



AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

# KAKOVOST ZRAKA V SLOVENIJI V LETU 2006

Agencija Republike Slovenije za okolje

LJUBLJANA, junij 2007

## **IZVAJALCI POROČILA**

### **Nosilec:**

mag. Tanja Bolte, univ.dipl.ing.kem.teh.

### **Sodelavci:**

mag. Andrej Šegula, univ.dipl. meteorol.  
Brigita Jesenovec, univ.dipl.ing.kem.teh.  
Anton Planinšek, univ.dipl.meteorol.  
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

**Slika na naslovnici:** Termoelektrarna Trbovlje z okolico (foto: mag. Danijel Čemas)

dr. Silvo Žlebir  
GENERALNI DIREKTOR

# VSEBINA

UVOD .....	1
POVZETEK .....	2
1. ZAKONSKE OSNOVE .....	7
2. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA V SLOVENIJI .....	10
2.1. Merilne mreže in nabor meritev .....	10
2.2. Merilne metode in kakovost meritev .....	14
2.2.1. Avtomatske meritve .....	14
2.2.2. Neavtomatske meritve .....	15
2.3. Rezultati meritev .....	19
2.3.1. Žveplov dioksid .....	20
2.3.2. Dušikovi oksidi .....	31
2.3.3. Ogljikov monoksid .....	37
2.3.4. Ozon .....	40
2.3.5. Delci PM <sub>10</sub> in PM <sub>2.5</sub> .....	50
2.3.6. Težke kovine v delcih PM <sub>10</sub> .....	61
2.3.7. Lahkohlapani ogljikovodiki .....	63
2.3.8. Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni .....	64
2.3.9. Aerosolski črni ogljik .....	66
3. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z MOBILNO POSTAJO .....	69
3.1. Meritve v Lendavi .....	70
3.2. Meritve v Ilirski Bistrici .....	70
3.3. Meritve v Medvodah .....	71
3.4. Meritve na Ptuju .....	71
4. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z DIFUZIVNIMI VZORČEVALNIKI .....	75
5. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN .....	79
5.1. Osnovna merilna mreža .....	79
5.1.1. Merilna mreža in nabor meritev .....	79
5.1.2. Merilne metode in kakovost meritev .....	81
5.1.3. Rezultati meritev .....	84
5.2. Merilna mreža na vplivnih območjih termoelektrarn .....	89
5.2.1. Merilna mreža in merilna metoda .....	89
5.2.2. Rezultati meritev .....	90
6. OCENA ONESNAŽENOSTI ZRAKA V SLOVENIJI .....	94
DODATEK .....	96

## **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 elektro gospodarstva:

<http://www.okolje.info>

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

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

## UVOD

Stanje v atmosferi je zelo pomembno 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.

Meritve koncentracij snovi, ki onesnažujejo zrak, so najzanesljivejši pokazatelj stanja kakovosti zunanjega zraka na določenem področju. 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.

V letu 2006 smo vzpostavili meritve ozona na merilnem mestu Otlica nad Ajdovščino. Poleg tega smo v septembru 2006 uvedli meritve lahkih organskih spojin na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad. Te meritve so zakonsko obvezne po *Uredbi o ozonu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.8/2003)*. Rezultate omenjenih meritev bomo objavili v letnem poročilu za leto 2007.

Precej je bilo storjenega na področju zagotavljanja kakovosti meritev. Vzpostavljen je bil sistem za spremljanje delovanja merilnih postaj, merilnikov, evidenco posegov in umerjanja inštrumentov (ISMM – informacijski sistem merilnih mrež).

Rezultati meritev za PM<sub>10</sub> so v skladu z navodilom EU ustrezno pomnoženi z določenim faktorjem. Le-ta je bil določen na podlagi primerjalnih meritev z referenčnim merilnikom.

Zaradi okvare merilnika za NO<sub>2</sub> na Iskrbi za leto 2006 ni podatkov. Prav tako je zaradi težav z merilnikom manj podatkov za benzen.

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

V letu 2006 smo aktivno sodelovali pri oblikovanju Direktive Evropskega parlamenta in Sveta o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo. Omenjena direktiva naj bi bila sprejeta v letu 2008. Poleg tega smo sodelovali tudi pri oblikovanju *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja*, ki je bila sprejeta aprila 2007.

## POVZETEK / SUMMARY

Meritve kakovosti zunanjega zraka so v letu 2006 potekale po Programu monitoringa. Poročilo vključuje rezultate vseh izvedenih meritev, primerjavo z predpisanimi dovoljenimi vrednostmi iz veljavne zakonodaje in druge značilnosti, ki izhajajo iz rezultatov.

Tako kot v zadnjih nekaj letih je bil zrak tudi v letu 2006 skoraj povsod po Sloveniji prekomerno onesnažen z **delci PM<sub>10</sub>** – najbolj na mestnih merilnih mestih, ki so pod močnim vplivom emisij iz prometa (Maribor), delno pa tudi iz industrije (mesta v Zasavju). Precej slabše je stanje v zimskem času. Koncentracije **delcev PM<sub>2,5</sub>** so na merilnem mestu Ljubljana in Maribor nad predvideno ciljno letno vrednostjo (zakonodaja še ni sprejeta).

Vsebnost **kadmija, arzena, niklja v delcih PM<sub>10</sub>** je bila nizka in je bila za vse kovine pod predpisano ciljno letno vrednostjo, koncentracija **svinca** v delcih PM<sub>10</sub> pa je bila pod spodnjim ocenjevalnim pragom.

Meritve **ozona** v zraku so pokazale, da so najvišje koncentracije ozona izmerjene predvsem ob obali in na Primorskem. Predpisana 8-urna ciljna vrednost je bila prekoračena na vseh merilnih mestih, izjema je le Maribor, ki je tipično prometna lokacija.

Mejne vrednosti koncentracije **žveplovega dioksida** so bile prekoračene le na vplivnem območju TE Šoštanj (na višje ležečem Velikem vrhu in na merilnem mestu Šoštanj) ter na merilnem mestu v Krškem (vplivno območje tovarne VIPAP), kjer pa so se koncentracije v drugi polovici leta že znižale pod mejno vrednost zaradi zaprtja obrata celuloze, ki je bil največji vir žveplovega dioksida v občini Krško.

Znižanje koncentracij žveplovega dioksida pod mejne vrednosti na vplivnem območju TE Trbovlje je posledica bolj ali manj rednega obratovanja nove odžveplovalne naprave v termoelektrarni.

Koncentracije **dušikovega dioksida** so bile povsod pod mejnimi vrednostmi. Višje so bile na mestnih merilnih mestih, ki so pod vplivom emisij iz prometa – najvišja povprečna letna koncentracija je bila izmerjena v Mariboru, vendar je prekoračila le zgornji ocenjevalni prag. Pod spodnjim ocenjevalnim pragom so ostale koncentracije skupnih dušikovih oksidov na merilnih mestih, ki so reprezentativna za naravno okolje, ter koncentracije **ogljikovega monoksida**.

Za koncentracije **benzena**, ki se merijo na merilnih mestih Ljubljana in Maribor, je bilo za leto 2006 zaradi težav z merilniki zelo malo podatkov – sicer so bile nizke in so prekoračile le spodnji ocenjevalni prag v Mariboru.

Ambient air in Slovenia in 2006 was - as in recent years - overly polluted with **PM<sub>10</sub>** particles with highest concentrations at urban sites, which are influenced by emissions from traffic (Maribor), and also local industry (cities of Zasavje region). **Ozone** concentrations exceeded the limit values in all places except the typical traffic sites (Maribor, Zagorje). As in previous years, most polluted regions with ozone were the coastal and Primorska regions. **SO<sub>2</sub>** concentrations exceeded the limit values only at Veliki vrh (mountainous region around Šoštanj Power Plant, where emission is further reducing by increasing capacity of the desulphurising device), and at Krško site (area influenced by emission from the Paper Mill Factory, but after the cellulose production stopped in August 2006, the concentrations immediately decreased to the lowest level in Slovenia). For the first time there were no more SO<sub>2</sub> limit values exceedences in the area influenced by the Trbovlje Power Plant, since the desulphurising device was in full operation. **NO<sub>2</sub>** and **benzene** pollution in Slovenia was below the limit values - highest concentrations with exceedences of the NO<sub>2</sub> upper assessment threshold and benzene lower assessment threshold were measured at the urban traffic site of Maribor city. Other pollutants were below the lower assessment thresholds.

**Tabela:** Pregled koncentracij različnih onesnaževal (presežene mejne vrednosti so v rdečem tisku) v letu 2006  
**Table:** Overview of concentrations of different pollutants (exceedences of limit values are in red) in 2006

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>			benzen 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> )	>MV	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 (µg/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> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )
<b>DMKZ</b>																				
Ljubljana Bežigrad	SIL	4	6	0	0	29	0	45	4.0	36	<b>50</b>	29	10	<b>47</b>	<b>45</b>	1.9	<2.45	<1.22	5.5	<49
Maribor	SIM	5	10	0	0	39	1	71	2.6	<b>45</b>	<b>117</b>	31	0	7	39	2.6	<2.42	<1.21	4.6	<48
Celje	SI2	7	11	0	0	28	0	46	3.7	37	<b>62</b>		3	<b>39</b>	<b>45</b>					
Trbovlje	SI2	7	12	1	0	24	0	39			<b>42</b>	<b>92</b>		1	<b>32</b>	<b>41</b>				
Hrastnik	SI2	9	12	0	0								5	<b>45</b>	<b>50</b>					
Zagorje	SI2	6	10	0	0					<b>48</b>	<b>110</b>		0	22	39					
Murska S.-Rakičan	SI1	6	6	0	0	15	0	23		36	<b>58</b>		0	<b>28</b>	<b>50</b>					
Nova Gorica	SI4	7	7	0	0	24	0	43	3.0	34	<b>50</b>		34	<b>55</b>	<b>50</b>					
Koper	SI4									34	<b>48</b>		38	<b>73</b>	<b>74</b>					
Krvavec	SI3								0.5				24	<b>84</b>	<b>100</b>					
Iskrba	SI3	0.69	1.03			-	-			16	5	13	1	<b>66</b>	<b>60</b>		<0.91	<0.45	1.5	<18
Otlica	SI3												69	<b>90</b>	<b>95</b>					
<b>EIS TEŠ</b>																				
Šoštanj	SI2	8	7	12	1															
Topolšica	SI2	4	5	0	0															
Veliki Vrh	SI2	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>28</b>	0															
Zavodnje	SI2	8	12	1	0	4	0	5					0	<b>56</b>	<b>76</b>					
Velenje	SI2	5	5	0	0								6	<b>66</b>	<b>54</b>					
Graška Gora	SI2	6	7	0	0															
Pesje	SI2	4	6	0	0					28	24									
Škale	SI2	3	5	0	0	9	0	10		26	19									
<b>EIS TET</b>																				
Kovk	SI2	12	13	3	0	12	0	14					0	<b>44</b>	<b>72</b>					
Dobovec	SI2	6	6	3	1															
Kum	SI2	4	3	0	0															
Ravenska Vas	SI2	17	15	1	0															
Prapretno	SI2									34	33									
<b>OMS Ljubljana (Vnainjarje)</b>	SI3	4	7	0	0	5	0	5		26	20		10	<b>65</b>	<b>76</b>					
<b>MO Maribor</b>	SIM									<b>47</b>	<b>132</b>		0	<b>61</b>	<b>82</b>					
<b>EIS Celje*</b>	SI2	1	2	0	0	-	-	-	-	<b>45</b>	<b>92</b>									
<b>EIS Krško</b>	SI2	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>44</b>	<b>4</b>															
<b>EIS TEB (sv.Mohor)</b>	SI2	12	15	1	0	4	0	5					6	<b>28</b>	<b>66</b>					

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 število primerov s preseženo mejno vrednostjo / number of limit value exceedances  
 >CV število primerov s preseženo ciljno vrednostjo / number of target value exceedances  
 \* informativni podatek / for information only



**Tabela:** Raven koncentracij različnih onesnaževal v letu 2006  
**Table:** Concentration level of different pollutants in 2006

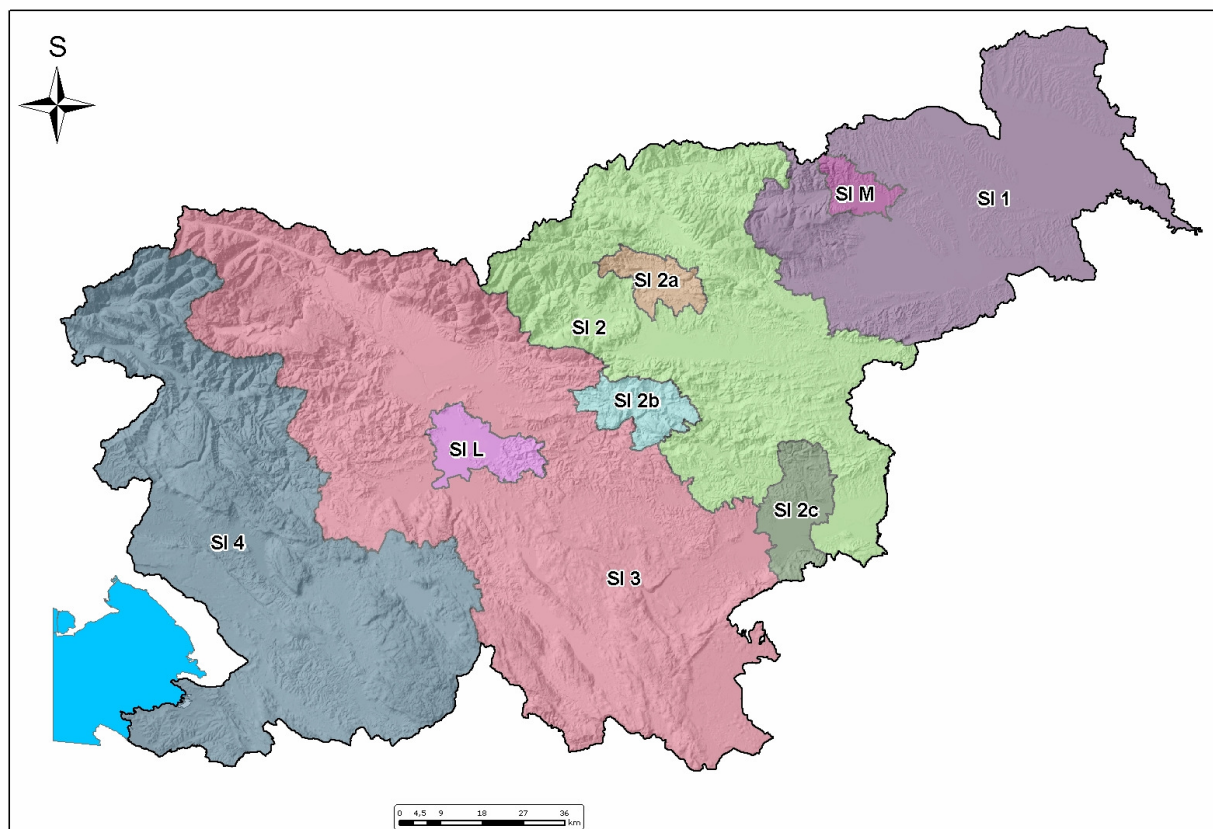
station	območje/ Zone code	žveplov dioksid SO <sub>2</sub> **	dušikov dioksid NO <sub>2</sub> **	dušikovi oksidi NO <sub>x</sub> **	ogljikov monoksid CO**	ozon O <sub>3</sub>	delci PM <sub>10</sub> **	benzen C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> **	arzen v PM <sub>10</sub> As	kadmij v PM <sub>10</sub> Cd	nikelj v PM <sub>10</sub> Ni	svinec v PM <sub>10</sub> Pb**
<b>DMKZ</b>												
Ljubljana Bežigrad	SIL											
Maribor	SIM											
Celje	SI2											
Trbovlje	SI2											
Hrastnik	SI2											
Zagorje	SI2											
Murska S.-Rakičan	SI1											
Nova Gorica	SI4											
Koper	SI4											
Krvavec	SI3											
Iskrba	SI3		-									
Otlica	SI3											
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	SI2											
Topolšica	SI2											
Veliki Vrh	SI2											
Zavodnje	SI2											
Velenje	SI2											
Graška Gora	SI2											
Pesje	SI2											
Škale	SI2											
<b>EIS TET</b>												
Kovk	SI2											
Dobovec	SI2											
Kum	SI2											
Ravenska Vas	SI2											
Prapretno	SI2											
OMS Ljubljana (Vnajarje)	SI3											
MO Maribor	SIM											
EIS Celje	SI2		-	-								
EIS Krško	SI2											
EIS TEB (sv.Mohor)	SI2											

Legenda:

\*\* določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag  
■ prekoračena mejna (ciljna) vrednost/ limit (target) value exceeded  
■ prekoračen zgornji ocenjevalni prag/ upper assessment threshold exceeded  
■ prekoračen spodnji ocenjevalni prag/ lower assessment threshold exceeded  
■ koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom oz. mejno ali ciljno vrednostjo/  
concentration below the lower assessment threshold (or limit or target value)

■ prekoračena alarmna vrednost/ alert threshold exceeded  
■ prekoračena opozorilna vrednost/ information threshold exceeded  
■ mejna vrednost je določena samo za podeželske lokacije/ limit value is prescribed for rural sites<sup>1</sup>  
■ ni meritev/ no monitoring  
- premalo veljavnih podatkov/ not enough data

<sup>1</sup> Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l. RS, št. 31/07)



Agencija RS za okolje

www.arso.gov.si

Kartografija: Petra Krsnik  
Leto izdelave: 2007

Vir: MOP; ARSO, GURS

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 Spodnjiesavska
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

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.

V slovensko zakonodajo so bile 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),
- Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/06),
- 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. 72/03),
- Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 36/07),
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l. RS, št. 31/07).

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.

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.

Pri nekaterih onesnaževalih sta definirana še spodnji in zgornji ocenjevalni prag koncentracije (SOP in ZOP). Kjer so izmerjene koncentracije pod spodnjim ocenjevalnim pragom, niso potrebne stalne meritve.

**Tabela 1.(1):** Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti ter sprejemljiva preseganja koncentracij za leto 2006:

	1 ura	3 ure	8 ur	dan	zima	leto
<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	350 (MV) <sup>1</sup>	500 (AV)		125 (MV) <sup>3</sup> 75 (ZOP) <sup>3</sup> 50 (SOP) <sup>3</sup>	20 (MV) 12 (ZOP) 8 (SOP)	20 (MV)
<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	200 (MV) <sup>2</sup> 100 (SOP) <sup>2</sup> 140 (ZOP) <sup>2</sup>	400 (AV)				48 (DV)= 40 (MV)+ 8 (SP) 26 (SOP) 32 (ZOP)
<b>NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>						30 (MV) 19.5 (SPO) 24 (ZOP)
<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>			10 (MV) 7 (ZOP) 5 (SOP)			
<b>Benzen (µg/m<sup>3</sup>)</b>						7 (DV)= 5 (MV)+ 2 (SP) 3.5 (ZOP) 2 (SOP)
<b>O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	180(OV) 240(AV)		120 (CV) <sup>5</sup>			40 (MV)
<b>delci PM10 (µg/m<sup>3</sup>)</b>				50 (MV) <sup>4</sup> 20 (SOP) <sup>4</sup> 30 (ZOP) <sup>4</sup>		40 (MV) 10 (SOP) 14 (ZOP)
<b>Svinec (ng/m<sup>3</sup>)*</b>						500 (MV) 250 (SOP) 350 (ZOP)
<b>kadmij (ng/m<sup>3</sup>)</b>						5 (CV)
<b>arzen (ng/m<sup>3</sup>)</b>						6 (CV)
<b>nikelj (ng/m<sup>3</sup>)</b>						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.(2):** Vrednosti sprejemljivega preseganja (SP):

Leto:		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>SO<sub>2</sub></b>	SP	150	120	90	60	30	0					
<b>NO<sub>2</sub></b>	SP(1ura)	100	80	60	40	20	0					
	SP(leto)	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
<b>CO [mg/m<sup>3</sup>]</b>	SP	6	6	6	4	2	0					
<b>delci PM10</b>	SP(dan)	25	20	15	10	5	0					
	SP(leto)	8	6	5	3	2	0					
<b>benzen</b>	SP	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
<b>svinec</b>	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  $350\mu\text{g}/\text{m}^2$  in  $200\mu\text{g}/\text{m}^2$ .

Vse uredbe iz zakonodaje Evropske skupnosti na področju varstva zraka, ki se nanašajo na različna onesnaževala in ki določajo mejne vrednosti oziroma stopnje koncentracij, nad katerimi so potrebni ukrepi za zmanjševanje koncentracij, so sprejete v slovensko zakonodajo (poglavje 1.1). Za izmenjavo informacij in za nekatere druge tehnične podrobnosti pri obdelavi podatkov pa smo uporabljali še naslednje dokumente EU:

- Demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods, Report by an EC Working group on Guidance for the Demonstration of Equivalence, November 2005
- Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
- 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**
- Comission 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
- Comission 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. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA V SLOVENIJI

Mrežo meritev onesnaženosti zraka v Sloveniji sestavljajo avtomatska merilna mreža stalnih 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 in z difuzivnimi vzorčevalniki.

Na območjih, ki so oddaljena od velikih virov emisije, delujeta postaji Iskrba in Krvavec, ki merita ozadje onesnaženosti zraka in sta vključeni v mednarodni mreži EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) in WMO-GAW (World Meteorological Organisation – Global Atmosphere Watch).

### 2.1. Merilne mreže in nabor meritev

V Sloveniji so v letu 2006 potekale avtomatske meritve onesnaženosti zraka v državni mreži meritev DMKZ na dvanajstih merilnih mestih. V letu 2006 smo zaradi aktualne problematike ozona na Primorskem vzpostavili novo merilno mesto na Otlici nad Ajdovščino, na Krvavcu, ki predstavlja z emisijami onesnaževal neobremenjeno ozadje, pa smo vpeljali meritve ogljikovega monoksida. 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 2006 postavljena v Lendavi, Ilirski Bistrici, Medvodah in na Ptujju.

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.

Lokacije vseh merilnih mest so določene v skladu s priporočili Pravidnika o monitoringu kakovosti zunanjega zraka, ki umestitev vzorčevalnih mest na makro in mikro ravni. Za vsako merilno mesto se določi tip postaje, tip območja, na katerem je postaja, in značilnost območja. Pri omenjeni določitvi smo upoštevali določila *EUROAIRNET - site selection, 1998*.

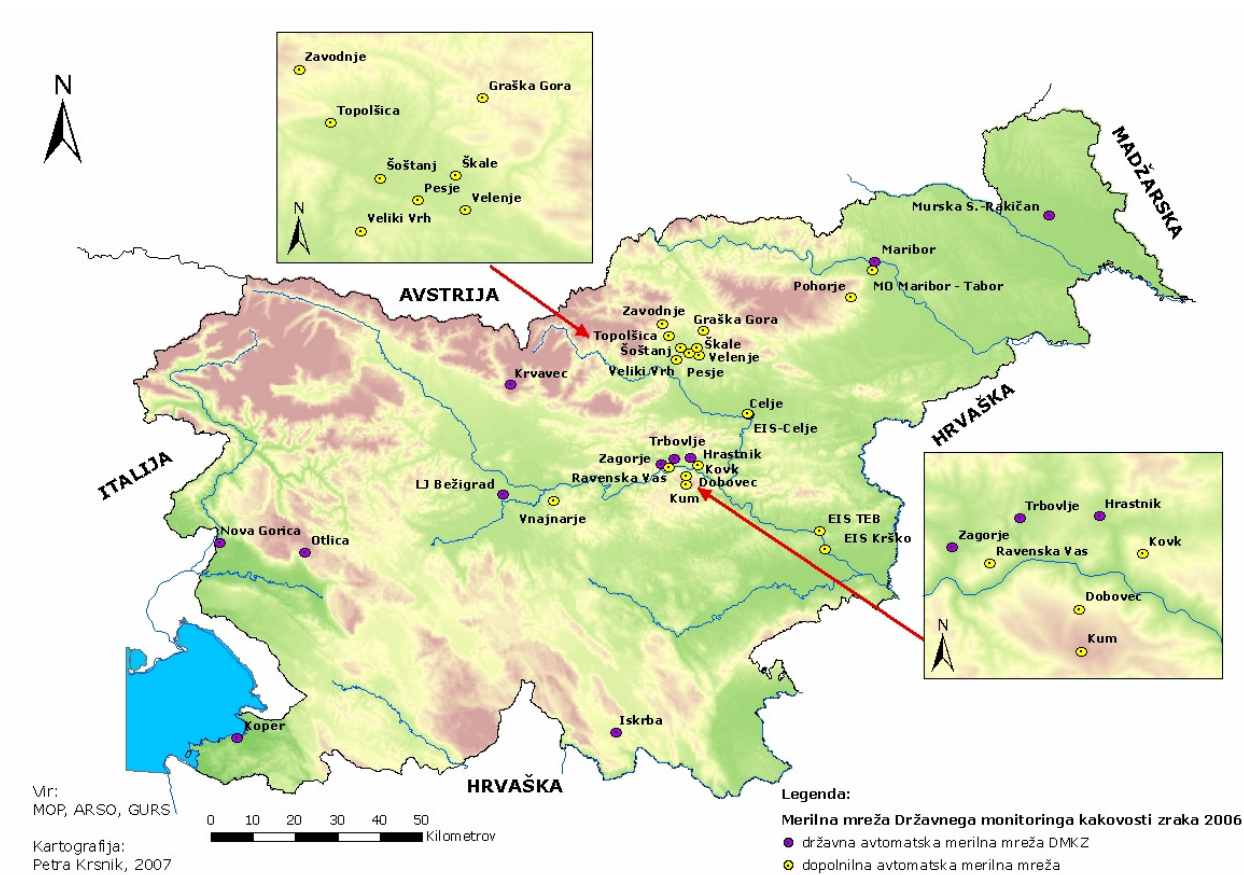
Seznam merilnih mest in parametri, ki se merijo, so podani v tabelah 2.1. (1) in 2.1.(2). Merilna mesta so prikazana tudi na sliki 2.1.(1).

**Tabela 2.1. (1):** Merilna mesta za meritve kakovosti zraka v letu 2006

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°30'46"	46°03'56"	5462673	5102490	01.1991	B	U	RC	16
Maribor	270	15°39'5"	46°33'32"	5550305	5157414	11.1990	T	U	RC	16
Celje	240	15°15'45"	46°14'04"	5520614	5121189	01.1990	B	U	R	16
Trbovlje	250	15°02'11"	46°08'35"	5503177	5110980	01.1990	B	U	RCI	2
Zagorje	241	14°59'46"	46°07'52"	5500070	5109663	08.1990	T	U	RCI	2
Hrastnik	290	15°05'00"	46°08'38"	5506805	5111089	01.1990	B	S	IR	32
Nova Gorica	113	13°39'9"	45°57'20"	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°11'31"	46°39'05"	5591591	5168196	05.1998	B	R(NC)	A	16
Krvavec	1740	14°32'1"	46°17'52"	5464447	5128293	03.1991	B	R(REG)	N	1
Iskrba	540	14°51'29"	45°33'40"	5489292	5046323	09.1996	B	R(REG)	N	32
Otlica	918	13°54'42"	45°56'16"	5415980	5088740	01.2006	B	R(REG)	N	1
<b>MOBILNA-DMKZ</b>										
Lendava 1	162	16°25'14"	46°33'7"	5609289	5157425	24.1.-5.3.2006	T	S	R	16
Lendava 2	160	16°26'46"	46°33'9"	5611258	5157527	6.3.-18.4.2006	B	S	CI	16
Ilirska Bistrica 1	410	14°13'59"	45°34'15"	5440517	5047679	19.4.-21.5.2006	B	S	RI	32
Ilirska Bistrica 2	410	14°13'33"	45°34'10"	5439947	5047523	23.5.-4.7.2006	B	S	RI	32
Medvode 1	344	14°24'34"	46°8'48"	5454750	5111575	5.7.-21.8.2006	B	S	RCI	16
Medvode 2	330	14°24'53"	46°8'24"	5455157	5110823	22.8.-10.10.2006	B	S	RI	16
Ptuj	221	15°51'53"	46°24'54"	5566851	5141568	23.10.-27.11.2006	T	S	RCI	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>										
Vnajnarje	630	14°40'18"	46°3'7"	5474596	5100884		I	R(REG)	A	32
<b>EIS CELJE</b>										
EIS Celje	241	15°15'36"	46°14'13"	5538769	5089425		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°29'43"	45°56'53"	5538769	5089425		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>	N - naravno
	S – predmestno		1 – gorsko
	R - podezelsko		2 - dolina
	NC - obmestno		4 – obala
	REG - regionalno		16 – ravnina
			32 – razgibano



Slika 2.1 (1): Merilna mesta za meritve kakovosti zraka v letu 2006



**Tabela 2.1.(2):** Meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na merilnih mestih v letu 2006

Kraj	žveplov dioksid SO <sub>2</sub>	ozon O <sub>3</sub>	dušikovi oksidi NO <sub>x</sub>	delci PM <sub>10</sub>	delci PM <sub>2,5</sub>	ogljikov monoksid CO	lahko-hlapni ogljikovodiki	težke kovine v delcih PM <sub>10</sub>	žveplove in dušikove spojine/anorganski ioni	črni ogljik	meteorol. parametri
<b>DMKZ:</b>											
Ljubljana B.	+	+	+	+	+	+	+	+			+
Maribor	+	+	+	+	+	+	+	+			+
Celje	+	+	+	+		+					+
Trbovlje	+	+	+	+							+
Zagorje	+	+		+							+
Hrastnik	+	+									+
Nova Gorica	+	+	+	+		+					+
Koper		+		+							+
Rakičan	+	+	+	+							+
Krvavec		+				+				+	+
Iskrba		+	+	+	+			+	+		+
Otlica		+									+
Mobilna	+	+	+	+		+	+				+
<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	+										+

**Legenda:**

<b>PM<sub>10</sub></b>	delci z aerodinamičnim premerom do 10 µm	<b>Meteorol. Parametri:</b>	Temperatura zraka v okolici
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	delci z aerodinamičnim premerom do 2.5 µm		Hitrost vetra
<b>+</b>	Neavtomatske meritve		Smer vetra
			Relativna vlažnost zraka
			zračni tlak (se ne meri na Iskrbi)
			globalno sončno sevanje

## 2.2. Merilne metode in kakovost meritev

Kakovost zraka spremljamo z avtomatskimi in neavtomatskimi meritvami. Merilniki avtomatskih meritev delujejo stalno in nam dajejo tekoče urne podatke, neavtomatske meritve pa nam dajejo dnevna povprečja. Merilne metode so v skladu z zakonodajo oziroma s priporočili Evropske komisije.

### 2.2.1. Avtomatske meritve

Z avtomatskimi merilniki merimo **žveplov dioksid, dušikovi oksidi, ogljikov monoksid, ozon, delce PM<sub>10</sub> in lahkohlapne ogljikovodike.**

Metode avtomatskih meritev so referenčne, 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. Prvostopenjska kontrola pomeni, da se glede na veljavnost podatkov izločijo vsi podatki, za katere je ugotovljeno kakršnokoli odstopanje od dovoljenih mej, ki so predpisane. Dvostopenjska kontrola poteka ob pregledu mesečnih in kasneje letnih podatkov.

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.

Merilniki za meritve kakovosti zraka, ki jih uporabljamo v mreži DMKZ, so sledljivi na merilnike v nacionalnem laboratoriju ARSO za kakovost zunanjega zraka. Sledljivost etalonov zagotavljamo z rednimi preverjanji na CHMI v Pragi. Merilnike pa redno primerjamo na medlaboratorijskih primerjavah v Ispri in v Langen-u.

Merilnike kalibriramo oz. preverjamo na merilnem mestu in v laboratoriju v skladu s predpisano zakonodajo in standardi.

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). Meritve so točkovne. Podatki z avtomatske merilne mreže so real time podatki in so takoj dostopni javnosti, preko teleteksta in internetne strani Agencije. Podatki so obdelani v skladu z veljavnimi uredbami za posamezno onesnaževalo (glej poglavje 1.1).

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 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, 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.

Program zagotavljanja kakovosti v merilni mreži izvajamo v skladu s *Pravilnikom o zagotavljanju podatkov z merilnih mrež ARSO, maj 2003*.

**Tabela 2.2.1(1):** Merjene veličine, merilne metode, standardi in meje detekcije za avtomatske meritve v letu 2006

Veličina	Enota	Merilna metoda	Standardi	Meja detekcije
<b>Avtomatske meritve</b>				
Žveplov dioksid	µg/m <sup>3</sup>	Ultravijolična fluorescenca	SIST EN 14212:2005	1 µg/m <sup>3</sup>
Dušikovi oksidi	µg/m <sup>3</sup>	Kemoluminiscenca	SIST ISO 7996:1996	0.8 µg/m <sup>3</sup>
Ogljikov monoksid	mg/ m <sup>3</sup>	Nedisperzna infrardeča absorpcija	SIST EN 14626:2005	0.06 mg/m <sup>3</sup>
Benzen	µg/m <sup>3</sup>	Kromatografska analiza	SIST EN 14662-3:2005	
VOC	µg/m <sup>3</sup>	Kromatografska analiza	SIST EN 14662-3:2005	
Ozon	µg/m <sup>3</sup>	Ultravijolična fotometrija	SIST EN 14625:2005	2 µg/m <sup>3</sup>
Delci PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Mikrotehnica		1 µg/m <sup>3</sup>

## 2.2.2. Neavtomatske meritve

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

Meritve delcev PM<sub>2,5</sub> izvajamo z referenčnimi merilniki, z nizko volumskim pretokom. Pretok skozi vzorčevalnik je 2,3 m<sup>3</sup>/h. Kot medij za zbiranje delcev se uporabljajo stekleni filtri Whatman, premera 47/50. Vzorčevanje in tehtanje filtrov poteka v skladu s standardom SIST EN 14907:2005.

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

Meritve delcev PM<sub>10</sub> izvajamo z referenčnimi merilniki, z nizko volumskim pretokom. Pretok skozi vzorčevalnik je 2,3 m<sup>3</sup>/h. Kot medij za zbiranje delcev se uporabljajo kvarčni filtri Whatman, premera 47/50. Vzorčevanje in tehtanje filtrov poteka v skladu s standardom SIST EN 12341:2000.

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

30. maja 2006 je bila v naš pravni red prevedena *Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/2006)*. V letu 2006 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. Vzorčenje poteka vsak drugi dan, na merilnem mestu Iskrba pa vsak šesti dan.

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.

Uporabljeni analitski instrument temelji na metodi induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem (ICP-MS). Kovine določujemo v skladu s standardom SIST EN 14902:2005.

## **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.

## **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 filtrih 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 2.2.(1) navajamo metodologijo kemijskih meritev in meje detekcije žveplovih in dušikovih spojin ter anorganskih ionov po vzorčenju na impregniranih filtrih.

Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov je v letu 2006 sledil splošnim zahtevam programov EMEP in GAW.

Glavni elementi sistema kakovosti pri programu EMEP za meritve dušikovega dioksida ( $\text{NO}_2$ ) 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, natančnost, 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%,
  - točnost za laboratorijske analize za meritve dušikovega dioksida ( $\text{NO}_2$ ) in žveplovega dioksida ( $\text{SO}_2$ )  $\leq 10\%$  ter  $\leq 15\%$  za ostale komponente,
  - točnost za najnižje koncentracije dušikovega dioksida ( $\text{NO}_2$ ), ki se določi kot nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) v raztopini, je  $0.01 \text{ mg N/l}$ ,
  - ostale ciljne vrednosti (natančnost in meje detekcije) za komponente, ki se analizirajo v raztopini ekstraktov filtrov, so enake kot za meritve kakovosti padavin.

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.

### **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 uporabljamo empirično konstanto, ki odraža optične lastnosti črnih delcev, pretok zraka in premer madeža.

**Tabela 2.2.2(1):** Merjene veličine, merilne metode, standardi in meje detekcije za neavtomatske meritve v letu 2006

Veličina	Enota	Merilna metoda	Standardi	Meja detekcije
<b>Neavtomatske meritve</b>				
Delci PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Gravimetrična določitev mase	SIST EN 14907:2005	
Delci PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	Gravimetrična določitev mase	SIST EN 12341:2000	
Težke kovine	ng/m <sup>3</sup>	ICP-MS	SIST EN 14902:2005	
NO <sub>2</sub> -N	µg/m <sup>3</sup>	spektrofotometrija	EMEP	*
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.061 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.068 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - S (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.011 µg/m <sup>3</sup>
Cl <sup>-</sup> (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.031 µg/m <sup>3</sup>
Ca <sup>2+</sup> (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.016 µg/ml
Mg <sup>2+</sup> (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.006 µg/ml
Na <sup>+</sup> (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.018 µg/m <sup>3</sup>
K <sup>+</sup> (teflonski filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.007 µg/ml
HNO <sub>3</sub> - N (KOH filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.013 µg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub> - S (KOH filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.059 µg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub> - N (oksalni filter)	µg/m <sup>3</sup>	ionska kromatografija	EMEP	0.064 µg/m <sup>3</sup>
Aerosolski črni ogljik	µg/m <sup>3</sup>	absorpcija svetlobe	-	0.01 µg/m <sup>3</sup>

\* Meritve v letu 2006 niso potekale.

## 2.3. Rezultati meritev

To poglavje obsega tabelaričen in grafičen prikaz nekaterih osnovnih izvedenih statističnih parametrov izmerjenih koncentracij žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida, ozona, delcev PM10 in PM2.5, nekaterih lahkih ogljikovodikov, težkih kovin v delcih PM10, žveplovih in dušikovih spojin, anorganskih ionov ter črnega ogljika v zraku v Sloveniji v letu 2006. Rezultati za isto onesnaževalo so prikazani skupaj, ne glede na metodo meritev.

Oznake pri tabelah:

% pod	odstotek veljavnih podatkov
Cp	povprečna mesečna koncentracija
max	najvišja koncentracija
>MV	število primerov s prekoračeno mejno vrednostjo
>DV	število primerov s prekoračeno dopustno vrednostjo (mejno vrednostjo MV s sprejemljivim preseganjem SP)
>AV	število primerov s prekoračeno alarmno vrednostjo
>OV	število primerov s prekoračeno opozorilno vrednostjo
>CV	število primerov s prekoračeno 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 – premalo veljavnih podatkov

Obrazložitev posameznih simbolov je pri poglavju 1.

### 2.3.1. Žveplov dioksid

#### Viri emisije

Največja vira emisije žveplovega dioksida v Sloveniji v letu 2006 sta bila kljub odžveplovalnim napravam **termoelektrarni Šoštanj** (okrog 8000 ton) in Trbovlje (okrog 450 ton), ki uporabljata za gorivo domači premog. Med ostalimi mnogo manjšimi viri emisije sta bila omembe vredna še cementarna v Trbovljah in **do avgusta 2006 tovarna celuloze VIPAP v Krškem**, kjer je izhajal SO<sub>2</sub> iz tehnološkega procesa (nizek vir emisije). Konec avgusta je bila ustavljena proizvodnja celuloze v tovarni VIPAP, tako da so izmerjene koncentracije od avgusta 2006 naprej med najnižjimi v Sloveniji. 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.

#### Onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom

Letni pregled onesnaženosti zraka z SO<sub>2</sub> na skupaj 24 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2006, je podan v tabeli 2.3.1.(1). Meritve so avtomatske povsod razen na Iskrbi, kjer se izvajajo 24-urne neavtomatske meritve koncentracij žveplovega dioksida. V *Uredbi o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku* so za koncentracijo SO<sub>2</sub> predpisani naslednji statistični parametri s pripadajočimi dovoljenimi mejnimi vrednostmi: **povprečna letoletna in povprečna zimska koncentracija** (za zaščito ekosistemov), **maksimalna dnevna in urna koncentracija ter število dni s prekoračeno mejno dnevno, mejno urno ter alarmno 3-urno vrednostjo** (za varovanje zdravja).

#### Prekoračitve mejnih vrednosti v letu 2006

- Na **Velikem vrhu** (vplivno območje **TE Šoštanj**) so bile prekoračene:
  - mejna povprečna letna koncentracija
  - mejna povprečna koncentracija za zimski čas
  - letno dovoljeno število prekoračitev mejne urne koncentracije
- Na merilnem mestu **Šoštanj** (vplivno območje **TE Šoštanj**) je bila dvakrat prekoračena tri-urna alarmna koncentracija.
- Na merilnem mestu **Krško** (vplivno območje tovarne **VIPAP**) so bile prekoračene:
  - mejna povprečna letna koncentracija
  - mejna povprečna koncentracija za zimski čas
  - letno dovoljeno število prekoračitev mejne urne koncentracije
  - letno dovoljeno število prekoračitev mejne dnevne koncentracije
- Na **Dobovcu** (vplivno območje **TE Trbovlje**) je bila enkrat prekoračena tri-urna alarmna koncentracija.

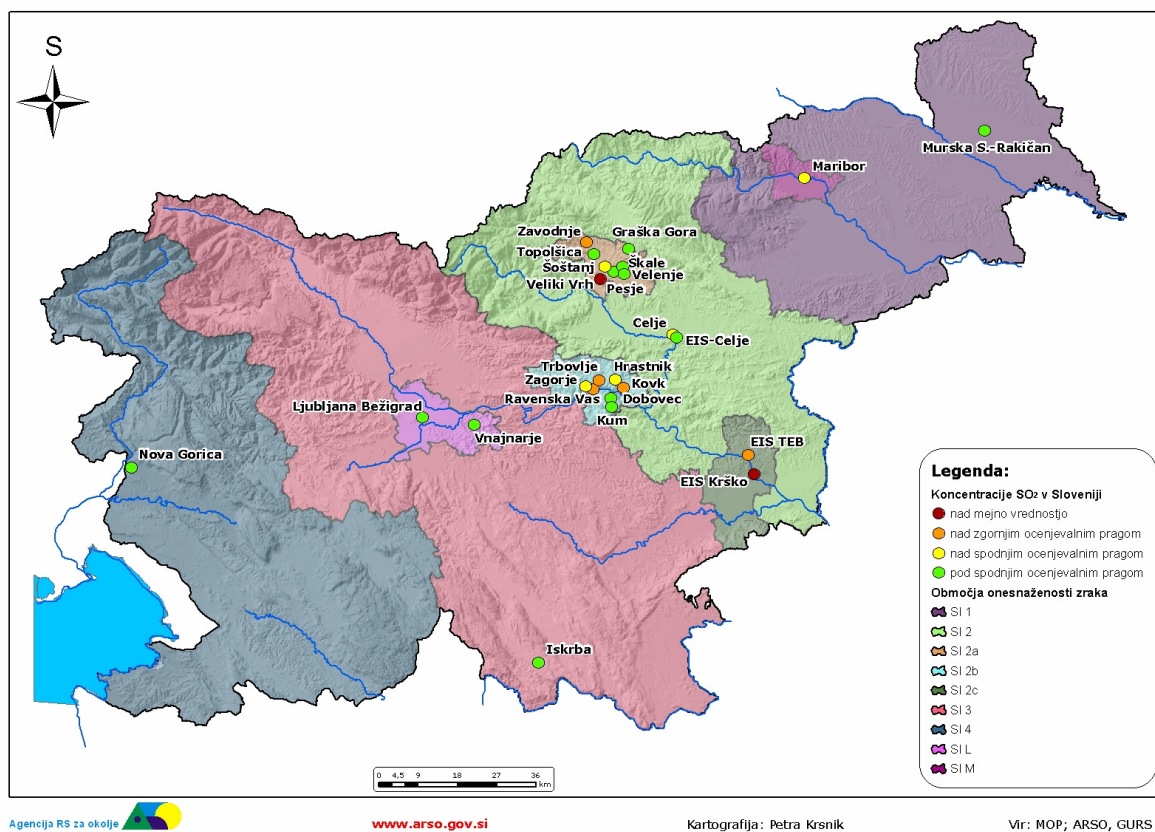


Tabela 2.3.1.(1): Koncentracije SO<sub>2</sub> v zunanjem zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

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>DMKZ</b>								
Ljubljana Bežigrad	86	4	6	81	0	0	41	0
Maribor	86	5	10	60	0	0	24	0
Celje	95	7	11	90	0	0	35	0
Trbovlje	89	7	12	379	1	0	43	0
Hrastnik	96	9	12	134	0	0	44	0
Zagorje	86	6	10	183	0	0	47	0
Murska S.-Rakičan	91	6	6	54	0	0	20	0
Nova Gorica	85	7	7	80	0	0	24	0
Iskrba <sup>•</sup>		0.69	1.03				10.05	0
<b>OMS Lj. (Vnajnarje)</b>	92	4	7	115	0	0	42	0
<b>EIS Celje</b>	95	1	2	67	0	0	20	0
<b>EIS Krško</b>	77	23	24	1108	44	0	280	4
<b>EIS TEŠ</b>								
Šoštanj	95	8	7	1028	12	2	308	1
Topolšica	95	4	5	288	0	0	29	0
Veliki Vrh	95	20	35	771	28	0	106	0
Zavodnje	95	8	12	731	1	0	85	0
Velenje	95	5	5	86	0	0	24	0
Graška Gora	95	6	7	175	0	0	55	0
Pesje	95	4	6	162	0	0	32	0
Škale	95	3	5	184	0	0	41	0
<b>EIS TET</b>								
Kovk	92	12	13	511	3	0	88	0
Dobovec	90	6	6	2290	3	1	196	1
Kum	95	4	3	11	0	0	6	0
Ravenska Vas	88	17	15	590	1	0	120	0
<b>EIS TEB (sv.Mohor)*</b>	69	12	15	455*	1*	0*	90*	0*

Legenda:

- \*\* določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
- prekoračena mejna vrednost
- prekoračen zgornji ocenjevalni prag
- prekoračen spodnji ocenjevalni prag
- koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom
- prekoračena alarmna vrednost
- 24-urne neavtomatske meritve



Agencija RS za okolje

www.arso.gov.si

Kartografija: Petra Krsnik  
 Leto izdelave: 2007

Vir: MOP; ARSO, GURS

Slika 2.3.1.(1): Raven koncentracij SO<sub>2</sub> v letu 2006

### Koncentracije v večjih mestih

Na vseh nižje ležečih 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.

Nekoliko bolj onesnažena z SO<sub>2</sub> so bila še vedno mesta v **Zasavju (območje kakovosti zraka SI2b)**, ki imajo, kar se tiče razredčevanja onesnaževal iz lokalnih virov emisije, zelo neugodno lego, saj ležijo v ozkih dolinah oziroma kotlinah. Vpliv emisije **TE Trbovlje** je majhen, odkar je jeseni 2005 začela delovati odžveplovalna naprava v termoelektrarni. S tem povezano močno znižanje koncentracij SO<sub>2</sub> kaže, da v prihodnosti ob rednem obratovanju odžveplovalne naprave in ob načrtovani čistilni napravi v Cementarni LAFARGE v Trbovljah ni več pričakovati prekoračitev dovoljenih mejnih vrednosti.

**Povprečne letne in zimske koncentracije SO<sub>2</sub> so bile v letu 2006 v vseh večjih mestih pod mejno vrednostjo 20 µg/m<sup>3</sup> – dosegle so približno polovico te vrednosti.**

**Razen ene urne koncentracije v Trbovljah, prekoračitev mejne urne in mejne dnevne vrednosti v letu 2006 v mestih ni bilo.**

### Koncentracije na vplivnem območju TE Šoštanj (območje kakovosti zraka SI2a)

Emisija SO<sub>2</sub> v TE Šoštanj je sicer zaradi odžveplovalnih naprav močno zmanjšana, a pri polni obremenitvi zaradi omejene zmogljivosti odžveplovalnih naprav občasno še vpliva na višje ležeče kraje v okolici termoelektrarne. Do tega pride, kadar veter neposredno prenaša dimne pline do merilnega

mesta (npr. Veliki vrh - tabela 2.3.1.(2), sliki 2.3.1.(2a, 2b), v zimskem času pa se to lahko zgodi ob dolgotrajnejši temperaturni inverziji, ko se dimni plini kopičijo v višje ležeči plasti zraka. Pri močnejšem jugozahodnem vetru pa zaradi vpliva bližnjega hriba zanese turbulenca dimne pline iz nižjih dimnikov tudi do nižje ležečega merilnega mesta v Šoštanju, ki pa glede na lego izven ožjega naseljenega območja za sam Šoštanj ni reprezentativno (tabela 2.3.1.(3), sliki 2.3.1.(3a, 3b).

Tako sta bili na **Velikem vrhu** prekoračeni **mejna vrednost koncentracije SO<sub>2</sub> za celo leto in za zimski čas kot tudi letno dovoljeno število prekoračitev mejne urne vrednosti**. Na drugih višje ležečih lokacijah je bilo prekoračitev mejnih vrednosti precej manj, tako da dovoljeno letno število ni bilo preseženo, pač pa je bila na merilnem mestu v **Šoštanju** dvakrat prekoračena **3-urna alarmna vrednost koncentracije**. V drugih ravninskih krajih (Velenje, Škale, Pesje) je vpliv termoelektrarne zelo majhen in so bile koncentracije SO<sub>2</sub> tudi v letu 2006 nizke.

Tabela 2.3.1.(2): Delež vetra in povprečne koncentracije SO<sub>2</sub> v posameznih smereh na merilnem mestu Veliki vrh za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
brezvetrtje	0.0%	
N	2.4%	56.6
NNE	3.2%	51.7
NE	3.0%	39.9
ENE	2.3%	31.8
E	2.1%	16.5
ESE	2.2%	14.6
SE	1.6%	11.8
SSE	1.2%	11.6
S	1.2%	9.1
SSW	1.0%	13.4
SW	1.2%	11
WSW	2.2%	15.1
W	1.7%	18.4
WNW	1.2%	22.5
NW	1.2%	39.6
NNW	1.6%	42.9
vsota	29.0%	29

(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
N	5.3%	40.9
NNE	9.1%	43.2
NE	7.3%	25.4
ENE	2.2%	17
E	2.3%	9.5
ESE	8.7%	6.9
SE	7.4%	6.8
SSE	3.8%	6.7
S	1.8%	6.1
SSW	2.0%	4.9
SW	5.5%	4.9
WSW	9.3%	6.2
W	1.3%	10.1
WNW	0.9%	15.8
NW	1.6%	11.5
NNW	2.7%	19
vsota	71.0%	17

LEGENDA:

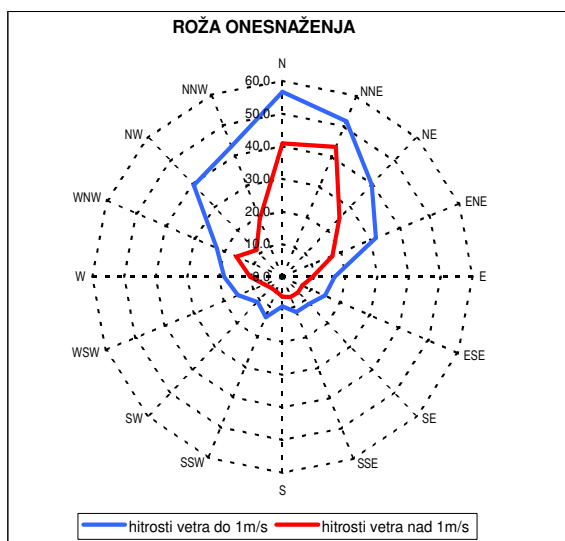
delež vetra

delež vetra v posamezni smeri

povp. konc.

povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.1.(2a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije SO<sub>2</sub> pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Veliki vrh za leto 2006



Slika 2.3.1.(2b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnem mestu Veliki vrh za leto 2006

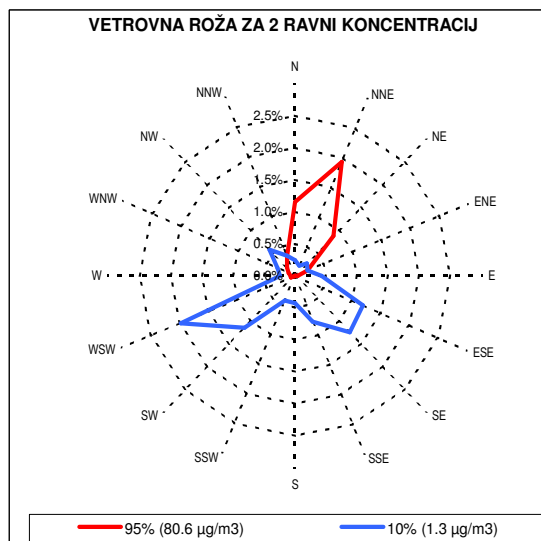


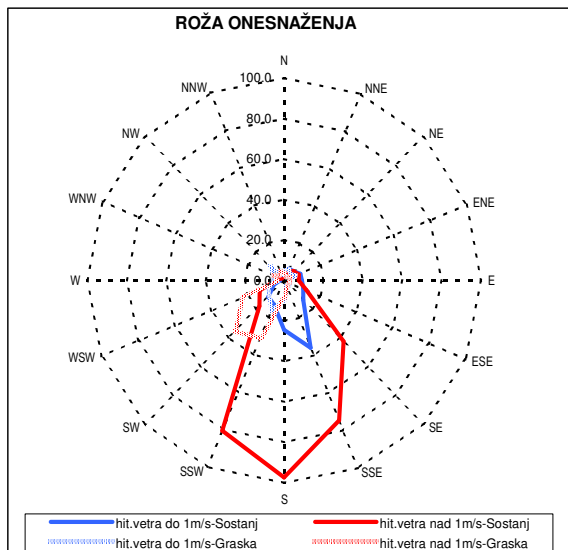
Tabela 2.3.1.(3): Delež vetra in povprečne koncentracije SO<sub>2</sub> v posameznih smereh na merilnem mestu Sostanj za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)			(hitrosti vetra nad 1 m/s)		
smer vetra	delež vetra	povp. konc. (µg/m <sup>3</sup> )	smer vetra	delež vetra	povp. konc. (µg/m <sup>3</sup> )
brezvetrje	0,0%				
N	3,6%	3,6	N	4,4%	1,8
NNE	2,8%	6,4	NNE	3,0%	4,5
NE	2,7%	6,4	NE	2,3%	6,7
ENE	2,9%	8,9	ENE	2,2%	7,9
E	2,3%	9	E	2,4%	7,4
ESE	2,3%	10,4	ESE	2,8%	12,3
SE	2,1%	13,6	SE	1,1%	42,5
SSE	1,2%	35,8	SSE	0,9%	74,6
S	0,7%	24,4	S	1,0%	97,3
SSW	1,0%	13,1	SSW	1,3%	80,6
SW	1,0%	11,4	SW	2,0%	17,8
WSW	1,8%	5,7	WSW	1,0%	13,3
W	9,7%	2,2	W	0,6%	4,3
WNW	23,2%	2,3	WNW	1,9%	2,3
NW	8,4%	2,5	NW	0,6%	1,5
NNW	4,6%	3,3	NNW	2,2%	2,1
vsota	70,4%	5	vsota	29,6%	17

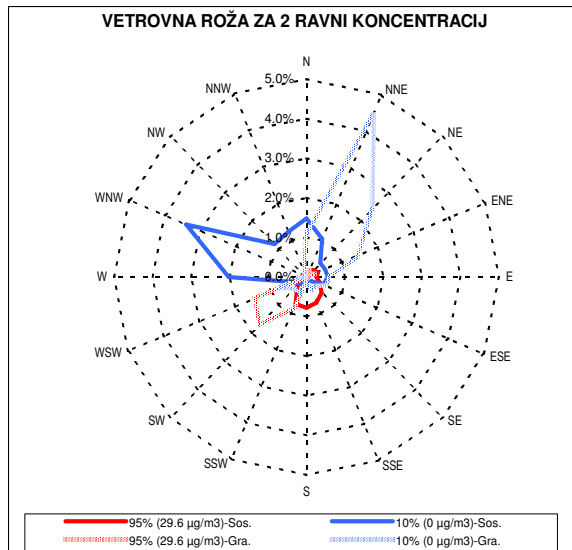
LEGENDA:

delež vetra                                      delež vetra v posamezni smeri  
 povp. konc.                                      povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.1.(3a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije SO<sub>2</sub> pri različnih smereh vetra na merilnih mestih Šoštanj in Graška gora) na merilnem mestu Sostanj za leto 2006



Slika 2.3.1.(3b): Vetrovne rože (pogostosti smeri vetra na merilnih mestih Šoštanj in Graška gora) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije SO<sub>2</sub> na mer. mestu Sostanj za leto 2006



### **Koncentracije na vplivnem območju TE Trbovlje (območje kakovosti zraka SI2a)**

Po zagonu odžveplovalne naprave v TE Trbovlje jeseni 2005 so se koncentracije na celotnem vplivnem območju termoelektrarne močno znižale. Tako se je leta 2006 prvič zgodilo, da nikjer ni bilo več prekoračitev letno dovoljenih mejnih vrednosti. Najvišje koncentracije SO<sub>2</sub> so bile sicer izmerjene – tako kot v prejšnjih letih - na treh višje ležečih merilnih mestih, na katere najbolj vpliva emisija iz dimnika TE Trbovlje. V dneh, ko pride do izpada v delovanju odžveplovalne naprave, se lahko pojavijo še prekoračitve mejnih vrednosti. Tako je bila npr. na **Dobovecu** 13. 6. 2006, ko ni delovala čistilna naprava, **izmerjena najvišja urna koncentracija v Sloveniji 2290 µg/m<sup>3</sup>**, pa tudi **3-urna alarmna vrednost** je bila prekoračena.

### **Koncentracije na vplivnem območju tovarne celuloze VIPAP (območje kakovosti zraka SI2c)**

Od septembra 2006 dalje zaradi zaustavitve proizvodnje celuloze ni več emisije SO<sub>2</sub> iz tovarne VIPAP, zato ni več prekoračitev mejnih vrednosti koncentracije, ki so bile do tedaj pogoste na merilnem mestu v **Krškem**. Na račun prvih osmih mesecev leta je bilo to merilno mesto, ki je sicer izven naselja Krško na robu sadovnjaka v bližini reke Save približno 1 km v smeri jug-jugovzhod od tovarne, **v letu 2006 še vedno prvo v Sloveniji po prekoračenju dovoljenih mejnih vrednosti**. Prekoračeni sta bili dovoljena celoletna in zimska koncentracija, preseženo je bilo tudi letno dovoljeno število prekoračitev mejne urne in dnevne vrednosti. Najvišje koncentracije so se zaradi nizkega izpusta emisije pojavljale v nočnem in jutranjem času, ko se ob jasnem in mirnem vremenu steka hladen zrak ob Savi navzdol (tabela 2.3.1.(4), sliki 2.3.1.(4a, 4b). Od konca avgusta 2006 naprej pa je merilno mesto v Krškem glede SO<sub>2</sub> v zraku med najčistejšimi v Sloveniji.

Tabela 2.3.1.(4): Delež vetra in povprečne koncentracije SO<sub>2</sub> v posameznih smereh na merilnem mestu Krško za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrtje	4,5%	7,9
N	8,7%	39,8
NNE	4,3%	20,7
NE	2,3%	14,6
ENE	1,6%	18,9
E	1,7%	10,4
ESE	2,4%	9,4
SE	4,3%	9,5
SSE	5,4%	14,6
S	4,0%	18,3
SSW	2,4%	24,4
SW	2,3%	14,3
WSW	3,0%	19,6
W	4,3%	20,2
WNW	4,9%	27,0
NW	4,9%	62,7
NNW	8,4%	56,5
vsota	65,0%	29,0

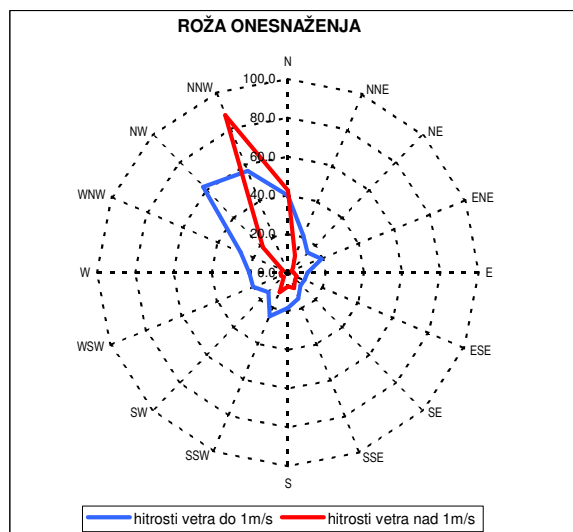
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	3,2%	42,4
NNE	3,6%	9,5
NE	4,6%	3,8
ENE	2,3%	2,2
E	1,8%	3,2
ESE	3,2%	5,1
SE	3,9%	5,4
SSE	2,5%	8,7
S	1,1%	7,2
SSW	0,3%	10,9
SW	0,1%	3,1
WSW	0,6%	3,9
W	1,5%	3,8
WNW	1,2%	2,9
NW	0,2%	18,4
NNW	0,8%	87,6
vsota	30,5%	11,4

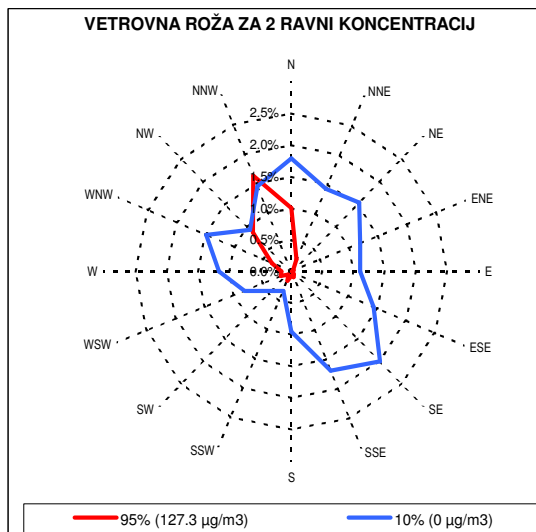
LEGENDA:

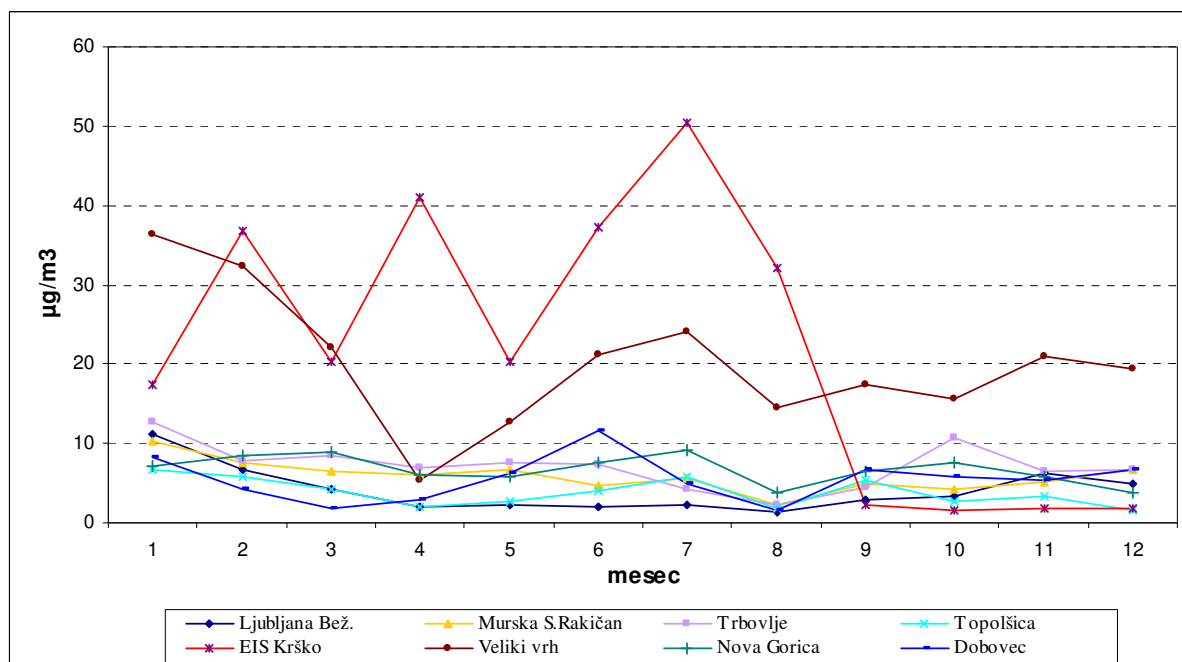
delež vetra                                 delež vetra v posamezni smeri  
 povp. konc.                                 povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.1.(4a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije SO<sub>2</sub> pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Krško za leto 2006



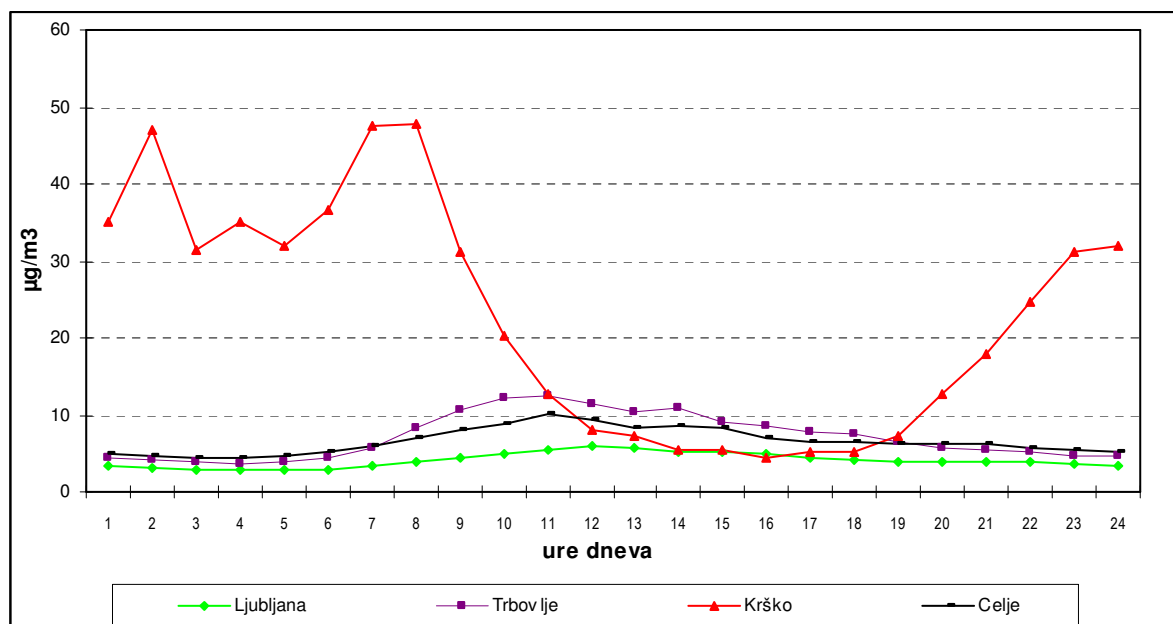
Slika 2.3.1.(4b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnem mestu Krško za leto 2006





Slika 2.3.1.(5): Povprečne mesečne koncentracije SO<sub>2</sub> za 8 merilnih mest v letu 2006

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



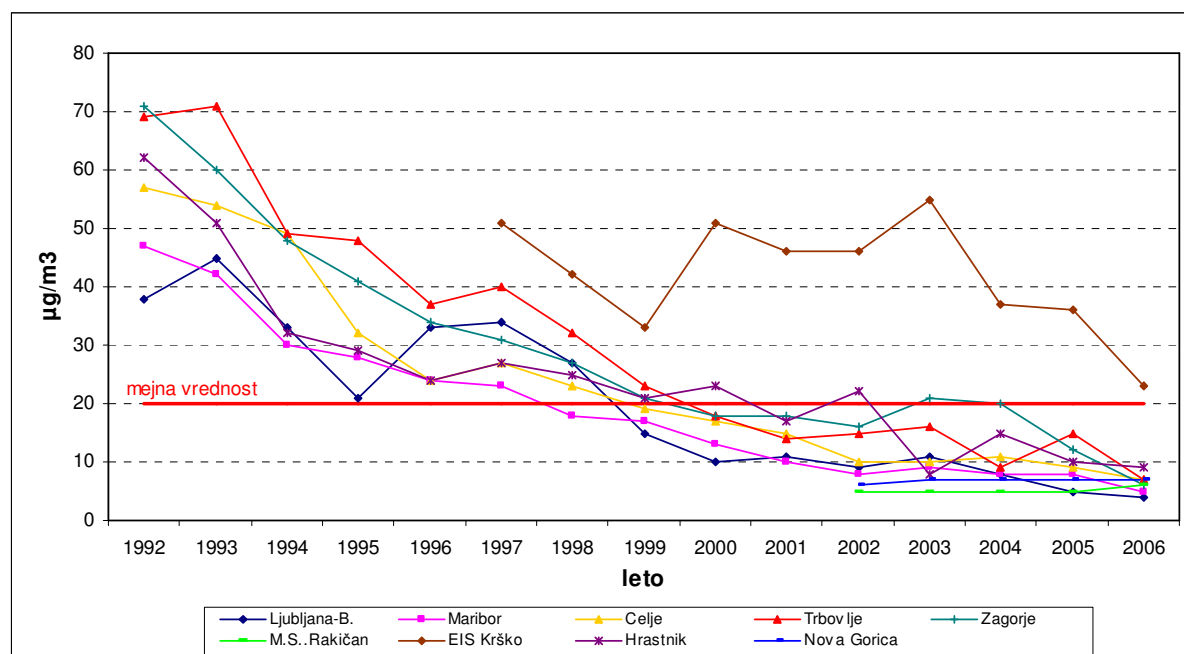
Slika 2.3.1.(6): Dnevni hod koncentracij SO<sub>2</sub> na štirih merilnih mestih v letu 2006



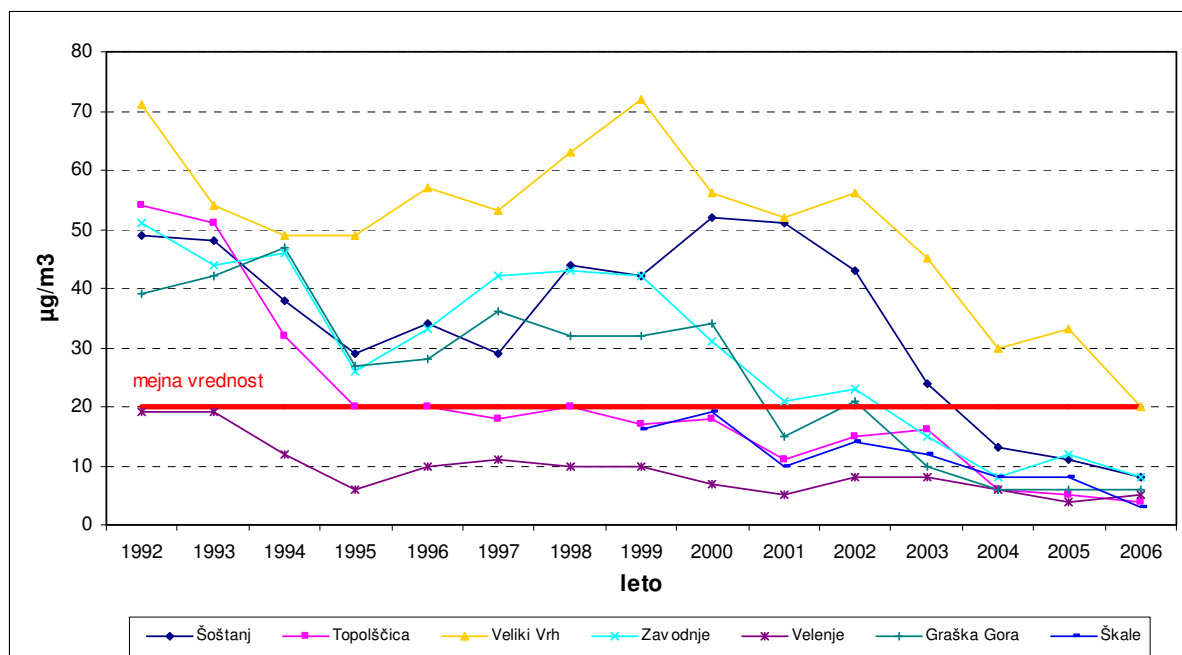
## Časovni trend

Iz analize večletnih vrednosti (slike 2.3.1.(7-9), tabele 2.3.1.(8-10) v Prilogi) sledi:

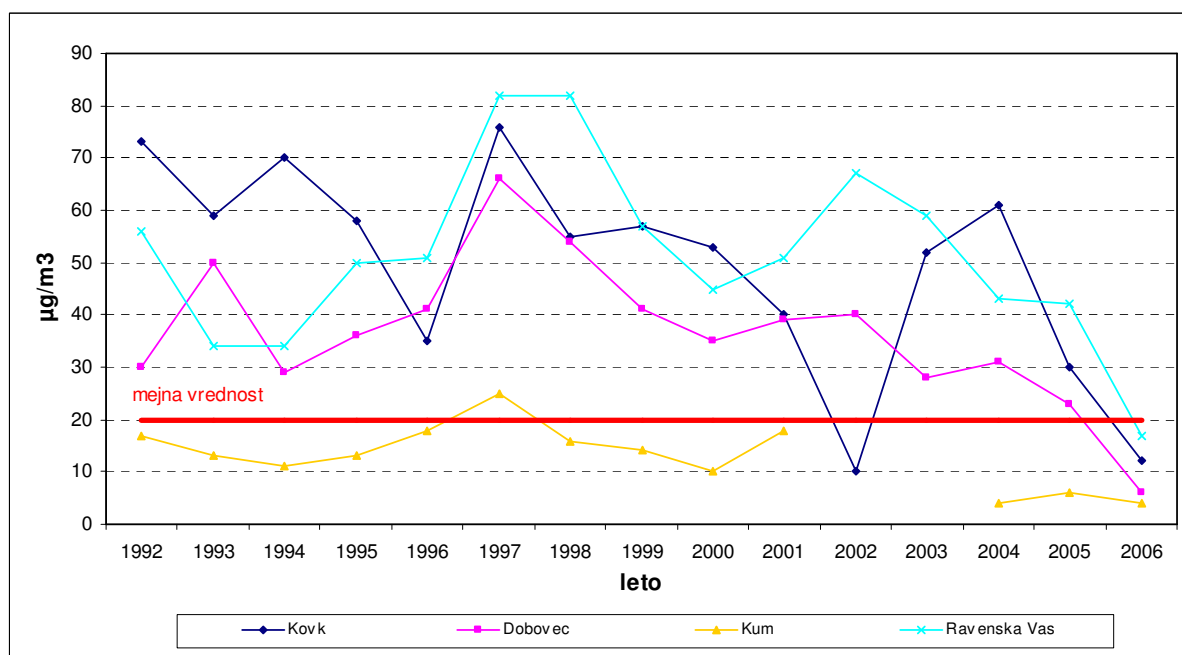
V **večjih mestih**, ki niso pod neposrednim vplivom emisij SO<sub>2</sub> iz večjih virov, je pri povprečni letni onesnaženosti zraka v letu 2006 opaziti še nadaljnje rahlo nižanje koncentracij iz zadnjih nekaj let. To znižanje je bolj izraženo v **mestih v Zasavju** in je posledica začetka obratovanja odžveplovalne naprave v TE Trbovlje oktobra 2005. Zaradi istega razloga se je izboljšalo tudi stanje na višje ležečih merilnih mestih vplivnega območja **TE Trbovlje**. Tudi na merilnih mestih **vplivnega območja TEŠ** se je v letu 2006 nadaljeval trend zmanjševanja koncentracij zaradi speljave dimnih plinov iz blokov 1, 2 in 3 skozi odžveplovalno napravo v termoelektrarni Šoštanj. Koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnem mestu v **Krškem** pa so v letu 2006 zaradi zaprtja obrata celuloze v tovarni VIPAP občutno padle.



Slika 2.3.1.(7): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih DMKZ in EIS Krško



Slika 2.3.1.(8): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih TEŠ



Slika 2.3.1.(9): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih TET

## 2.3.2. Dušikovi oksidi

### Viri emisije

Glavni vir dušikovih oksidov je promet, kar pomeni, da je onesnaženost zraka omejena na cestna in gosto poseljena območja. Vir emisije pa so tudi veliki termoenergetski objekti, ki uporabljajo za gorivo premog.

### Onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi

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.

Letni pregled onesnaženosti zraka z dušikovimi oksidi na skupaj 13 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2006, je podan v tabeli 2.3.2.(1). Meritve so avtomatske povsod razen na Iskrbi, kjer se izvajajo 24-urne neavtomatske meritve koncentracij dušikovega dioksida, vendar zaradi okvare merilnika za leto 2006 ni na voljo dovolj podatkov. Tudi za merilno mesto EIS Celje za leto 2006 ni dovolj veljavnih podatkov. V *Uredbi o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku* so za koncentracijo dušikovih oksidov predpisani naslednji statistični parametri s pripadajočimi dovoljenimi mejnimi vrednostmi: za NO<sub>2</sub> mejna urna vrednost, 3-urna alarmna vrednost in dopustna letna vrednost za varovanje zdravja ljudi, za NO<sub>x</sub> pa mejna letna vrednost za zaščito vegetacije na tistih merilnih mestih, ki niso v bližini cest in večjih naselij.

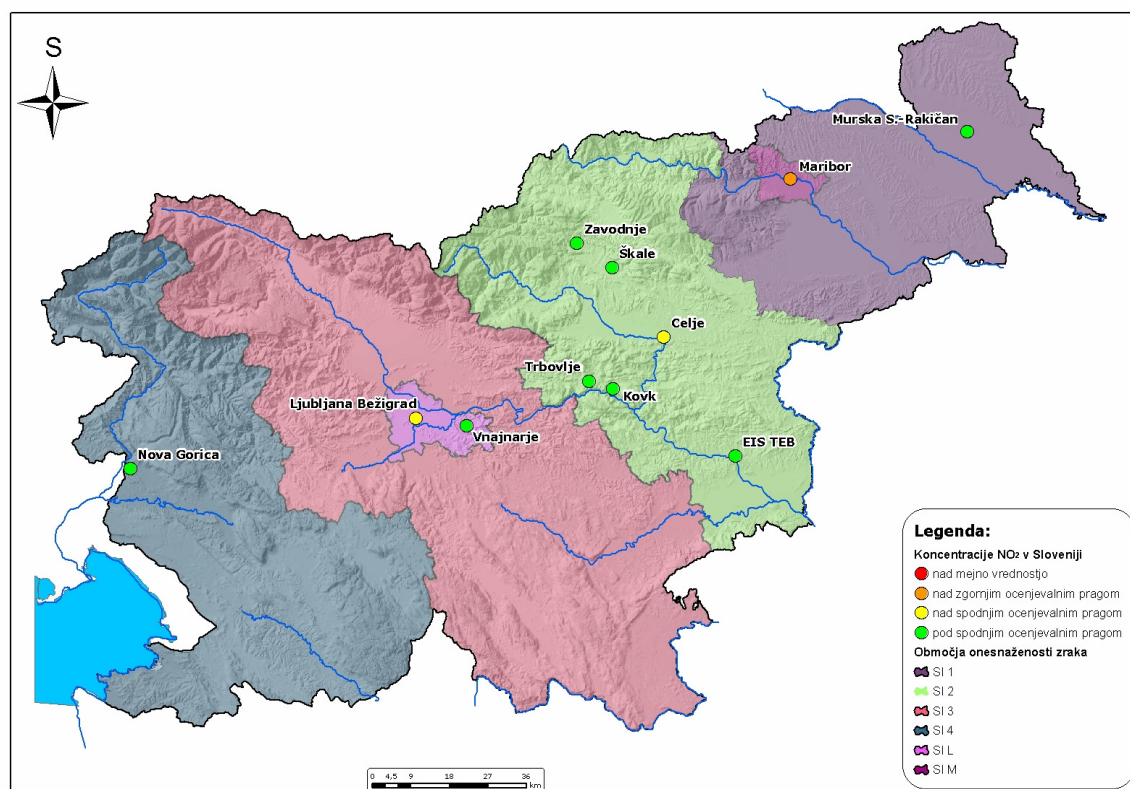
Najvišje koncentracije NO<sub>2</sub> so bile, tako kot prejšnja leta, izmerjene na prometnem merilnem mestu **Maribor**, kjer je povprečna letna koncentracija preseгла **zgornji ocenjevalni prag**.

**Tabela 2.3.2.(1):** Raven koncentracij NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaje	NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		NO <sub>2</sub>		
	Leto / Year				1 ura / 1 hour**	3 ure / 3 hours	
	% pod	C <sub>p</sub> **	% pod	C <sub>p</sub> **	max	>MV	>AV
Ljubljana Bežigrad	92	29	91	45	173	0	0
Maribor	92	39	92	71	236	1	0
Celje	95	28	93	46	172	0	0
Trbovlje	93	23	92	39	96	0	0
Murska S.-Rakičan	86	15	90	23	75	0	0
Nova Gorica	93	24	93	43	100	0	0
Iskrba <sup>•</sup>	-	-					
Vnajnarje	93	5	94	5	60	0	0
EIS-Celje	-	-	-	-	-	-	-
Zavodnje	94	4	94	5	96	0	0
Škale	95	9	95	10	66	0	0
Kovk	89	12	90	14	75	0	0
EIS TEB (Sv.Mohor)*	66	4	66	5	59*	0	0

Legenda:

- \*\* določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
- prekoračena mejna vrednost
  - prekoračen zgornji ocenjevalni prag
  - prekoračen spodnji ocenjevalni prag
  - koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom
  - mejna vrednost je določena samo za podeželske lokacije<sup>1</sup>
- <sup>•</sup> 24-urne neavtomatske meritve



**Slika 2.3.2.(1):** Koncentracije NO<sub>2</sub> v zunanjem zraku v letu 2006.

<sup>1</sup> Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l. RS, št. 31/07)

Koncentracije dušikovih oksidov na **mestnih merilnih mestih**, ki so bolj ali manj pod vplivom emisij iz prometa, so bile do **desetkrat višje, kot na podeželskih merilnih mestih**.

**Najvišje urne koncentracije NO<sub>2</sub>** so bile v mestih med 100 in 200 µg/m<sup>3</sup>, na najbolj prometnem merilnem mestu **Maribor** pa je ena urna koncentracija prekoračila mejno urno vrednost 200 µg/m<sup>3</sup>.

**Povprečne letne koncentracije NO<sub>2</sub>** so dosegle največ 81% dopustne letne vrednosti 48 µg/m<sup>3</sup> na merilnem mestu **Maribor**.

**Povprečne letne koncentracije NO<sub>x</sub>** na merilnih mestih, ki so reprezentativna za zaščito vegetacije v ekosistemih, so bile pod spodnjim ocenjevalnim pragom.

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

**Dnevni hod** kaže na vpliv prometa, saj so bile 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 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 (npr. merilno mesto v Mariboru, kjer poteka cesta v smeri sever-jug in podnevi zaradi vzpetin na severni strani prevladuje lokalni veter proti severu, ponoči, ko je malo prometa, pa v obratni smeri – tabela 2.3.2.(2), slika 2.3.2.(2)).

Tabela 2.3.2.(2): Delež vetra in povprečne koncentracije NO<sub>2</sub> v posameznih smereh na merilnem mestu Maribor za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrtje	3.1%	45.5
N	13.9%	34.8
NNE	22.1%	31.5
NE	7.8%	34.0
ENE	3.3%	37.8
E	2.8%	43.4
ESE	2.5%	41.6
SE	2.9%	47.1
SSE	4.5%	52.5
S	7.1%	55.5
SSW	4.2%	51.7
SW	1.8%	51.6
WSW	0.8%	47.1
W	0.7%	50.0
WNW	0.6%	48.3
NW	0.8%	45.0
NNW	3.1%	41.6
vsota	78.8%	39.8

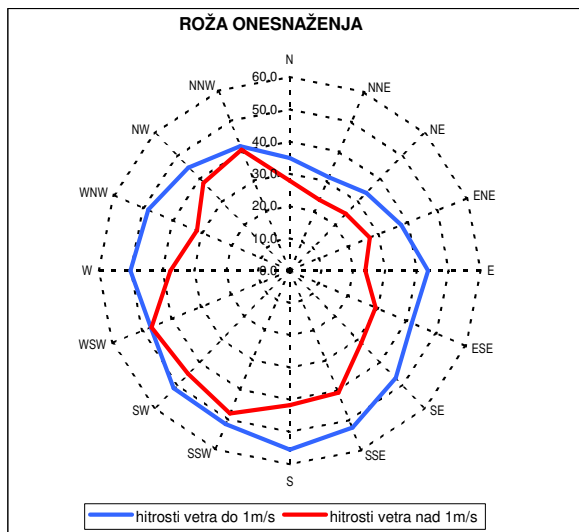
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	4.6%	27.8
NNE	2.4%	23.8
NE	0.1%	25.0
ENE	0.1%	27.1
E	0.1%	23.7
ESE	0.3%	29.3
SE	0.4%	31.7
SSE	1.5%	40.8
S	5.1%	41.7
SSW	1.5%	48.1
SW	0.6%	45.2
WSW	0.3%	46.8
W	0.1%	37.5
WNW	0.1%	31.7
NW	0.1%	38.4
NNW	0.9%	40.4
vsota	18.1%	35.6

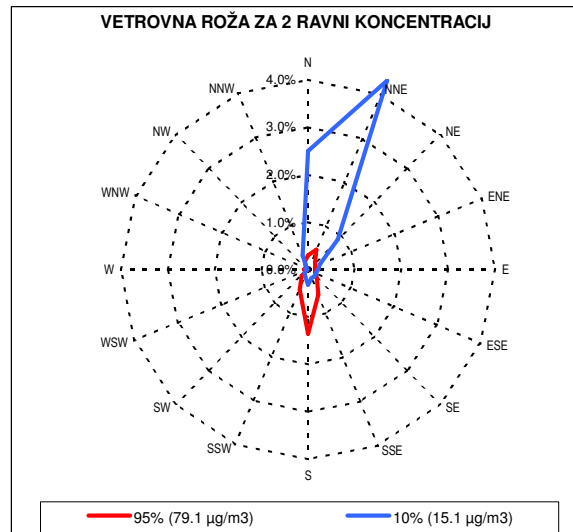
LEGENDA:

delež vetra                                  delež vetra v posamezni smeri  
 povp. konc.                                  povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

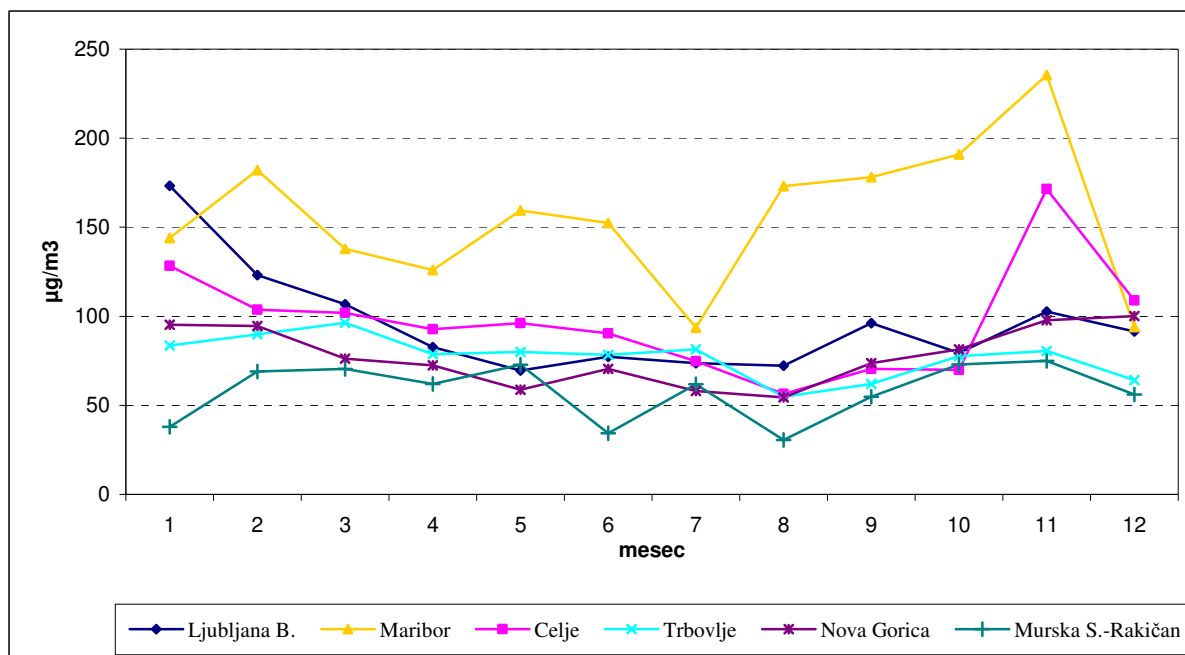
Slika 2.3.2.(2a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije NO<sub>2</sub> pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Maribor za leto 2006



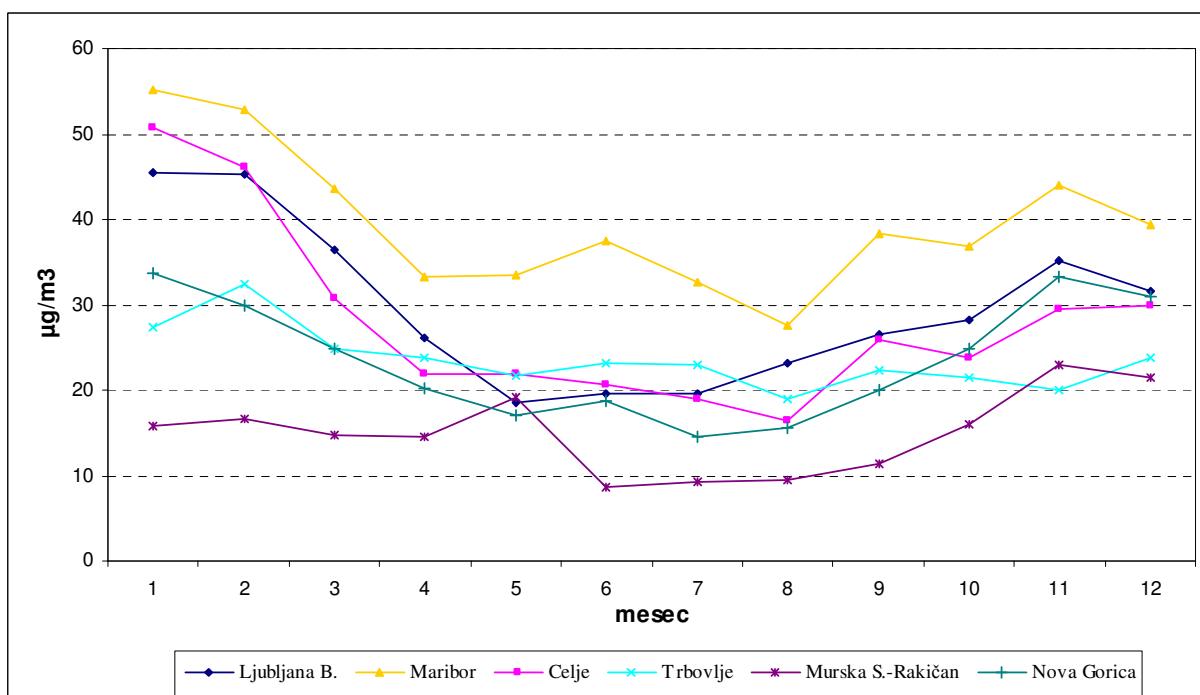
Slika 2.3.2.(2b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije NO<sub>2</sub> na merilnem mestu Maribor za leto 2006



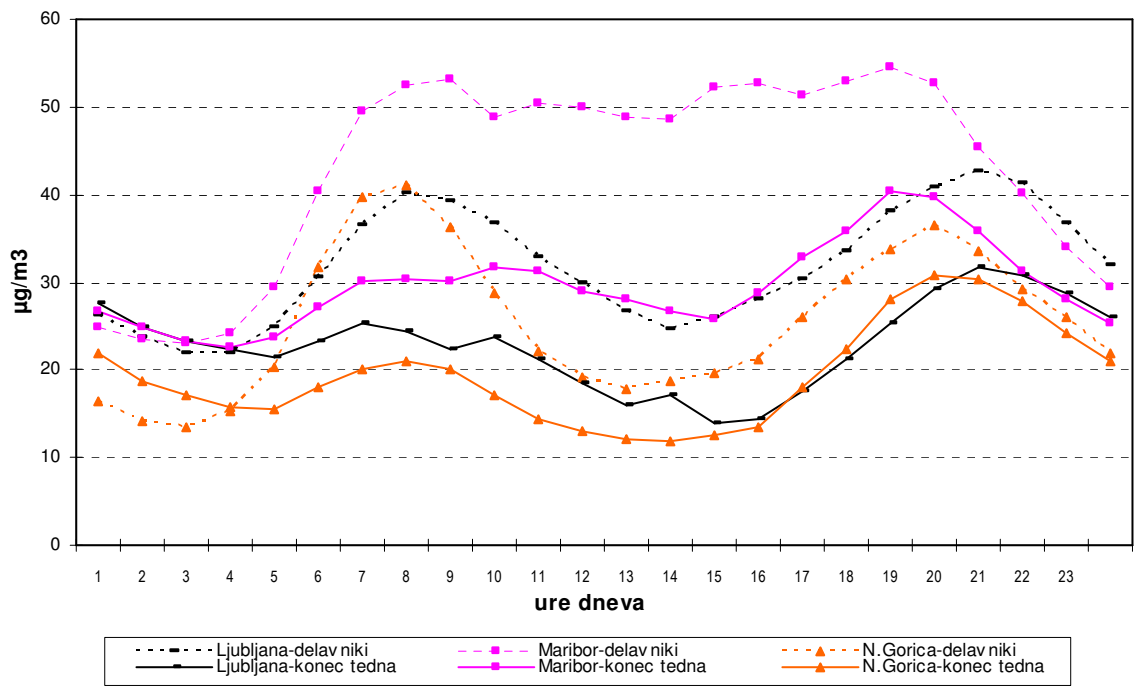
Časovni trend kaže, da se povprečna letna onesnaženost zraka z NO<sub>2</sub> od leta 2002 naprej bistveno ne spreminja in da je povsod pod dopustno vrednostjo.



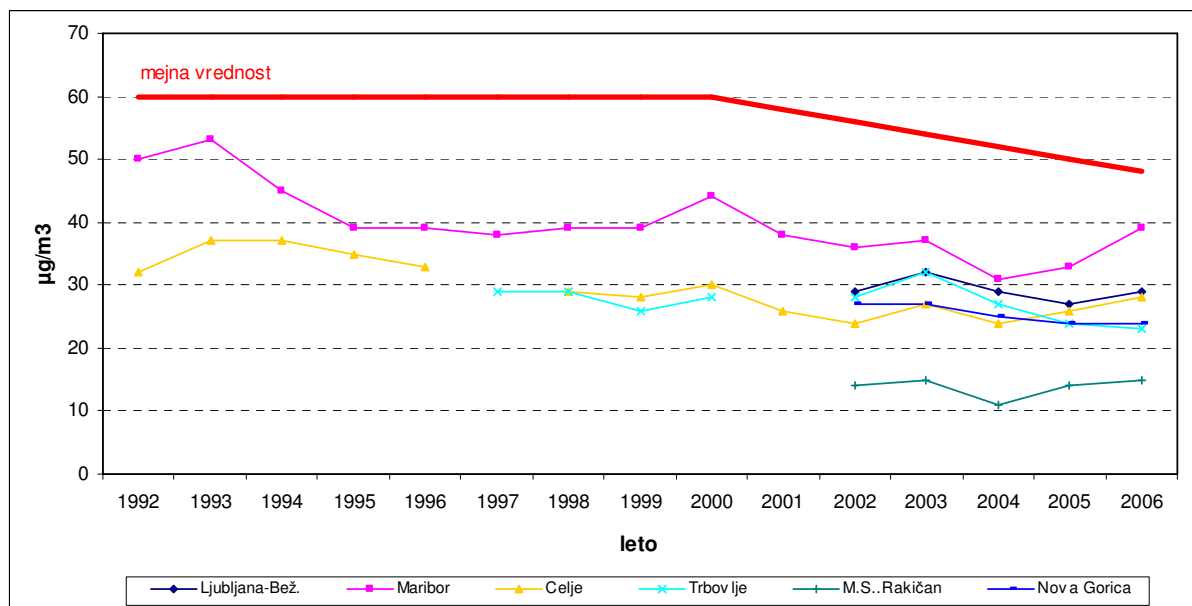
Slika 2.3.2.(3): Najvišje urne koncentracije NO<sub>2</sub> v letu 2006 po mesecih



Slika 2.3.2.(4): Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>2</sub> v letu 2006



Slika 2.3.2.(5): Dnevni hod koncentracije NO<sub>2</sub> na treh merilnih mestih v letu 2006



Slika 2.3.2.(6): Povprečne letne koncentracije NO<sub>2</sub>



### 2.3.3. Ogljikov monoksid

#### Viri emisije

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

#### Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom

Po Uredbi o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku je za CO predpisana le 8-urna mejna vrednost koncentracije za varovanje zdravja. Avtomatske meritve se izvajajo na petih merilnih mestih mreže DMKZ. Podatki o onesnaženosti zraka z ogljikovim monoksidom v Sloveniji so zbrani v tabeli 2.3.3.(1).

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

**8-urna mejna koncentracija** ni bila prekoračena 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.

**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 2006

Postaje	Leto		8 ur**	
	% pod	$C_p$	max	>MV
Ljubljana Bežigrad*	86	0.7	4*	0*
Maribor	91	0.6	2.6	0
Celje	94	0.7	3.7	0
Nova Gorica	94	0.7	3	0
Krvavec	92	0.2	0.5	0

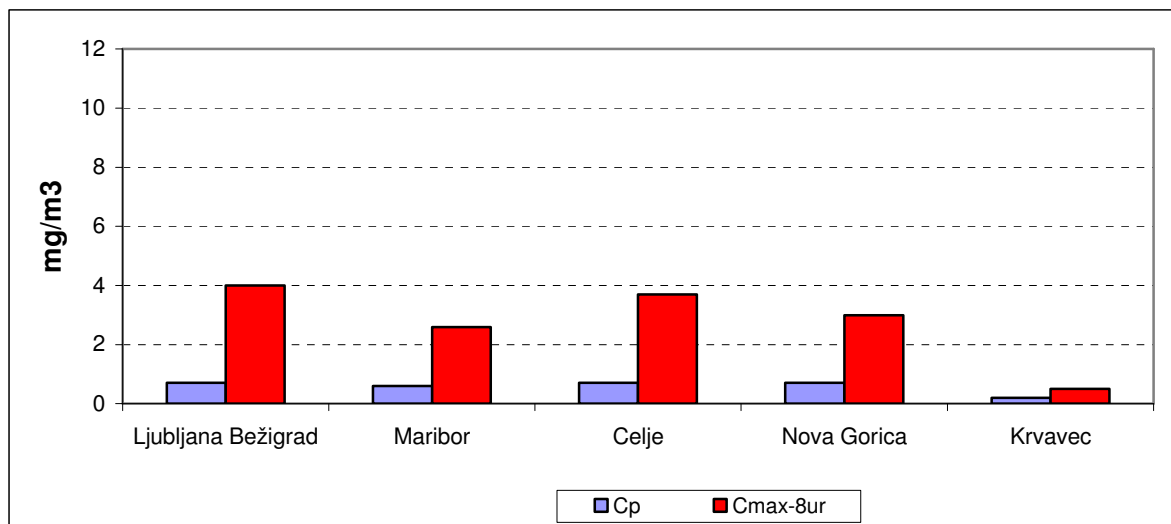
Legenda:

- \*\* določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
-  prekoračena mejna vrednost
-  prekoračen zgornji ocenjevalni prag
-  prekoračen spodnji ocenjevalni prag
-  koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom

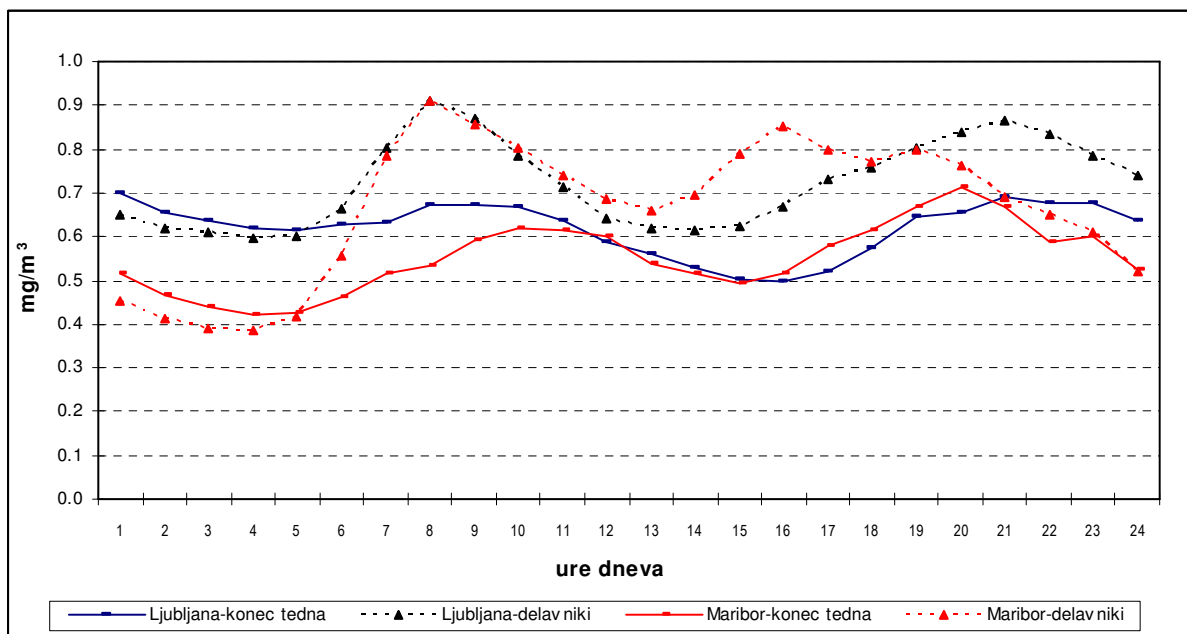
**Tabela 2.3.3.(2):** Najvišje 8-urne koncentracije CO (mg/m<sup>3</sup>) po mesecih v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	4.0	3*	2.1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.9	1*	2*	2.7	2.3
Maribor	2.6	2.0	1.4	1.0	0.8	0.6	1*	0.6	1.0	1*	2*	2.2
Celje	3.7	2.7	1.9	1.0	0.6	1*	0.4	0.7	0.9	1.3	3*	2.8
Nova Gorica	2.3	3.0	2.2	1*	0.9	0.9	0.7	0.6	0.7	1.2	2.1	2.7
Krvavec	0.3	0.4	0.5	0.3	0*	0.2	0.2	0*	0.2	0.2	0.2	0.3

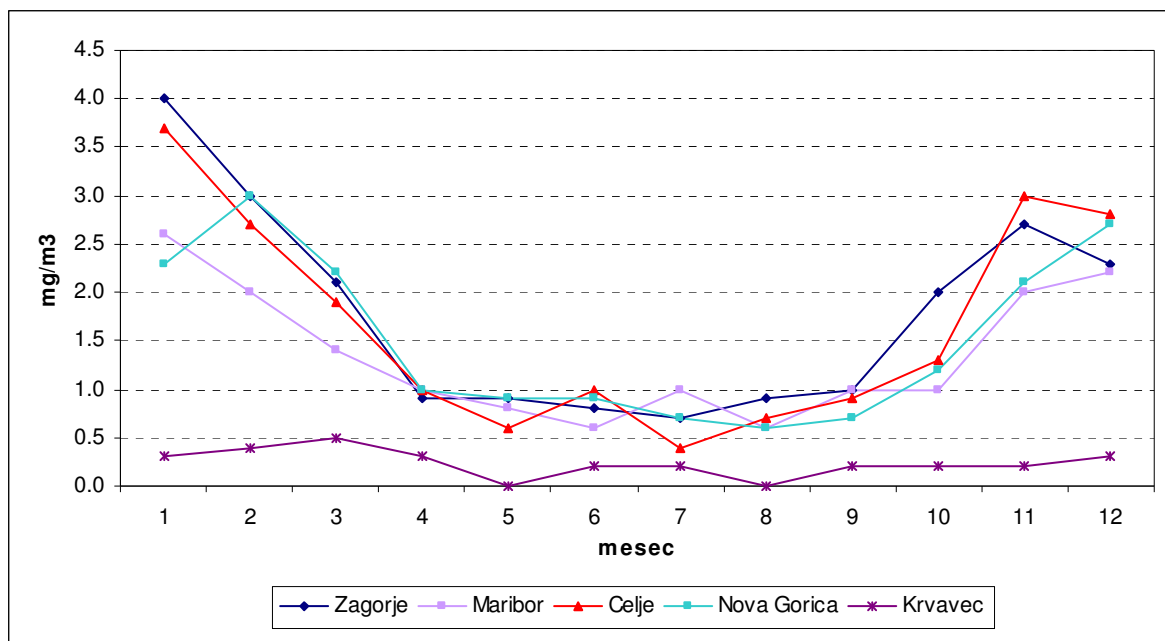
LEGENDA: \* informativni podatki, prenizek odstotek dobrih podatkov



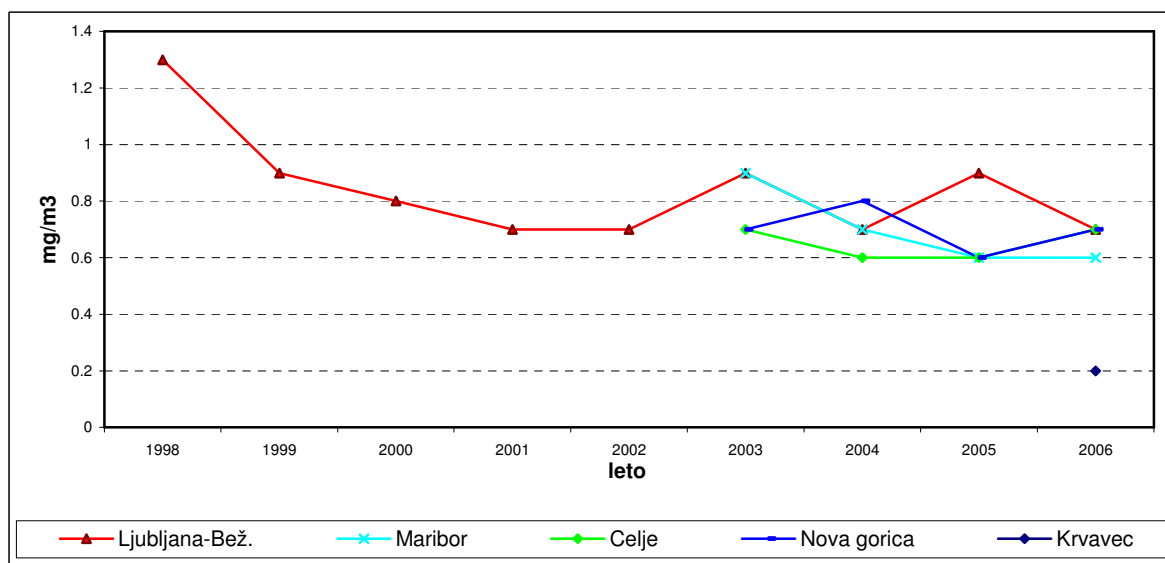
**Slika 2.3.3.(1):** Povprečne letne in maksimalne 8-urne koncentracije CO v letu 2006 v mg/m<sup>3</sup>



**Slika 2.3.3.(2):** Dnevni hod koncentracije CO na merilnih mestih Ljubljana-Bežigrad in Maribor v letu 2006



Slika 2.3.3.(3): Najvišje 8-urne koncentracije CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) po mesecih v letu 2006



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

### 2.3.4. Ozon

Ozon v prizemni plasti zraka nastaja s kemično reakcijo ob prisotnosti sončne svetlobe (fotokemična reakcija) iz dušikovih oksidov, ki jih pride največ v ozračje iz prometa (motorji z notranjim izgorevanjem) in iz lahkih organskih snovi, ki jih prispevajo industrija, promet, gospodinjstva, bencinske črpalke, kemične čistilnice itd. Snovem, iz katerih nastaja ozon, pravimo predhodniki ozona. Reakcije so tem intenzivnejše, čim višja je temperatura in čim močnejše je sončno obsevanje, zato je onesnaženost zraka z ozonom večja poleti in čez dan. Na obcestnih merilnih mestih pa so koncentracije ozona nižje, ker le-ta hitro reagira z dušikovim monoksidom iz izpušnih plinov. Kraji z naraščajočo nadmorsko višino in odprtim reliefom imajo vse bolj značilnosti proste atmosfere, kjer je na eni strani majhen neposredni vpliv emisij predhodnikov ozona, na drugi strani pa je močnejše ultravijolično sevanje sonca. To se kaže v nižjih maksimalnih koncentracijah ozona, medtem ko je raven povprečnih koncentracij višja kot v nižjih predelih.

#### Onesnaženost zraka z ozonom

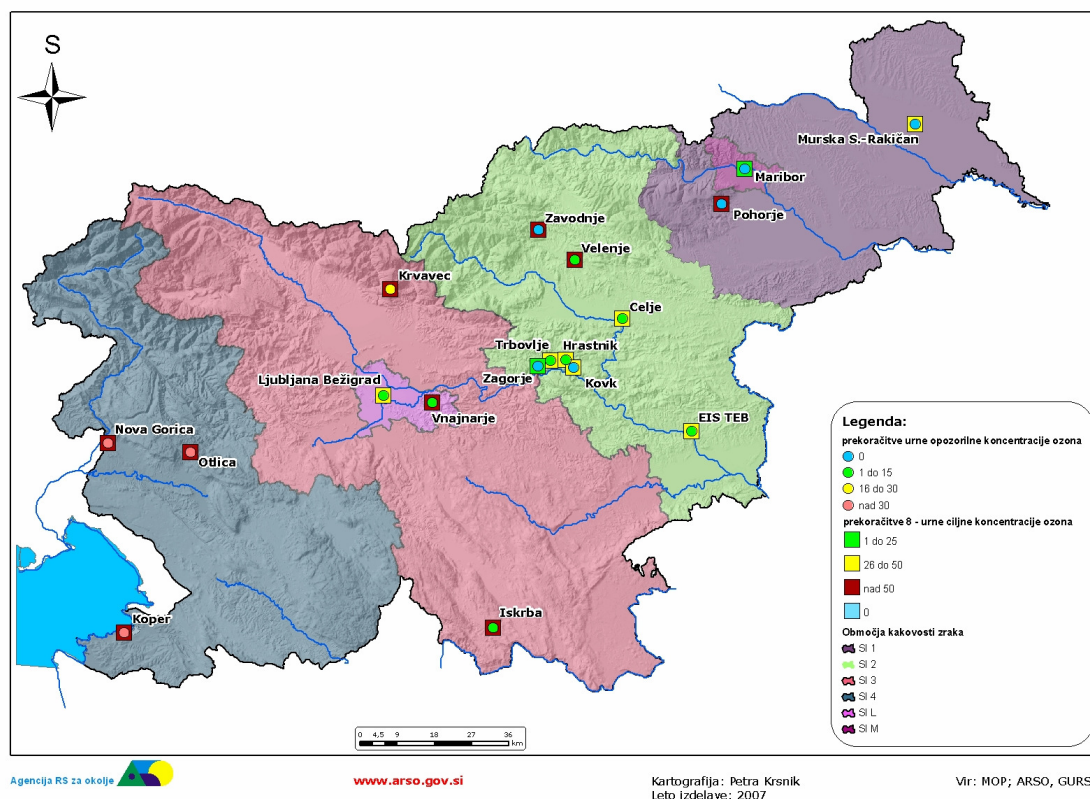
*Uredba o ozonu v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 8/03)* predpisuje za varovanje zdravja opozorilno in alarmno urno koncentracijo ter ciljno vrednost najvišje 8-urne dnevne koncentracije, za zaščito vegetacije je določena mejna vrednost faktorja AOT40 za čas vegetacije, za zaščito materialov pa je določena mejna letna vrednost. Letni pregled onesnaženosti zraka z ozonom na skupaj 18 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2006 je podan v tabeli 2.3.4.(1).

#### Prekoračitve mejnih vrednosti v letu 2006

- Koncentracije ozona so prekoračile opozorilno urno vrednost na skoraj vseh merilnih mestih - največkrat **na Primorskem in ob obali (območje kakovosti zraka SI4)**. Na prvem mestu po prekoračitvah je bilo višje ležeče merilno mesto **Otlica**, temu pa sledita **Nova Gorica** in **Koper**.
- Alarmna urna vrednost koncentracije ozona je bila prekoračena enkrat **na Otlici (območje SI4)**.
- Letno dovoljeno število prekoračitev ciljne 8-urne vrednosti koncentracije ozona je bilo preseženo **povsod**, razen na merilnih mestih Maribor in Zagorje, ki sta tik ob prometnih cestah. Tudi tu je bila na prvem mestu **Otlica**, sledijo pa **Krvavec, Nova Gorica** in **Koper**.
- Tudi mejna vrednost faktorja AOT40, nad katero ozon škodljivo vpliva na vegetacijo, je bila prekoračena **povsod**, razen na merilnih mestih Maribor in Zagorje, ki sta tik ob prometnih cestah. Tudi tu je bila na prvem mestu **Otlica**, sledijo pa **Krvavec, Nova Gorica** in **Koper**.

**Tabela 2.3.4.(1):** Koncentracije ozona v zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2006 (prekoračena mejna vrednost AOT40 in mejna letna vrednost ter preseženo dovoljeno število prekoračitev 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	>CV
Krvavec	1740	94		<b>100</b>	203	24	0	<b>71924</b>	195	<b>84</b>
Iskrba	540	96		<b>60</b>	182	1	0	<b>50772</b>	169	<b>66</b>
Otlica	918	89		<b>95</b>	243	69	1	<b>85554</b>	221	<b>90</b>
Ljubljana Bežigrad	299	94		<b>45</b>	191	10	0	<b>39679</b>	184	<b>47</b>
Maribor	270	95		39	164	0	0	11148	138	7
Celje	240	95		<b>45</b>	184	3	0	<b>33881</b>	170	<b>39</b>
Trbovlje	250	93		<b>41</b>	181	1	0	<b>29277</b>	164	<b>31</b>
Hrastnik	290	92		<b>50</b>	192	5	0	<b>40567</b>	178	<b>45</b>
Zagorje	241	93		39	166	0	0	18602	149	22
Murska S.-Rakičan	188	94		<b>50</b>	169	0	0	<b>32062</b>	155	<b>28</b>
Nova Gorica	113	93		<b>50</b>	228	34	0	<b>50702</b>	205	<b>55</b>
Koper	56	93		<b>74</b>	233	38	0	<b>64878</b>	215	<b>73</b>
Vnajarje	630	95		<b>76</b>	218	10	0	<b>45887</b>	207	<b>65</b>
Maribor Pohorje	725	98		<b>82</b>	176	0	0		161	<b>61</b>
Zavodnje	770	95		<b>76</b>	179	0	0	<b>41598</b>	166	<b>56</b>
Velenje	390	94		<b>54</b>	205	6	0	<b>51790</b>	183	<b>66</b>
Kovk	600	88		<b>72</b>	176	0	0	<b>40882</b>	166*	<b>44*</b>
Sv.Mohor	390	90		<b>66</b>	216	6	0	<b>29390</b>	177	28



**Slika 2.3.4.(1):** Število prekoračitev urne opozorilne in 8-urne ciljne koncentracije ozona v letu 2006

**Med mestnimi merilnimi mesti** so se najvišje koncentracije ozona z največ prekoračitvami urne opozorilne vrednosti v letu 2006 - tako kot vsa pretekla leta – pojavljale na Primorskem in ob obali (območje kakovosti zraka SI4). Pri visokih izmerjenih koncentracijah je na merilnem mestu v **Kopru** prevladoval severozahodni veter - maestral, tabela 2.3.4.(3), slike 2.3.4.(2a, 2b, 4), na merilnem mestu v **Novi Gorici** pa jugozahodni veter - tabela 2.3.4.(4), slike 2.3.4.(5a, 5b, 7), kar se ujema s smermi trajektorij na 925 hPa ploskvi – sliki 2.3.4.(3, 6)<sup>2</sup>. Na Otlici so se visoke koncentracije pojavljale, kadar je tam pihal vzgonski pobočni veter, v Novi Gorici pa jugozahodni veter – tabela 2.3.4.(5), slike 2.3.4.(8a, 8b, 9).

Tabela 2.3.4.(2): Najnižja povprečna dnevna in najnižja maksimalna dnevna temperatura zraka na treh merilnih mestih, ko je koncentracija ozona prekoračila opozorilno vrednost 180 µg/m<sup>3</sup>

merilno mesto	T <sub>povp</sub> (st.C) vsaj	T <sub>max</sub> (st.C) vsaj
Nova Gorica	23	30
Koper	28	34
Ljubljana-Bežigrad	23	30

Na merilnem mestu v Mariboru pa so bile izmerjene najnižje koncentracije, ker je postaja tik ob prometni cesti v ožjem središču mesta.

**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.

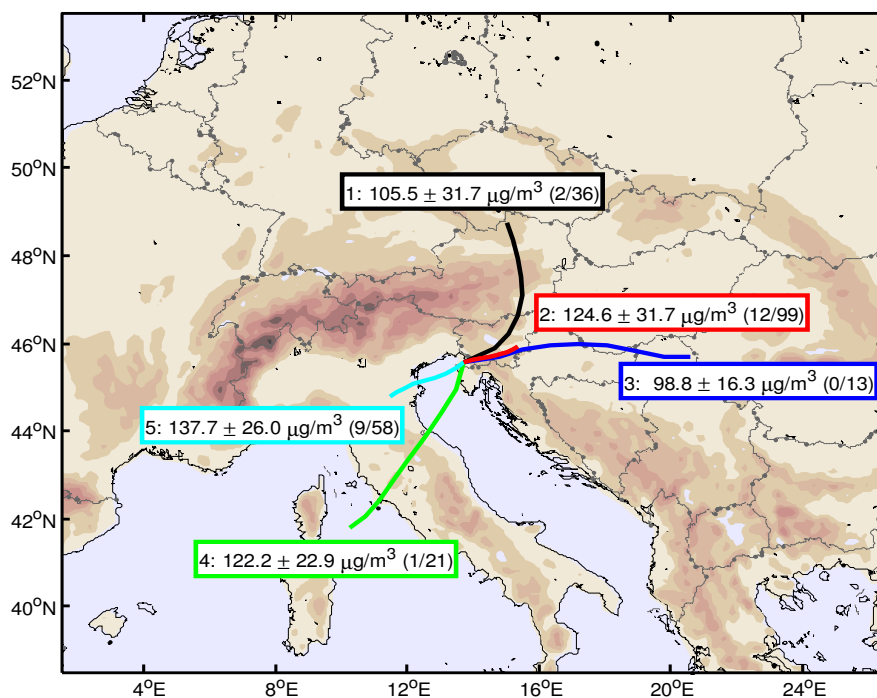
**Dnevni hod** koncentracij na merilnih mestih v nižinskih krajih kaže izrazit maksimum okrog 14. ure, ko ima prevladujoč vpliv sončno obsevanje in najvišje temperature zraka v tem času. Na višje ležečih odprtih legah (Krvavec) je ta hod neizrazit.

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

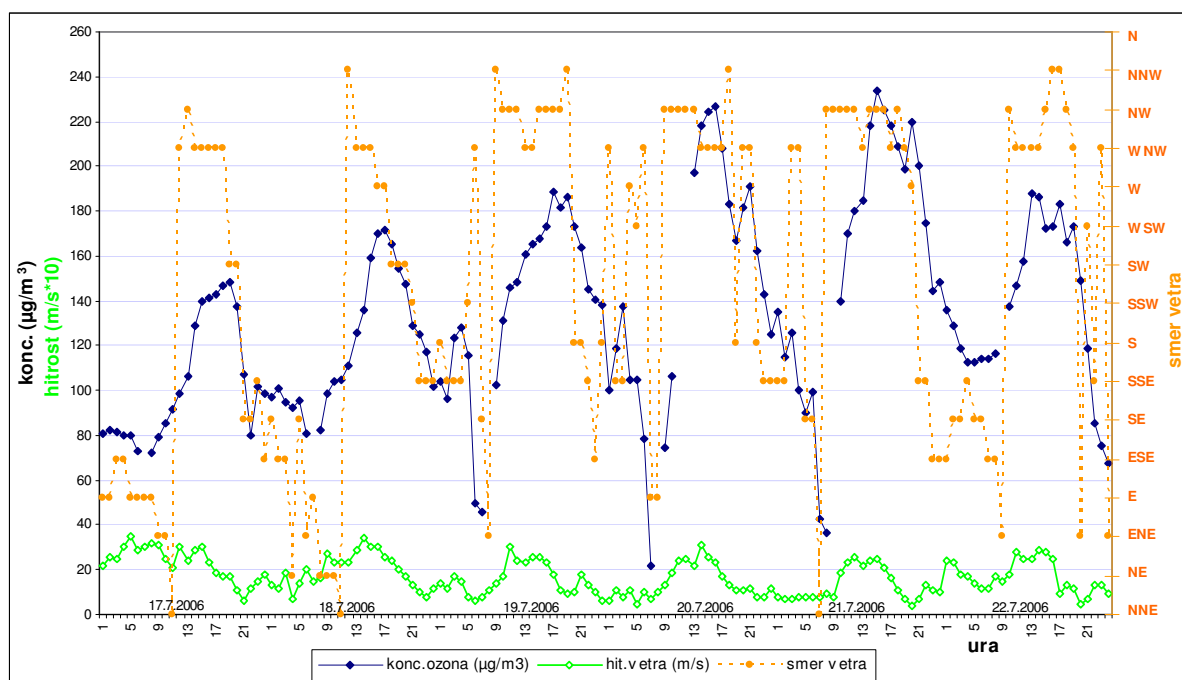
<sup>2</sup> Statistično napovedovanje ozona s predhodnim razvrščanjem trajektorij v skupine; Rahela Žabkar, FMF, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 2007



### Koper: 5 skupin



**Slika 2.3.4.(3)** (povzeto iz <sup>2</sup>): Razvrstitev trajektorij za Koper v 5 skupin. Za vsako od skupin je v obliki a: b ± c (d/e) prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle 165  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona <sup>2</sup>.



**Slika 2.3.4.(4):** Urne koncentracije ozona ter smeri in hitrosti vetra v Kopru v času visokih koncentracij ozona od 17.7. do 22.7.2006



Tabela 2.3.4.(4): Delež vetra in povprečne koncentracije OZONA v posameznih smereh na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrje	2.8%	9.3
N	1.2%	34.1
NNE	1.6%	40.8
NE	2.8%	35.1
ENE	6.4%	31.7
E	13.2%	31.8
ESE	12.5%	31.9
SE	6.4%	32.1
SSE	3.4%	36.9
S	2.5%	36.1
SSW	2.4%	43.7
SW	3.2%	45.4
WSW	2.3%	42.5
W	2.5%	41.9
WNW	2.1%	42.7
NW	1.9%	41.0
NNW	1.2%	39.8
vsota	65.3%	35.3

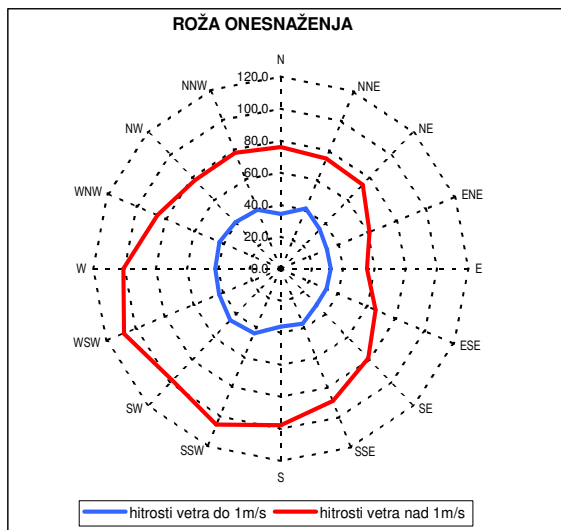
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	1.2%	76.0
NNE	2.0%	74.5
NE	1.5%	74.0
ENE	1.7%	61.2
E	2.3%	55.1
ESE	3.2%	65.8
SE	3.1%	78.9
SSE	2.2%	89.1
S	2.0%	97.6
SSW	2.2%	105.6
SW	3.8%	98.2
WSW	2.6%	108.0
W	2.1%	100.7
WNW	0.9%	85.6
NW	0.6%	77.8
NNW	0.6%	78.0
vsota	31.9%	84.3

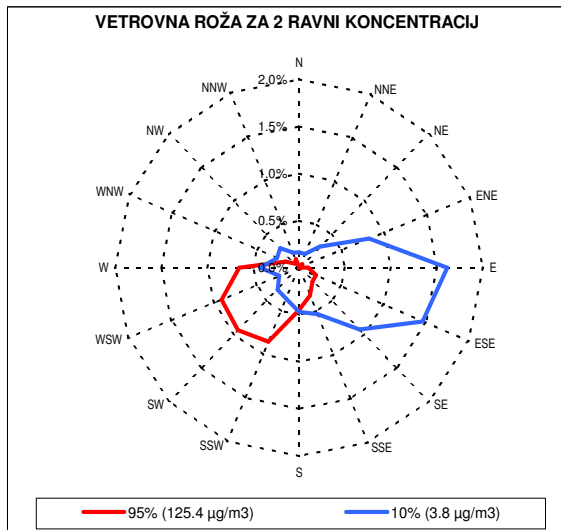
LEGENDA:

delež vetra    delež vetra v posamezni smeri  
povp. konc.    povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

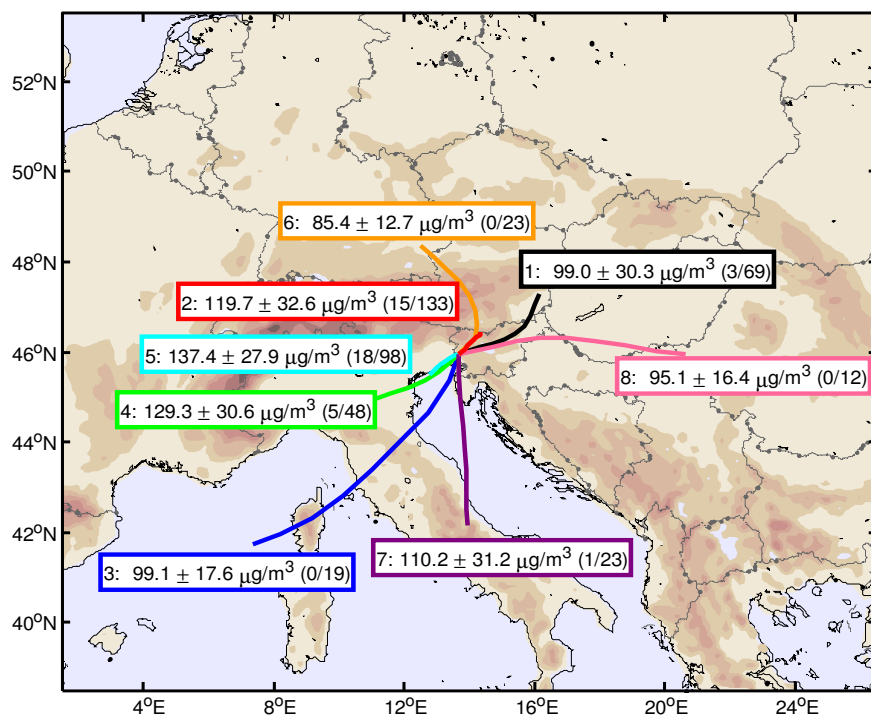
Slika 2.3.4.(5a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije OZONA pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2006



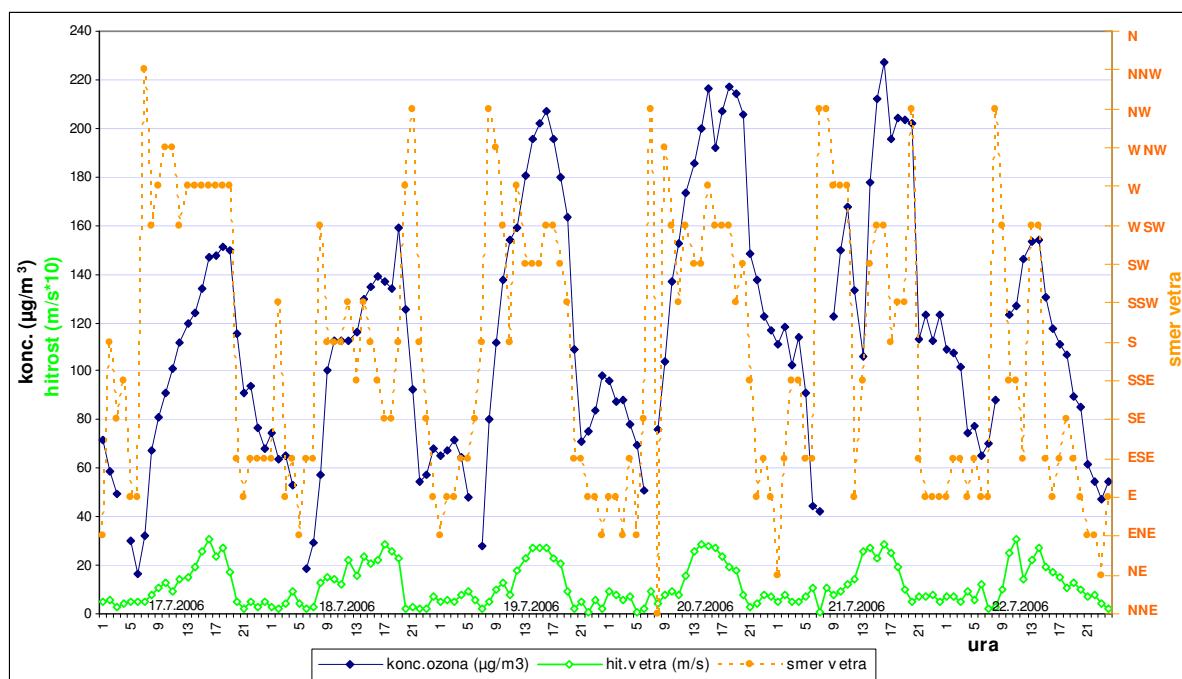
Slika 2.3.4.(5b): Vetrovna roža (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije OZONA na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2006



### Nova Gorica: 8 skupin



Slika 2.3.4.(6) (povzeto iz <sup>2</sup>): Razvrstitev trajektorij za Novo Gorico v 8 skupin. Za vsako od skupin je v obliki  $a \pm b (c/d/e)$  prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle  $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.



Slika 2.3.4.(7): Urne koncentracije ozona ter smeri in hitrosti vetra v Novi Gorici v času visokih koncentracij ozona od 17.7. do 22.7.2006

Tabela 2.3.4.(5): Delež vetra in povprečne koncentracije OZONA v posameznih smereh na merilnem mestu Otlica za obdobje jun.-dec. 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrje	0.0%	
N	1.3%	104.9
NNE	1.1%	93.5
NE	0.9%	80.2
ENE	0.7%	82.8
E	0.3%	90.5
ESE	0.3%	94.9
SE	0.4%	106.8
SSE	0.5%	126.0
S	0.6%	89.5
SSW	0.9%	78.5
SW	0.8%	81.5
WSW	0.5%	95.0
W	0.2%	80.9
WNW	0.5%	112.9
NW	0.7%	107.8
NNW	1.0%	103.1
<b>vsota</b>	<b>10.8%</b>	<b>95.4</b>

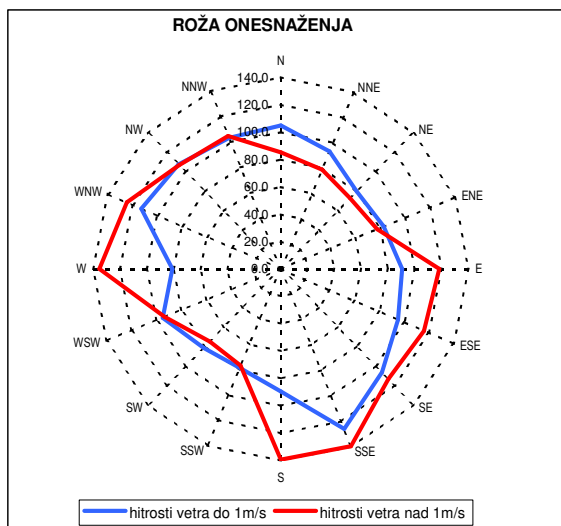
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	18.7%	85.2
NNE	6.5%	78.8
NE	2.8%	73.1
ENE	0.3%	77.6
E	0.1%	118.3
ESE	0.1%	115.7
SE	0.2%	113.4
SSE	6.4%	139.7
S	3.3%	139.5
SSW	14.9%	76.7
SW	7.7%	74.9
WSW	0.3%	93.4
W	0.2%	135.3
WNW	2.0%	124.8
NW	21.4%	107.3
NNW	4.4%	104.7
<b>vsota</b>	<b>89.2%</b>	<b>95.3</b>

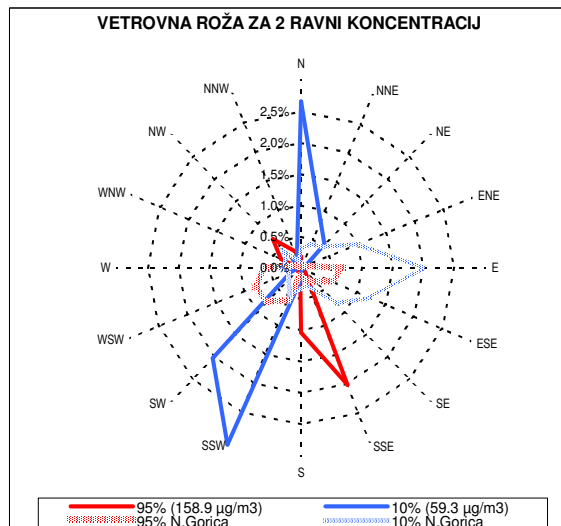
LEGENDA:

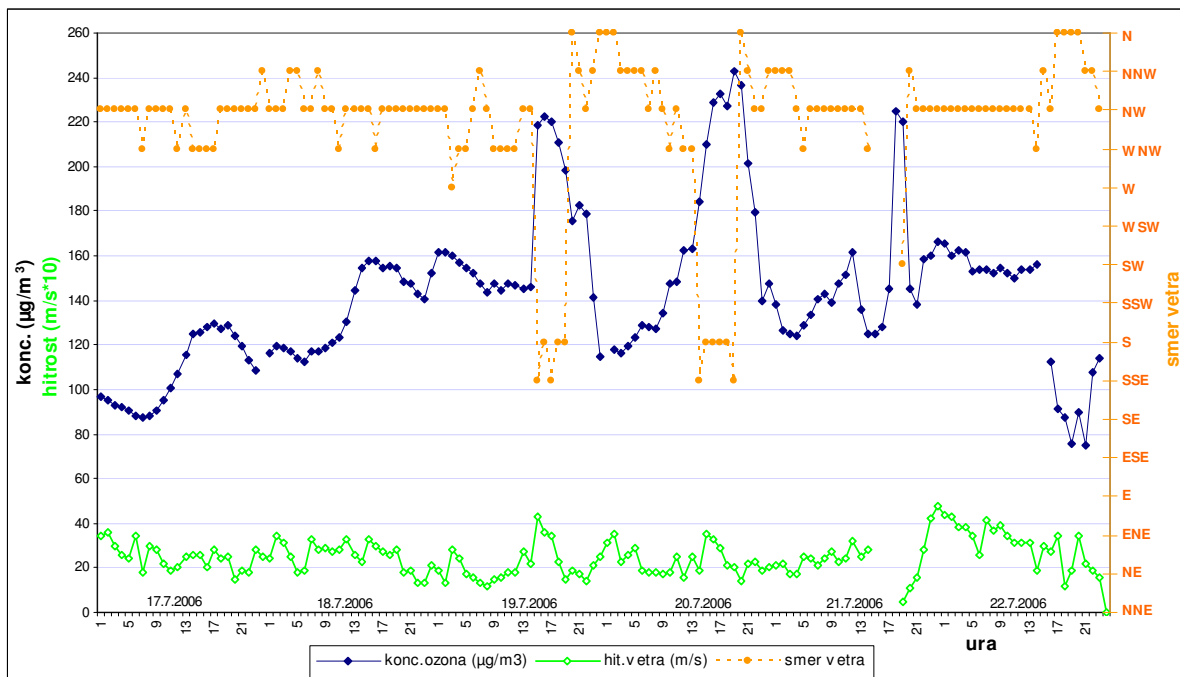
delež vetra                                      delež vetra v posamezni smeri  
 povp. konc.                                      povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.4.(8a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije OZONA pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Otlica za obdobje jun.-dec. 2006

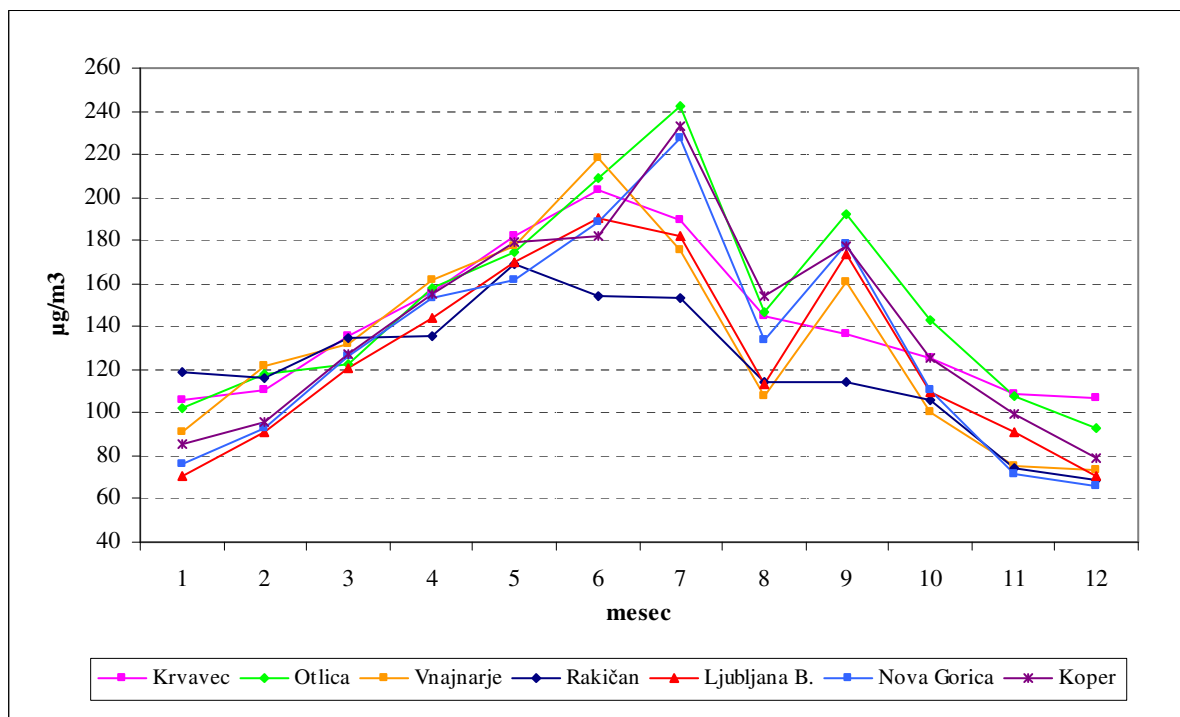


Slika 2.3.4.(8b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije OZONA na merilnem mestu Otlica za obdobje jun.-dec. 2006

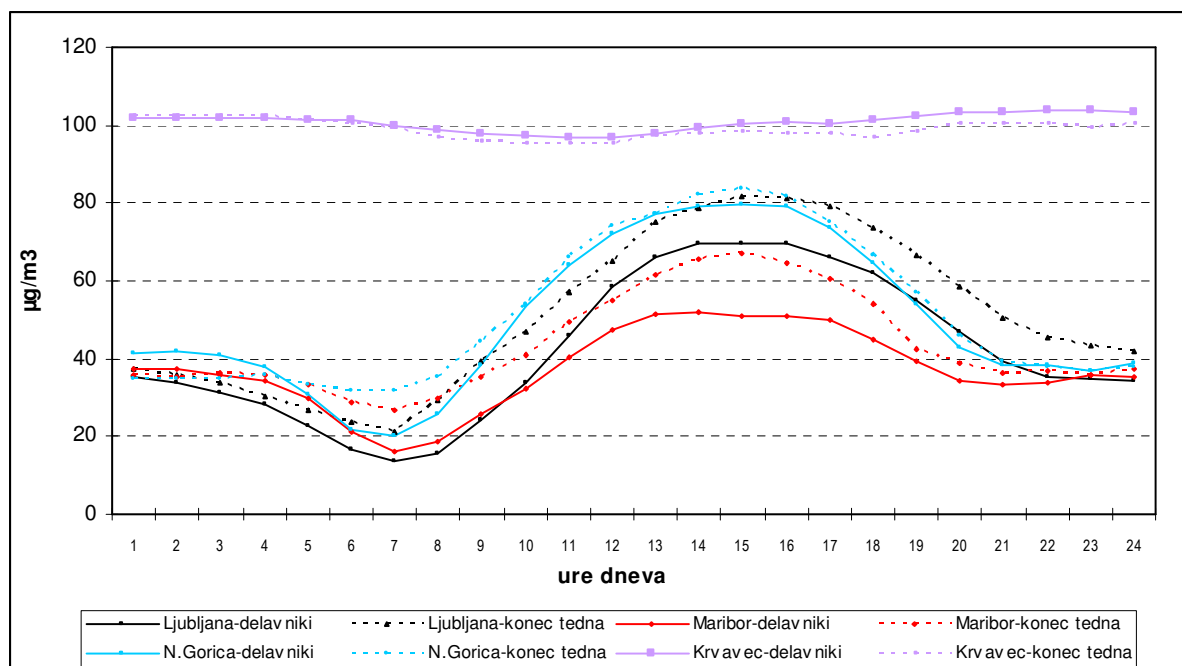




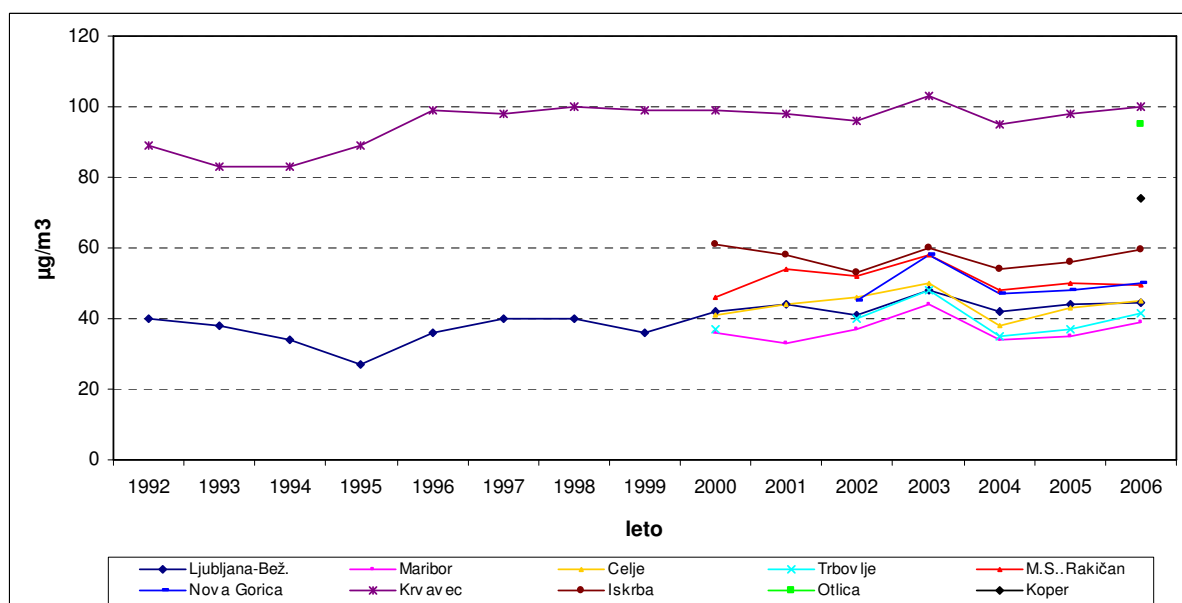
Slika 2.3.4.(9): Urne koncentracije ozona ter smeri in hitrosti vetra na Otlici v času visokih koncentracij ozona od 17.7. do 22.7.2006



Slika 2.3.4.(10): Najvišje urne koncentracije ozona v letu 2006 po mesecih



Slika 2.3.4.(11): Dnevni hodi koncentracij ozona v letu 2006



Slika 2.3.4.(12): Povprečne letne koncentracije ozona

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

#### Viri emisije

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 iz prometa, industrije in kurilnih naprav (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.

#### Onesnaženost zraka z delci

*Uredba o žvepovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02)* predpisuje dovoljene mejne vrednosti koncentracij delcev PM<sub>10</sub> za varovanje zdravja - mejno dnevno vrednost in dovoljeno letno število prekoračitev le-te ter mejno letno vrednost. Letni pregled onesnaženosti zraka z delci na skupaj 15 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2006, je podan v tabelah 2.3.5.(1) in 2.3.5.(5). Meritve so avtomatske povsod razen na Iskrbi in na merilnem mestu Vnajnarje, kjer se izvajajo z referenčno 24-urno metodo vzorčenja.

Agencija RS za okolje je pričela v letu 2004 izvajati meritve delcev PM<sub>10</sub> z referenčnim merilnikom Leckel. Na ta način določimo korekcijske faktorje merilnikom TEOM. 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. 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). 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.

Na merilnem mestu Iskrba poteka vzorčevanje z referenčnim merilnikom z nizkim volumskim pretokom (LVS). Pretok skozi merilnik je 2,3 m<sup>3</sup>/h. Vzorčevanje poteka na kvarčnih filtrih, premera 47 mm. Časovna resolucija vzorčevanja je 24 ur. Gravimetrična določitev mase na filtrih poteka v skladu s standardom SIST EN1234:2000.

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

### Prekoračitve mejnih vrednosti v letu 2006

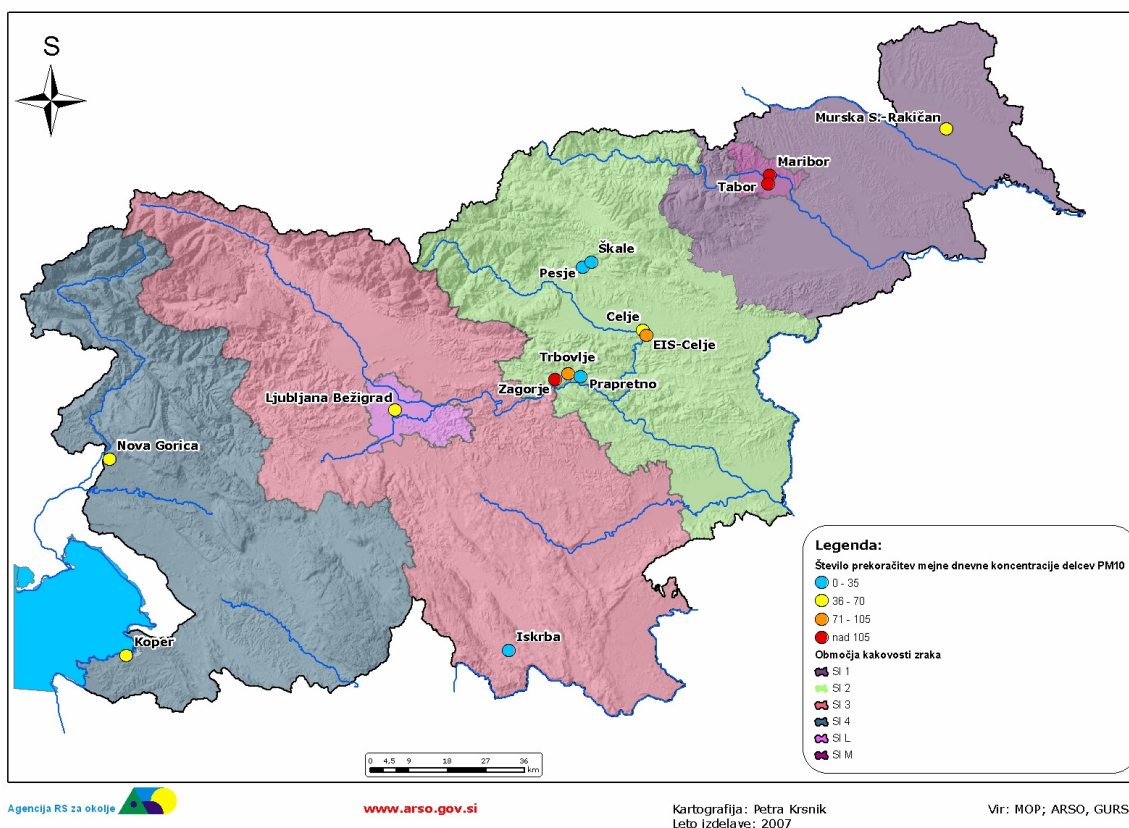
- Dovoljeno letno število prekoračitev mejne dnevne vrednosti je bilo preseženo **na vseh mestnih merilnih mestih** - največ v **Mariboru** in v **Zasavju**, od podeželskih merilnih mest pa v **Rakičanu pri Murski Soboti**.
- Mejna letna koncentracija je bila prekoračena na merilnih mestih **v Mariboru, Celju in Zasavju**.

Tabela 2.3.5.(1): Koncentracije delcev PM<sub>10</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaje	Leto**		Dan**		korek. faktor	
	% pod	C <sub>p</sub>	max	>MV	pozimi	poleti
Ljubljana Bež.	91	36	171	51	1.24	1.03
Maribor	96	45	194	117	1.19	1.00
Celje	93	37	186	62	1.12	1.00
Trbovlje	93	42	190	92	1.27	1.04
Zagorje	94	48	233	110	1.39	1.00
Murska S.-Rakičan	91	36	163	58	1.22	1.10
Nova Gorica	88	34	82	50	1.20	1.11
Koper	86	35	88	48	1.30	1.30
EIS-Celje		45	221	92		
MO Maribor	98	47	218	132	1.30	1.30
Vnajnarje	90	26	118	20	-	-
Pesje	94	28	163	24	1.30	1.30
Škale	95	26	163	19	1.30	1.30
Prapretno	92	34	165	33	1.30	1.30
Iskrba*	93	16	101	5	-	-

Legenda:

- \*\* določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag  
 prekoračena mejna vrednost  
 prekoračen zgornji ocenjevalni prag  
 prekoračen spodnji ocenjevalni prag  
 koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom  
 • 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 2006

Na merilnih mestih, ki so pod vplivom emisij iz prometa in industrije, se najvišje koncentracije pojavljajo, kadar piha veter iz smeri emisije. Tako merilno mesto je npr. Nova Gorica, kjer leži cesta vzhodno od merilnega mesta - tabela 2.3.5.(2), sliki 2.3.5.(2a, 2b).

Na merilnih mestih ob cestah, ki so obdane s pobočji, ali pa ob pozidanih ulicah, se najvišje koncentracije delcev PM<sub>10</sub> pojavljajo, kadar veter na takih merilnih mestih piha vzdolž cest, saj je glavni vir delcev promet (npr. Maribor – tabela 2.3.5.(3), sliki 2.3.5.(3a, 3b).

Poseben primer, kjer gre za vpliv emisije iz prometa in industrije, je merilno mesto v Trbovljah, kjer so bile najvišje koncentracije izmerjene pri smeri vetra, ki je obenem smer cementarne LAFARGE, tako da gre gotovo tudi za vpliv emisije delcev iz te tovarne – tabela 2.3.5.(4), sliki 2.3.5.(4a, 4b). Slabša kakovost zraka v Zasavju je tudi posledica individualnih kurišč in neugodnega reliefa.

**Mejna dnevna koncentracija 50 µg/m<sup>3</sup>** je bila v letu 2006 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 na obeh merilnih mestih v **Mariboru** in 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 razredčevanja onesnaževal v zraku.

**Mejna letna vrednost 40 µg/m<sup>3</sup>** je bila prekoračena na obeh merilnih mestih v **Mariboru** in v **Zasavju**.



## Pilotni projekt – opredelitev virov delcev PM<sub>10</sub> v Sloveniji

Ker je število prekoračitev mejne dnevne koncentracije na skoraj vseh merilnih mestih po Sloveniji (izjema je le Iskrba) višje od dovoljenega števila, mora država v skladu s predpisano zakonodajo izdelati plane in programe za zmanjšanje oz. doseganje predpisanih omejitev. Za izdelavo planov in programov je potrebno definirati vire (vrsta in prispevek posameznega vira oz. skupine virov). To pa lahko naredimo s poznavanjem kemijske sestave delcev PM<sub>10</sub> in s kasnejšo statistično obdelavo podatkov.

Projekt je v prvi fazi pilotni in se bo izvajal na treh merilnih mestih v Sloveniji istočasno: Ljubljana Bežigrad, Maribor in Trbovlje. Kasneje bomo ta projekt ponovili še na drugih merilnih mestih državne merilne mreže, kjer koncentracije delcev presegajo dovoljeno mejno vrednost. Vzorčenje bo potekalo kontinuirno, zajeli bomo zimsko in poletno sezono, projekt se bo predvidoma zaključil oktobra 2007. Namen projekta je pridobiti informacijo o prispevku posameznih virov delcev PM<sub>10</sub> na posameznem merilnem mestu, kar bi bila osnova za izdelavo planov in programov za zmanjšanje koncentracije delcev PM<sub>10</sub>.

V sklopu projekta bomo izvedli sledeče analize:

- analize kationov: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>,
- analize anionov: Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,
- analize težkih kovin: Al, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Sr, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb,
- analize elementarnega in organskega ogljika (EC/OC).

Cilji projekta so sledeči:

- pridobiti informacije o prispevku posameznih virov k koncentracijam delcem PM<sub>10</sub> v zraku z uporabo receptorskih modelov,
- pridobiti izkušnje in dodatno znanje za načrtovanje ter izvajanje teh aktivnosti na drugih merilnih mestih in
- pridobiti dovolj informacij za izdelavo planov in programov (plani in programi se bodo izvajali na MOP-u) za zmanjšanje koncentracije delcev PM<sub>10</sub>.

Tabela 2.3.5.(2): Delež vetra in povprečne koncentracije PM10 v posameznih smereh na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrtje	3.1%	47.8
N	1.2%	36.3
NNE	1.6%	35.4
NE	2.8%	33.5
ENE	6.7%	34.7
E	14.1%	36.4
ESE	12.8%	35.6
SE	6.5%	37.8
SSE	3.6%	33.9
S	2.6%	40.8
SSW	2.4%	41.3
SW	3.1%	35.2
WSW	2.3%	40.2
W	2.5%	39.9
WNW	2.0%	37.7
NW	1.9%	40.2
NNW	1.2%	35.0
vsota	67.0%	36.6

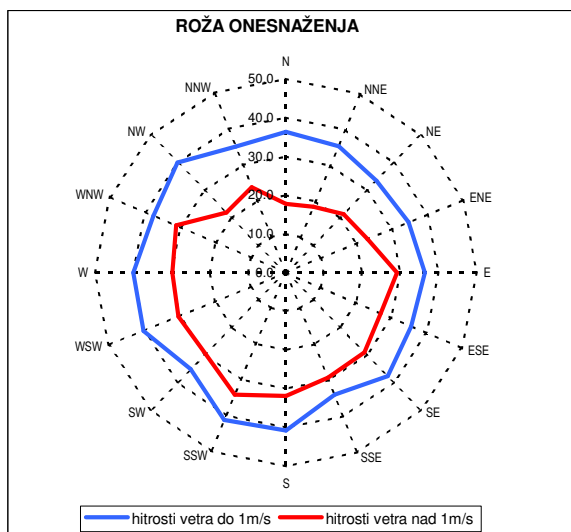
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	1.0%	17.7
NNE	1.8%	18.5
NE	1.3%	21.4
ENE	1.5%	23.1
E	2.3%	29.1
ESE	3.0%	26.9
SE	3.0%	29.1
SSE	2.1%	29.2
S	1.9%	31.8
SSW	2.2%	34.2
SW	3.5%	29.7
WSW	2.6%	30.3
W	1.8%	29.7
WNW	0.9%	31.1
NW	0.5%	22.0
NNW	0.5%	23.8
vsota	29.9%	27.8

LEGENDA:

delež vetra                                      delež vetra v posamezni smeri  
 povp. konc.                                      povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.5.(2a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije PM10 pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2006



Slika 2.3.5.(2b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije PM10 na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2006

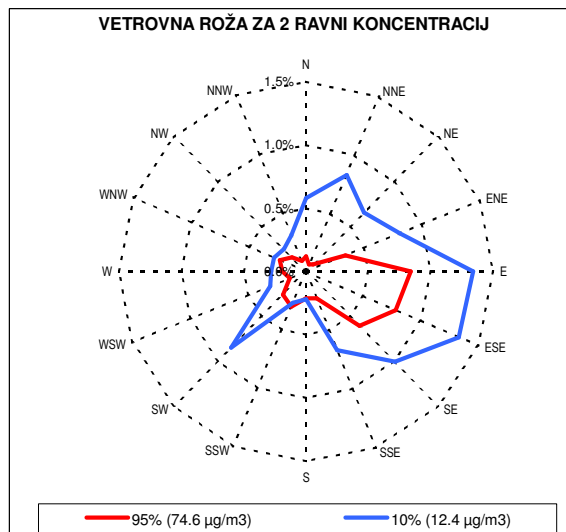


Tabela 2.3.5.(3): Delež vetra in povprečne koncentracije PM10 v posameznih smereh na merilnem mestu Maribor za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrje	3.2%	46.3
N	14.1%	41.4
NNE	22.1%	38.7
NE	7.9%	44.1
ENE	3.3%	48.0
E	2.8%	49.5
ESE	2.4%	48.2
SE	2.8%	49.3
SSE	4.7%	52.7
S	7.1%	60.5
SSW	4.2%	58.3
SW	1.8%	58.1
WSW	0.9%	56.9
W	0.8%	56.2
WNW	0.6%	52.5
NW	0.9%	51.2
NNW	3.1%	46.2
vsota	79.3%	46.3

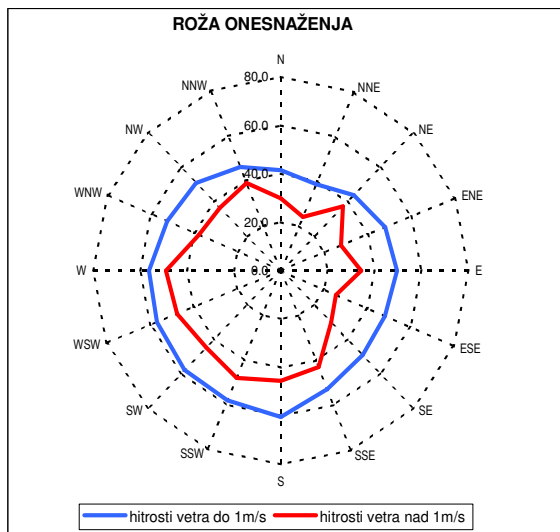
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	4.6%	29.9
NNE	2.1%	24.1
NE	0.1%	37.5
ENE	0.1%	27.6
E	0.1%	34.2
ESE	0.3%	25.6
SE	0.4%	30.4
SSE	1.5%	43.1
S	5.1%	45.6
SSW	1.4%	48.2
SW	0.6%	44.9
WSW	0.2%	47.6
W	0.1%	48.9
WNW	0.1%	37.9
NW	0.1%	36.6
NNW	0.9%	39.0
vsota	17.6%	37.6

LEGENDA:

delež vetra                                      delež vetra v posamezni smeri  
 povp. konc.                                      povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.5.(3a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije PM10 pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Maribor za leto 2006



Slika 2.3.5.(3b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije PM10 na merilnem mestu Maribor za leto 2006

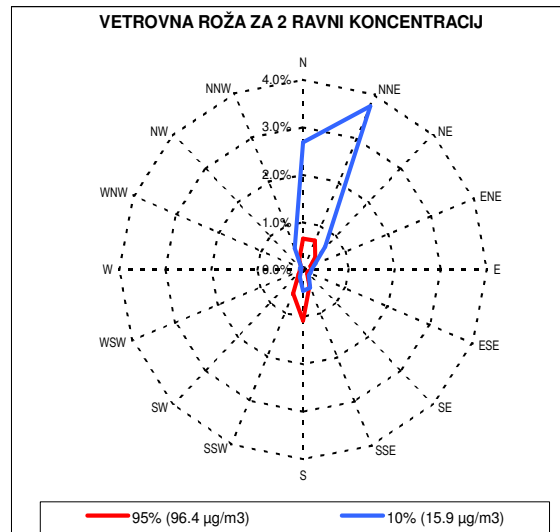


Tabela 2.3.5.(4): Delež vetra in povprečne koncentracije PM10 v posameznih smereh na merilnem mestu Trbovlje za leto 2006

(hitrosti vetra od vključno 0 do vključno 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
brezvetrje	12.8%	68.8
N	3.3%	36.1
NNE	3.1%	39.9
NE	2.1%	35.5
ENE	1.3%	39.4
E	1.3%	42.1
ESE	1.2%	41.5
SE	2.1%	42.2
SSE	4.2%	42.1
S	9.6%	45.4
SSW	21.6%	43.9
SW	5.6%	37.3
WSW	2.6%	40.4
W	1.9%	36.7
WNW	1.3%	32.7
NW	1.7%	30.2
NNW	2.4%	32.8
vsota	64.9%	41.0

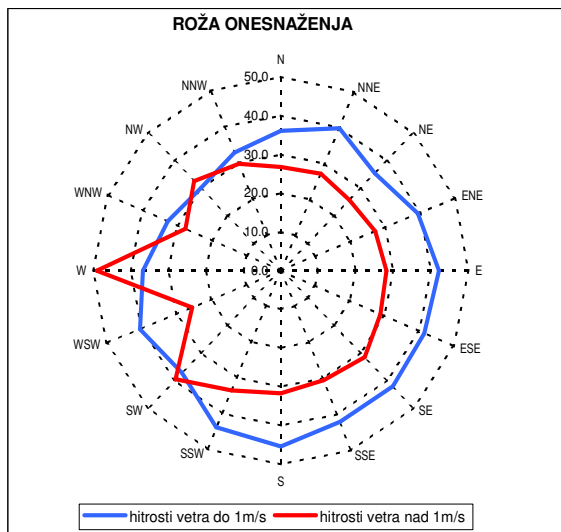
(hitrosti vetra nad 1 m/s)

smer vetra	delež vetra	povp. konc. (mg/m <sup>3</sup> )
N	1.0%	26.8
NNE	2.1%	27.2
NE	0.9%	25.8
ENE	0.4%	27.1
E	0.3%	28.1
ESE	0.2%	28.8
SE	1.5%	31.6
SSE	11.0%	30.5
S	3.3%	31.7
SSW	0.6%	33.6
SW	0.3%	39.7
WSW	0.1%	25.4
W	0.1%	49.0
WNW	0.1%	27.6
NW	0.1%	32.7
NNW	0.3%	29.8
vsota	22.3%	30.2

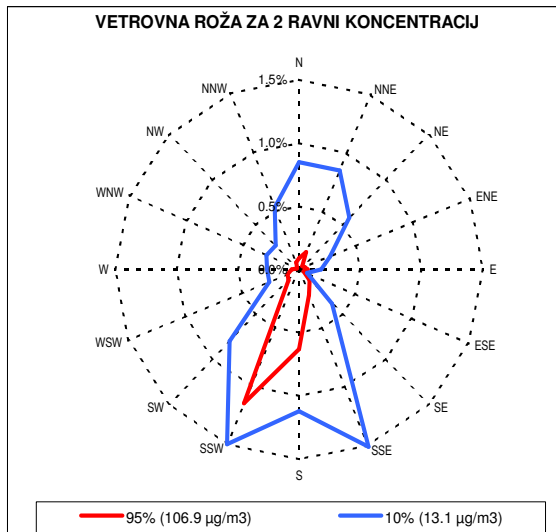
LEGENDA:

delež vetra delež vetra v posamezni smeri  
povp. konc. povprečna koncentracija polutanta v posamezni smeri

Slika 2.3.5.(4a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije PM10 pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Trbovlje za leto 2006



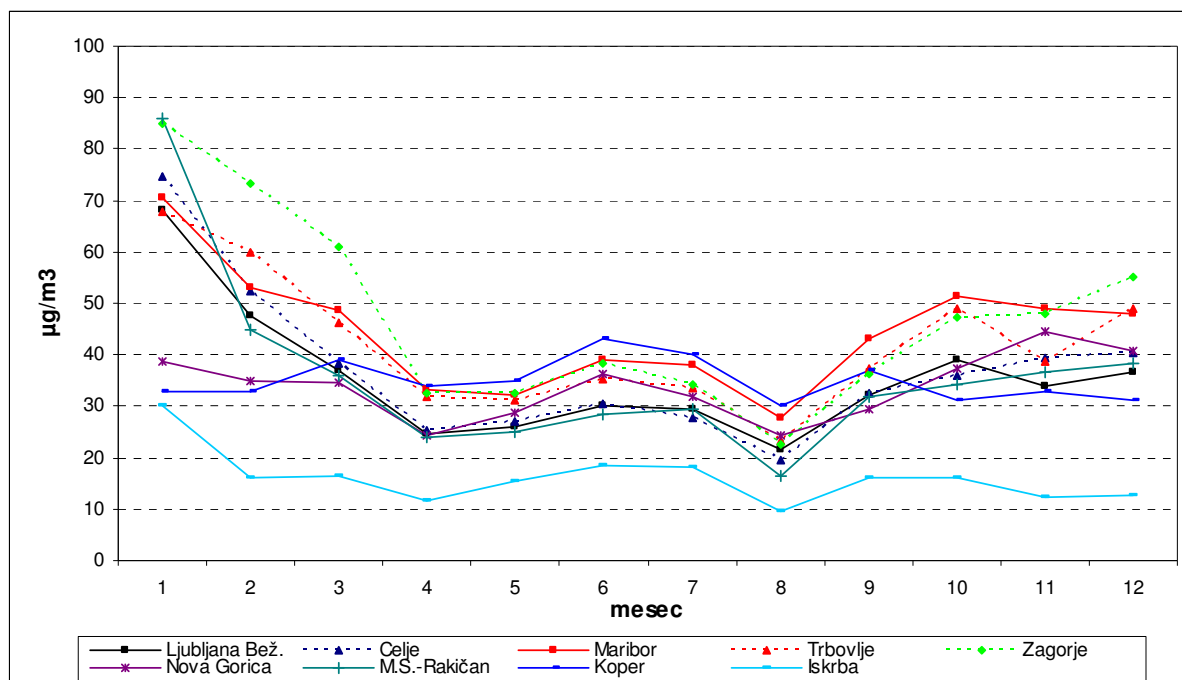
Slika 2.3.5.(4b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije PM10 na merilnem mestu Trbovlje za leto 2006



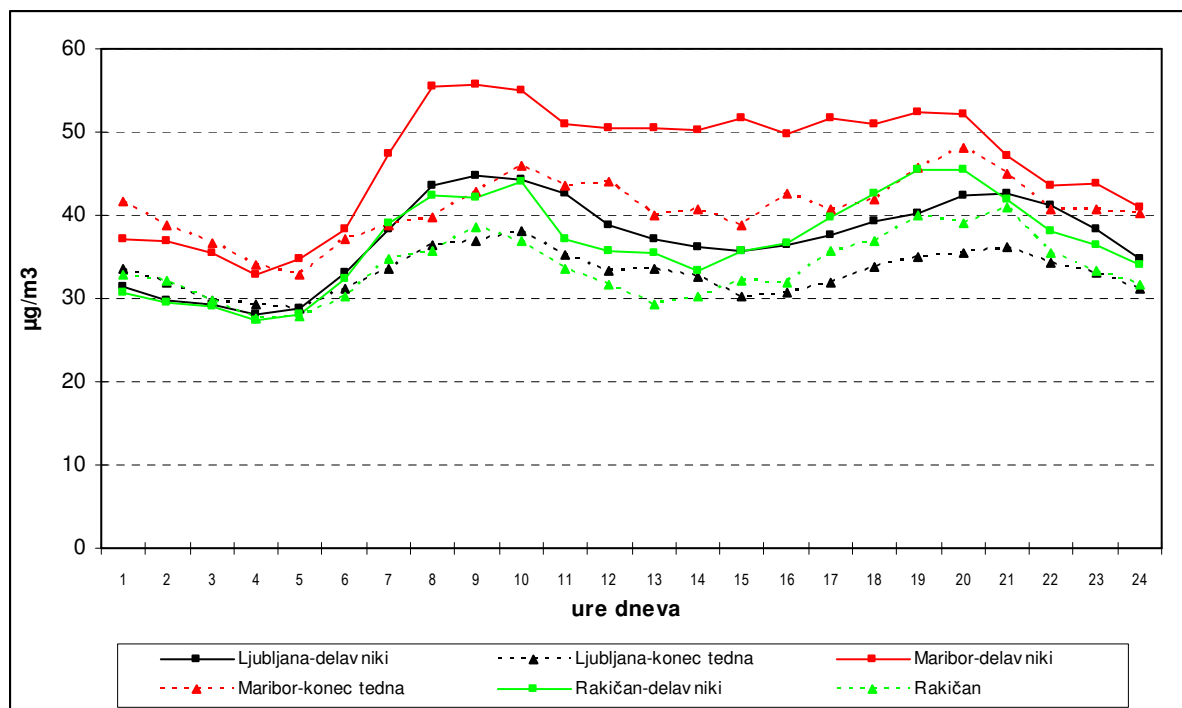
**Letni hod** koncentracij delcev PM<sub>10</sub> z minimumom poleti in maksimumom pozimi je opazen, čeprav poleti pozitiven efekt boljšega mešanja zraka zaradi močnejšega sončnega obsevanja zmanjšuje konvekcija toplega zraka pri tleh, zaradi katere pride poleti v zrak več delcev.

**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.

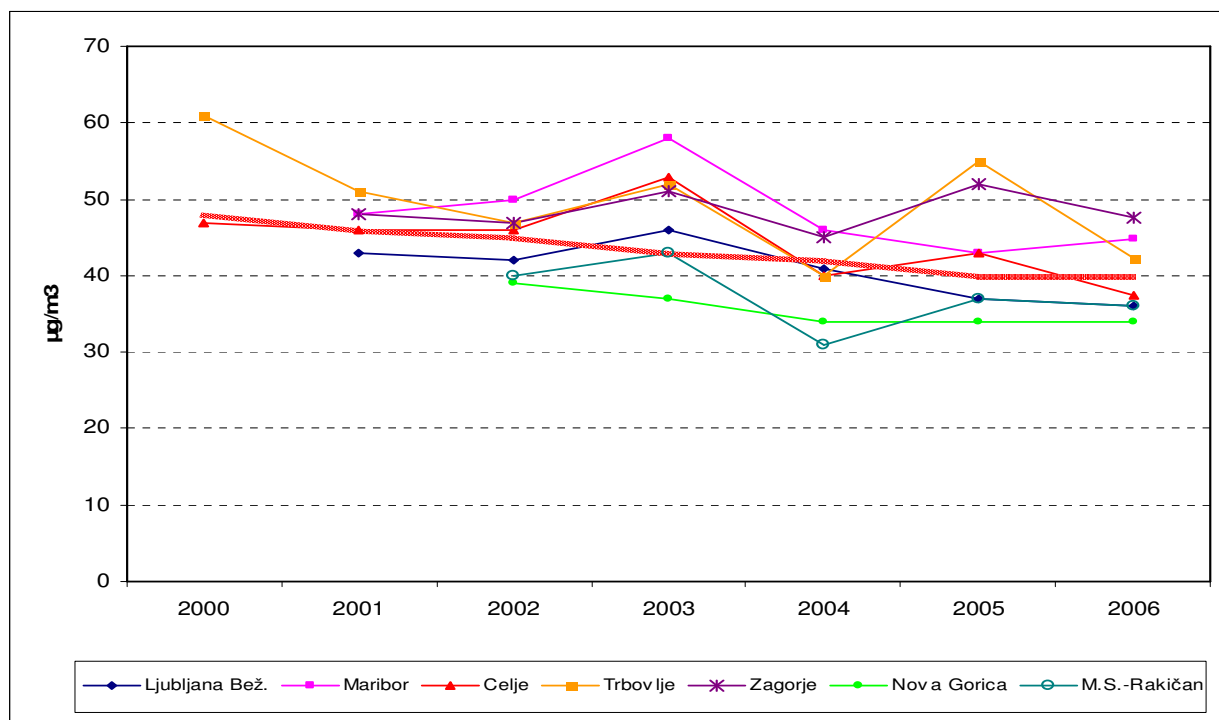
Pri časovnem trendu koncentracij je opazen vpliv prevladujočih daljših vremenskih situacij. Tako so bile koncentracije delcev v letih 2004-2006 nižje kot zelo sušnega leta 2003. Iz grafa razberemo tudi »mokro« leto 2004.



Slika 2.3.5.(5): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> v letu 2006



Slika 2.3.5.(6): Dnevni hodi koncentracij delcev PM<sub>10</sub> za leto 2006 na treh merilnih mestih



**Slika 2.3.5.(7):** 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.

Mejna vrednost za delce  $PM_{2.5}$  še ni določena. To bo urejala uredba, ki naj bi bila sprejeta konec leta 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).

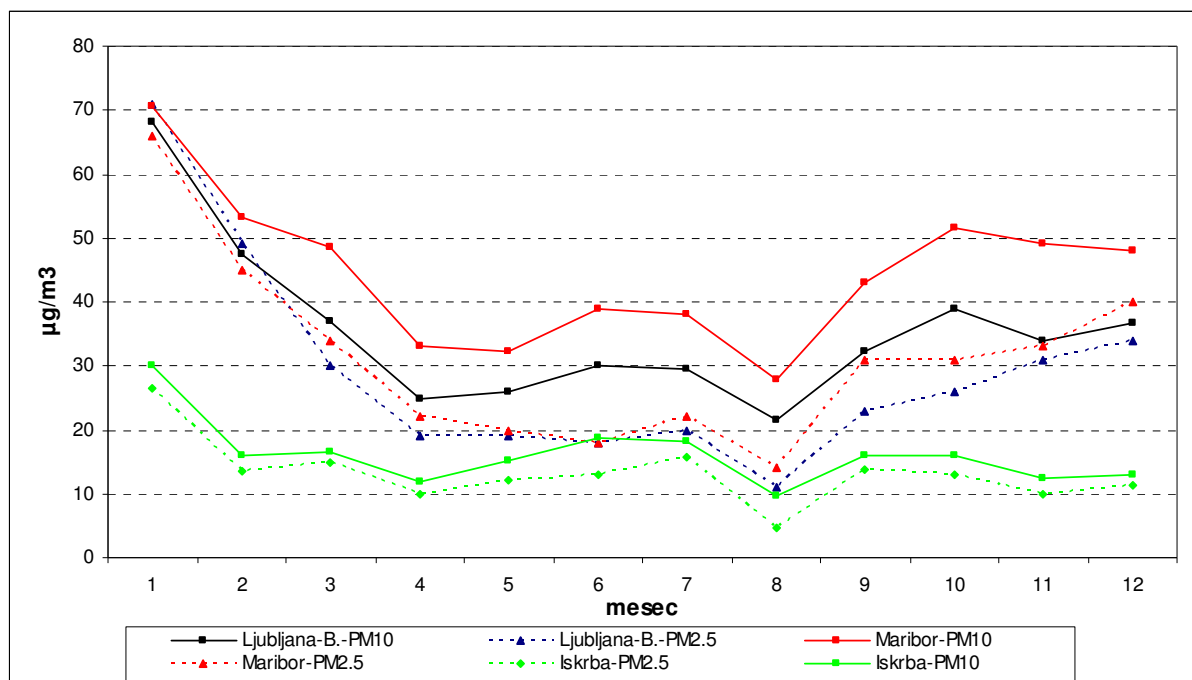
Koncentracije delcev  $PM_{2.5}$  in  $PM_{10}$  imajo enak letni hod, ki pa je na podeželski lokaciji Iskrba komaj opazen.

**Tabela 2.3.5.(5) :** Povprečne letne koncentracije delcev PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

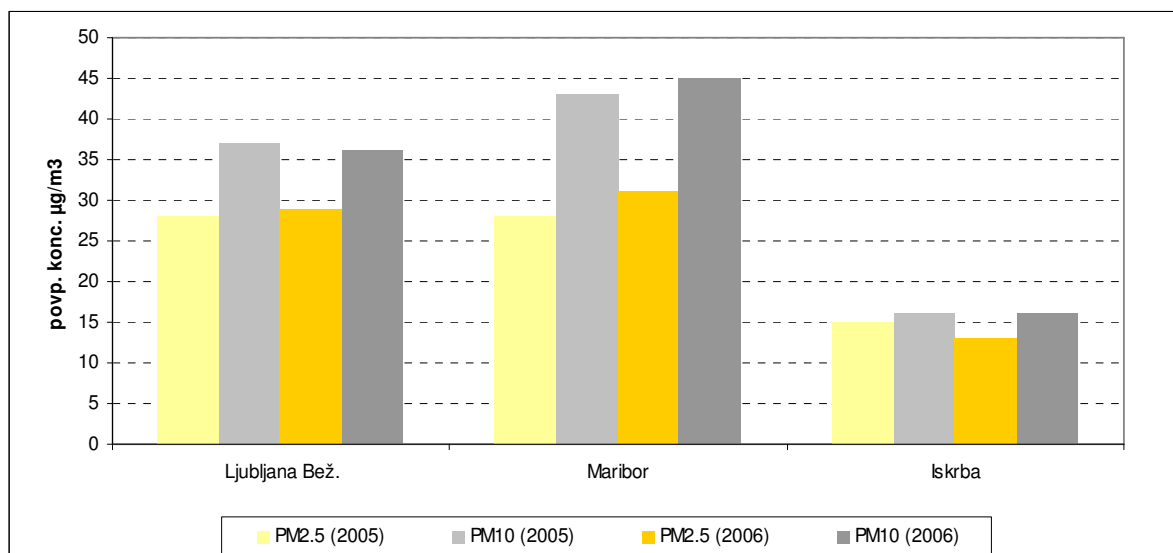
Postaje	Leto	
	% pod	C <sub>p</sub>
Ljubljana Bež.	96	29
Maribor	100	31
Iskrba	96	13

**Tabela 2.3.5.(6):** Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	leto
Ljubljana Bež.	71	49	30	19	19	18	20	11	23	26	31	34	71
Maribor	66	45	34	22	20	18	22	14	31	31	33	40	66
Iskrba	28	14	17	19	12	13	18	5	13	13	10	11	14



**Slika 2.3.5.(8):** Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2.5</sub> v letu 2006



**Slika 2.3.5.(9):** Povprečne letne koncentracije delcev  $PM_{10}$  in  $PM_{2,5}$  v letih 2005 in 2006

Iz prikazanega grafa je vidna razlika med delci  $PM_{10}$  in  $PM_{2,5}$  glede na lokacijo. Merilno mesto Maribor je locirano ob prometni cesti, kar se kaže tudi v velikosti delcev. Na tej lokaciji prevladujejo delci  $PM_{10}$ , kar kaže na resuspenzijo oz. dvig prahu s ceste. Torej je razlika v velikosti delcev velika. Na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad je ta razlika nekoliko manjša, ker je postaja locirana na dvorišču ARSO in so poleg ostalih virov v veliki meri prisotni tudi naravni viri z emisijo manjših delcev - delcev  $PM_{2,5}$ . Merilno mesto Iskrba je locirano stran od neposrednih virov onesnaženja. Tu je razlika med delci zelo majhna, ker je v okolici veliko gozdov in drugih naravnih virov, ki so viri delcev  $PM_{2,5}$ . Poleg tega lahko del delcev  $PM_{2,5}$  pripišemo tudi transportu (long range). Ti delci so manjši, prepotujejo večje razdalje in se dlje časa zadržijo v zraku.



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

V Sloveniji so v letu 2006 potekale meritve težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub> na 3 merilnih mestih v okviru mreže DMKZ (glej poglavje 2.1.). Kot je bilo že omenjeno, je bila 30.maja 2006 sprejeta *Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/2006)*. Težke kovine smo vzorčili že pretekla leta, tako da smo v letu 2006 spremenili le nabor kovin glede na sprejeto Uredbo. Z vzorčevanjem policikličnih aromatskih ogljikovodikov bomo pričeli v začetku leta 2008, v skladu s sprejeto Uredbo.

Izvajali smo meritve sledečih težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub>: arzen, kadmij, nikelj in svinec.

Vzorci za analizo so bili na merilnih mestih Ljubljana in Maribor vzeti v povprečju vsak drugi dan (skupno 165 vzorcev), ki so bili enakomerno razporejeni skozi celo leto. Po zakonodaji je potrebno zagotoviti 50 % časovno pokritost. Časovna pokritost za Maribor je bila 45 %, za Ljubljano Bežigrad pa 47 %.

Na merilnem mestu Iskrba (pri Kočevski Reki) je potrebno zagotoviti 14 % časovno pokritost. Vzorci za analizo so bili vzeti vsak šesti dan, enakomerno razporejeni skozi celo leto. Časovna pokritost je bila 12%.

**Tabela 2.3.6.(1):** Povprečne letne koncentracije težkih kovin v ng/m<sup>3</sup> v letu 2006

Postaja/ kovina	arzen	kadmij	nikelj	svinec**
Ljubljana Bežigrad	<2.45	<1.22	5.5	<49
Maribor	<2.42	<1.21	4.6	<48
Iskrba	<0.91	<0.45	1.5	<18

Legenda:

\*\* določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag

koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom oz. pod ciljno vrednostjo

**Tabela 2.3.6.(2):** Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin (ng/m<sup>3</sup>) v letu 2006

**arzen**

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	<2.31	<2.35	<2.48	<2.44	<2.47	<2.49	<2.52	<2.50	<2.49	<2.51	<2.52	<2.36
Maribor	<2.27	<2.49	2.33	2.44	<2.44	<2.50	<2.53	<2.43	<2.27	<2.38	<2.33	<2.61
Iskrba	<1.02	<0.91	<0.73	<0.82	<0.91	<0.91	<0.91	<0.91	<0.91	<0.91	0.52	0.67

**kadmij**

Ljubljana Bežigrad	<1.16	<1.17	<1.24	<1.22	<1.23	<1.25	<1.26	<1.25	<1.24	<1.26	<1.21	<1.18
Maribor	<1.14	<1.17	<1.06	1.22	<1.22	<1.25	<1.27	<1.24	<1.23	<1.34	<1.12	<1.33
Iskrba	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45	<0.45

**nikelj**

Ljubljana Bežigrad	4.70	7.40	6.90	7.70	6.70	5.20	2.50	2.50	3.80	4.80	7.50	5.90
Maribor	3.2	2.4	6.3	4.9	8.4	6.5	1.4	2.7	5.4	6	4.9	2.5
Iskrba	1.6	0.9	1.8	2.2	0.9	0.8	0.9	0.9	3.1	1.7	2.1	1.1

**svinec**

Ljubljana Bežigrad	<46	<47	<50	<49	<49	<57	<50	<50	<50	<50	<50	<45
Maribor	<46	<47	<47	49	<49	<49	<51	<50	<52	<48	<48	<47
Iskrba	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18

Vsebnost arzena, kadmija, niklja in svinca v delcih PM10 je bila nizka in za vse kovine pod predpisano letno ciljno vrednostjo. Vsi rezultati so pod mejo kvantifikacije, ki jo je podal laboratorij, kot izvajalec analiz.

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

### 2.3.7. 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 avtomatske meritve BTX, so bile v letu 2006 pogoste okvare merilnikov, zato so rezultati zlasti za Maribor le približna ocena stanja. Sicer nepopolne meritve kažejo, da mejna letna vrednost ni prekoračena. Na merilnem mestu Maribor je pri benzenu prekoračen spodnji ocenjevalni prag, kar kaže na vpliv prometa.



Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z BTX za leto 2006, je podan v tabeli 2.3.7.(1).

**Povprečna letna koncentracija benzena** ni dosegla niti polovice mejne letne vrednosti  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , najvišje mesečno povprečje v decembru, ko so pogoji za mešanje zraka najslabši, pa je v Ljubljani doseglo 83 % te vrednosti.

**Tabela 2.3.7.(1):** Povprečna letna koncentracija lahko hlapnih ogljikovodikov zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2006

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

Legenda:

 prekoračen spodnji ocenjevalni prag  
 koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom

**Tabela 2.3.7.(2):** Povprečne mesečne koncentracije benzena ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2006

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

### 2.3.8. Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni

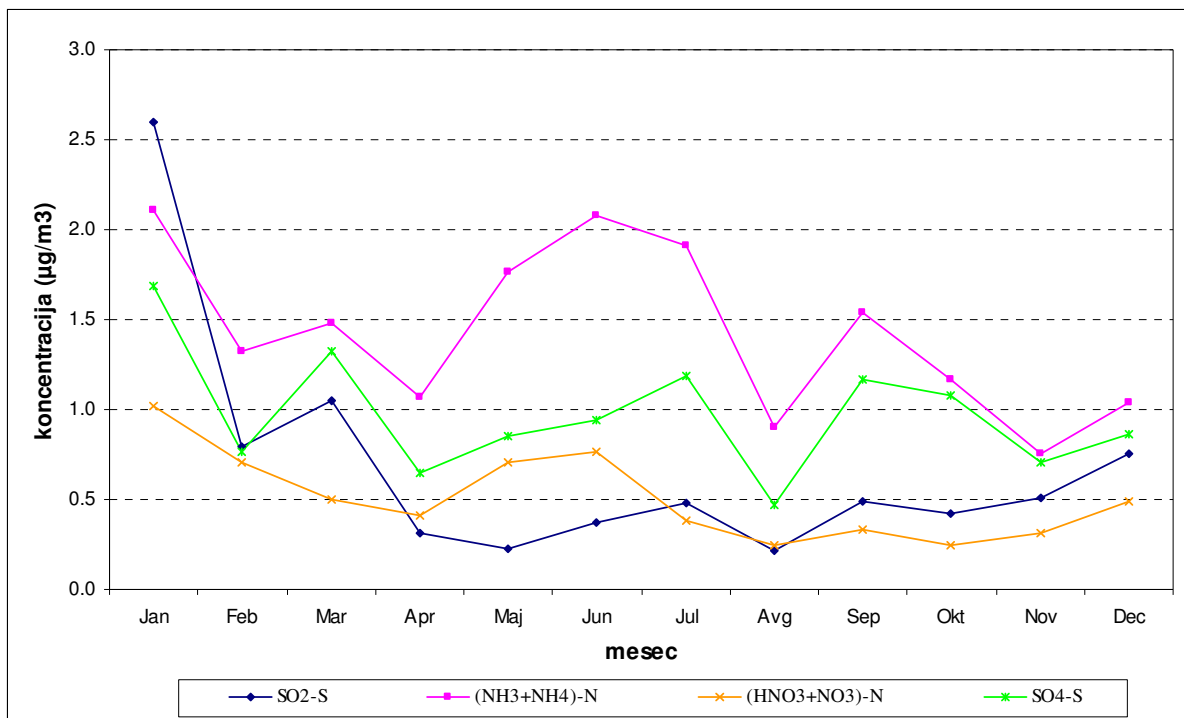
V tem poglavju so podatki meritev oksidirane žvepla ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), oksidirane dušika ( $\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-$ ), reducirane dušika ( $\text{NH}_3+\text{NH}_4^+$ ) in anorganskih ionov ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), ki dajejo informacijo o kislno-alkalnih komponentah v zraku in jih spremljamo za mednarodni program EMEP. Koncentracije so izražene v enotah  $\mu\text{g S/m}^3$ ,  $\mu\text{g N/m}^3$  oziroma v  $\mu\text{g/m}^3$ .

V tabeli 2.3.8.(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 2.3.8.(1) in 2.3.8.(2) pa so prikazane povprečne mesečne koncentracije za vse parametre.

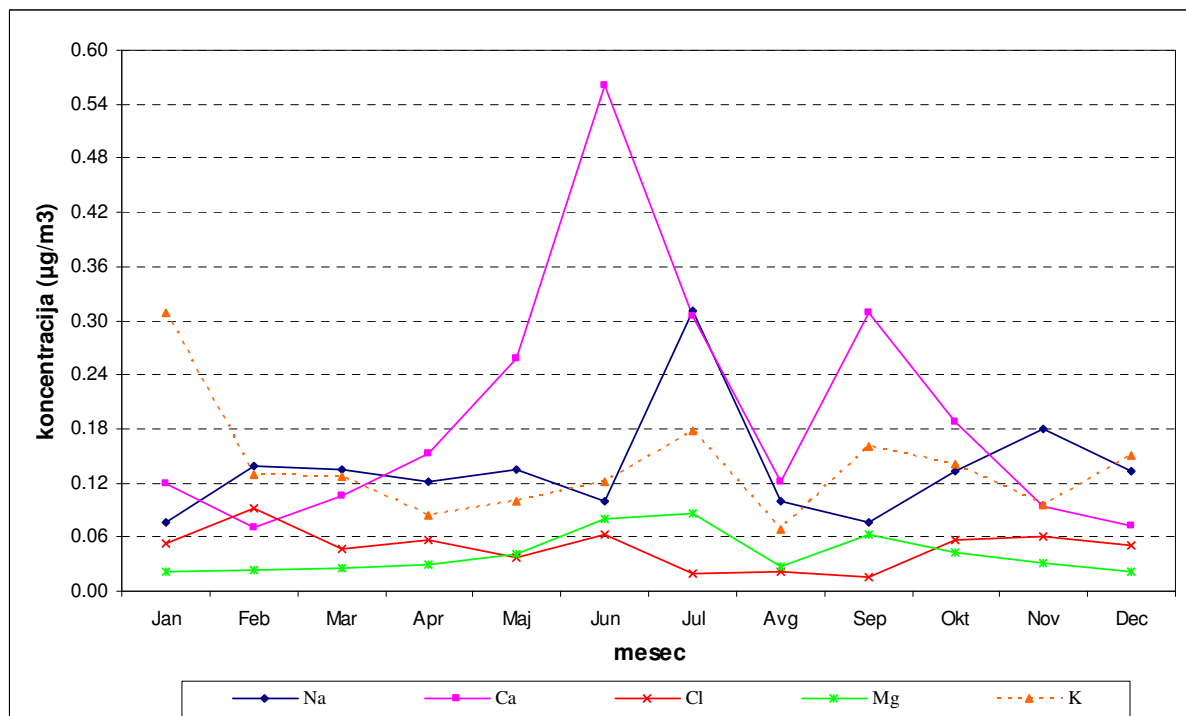
**Tabela 2.3.8.(1):** Povprečne in maksimalne koncentracije ter percentili (50-percentil, 98-percentil) za žveplo, dušik in druge anorganske ione v zraku na Iskrbi za nekurilno sezono, kurilno sezono ter za celo leto 2006

Parameter	Statistična količina	Apr.-sep. ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Jan.-mar./ Okt.- dec. ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Jan.-dec. ( $\mu\text{g/m}^3$ )
$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	c-povprečna	0.875	1.078	0.976
	50-percentil	0.819	0.772	0.785
	98-percentil	2.380	4.453	3.415
	c-maksimalna	2.595	6.921	6.921
$\text{SO}_2\text{-S}$	c-povprečna	0.349	1.032	0.688
	50-percentil	0.185	0.544	0.280
	98-percentil	1.551	4.803	3.726
	c-maksimalna	2.801	10.047	10.047
$(\text{HNO}_3+\text{NO}_3^-)\text{-N}^*$	c-povprečna	0.475	0.543	0.509
	50-percentil	0.352	0.365	0.361
	98-percentil	2.252	2.526	2.410
	c-maksimalna	2.752	3.133	3.133
$(\text{NH}_3+\text{NH}_4^+)\text{-N}^*$	c-povprečna	1.543	1.318	1.431
	50-percentil	1.370	0.960	1.181
	98-percentil	4.120	4.044	4.078
	c-maksimalna	4.998	6.076	6.076
$\text{Cl}^-$	c-povprečna	0.035	0.060	0.047
	50-percentil	0.016	0.031	0.022
	98-percentil	0.198	0.348	0.287
	c-maksimalna	0.429	0.636	0.636
$\text{Ca}^{2+}$	c-povprečna	0.283	0.109	0.197
	50-percentil	0.182	0.082	0.103
	98-percentil	1.445	0.420	1.082
	c-maksimalna	2.069	0.712	2.069
$\text{Mg}^{2+}$	c-povprečna	0.054	0.028	0.041
	50-percentil	0.037	0.021	0.026
	98-percentil	0.204	0.095	0.179
	c-maksimalna	0.417	0.114	0.417
$\text{Na}^+$	c-povprečna	0.141	0.132	0.137
	50-percentil	0.051	0.072	0.064
	98-percentil	1.117	0.658	0.896
	c-maksimalna	1.810	1.071	1.810
$\text{K}^+$	c-povprečna	0.118	0.160	0.139
	50-percentil	0.097	0.126	0.107
	98-percentil	0.304	0.585	0.448
	c-maksimalna	1.638	1.157	1.638

\* Informativni podatki zaradi težav s kakovostjo filtrov za vzorčenje. Enako velja tudi za podatke za leto 2005, čeprav so bili v poročilu za leto 2005 objavljeni kot veljavni.



**Slika 2.3.8.(1):** Povprečne mesečne koncentracije žveplovega dioksida  $\text{SO}_2$  in sulfatnega aerosola  $\text{SO}_4^{2-}$  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 leto 2006

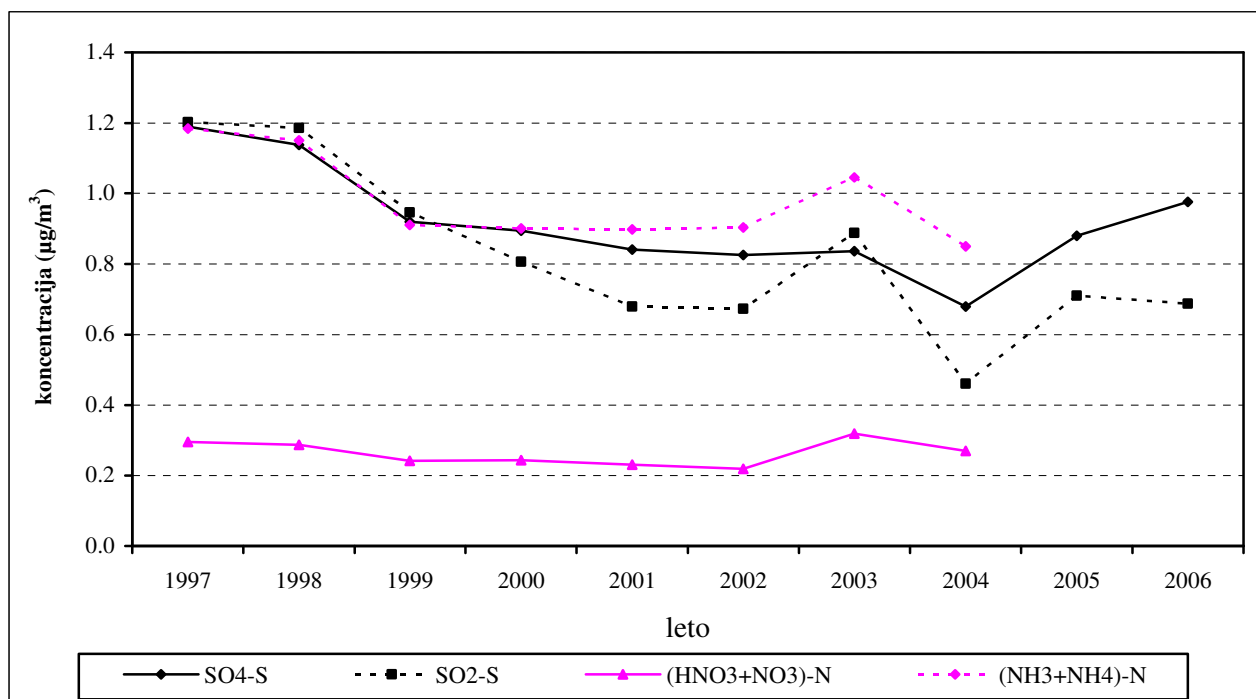


**Slika 2.3.8.(2):** Povprečne mesečne koncentracije natrija, kalcija, klorida, magnezija in kalija v zraku na Iskrbi za leto 2006

## Časovni trendi onesnaženosti zraka z žveplovimi in dušikovimi spojinami

Dolgoletne povprečne koncentracije žveplovih in dušikovih spojin v zraku so prikazane na sliki 2.3.8.(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 letih 2005 in 2006 se koncentracija sulfatnega aerosola  $\text{SO}_4^{2-}$  spet zvišuje. 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, v letu 2006 pa je spet za malenkost padla. Pri koncentraciji oksidirane dušika ( $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ ) je opazen trend naraščanja po letu 2002, v letu 2006 je dosegla najvišjo vrednost vse od začetka meritev leta 1997,  $0.51 \mu\text{g N/m}^3$ . Podoben trend je opazen pri koncentraciji reducirane dušika ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) v zraku, tudi ta je v letu 2006 dosegla najvišjo vrednost od leta 1997,  $1.43 \mu\text{g N/m}^3$ .



**Slika 2.3.8.(3):** Povprečne letne koncentracije sulfatnega aerosola  $\text{SO}_4^{2-}$  in žveplovega dioksida  $\text{SO}_2$  v zraku (izraženo kot žveplo) ter oksidirane dušika ( $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ ) in reducirane dušika ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi za obdobje 1997-2006. Dnevno vzorčenje.

### 2.3.9. Aerosolski črni ogljik (ČO)

Med sestavinami delcev, ki onesnažujejo zrak, ima posebno mesto aerosolski črni ogljik (angl.: aerosol black carbon, BC), ki je produkt nepopolnega izgorevanja 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 2006 sta opravila meritve ČO Agencija RS za okolje na merilnem mestu ozadja na Krvavcu, Primorski inštitut za naravoslovne in tehnične vede Univerze na Primorskem pa v Kopru (merilno mesto DMKZ v Kopru). Rezultati meritev predvsem za Krvavec niso popolni zaradi tehničnih težav pri delovanju merilnika, kar je razvidno iz odstotka meritev v spodnjih tabelah.

**Dnevna hoda** koncentracij črnega ogljika in ogljikovega monoksida na Krvavcu sta enaka. Opazen je porast v dopoldanskih urah, ko se onesnaženost zraka zaradi vertikalnega mešanja, ki ga sproži sončno obsevanje zemeljske površine, širi iz nižjih predelov v višje lege.

Kljub majhnemu odstotku meritev lahko zaradi zgoraj omenjenega razloga opazimo, da so koncentracije v toplem delu leta na Krvavcu višje kot v hladnem delu leta. Nasprotno pa so koncentracije ČO v Kopru višje v hladnem delu leta, kar je sicer še bolj značilno za nižje ležeče kraje v notranjosti Slovenije, kjer je vpliv temperaturnih inverzij močnejši kot ob obali.

**Tabela 2.3.9.(1):** Povprečna letna koncentracija črnega ogljika ČO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2006

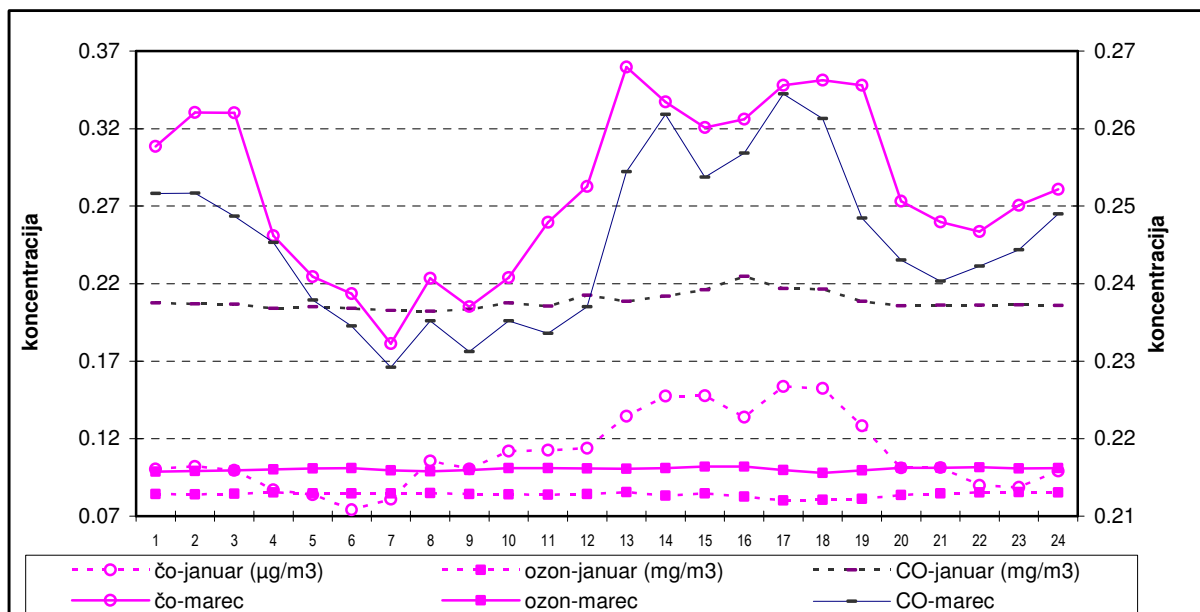
Merilno mesto	% podatkov	Koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Krvavec*	33	0.226
Koper	73	1.215

\* Informativni podatki, prenizek odstotek veljavnih podatkov.

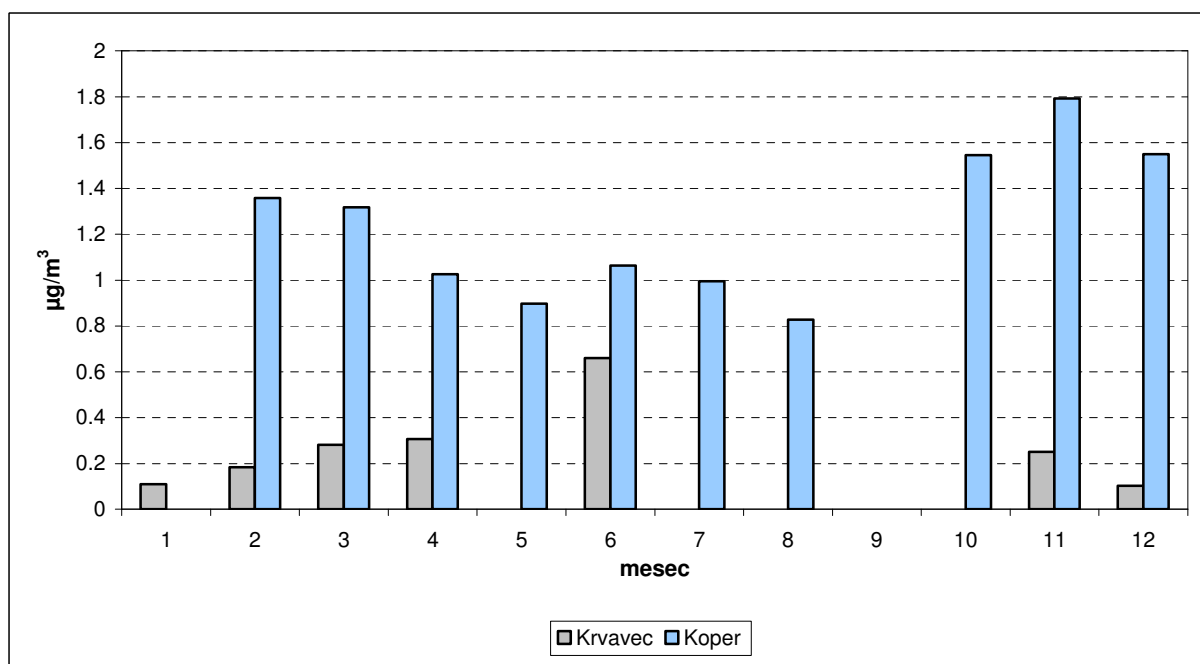
**Tabela 2.3.9.(2):** Povprečne mesečne koncentracije črnega ogljika ČO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na Krvavcu in v Kopru v letu 2006

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>Krvavec</b>												
odstotek podatkov (%)	100	100	100	22	0	33	0	0	0	0	70	100
koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.11**	0.184	0.282	0.307		0.659					0.251	0.103
<b>Koper</b>												
odstotek podatkov (%)	0	57	100	100	100	100	100	100	0	23	100	100
koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		1.358	1.317	1.026	0.898	1.064	0.995	0.828		1.545	1.792	1.550

\*\* opomba: V letu 2005 je bila januarska vrednost 0.078 in ne 0.78- prišlo je do napake pri obdelavi podatkov.



Slika 2.3.9.(1): Dnevni hod (povprečne urne koncentracije) CO, črnega ogljika in ozona na Krvavcu za januar in marec 2006



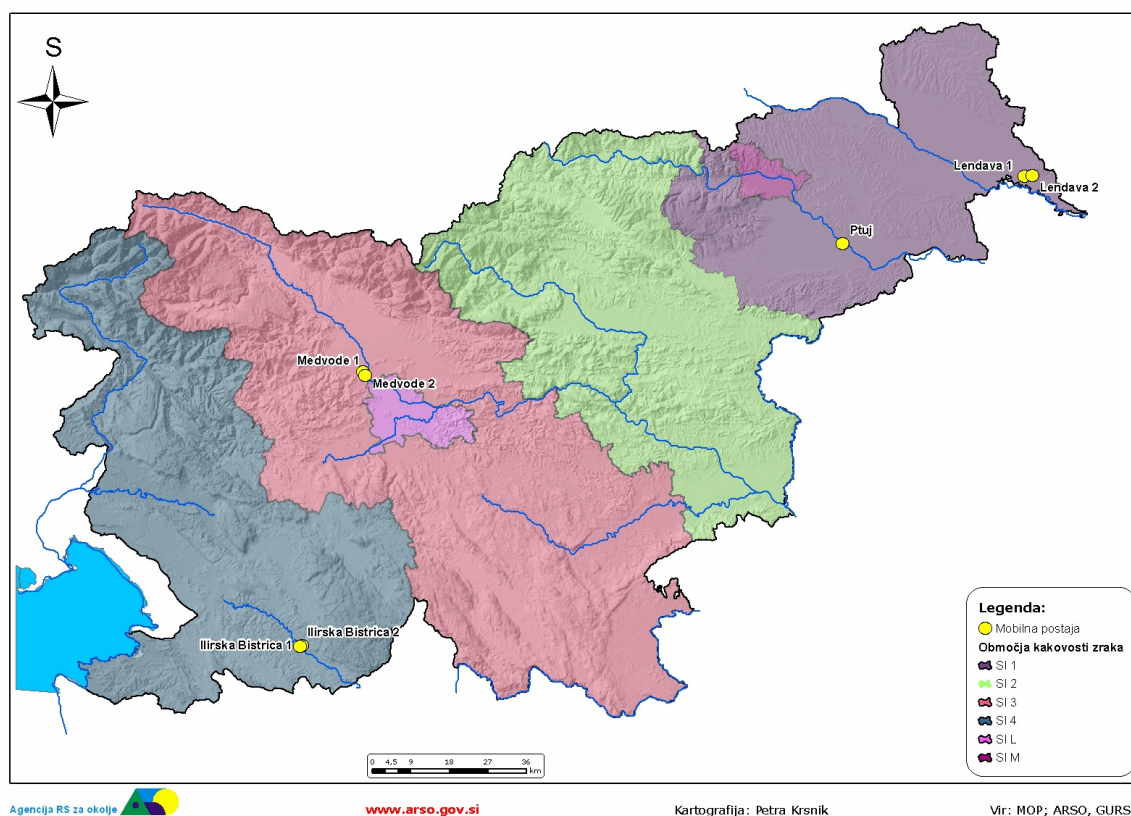
Slika 2.3.9.(2): Letni hod koncentracij črnega ogljika na merilnih mestih Koper in Krvavec v letu 2006



### 3. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z MOBILNO POSTAJO

Namen meritev z avtomatsko mobilno ekološko-meteorološko postajo je pridobiti podatke o kakovosti zraka na območjih, kjer ni meritev s stalnimi postajami. Mobilna postaja 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, ki veljajo na področju kakovosti zunanjega zraka za žveplov dioksid, dušikove okside, ogljikov monoksid, delce PM<sub>10</sub>, ogljikovodike in ozon (glej poglavje 1).



Slika 3.(1): Merilna mesta mobilne postaje v letu 2006

### 3.1. Meritve v Lendavi

V času od 24. januarja do 17. aprila 2006 so potekale meritve onesnaženosti zraka z mobilno postajo na dveh lokacijah v občini Lendava – najprej ob tranzitni cesti v Gornjem Lakošu in potem v lendavski industrijski coni na Industrijski ulici 2. Glavni namen meritev je bil ugotoviti vpliv cestnega tovornega prometa (preko 800.000 težkih tovornih vozil na leto!) na stopnjo onesnaženosti zraka z različnimi onesnaževali v neposredni bližini ceste (lokacija Gornji Lakoš). Za prikaz kakovosti zraka na območju, kjer je vpliv emisije onesnaževal z omenjene tranzitne ceste zaradi večje razdalje manjši, večji pa je delež emisij iz tovarn v industrijski coni (zlasti podjetje NAFTA-PETROCHEM) in iz samega mesta Lendava, pa smo izvedli še meritve na merilnem mestu Lendava-Industrijska 2 v lendavski industrijski coni. Rezultati meritev kažejo, da je vpliv emisije onesnaževal iz omenjenega podjetja NAFTA-PETROCHEM na onesnaženost zraka na območju meritev sicer majhen, vendar zaznaven.

Glede onesnaženosti zraka kaže merilno mesto **Gornji Lakoš** sliko, značilno za območja, ki so pod vplivom prometa, to je, za lokacije v mestih in drugod ob prometnih cestah. Tako so bile v času meritev izmerjene visoke koncentracije dušikovih oksidov, lahkih ogljikovodikov in delcev  $PM_{10}$  z najvišjimi vrednostmi pri vetrovih s severno komponento, kar pomeni vpliv emisije s cestnega prometa. **V času meritev je bilo to merilno mesto med najbolj onesnaženimi v Sloveniji. Kar polovico dni je bila preokračena mejna dnevna koncentracija delcev  $PM_{10}$   $50 \mu g/m^3$ , koncentracija dušikovega dioksida pa je bila na ravni tiste, izmerjene na mestnih merilnih mestih. Koncentracija ogljikovega monoksida ni dosegla visokih vrednosti, ker je promet po tranzitni cesti tekoč in je izgorevanje motorjev dobro. Iz rezultatov meritev ocenjujemo, da je - tako kot na drugih merilnih mestih po Sloveniji, ki so pod močnim vplivom prometa – preseženo letno število dovoljenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti koncentracije delcev  $PM_{10}$  (35), medtem ko je povprečna letna koncentracija delcev  $PM_{10}$  blizu mejne letne vrednosti  $40 \mu g/m^3$ . Koncentracija benzena je sicer med najvišjimi v Sloveniji, vendar je malo pod mejno letno vrednostjo.**

Na merilnem mestu **Lendava-Industrijska 2** je bila onesnaženost zraka precej manjša kot v Gornjem Lakošu. **Kljub temu pa so bile visoke predvsem koncentracije delcev  $PM_{10}$ , ki so tudi tu večkrat prekoračile mejno dnevno vrednost in so bile med najvišjimi v Sloveniji.** Iz rezultatov meritev ocenjujemo, da je tudi na merilnem mestu Industrijska 2 – čeprav manj kot v Gornjem Lakošu - **preseženo letno število dovoljenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti koncentracije delcev  $PM_{10}$  (35).**

Območje meritev na obeh lokacijah je odprto ravninsko, zato so meteorološke razmere, ki vplivajo na kakovosti zraka, v tem delu Slovenije ugodne.

### 3.2. Meritve v Ilirski Bistrici

V času od 19. aprila do 3. julija 2006 je bila mobilna postaja postavljena na dveh lokacijah v občini Ilirska Bistrica – najprej ob železniški progi ob Vojkovem drevoredu in potem v Rečici. Namen meritev je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti zraka na poseljenem območju v bližini tovarne LESONIT, ki je po podatkih iz emisijskih evidenc največji vir emisije delcev in dušikovih oksidov v Ilirski Bistrici. Vpliv emisij iz prometa in iz drugih virov emisije je majhen.

Na obeh merilnih mestih so bile v obdobju meritev koncentracije **žveplovega dioksida in ogljikovega monoksida najnižje med vsemi merilnimi mesti v Sloveniji.** Enako velja za dušikove okside na merilnem mestu Vojkov drevored, medtem ko so bile najvišje urne koncentracije **dušikovega dioksida, izmerjene v Rečici, med višjimi v Sloveniji - najvišja povprečna urna koncentracija je dosegla dobro tretjino mejne urne vrednosti.**

Koncentracije delcev  $PM_{10}$  na obeh merilnih mestih – tako povprečne vrednosti kot tudi število prekoračitev mejne dnevne vrednosti – so bile med najvišjimi med vsemi merilnimi mesti v Sloveniji. Na podlagi sočasnih meritev v stalni merilni mreži sklepamo, da letna vsota dni s prekoračeno mejno vrednostjo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  presega dovoljeno število 35.

### 3.3. Meritve v Medvodah

Mobilna postaja je bila v času od 4. julija do 10. oktobra 2006 postavljena na dveh lokacijah v Medvodah – najprej na lokaciji Svetje na manjšem parkirišču na vrhu klanca blizu ceste, ki pelje na Gorenjsko, potem pa v bližini občine ob reki Savi. Namen meritev je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti zraka na poseljenem območju Medvod, na katero vplivajo emisije iz prometa in večjih tovarn (COLOR, DONIT, Papirnica GORIČANE). Tovarni COLOR in DONIT sta izvora ogljikovodikov, predvsem toluena, Papirnica GORIČANE pa izvor dušikovih oksidov in ogljikovega dioksida. Razen teh virov vpliva na merilno mesto Medvode-Svetje tudi emisija predvsem dušikovih oksidov in delcev  $PM_{10}$  iz gostega prometa po cesti, ki pelje na Gorenjsko.

Na obeh merilnih mestih so v obdobju meritev – tako kot marsikje po Sloveniji - prekoračile predpisano mejno dnevno vrednost koncentracije delcev  $PM_{10}$ .

Prekoračena je bila tudi dolgoročna ciljna mejna 8-urna vrednost koncentracije ozona, kar je tudi sicer povsod po Sloveniji reden pojav v toplih poletnih dneh.

Koncentracije dušikovih oksidov na lokaciji Svetje so bile v primerjavi z drugimi merilnimi mesti po Sloveniji na ravni tistih, izmerjenih na bolj mestnih lokacijah, saj je zaznaven vpliv bližnje zelo prometne ceste in križišča, na lokaciji pri občini pa so bile zaradi večje oddaljenosti prometnih virov koncentracije med najnižjimi.

Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom je bila na obeh merilnih mestih v Medvodah – tako kot tudi drugod po Sloveniji – nizka.

Onesnaženost zraka z vsemi merjenimi lahkohlapnimi ogljikovodiki razen benzena na merilnem mestu Svetje je bila višja kot v Ljubljani in Mariboru, kjer jih tudi merimo. To velja predvsem za toluen, za katerega ni predpisana dovoljena mejna vrednost koncentracije, katerega koncentracije pa so bile trikrat višje kot v Ljubljani in več kot desetkrat višje kot v Mariboru. Za merilno mesto pri občini žal zaradi okvar merilnikov nimamo primerjave z merilnima mestoma v Ljubljani in Mariboru. Koncentracije so bile sicer v glavnem na ravni tistih, izmerjenih na lokaciji Svetje, toluena pa je bilo še več. Koncentracije benzena, izmerjene na lokaciji Svetje, so bile enako visoke kot v Ljubljani in Mariboru, kjer je bilo letno povprečje v zadnjih letih precej pod dovoljeno mejno vrednostjo.

### 3.4. Meritve na Ptuju

Mobilna postaja je bila v času od 24. oktobra do 26. novembra 2006 postavljena na Ptuju – Zagrebška 7. Lokacija je ob zelo prometni cesti, ker je bil namen meritev ugotoviti vpliv emisije onesnaževal iz prometa na kakovost zraka v neposredni bližini ceste. Dnevno število vozil je bilo ob delavnikih med 22000 in 24000, od tega okrog 20% tovornih vozil in avtobusov. Med drugimi večjimi viri emisije onesnaževal v bližini lokacije, kjer je stala mobilna postaja, je treba omeniti še obrat PERUTNINE Ptuj, ki spušča v zrak poleg snovi, ki jih z mobilno postajo ne merimo, tudi delce  $PM_{10}$ .

V obdobju meritev so bile koncentracije onesnaževal na Ptuju v primerjavi s postajami stalne avtomatske mreže med najvišjimi v Sloveniji. Izjemi sta le žveplov dioksid, katerega koncentracije so bile med najnižjimi, ter koncentracije ozona, ki so zaradi bližine ceste in emisij onesnaževal iz prometa tudi med nižjimi.

**Mejno dnevno vrednost so v več kot polovici dni prekoračile koncentracije delcev PM<sub>10</sub>.** Prekoračitve so se pojavljale tudi drugod po Sloveniji.

Koncentracije **dušikovih oksidov** in **ogljikovega monoksida** so bile v primerjavi z drugimi merilnimi mesti po Sloveniji skoraj v vseh statističnih kazalcih **najvišje**. Njihov glavni izvor je promet, ki je na bližnji cesti zelo gost. Z uredbami predpisana mejna urna koncentracija dušikovega dioksida in 8-urna koncentracija ogljikovega monoksida sicer nista bili prekoračeni, o veliki onesnaženosti ob cesti pa govori npr. podatek, da je bila izmerjena povprečna koncentracija **skupnih dušikovih oksidov NO<sub>x</sub>** 129 µg/m<sup>3</sup>. Porazdelitev koncentracij po smereh vetra kaže očiten maksimum pri vetru iz smeri ceste oz. križišča.

Izmerjena povprečna koncentracija **benzena** je bila druga najvišja v Sloveniji, medtem ko so bile koncentracije drugih lahkih ogljikovodikov na ravni vrednosti na drugih merilnih mestih, ki so pod vplivom prometa.

Z gotovostjo lahko rečemo, da je na merilnem mestu mobilne postaje na Ptuju prekoračena mejna letna koncentracija skupnih dušikovih oksidov, ki je predpisana za zaščito vegetacije – ta je tudi sicer prekoračena na večini mestnih merilnih mest, ki so pod vplivom emisij iz prometa. Gotovo je krepko prekoračeno tudi dovoljeno letno število prekoračitev dnevne mejne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> – kar se tudi sicer zgodi vsako leto skoraj povsod po Sloveniji, še posebej na prometnih merilnih mestih.

**Tabela 3.(1).** Koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2006

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	1 ura		3 ure	24 ur	
				Maks	>MV	>AV	maks	>MV
Lednava 1	24.1.-5.3.2006	89	6	42	0	0	15	0
Lendava 2	6.3.-18.4.2006	92	5	17	0	0	10	0
Ilirska Bistrica 1	19.4.-21.5.2006	65	3	13*	0*	0	6*	0*
Ilirska Bistrica 2	23.5.-4.7.2006	73	2	15*	0*	0	4*	0
Medvode 1	5.7.-21.8.2006	92	2	14	0	0	7	0
Medvode 2	22.8.-10.10.2006	71	4	13*	0*	0	7*	0*
Ptuj	23.10.-27.11.2006	79	6	36	0	0	12*	0*

**Tabela 3.(2).** Koncentracije NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> (zadnji stolpec), izmerjene z mobilno postajo v letu 2006

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	1 ura		3 ure	Cp ( NO <sub>x</sub> )
				Maks	>MV	>AV	
Lednava 1	24.1.-5.3.2006	84	37	129	0	0	81
Lendava 2	6.3.-18.4.2006	95	22	101	0	0	34
Ilirska Bistrica 1	19.4.-21.5.2006	94	13	57	0	0	16
Ilirska Bistrica 2	23.5.-4.7.2006	94	6	72	0	0	9
Medvode 1	5.7.-21.8.2006	95	17	170	0	0	23
Medvode 2	22.8.-10.10.2006	96	13	45	0	0	18
Ptuj	23.10.-27.11.2006	93	47	138	0	0	129

**Tabela 3.(3).** Koncentracije CO v mg/m<sup>3</sup>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2006

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	8 ur	
				Maks	>MV
Lednava 1	24.1.-5.3.2006	96	0.9	2.5	0
Lendava 2	6.3.-18.4.2006	94	0.5	1.1	0
Ilirska Bistrica 1	19.4.-21.5.2006	91	0.3	0.5	0
Ilirska Bistrica 2	23.5.-4.7.2006	72	0.2*	0.5*	0*
Medvode 1	5.7.-21.8.2006	87	0.4	0.9	0
Medvode 2	22.8.-10.10.2006	93	0.4	1	0
Ptuj	23.10.-27.11.2006	74	1.1*	2.9*	0*

**Tabela 3.(4).** Koncentracije O<sub>3</sub>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2006

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	1 ura			8 ur	
				Maks	>OV	>AV	Maks	Maks>CV
Lednava 1	24.1.-5.3.2006	89	49	146*	0*	0*	114	0
Lendava 2	6.3.-18.4.2006	87	62	131*	0*	0*	117	0
Ilirska Bistrica 1	19.4.-21.5.2006	92	75	168	0	0	154	16
Ilirska Bistrica 2	23.5.-4.7.2006	87	62	131*	0*	0*	117	0
Medvode 1	5.7.-21.8.2006	95	61	178	0	0	149	16
Medvode 2	22.8.-10.10.2006	93	36	158	0	0	140	2
Ptuj	23.10.-27.11.2006	90	23	76*	0*	0*	73	0

**Tabela 3.(5).** Koncentracije delcev PM<sub>10</sub>, izmerjene z mobilno postajo v letu 2006 (korekcijski faktor 1.30)

Postaja	obdobje meritev	% pod	Cp	24 ur	
				Maks	>MV
Lednava 1	24.1.-5.3.2006	93	72	210	20
Lendava 2	6.3.-18.4.2006	97	43	95	12
Ilirska Bistrica 1	19.4.-21.5.2006	89	39	72	4
Ilirska Bistrica 2	23.5.-4.7.2006	91	35	82	9
Medvode 1	5.7.-21.8.2006	74	38	59	6
Medvode 2	22.8.-10.10.2006	74	37	58	5
Ptuj	23.10.-27.11.2006	99	56	119	18

**Tabela 3.(6).** Koncentracije lahkih ogljikovodikov v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , izmerjene z mobilno postajo v letu 2006

Postaja	obdobje meritev	benzen	toluen	etilbenzen	mp ksilen	o ksilen
		Cp				
Lednava 1	24.1.-5.3.2006	7.2				
Lendava 2*	6.3.-18.4.2006	2.8*				
Ilirska Bistrica 1	19.4.-21.5.2006					
Ilirska Bistrica 2	23.5.-4.7.2006					
Medvode 1	5.7.-21.8.2006	1.2	16	1.3	3.4	1.2
Medvode 2	22.8.-10.10.2006	1.0	19	1.2	3.4	1.3
Ptuj**	30.10.-27.11.2006	5.0	16.6	2.5	6.5	2.6

\*\* meritve z difuzivnim vzorčevalnikom

Oznake pri tabelah:

- % pod     odstotek upoštevanih podatkov
- Cp        povprečna mesečna koncentracija v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- maks     maksimalna koncentracija v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- min       najnižja koncentracija v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- >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
- \*         informativni podatek – premalo veljavnih podatkov

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

## 4. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA 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 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 lahkohlapne organske spojine.

V tabelah 4.1 in 4.2 ter na sliki 4.1 je prikazana merilna mreža meritev z difuzivnimi vzorčevalniki ter rezultati meritev poleti in pozimi 2006. Zlasti pri dušikovem dioksidu in ozonu je jasno viden vpliv emisij iz prometa, saj so bile na prometnih merilnih mestih (npr. v Kranju) izmerjene najvišje koncentracije dušikovega dioksida in najnižje koncentracije ozona. Najvišje koncentracije ozona so bile – tako kot z rednimi avtomatskimi meritvami – izmerjene na Primorskem oz. ob obali (Hrvatini, Slap pri Vipavi).

Merilna kampanja Poletje 2006 je potekala med 13.06. in 07.07. 2006.

**Tabela 4.(1):** Povprečne koncentracije merilne kampanje Poletje 2006.

Naselje	tip območja	tip merilnega mesta	značilnost območja	geografska značilnost	dušikov dioksid NO <sub>2</sub>	ozon O <sub>3</sub>	benzen C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	toluen C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	etilbenzen C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	m&p ksilen m&p-C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	orto ksilen o-C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
Portorož	U	T	R	4	27	83	1	5	1	4	2
Logatec	U	B	R	2	12	87	1	3	0	2	1
Postojna	U	T	R	32			2	5	1	3	1
Pivka	U	T	C	2			2	19	2	6	2
Drskovče	R	T	R	2	17	85	1	4	1	2	1
Ribnica	R	T	C	2	16	56	2		8	23	13
Koper	U	T	C	4	35	89	2	10	4	11	6
Hrvatini	R	T	R	32	11	117	1	2	1	2	1
Slap pri Vipavi	R	B	A	2	4	108	0	1	0	1	0
Šempeter Vrtojba	U	T	R	2	39	74	2	6	2	4	2
Idrija	U	B	R	2	17	78	2	4	1	3	1
Nova Gorica	U	T	R	2	20	78	1	3	1	2	1
Nova Gorica	U	T	R	2	19	82	1	2	0	3	0
Ljubljana	U	B	C	16	22	89	1	5	1	2	1
Ljubljana	U	B	C	16	21	91	1	5	1	2	1
Domžale	U	B	R	2	40	63	2	7	2	6	2
Škofja Loka	U	B	R	2	14	92	2	11	1	3	1
Kranj	U	T	R	32	48	54	2	9	2	4	2
Trata pri Velesovem	S	B	R	16	6	94	1	1	0	1	0
Bled	U	B	C	4	8	101	1	3	0	1	0
Jesenice	U	T	R	2	0	75	1	5	1	2	1
Trzin	NC	I	C	2	19	71	2	3	1	4	1
Kamnik	U	B	R	32	14	97	2	4	1	5	1
Trebnje	S	B	R	32	0	70	2	3	2	7	2
Novo Mesto	U	B	R	32	14	76	1	4	1	5	2
Krško	U	B	R	16	13	82	1	3	1	2	1
Celje	U	B	R	32	24	68	2	5	1	3	1
Slovenj Gradec	S	B	R	16	9	85	1	2	1	2	1
Velenje	S	B	R	16	11	85	1	4	2	4	1
Maribor	U	T	R	16	36	72	2	6	1	4	3
Maribor	U	T	R	16	35	64	2	7	1	5	2
Maribor-Tabor	U	B	R	16	24	72	1	4	1	4	2
Ptuj	U	B	R	32	16	82	1	4	1	3	2
Ormož	U	T	R	16	20	71	3	4	1	4	4
Lendava	U	B	R	16	14	72	1	2	0	1	0
Murska Sobota	U	T	R	16	12	76	1	2	1	2	1
Lendava (mejni prehod)	R	T	A	16	27	63	1	2	1	2	1



Merilna kampanja Zima 2006 je potekala med 21.11. in 08.12. 2006.

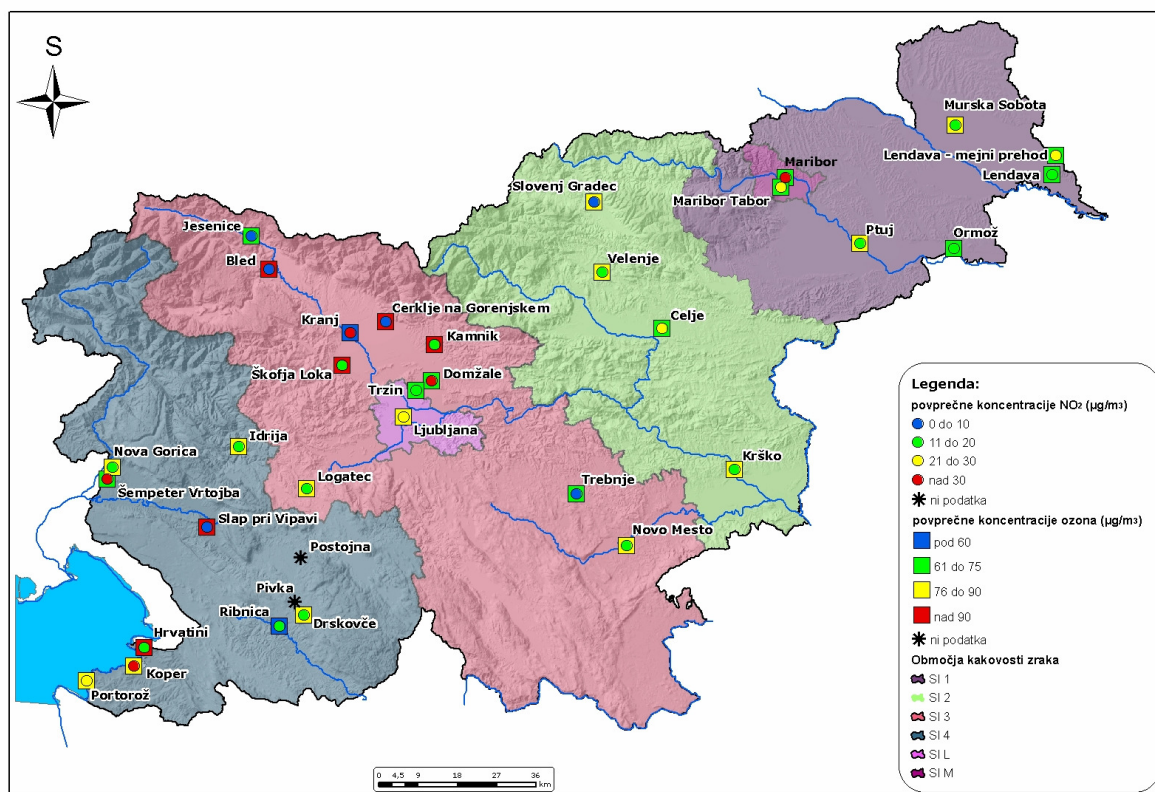
**Tabela 4.(2):** Povprečne koncentracije merilne kampanje Zima 2006.

Naselje	tip območja	tip merilnega mesta	značilnost območja	geografska značilnost	dušikov dioksid NO <sub>2</sub>	benzen C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	toluen C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	etilbenzen C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	m&p ksilen m&p-C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	orto ksilen o-C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
Portorož	U	T	R	4	39	4	12	3	8	3
Logatec	U	B	R	2	21	5	6	1	4	2
Postojna	U	T	R	32	20	3	4	1	2	1
Pivka	U	T	C	2	24	5	11	3	7	3
Drskovče	R	T	R	2	16	3	21	2	5	1
Ribnica	R	T	C	2	15	2	3	1	2	1
Koper	U	T	C	4	43	4	13	3	8	3
Hrvatini	R	T	R	32	24	3	5	1	3	1
Slap pri Vipavi	R	B	A	2	13	3	5	1	3	1
Šempeter Vrtojba	U	T	R	2	42	9	24	5	15	5
Nova Gorica	U	T	R	2	34	6	13	3	8	3
Domžale	U	B	R	2	42	7	18	5	14	4
Škofja Loka	U	B	R	2	23	5	6	2	4	1
Kranj	U	T	R	32	44	8	23	5	15	6
Trata pri Velesovem	S	B	R	16	13	2	3	1	2	1
Bled	U	B	C	4	16	3	5	1	3	1
Jesenice	U	T	R	2	29	5	12	3	8	3
Trzin	S	T	C	2	39	5	10	3	8	2
Kamnik	U	B	R	32	26	6	11	4	11	2
Ptuj	S	T	R	16	39	6	10	3	6	2
Slovenj Gradec	S	B	R	16	17	4	4	1	2	1
Celje	U	B	R	32	29	4	7	2	4	1
Ravne na Koroškem	U	B	C	2	25	4	6	1	4	2
Sevnica	U	T	C	2	24	5	20	5	17	5
Novo Mesto	U	B	R	32	26					
Kočevje	U	T	C	32	20	6	8	5	12	3
Ribnica	U	B	R	16	15	4	5	1	4	1
Ljubljana	U	B	C	16	31					
Maribor	U	T	R	16	37	5	34	2	6	2

**Legenda:**

**NV:** nadmorska višina (m)  
**Tip m. mesta:** B – ozadje  
T – promet  
I - industrijsko  
**Tip območja:** U – mestno  
S – predmestno  
R - podeželsko  
NC - obmestno  
REG - regionalno

**Značilnost območja:** R – stanovanjsko  
C- poslovno  
I - industrijsko  
A - kmetijsko  
**Geografska značilnost:** 1 – gorsko  
2 - dolina  
4 – obala  
16 – ravnina  
32 – razgibano



Agencija RS za okolje

[www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si)

Kartografija: Petra Krsnik  
Leto izdelave: 2007

Vir: MOP; ARSO, GURS

**Slika 4.(1):** Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki v letu 2006 z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami dušikovega dioksida in ozona v poletni kampanji med 13.06. in 07.07. 2006.

## 5. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN

### 5.1. Osnovna merilna mreža

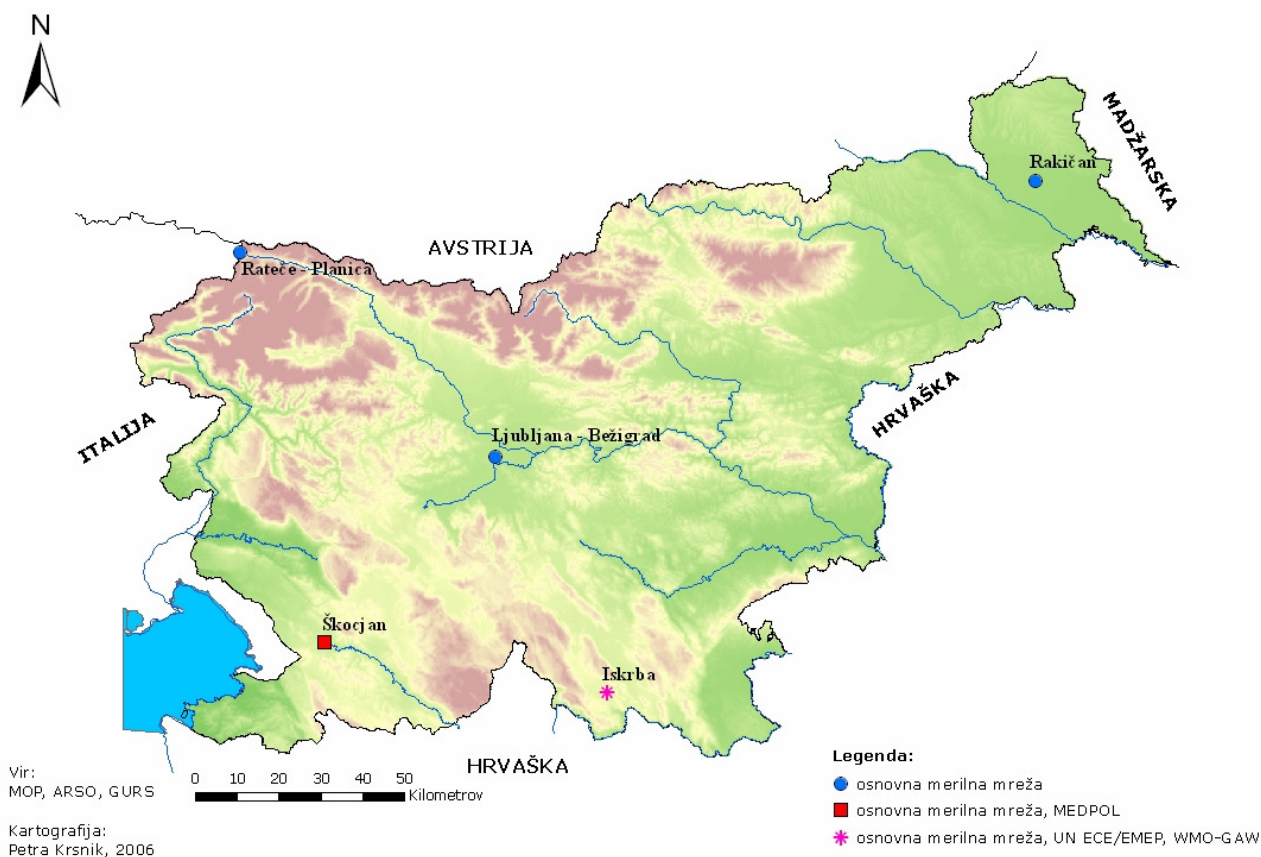
Meritve kakovosti padavin smo v letu 2006 v okviru osnovne merilne mreže (meritve Agencije Republike Slovenije za okolje – ARSO) izvajali na petih merilnih mestih, ki so enakomerno razporejena po Sloveniji. Na vseh merilnih mestih je vzorčenje padavin potekalo neprekinjeno vse leto vsak dan.

#### 5.1.1. Merilna mreža in nabor meritev

V tabeli 5.1.1.(1) je podan opis merilnih mest za meritve kakovosti padavin v letu 2006 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 leži 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 5.1.1.(1):** Opis merilnih mest za meritve kakovosti padavin v letu 2006. 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 5.1.1.(1):** Merilna mesta za meritve kakovosti padavin v letu 2006. Osnovna merilna mreža

Na vseh merilnih mestih iz tabele 5.1.1.(1) in slike 5.1.1.(1) je v letu 2006 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 5.1.1.(2) Pri majhnih količinah padavin v vzorcih ni bilo mogoče določiti vseh navedenih parametrov.

**Tabela 5.1.1.(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	$\text{Na}^+$ - natrijev ion
$\text{NO}_3^-$ - nitratni ion	$\text{K}^+$ - kalijev ion
$\text{Cl}^-$ - kloridni ion	$\text{Ca}^{2+}$ - kalcijev ion
$\text{NH}_4^+$ - amonijev ion	$\text{Mg}^{2+}$ - magnezijev ion

V dopolnilni merilni mreži so se v letu 2006 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.

## 5.1.2. Merilne metode in kakovost meritev

**Tabela 5.1.2.(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	0.015
natrij $\text{Na}^+$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.016
kalij $\text{K}^+$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.007
kalcij $\text{Ca}^{2+}$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.016
magnezij $\text{Mg}^{2+}$ (mg/l)	* IC	EN ISO 14911	0.006

\* ionska kromatografija

Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov je v letu 2006 sledil splošnim zahtevam programov EMEP in GAW. Glavni elementi sistema kakovosti pri omenjenih programih so:

- doseganje ciljnih vrednosti za kakovost podatkov: točnost, natančnost, izplen podatkov ter ustrezna časovna pokritost meritev:
  - izplen pravih podatkov: 90% za 24-urne meritve in 80% za tedensko vzorčenje,
  - merilna negotovost za vzorčenje in kemijske analize skupaj 15 – 25%,
  - 0.1 enot za pH,
  - natančnost in meja detekcije :

Parameter	Meja detekcije	Natančnost	
		Celotna	Laboratorijska
pH (enote pH)	-	± 0.1 enot pH pri pH > 5 ± 0.03 enot pH pri pH < 5	± 0.04 enot pH pri pH > 5 ± 0.02 enot pH pri pH < 5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg S/l)	0.02	0.02	0.01
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg N/l)	0.02	0.01	0.01
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	0.04	0.02	0.02
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg N/l)	0.02	0.02	0.01
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	0.02	0.02	0.01
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	0.01	0.01	0.01
Na <sup>+</sup> (mg/l)	0.02	0.01	0.01
K <sup>+</sup> (mg/l)	0.02	0.01	0.01
Višina padavin (mm) iz standardnega meteorološkega dežemera	0.02	0.2 dnevna 0.3 tedenska	- -
Višina padavin – vzorec (mm)	0.2	0.1 dnevna 0.3 tedenska	- -

- 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 5.1.2.(1). Za določevanje koncentracij anionov in kationov v dnevni in tedenski padavinah je bila uporabljena merilna metoda ionska kromatografija (IC).

### 5.1.3. Rezultati meritev

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, nitrata, 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 5.1.3.(1) so podane koncentracije ionov v padavinah, pH vrednost in električna prevodnost padavin za leto 2006 iz osnovne merilne mreže.

Za merilna mesta iz osnovne merilne mreže veljajo za padavine v letu 2006 sledeče ugotovitve:

Tako kot prejšnji dve leti je bilo tudi leto 2006 v primerjavi z letom 2003 mokro leto. Najbolj kisle padavine so bile v letu 2006 na merilnem mestu Iskrba z 92 % vzorcev s pH pod 5.6, na ostalih merilnih mestih pa je bil ta odstotek malo nad 80 %. Kisle padavine so se pojavljale v Sloveniji preko celega leta (slika 5.1.3.(2)), na večini merilnih mest pa so se zaradi povečane emisije žveplovega dioksida pogosteje pojavljale nižje pH vrednosti v kurilni sezoni. Tako kot v letu 2005 je bil izmerjen najnižji pH v dnevnih vzorcih 3.77 na Iskrbi, v tedenskih vzorcih pa 3.97 v Škocjanu. Najmanj kisle padavine so bile v letu 2006 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, tako kot pretekla leta, 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 v zadnjih treh letih, izmerjena v Rakičanu pri Murski Soboti (tabela 5.1.3.(3)), saj je bilo tudi v letu 2006 v Rakičanu v primerjavi z drugimi merilnimi mesti najmanj padavin.

**Tabela 5.1.3.(1):** Koncentracije ionov, pH in električna prevodnost padavin v letu 2006. Podani so povprečna letna vrednost (povp.), minimalna vrednost (min.), maksimalna vrednost (maks.) in standardna deviacija (st.d.). Osnovna merilna mreža, dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevnik oziroma tedenskih vzorcev padavin

Merilno mesto		El. prev. pri 25 <sup>0</sup> C (μS/cm)	Koncentracija ionov (mg/l)								
			pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Iskrba pri Kočevski Reki	povp.	12	4.86	0.39	1.33	1.12	0.38	0.20	0.05	0.25	0.04
	min.	2	3.77	0.02	0.15	0.10	<0.014	<0.016	<0.006	<0.016	<0.007
	maks.	97	6.81	2.73	12.65	9.85	8.14	3.13	0.96	4.82	0.79
	st. d.	16	0.52	0.60	2.41	1.82	1.21	0.45	0.13	0.74	0.10
Ljubljana-Bežigrad	povp.	10	5.04	0.50	1.28	1.06	0.30	0.26	0.04	0.18	0.03
	min.	3	4.07	0.09	0.26	0.11	<0.014	<0.016	<0.006	<0.016	<0.007
	maks.	61	7.05	3.48	17.37	7.69	6.67	5.55	0.51	4.12	0.25
	st. d.	13	0.59	0.74	2.99	1.40	1.05	0.85	0.11	0.67	0.06
Rakičan pri Murski Soboti	povp.	12	5.06	0.73	1.55	1.43	0.18	0.38	0.05	0.11	0.05
	min.	4	4.28	0.18	0.55	0.32	0.04	0.06	0.01	0.02	<0.007
	maks.	39	5.90	2.53	6.67	5.32	1.89	3.65	0.20	1.29	0.45
	st. d.	8	0.44	0.52	1.40	1.02	0.36	0.66	0.04	0.26	0.09
Rateče-Planica	povp.	8	5.15	0.38	1.19	0.81	0.26	0.23	0.04	0.17	0.02
	min.	3	4.67	0.08	0.35	0.19	<0.014	<0.016	<0.006	<0.016	<0.007
	maks.	34	6.36	3.10	10.18	6.73	1.09	3.90	0.67	2.13	0.21
	st. d.	7	0.45	0.73	2.07	1.54	0.25	1.08	0.12	0.38	0.06
Škocjan	povp.	15	4.82	0.55	1.97	1.37	0.57	0.33	0.06	0.37	0.05
	min.	4	3.97	0.02	0.28	0.15	0.02	0.05	<0.006	<0.016	<0.007
	maks.	74	6.46	3.15	29.94	12.52	5.01	2.27	0.38	2.93	2.32
	st. d.	17	0.69	0.68	5.24	2.16	1.13	0.59	0.10	0.76	0.38

**Tabela 5.1.3.(2):** Kisle padavine v Sloveniji v letu 2006. Osnovna merilna mreža, dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevnik oziroma tedenskih vzorcev padavin

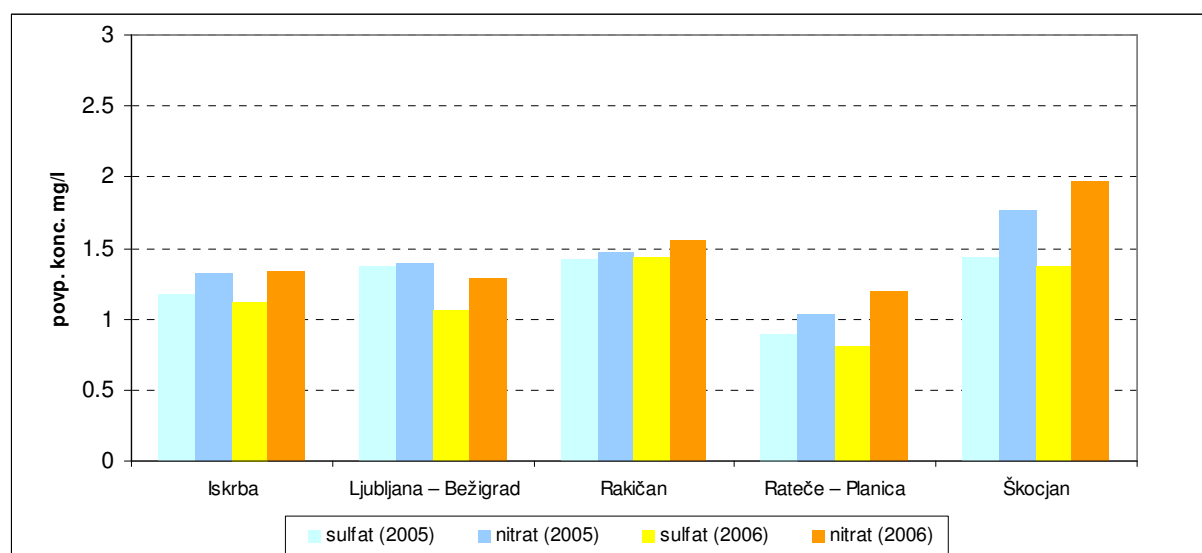
Merilno mesto	Vrsta vzorca	Št. vseh vzorcev	Št. vzorcev z izmerjenim pH	Št. vzorcev s pH<5,6	* Vol. delež (%) s pH<5,6	Delež kislil vzorcev (%)	pH <sub>min</sub>
Iskrba pri Kočevski Reki	dnevni	133	83	76	88	92	3.77
Ljubljana – Bežigrad	dnevni	126	73	60	81	82	4.07
Rakičan pri Murski Soboti	tedenski	41	35	28	80	80	4.28
Rateče – Planica	tedenski	46	36	29	90	81	4.67
Škocjan	tedenski	41	33	27	87	82	3.97

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

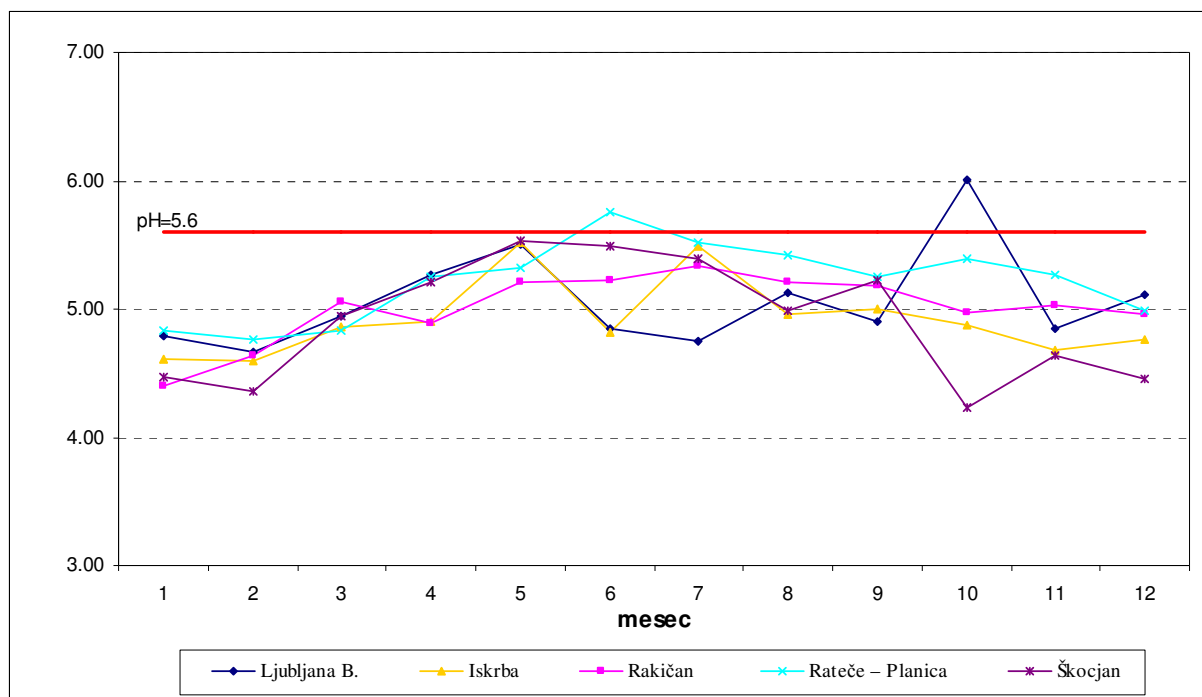
**Tabela 5.1.3.(3):** Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 2006. Osnovna merilna mreža

Merilno mesto	Količina padavin (mm)	Kumulativna depozicija (g/m <sup>2</sup> .leto)								
		* H <sup>+</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>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Iskrba pri Koč. R.	1253	17.1 · 10 <sup>-3</sup>	0.38	0.38	0.47	0.48	0.25	0.06	0.31	0.05
Ljubljana – Bež.	1094	10.0 · 10 <sup>-3</sup>	0.42	0.32	0.39	0.32	0.28	0.05	0.19	0.04
Rakičan pri MS	803	6.7 · 10 <sup>-3</sup>	0.43	0.27	0.37	0.14	0.29	0.03	0.08	0.04
Rateče - Planica	1137	7.7 · 10 <sup>-3</sup>	0.32	0.29	0.30	0.28	0.25	0.04	0.18	0.02
Škocjan	1002	14.3 · 10 <sup>-3</sup>	0.40	0.42	0.43	0.54	0.31	0.05	0.35	0.04

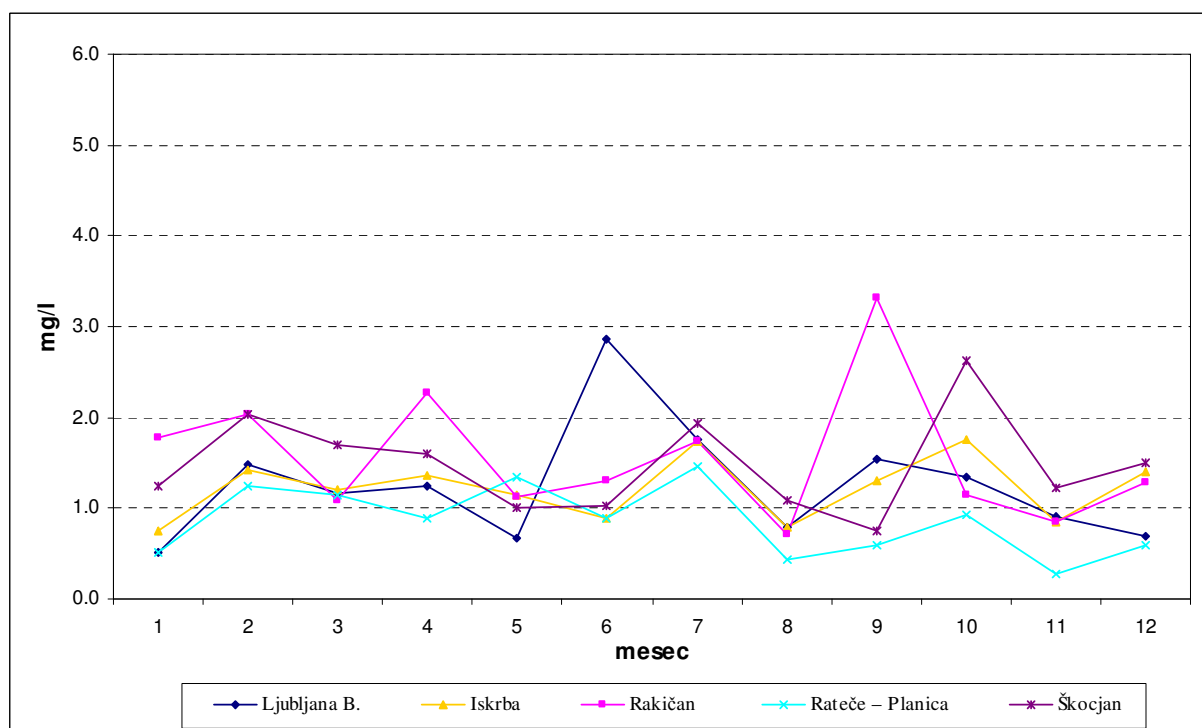
\* Depozicija H<sup>+</sup> je izračunana iz izmerjene vrednosti pH.



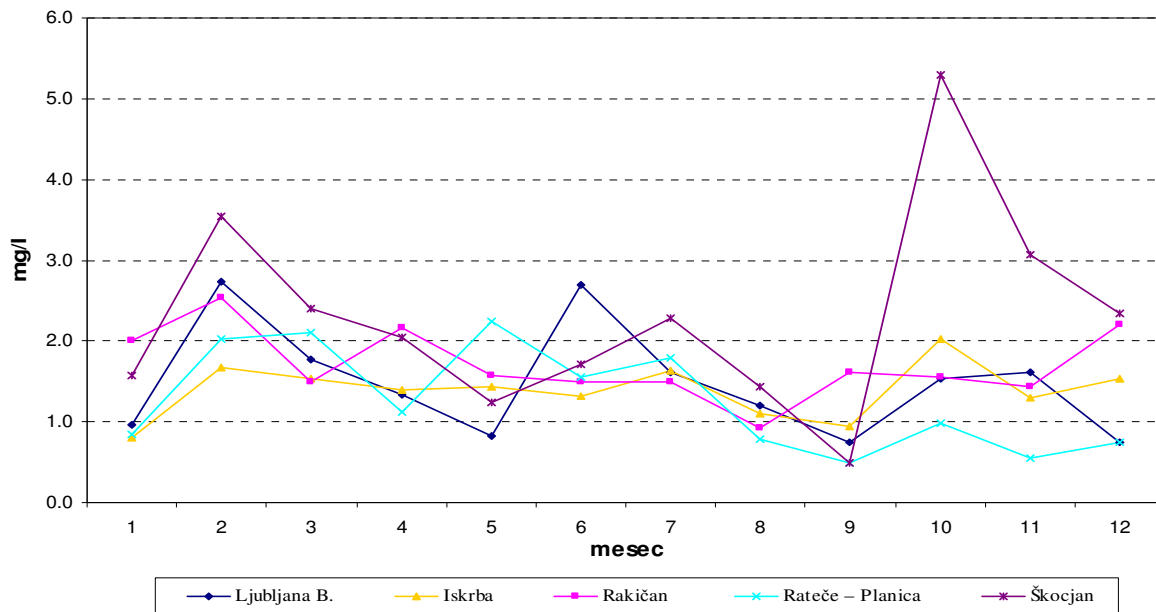
**Slika 5.1.3.(1):** Povprečna letna koncentracija sulfata in nitrata v padavinah v letih 2005 in 2006



Slika 5.1.3.(2): Povprečne mesečne vrednosti pH padavin v letu 2006



Slika 5.1.3.(3): Povprečne mesečne koncentracije sulfata v padavinah v letu 2006



**Slika 5.1.3.(4):** Povprečne mesečne koncentracije nitrata v padavinah v letu 2006

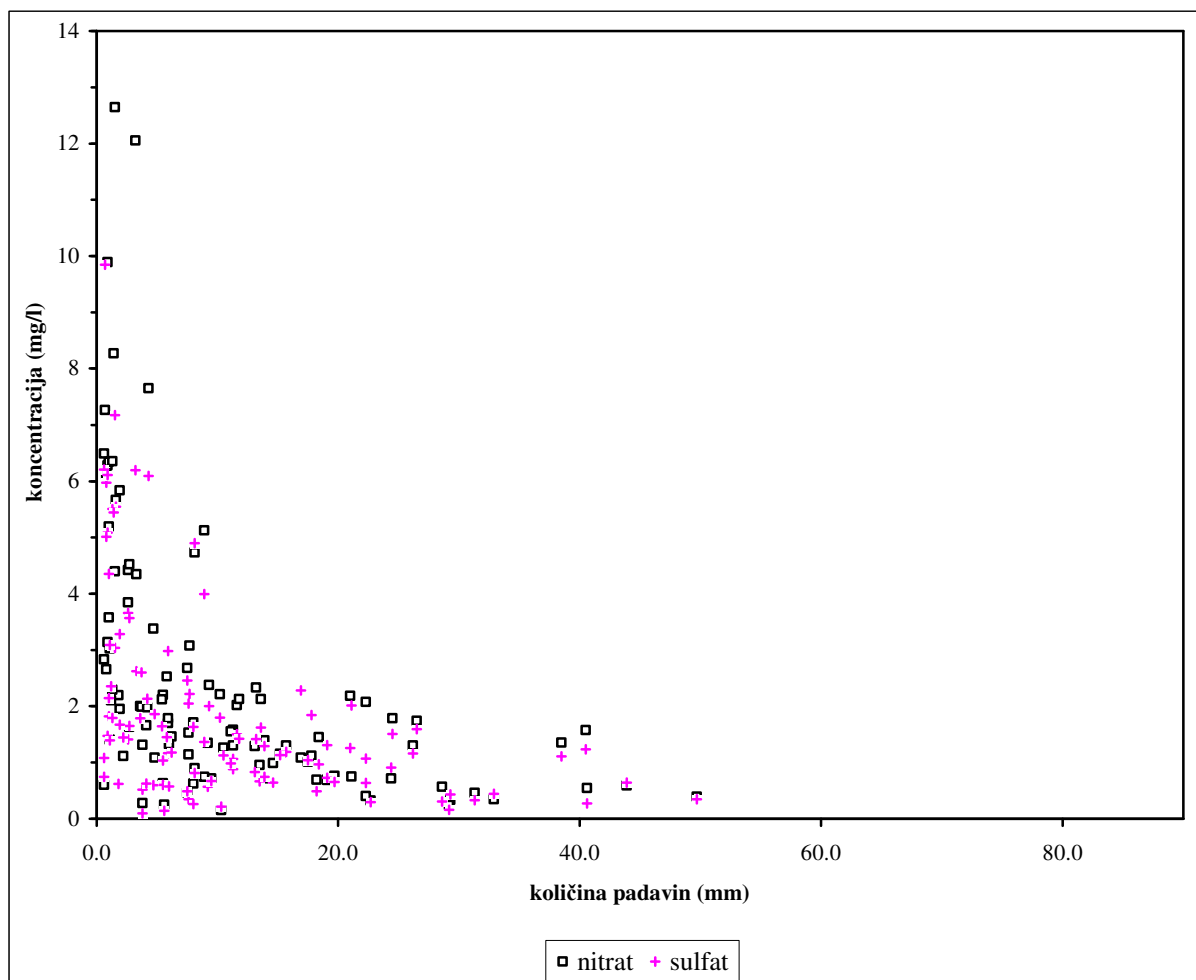
Med anioni prevladujeta v naših padavinah nitrat in sulfat. Med kationi v padavinah prevladuje amonij, sledita kalcijev in natrijev ion.

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 eutrofikaciji. Količinsko se določi del te usedline, tako imenovani mokri depozit, iz meritev kakovosti padavin.

Mokra depozicija žvepla se je v letu 2006 v primerjavi z letom poprej povsod – najbolj v Ljubljani - zmanjšala in se je gibala med 0.3 in 0.5 g/m<sup>2</sup>. Depozicija dušika, ki izvira iz nitrata in amonija, se je tudi nekoliko zmanjšala in je bila v letu 2006 med 0.6 in 0.8 g/m<sup>2</sup>. Glavni vzrok za manjšo depozicijo žvepla in dušika v letu 2006 je bila nekoliko manjša količina padavin v primerjavi z letom 2005. 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 5.1.3.(5) podana odvisnost koncentracije nitrata in sulfata v dnevni vzorcih padavin od količine padavin za merilno mesto Iskrba.



**Slika 5.1.3.(5):** Odvisnost koncentracije nitrata in sulfata od količine padavin na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki. Dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevnih vzorcev

## 5.2. Merilna mreža na vplivnih območjih termoelektrarn

### 5.2.1. Merilna mreža in merilna metoda

Na vplivnih območjih termoelektrarn Šoštanj (TEŠ), Trbovlje (TET), in 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.

## 5.2.2. Rezultati meritev

Glavne ugotovitve iz rezultatov meritev koncentracij prašnih usedlin in kakovosti padavin za leto 2006 so:

- Koncentracije prašnih usedlin niso nikjer presegale mejnih vrednosti. Najvišja mesečna koncentracija prašnih usedlin  $111 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$  je bila dosežena na merilnem mestu Pesje, kar je manj kot tretjina mejne vrednosti  $350 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ . Tudi povprečne letne koncentracije prašnih usedlin niso na nobenem mestu presegle letne mejne vrednosti, ki znaša  $200 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ . Povprečne letne vrednosti prašnih usedlin so se gibale med najnižjo povprečno letno vrednostjo  $18 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ , izmerjeno na merilnem mestu Dobovec, in najvišjo povprečno letno vrednostjo  $44 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{dan}$ , izmerjeno na merilnem mestu TE-TO Ljubljana-Toplarniška. **Na večini vzorčevalnih mest so bile koncentracije prašnih usedlin na ravni prejšnjih treh let.**

- **Kislost padavin je bila v letu 2006 na vseh merilnih mestih blizu mejne vrednosti za kislost (ph =5.6).** Razlika med posameznimi merilnimi mesti je bila majhna. Po vrednostih ph je bilo leto 2006 podobno letu 2005, ko se je končal štiriletni trend zviševanja vrednosti ph (zmanjševanja kislosti padavin).

- **V letu 2006 se je depozicija žvepla na območju termoelektrarn zmanjšala glede na leto 2005 – najbolj na Dobovcu, kar lahko pripišemo obratovanju nove odžveplovalne naprave v TE Trbovlje.**

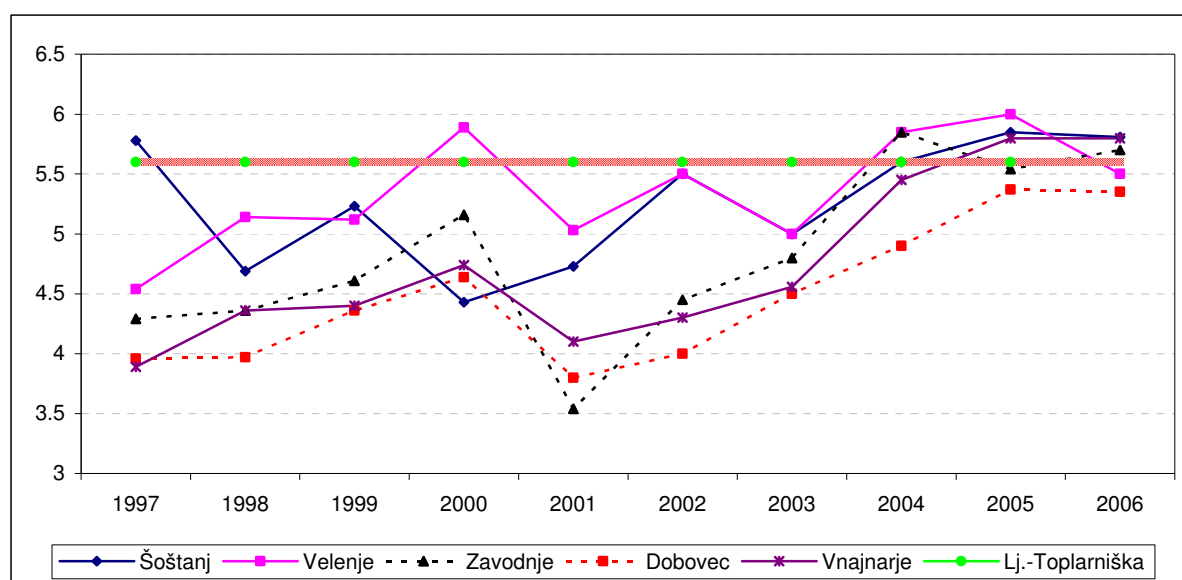
**Tabela 5.2.2.(1):** Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 2006

postaja	kol. pad. (mm)	koncentracija ionov mg/l						kumulativna depozicija g/m2.let					
		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-TEŠ</b>													
Šoštanj	1022.6	6.27	6.27	0.46	1.91	4.36	0.17	5.50E-04	6.40	0.36	0.05	1.48	10.40
Topolšica	1021.2	6.32	1.80	0.65	1.85	3.25	0.10	4.87E-04	1.84	0.51	0.05	1.11	5.97
Zavodnje	938.2	6.31	2.71	0.18	2.45	3.06	0.13	4.54E-04	2.54	0.13	0.05	0.96	7.69
Graška gora	963.9	6.33	2.09	0.74	2.50	2.74	0.13	4.52E-04	2.01	0.56	0.05	0.88	7.72
Velenje	1057.1	6.19	1.63	0.79	1.89	2.92	0.10	6.75E-04	1.73	0.65	0.05	1.03	6.30
Veliki vrh	946.6	6.16	3.58	0.23	3.38	3.58	0.17	6.59E-04	3.39	0.17	0.08	1.13	9.93
Pesje	1010.5	6.29	2.05	0.38	2.43	3.86	0.09	5.19E-04	2.07	0.30	0.06	1.30	5.65
Skale	1098.1	6.23	1.61	0.40	1.84	3.20	0.09	6.51E-04	1.77	0.34	0.06	1.17	6.11
Stara vas	943.1	6.10	2.37	0.31	2.58	3.78	0.15	7.45E-04	2.24	0.23	0.06	1.19	8.50
<b>EIS-TET</b>													
Kovk	878.8	6.28	2.01	0.60	2.13	3.70	0.15	4.58E-04	1.76	0.41	0.04	1.08	8.13
Dobovec	901.9	6.22	1.75	0.47	2.16	3.44	0.12	5.49E-04	1.58	0.33	0.05	1.03	6.81
Kum	855.2	5.52	2.56	0.58	3.50	3.61	0.14	2.56E-03	2.19	0.39	0.11	1.03	7.21
Ravenska vas	833.6	6.33	2.04	0.45	1.93	3.22	0.15	3.91E-04	1.70	0.29	0.04	0.89	7.69
Lakonca	929.3	6.13	3.09	0.49	1.96	4.11	0.16	6.94E-04	2.87	0.35	0.04	1.27	9.17
Prapretno	966.5	6.11	2.30	0.29	2.78	3.59	0.15	7.48E-04	2.22	0.22	0.05	1.16	8.59
<b>TE-TO Ljubljana</b>													
Vnajnarje	752.6	6.31	2.34	0.52	2.35	3.54	0.13	3.73E-04	1.76	0.30	0.03	0.89	6.15
Deponija	1006.4	6.22	2.33	0.59	2.76	4.60	0.16	6.04E-04	2.34	0.46	0.06	1.54	9.65
Partizanska	1009.1	6.27	2.76	0.53	2.29	4.08	0.18	5.44E-04	2.78	0.42	0.06	1.37	10.94
Toplarniška	1018.9	6.39	2.96	0.77	2.22	4.51	0.18	4.13E-04	3.01	0.61	0.05	1.53	11.23
JP Energetika	1026.3	6.47	2.71	0.28	2.41	3.44	0.17	3.47E-04	2.78	0.22	0.06	1.18	10.89
EIMV	966.4	6.35	2.58	0.68	2.60	3.51	0.17	4.34E-04	2.50	0.51	0.05	1.13	10.02

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

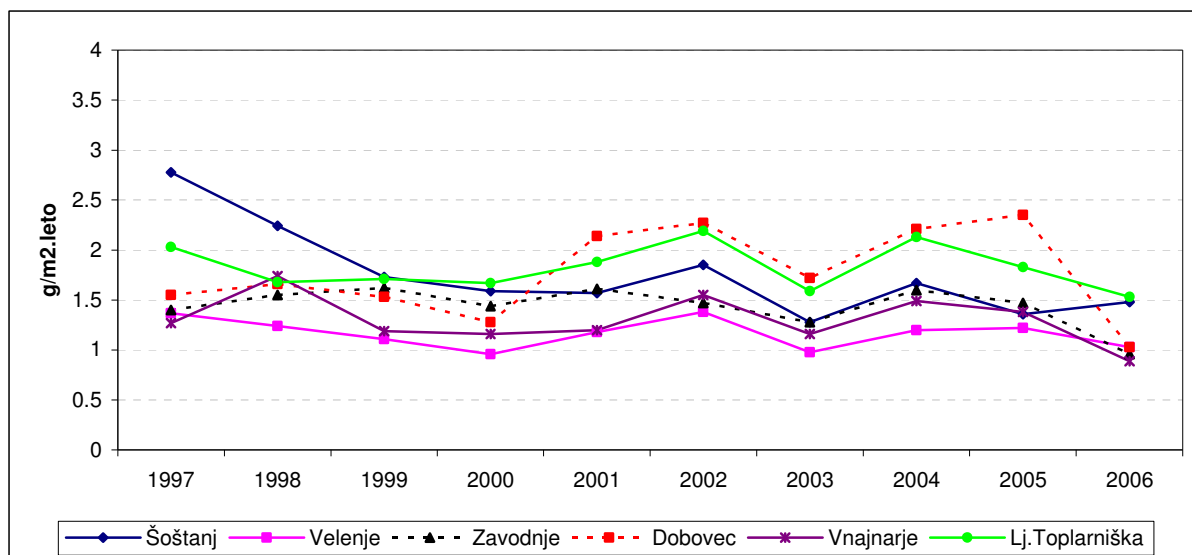
**Tabela 5.2.2.(2):** Prašna usedlina in PH padavin v letu 2006

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	68.93	36.10	12	12	5.81
Topolšica	75.93	26.39	12	12	5.91
Zavodnje	55.00	26.70	12	12	5.70
Graška gora	54.67	23.10	12	12	6.02
Velenje	93.33	39.74	12	11	5.50
Veliki vrh	58.00	29.01	12	11	5.40
Pesje	110.67	35.10	12	12	6.00
Škale	43.33	19.90	12	11	4.76
Stara vas	46.67	19.50	12	12	5.75
<b>EIS-TET</b>					
Kovk	66.93	21.26	12	12	5.71
Dobovec	51.13	18.15	12	11	5.35
Kum	53.33	21.19	12	11	3.05
Ravenska vas	74.00	25.69	12	12	5.80
Lakonca	102.00	40.73	12	12	5.78
Prapretno	82.13	30.33	12	12	5.70
<b>TE-TO</b>					
<b>Ljubljana</b>					
Vnajnarje	50.33	21.07	12	12	5.80
Deponija	68.00	26.75	12	12	5.81
Partizanska	107.67	37.83	12	12	5.88
Toplarniška	104.07	43.58	12	12	6.02
JP Energetika	66.00	28.52	12	12	6.20
EIMV	66.60	24.39	12	12	5.82

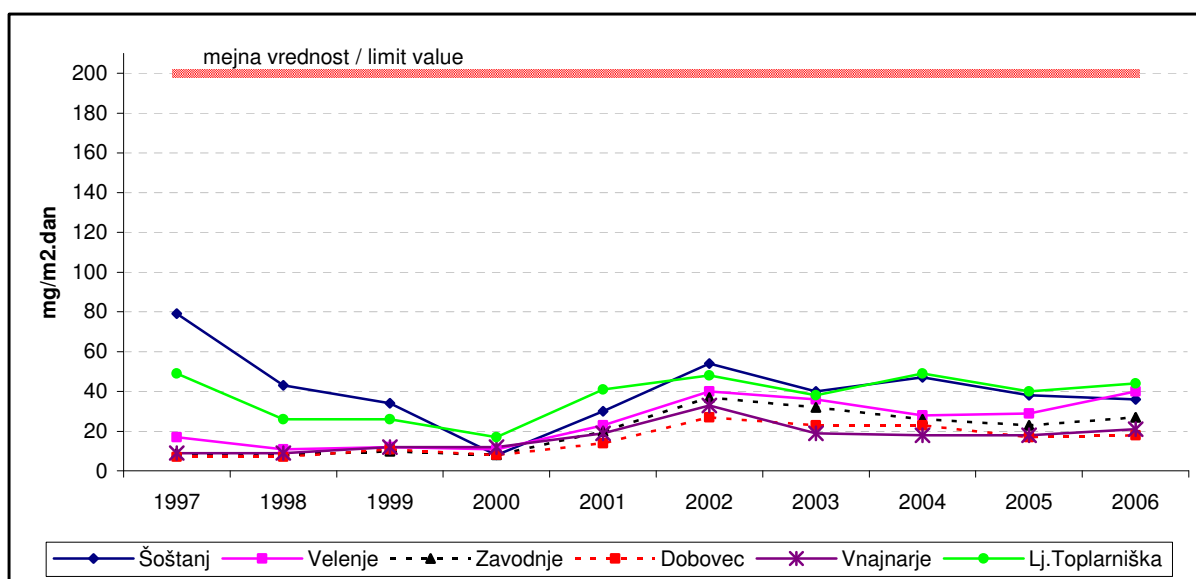


**Slika 5.2.2.(1):** Minimalni mesečni pH padavin v letih 1997-2006.





Slika 5.2.2.(2): Kumulativna letna mokra depozicija sulfata v letih 1997- 2006 (mesečno vzorčenje padavin)



Slika 5.2.2.(3): Povprečna letna količina prašne usedline v letih 1997-2006

## 6. OCENA ONESNAŽENOSTI ZRAKA V SLOVENIJI

Ta ocena je narejena samo na podlagi rezultatov rednega monitoringa kakovosti zunanjega zraka po posameznih območjih v letu 2006. Meritve z mobilno postajo tudi niso upoštevane, saj so časovni intervali na posameznem merilnem mestu prekratki, in tudi ne podatki indikativnih meritev (difuzivni vzorčevalniki). Ni 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)*.

Za območja, kjer ni meritev nekaterih onesnaževal, ocena ni narejena. Ravni onesnaženosti so definirane v tabeli 6.(1), tabela 6.(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.

**Tabela 6.(1):** Kategorije stanja onesnaženosti

Raven	Raven koncentracije
1	Presežena mejna vrednost + sprejemljivo preseganje
2*	Med mejno vrednostjo in vsoto mejne vrednosti + sprejemljivega preseganja
3	Med zgornjim ocenjevalnim pragom in mejno vrednostjo
4	Med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom
5	Pod spodnjim ocenjevalnim pragom

\* Pri nekaterih onesnaževalih (žveplov dioksid, delci PM10, svinec, ogljikov monoksid, in delno dušikovi oksidi) je sprejemljivo preseganje leta 2005 doseglo vrednost 0, zato razred 2 ne obstaja več.

**Tabela 6.(2):** Ravni onesnaženosti zraka po onesnaževalih na posameznih območjih, kot so definirane v tabeli 6.1, za leto 2006

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

Legenda:

N...Na območju ni meritev onesnaževala, ker po predhodni oceni niso potrebne, razen pri meritvah ozadja v območju SI3 (Krvavec, Iskrba).

Iz podatkov vidimo, da je bila v letu 2006 presežena mejna vrednost koncentracij ozona in delcev v večjem delu Slovenije. Koncentracije žveplovega dioksida so presegle mejne vrednosti le še okrog termoelektrarne Šoštanj in na merilnem mestu v Krškem. V Krškem so se koncentracije po zaustavitvi proizvodnje celuloze v tovarni VIPAP avgusta 2006 močno znižale, tako da so bile od tedaj dalje med najnižjimi v Sloveniji. Koncentracije dušikovega dioksida v letu 2006 niso nikjer presegle mejnih vrednosti. Višje so bile na

mestnih merilnih mestih (v Mariboru sta bili zabeleženi najvišja urna in povprečna letna koncentracija). Pri svincu in ogljikovem monoksidu so bile koncentracije 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 žveplovega dioksida v njeni okolici, tako da v letu 2006 prvič niso prekoračile mejnih vrednosti. Tudi v Šoštanju se razmere še nadalje izboljšujejo s povečevanjem kapacitete odžveplovalne naprave. Pri ostalih onesnaževalih pa ni bilo bistvenih sprememb pri emisiji niti glede kakovosti zunanjega zraka.

## **DODATEK**

**Tabela 2.3.1.(5):** Povprečne mesečne koncentracije SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>DMKZ</b>	11	7	4	2	2	2	2	1	3	3	6	5
Ljubljana B.	13	8	7	6	5	3	3	2	5	3	5	4
Maribor	16	11	7	4	5	6	6	4	3	5	6	6
Celje	13	8	9	7	8	8	4	2	5	11	6	7
Trbovlje	17	11	12	7	4	5	6	6	7	9	10	10
Hrastnik	15	10	9	4	4	5	4	2	1	3	3	7
Zagorje	10	8	7	6	7	5	6	2	5	4	5	7
Murska S.-Rakičan	7	9	9	6	6	8	9	4	7	8	6	4
Nova Gorica	11	7	4	2	2	2	2	1	3	3	6	5
<b>OMS Lj. (Vnajnarje)</b>	11	7	5	3	3	3	3	2	4	4	6	5
<b>EIS Celje</b>	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<b>EIS Krško</b>	17	37	20	41	20	37	50	32	2	2	2	2
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	6	10	10	4	7	9	7	10	8	10	7	14
Topolšica	7	6	4	2	3	4	6	2	5	3	3	2
Veliki Vrh	36	32	22	5	13	21	24	15	17	16	21	19
Zavodnje	15	14	9	2	3	9	8	3	10	6	9	4
Velenje	8	6	6	6	5	4	5	4	4	3	4	5
Graška Gora	9	9	8	4	3	4	4	4	3	5	10	4
Pesje	9	7	5	3	2	3	3	2	3	3	5	3
Škale	5	5	4	2	2	2	2	2	1	2	6	2
<b>EIS TET</b>												
Kovk	9	5	14	7	13	16	9	4	7	20	18	16
Dobovec	8	4	2	3	6	12	5	2	7	6	5	7
Kum	1	4	7	1	5	3	7	6	2	2	8	6
Ravenska vas	27	10	7	13	16	18	20	15	17	15	16	23
<b>EIS TEB (sv.Mohor)*</b>	29	8	12	16*	10*	13	5	8	11	13	13	8

\* informativni podatki – premalo veljavnih podatkov

**Tabela 2.3.1.(6):** Maksimalne urne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> po mesecih v letu 2006 (presežena meja a 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.	81	30	26	25	21	21	9	29	18	37*	49	34
Maribor	49	36	23	16	33	43	12*	7*	30	16	60	19
Celje	60	79	49	44	76	33	26	28	52	56	55	90
Trbovlje	91	176	121	208	103	229*	61	142	210	379	242	189
Hrastnik	84	39	81	75	44	42	134	34	38	89	101	98
Zagorje	128	161	70	183	40	136	92	8*	27*	34*	26	41
Murska S.-Rakičan	38	34	25	21	20	21	25	10	16	54	54	31
Nova Gorica	25	49	72	34*	43	80	31	47	27	42*	23	16
<b>OMS Lj. (Vnajnarje)</b>	65	59	27	27	21	47	30	24	23	115	32	26
<b>EIS Celje</b>	26	21	25	7	5	3	4	4	4	8	9	67
<b>EIS Krško</b>	289	680*	382	1108*	480	648	931	421*	15*	48	22*	21*
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	146	343	351	206	347	273	337	304	449	323	240	1028
Topolšica	111	115	94	49	90	127	288	47	279	114	109	20
Veliki Vrh	607	558	240	212	701	605	533	440	771	461	398	353
Zavodnje	126	310	731	113	103	317	126	97	189	162	135	64
Velenje	54	49	75	26	35	29	28	86	71	43	32	26
Graška Gora	91	116	175	111	47	170	173	172	122	68	145	104
Pesje	63	76	85	15	35	61	162	35	47	27	142	19
Škale	53	55	82	38	51	54	93	34	53	57	184	42
<b>EIS TET</b>												
Kovk	72	66	511	146	84	269	325	64	68	181	209	197
Dobovec	161	61	173	111	169	2290	155	40*	95	79	117	57
Kum	2	28	39	47	37	59	261	26	23	78*	84	33
Ravenska vas	190	309*	86	93	111	251*	590	129	152	136	179	134
<b>EIS TEB (sv.Mohor)*</b>	455	90	230	39*	19*	73*	97*	113*	23	25	41	50

**Tabela 2.3.1.(7):** Maksimalne dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> po mesecih v letu 2006  
(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.	41	11	12	5	5	7	4	4	6	5*	14*	11*
Maribor	24	16	12	9	9	11	7	3*	14	5	16	10
Celje	35	26	14	8	11	9	8	9	8	10	11	16
Trbovlje	39	17	18	29	20	34*	23	13	22	43	31	25
Hrastnik	44	18	24	14	9	10	15	9	11	14	22	19
Zagorje	39	47	30	14	8	29	10	6*	5	10*	7	17
Murska S.-Rakičan	20	16	13	9	9	7	8	8	9	7	10	15
Nova Gorica	18	18	16	18*	12	24	17	9	12	12	12	10
<b>OMS Lj. (Vnajnarje)</b>	42	26	9	6	6	10	12	7	8	23	14	15
<b>EIS Celje</b>	13	12	12	1	1	1	1	1	1	2	4	20
<b>EIS Krško</b>	43	<b>280*</b>	74	<b>194*</b>	120	110	<b>143</b>	123*	6*	9	8*	6*
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	26	45	42	27	50	46	26	75	51	57	30	<b>308</b>
Topolšica	28	22	17	8	12	14	29	9	28	13	13	4
Veliki Vrh	71	106	59	14	43	72	78	50	54	65	52	90
Zavodnje	56	85	77	14	10	36	29	11	33	43	48	21
Velenje	24	18	13	12	8	9	10	11	10	22	16	15
Graška Gora	47	25	30	13	14	30	17	22	15	25	55	24
Pesje	32	22	12	5	5	7	14	7	9	7	13	5
Škale	24	11	20	11	13	9	8	7	9	15	41	9
<b>EIS TET</b>												
Kovk	38	19	69	21	25	88*	37	9	30	37	51	37
Dobovec	42	14	9	13	26	<b>196</b>	16	4*	22	17	25	15
Kum	0*	15	13	5	9	10	30	9	9	7*	19	21
Ravenska vas	69	120*	23	21	30	39*	69	49	43	34	41	56
<b>EIS TEB (sv.Mohor)*</b>	90	18	44	19*	10*	23*	17*	21*	15	18	26	17*

**Tabela 2.3.1. (8):** Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (prekoračena mejna letna vrednost je v rdečem tisku)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
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	4
Maribor	47	42	30	28	24	23	18	17	13	10	8	9	8	8	5
Celje	57	54	49	32	24	27	23	19	17	15	10	10	11	9	7
Trbovlje	69	71	49	48	37	40	32	23	18	14	15	16	9	15	7
Hrastnik	62	51	32	29	24	27	25	21	23	17	22	8	15	10	9
Zagorje	71	60	48	41	34	31	27	21	18	18	16	21	20	12	6
Nova Gorica											6	7	7	7	7
M.S..Rakičan											5	5	5	5	6
Šoštanj	49	48	38	29	34	29	44	42	52	51	43	24	13	11	8
Topolščica	54	51	32	20	20	18	20	17	18	11	15	16	6	5	4
Veliki Vrh	71	54	49	49	57	53	63	72	56	52	56	45	30	33	20
Zavodnje	51	44	46	26	33	42	43	42	31	21	23	15	8	12	8
Velenje	19	19	12	6	10	11	10	10	7	5	8	8	6	4	5
Graška Gora	39	42	47	27	28	36	32	32	34	15	21	10	6	6	6
Škale								16	19	10	14	12	8	8	3
Kovk	73	59	70	58	35	76	55	57	53	40	10	52	61	30	12
Dobovec	30	50	29	36	41	66	54	41	35	39	40	28	31	23	6
Kum	17	13	11	13	18	25	16	14	10	18			4	6	4
Ravenska Vas	56	34	34	50	51	82	82	57	45	51	67	59	43	42	17
Vnajnarje					19	19	18	14	6	7	8	10		8	4
EIS Celje				26	24	28	27	22	20	6		8	5	3	1
EIS Krško						51	42	33	51	46	46	55	37	36	23
EIS TEB													10	12	12

**Tabela 2.3.1.(9):** Najvišje urne koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (prekoračena dopustna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
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	81
Maribor	928	396	304	286	223	211	161	157	117	180	89	70	64	58	60
Celje	719	797	733	993	263	975	623	228	379	666	224	619	396	157	90
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806	693	849	634	552	811	758	521	848	379
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930	978	963	720	731	2168	507	1799	549	134
Zagorje	1701	1000	716	606	605	914	1092	952	653	1111	788	693	1165	954	183
Nova Gorica											64	131	89	98	80
M.S..Rakičan											58	55	45	53	54
Šoštanj	2383	2272	2739	1945	1412	1536	1495	2466	2855	2099	2000	1392	937	642	1028
Topolščica	2021	2265	1482	878	1107	1050	1245	1345	987	835	1350	812	291	284	288
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720	1530	2257	1678	1569	1450	1320	1329	1110	771
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154	2255	1963	1187	954	1536	947	680	1106	731
Velenje	735	1169	764	261	578	672	1316	709	563	187	725	361	164	210	86
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579	1076	1844	1505	990	1024	824	463	497	175
Škale											522	396	220	262	184
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000	1916	2167	1237	1451	702	1806	1514	1063	511
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072	4548	3761	4073	3978	4043	2910	4056	1662	2290
Kum	530	539	776	2324	1114	3640	1344	2020	1131	685			1210	1203	11
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578	1846	1021	1471	1397	2093	1378	1779	3275	590
Vnajnarje									374		248	232	327	212	115
EIS Celje				873	283	947	603	339	356	355		289	74	222	67
EIS Krško						2687	1012	732	868	1473	1404	1427	877	836	1108
EIS TEB													1385	416	455



**Tabela 2.3.1.(10):** Najvišje dnevne koncentracije SO<sub>2</sub>, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (prekoračena mejna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ljubljana-Fig.				115	95	119	144	90	56						
Ljubljana-Bež.	239	312	123	152	128	174	163	94	67	35	38	59	38	33	41
Maribor	221	220	121	119	122	91	69	82	75	36	37	35	22	31	24
Celje	308	387	212	237	99	275	117	106	165	102	111	72	100	44	35
Trbovlje	365	425	235	286	179	536	136	342	134	246	328	100	84	129	43
Hrastnik	342	393	170	218	183	523	123	383	133	184	235	93	625	86	44
Zagorje	311	396	280	249	250	115	171	398	157	391	315	136	561	158	47
Nova Gorica											25	23	47	22	24
M.S.-Rakičan											16	29	15	33	20
Šoštanj	516	441	550	381	471	281	366	453	560	526	553	288	165	116	308
Topolščica	562	313	293	132	164	149	184	184	255	85	254	82	102	42	29
Veliki Vrh	673	355	268	353	446	368	472	556	383	269	344	413	263	191	106
Zavodnje	394	429	686	224	326	497	401	1046	344	140	442	182	72	221	85
Velenje	278	182	135	74	91	127	113	212	60	54	57	66	64	27	24
Graška Gora	383	357	412	240	177	366	268	300	343	126	196	88	99	59	55
Škale							274	293	139	68	131	75	55	66	41
Kovk	364	347	462	417	514	1067	375	816	360	293	258	383	844	219	88
Dobovec	432	607	264	460	967	1916	648	998	841	1516	695	332	837	346	196
Kum	288	89	78	213	200	287	103	193	165	229			78	101	6
Ravenska Vas	279	151	271	247	383	813	377	860	353	601	580	325	824	490	120
Vnajnarje		97	92	121	131	89	126	99	49	56	53	51	83	57	42
EIS Celje				231	88	247	130	121	120	40	38	41	45	28	20
EIS Krško						419	363	142	317	240	285	356	347	276	280
EIS TEB													114	41	90

**Tabela 2.3.2.(3):** Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	45	45	37	26	19	20	20	23	27	28	35	32
Maribor	55	53	44	33	33	37	33	28	38	37	44	39
Celje	51	46	31	22	22	21	19	16	26	24	29	30
Trbovlje	27	32	25	24	22	23	23	19	22	22	20	24
Murska S.-Rakičan	16	17	15	15	19	9	9	10	11	16	23	22
Nova Gorica	34	30	25	20	17	19	15	16	20	25	33	31
Vnajnarje	9	9	6	3	3	2	2	3	3	4	7	7
EIS-Celje*												
Zavodnje	5	7	3	1	1	3	4	1	5	3	6	4
Škale	18	18	11	7	6	5	5	4	3	1	0	24
Kovk	19	17	12	11	9	7	10	11	7	12	15	11
EIS TEB (Sv.Mohor)*	7	3	2	1	1	3*	7	7	5	4	2*	8*

**Tabela 2.3.2.(4):** Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	83	77	47	32	22	23	22	28	37	49	62	58
Maribor	109	100	69	49	49	51	43	42	60	75	104	107
Celje	94	72	42	30	28	25	22	22	38	47	64	73
Trbovlje	52	50	33	33	30	31	31	29	41	53	38	55
Murska S.-Rakičan	41	22	18	17	29	10	12	12	15	25	41	35
Nova Gorica	67	57	40	31	26	27	21	26	29	43	71	73
Vnajnarje	10	11	6	4	3	3	2	3	3	4	7	8
EIS-Celje*												
Zavodnje	6	11	4	1	1	3	5	2	7	4	8	5
Škale	20	21	13	7	6	5	6	5	3	2	3	26
Kovk	23	19	13	12	11	9	10	13	9	14	19	17
EIS TEB (Sv.Mohor)*	8	3	3	2	2	3*	8	8	6	6	8*	9*

**Tabela 2.3.2.(5):** Maksimalne urne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	173	123	107	83	70	77	74	72	96	79	103	91
Maribor	144	182	138	126	159	152	94	173	178	191	236	94
Celje	128	104	102	93	96	90	75	57	71	70	172	109
Trbovlje	84	90	96	79	80	78	81	55	62	78	81	64
Murska S.-Rakičan	38*	69*	71	62	73	34	62	31	55	73	75	56
Nova Gorica	95	95	76	73	59	70	58	55	74	82	98	100
Vnajnarje	48	60	36	30	26	27	11	26	28	21	41	39
EIS-Celje*												
Zavodnje	55	96	74	39	39	51	86	55	90	54	68	50
Škale	47	66	55	47	61	56	47	32	26	30	4	57
Kovk	75	63	73	70	64	65*	66	72	46	47	52	53
EIS TEB (Sv.Mohor)*	59*	32	19	32	18	35*	42*	50*	42	50*	44*	55*

**Tabela 2.3.2.(6):** 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	2006
Ljubljana-Fig.	49	47	41	38	39	36	42	49	38	36					
Ljubljana-Bež.											29	32	29	27	29
Maribor	50	53	45	39	39	38	39	39	44	38	36	37	31	33	39
Celje	32	37	37	35	33		29	28	30	26	24	27	24	26	28
Trbovlje						29	29	26	28		28	32	27	24	23
Nova Gorica											27	27	25	24	24
M.S..Rakičan											14	15	11	14	15
Zavodnje	3	5	11	9	5	7	7	6	7	6		6	5	3	4
Škale							8	8	8	6	16*	8	9	5	9
Kovk	10	8	8	11	2	4	7	9	7	6	6	3	13	10	12
EIS TEB													5	3	4
Vnajnarje						4	3	5	4	5	6	5	5	4	5
EIS Celje						43*	47*	46*	53*	38*	30	22			

**Tabela 2.3.4.(6):** Maksimalne 1-urne koncentracije ozona ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2006 (prekoračena opozorilna vrednost je označena rdeče)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	106	110	136	156	182	203	190	145*	136	125	109	107
Iskrba	95	106	133	150	171	182	179	124	173	120	100	82
Otlica	102*	118	123*	158	175*	209*	243	147	192	143	108	93
Ljubljana Bežigrad	71	91	120	144	170	191	182	114	174	110*	91	70
Maribor	73	85	112	128	151	122	164	95	102	88	70	68
Celje	76	93	127	140	159	184	162	117	153	110	88	77
Trbovlje	84	94	116*	144	164	181	179	106	162	107	84	65
Hrastnik	89	98	127	151*	159*	192	186	110	168	102*	82	71
Zagorje	76	97	118	141	153*	166	158	103*	138	100	78	64
Murska S.-Rakičan	119	116*	135	136	169	154	153	114	115	106	74	69
Nova Gorica	77	93	126	153*	162*	188	228	134	178	111	72	66
Koper	85	96	127	155	179*	182	233	154*	178	125	100	79*
Vnajnarje	91	122	132	162	178	218	176	108	161	100	75	73
Maribor Pohorje												
Zavodnje	91	108	134	143	168	179	177	114	143	97	93	81
Velenje	93	98	143	159	179	205	176*	125	164	111	88	79
Kovk	92*	106	128	139*	156*	171*	176*	115	166	111	85	82
Sv.Mohor	84	92	122	127	137	161*	216*	116*	155	107	84	72*

**Tabela. 2.3.4.(7):** Število prekoračitev urne opozorilne koncentracije ozona  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	0	0	0	0	1	14	9	0*	0	0	0	0
Iskrba	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Otlica	0*	0	0*	0	0*	37*	18	0	14	0	0	0
Ljubljana Bežigrad	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0*	0	0
Maribor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celje	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Trbovlje	0	0	0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Hrastnik	0	0	0	0*	0*	4	1	0	0	0*	0	0
Zagorje	0	0	0	0	0*	0	0	0*	0	0	0	0
Murska S.-Rakičan	0	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nova Gorica	0	0	0	0*	0*	11	23	0	0	0	0	0
Koper	0	0	0	0	0*	2	36	0*	0	0	0	0*
Vnajnarje	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Maribor Pohorje												
Zavodnje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Velenje	0	0	0	0	0	6	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*	6*	0*	0	0	0	0*

**Tabela 2.3.4.(8):** Število prekoračitev 8-urne ciljne koncentracije ozona 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	0	0	3	16	17	19	27	1*	1	0	0	0
Iskrba	0	0	3	13	16	13	19	0	2	0	0	0
Otlica	0*	0	0*	13	15*	14*	28	7	12	1	0	0
Ljubljana Bežigrad	0	0	0	8	10	11	16	0	2	0*	0	0
Maribor	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0
Celje	0	0	1	8	8	8	12	0	2	0	0	0
Trbovlje	0	0	0*	4	10	8	8	0	2	0	0	0
Hrastnik	0	0	0	7*	11*	10	15	0	2	0*	0	0
Zagorje	0	0	0	3	8*	6	3	0*	2	0	0	0
Murska S.-Rakičan	0	0*	0	4	6	5	13	0	0	0	0	0
Nova Gorica	0	0	0	5*	9*	15	21	1	4	0	0	0
Koper	0	0	0	7	14*	18	23	4*	7	0	0	0*
Vnajnarje	0	0	3	14	21	12	12	0	3	0	0	0
Maribor Pohorje												
Zavodnje	0	0	1	9	12	13	19	0	2	0	0	0
Velenje	0	0	3	12	16	15	17*	0	3	0	0	0
Kovk	0*	0	1	6*	9*	7*	17*	0	4	0*	0	0
Sv.Mohor	0	0	0	3	9	3*	10*	0	3	0	0	0

**Tabela 2.3.4.(9):** Povprečne letne vrednosti koncentracij ozona, izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami (prekoračena ciljna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Krvavec	89	83	83	89	99	98	100	99	99	98	96	103	95	98	100
Iskrba									61	58	53	60	54	56	60
Ljubljana B..	40	38	34	27	36	40	40	36	42	44	41	48	42	44	45
Maribor									36	33	37	44	34	35	39
Celje									41	44	46	50	38	43	45
Trbovlje									37		40	48	35	37	41
Hrastnik									46	37	46	52	43	35	50
Zagorje											34	41	32	44	39
Rakičan									46	54	52	58	48	50	50
Nova Gorica											45	58	47	48	50
Zavodnje	79	73	73	71	66	72	72	64	58	75	66	78	64	75	76
Velenje									38	40	54	55	43	46	54
Kovk	70	68	69	75	69	68	61	70	76	71	65	78	69	72	72
Sv.Mohor													57	68	66
Vnajnarje									77	63	67	73	67	68	76
Maribor Pohorje									86			88	76	79	82

**Tabela 2.3.5.(7):** Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	68	48	37	25	26	30	30	22	32	39	34	37
Maribor	71	53	49	33	32	39	38	28	43	52	49	48
Celje	75	53	38	25	27	31	28	19	33	36	40	40
Trbovlje	68	60	46	32	31	35	34	23	37	49	39	49
Zagorje	85	73	61	33	33	39	34	23	36	47	48	55
Murska S.-Rakičan	86	45	36	24	25	29	29	17	32	34	37	39
Nova Gorica	39	35	35	24	29	36	32	24	30	37	45	41
Koper	33	33	39	34	35	43	40	30	37	31	33	31
Iskrba	30	16	17	12	15	19	18	10	16	16	12	13
EIS-Celje	90	68	48	37	29	33	28	22	33	45	48	53
MO Maribor												
Vnajnarje	38	34	29	19	21	24	28	15	27	28	30	18
Pesje	47	35	32	23	26	29	26	16	29	25	25	24
Škale	46	32	29	20	24	27	24	15	27	23	21	23
Prapretno	56	33	33	26	31	37	35	23	34	34	33	33

**Tabela 2.3.5.(8):** Prekoračitve mejne dnevne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2006

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	16	10	4	0	1	3	0	0	0	5	4	7
Maribor	18	15	16	5	2	7	5	0	9	17	12	11
Celje	18	14	7	0	0	3	0	0	1	4	7	8
Trbovlje	19	17	10	1	2	7	0	0	4	12	8	12
Zagorje	24	20	21	0	2	6	0	0	1	13	10	13
Murska S.-Rakičan	21	11	6	0	1	2	1	0	0	4	5	7
Nova Gorica	4	5	4	0*	1	5	0	0*	0	6	14	11
Koper	5	3	6	2	2	11	8	0*	1	3	4	3
Iskrba	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EIS-Celje	23	19	11	3	0	2	0	0	2	11	8	13
MO Maribor												
Vnajnarje	6	4	4	0	0	2	0	0	0	2	2	0
Pesje	7	6	4	0	1	4	0	0	0	1	1	0
Škale	7	5	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0
Prapretno	11	5	2	0	1	6	2	0	2	1	2	1

**Tabela 2.3.5.(9):** Povprečne letne vrednosti koncentracij delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>), izmerjene z avtomatskimi merilnimi postajami in z upoštevanim korekcijskim faktorjem (prekoračena dopustna letna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ljubljana Bež.				43	42	<b>46</b>	41	37	36
Maribor				<b>48</b>	<b>50</b>	<b>58</b>	<b>46</b>	<b>43</b>	<b>45</b>
Celje	43	47	47	46	46	<b>53</b>	40	<b>43</b>	37
Trbovlje	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>51</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	40	<b>55</b>	<b>42</b>
Zagorje				<b>48</b>	<b>47</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>52</b>	<b>48</b>
Nova Gorica					39	37	34	34	36
Murska S.-Rakičani					40	43	31	37	34
EIS-Celje*	<b>62</b>	<b>53</b>	<b>64</b>			<b>51</b>	40	<b>45</b>	
MO Maribor					40	42	38	<b>43</b>	<b>47</b>
Pesje						31	25	27	28
Škale						27	23	23	26
Prapretno							30	28	34