najprej na naslovu Jadranska cesta 7 in potem na Železniški cesti 2. Namen meritev je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti zraka z različnimi onesnaževali – zlasti z delci PM<sub>10</sub> – na poseljenem območju v bližini Luke Koper in morebiten vpliv emisije delcev iz luke Koper. Z istim namenom je bila pred tem mobilna postaja v času od 18. januarja do 26. junija 2005 postavljena v Kopru. Obe lokaciji meritev sta sicer blizu dveh osamljenih stanovanjskih hiš, vendar izven ožjega poseljenega območja Ankarana in precej daleč od drugih cest, tako da je vpliv emisij onesnaževal zaradi prometa zelo majhen. Tudi industrijskih objektov ni v bližini. Luka Koper se razprostira južno do jugozahodno od obeh lokacij mobilne postaje. V sklopu luke je tudi deponija premoga in železove rude.

V bližini obeh lokacij, kjer smo merili z mobilno ekološko-meteorološko postajo v Ankaranu, ni večjih lokalnih virov onesnaževanja zraka. Luka Koper je sicer blizu, vendar pride lahko do povečane emisije delcev le ob raztovarjanju premoga in železove rude ter ob raztovarjanju oziroma premeščanju raztovorjenih avtomobilov znotraj Luke Koper. Po klasifikaciji merilnih mest uvrščamo obe merilni mesti v tip podeželskega ozadja na kmetijskem območju.

Meritve v Ankaranu na obeh lokacijah so potekale v času visokega in poznega poletja, vendar je bilo vreme še posebej v času meritev na lokaciji Železniška 2 za ta čas zlasti za kraje ob obali nenavadno spremenljivo s pogostimi padavinami. Zato je bila izmerjena onesnaženost zraka vseh onesnaževal razen ozona razmeroma nizka.



V primerjavi z drugimi merilnimi mesti, ki so vključena v stalno merilno mrežo, so bile izmerjene koncentracije **dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida in žveplovega dioksida**, katerih glavna izvora emisije sta industrija in promet, med najnižjimi v Sloveniji.

Koncentracije **ozona** so med najvišjimi v Sloveniji. Onesnaženost zraka z ozonom je povsod največja poleti, ko se zaradi močnejšega sončnega obsevanja in višjih temperatur zraka povečajo fotokemične reakcije, pri katerih nastaja ozon. Pri tem je odločilna emisija oziroma prisotnost predhodnikov ozona, kot so dušikovi oksidi in ogljikovodiki, katerih glavni vir sta promet in industrija. Najvišje koncentracije ozona se zato pojavljajo v mestih nekoliko stran od prometnih cest. Eden od razlogov za večjo onesnaženost zraka z ozonom ob morju in nasploh na Primorskem je več sonca in večinoma višje temperature kot v notranjosti. Drugi razlog je prenos onesnaženega zraka z večjih razdalj. Najvišje koncentracije ozona so bile izmerjene - tako kot v drugih nižinskih krajih - popoldne. V času visokih koncentracij sicer prevladuje ob obali ob stabilnem vremenu maestral z morja na kopno, zato gre gotovo tudi za prenos onesnaženega zraka iz sosednje Italije.

Iz rezultatov meritev vidimo, da so bile koncentracije **delcev PM<sub>10</sub>** najvišje, kadar je pihal veter iz smeri Luke Koper, vendar pa raven koncentracij ne presega tiste v večini drugih reliefno odprtih krajev po Sloveniji. Onesnaženost zraka z delci PM<sub>10</sub> je največja v mestih v Zasavju, ki imajo poleg neugodne zaprte geografske lege tudi močne lokalne vire emisije delcev (poleg prometa še lokalna industrija).

V času meritev z mobilno postajo je bilo vreme zelo spremenljivo s pogostimi padavinami. Glede na rezultate meritev je možno, da so dovoljene mejne vrednosti za čas enega leta presežene pri koncentracijah **delcev PM<sub>10</sub>** in da bo raven prekoračitve podobna kot na tistih merilnih mestih po Sloveniji, ki niso pod neposrednim vplivom prometa in industrije (Nova Gorica, Ljubljana-Bežigrad, Rakičan pri Murski Soboti), pa manjša kot na bolj onesnaženih merilnih mestih po Sloveniji (Celje, Maribor, mesta v Zasavju).

## 7.4. Meritve v Duplici pri Kamniku

Avtomatska mobilna ekološko-meteorološka merilna postaja Agencije RS za okolje (ARSO) je bila postavljena v času od 14. septembra 2005 do 22. januarja 2006 na Duplici na dveh lokacijah – najprej na naslovu Volčji potok 27 in potem na Jakopičevi ulici 11. Namen meritev je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti zraka z različnimi onesnaževali v bližini podjetja PIROLIZA. Prva lokacija meritev je na območju, poseljenem z redkimi individualnimi hišami oziroma kmetijami, blizu pa je podjetje PIROLIZA, ki pa ima dimnik tako visok, da lahko emisija iz njega vpliva na to merilno mesto le ob močnejšem zahodnem vetru. Drugih industrijskih objektov, prometnih cest in drugih večjih virov onesnaževanja ni v neposredni bližini. Druga lokacija je nekoliko bolj oddaljena od dimnika podjetja PIROLIZA in emisija iz le-tega lahko vpliva na onesnaženost zraka bolj kot na prvi lokaciji in to predvsem ob šibkejšem jugovzhodnem vetru. V bližini tega merilnega mesta so eno in dvonadstropne stanovanjske in poslovne zgradbe. Po klasifikaciji merilnih mest uvrščamo merilno mesto Volčji potok v tip podeželskega ozadja na kmetijskem območju z vplivom industrije, merilno mesto Jakopičeva pa v tip primestnega ozadja na poselitvenem območju z vplivom industrije.

### Merilno mesto Volčji potok

Izmerjena onesnaženost zraka je bila pri vseh onesnaževalih razen **delcev PM<sub>10</sub>**, katerih koncentracije so večkrat presegle mejno vrednost, razmeroma nizka. V primerjavi z drugimi merilnimi mesti, ki so vključena v stalno merilno mrežo, so bile izmerjene koncentracije **dušikovih oksidov in ogljikovega monoksida**, katerih glavna vira emisije sta industrija in promet, ter **žveplovega dioksida**, ki izhaja tudi iz manjših individualnih kurišč, med najnižjimi v Sloveniji, koncentracije **delcev PM<sub>10</sub>** pa so bile na ravni koncentracij v tistih naseljenih krajih po Sloveniji, ki ležijo na odprtem terenu in niso pod neposrednim vplivom večjih emisij.

V času meritev na lokaciji Volčji potok so bili vetrovi šibki. Prevladovali sta jugovzhodna smer podnevi in severovzhodna smer ponoči. Primeri, ko je pihal močnejši veter iz smeri zahod-jugozahod, kjer stoji dimnik PIROLIZE, in ki bi lahko prinesel dimne pline naravnost do merilnega mesta, so bili zelo redki, in ne kažejo opazno povečane onesnaženosti zraka.

### Merilno mesto Jakopičeva ul.

Izmerjena onesnaženost zraka je bila pri vseh onesnaževalih razen pri **delcih PM<sub>10</sub>**, katerih koncentracije so edine pogosto presegle mejno vrednost, pod predpisanimi dovoljenimi mejami. Glede na predhodno merilno mesto Volčji potok so bile koncentracije vseh onesnaževal razen ozona višje, saj so meritve potekale v zimskem času, ko je zaradi temperaturnih inverzij ob stabilnem vremenu in zaradi povečanih emisij iz kurilnih naprav za ogrevanje onesnaženost zraka ponavadi največja. V primerjavi s sočasnimi meritvami na drugih merilnih mestih, ki so vključena v stalno merilno mrežo, so bile izmerjene koncentracije **dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida in žveplovega dioksida** med nižjimi v Sloveniji, koncentracije **delcev PM<sub>10</sub>** pa med najvišjimi.

Pri vseh onesnaževalih so bile izmerjene koncentracije najvišje pri šibkih vetrovih spremenljive smeri z nekoliko bolj izraženo severovzhodno in zahodno smerjo, kar se ujema z največjo pogostostjo teh smeri pri šibkejših vetrovih v obdobju meritev na merilnem mestu Jakopičeva. V primerih, ko je pihal veter iz smeri dimnika PIROLIZE naravnost k merilnemu mestu, razen redkih povišanj koncentracij ni opaziti trenda višjih koncentracij delcev in tudi ne drugih merjenih onesnaževal.

V času meritev na lokaciji Jakopičeva so tudi prevladovali šibki vetrovi, vendar je bilo tudi nekaj dni z močnejšim vetrom, zlasti s severovzhodnikom. Šibkejši vetrovi so imeli podnevi prevladujočo zahodno do zahodno-severozahodno smer podnevi in severovzhodno smer ponoči. Primeri s cirkulacijo zraka iz jugovzhodne smeri, kjer stoji dimnik PIROLIZE, ne kažejo opazno povečane onesnaženosti zraka.

Glede na rezultate meritev sklepamo, da na kakovost zraka na obeh merilnih mestih vplivajo emisije onesnaževal s širšega industrijskega območja Kamnika in krajev južno od tod. Tako kot v drugih krajih Slovenije je stanje slabše v hladnem delu leta, ko so pogoji za mešanje in transport onesnaženega zraka pogosto slabi in ko se pojavijo tudi dodatne emisije zaradi ogrevanja. Predvidevamo, da bo dovoljeno letno število dni s preseženo mejno vrednostjo koncentracije **delcev PM<sub>10</sub>** na Duplici krepko prekoračeno – nekoliko bolj na merilnem mestu Jakopičeva - in da bo raven prekoračitve podobna kot na tistih merilnih mestih po Sloveniji, ki so v naseljih in pod vplivom prometa in industrije. Dovoljene vrednosti koncentracije bodo poleti presežene tudi pri **ozonu** - tako kot na drugih merilnih mestih, ki niso neposredno ob prometnih cestah. Koncentracije **dušikovih oksidov NO<sub>x</sub>** vsako leto presegajo dovoljeno letno vrednost, predpisano za zaščito vegetacije, v večini naseljenih krajev Slovenije, ki so pod vplivom industrije in prometa. Ocenjujemo, da bodo koncentracije na lokacijah meritev na Duplici blizu mejne letne vrednosti.

**Tabela 7.(1).** Koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2005

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	1 ura		3 ure	24 ur	
				Maks	>MV	>AV	maks	>MV
Mežica	16.11.2004-16.1.2005	83	9	99	0	0	24	0
Koper	18.1.-26.6.2005	83	9	114	0	0	44	0
Ankaran 1	28.6.-8.8.2005	85	3	48	0	0	9	0
Ankaran 2	10.8.-11.9.2005	88	3	18	0	0	8	0
Duplica-Volčji p.	14.9.-20.11.2005	91	3	44	0	0	11	0
Duplica-Jakopičeva	22.11.-21.1.2006	92	7	24	0	0	15	0

**Tabela 7.(2).** Koncentracije NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> (zadnji stolpec), izmerjene z mobilno postajo v letu 2005

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	1 ura		3 ure	Cp ( NOx)
				Maks	>MV	>AV	
Mežica	16.11.2004-16.1.2005	87	26	62	0	0	46
Koper	18.1.-26.6.2005	92	24	119	0	0	30
Ankaran 1	28.6.-8.8.2005	93	11	45	0	0	11
Ankaran 2*	10.8.-11.9.2005	72	9	45*	0*	0	10
Duplica-Volčji p.	14.9.-20.11.2005	92	16	53	0	0	26
Duplica-Jakopičeva	22.11.-21.1.2006	83	30	105	0	0	50

**Tabela 7.(3).** Koncentracije CO v mg/m<sup>3</sup>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2005

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	8 ur	
				Maks	>MV
Mežica	16.11.2004-16.1.2005	98	1.0	2.1	0
Koper	18.1.-26.6.2005	97	0.4	1.6	0
Ankaran 1	28.6.-4.8.2005	94	0.3	0.8*	0*
Ankaran 2					
Duplica-Volčji p.	14.9.-20.11.2005	96	0.6	1.2	0
Duplica-Jakopičeva	22.11.-21.1.2006	91	1.2	2.9	0

**Tabela 7.(4).** Koncentracije O<sub>3</sub>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2005

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	1 ura			8 ur	
				Maks	>OV	>AV	Maks	Maks>CV
Mežica	16.11.2004-16.1.2005							
Koper	18.1.-26.6.2005	97	73	183	1	0	165	36
Ankaran 1	28.6.-8.8.2005	95	87	197	11	0	178	25
Ankaran 2	10.8.-11.9.2005	96	70	139	0	0	124	1
Duplica-Volčji p.	14.9.-20.11.2005	94	26	120	0	0	102	0
Duplica-Jakopičeva	22.11.-21.1.2006	94	22	76	0	0	64	0

**Tabela 7.(5).** Koncentracije delcev PM<sub>10</sub>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2005

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	24 ur		korekcijski faktor	
				Maks	>MV	poleti	pozimi
Mežica	16.11.2004-16.1.2005	88	39	76	8	1.3	1.3
Koper	18.1.-26.6.2005	82	37	83	20	1.3	1.3
Ankaran 1	28.6.-8.8.2005	77	33	61	5	1.3	1.3
Ankaran 2	10.8.-11.9.2005	85	29	55	2	1.3	1.3
Duplica-Volčji p.	14.9.-20.11.2005	97	40	97	16	1.3	1.3
Duplica-Jakopičeva	22.11.-21.1.2006	97	51	125	27	1.3	1.3

Oznake pri tabelah:

- % pod      odstotek upoštevanih podatkov
- Cp          povprečna mesečna koncentracija v µg/m<sup>3</sup>
- maks        maksimalna koncentracija v µg/m<sup>3</sup>
- min         najnižja koncentracija v µg/m<sup>3</sup>
- >MV        število primerov s preseženo mejno vrednostjo
- >AV        število primerov s preseženo alarmno vrednostjo
- >OV        število primerov s preseženo opozorilno vrednostjo
- >CV        število primerov s preseženo ciljno vrednostjo

Podrobnejši rezultati meritev z mobilno postajo na zgoraj obravnavanih lokacijah so dostopni v poročilih, ki so dostopna na Agenciji RS za okolje.

## 8. OCENA ONESNAŽENOSTI ZRAKA V SLOVENIJI NA PODLAGI MERITEV

Ta ocena je narejena samo na podlagi rezultatov rednega monitoringa kakovosti zunanjega zraka po posameznih območjih v letu 2005. Meritve z mobilno postajo tudi niso bile upoštevane, saj so časovni intervali na posameznem merilnem mestu prekratki in tudi ne podatki indikativnih meritev (difuzivni vzorčevalniki). Ni bila narejena po postopkih redne ocene, ki jo je treba izdelati najmanj vsakih pet let, kjer se upoštevajo podatki o emisijah onesnaževal, koncentracije na območjih brez meritev pa se ocenijo s pomočjo modelskih izračunov. Zadnja popolna ocena je bila narejena leta 2003.

Slovenija je razdeljena v štiri območja (cone) in dve poseljeni območji (aglomeraciji) v skladu s Sklepom o določitvi območij in stopnji onesnaženosti zaradi žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, delcev svinca, benzena, ogljikovega monoksida in ozona v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 72/2003).

Na nekaterih območjih, kjer ni meritev nekaterih onesnaževal, ocena ni narejena ni. Razredi onesnaženosti so definirani v tabeli 8.(1), tabela 8.(2) pa kaže rezultate ocenjevanja. Podatki o koncentracijah so iz povzetka poročila, ki ga je Slovenija v oktobru 2005 poslala Evropski komisiji v skladu z določili okvirne direktive za kakovost zraka.

Pri nekaterih onesnaževalih: žveplov dioksid, delci PM10, svinec, ogljikov monoksid, in delno dušikov oksid je sprejemljivo preseganje leta 2005 doseglo vrednost 0, zato razred 2 ne obstaja več.

**Tabela 8.(1):** Kategorije stanja onesnaženosti

Razred	Raven koncentracije	Stopnja onesnaženosti
1	Presežena mejna vrednost + dopustno odstopanje	I
2	Med mejno vrednostjo in vsoto mejne vrednosti + dopustnega odstopanja	II
3	Med zgornjim pragom za ocenjevanje in mejno vrednostjo	III
4	Med spodnjim in zgornjim pragom ocenjevanja	III
5	Pod spodnjim pragom ocenjevanja	III

**Tabela 8.(2):** Razred onesnaženosti zraka po onesnaževalih na posameznih območjih, kot so definirani v tabeli 8.1

Območje	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	Pb	CO	O <sub>3</sub>	benzen
SI1	5	5	1	N	N	1	N
SI2	3	4	1	5	5	1	N
SI2a	1	-	-	-	-	-	-
SI2b	1	-	-	-	-	-	-
SI2c	1	-	-	-	-	-	-
SI3	4	5	3	N	N	1	N
SI4	4	5	1	5	5	1	N
SIL	4	4	1	5	5	1	5
SIM	4	4	1	5	5	4	4

Legenda:

N...Na območju ni meritev onesnaževala, ker po predhodni oceni niso potrebne

Iz podatkov vidimo, da je bila v letu 2005 presežena mejna vrednost koncentracij ozona in delcev v večjem delu Slovenije. Koncentracije žveplovega dioksida so presegle mejne vrednosti le okrog termoelektrarn Trbovlje in Šoštanj in v Krškem. Koncentracije dušikovega dioksida v letu 2005 niso presegle mejnih vrednosti na urbanih merilnih mestih, letne vrednosti koncentracij vsote dušikovih oksidov pa so presegle letno mejno vrednost. Pri svincu in ogljikovem monoksidu so koncentracije zelo nizke. Podobno je z benzenom, ki smo ga merili le v Ljubljani in Mariboru.

Konec leta 2005 so se precej spremenile emisijske razmere v Zasavju s pričetkom delovanja odžveplovalne naprave v Termoelektrarni Trbovlje. To je prispevalo k močnemu znižanju koncentracij v njeni okolici. Pričakovani ukrepi v Krškem (zaprtje obrata proizvodnje celuloze) in v Šoštanju bodo prispevali k izboljšanju stanja kakovosti zraka glede žveplovega dioksida. Pri ostalih onesnaževalih pa ni bilo bistvenih sprememb pri emisiji niti glede kakovosti zunanjega zraka.

## **DODATEK**

**Tabela 2.3.1.(2):** Povprečne mesečne koncentracije SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>DMKZ</b>												
Ljubljana B.	8	15	11	4	2	2	3	2	3	4	4	8
Maribor	11	14	10	7	5	4	4	4	7	12	9	7
Celje	14	16	13	5	6	5	3	5	7	7	10	13
Trbovlje	12	20	25	9	9	10	16	9	19	17	12	16
Hrastnik	12	15	17	8	4	8	8	13	10	10	11	10
Zagorje	20	36	23	7	4	5	5	9	13	11	7	8
Murska S.-Rakičan	6	12	9	5	4	2	4	4	2	3	5	6
Nova Gorica	8	9	12	9	7	6	7	4	5	7	5	6
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	7	10	14	17	8	10	14	9	19	5	8	5
Topolšica	6	7	7	3	3	5	6	4	7	4	5	3
Veliki Vrh	51	35	24	24	11	19	28	43	38	32	39	47
Zavodnje	14	15	10	8	8	9	17	13	17	11	10	15
Velenje	8	7	6	4	3	3	4	3	3	4	5	4
Graška Gora	6	9	9	7	4	6	5	7	8	3	6	6
Pesje	8	11	9	5	3	4	6	4	5	4	5	3
Škale	8	12	12	9	7	8	9	8	10	6	7	5
<b>EIS TET</b>												
Kovk	48	31	62	17	3	36	45	40	39	32	13	5
Dobovec	66	25	28	4	1	22	40	43	24	14	6	2
Kum	10	9	14	1	1	5	8	15	4	3	1	1
Ravenska vas	61	191	98	34	18	25	16	15	17	17	11	15
Vnajnarje	9	22	11	5	3	3	5	5	8	10	5	6
EIS Celje	6	7	5	1	1	0	1	0	0			4
EIS Krško	73	21	59	44	63	30	26*	16	24	32	10	32
EIS TEB	7	14	15	12		15			5			



**Tabela 2.3.1.(3):** Maksimalne urne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> po mesecih v letu 2005 (presežena dopustna vrednost je označena v rdečem tisku)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>DMKZ</b>												
Ljubljana B.	35	94	75	45*	13	16	26	32	26	41	37	31
Maribor	54	52	54	32	17	12	33	15	23	58	32	31
Celje	97	88	157	57	54	39	40	102	127	86	74	111
Trbovlje	161	600	747	387	221	359	389	317	848	280	278	233
Hrastnik	549	478	453	253	124	444	290	425	396	270	80	65
Zagorje	856	954	401	300	53	137	263	194	305	236	49	37
Murska S.-Rakičan	53	50	35	32	18	14	13	12	13	16	17	21
Nova Gorica	45	98	57	72	90	36	31	18	15*	28	19	23*
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	260	433	407	1037	335	642	584	301	609	447	388	311
Topolšica	125	145	230	88	144	178	201	178	284	255	120	149
Veliki Vrh	562	573	641	589	276	612	642	1110	585	761	639	721
Zavodnje	202	403	149	312	198	108	523	203	486	174	253	1106
Velenje	68	41	100	70	43	39	210	57	47	41	42	24
Graška Gora	184	208	250	203	152	235	262	497	219	79	69	413
Pesje	89	59	112	70	106	37	143	121	256	63	76	69
Škale	58	144	260	145	106	170	262	139	252	103	93	206
<b>EIS TET</b>												
Kovk	1063	655	923*	455	46	886	897	772	754	674	248	77
Dobovec	1662	1284	1656	411	66	718	1216	1158	1272	1407	96	32
Kum	1203	386	886	30	35	223	580	655	168	220	13*	10
Ravenska vas	3275	2090	1647	504	196	508	488	202	268	190	108	142
Vnajnarje	130	212	120	102	20	36	104	165	136	75	69	78
EIS Celje	36	56	68	6	11	19	18	22	47			44
EIS Krško	587	344	836	440	671*	367*	209*	219	401	526		460*
EIS TEB	143	189	233	254		173			416			

**Tabela 2.3.1.(4):** Maksimalne dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> po mesecih v letu 2005 (presežena mejna vrednost je označena v rdečem tisku)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>DMKZ</b>												
Ljubljana B.	15	33	31	11*	4	4	7	6	7	7	10	13
Maribor	30	31	21	13	9	8	14	7	12	29	21	15
Celje	30	44	23	13	12	13	9	17	19	16	26	33
Trbovlje	27	80	75	56	25	46	66	33	<b>129</b>	95	70	53
Hrastnik	43	60	55	68	18	47	35	86	43	49	20	23
Zagorje	<b>158</b>	79	97	34	11	26	42	35	56	38	14	13
Murska S.-Rakičan	19	33	20	14	7	5	8	8	4	9	13	12
Nova Gorica	13*	18	18*	18	22	13	16	9	9*	14	11*	14*
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	37	37	85	76	53	66	95	48	111	58	61	29
Topolšica	41	26	29	11	13	22	26	19	28	19	20	31
Veliki Vrh	<b>135</b>	95	60	78	35	69	63	95	<b>184</b>	78	<b>143</b>	<b>134</b>
Zavodnje	97	66	34	54	28	31	67	69	59	29	48	<b>221</b>
Velenje	27	15	16	9	7	8	21	6	8	9	9	8
Graška Gora	54	52	43	29	22	36	41	41	55	23	21	59
Pesje	26	30	24	18	14	10	21	9	19	11	10	11
Škale	25	37	64	19	19	19	51	25	33	25	10	33
<b>EIS TET</b>												
Kovk	<b>193</b>	<b>200</b>	<b>192*</b>	<b>133</b>	9	<b>174</b>	<b>198</b>	<b>198</b>	<b>226</b>	<b>192</b>	37	25
Dobovec	<b>332</b>	<b>169</b>	<b>157</b>	43	6	83	109	<b>240</b>	<b>166</b>	<b>135</b>	35	7
Kum	72	57	97	6	2	36	51	94	18	21	3*	3
Ravenska vas	<b>470</b>	<b>422</b>	<b>364</b>	<b>247</b>	45	<b>139</b>	63	43	57	71	28	47
Vnajnarje	22	57	38	31	6	9	16	25	34	23	15	15
EIS Celje	14	28	16	2	2	2	3	4	6			12
EIS Krško	<b>192</b>	76	<b>276</b>	124*	<b>137*</b>	83	49*	44	67	113	36	<b>148</b>
EIS TEB	20	35	40	27		13			28			

**Tabela 2.3.1. (5):** Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (presežena mejna letna vrednost je v rdečem)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ljubljana-Fig.	51	39	27	23	25	24	22	15	10	9				
Ljubljana-Bež.	38	45	33	21	33	34	27	15	10	11	9	11	8	5
Maribor	47	42	30	28	24	23	18	17	13	10	8	9	8	8
Celje	57	54	49	32	24	27	23	19	17	15	10	10	11	9
Trbovlje	69	71	49	48	37	40	32	23	18	14	15	16	9	15
Hrastnik	62	51	32	29	24	27	25	21	23	17	22	8	15	10
Zagorje	71	60	48	41	34	31	27	21	18	18	16	21	20	12
Nova Gorica											6	7	7	7
M.S..Rakičan											5	5	5	5
Šoštanj	49	48	38	29	34	29	44	42	52	51	43	24	13	11
Topolščica	54	51	32	20	20	18	20	17	18	11	15	16	6	5
Veliki Vrh	71	54	49	49	57	53	63	72	56	52	56	45	30	33
Zavodnje	51	44	46	26	33	42	43	42	31	21	23	15	8	12
Velenje	19	19	12	6	10	11	10	10	7	5	8	8	6	4
Graška Gora	39	42	47	27	28	36	32	32	34	15	21	10	6	6
Škale								16	19	10	14	12	8	8
Kovk	73	59	70	58	35	76	55	57	53	40	10	52	61	30
Dobovec	30	50	29	36	41	66	54	41	35	39	40	28	31	23
Kum	17	13	11	13	18	25	16	14	10	18			4	6
Ravenska Vas	56	34	34	50	51	82	82	57	45	51	67	59	43	42
Vnajnarje					19	19	18	14	6	7	8	10		8
EIS Celje				26	24	28	27	22	20	6		8	5	3
EIS Krško						51	42	33	51	46	46	55	37	36
EIS TEB													10	12

**Tabela 2.3.1.(6):** Najvišje urne koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (presejanja dopustne vrednosti so označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ljubljana-Fig.	1328	1194	744	718	1009	919	796	520	128	468				
Ljubljana-Bež.	1257	1380	532	843	1198	1593	936	786	184	273	157	202	129	94
Maribor	928	396	304	286	223	211	161	157	117	180	89	70	64	58
Celje	719	797	733	993	263	975	623	228	379	666	224	619	396	157
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806	693	849	634	552	811	758	521	848
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930	978	963	720	731	2168	507	1799	549
Zagorje	1701	1000	716	606	605	914	1092	952	653	1111	788	693	1165	954
Nova Gorica											64	131	89	98
M.S..Rakičan											58	55	45	53
Šoštanj	2383	2272	2739	1945	1412	1536	1495	2466	2855	2099	2000	1392	937	642
Topolščica	2021	2265	1482	878	1107	1050	1245	1345	987	835	1350	812	291	284
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720	1530	2257	1678	1569	1450	1320	1329	1110
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154	2255	1963	1187	954	1536	947	680	1106
Velenje	735	1169	764	261	578	672	1316	709	563	187	725	361	164	210
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579	1076	1844	1505	990	1024	824	463	497
Škale											522	396	220	262
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000	1916	2167	1237	1451	702	1806	1514	1063
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072	4548	3761	4073	3978	4043	2910	4056	1662
Kum	530	539	776	2324	1114	3640	1344	2020	1131	685			1210	1203
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578	1846	1021	1471	1397	2093	1378	1779	3275
Vnajnarje										374	248	232	327	212
EIS Celje				873	283	947	603	339	356	355		289	74	222
EIS Krško						2687	1012	732	868	1473	1404	1427	877	836
EIS TEB													1385	416

**Tabela 2.3.1.(7):** Najvišje dnevne koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (presežena mejna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ljubljana-Fig.				115	95	119	144	90	56					
Ljubljana-Bež.	239	312	123	152	128	174	163	94	67	35	38	59	38	33
Maribor	221	220	121	119	122	91	69	82	75	36	37	35	22	31
Celje	308	387	212	237	99	275	117	106	165	102	111	72	100	44
Trbovlje	365	425	235	286	179	536	136	342	134	246	328	100	84	129
Hrastnik	342	393	170	218	183	523	123	383	133	184	235	93	625	86
Zagorje	311	396	280	249	250	115	171	398	157	391	315	136	561	158
Nova Gorica											25	23	47	22
M.S..Rakičan											16	29	15	33
Šoštanj	516	441	550	381	471	281	366	453	560	526	553	288	165	116
Topolščica	562	313	293	132	164	149	184	184	255	85	254	82	102	42
Veliki Vrh	673	355	268	353	446	368	472	556	383	269	344	413	263	191
Zavodnje	394	429	686	224	326	497	401	1046	344	140	442	182	72	221
Velenje	278	182	135	74	91	127	113	212	60	54	57	66	64	27
Graška Gora	383	357	412	240	177	366	268	300	343	126	196	88	99	59
Škale							274	293	139	68	131	75	55	66
Kovk	364	347	462	417	514	1067	375	816	360	293	258	383	844	219
Dobovec	432	607	264	460	967	1916	648	998	841	1516	695	332	837	346
Kum	288	89	78	213	200	287	103	193	165	229			78	101
Ravenska Vas	279	151	271	247	383	813	377	860	353	601	580	325	824	490
Vnajnarje		97	92	121	131	89	126	99	49	56	53	51	83	57
EIS Celje				231	88	247	130	121	120	40	38	41	45	28
EIS Krško						419	363	142	317	240	285	356	347	276
EIS TEB													114	41

**Tabela 2.3.2.(2):** Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana B.	42	35	35	24	19	26	22	20	22	23	28	40
Maribor	32	40	43	30	32	28	25	24	26	27	39	47
Celje	37	43	43	18	17	16	16	15	15	26	33	39
Trbovlje	26	27	33	22	24	24	20	19	17	25	24	25
Nova Gorica	34	32	34	21	21	18	16	13	20	24	22	30
Murska S.-Rakičan	14	23	17	13	9	12	10	10	11	15	20	18
Zavodnje	11	8	4	2	1	2	1	1	1	2	3	5
Škale	7	9	5	3	1	1	0	0	0	4	17	15
Kovk	12	10	16	9		10	9	8	8	10	14	11
EIS TEB	8			3*	4	2*		1	3			
Vnajnarje	7	5	4	3	2	3	3	2	2	3	4	11
EIS Celje					43	32	31	29	36		48	60

**Tabela 2.3.2.(3):** Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana B.	106	47	42	28	22	31	26	25	35	45	66	96
Maribor	67	66	65	42	46	39	37	39	50	59	100	96
Celje	88	67	61	24	22	18	17	18	26	49	60	82
Trbovlje	52	40	46	29	32	33	27	30	32	57	50	56
Nova Gorica	69	53	50	31	27	22	20	19	33	45	52	75
Murska S.-Rakičan	26	33	20	16	12	14	12	12	14	22	28	38
Zavodnje	17	12	5	3	2	2	2	2	2	4	5	7
Škale	8	10	6	4	2	2	1	1	1	8	18	17
Kovk	11	10	16	10		10	11	10	10	11	20	12
EIS TEB	9	4	5	4	6	3	2		4	4	7	6
Vnajnarje	9	7	6	4	3	4	4	2	3	4	5	13
EIS Celje												

**Tabela 2.3.2.(4):** Maksimalne urne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana B.	151	122	129	87	71	59	74	63	51	62	81	156
Maribor	97	117	120	92	96	106	91	111	106	116	169	156
Celje	95	153	125	102	73	74	59	65	56	77	111	94
Trbovlje	78	81	100	91	68	71	80	60	88	75	60	59
Nova Gorica	92	90	104	81	75	65	63	51	59	59	58	64
Murska S.-Rakičan	46	95	73	54	40	44	43	41	54	80	63	62
Zavodnje	74	83	58	77	60	59	38	58	33	2	39	72
Škale	51	83	81	67	53	34	53	32	20	4	49	59
Kovk	59	99	97*	65*		73*	76	56	61	10	63	66
EIS TEB	83*			30*	31*	38*		23	22*			
Vnajnarje	42	58	24	15	16	30	13	12	21	24	41	44
EIS Celje					107*	82*	96*	74	86		140	130

**Tabela 2.3.2.(5):** Povprečne letne vrednosti koncentracij NO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ljubljana-Fig.	49	47	41	38	39	36	42	49	38	36				
Ljubljana-Bež.											29	32	29	27
Maribor	50	53	45	39	39	38	39	39	44	38	36	37	31	33
Celje	32	37	37	35	33		29	28	30	26	24	27	24	26
Trbovlje						29	29	26	28		28	32	27	24
Nova Gorica											27	27	25	24
M.S..Rakičan											14	15	11	14
Zavodnje	3	5	11	9	5	7	7	6	7	6		6	5	<b>3</b>
Škale							8	8	8	6	16*	8	9	5
Kovk	10	8	8	11	2	4	7	9	7	6	6	3	13	<b>10</b>
EIS TEB													5	3
Vnajnarje						4	3	5	4	5	6	5	5	4
EIS Celje						43*	47*	46*	53*	38*	30	22		

**Tabela. 2.3.4.(2):** Število prekrasitev urne opozorilne koncentracije ozona 180 µg/m<sup>3</sup> v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0
Iskrba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ljubljana B.	0	0	0	0	0	7	4	0	0	0	0	0
Maribor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trbovlje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hrastnik	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zagorje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rakičan	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nova Gorica	0	0	0	0	0	15	18	0	0	0	0	0
Zavodnje	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Velenje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kovk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sv.Mohor	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0
Vnajnarje	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Maribor Pohorje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela 2.3.4.(3):** Število prekrasitev 8-urne ciljne koncentracije ozona 120 µg/m<sup>3</sup> v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	0	0	9	19	17	23	14	3	1	1	0	0
Iskrba	0	2	13	16	9	13	7	0	0	0	0	0
Ljubljana B.	0	0	1	7	8	11	11	0	0	0	0	0
Maribor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celje	0	0	0	10	9	14	7	2	1	0	0	0
Trbovlje	0	0	1	5	3	3	2	0	0	0	0	0
Hrastnik	0	0	2	6	7	8	4	0	0	0	0	0
Zagorje	0	0	0	6	4	2	0	0	0	0	0	0
Rakičan	0	1	3	7	6	10	4	0	0	0	0	0
Nova Gorica	0	0	0	5	6	16	15	1	0	0	0	0
Zavodnje	0	0	7	12	16	14	9	0	0	0	0	0
Velenje	0	0	0	4	2	2	2	0	0	0	0	0
Kovk	0	0	6*	13	15	14	7	0	1	0	0	0
Sv.Mohor	0	3	12	14	11*	12*		0	1	0	0	0
Vnajnarje	0	0	8	8	9	13	8	0	0	0	0	0
Maribor Pohorje	0	0	8	14	11	14	7	0	1	0	0	0

**Tabela 2.3.4.(4):** Maksimalne 1-urne koncentracije ozona (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005 (prekoračena opozorilna vrednost je označena rdeče)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	100	115	146	150	159	189	186	138	129	128	112	95
Iskrba	96	134	165	149	153	169	170	116	132	98	89	84
Ljubljana B.	73	110	138	146	153	205	185	133	124	82	70	64
Maribor	68	98	131	131	127	120	119	89	92	62	43	66
Celje	82	116	135	149	162	178	161	134	146	83	73	69
Trbovlje	75	108	140	141	146	175	145	119	138	92	74	66
Hrastnik	81	116	147	139	144	178	155	118	137	98	72	66
Zagorje	66	97	120	139	141	172	142	111	119	82	62	65
Rakičan	78	183	151	142	140	152	141	125	114	97	62	70
Nova Gorica	76	101	143	140	157	200	200	133	141	99	77	76
Zavodnje	91	117	144	147	153	187	156	125	121	107	73	79
Velenje	84	119	136	133	135	135	147	108	108	81	67	73*
Kovk	81	120	133*	159	149	164	158	118	138	100	81*	77
Sv.Mohor	85*	134	157	142	148*	174*		116	151	93	66	68
Vnajnarje	73	121	158	139	151	182	174	115	130	86	74	82
Maribor Pohorje	92	118	138	146	152	149	160	120	131	104	89	83



**Tabela 2.3.4.(5):** Maksimalne 8-urne koncentracije ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2005 (prekoračena ciljna vrednost je označena rdeče)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	99	113	133	148	150	179	180	132	123	124	102	91
Iskrba	89	124	153	146	146	158	154	111	112	86	83	82
Ljubljana B.	68	101	124	139	148	191	175	116	109	67	57	50
Maribor	62	93	115	116	119	108	101	81	77	53	39	56
Celje	67	92	112	142	144	151	149	127	139	79	65	65
Trbovlje	62	93	129	136	134	150	135	107	116	71	59	58
Hrastnik	74	103	133	134	131	166	136	107	116	82	60	61
Zagorje	57	86	107	131	127	153	114	102	100	66	53	54
Rakičan	71	152	143	134	128	144	132	115	100	85	49	62
Nova Gorica	67	94	119	124	133	188	190	128	115	80	65	67
Zavodnje	88	112	136	135	142	165	146	118	116	101	64	78
Velenje	73	97	118	124	124	122	127	99	102	63	53	71*
Kovk	78	116	128*	135	141	153	140	110	126	91	62*	73
Sv.Mohor	81*	129	149	140	133*	154*		110	125	87	62*	62
Vnajnarje	70	118	151	133	146	172	156	111	118	82	66	80
Maribor Pohorje	90	111	134	137	143	142	144	113	123	99	75	57

**Tabela 2.3.4.(6):** Povprečne letne vrednosti koncentracij ozona, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Krvavec	89	83	83	89	99	98	100	99	99	98	96	103	95	98
Iskrba									61	58	53	60	54	56
Ljubljana B..	40	38	34	27	36	40	40	36	42	44	41	48	42	44
Maribor									36	33	37	44	34	35
Celje									41	44	46	50	38	43
Trbovlje									37		40	48	35	37
Hrastnik									46	37	46	52	43	35
Zagorje											34	41	32	44
Rakičan									46	54	52	58	48	50
Nova Gorica											45	58	47	48
Zavodnje	79	73	73	71	66	72	72	64	58	75	66	78	64	75
Velenje									38	40	54	55	43	46
Kovk	70	68	69	75	69	68	61	70	76	71	65	78	69	72
Sv.Mohor													57	68
Vnajnarje									77	63	67	73	67	68
Maribor Pohorje									86			88	76	79

**Tabela 2.3.5.(2):** Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	60	50	48	28	25	26	26	20	26	44	36	48
Maribor	57	60	61	34	31	26	34	27	32	57	51	39
Celje	52	67	59	39	35	33	31	28	35	45	42	44
Trbovlje	72	76	74	54	50	47	43	35	41	59	46	58
Zagorje	70	71	77	43	37	40	45	35	42	58	49	62
Nova Gorica	40	37	43	32	29	28	34	26	33	38	32	34
Murska S.-Rakičan	50	63	52	28	23	26	25	22	28	43	43	41
EIS-Celje	47	57	51	28	24	22	27	21	28	54	52	57
MO Maribor	50	60	58	35	33	32	33	29	38	58	53	39
Pesje	26	38	40	23	21	21	22	18	26	31	28	21
Škale	22	31	32	21	18	19	20	13	20	30	19	17
Prapretno	21	30	32	29	28	30	29	22	25	36	29	27

**Tabela 2.3.5.(3):** Maksimalne 24-urne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2005 (prekoračena mejna 24-urna vrednost je označena rdeče)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	165	148	97	43	38	42	58	35	44	75	70	134
Maribor	100	180	125	57	51*	56	77	54	47	86	99	73
Celje	87	184	109	78	57	57	78	42	60	81	85	88
Trbovlje	196	206	162	107	87	70	89	55	62	103	81	168
Zagorje	128	162	124	73	59	77	86	53	60	119	91	133
Nova Gorica	81	72	84	51	64	50	64	39	46	56	52	62
Murska S.-Rakičan	95	214	105	50	38	40	63	33	45	77	95	103
EIS-Celje	96	185	123	62*	33	36	60	34	41	92	101	109
MO Maribor	83	165	107	66	61	55	102	49	61	88	96	73
Pesje	57	105	79	48	41	43	62	38	49	59	61	38
Škale	52	93	65	40	32	35	64	29	39	57	44	34
Prapretno	40*	42	68	59*	52	61	70	34*	41	80	57	54

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

**Tabela 2.3.5.(4):** Povprečne letne vrednosti koncentracijdelcev PM<sub>10</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami in z upotevanim korekcijskim faktorjem

merilno mesto	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Ljubljana Bež.				43	42	46	41	37
Maribor				48	50	58	46	43
Celje	43	47	47	46	46	53	40	43
Trbovlje	62	59	61	51	47	52	40	55
Zagorje				48	47	51	45	52
Nova Gorica					39	37	34	34
Murska S.-Rakičan					40	43	31	37
EIS-Celje*	62	53	64			51	40	45
MO Maribor					40	42	38	43
Pesje						31	25	27
Škale						27	23	23
Prapretno							30	28