

# Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2008



# Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2008

---



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN  
PROSTOR

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

---







Naš modri planet je najbolj čudovito možno okolje. Njegovo življenje je naše življenje, njegova prihodnost je naša prihodnost.

*(Paulo Coelho, misel iz knjige Alkimist)*



**Izdajatelj:**

Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, Ljubljana  
Spletni naslov: [www.arso.gov.si](http://www.arso.gov.si)  
E-naslov: [gp.arso@gov.si](mailto:gp.arso@gov.si)

**Nosilec:**

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

**Avtoji besedil:**

mag. Andrej Šegula, univ.dipl.meteorol.  
Marijana Murovec, univ.dipl.ing.kem.inž.  
Tanja Koleša, univ.dipl.kem.  
Rok Brinc, univ.dipl.kem.  
mag. Tanja Cegnar, univ.dipl.meteorol.  
dr.Gregor Muri, univ.dipl.kem.

**Priprava podatkov:**

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

**Kemijske analize:**

Kemijske analize PAH in težkih kovin v zunanjem zraku ter kemijske analize padavine je opravil Kemijsko analizni laboratorij Agencije RS za okolje

Kemijske analize živega srebra v zunanjem zraku in v padavinah na merilnem mestu Iskrba je opravil Institut Jožef Stefan, Odsek za znanost o okolju

**Kartografija:**

Petra Kršnik, univ.dipl.geograf

**Fotografije:**

Nataša Kovač, Albert Kolar, Andrej Šegula, Janja Turšič, Peter Pavli, Tanja Koleša

**Priprava podatkov iz drugih merilnih mrež:**

Elektroinštitut Milan Vidmar  
Mestna občina Ljubljana  
Zavod za zdravstveno varstvo Maribor  
Zavod za zdravstveno varstvo Celje  
Salonit Anhovo

**Oblikovanje in tisk:**

BIROGRAFIKA BORI d.o.o., Linhartova 1, Ljubljana

Ljubljana, julij 2009

ISSN 1855-0827



# Predgovor

Agencija RS za okolje je institucija, ki opravlja strokovne, analitične in upravne naloge s področja okolja na državni ravni.

Poslanstvo agencije je med drugim tudi spremljanje onesnaženosti okolja in zagotavljanje kakovostnih javnih okoljskih podatkov, za kar agencija razpolaga z ustrežno merilno mrežo in laboratoriji. Izjemno pomembno poslanstvo agencije pa je tudi uresničevanje zahtev varstva okolja, ki izhajajo iz veljavnih predpisov, ohranjanje naravnih virov, biotske raznovrstnosti in zagotavljanje trajnostnega razvoja države.

Čisto okolje je bistveno za zdravje in blaginjo ljudi in drugih živih bitij. Vendar pa so medsebojni odnosi med okoljem in zdravjem ljudi zelo zapleteni in jih je težko oceniti. Zato je posebno koristna uporaba načela previdnosti. Vplivi na zdravje so povezani predvsem z onesnaženostjo zunanjega zraka in slabe kakovosti voda.

V Evropi so se emisije številnih onesnaževal zraka od leta 1990 bistveno zmanjšale, zaradi česar je zrak v regiji kakovostnejši. Od leta 1997 pa koncentracije trdnih delcev in ozona v zraku ne kažejo nobenega znatnega izboljšanja kljub zmanjšanju emisij. Bistven delež evropskega mestnega prebivalstva še vedno živi v mestih, v katerih so nekatere mejne vrednosti kakovosti zraka EU (določene za varstvo zdravja ljudi) presežene. Kako zmanjšati izpostavljenost onesnaženosti zraka ostaja pomembno vprašanje.

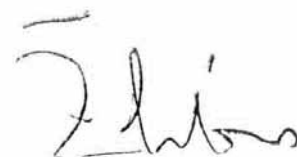
Promet je vzrok za približno tretjino celotne končne porabe energije v državah članicah Evropske okoljske agencije EEA in za več kot petino emisij toplogrednih plinov. Prav tako je vzrok za velik del onesnaženosti zraka v mestih in za obremenitev s hrupom. Promet ima poleg tega resen vpliv na krajino, saj razdeli ekosisteme na majhna, omejena območja, kar ima resne posledice za živali in rastline. Hkrati pa je promet neizogiben del sodobne družbe: omogoča dostop do delovnih mest, blaga in storitev ter izobraževalnih, pristočasnih in turističnih dejavnosti.

Prispevek k onesnaženosti zunanjega zraka, ki ga predstavlja emisija iz industrijskih objektov, se iz leta v leto zmanjšuje zaradi uvajanja vedno novejših, okolju prijaznejših tehnologij. Ponekod vpliva na slabšo kakovost zraka tudi emisija iz individualnih kurišč, kjer zaradi naraščanja cen čistejših goriv (zemeljski plin, olje) uporabljajo okolju manj prijazna trda goriva (premog, les, odpadki).

V Agenciji RS za okolje posebno pozornost namenjamo ozaveščanju javnosti o okolju in okoljski problematiki. Zavest javnosti lahko z osveščenim ravnanjem zelo veliko stori za varovanje našega okolja. Zavedamo se, da so podatki in obveščanje javnosti nujni in da bomo le skupaj lahko izboljšali stanje na področju zunanjega zraka. Brez jasne in odločne akcije za izboljšanje kakovosti zunanjega zraka bodo zaradi posledic bolezni današnjega časa trpeli tudi naši potomci.

Publikacija *Letno poročilo zunanjega zraka 2008* nam predstavlja stanje kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji, trende in ocene glede na prejšnja leta in jasno opredeljuje področja, kjer je potrebno kakovost zunanjega zraka dvigniti na višjo raven.

**Dr. SILVO ŽLEBIR**  
GENERALNI DIREKTOR AGENCIJE RS ZA OKOLJE





# Vsebina

UVOD	1
POVZETEK	2
SUMMARY	3
<b>1. ZAKONSKE OSNOVE</b>	<b>8</b>
1.1. Kakovost zunanjega zraka	10
1.2. Kakovost padavin	12
<b>2. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA NA STALNIH MERILNIH MESTIH</b>	<b>14</b>
2.1. Merilne mreže in nabor meritev	16
2.2. Merilne metode in kakovost meritev	20
2.2.1. Avtomatske meritve	20
2.2.2. Neavtomatske meritve	21
2.2.3. Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje	23
2.3. Rezultati meritev	26
2.3.1. Žveplov dioksid	26
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>	46
2.3.6. Kemijska analiza delcev PM <sub>10</sub>	56
2.3.7. Lahkohlapni ogljikovodiki	60
2.3.8. Živo srebro v zunanjem zraku	62
2.3.9. Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni	63
<b>3. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z MOBILNO POSTAJO</b>	<b>66</b>
<b>4. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z DIFUZIVNIMI VZORČEVALNIKI</b>	<b>72</b>
<b>5. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN</b>	<b>82</b>
5.1. Merilne mreže in nabor meritev	84
5.2. Merilne metode in kakovost meritev	87
5.2.1. Državna merilna mreža DMKP	87
5.2.2. Merilne mreže na območjih termoelektrarn	88
5.3. Rezultati meritev	89
5.3.1. Merilna mreža DMKP	89
5.3.2. Merilne mreže na območju termoelektrarn	97
<b>6. METEOROLOŠKE ZNAČILNOSTI LETA 2008</b>	<b>100</b>
<b>7. LITERATURA</b>	<b>107</b>
<b>PRILOGE</b>	<b>109</b>





# Uvod

Evropa je v zadnjih desetletjih dosegla bistven napredek na področju čiščenja zraka, ki ga dihamo, kljub temu pa onesnaženje zraka ostaja resna težava, ki še naprej škoduje našemu zdravju in okolju. (Stavros Dimas, evropski komisar za okolje)

Meritve kakovosti zunanjega zraka potekajo po potrjenem enoletnem Programu monitoringa. Letno poročilo vključuje rezultate vseh izvedenih meritev, primerjavo s predpisanimi mejnimi vrednostmi iz veljavne zakonodaje in druge značilnosti, ki izhajajo iz rezultatov.

V letu 2008 prvič objavljamo tudi podatke z merilnega mesta Mestne občine Ljubljana, Ljubljana-Figovec. Za omenjeno merilno mesto objavljamo le podatke za delce  $PM_{10}$ , ker ostali merilniki še ne ustrezajo metodam, ki jih predpisuje zakonodaja.

V maju 2008 smo vzpostavili meritve ogljikovega monoksida v Trbovljah. Želimo namreč dobiti čimveč podatkov o stanju kakovosti zraka v mestih v Zasavju, ki imajo, kar se tiče kakovosti zraka, zelo neugodne pogoje, saj ležijo v ozkih dolinah, tako da imajo že najmanjše emisije onesnaževal velik vpliv na okolje.

Konec septembra 2007 smo pričeli z meritvami delcev  $PM_{10}$  in z analizo svinca v delcih na treh lokacijah v Mežiški dolini – v Črni, Mežici in Žerjavu. Meritve izvajamo v skladu z *Odlukom o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Ur.l.RS, št.119/2007)*. Nadalje na filtrih Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje (ARSO) opravi tudi kemijsko analizo kovin.

Prav tako smo v letu 2008, v skladu s sprejeto zakonodajo in standardi, pričeli tudi z analizo policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v delcih  $PM_{10}$  na treh merilih mestih, ki delujejo v okviru državne merilne mreže za kakovost zraka (DMKZ).

Na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki smo v maju 2008 vzpostavili meritve živega srebra v zunanjem zraku, ki jih izvaja Institut Jožef Stefan.

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 2008 smo razširili kemijske analize na področju monitoringa padavin na merilnem mestu Iskrba na težke kovine, PAH in živo srebro.

V skladu z *Uredbo o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 52/02)* bo Agencija v juniju 2009 objavila Oceno o kakovosti zunanjega zraka za obdobje 2002 – 2007. Država mora Oceno o kakovosti zunanjega zraka izdelati vsakih pet let.

# Povzetek

Onesnaženost zraka v letu 2008 je bila še nekoliko nižja kot v letu 2007, saj so bile vremenske razmere, ki vplivajo na kakovost zraka, še ugodnejše. Poleg tega pa k vse boljši kakovosti zunanjega zraka pripomore tudi industrija sama, z uporabo novih, okolju prijaznejših tehnologij.

Tudi to leto je bilo nenavadno toplo – temperatura v vseh mesecih razen ponekod v septembru je bila nad dolgoletnim povprečjem, padavinskih dni pa je bilo največ po mokrem letu 2004, pri čemer so bile zlasti značilne pogoste poletne nevihte.

Kakovost zraka je povsod, posebno še v notranjosti Slovenije, slabša pozimi, ko se zaradi dolgih noči in šibkega sončnega obsevanja pogosto pojavljajo dolgotrajne temperaturne inverzije, ki preprečujejo razredčevanje onesnaženosti.

Koncentracije onesnaževal, katerih glavni izvor je promet, imajo značilen dnevni hod z maksimumom zjutraj in zvečer (popoldanska prometna konica se na onesnaženosti zraka odrazi pozneje, ko se hitrosti vetra že zmanjšajo). Koncentracije so opazno višje ob delavnikih, ko je promet gostejši, kot ob koncu tedna.

Tako kot v zadnjih nekaj letih je bila tudi v letu 2008 onesnaženost zraka z **delci PM<sub>10</sub>** nad mejno vrednostjo skoraj povsod v mestih, kjer je glavni izvor emisije promet, predvsem v Zasavju pa tudi industrija in v zimskem času individualna kurišča. Koncentracije so presegle mejno vrednost tudi na podeželskem merilnem mestu Rakičan pri Murski Soboti. Najvišje koncentracije so bile izmerjene v **Zagorju, Trbovljah** in na merilnem mestu **Ljubljana-Figovec**. Podatke s tega merilnega mesta začnemo objavljati z letom 2008, ker je postaja posodobljena v skladu z novimi predpisi. Slabša kakovost zraka v Zasavju je tudi posledica zelo neugodnih reliefnih značilnosti, saj ležijo mesta v ozkih, večino časa neprevetrenih dolinah.

Vsebnost **kadmija, arzena, niklja** v delcih PM<sub>10</sub> je bila na vseh treh merilnih mestih, kjer se meritve izvajajo, pod predpisanimi ciljnim letnimi vrednostmi, koncentracija **svinca** v delcih PM<sub>10</sub> pa je bila pod spodnjim ocenjevalnim pragom.

Med policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki je letna ciljna vrednost predpisana le za **benzo(a)piren** in le ta ni bila prekoračena.

Kot kažejo meritve **ozona** v zunanjem zraku v zadnjih letih, so po višini koncentracij za krajše časovne intervale na prvem mestu višji predeli Primorske (Otlica), sledijo pa nižji deli Primorske in Obala (Nova Gorica, Koper). V letu 2008 je bilo zaradi spremenljivega vremena poleti le pet prekoračitev opozorilne urne koncentracije na **Otlici**. Povprečne koncentracije za daljše časovne intervale (npr. 8 ur in več) pa so višje v vseh višjih predelih Slovenije. Tako je bilo v letu 2008 največ prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti največ na **Krvavcu**, sledijo pa **Koper** in **Otlica**. Na Krvavcu in Otlici je bil najbolj prekoračen tudi parameter AOT40 za zaščito vegetacije in gozdov. Najvišja povprečna letna koncentracija je bila tako kot vsako leto izmerjena na Krvavcu.

Koncentracije **žveplovega dioksida** so bile v letu 2008 še nekoliko nižje kot leta 2007, tako da so ostale povsod pod spodnjim ocenjevalnim pragom za zaščito zdravja. Občasna kratkotrajna povišanja koncentracij se sicer pojavljajo na višje ležečih krajih vplivnega območja TE Šoštanj in v Zasavju, kjer predvsem pozimi vplivajo na kakovost zraka poleg TE Trbovlje tudi lokalna industrija in individualna kurišča.

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, kjer je prekoračila zgornji ocenjevalni prag.

Pod spodnjim ocenjevalnim pragom so se gibale koncentracije **skupnih dušikovih oksidov** na merilnih mestih, ki so reprezentativna za naravno okolje, ter koncentracije **ogljikovega monoksida** na vseh petih merilnih mestih, kjer izvajamo meritve.

Koncentracije **benzena** ki se merijo na merilnih mestih Ljubljana in Maribor, so tako kot v letu 2007 tudi v letu 2008 v Ljubljani prekoračile spodnji ocenjevalni prag, v Mariboru pa zgornji ocenjevalni prag.

# Summary

Air pollution shows a still further decreasing tendency in the year 2008, mainly due to favourable meteorological conditions and also because of reducing emissions of pollutants from industrial enterprises thanks to using ever more advanced technologies.

Ambient air in Slovenia in 2008 was, as in the last few years, overly polluted with **PM<sub>10</sub>** particles. Concentrations were highest and the limit values most often exceeded at the urban sites, which are influenced by emissions from traffic (Ljubljana, Maribor), and also from local industry and individual heating in winter (cities of Zasavje region), while at all other sites at least the upper assessment threshold (UAT) was exceeded. **Ozone** concentrations

in the year 2008 were rather low due to changeable weather during summer season. Only five hourly concentrations exceeded the information threshold at the Otlica site (900 m above sea level in Primorska region), while the limit of the target 8-hour value was exceeded only at the Coast and at four sites of higher altitude. There was a further decrease of **SO<sub>2</sub>** concentrations in 2008, so they were below the lower assessment threshold (LAT) for health protection at all monitoring sites. **NO<sub>2</sub>** and **benzene** concentrations exceeded the LAT at the monitoring site of Ljubljana and the UAT at the heavy traffic site of Maribor, while **CO** remained below the LAT at all stations. Other pollutants were below the limit or LAT values.



Tabela: Pregled koncentracij različnih onesnaževal v letu 2008. Prekoračene mejne vrednosti so v rdečem tisku, v poševnem tisku pa so rezultati z merilnih mest, ki niso reprezentativna za ekosisteme.

Table: Overview of concentrations of different pollutants in 2008. Exceedences of limit values are in red, italics designate monitoring sites, which are not representative for ecosystems.

merilno mesto / site	žveplov dioksid SO <sub>2</sub>				dušikov dioksid NO <sub>2</sub>		dušikovi oksidi NO <sub>x</sub>	ogljikov monoksid CO
	leto/ year	zima/ winter	1 ura/ 1 hour	24 ur/ 24hours	leto/ year	1 ura/ 1 hour	leto/ year	8 ur/ 8 hours
	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> )
<b>DMKZ</b>								
Ljubljana Bežigrad	2	5	0	0	29	0	52	2,8
Maribor	2	4	0	0	34	0	63	2,1
Celje	5	6	0	0	21	0	40	3,2
Trbovlje	2	4	0	0	23	0	40	2,6*
Hrastnik	5	8	0	0				
Zagorje	4	6	2	0				
Murska S.-Rakičan	6	7	0	0	16	0	22	
Nova Gorica	8	9	0	0	30	0	50	2,4
Koper					21	0	28	
Krvavec								0,4
Iskrba	0,8	1,1			1,4	0		
Otlica								
<b>EIS TEŠ</b>								
Šoštanj	6	4	1	0				
Topolšica	2	3	0	0				
Veliki Vrh	8	12	6	0				
Zavodnje	3	7	0	0	3	0	6	
Velenje	4	4	0	0				
Graška Gora	4	6	0	0				
Pesje	6	7	0	0				
Škale	4	4	0	0	8	0	10	
<b>EIS TET</b>								
Kovk	12	11	0	0	12	0	10	
Dobovec	8	13	0	0				
Kum	9	14	0	0				
Ravenska Vas	9	13	1	0				
Prapretno								
OMS Ljubljana Figovec								
TE-TO Ljubljana (Vnajnjarje)	3	4	0	0	5	0	5	
MO Maribor-Tabor								
MO Maribor-Pohorje								
EIS Celje								
EIS TEB (sv.Mohor)	-	-	-	-	4	0	9	
EIS Anhovo (Morsko)								
EIS Anhovo (Gor.Polje)								

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

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	ž. srebro v PM <sub>10</sub> Hg	benzo(a) piren v PM <sub>10</sub>
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	leto/year
Cp (µg/m <sup>3</sup> )	>MV	Cp (µg/m <sup>3</sup> )	>OV	>CV		Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )	Cp (ng/m <sup>3</sup> )
30	37	24	0	22	2,3	<0,73	0,76	6,7	14,2		0,8
34	54	23	0	0	3,6	1,2	0,38	3,5	13,9		1,0
30	37		0	15							
38	73		0	6							
			0	14							
43	107		0	1							
30	42		0	9							
31	35		0	25							
25	12		0	66							
			0	70							
16	0	11	0	33	<0,73	<0,13	<3,3	3,9	0,2	2,3*	0,2
			5	54							
			0	12							
			0	7							
20	9										
22	12										
			0	19							
29	25										
44	101										
-	-		0	9							
35	52										
			0	27							
-	-										
			-	-							
22	16										
26	24										

-	ni podatkov / no data
>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 2008 (z – varovanje zdravja, e – zaščita ekosistemov, v – zaščita vegetacije)

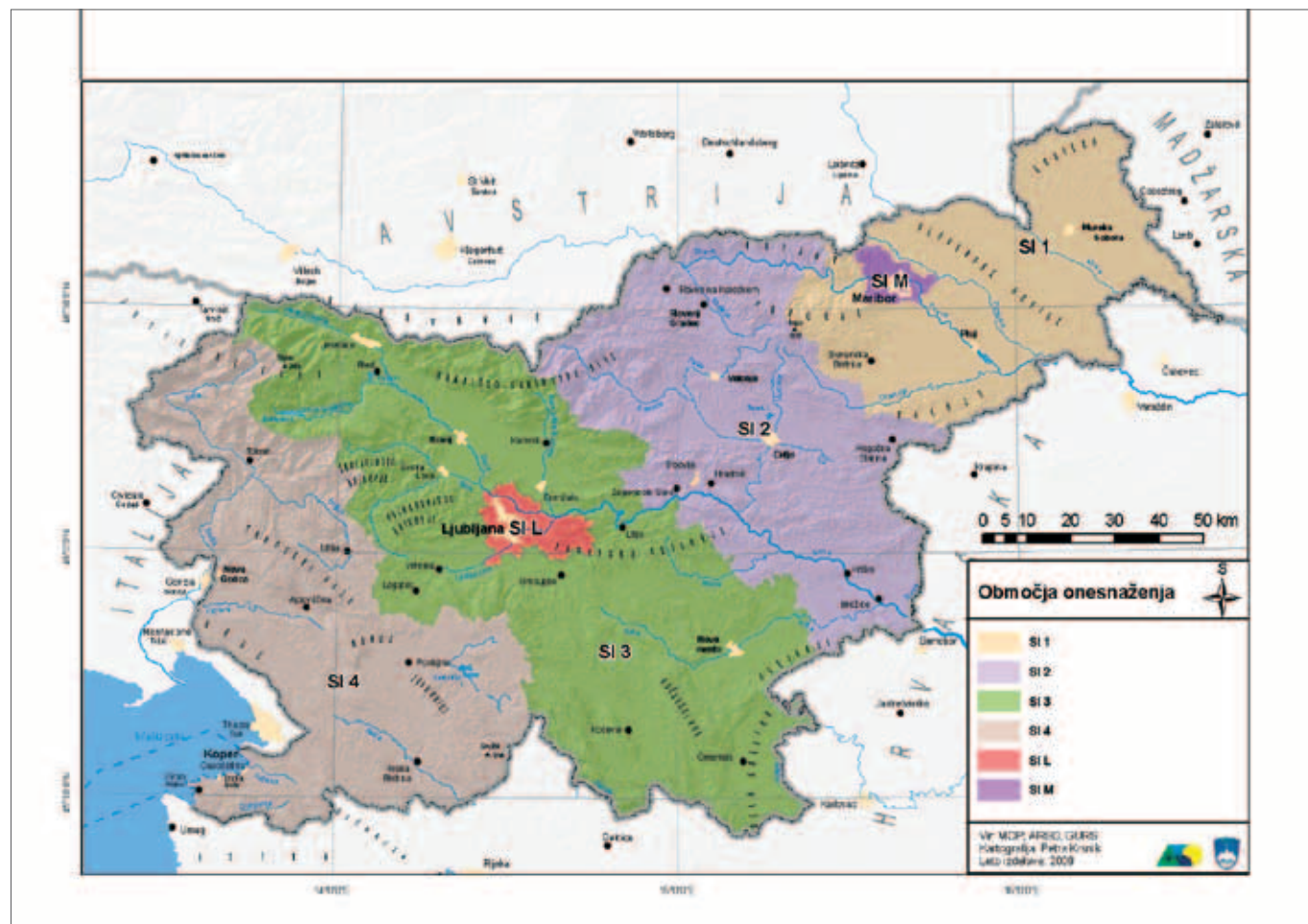
Table: Concentration level of different pollutants in 2007 (z – protection of health, e – protection of ecosystems, v – protection of vegetation)

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**	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**	ž.srebro v PM <sub>10</sub> Hg	benzo(a) piren v PM <sub>10</sub>
		z	e	z	v	z	z	v	z	z						z
<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 Figovec	SIL															
TE-TO Lj. (Vnajarje)	SI3															
MO Maribor-Tabor	SIM															
MO Maribor-Pohorje	SIM															
EIS Celje	SI2															
EIS TEB (sv.Mohor)	SI2															
EIS Anhovo (Morsko)	SI4															
EIS Anhovo (Gor. Polje)	SI4															

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 opozorilna vrednost/ information threshold exceeded
	mejna vrednost ni določena/ limit value is not prescribed
	ni meritev/ no monitoring
*	informativni podatek/ for information only
-	ni podatkov/ no data

Slika: Območja kakovosti zunanjega zraka  
 Picture: Zones of Air quality



Agencija RS za okolje je v juniju 2009 pripravila Oceno kakovosti zunanjega zraka na osnovi podatkov iz obdobja 2002-2007, ki je objavljena na spletni strani Agencije za okolje.

Tabela/ Table: Območja /Zones

Območje / zone	Združene statistične enote
SI1	Pomurska in Podravska brez območja mesta Maribor
SI2*	Koroška, Savinjska, Zasavska in Spodnjeposavska
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 okroh TE Šoštanj), SI2b (območje okrog TE Trbovlje) in SI2c (območje okrog tovarne celuloze VIPAP v Krškem). Ta podobmočja bodo po novi oceni kakovosti zraka za obdobje 2002-2007 zaradi izboljšanja stanja ukinjena.

\* Due to greater emission sources of SO<sub>2</sub> this zone is further divided to SI2 (region of Šoštanj Power Plant), SI2b (region of Trbovlje Power Plant), and SI2c (region of VIPAP Paper Mill at Krško). These subzones will be cancelled with the new Air Quality Assessment for the period 2002-2007.

Poseljeno območje/ agglomeration	
SI L	Območje mesta Ljubljana
SI M	Območje mesta Maribor



# 1



# Zakonske osnove

V državah članicah Evropske skupnosti velja enotna zakonodaja, ki ureja področje okolja in varovanja zdravja ljudi na območju celotne skupnosti.

Uredbe, ki se tičejo kakovosti zunanjega zraka, določajo mejne koncentracije onesnaževal, nad katerimi je ogroženo zdravje ljudi v naseljenih območjih ter ravnotežje naravnih ekosistemov. Države članice so dolžne izvajati meritve onesnaževal, katerih metode in standardi kakovosti so prav tako predpisani z uredbami oz. pravilniki, podatke pa morajo poročati na Evropsko okoljsko agencijo (EEA) ter tudi sproti obveščati domačo javnost o kakovosti zraka. V primeru prekoračitev mejnih vrednosti onesnaženosti pa morajo države načrtovati in tudi izvajati ukrepe za izboljšanje razmer.

Za kakovost padavin mejne vrednosti koncentracij onesnaževal niso predpisane, zato so rezultati meritev zgolj informativni, in služijo znanstvenim raziskavam in ocenam prenosa onesnaževal z zračnimi tokovi na velike razdalje.

# 1.1. Kakovost zunanjega zraka

## 1.1. Kakovost zunanjega zraka

Osnova slovenske zakonodaje na področju kakovosti zunanjega zraka (v nadaljevanju *kakovost zraka*) je *Zakon o varstvu okolja (ZVO, Ur.l. RS 39/06-ZVO-1-UPB1, 49/06-ZMetD in 66/06-Od-IUS, 112/06-Od-IUS, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A in 70/08)*. Iz njega je izhajala *Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (Ur.l. RS, št.39/94)*. Predpisi po tej uredbi so veljali do leta 2000, ko so začeli veljati novi predpisi enotne zakonodaje za vse države EU. Izjema so meritve prašnih usedlin, za katere so veljali predpisi v delu omenjene slovenske uredbe vse do julija 2007, ko je bila omenjena uredba preklicana. Te meritve še izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar, in rezultate objavljamo v nadaljevanju.

V veljavi je sledeča zakonodaja s področja kakovosti zunanjega zraka

- Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 52/02)
- Uredba o žveplovm 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)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l. RS, št. 31/07)
- Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo (Ur.l.EU, L1/52/11, 2008)<sup>1</sup>
- 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)
- Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu

ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Ur.l.RS, št.119/2007)

- Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja (CLRTAP, protokol EMEP)

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, referenčne merilne metode in izračunavanje statističnih vrednosti in izmenjavo oziroma prikaz 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) je vpeljana 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). Če so bile izmerjene koncentracije v določenem časovnem obdobju pod SOP, se lahko za nadaljno oceno stanja uporabijo le modelni izračuni oziroma strokovne ocene, če pa so med SOP in ZOP, se lahko uporabi kombinacija meritev in modelnih izračunov. V primeru, da koncentracije v nekem časovnem obdobju presegajo ZOP, je potrebno izvajati stalne meritve kakovosti zraka.

<sup>1</sup> Ta direktiva še ni sprejeta v naš pravni red

Tabela 1.(1): Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti ter sprejemljiva preseganja koncentracij za leto 2008:

	1 ura	3 ure	8 ur	dan	zima	leto	
žveplov dioksid ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	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)	
za zaščito:	zdravja	zdravja		zdravja	ekosistemov	ekosistemov	
dušikov dioksid ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	200 (MV) <sup>2</sup> 100 (SOP) <sup>2</sup> 140 (ZOP) <sup>2</sup>	400 (AV)				44 (DV)= 40 (MV)+ 4 (SP) 26 (SOP) 32 (ZOP)	
za zaščito:	zdravja	zdravja				zdravja	
dušikov monoksid ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						30 (MV) 19,5 (SPO) 24 (ZOP)	
za zaščito:						vegetacije	
ogljikov monoksid ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )			10 (MV) 7 (ZOP) 5 (SOP)				
za zaščito			zdravja				
benzen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						6 (DV)= 5 (MV)+ 1 (SP) 3,5 (ZOP) 2 (SOP)	
za zaščito:						zdravja	
benzopiren ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ▲						1(MV)	
za zaščito:						zdravja	
ozon ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	180(OV) 240(AV)		120 (CV) <sup>5</sup>			40 (MV)	AOT40
za zaščito:	zdravja		zdravja			materialov	maj-julij 6000 (MV) april-sept. 20000 (MV) vegetacije gozdov
delci PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				50 (MV) <sup>4</sup> 20 (SOP) <sup>4</sup> 30 (ZOP) <sup>4</sup>		40 (MV) 10 (SOP) 14 (ZOP)	
za zaščito:				zdravja		zdravja	
svinec ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )* ▲						500 (MV) 250 (SOP) 350 (ZOP)	
za zaščito:						zdravja	
kadmij ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ▲						5 (CV)	
za zaščito:						zdravja	
arzen ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ▲						6 (CV)	
za zaščito:						zdravja	
nikelj ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) ▲						20 (CV)	
za zaščito:						zdravja	

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

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

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

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

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

 ▲ – izmerjeno v delcih PM<sub>10</sub>

 \* Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku sicer predpisuje koncentracije v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , vendar bomo zaradi nizkih vrednosti in zaradi lažje primerjave z ostalimi kovinami podajali koncentracije v  $\text{ng}/\text{m}^3$



## 1.2. Kakovost padavin

Tabela 1.(2): Vrednosti sprejemljivega preseganja (SP)

	Leto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SP	150	120	90	60	30	0					
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SP(1ura)	100	80	60	40	20	0					
	SP(leto)	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
CO (mg/m <sup>3</sup> )	SP	6	6	6	4	2	0					
delci PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SP(dan)	25	20	15	10	5	0					
	SP(leto)	8	6	5	3	2	0					
benzen (µg/m <sup>3</sup> )	SP	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
svinec (ng/m <sup>3</sup> )	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) sta veljali do julija 2007 mesečna in letna mejna imisijska vrednost za prašne usedline 350 µg/m<sup>2</sup> in 200 µg/m<sup>2</sup>.

Za živo srebro ni določene mejne vrednosti koncentracije.

Vse uredbe iz zakonodaje Evropske skupnosti na področju zunanega 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**

Commission Decision of 17 October 2001 amending the Annexes to Council Decision **97/101/EC** establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States

Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision **2001/752/EC**

Guideline to Questionnaire laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment un-

der Council Directives 96/62/EC, 1999/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC, and 2004/107/EC. European Commission, Pilot template, July, 2008

Commission Decision of 29 April 2004 laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC and 1999/30/EC and under Directives 2000/69/EC and 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council

### 1.2. Kakovost padavin

Za izvajanje državnega monitoringa kakovosti padavin v Sloveniji v okviru državne merilne mreže padavin (DMKP) je v skladu z *Zakonom o varstvu okolja* zadolžena Agencija RS za okolje. Namen monitoringa kakovosti padavin je čim natančneje določiti fizikalno kemijske lastnosti padavin in v povezavi s količino le-teh ugotoviti, kakšno je usedanje snovi, ki vplivajo tako na zdravje ljudi kot tudi na stanje okolja v krajših in tudi daljših časovnih obdobjih. Glede na to, da niti slovenska niti evropska zakonodaja ne predpisujeta mejnih vrednosti, je izvajanje meritev depozicij onesnaževal informativnega značaja, služi pa tudi znanstvenim raziskavam na področju ugotavljanja transporta teh snovi na velike razdalje.

Monitoring kakovosti padavin izvajamo v skladu z naslednjimi akti, ki so podrobneje navedeni že pri t. 1.1:

- Zakon o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 41/04)
- Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanega zraka (Ur. l. RS, št. 36/07)
- Uredba o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur. l. RS, št. 56/06)
- Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja (CRLTAP)



# 2



# Meritve kakovosti zraka na stalnih merilnih mestih

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).

Sredi leta 2007 so bile zaradi znižanja koncentracij žveplovega dioksida pod spodnji ocenjevalni prag ob zaprtju dela proizvodnje v tovarni VIPAP, ukinjene meritve SO<sub>2</sub> na merilnem mestu Krško.

V letu 2008 prvič objavljamo poleg koncentracij težkih kovin tudi rezultate meritev nekaterih policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v delcih PM<sub>10</sub> na merilnih mestih v Ljubljani, Mariboru in na Iskrbi, pa tudi živega srebra na Iskrbi.

Mreža merilnih mest v Sloveniji 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

### 2.1. Merilne mreže in nabor meritev

Stalne meritve koncentracij nekaterih onesnaževal (žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida in delcev) z avtomatskimi merilniki so se v Sloveniji začele v letu 1992 v državni mreži ANAS (analitično-nadzorni alarmni sistem). Merilna mreža se je z leti počasi širila tako po naboru meritev kot po merilnih mestih.

V Sloveniji so v letu 2008 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. Merilno mesto na Otlici smo vzpostavili skupaj z Univerzo v Novi Gorici. 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) in toplarne v Ljubljani (TE-TO). Po eno postajo imajo mestni sistemi v Ljubljani, Mariboru, Celju.

Podatke za merilna mesta TEŠ, TET, TEB, TE-TO Ljubljana in OMS Ljubljana nam posreduje Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV).

V Krškem je občina financirala meritve  $SO_2$  na merilni postaji sistema JE Krško, meritve pa je izvajal ARSO. Te meritve so bile ukinjene sredi leta 2007 zaradi zaprtja dela proizvodnje v tovarni celuloze VIPAP, ki je bil vir emisije  $SO_2$ . Kot smo pokazali v letnem poročilu za leto 2007, so po tem zaprtju koncentracije padle pod spodnji ocenjevalni prag.

Na merilnem mestu EIS Celje se bodo v prihodnje izvajale le še meritve delcev  $PM_{10}$ . Za leto 2008 je bilo zaradi udara strele in okvare merilnika tudi teh podatkov žal premalo za statistične izračune.

Merilni mesti v Novi Gorici in Kopru sta zaradi novih cestnih povezav in novogradenj v letu 2008 dobili značilnosti mestnega ozadja (prej predmestno ozadje), novo merilno mesto v Trbovljah pa značilnosti predmestnega ozadja (prej mestno ozadje).

Poleg stalnih postaj deluje v merilni mreži DMKZ še mobilna postaja, ki je bila v letu 2008 locirana na petih lokacijah po Sloveniji. Z mobilno postajo izvajamo meritve kakovosti zunanega zraka na področjih, kjer ni stalnih meritev.

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 *Pravilnika o monitoringu kakovosti zunanega 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 (tudi lokacij mobilne postaje) 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 2008

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		N - naravno
	S - predmestno	<b>Geografska značilnost:</b>	1 - gorsko
	R - podeželsko		2 - dolina
	NC - obmestno		4 - obala
	REG - regionalno		16 - ravnina
			32 - razgibano

Kraj	NV	Geog. dolž	Geog. šir.	GKKy	GKKx	Tip m. mesta	Tip območja	Značilnost območja	Geog. opis
<b>DMKZ:</b>									
Ljubljana Bežigrad	299	14°30'46"	46°03'56"	5462673	5102490	B	U	RC	16
Maribor	270	15°39'5"	46°33'32"	5550305	5157414	T	U	RC	16
Celje	240	15°15'45"	46°14'04"	5520614	5121189	B	U	R	16
Trbovlje	250	15°02'08"	46°08'20"	5503116	5110533	B	S	RCI	2
Zagorje	241	14°59'46"	46°07'52"	5500070	5109663	T	U	RCI	2
Hrastnik	290	15°05'00"	46°08'38"	5506805	5111089	B	S	IR	2
Nova Gorica	113	13°39'9"	45°57'20"	5395909	5091034	B	U	RC	32
Koper	56	13°42'49"	45°32'35"	5399911	5045107	B	U	R	32
Murska S. Rakičan	188	16°11'31"	46°39'05"	5591591	5168196	B	R(NC)	A	16
Krvavec	1740	14°32'1"	46°17'52"	5464447	5128293	B	R(REG)	N	1
Iskrba	540	14°51'29"	45°33'40"	5489292	5046323	B	R(REG)	N	32
Otlica	918	13°54'42"	45°56'16"	5415980	5088740	B	R(REG)	N	1
<b>MOBILNA-DMKZ</b>									
Lovran nad Ankaranom	156	13°45'9"	45°35'46"	5402686	5050925	B	R(NC)	RI	32
K Koroška Bela	580	14°6'10"	46°25'46"	5431417	5143225	B	S	R	2
Jesenice	580	14°3'2"	46°26'8"	5427408	5143923	B	S	RCI	2
Škofja Loka	360	14°19'52"	46°10'19"	5448733	5114418	B	NC	RCI	16
Sežana	365	13°51'55"	45°42'24"	5412026	5063124	B	U	R	16
<b>OMS LJUBLJANA</b>									
Ljubljana Figovec	300	14°30'15"	46°03'15"	5462004	5101238	T	U	RC	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 ANHOVO</b>									
Morsko	130			5394670	5104013	B	R	AI	32
Gorenje Polje	120			5393887	5103094	B	R	AI	32



## V letu 2008 so se izvajale meritve na skupno 33 stalnih merilnih mestih.

Slika 2.1 (1): Stalna merilna mesta za meritve kakovosti zraka v letu 2008

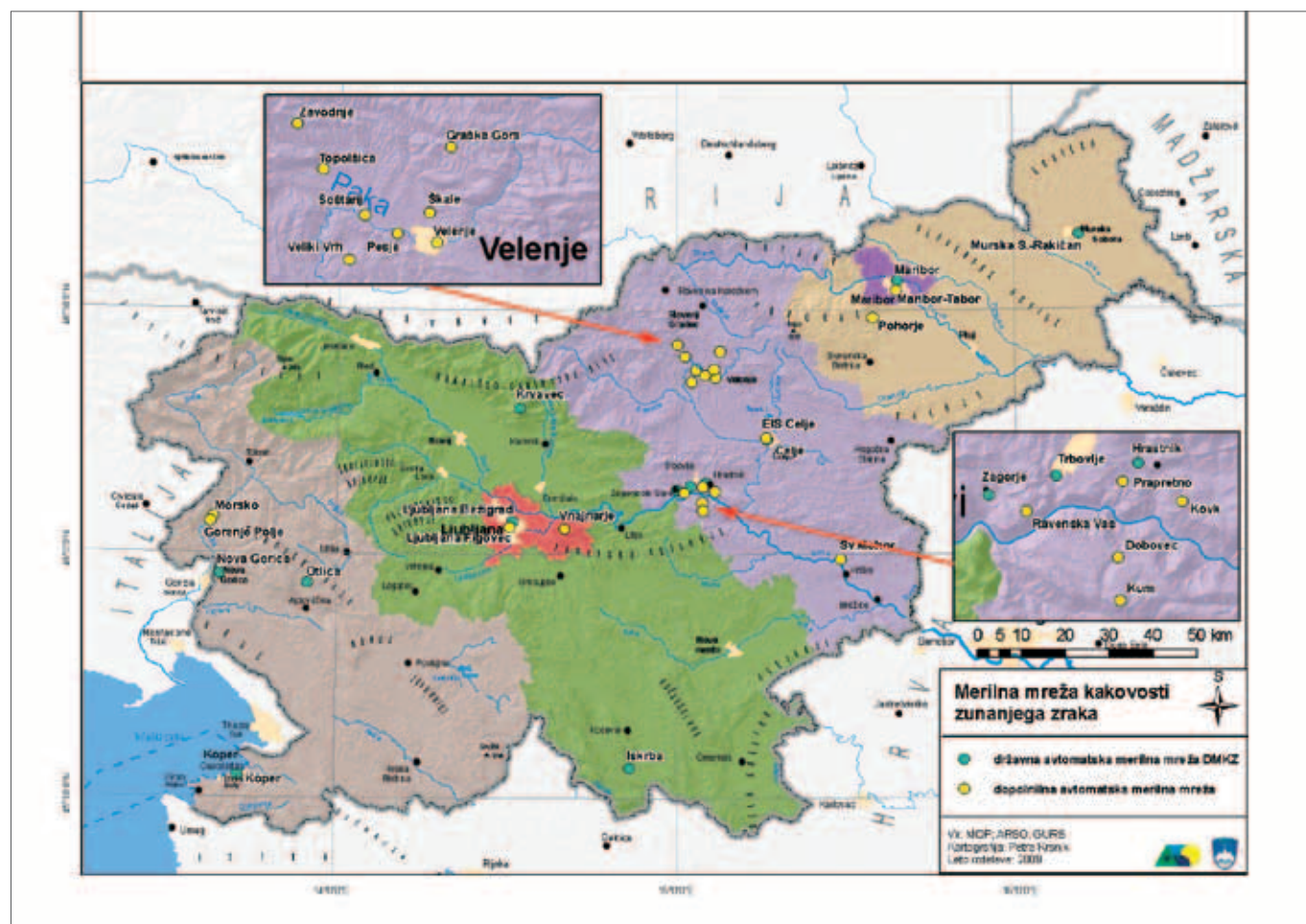


Tabela 2.1. (1): Merilna mesta za meritve kakovosti zraka v letu 2008

Legenda:

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

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	PAH	Hg	meteorol. parametri
<b>DMKZ:</b>												
Ljubljana Bežigrad	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+
Maribor	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+
Celje	+	+	+	+		+						+
Trbovlje	+	+	+	+								+
Zagorje	+	+		+								+
Hrastnik	+	+										+
Nova Gorica	+	+	+	+		+						+
Koper		+		+								+
Murska S. Rakičan	+	+	+	+								+
Krvavec		+				+						+
Iskrba		+	+	+	+			+	+	+	+	+
Otlica		+										+
Mobilna	+	+	+	+		+	+					+
<b>OMS Ljubljana</b>												
Ljubljana Figovec	+		+	+								
<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>												
Vnajarje	+	+	+	+								+
<b>EIS CELJE</b>												
EIS Celje				+								+
<b>EIS MARIBOR</b>												
Maribor-Tabor				+								
Maribor-Pohorje		+										
<b>EIS ANHOVO</b>												
Morsko								+				
Gorenje Polje								+				

## 2.2. Merilne metode in kakovost meritev

### 2.2. Merilne metode in kakovost meritev

Kakovost zraka spremljamo z avtomatskimi in neavtomatskimi meritvami. Merilniki avtomatskih meritev delujejo kontinuirno oz. 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, dušikove okside, ogljikov monoksid, ozon, delce PM<sub>10</sub> in lahkohlapne ogljikovodike**.

Metode avtomatskih meritev so referenčne (veljavne v skladu z veljavno zakonodajo), merilniki so nameščeni v kontejnerjih, ki so opremljeni s 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. Vrši 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 nad delovanjem 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 sprotni 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 umerjevalnem laboratoriju ARSO za kakovost zunanega zraka. Umerjevalni laboratorij ima veljaven status referenčnega laboratorija za področje kakovosti zunanega zraka (mednarodna raven) in status laboratorija nosilca referenčnega etalona za mol za področje vzorcev zraka (nacionalni nivo).

Merilnike kalibriramo oz. preverjamo na merilnem mestu in v laboratoriju, v predpisanih periodah, 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.

Kontinuirne 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 PM<sub>10</sub>) 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 mreži ARSO, maj 2003* in z *Navodilom o obvladovanju merilne opreme monitoringa kakovosti zunanega zraka, december 2005*.

# Kakovost zraka spremljamo z avtomatskimi in neavtomatskimi meritvami.

Tabela 2.2.1(1): Merjene veličine, merilne metode, standardi in meje detekcije za avtomatske meritve v letu 2008

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 mg/m <sup>3</sup>
Dušikovi oksidi	µg/m <sup>3</sup>	Kemoluminiscenca	SIST ISO 7996:1996	0,8 mg/m <sup>3</sup>
Oglikov monoksid	µg/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	0,08 mg/m <sup>3</sup>
VOC	µg/m <sup>3</sup>	Kromatografska analiza	SIST EN 14662-3:2005	0,08 mg/m <sup>3</sup>
Ozon	µg/m <sup>3</sup>	Ultravijolična fotometrija	SIST EN 14625:2005	2 mg/m <sup>3</sup>
Delci PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	TEOM (mikrotehnica)	SIST EN 12341:2000	5 mg/m <sup>3</sup>
Živo srebro*	ng/m <sup>3</sup>	Atomski absorpcijski spektrometriji	CEN/TC 264 WG25	

\* Meritve izvaja Institut Jožef Stefan

## 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 ali kvarčni 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 uporabljamo steklene ali kvarčne filtre Whatman, premera 47/50. Vzorčevanje in tehtanje filtrov poteka v skladu s standardom SIST EN 12341:2000. Nadalje na filterih izvedemo kemijsko analizo: anione/katione, elemente v sledovih, elementarni /organski ogljik in PAH.

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

V letu 2006 smo pričeli izvajati analize težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub>. Vzorčenje in analizo izvajamo v skladu s standardom SIST EN 14902:2005.

30. maja 2006 je bila v naš pravni red prevedena *Uredba o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l. RS, št. 56/2006)*. Izvajamo analizo sledečih težkih kovin: arzen, kadmij, nikelj in svinec. Podatki so prikazani v tabelah in podani v ng/m<sup>3</sup>.

Na merilnih mestih Ljubljana in Maribor smo v letu 2007 delce PM<sub>10</sub> vzorčili s sistemom ACCU, ki je del merilnika TEOM, ki pa ni referenčen merilnik. Ker smo iz primerjalnih meritev med

Notranjost avtomatske merilne postaje (foto: Peter Pavli)



Referenčni merilnik Leckel, s katerim spremljamo meritve delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> (foto: Peter Pavli)



ACCU in referenčnim merilnikom ter iz analiz videli, da so razlike prevelike, smo se odločili, da bomo meritve delcev  $PM_{10}$  in nato tudi kemijsko analizo delcev na omenjenih lokacijah izvajali z referenčnim merilnikom. V Mariboru je bila sprememba izvedena v začetku leta 2008, na merilnem mestu Ljubljana pa v mesecu marcu 2008. Na merilnem mestu Iskrba so meritve delcev  $PM_{10}$  že prej potekale z referenčnim merilnikom Leckel.

Uporabljeni analitski instrument temelji na metodi induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem (ICP-MS).

### Dušikov dioksid

Na merilnem mestu Iskrba izvajamo meritve dušikovega dioksida ( $NO_2$ ) 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  $\mu m$ . Metoda je primerna za vzorčevalna mesta, kjer so koncentracije dušikovega dioksida nizke, t.j. za območje 0,1-10 mg  $NO_2$ -N/ $m^3$ . Izpostavljeni vzorci so stabilni več tednov, zato je omenjena metoda primerna tudi takrat, ko je vzorčevalno mesto oddaljeno od kemijskega laboratorija. Podrobnejši opis vzorčenja in analize je podan v poglavju 2.2.3.

### 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  $\mu m$ . Na tem filtru določamo koncentracije aerosolov  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NH_4^+$ , Cl<sup>-</sup>,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$  in  $K^+$ . Drugi, celulozni filter Whatman 40, je impregniran z raztopino KOH, ki absorbira kisle pline  $SO_2$  in  $HNO_3$ . Tretji, prav tako celulozni filter Whatman 40, je impregniran z oksalno kislino in je namenjen vzorčenju  $NH_3$ . Metoda omogoča v primeru žvepla dobro ločitev med plinsko fazo ( $SO_2$ ) in trdno fazo (aerosol  $SO_4^{2-}$ ), v primeru oksidirane in reducirane oblike dušika pa ločitev ni popolna, zato podajamo rezultat meritve kot vsoto koncentracij v plinski fazi ( $HNO_3$  in  $NH_3$ ) in trdi fazi (aerosoli  $NO_3^-$  in  $NH_4^+$ ), t.j.  $HNO_3^+ NO_3^-$  in  $NH_3^+ NH_4^+$ . Ekstrakcija filtrov in kemijska analiza ekstraktov so podrobneje opisani v poglavju 2.2.3.

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 sledi splošnim ciljem programov EMEP in GAW. Cilji za zagotavljanje kakovosti po programu EMEP so podrobneje opisane na spletnem naslovu <http://www.nilu.no/projects/CCC/qa/index.htm>, zahteve QA za GAW pa na spletnem naslovu: <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/qassurance.html>.

Tabela 2.2.2(1): Merjene veličine, merilne metode, standardi in meje detekcije za neavtomatske meritve v letu 2008

Veličina	Enota	Merilna metoda	Standardi	Meja detekcije
<b>Neavtomatske meritve</b>				
Delci $PM_{2,5}$	$\mu g/m^3$	Gravimetrična določitev mase	SIST EN 14907:2005	
Delci $PM_{10}$	$\mu g/m^3$	Gravimetrična določitev mase	SIST EN 12341:2000	
Težke kovine	$\mu g/m^3$	ICP-MS	SIST EN 14902:2005	
$NO_2$ -N	$\mu g/m^3$	spektrofotometrija	EMEP	0,039
$NH_4^+$ - N (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,007
$NO_3^-$ - N (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,009
$SO_4^{2-}$ - S (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,013
Cl <sup>-</sup> (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,011
$Ca^{2+}$ (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,016
$Mg^{2+}$ (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,006
$Na^+$ (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,018
$K^+$ (teflonski filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,007
$HNO_3$ - N (KOH filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,011
$SO_2$ - S (KOH filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,022
$NH_3$ - N (oksalni filter)	$\mu g/m^3$	ionska kromatografija	EMEP	0,033



### 2.2.3. Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje

V letu 2008 je vse kemijske analize v delcih in v padavinah (z izjemo živega srebra) izvajal Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje (KAL ARSO).

#### Električna prevodnost

Električna prevodnost se določa v padavinah.

Analizirajo se dnevne padavine iz merilnih postaj Ljubljana – Bežigrad in Iskrba pri Kočevski Reki. Tedenske padavine se analizirajo iz merilnih postaj Rateče – Planica, Rakičan pri Murski Soboti in Škocjan. Slepri vzorec predstavlja MQ voda, s katero vzorčevallec spere lijak ob začetku zbiranja vzorca padavine, s čimer se kontrolira čistost vzorčevalnika.

Vzorec padavine prelijemo v čašo ter počakamo, da se segreje na sobno temperaturo. Električno prevodnost izmerimo s konduktometrom Radiometer Copenhagen CDM 230. Elektrodo in temperaturni senzor najprej dobro speremo z MQ vodo, potem pa še z vzorcem. Nato elektrodo in temperaturni senzor potopimo v čašo, ter počakamo, da se vrednost električne prevodnosti na inštrumentu stabilizira. Rezultate podajamo v  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pri  $25^\circ\text{C}$ . Električno prevodnost določamo v skladu s standardom SIST EN 27888. Metoda je akreditirana pri Slovenski akreditaciji.

#### pH

pH se določa v padavinah. Analizirajo se dnevne padavine iz merilnih postaj Ljubljana – Bežigrad in Iskrba pri Kočevski Reki. Tedenske padavine se analizirajo iz merilnih postaj Rateče – Planica, Rakičan pri Murski Soboti in Škocjan.

Vzorec padavine prelijemo v čašo ter počakamo, da se segreje na sobno temperaturo. pH izmerimo s pH metrom WTW 540 GLP, s stekleno elektrodo SenTix H. Stekleno elektrodo, temperaturni senzor in mešalo najprej dobro speremo z MQ vodo, potem pa še z vzorcem. Nato stekleno elektrodo, temperaturni senzor in mešalo potopimo v čašo, ter počakamo, da se vrednost pH na inštrumentu stabilizira. pH določamo v skladu s standardom SIST ISO 10523. Metoda je akreditirana pri Slovenski akreditaciji.

#### Glavni ioni

Anioni ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ; in  $\text{SO}_4^{2-}$ ) in kationi ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  in  $\text{Ca}^{2+}$ ) se določajo v padavinah in v vzorcih filtrov zunanjega zraka.

#### Padavine

Analizirajo se dnevne padavine iz merilnih postaj Ljubljana – Bežigrad in Iskrba pri Kočevski Reki. Tedenske padavine se analizira-

jo iz merilnih postaj Rateče – Planica, Rakičan pri Murski Soboti in Škocjan. Slepri vzorec predstavlja MQ voda, s katero vzorčevallec spere lijak ob začetku zbiranja vzorca padavine, s čimer se kontrolira čistost vzorčevalnika. Vsa embalaža in pripomočki za vzorčenje mora biti ustrezno čista. Njihovo čistost pred oddajo na teren preverimo.

Vzorec padavine analiziramo v čim krajšem času po prejemu v laboratorij. Pred analizo vzorec ne potrebuje dodatne obdelave, temveč ga samo filtriramo skozi membranski filter  $0,45\ \mu\text{m}$ , da se odstranijo trdni delci. V vzorcu določamo vse anione in katione. Anione določamo v skladu s standardom SIST EN ISO 10304-1, za katione pa je osnova standard SIST EN ISO 14911. Obe metodi sta akreditirani pri Slovenski akreditaciji.

#### Filtri

Analizirajo se dnevni filtri iz filter kompletov (»filter pack«), ki vsebujejo teflonski, oksalni in KOH filter, in sicer iz merilne postaje Iskrba pri Kočevski reki. Analizirajo se tudi dnevni vzorci prašnih delcev  $\text{PM}_{2,5}$  (na kvarčnem filtru  $\varnothing 47\ \text{mm}$ , nizko volumski merilnik) iz stalnih merilnih postaj Iskrba pri Kočevski Reki, Ljubljana in Maribor ter dnevni vzorci prašnih delcev  $\text{PM}_{10}$  (na kvarčnem filtru  $\varnothing 150\ \text{mm}$ , visoko volumski merilnik) iz merilnih postaj po projektih širom Slovenije. Za kontrolo čistosti samih filtrov se redno analizirajo laboratorijski slepi filtri, medtem ko se čistost vzorčevalnika kontrolira z redno analizo terenskih slepih filtrov.

Teflonski filter 30 minut ekstrahiramo v 10 mL MQ vode v ultrazvočni kopeli. V ekstraktu določamo vse glavne anione in katione, kar predstavlja anorganske ione adsorbirane na delcih v zraku. Tudi oksalni filter 30 minut ekstrahiramo v 10 mL MQ vode v ultrazvočni kopeli, na njem pa določamo amonij v zraku, in sicer ga merimo kot  $\text{NH}_4^+$  v ekstraktu. KOH filter 30 minut ekstrahiramo v 10 mL 0,3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  v ultrazvočni kopeli. V ekstraktu določamo dušikove in žveplove spojine v zraku. Prve analiziramo kot  $\text{NO}_3^-$ , druge pa kot  $\text{SO}_4^{2-}$ . Ekstrakte vseh filtrov pred analizo filtriramo skozi membranski filter  $0,45\ \mu\text{m}$ , da se odstranijo trdni delci. Anione in katione določamo v skladu z zgoraj omenjenima standardoma, vendar analzna metoda za filter komplete še ni v obsegu akreditacije.

1/4 kvarčnega filtra  $\varnothing 47\ \text{mm}$  30 minut ekstrahiramo v 10 mL MQ vode v ultrazvočni kopeli. Pri kvarčnih filtrih  $\varnothing 150\ \text{mm}$  ekstrahiramo samo 1/8 filtra, in sicer 30 minut v 50 mL MQ vode v ultrazvočni kopeli. Ekstrakt pred analizo filtriramo skozi membranski filter  $0,45\ \mu\text{m}$ , da se odstranijo trdni delci. Vsak ekstrakt uporabimo tako za določitev vseh anionov kot tudi vseh kationov. Anione in katione določamo v skladu z zgoraj omenjenima standardoma, vendar analzna metoda za filtre še ni v obsegu akreditacije.



## Inštrumentalna analiza

Anione določamo z ionskim kromatografom Dionex DX – 120, na koloni IonPack AS14, dimenzije 4 × 250 mm. Na kolono injiciramo 100 µL vzorca. Predkolona služi za zaščito kolone, medtem ko supresor zmanjša prevodnost ozadja, kar olajša detekcijo. Tudi katione analiziramo z ionskim kromatografom, in sicer z Waters 431, na koloni IC-Pak Cation M/D, dimenzije 3,9 × 150 mm, z inštalirano predkolono. Na kolono injiciramo 100 µL vzorca. V obeh inštrumentih za detekcijo ionov uporabljamo detektor za merjenje prevodnosti. Koncentracije ionov v padavinah podajamo v mg/L padavine. Koncentracije ionov na filterih iz filter kompletov ter v prašnih delcih PM<sub>2,5</sub> pa podajamo v µg/filter.

## Težke kovine

Težke kovine se določajo v padavinah (<sup>53</sup>Cr, <sup>58</sup>Ni, <sup>63</sup>Cu, <sup>66</sup>Zn, <sup>75</sup>As, <sup>111</sup>Cd in <sup>206+207+208</sup>Pb) in v vzorcih filtrov zunanjega zraka (<sup>27</sup>Al, <sup>51</sup>V, <sup>53</sup>Cr, <sup>55</sup>Mn, <sup>57</sup>Fe, <sup>58</sup>Ni, <sup>59</sup>Co, <sup>63</sup>Cu, <sup>66</sup>Zn, <sup>75</sup>As, <sup>82</sup>Se, <sup>71</sup>Ga, <sup>88</sup>Sr, <sup>98</sup>Mo, <sup>111</sup>Cd, <sup>121</sup>Sb, <sup>206+207+208</sup>Pb in <sup>205</sup>Tl).

## Padavine

Analizirajo se tedenske padavine iz merilne postaje Iskrba pri Kočevski Reki. Poleg vzorcev tedenskih padavin se analizirajo tudi slepi vzorci in suhe usedline. Slepi vzorec predstavlja nakisana MQ voda, s katero vzorčevalec spere lijak ob začetku zbiranja vzorca padavine, s čimer se kontrolira čistost vzorčevalnika. Suho usedlino pa predstavljajo delci, ki se naberejo na lijaku vzorčevalnika in jih vzorčevalec spere v posodo z 1% HNO<sub>3</sub> v MQ vodi po koncu vzorčenja. Vsa plastična embalaža in pripomočki za vzorčenje morajo biti ustrezno čisti. Njihovo čistost pred oddajo na teren preverimo.

Induktivno sklopljena plazma z masno selektivnim detektorjem (foto: Janja Turšič)



Vsak vzorec ob prejemu v laboratorij stehtamo. Nato vzorec padavine in slepi vzorec ustrezno nakisamo, tako da je končna koncentracija kisline 1 mL HNO<sub>3</sub> na 100 mL vzorca. Vzorec padavine in suho usedlino pred inštrumentalno analizo centrifugiramo. Težke kovine se določajo v skladu s standardom SIST EN ISO 17294-2 in EMEP navodili. Metoda je akreditirana pri Slovenski akreditaciji.

## Filtri

Analizirajo se dnevni vzorci prašnih delcev PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub> (na kvarčnem filteru Ø 47 mm, nizko volumski merilnik) iz stalnih merilnih postaj Iskrba pri Kočevski Reki, Ljubljana in Maribor ter dnevni vzorci prašnih delcev PM<sub>10</sub> (na kvarčnem filteru Ø 150 mm, visoko volumski merilnik) iz merilnih postaj po projektih širom Slovenije. Za kontrolo čistosti samih filtrov se redno analizirajo laboratorijski slepi filtri, medtem ko se čistost vzorčevalnika kontrolira z redno analizo terenskih slepih filtrov.

Za nadaljnjo analizo uporabimo 1/2 kvarčnega filtra Ø 47 mm, oziroma 1/8 kvarčnega filtra Ø 150 mm. Za obdelavo filtra uporabljamo kislinski razklop v mikrovalovni pečici, in sicer z mešanico 8 mL HNO<sub>3</sub> in 2 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Temperaturno kontroliran razklop v mikrovalovni pečici doseže najvišjo temperaturo 220°C, traja pa 55 minut. Vzorec po razklopu razredčimo na 50 mL v merilni bučki. Pred inštrumentalno analizo vzorec centrifugiramo, oziroma samo odlijemo bistri del tekočine. Težke kovine se določajo v skladu s standardom SIST EN 14902. Analizna metoda je validirana, vendar še ni v obsegu akreditacije.

## Inštrumentalna analiza

Težke kovine določamo z masnim spektrometrom, z vzbujanjem v induktivno sklopljeni plazmi (ICP-MS), Perkin Elmer Elan 6100. Standardne raztopine za umeritveno krivuljo so pripravljene z ustrešno koncentracijo dušikove kisline, in sicer 1 mL HNO<sub>3</sub> na 100 mL za padavine oziroma 16 mL HNO<sub>3</sub> na 100 mL za filtre. Pri kvantizaciji si pomagamo tudi z internimi standardi, ki kompenzirajo trenutne pogoje na inštrumentu. Pri padavinah kot interni standard uporabljamo samo Rh, pri filterih pa Sc, Ge, Rh in Gd. Koncentracije težkih kovin v padavinah podajamo v µg/L padavine, v prašnih delcih PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub> pa v µg/filter.

## PAH

Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH) se določajo v padavinah in v vzorcih filtrov zunanjega zraka. Določa se 7 PAH, in sicer benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(123-cd)piren in dibenzo(ah)antracen.

## Padavine

Analizirajo se tedenske padavine iz merilne postaje Iskrba pri

Kočevski Reki. Preden se zamenja steklenica v vzorčevalniku, se lijak spere s 150 mL metanola, da se v vzorec spere tudi suha usedlina, oziroma delce, ki se tekom tedna naberejo na lijaku vzorčevalnika. Poleg vzorcev tedenskih padavin se analizirajo tudi slepi vzorci. Slepi vzorec predstavlja MQ voda, s katero vzorčevalec spere lijak ob začetku zbiranja vzorca padavine, s čimer se kontrolira čistost vzorčevalnika. Vsa steklena embalaža in pripomočki za vzorčenje morajo biti ustrezno čisti. Čistost steklene embalaže dosegamo z žganjem v sušilniku, in sicer 2 uri na temperaturi 400°C, s čimer se odstrani organska snov.

Vsakemu vzorcu dodamo 50 ng devteriranih PAH standardov benzo(a)antracen  $d_{12}$ , benzo(a)piren  $d_{12}$  in indeno(123-cd)piren  $d_{12}$ . Devteriranih PAH v naravi ni, zato se jih uporablja za kontrolno izkoristka analize metode. Vzorcju po potrebi dodamo tudi metanol, tako da je končna koncentracija metanola v padavini okrog 10%. S tem se zagotovi, da se PAH nahajajo v vodni fazi, saj se zmanjša adsorpcija PAH na stene posode. Vzorec nato s pomočjo podtlaka počasi prečrpamo skozi SPE kolono, ki je polnjena s  $C_{18}$  trdno fazo. SPE kolono je potrebno pred uporabo kondicionirati, kar pomeni, da jo speremo z diklorometanom, metanolom in MQ vodo. Ker so PAH relativno nepolarni, se zadržijo na SPE koloni, medtem ko padavina odteče skozi kolono. Po koncu črpanja SPE kolono nekaj minut sušimo s podtlakom, nato pa PAH eluiramo iz SPE kolone z diklorometanom. Dobljen eluat posušimo z  $Na_2SO_4$ , da se odstranijo sledovi vode. Končno vzorec skoncentriramo na 1 mL, topilo pa zamenjamo v aceton. PAH se določajo v skladu s standardom SIST EN ISO 17993. Analizna metoda je validirana, vendar še ni v obsegu akreditacije.

### Filtri

Analizirajo se dnevni vzorci prašnih delcev  $PM_{10}$  (na kvarčnem filtru  $\varnothing$  47 mm, nizko volumnski merilnik) iz stalnih merilnih postaj Iskrba pri Kočevski Reki, Ljubljana in Maribor ter dnevni vzorci prašnih delcev  $PM_{10}$  (na kvarčnem filtru  $\varnothing$  150 mm, visoko volumnski merilnik) iz merilnih postaj po projektih širom Slovenije. Za kontrolno čistosti samih filtrov se redno analizirajo laboratorijski slepi filtri, medtem ko se čistost vzorčevalnika kontrolira z redno analizo terenskih slepih filtrov.

Za nadaljnjo analizo uporabimo 1/2 kvarčnega filtra  $\varnothing$  47 mm, oziroma 1/8 kvarčnega filtra  $\varnothing$  150 mm. Vsakemu vzorcu dodamo 50 ng devteriranih PAH standardov benzo(a)antracen  $d_{12}$ , benzo(a)piren  $d_{12}$  in indeno(123-cd)piren  $d_{12}$ . Devteriranih PAH v naravi ni, zato se jih uporablja za kontrolno izkoristka analize metode. Za obdelavo filtra uporabljamo ekstrakcijo v mikrovalovni pečici, in sicer z mešanico topil heksan:aceton (1:1). Temperaturno kontroliran razklop v mikrovalovni pečici doseže najvišjo temperaturo 100°C, traja pa 30 minut. Ekstrakt nato skoncentriramo v toku dušika na nekaj mL ter ga čistimo na SPE koloni, ki je polnjena s siliko (Si) kot tr-

dno fazo. SPE kolono je potrebno pred uporabo kondicionirati, kar pomeni, da jo speremo z diklorometanom in heksanom. PAH eluiramo iz SPE kolone z mešanico topil heksan:diklorometan (2:3), ostale snovi pa ostanejo na SPE koloni. Dobljen eluat skoncentrira na 1 mL, topilo pa zamenjamo v aceton. PAH se določajo v skladu s standardoma SIST EN 15549 in SIST ISO 12884. Analizna metoda še ni v obsegu akreditacije.

### Inštrumentalna analiza

PAH določamo s plinskim kromatografom, ki je sklopljen z masnim spektrometrom (GC-MS), Agilent Technologies 6890 GC / 5975 MS, na ultra inertni koloni DB-5, dolžine 30 m, premera 0,25 mm, z debelino nanosa stacionarne faze 0,25  $\mu$ m. Na kolono injiciramo 1  $\mu$ L vzorca. Vsaki standardni raztopini za umeritveno krivuljo dodamo 50 ng devteriranih PAH standardov. Benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten in benzo(k)fluoranten so težko kromatografsko ločljivi, zato jih podajamo kot vsoto. Kot detektor uporabljamo masni spektrometer, ki poleg tega posname tudi masni spekter spojine, katerega se lahko uporabi za identifikacijo spojine. Rezultati so avtomatsko popravljeni za izkoristek posameznega vzorca. Koncentracije PAH v padavinah podajamo v ng v padavini, v prašnih delcih  $PM_{10}$  pa v ng/filter.

### $NO_2$

$NO_2$  se določa v vzorcih zunanega zraka.

Analizirajo se dnevni vzorci iz merilne postaje Iskrba pri Kočevski Reki. Poleg dnevnih vzorcev se analizirajo še terenski slepi vzorci in laboratorijski slepi vzorci. Steklene frite morajo biti pred impre-

Plinska kromatografija z masno selektivnim detektorjem (foto: Janja Turšič)



## 2.3. Rezultati meritev

gnacijo ustrezno očiščene. Pred odhodom na teren preverimo vsebnost  $\text{NO}_2^-$  na impregniranih fritah.

Zrak se s pretokom približno 0,5 L/min črpa skozi stekleno frito, ki je impregnirana z NaJ in NaOH.  $\text{NO}_2$  iz zraka se absorbira na frito in J<sup>-</sup> reducira  $\text{NO}_2$  do  $\text{NO}_2^-$ . Koncentracijo  $\text{NO}_2$  v zraku nato določamo spektrofotometrično, z jodidno absorpcijsko metodo (modificirana Griessova metoda).

### Inštrumentalna analiza

Pri ekstrakciji v izpostavljeno stekleno frito dodamo raztopino za redukcijo (trietanolamin v MQ vodi) in pri 230 obratih/15 min stresamo na stresalniku. Nato ekstraktu dodamo barvni reagent (sulfanilamid, NEDA (N-(1-naftil)-etilendiamin-dihidroklorid),  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).  $\text{NO}_2^-$  in sulfanilamid ob dodatku NEDA v kislih raztopinah tvorita vijolično azo barvo. Po 15 min izmerimo absorbanco vzorca z UV/VIS spektrofotometrom Varian Cary 50, s ksenonsko žarnico, 1cm kiveto, pri valovni dolžini 540 nm. Koncentracijo podajamo v  $\mu\text{g NO}_2\text{-N/mL}$ .

## 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  $\text{PM}_{10}$  in  $\text{PM}_{2,5}$ , nekaterih lahkih in težkih kovin, nekaterih policikličnih aromatskih ogljikovodikov, težkih kovin in nekaterih policikličnih aromatskih ogljikovodikov v delcih  $\text{PM}_{10}$ , žveplovih in dušikovih spojin, anorganskih ionov v zunanjem zraku v Sloveniji v letu 2008. Rezultati za isto onesnaževalo so prikazani skupaj, ne glede na metodo meritev.

### 2.3.1. Žveplov dioksid

Koncentracije  $\text{SO}_2$  v letu 2008 so bile še nekoliko nižje kot leta 2007, tako da so – kar se tiče varovanja zdravja – ostale povsod pod spodnjim ocenjevalnim pragom. Pri zaščiti ekosistemov pa je bilo stanje najslabše v Ravenski vasi nad Trbovljami, kjer je bil prekoračen zgornji ocenjevalni prag.

### Viri emisije

Največja vira emisije žveplovega dioksida v Sloveniji sta kljub odžveplovanim napravam **termoelektrni Šoštanj** (okrog 8000 ton/leto) in **Trbovlje** (okrog 450 ton/leto), ki uporabljata za gorivo domači premog. V tovarni Lafarge Cement Trbovlje od oktobra

2007 redno obratuje čistilna naprava, kar je znižalo onesnaženost zraka z  $\text{SO}_2$ , dušikovimi oksidi in z delci v njeni okolici. Emisija iz kotlovnice je majhna, saj se za gorivo v glavnem ne uporablja več premog ampak lahko kurilno olje, ki ima precej manjšo vsebnost žvepla kot premog in plin. Predvsem v Zasavju pa se v zimskem času še pozna vpliv emisij iz individualnih kuršč, kjer uporabljajo domači premog.

### Onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom

Letni pregled onesnaženosti zraka z  $\text{SO}_2$  na skupaj 23 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2008, je podan v tabeli 2.3.1.(1). Za merilno mesto EIS TEB Sv. Mohor nad Brestanico je bilo zaradi težav z merilnikom premalo veljavnih podatkov za analizo, zato jih ne objavljamo. 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 svinču v zunanjem zraku* so za koncentracijo  $\text{SO}_2$  predpisani naslednji statistični parametri s pripadajočimi dovoljenimi mejnimi vrednostmi: **povprečna celoletna in povprečna zimska koncentracija** (za zaščito ekosistemov), **najvišja dnevna in urna koncentracija ter število dni s prekoračeno mejno dnevno, mejno urno ter alarmno 3-urno vrednostjo** (za zaščito zdravja).

#### Oznake pri tabelah:

% pod	odstotek veljavnih podatkov
Cp	povprečna 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.

## Zaradi vgrajevanja odžveplovalnih naprav in opuščanja zastarelih tehnologij v večjih industrijskih in energetskih objektih trend gibanja koncentracij SO<sub>2</sub> še nadalje upada.

 Tabela 2.3.1.(1): Koncentracije SO<sub>2</sub> v zunanjem zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008 - podatki v poševnem tisku so za merilna mesta, ki niso reprezentativna za ekosisteme.

Merilno mesto	% pod	Leto		1 ura		3 ure	24 ur**	
		Cp	Cp	max	>MV	>AV	max	>MV
		zaščita ekosistemov		varovanje zdravja				
DMKZ								
Ljubljana Bežigrad	92	2	5	58	0	0	14	0
Maribor	91	2	4	32	0	0	22	0
Celje	95	5	6	82	0	0	20	0
Trbovlje	86	2	4	65	0	0	19	0
Hrastnik	89	5	8	81	0	0	23	0
Zagorje	91	4	6	112	0	0	14	0
Murska S.-Rakičan	90	6	7	49	0	0	28	0
Nova Gorica	80	8	9	35	0	0	17	0
Iskrba ▲	99	0,8	1,1				8	0
OMS Ljubljana. (Vnajnjarje)	93	3	4	52	0	0	22	0
EIS TEŠ								
Šoštanj	96	6	4	360	1	0	54	0
Topolšica	95	2	3	211	0	0	26	0
Veliki Vrh	95	8	12	561	6	0	101	0
Zavodnje	94	3	7	164	0	0	40	0
Velenje	94	4	4	151	0	0	22	0
Graška Gora	95	4	6	242	0	0	30	0
Pesje	94	6	7	192	0	0	31	0
Škale	94	4	4	161	0	0	19	0
EIS TET								
Kovk	91	12	11	312	0	0	38	0
Dobovec	93	8	13	299	0	0	41	0
Kum	91	9	14	89	0	0	41	0
Ravenska Vas	95	9	13	437	1	0	67	0
EIS TEB (sv.Mohor)*	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda:

**	določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
■	prekoračena mejna vrednost
■	prekoračen zgornji ocenjevalni prag
■	prekoračen spodnji ocenjevalni prag
■	koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom
■	koncentracija pod mejno vrednostjo (kjer ni predpisan ocenjevalni prag)
□	ni meritev
▲	24-urne neavtomatske meritve
*	premalo veljavnih podatkov
-	ni podatkov

## 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 – kar se tiče varovanja zdravja – povprečne dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> **pod spodnjim ocenjevalnim pragom** (SOP), urne koncentracije pa **pod mejno vrednostjo**.

Le nekoliko povišane koncentracije SO<sub>2</sub> se občasno in za kratek čas pojavljajo v Zasavju (območje kakovosti zraka SI2b). Ta mesta imajo, kar se tiče razredčevanja onesnaževal iz lokalnih virov emisije (TE Trbovlje, industrija, promet, individualna kurišča), zelo neugodno lego, saj ležijo v ozkih dolinah oziroma kotlinah. Vpliv emisije TE Trbovlje je zaznaven le še ob prekinitvah delovanja odžveplovalne naprave in ob visokih temperaturnih inverzijah pozimi.

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

Emisija SO<sub>2</sub> v TE Šoštanj je sicer zaradi odžveplovalnih naprav zmanjšana, a pri polni obremenitvi zaradi omejene zmogljivosti omenjenih 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), 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.

Na Velikem vrhu je bila šestkrat prekoračena mejna urna koncentracija. Tu je bila izmerjena tudi najvišja urna koncentracija v Sloveniji 561 µg/m<sup>3</sup> in najvišje dnevno povprečje 101 µg/m<sup>3</sup>. Na tem merilnem mestu je bil **prekoračen tudi spodnji ocenjevalni prag za zaščito ekosistemov**.

## Koncentracije na vplivnem območju TE Trbovlje (območje kakovosti zraka SI2b)

Predvsem kadar pride do izpada v delovanju odžveplovalne naprave v TE Trbovlje, se lahko pojavijo še kratkotrajne prekoračitve mejnih vrednosti na višje ležečih krajih v okolici. V letu 2008 je bil **prekoračen zgornji ocenjevalni prag za zaščito ekosistemov** v Ravenska vasi in **spodnji ocenjevalni prag** na Kovku. Količšen delež koncentracij prispevajo v zimskem času individualna kurišča iz doline, nismo ocenili, tako tudi ne vpliva trboveljske cementarne Lafarge in druge industrije. Najvišje urno in dnevno povprečje koncentracije SO<sub>2</sub> 437 µg/m<sup>3</sup> in 67 µg/m<sup>3</sup> sta bila izmerjena na merilnem mestu Ravenska vas na pobočju hriba okrog 3 kilometre severozahodno od TE Trbovlje in neposredno nad cementarno Lafarge.

## Letni in dnevni hod koncentracij

Koncentracije SO<sub>2</sub> so nekoliko višje v hladnem delu leta, ko so vremenske razmere za razredčevanje onesnaženega zraka slabše, predvsem v Zasavju pa je zaznaven tudi vpliv emisije iz individualnih kurišč. Ker so glavni viri emisij visoki dimniki (TEŠ, TET) precej nad višino prizemnih temperaturnih inverzij, je zimsko povišanje koncentracij pri SO<sub>2</sub> manj izrazito kot pri onesnaževalih, katerih viri emisij so nizki (npr. promet).

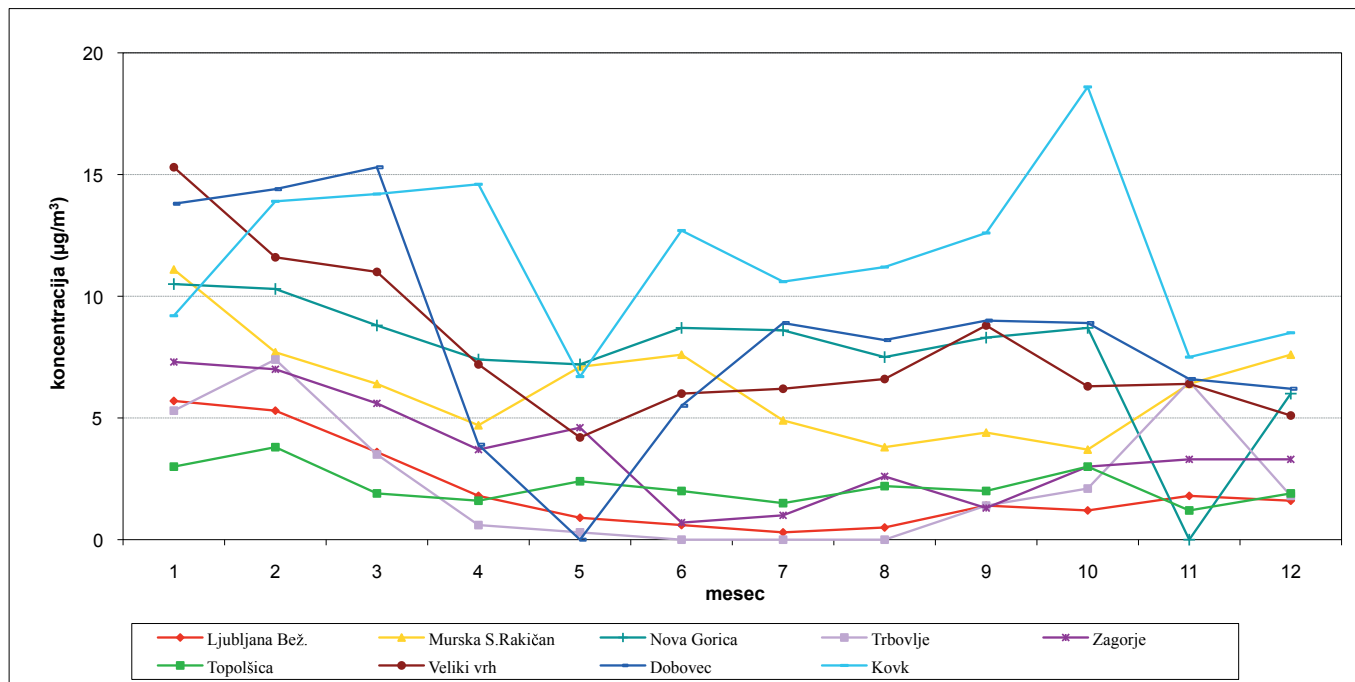
**Koncentracije so višje podnevi kot ponoči, vendar je opazen samo en neizrazit maksimum.** Viri emisije SO<sub>2</sub> so namreč industrija, veliki termoenergetski objekti in individualna kurišča, medtem ko je promet z jutranjo in popoldansko konico zanemarljiv vir emisije.

## Časovni trend

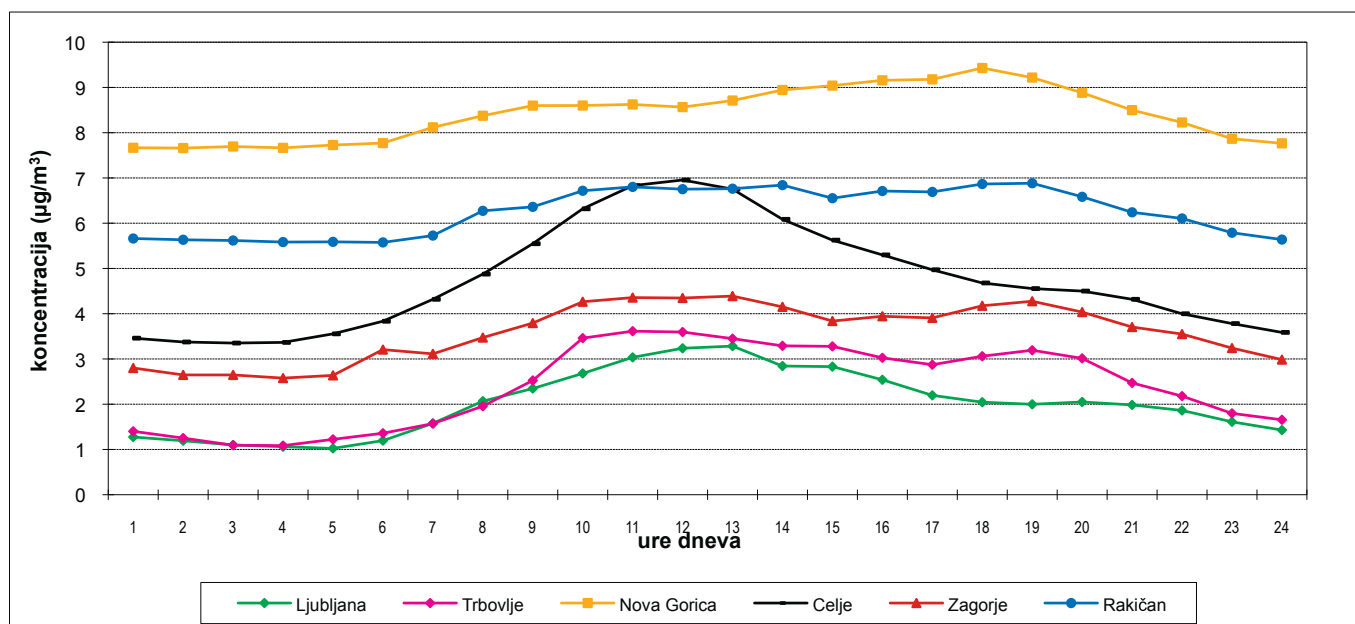
Iz analize večletnih vrednosti (slike 2.3.1.(3-5), tabele 2.3.1.(8-10) v Prilogi) sledi:

Koncentracije SO<sub>2</sub> so se v letu 2008 ponekod še nadalje znižale in so dosegle tako nizko raven, da nadaljnje zniževanje glede na obstoječe emisije skoraj ni več mogoče. Še vedno se bodo lahko koncentracije za krajši čas povišale ob zelo neugodnih vremenskih razmerah pozimi ali pa zaradi naključnih izpadov delovanja odžveplovalnih naprav v velikih termoenergetskih in nekaterih industrijskih objektih.

Slika 2.3.1.(1): Povprečne mesečne koncentracije SO<sub>2</sub> za 9 merilnih mest v letu 2008

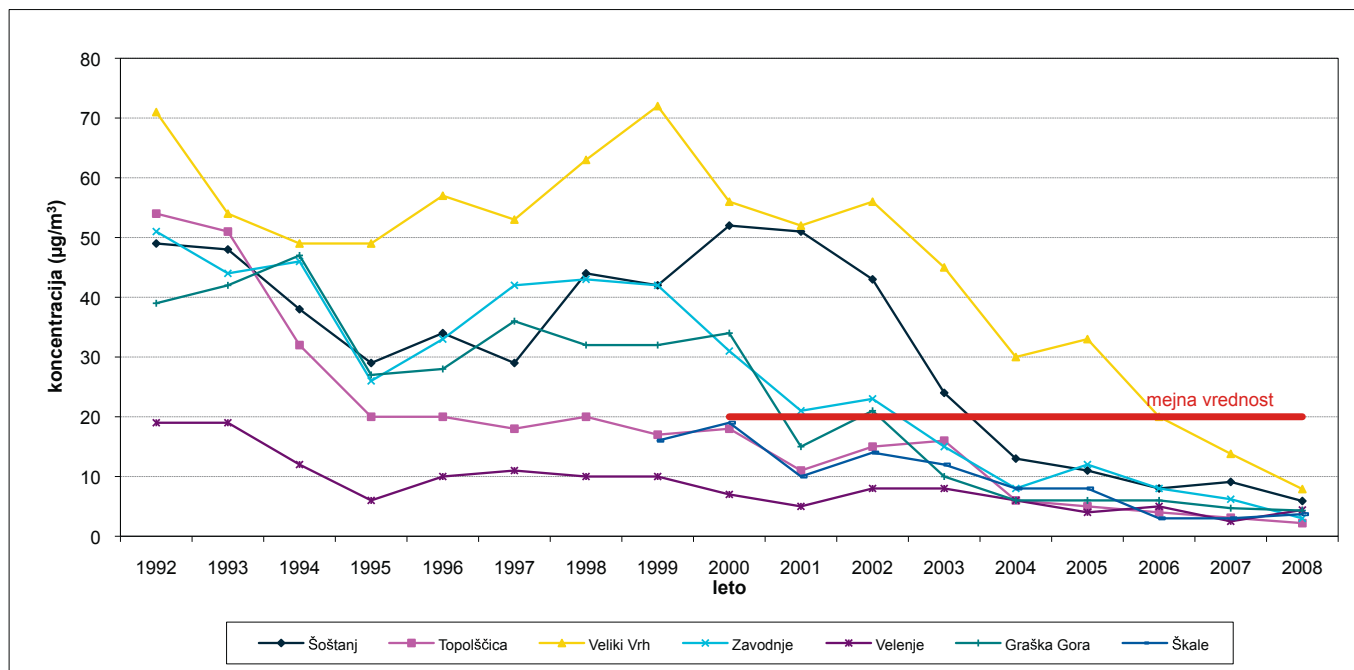


Slika 2.3.1.(2): Dnevni hod koncentracij SO<sub>2</sub> na nekaterih merilnih mestih DMKZ v letu 2008

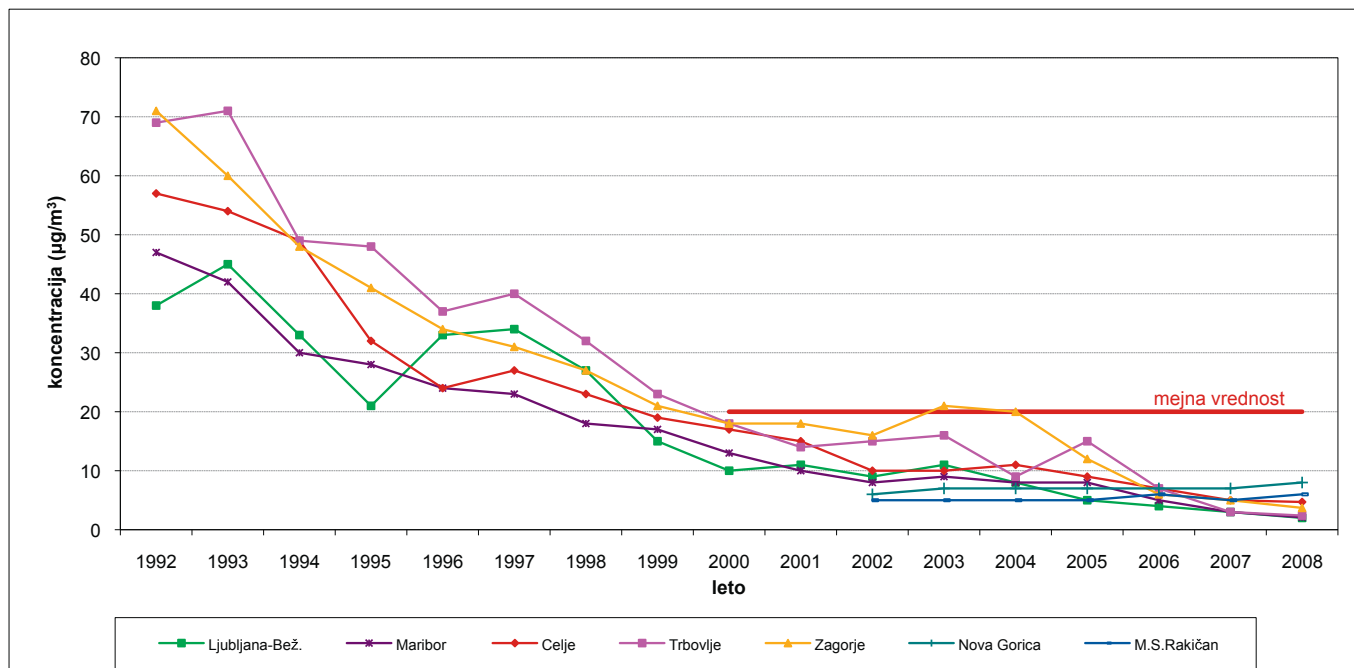




Slika 2.3.1.(3): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih DMKZ

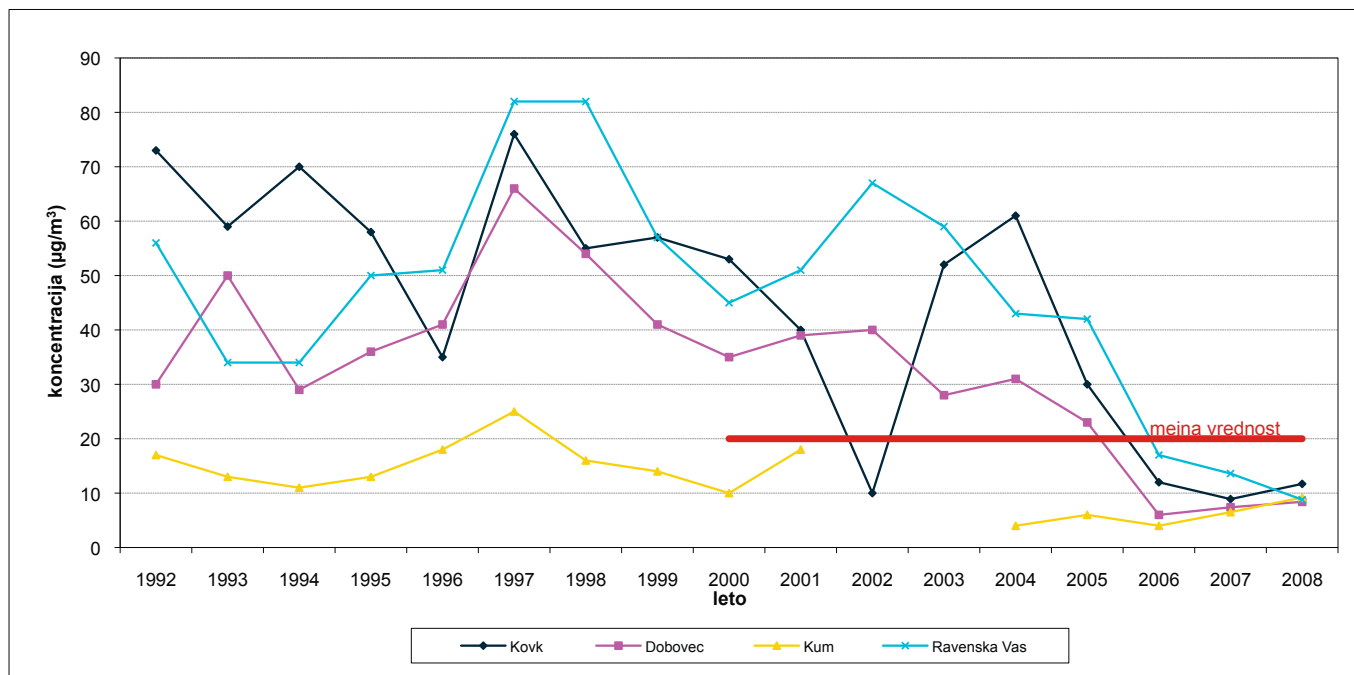


Slika 2.3.1.(4): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih TEŠ



## Povišane koncentracije dušikovih oksidov so omejene predvsem na prometne ceste in ulice, a kljub še vedno naraščajočemu prometu ne presegajo mejnih vrednosti.

Slika 2.31.(5): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> na merilnih mestih TET



### 2.3.2. Dušikovi oksidi

Koncentracije NO<sub>2</sub> so v letu 2008 prekoračile zgornji ocenjevalni prag na prometnem mestnem merilnem mestu v Mariboru, spodnji ocenjevalni prago pa v Ljubljani za Bežigradom in v Novi Gorici.

Koncentracije NO<sub>x</sub> so bile pod spodnjim ocenjevalnim pragom za zaščito vegetacije.

#### Viri emisije

Glavni vir dušikovih oksidov je promet, kar pomeni, da je onesnaženost zraka omejena na obcestni pas in na gosto poseljena območja. Vir emisije pa so tudi veliki termoeenergetski 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

merilno mesto Hrastnik (foto: Peter Pavli)



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 2008 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. 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 za-

ščito 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, na lokaciji Ljubljana Bežigrad in v Novi Gorici pa je bil prekoračen spodnji ocenjevalni prag.

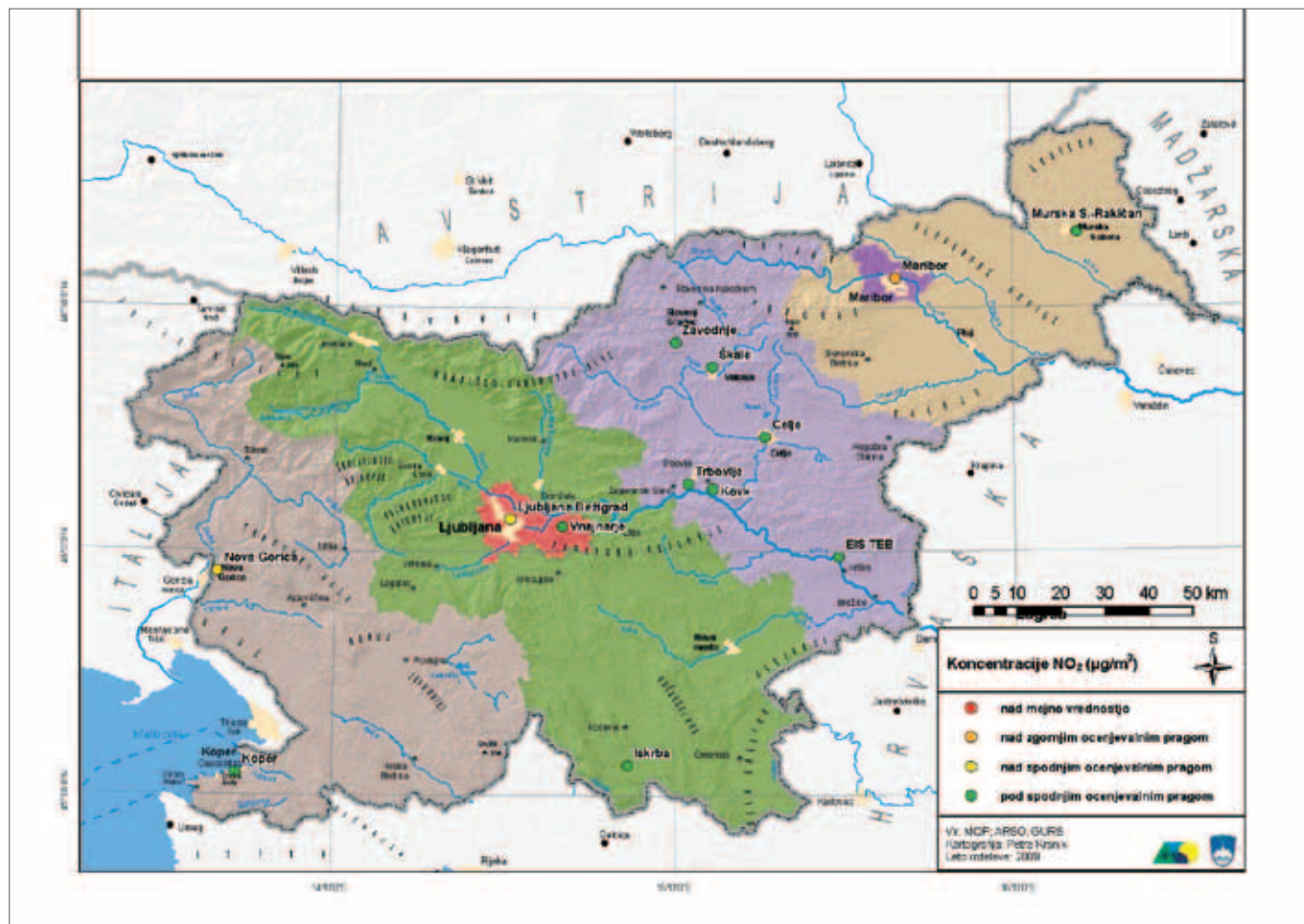
 Tabela 2.3.2.(1): Raven koncentracij NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

	NO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		NO <sub>2</sub>		
	Leto				1 ura**		3 ure
Postaje	% pod	Cp**	% pod	Cp**	max	>MV	>AV
Ljubljana Bežigrad	92	29	92	52	107	0	0
Maribor	91	34	91	63	133	0	0
Celje	91	21	90	40	120	0	0
Trbovlje	89	23	90	40	93	0	0
Murska S.-Rakičan	95	16	95	22	91	0	0
Nova Gorica	93	30	92	50	114	0	0
Koper	95	21	95	28	108	0	0
Iskrba ▲	100	1,4					
Vhajnjarje	94	5	88	5	60	0	0
Zavodnje	94	3	67	6	96	0	0
Škale	95	8	94	10	66	0	0
Kovk	90	12	85	10	75	0	0
EIS TEB (Sv.Mohor)*	66	4	40	9*	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
▲	24-urne neavtomatske meritve
*	premalo veljavnih podatkov
	ni meritev

Slika 2.3.2.(1): Koncentracije NO<sub>2</sub> v zunanjem zraku v letu 2008



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

Nenavadno visoke koncentracije dušikovih oksidov so bile izmerjene na merilnih mestih Koper in Nova Gorica v februarju, ko je nastala nad severnim Jadranom in Padsko nižino temperaturna inverzija z meglenim vremenom, kar je povzročilo akumulacijo onesnaženega zraka na tem območju (slika 2.3.2.(5)). Na večjo onesnaženost zraka, predvsem z delci in dušikovimi oksidi v Novi Gorici je vplivalo tudi gradbišče v okolici merilnega mesta.

**Najvišje urne koncentracije NO<sub>2</sub>** so bile v mestih med 100 in 130 µg/m<sup>3</sup>, na drugih lokacijah med 60 in 90 µg/m<sup>3</sup>.

**Povprečne letne koncentracije NO<sub>2</sub>** so dosegle največ 77 % dopustne letne vrednosti 44 µg/m<sup>3</sup> na merilnem mestu **Mari-**

**bor**. Letna koncentracija na Iskrbi je bila polovica letne koncentracije na Zavodnjah, ki je bila po tem kazalcu druga najčistejša lokacija.

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

### Letni in dnevni hod koncentracij

Večinoma sta oba dobro izražena. Najvišje povprečne mesečne koncentracije NO<sub>2</sub> 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.

Vpliv emisij iz prometa se kaže v tem, da so bile koncentracije NO<sub>2</sub> na mestnih merilnih mestih zaradi prevladujočega vpliva emisij iz

Merilno mesto Celje (foto : Peter Pavil).

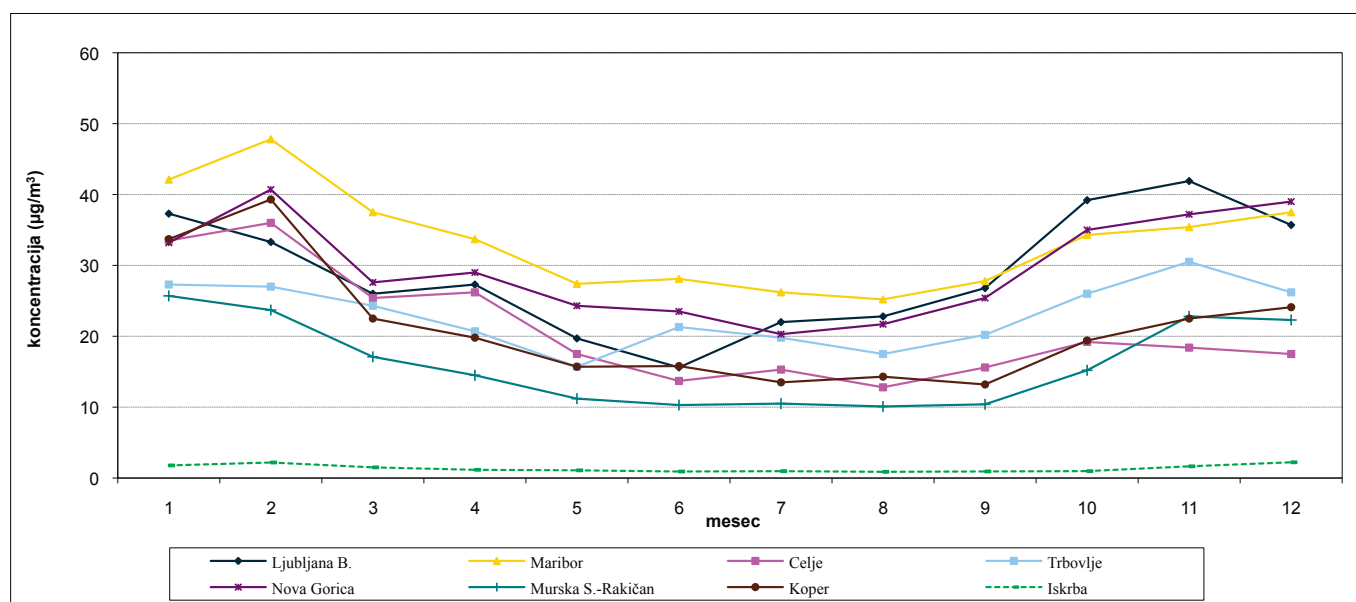


prometa najvišje v jutranjih in večernih urah. Popoldanska prometna konica okrog 16. ure ne prinese maksimuma koncentracij, ker so v tem dnevnem času najugodnejše vremenske razmere za razredčevanje (največ vetra, najvišje prizemne temperature), pač pa se maksimum pojavi šele okrog 20. ure. Na vpliv prometa kažejo tudi precej višje koncentracije izmerjene v delovnih dnevih (slika 2.3.2.(3)).

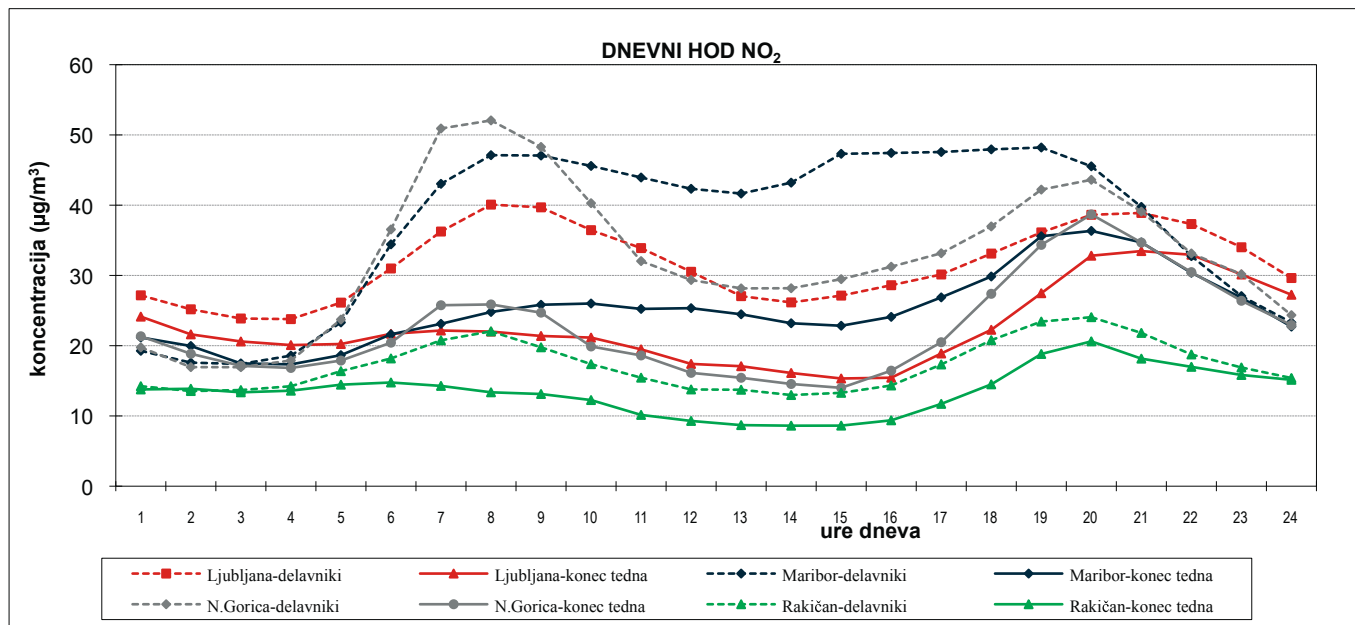
### Časovni trend

Povprečna letna koncentracija NO<sub>2</sub> se od leta 2002 naprej bistveno ne spreminja in je povsod pod dopustno vrednostjo.

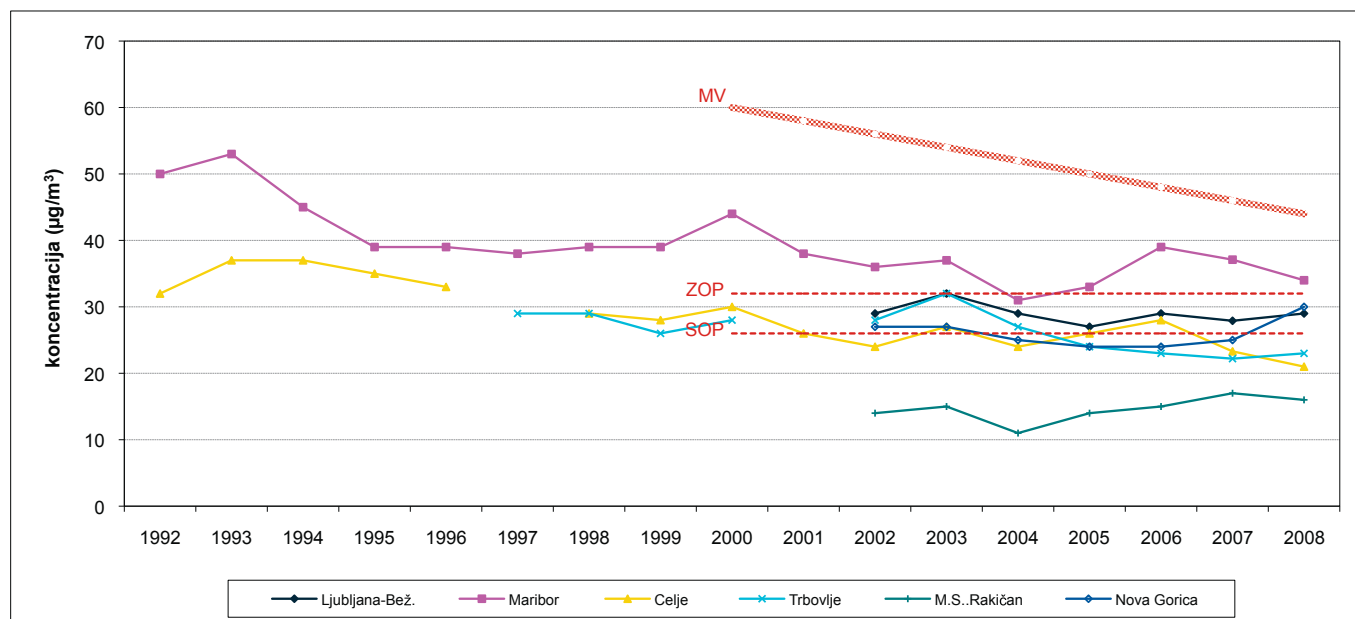
Slika 2.3.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>2</sub> v letu 2008 po mesecih



Slika 2.3.2.(3): Dnevni hod koncentracije NO<sub>2</sub> na štirih merilnih mestih v letu 2008

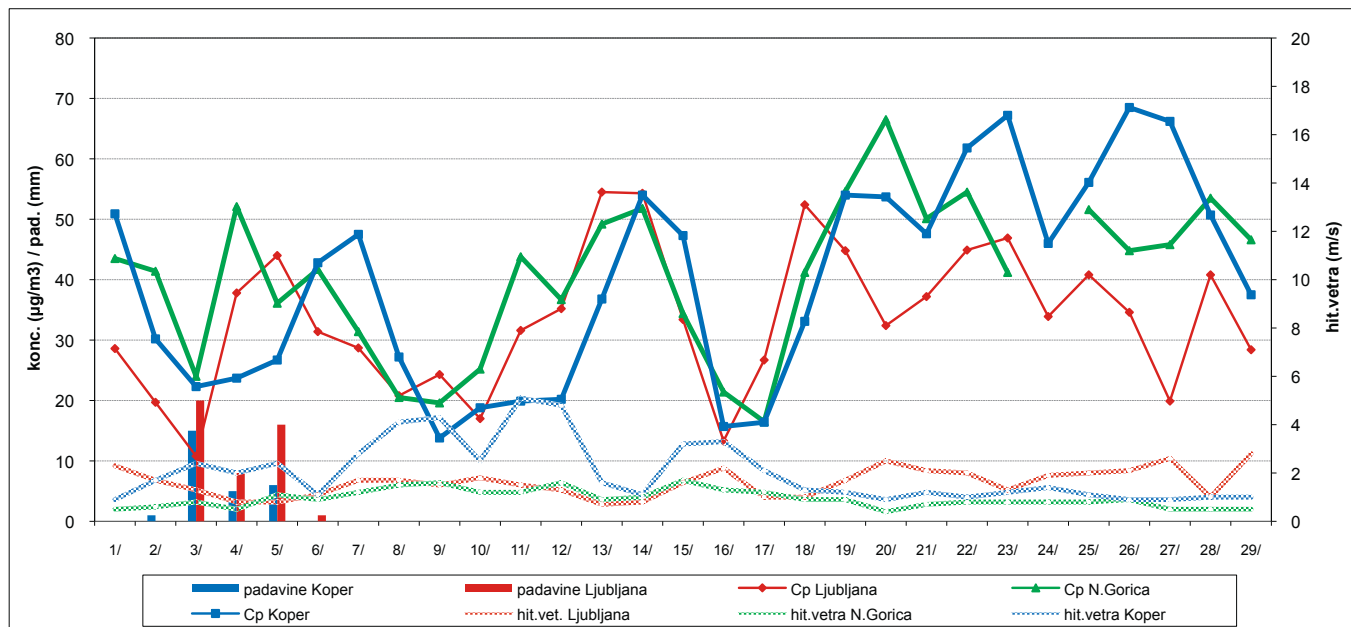


Slika 2.3.2.(4): Povprečne letne koncentracije NO<sub>2</sub>





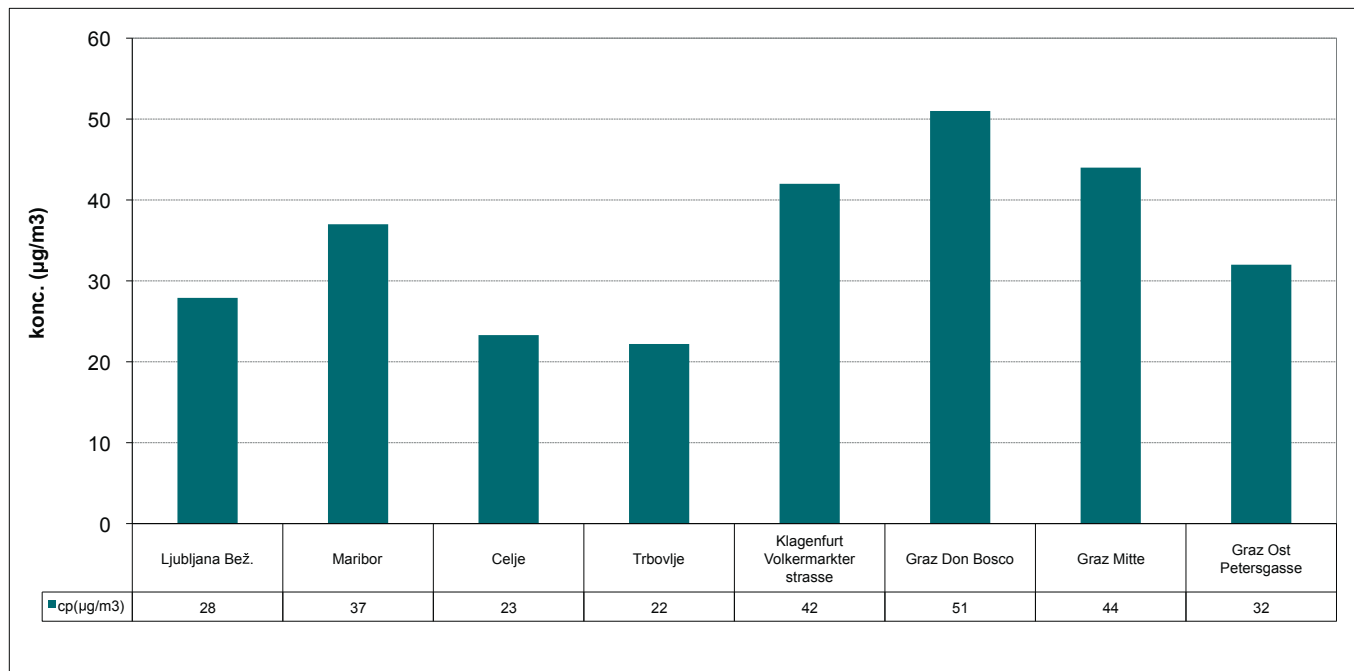
Slika 2.3.2.(5) : Povprečne dnevne koncentracije (Cp) NO<sub>2</sub> na treh merilnih mestih v februarju 2008



Za primerjavo navajamo podatke o povprečnih letnih koncentracijah NO<sub>2</sub> za leto 2007 (ker podatkov za leto 2008 še ni) z nekaterih naših mestnih merilnih mest in s štirih mestnih merilnih mest v Celovcu in Gradcu v sosednji Avstriji /35/, od katerih je

najbolj prometno Gradec-Don Bosco (slika 2.3.2.(6)). Vidimo, da je po višini koncentracije najbližje najbolj prometno merilno mesto Maribor, ki je tudi po tipu merilnega mesta podobno omenjenim avstrijskim lokacijam.

Slika 2.3.2.(6) : Povprečne letne koncentracije (Cp) NO<sub>2</sub> za leto 2007 na nekaterih mestnih merilnih mestih v Sloveniji in sosednji Avstriji



# Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom tako kot v prejšnjih letih tudi ob najbolj prometnih cestah ni prekoračila spodnjega ocenjevalnega praga.

## 2.3.3. Ogljikov monoksid

Koncentracije CO v letu 2008 so bile tako kot prejšnja leta pod spodnjim ocenjevalnim pragom za varovanje zdravja.

### Viri emisije

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

### 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 zaščito 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).

V aprilu 2008 smo uvedli meritve ogljikovega monoksida na merilnem mestu Trbovlje.

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

8-urna mejna koncentracija ni bila prekoračena na nobenem merilnem mestu. Najvišja maksimalna dnevna 8-urna koncentracija je dosegla – enako kot leta 2007 - le 32 % mejne vrednosti 10 mg/m<sup>3</sup>.

### Letni in dnevni hod koncentracij

Tako kot pri dušikovih oksidih je tudi tu izrazit letni hod z maksimumom pozimi in minimumom poleti. 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. Omenjena značilnost je komaj opazna na merilnem mestu na Krvavcu, saj je le-to nad višino temperaturnih inverzij.

Da je največji vir CO promet, kaže slika dnevnega hoda koncentracij z očitno izraženim jutranjim in večernim maksimumom ter precej višjimi koncentracijami ob delovnih dnevih kot ob koncu tedna. Značilno je tudi, da na Krvavcu, ki je daleč proč od prometnih poti, ni dnevnega hoda koncentracije, niti ni razlik med delavniki in koncem tedna.

Pri časovnem trendu je opazen padec koncentracij v letu 2008, kar je posledica vremenskih razmer, saj je bilo precej več padavinskih dni kot leto prej.

Tabela 2.3.3.(1): Koncentracije CO v zraku (mg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaje	Leto		8 ur**	
	% pod	Cp	max	>MV
Ljubljana Bežigrad	85	0,6	2,8*	0*
Maribor	92	0,6	2,1	0
Celje	94	0,6	3,2	0
Nova Gorica	93	0,4	2,4	0
Trbovlje*	67	0,6	2,6*	0*
Krvavec	90	0,2	0,4	0

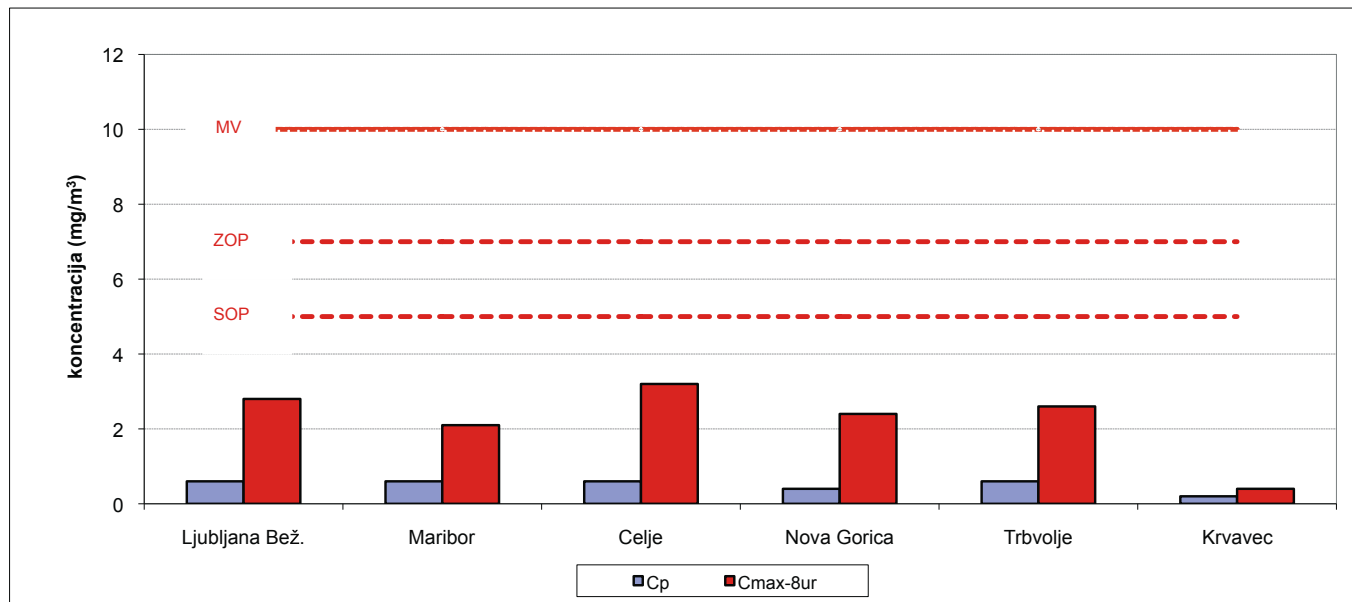
Legenda:

**	določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
	prekoračena mejna vrednost
	prekoračen zgornji ocenjevalni prag
	prekoračen spodnji ocenjevalni prag
	koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom
*	informativni podatek, prenizek odstotek veljavnih podatkov

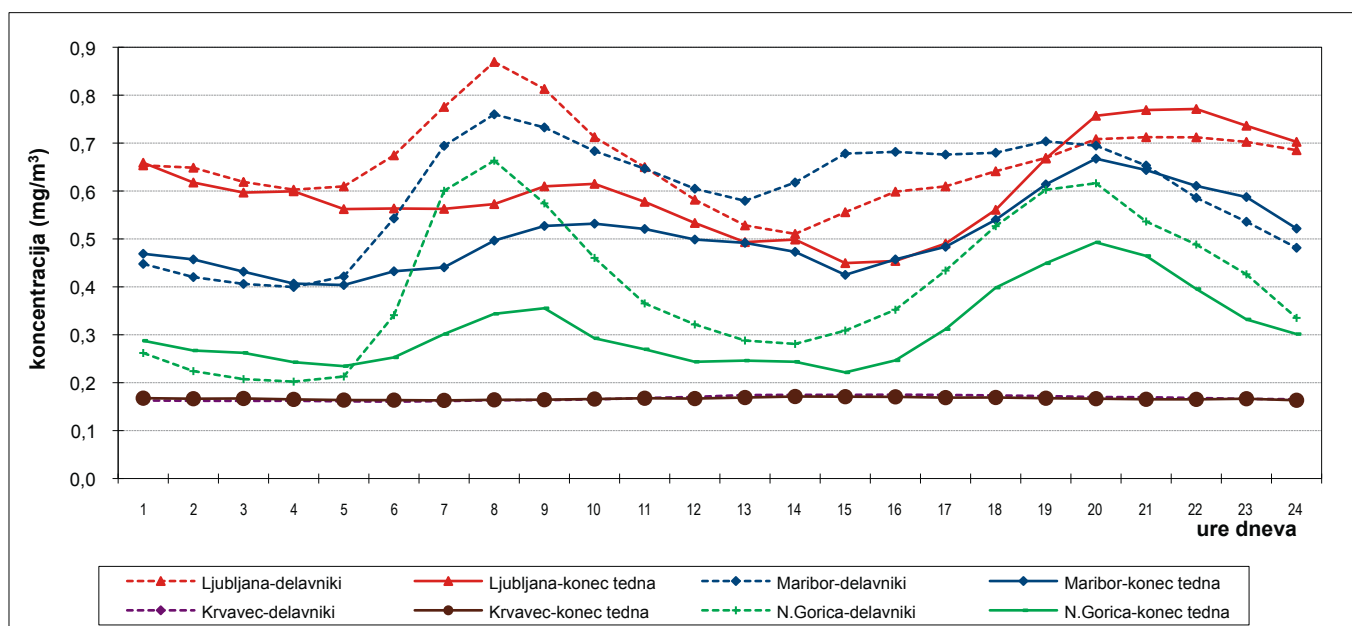
Tabela 2.3.3.(2): Najvišje 8-urne koncentracije CO (mg/m<sup>3</sup>) po mesecih v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	2,8*	1,9*	1,1	0,9	0,8*	0,8*	0,8*	0,9*	1*	1,5*	1,7	1,9*
Maribor	2,1	1,6	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,8	1	1,4*	1,8
Celje	3,2	2,5	1,3	0,8	0,5	0,3	0,6	0,5	0,6	1,0	1,9	2,2
Nova Gorica	2,4	2,4	1,1*	1,1	0,7	0,7	0,3	0,4	0,5	1,1	1,4*	2,1*
Trbovlje					0,7	0,8	0,6	0,7	1,2	1,8*	2,5	2,6
Krvavec	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0*	0*	0,2	0,3	0*	0,3

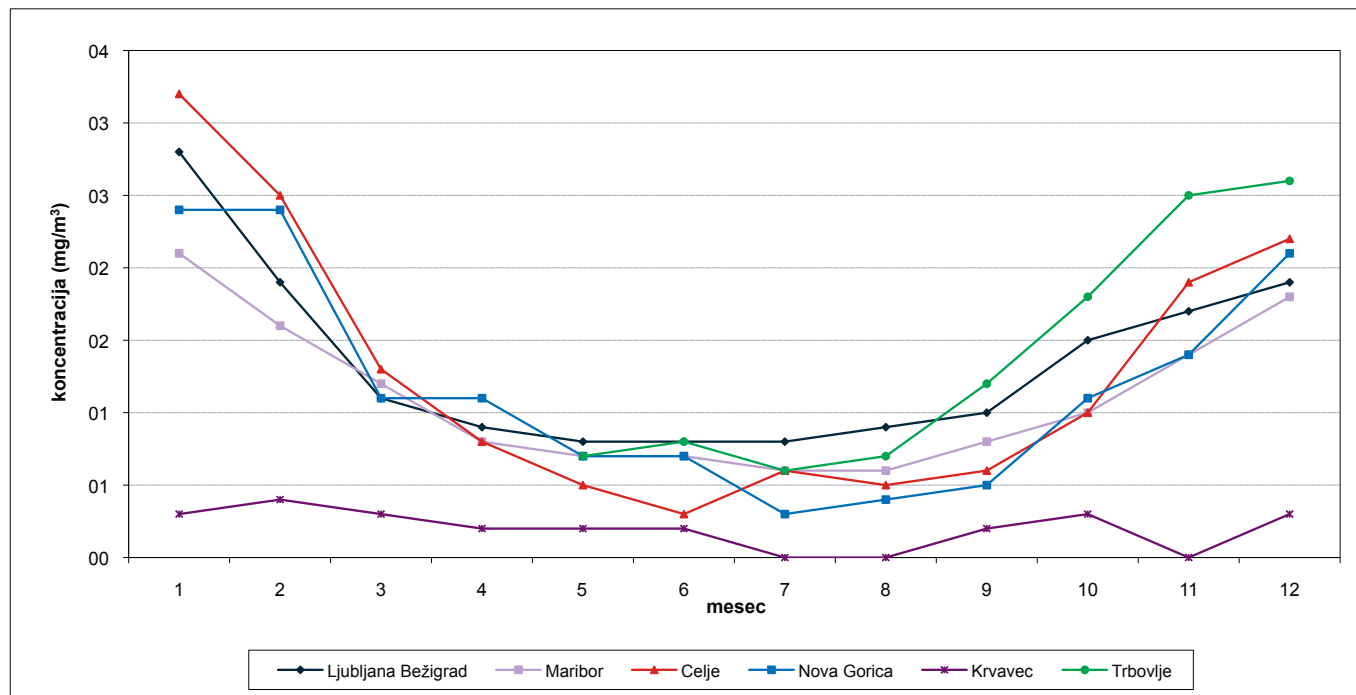
Slika 2.3.3.(1): Povprečne letne in maksimalne 8-urne koncentracije CO v letu 2008 v mg/m<sup>3</sup> (MV-mejna vrednost, SOP-spodnji ocenjevalni prag, ZOP-zgornji ocenjevalni prag)



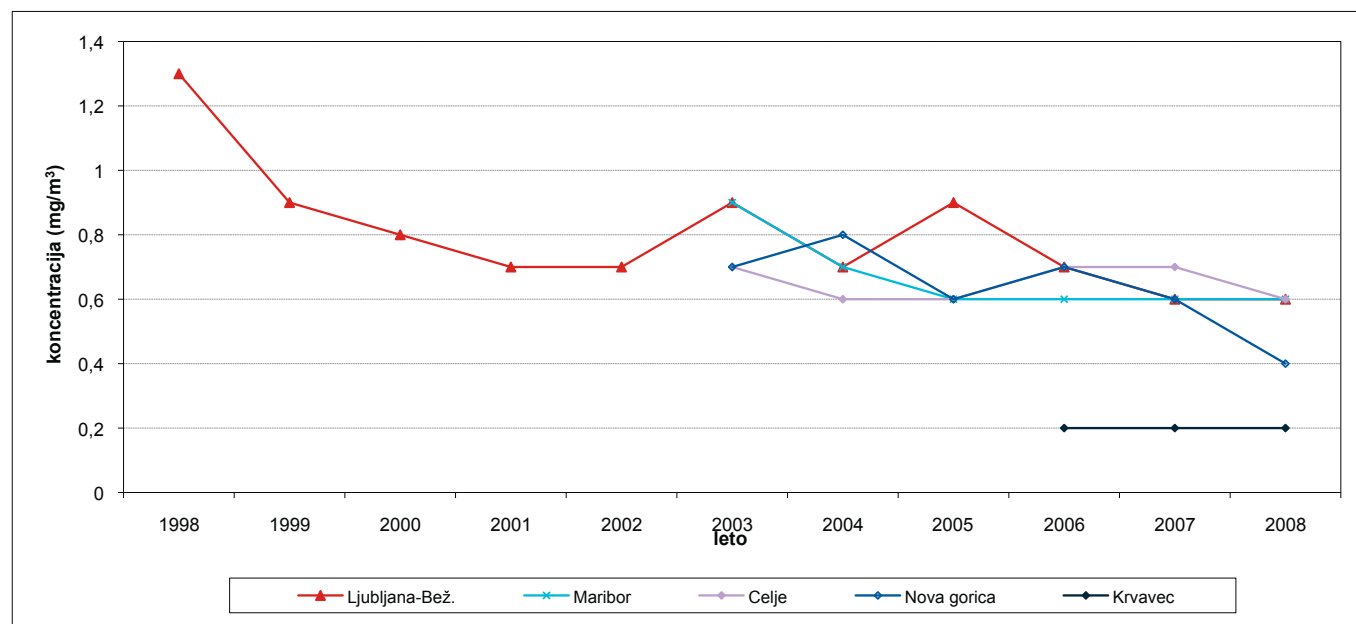
Slika 2.3.3.(2): Dnevni hod koncentracije CO na štirih merilnih mestih DMKZ v letu 2008



Slika 2.3.3.(3): Najvišje 8-urne koncentracije CO (mg/m<sup>3</sup>) po mesecih v letu 2008



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



## Zaradi pogostih neviht v poletju 2008 so bile koncentracije ozona razmeroma nizke.

### 2.3.4. Ozon

#### Prekoračitve mejnih vrednosti v letu 2008

- Koncentracije ozona so prekoračile **opozorilno urno vrednost** 180 µg/m<sup>3</sup> le petkrat na *Otlici* in dvakrat na merilnem mestu *sv. Mohor nad Brestanico*.
- **Alarmna urna** vrednost ni bila prekoračena.
- Letno dovoljeno število prekoračitev **ciljne 8-urne vrednosti** koncentracije ozona 120 µg/m<sup>3</sup> je bilo preseženo le *na nekaterih višje ležečih merilnih mestih ter v Kopru*.
- Mejna vrednost faktorja AOT40 za zaščito vegetacije in gozdov je bila prekoračena tudi tokrat *na vseh za to reprezentativnih merilnih mestih*.

#### Izvori ozona

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

Promet na ljubljanski obvoznici (foto: Albrt Kolar)



ozona. Reakcije so tem intenzivnejše, čim višja je temperatura (tabela 2.3.4.(2)) in čim močnejše je sončno obsevanje, zato je onesnaženost zraka z ozonom večja poleti in čez dan.

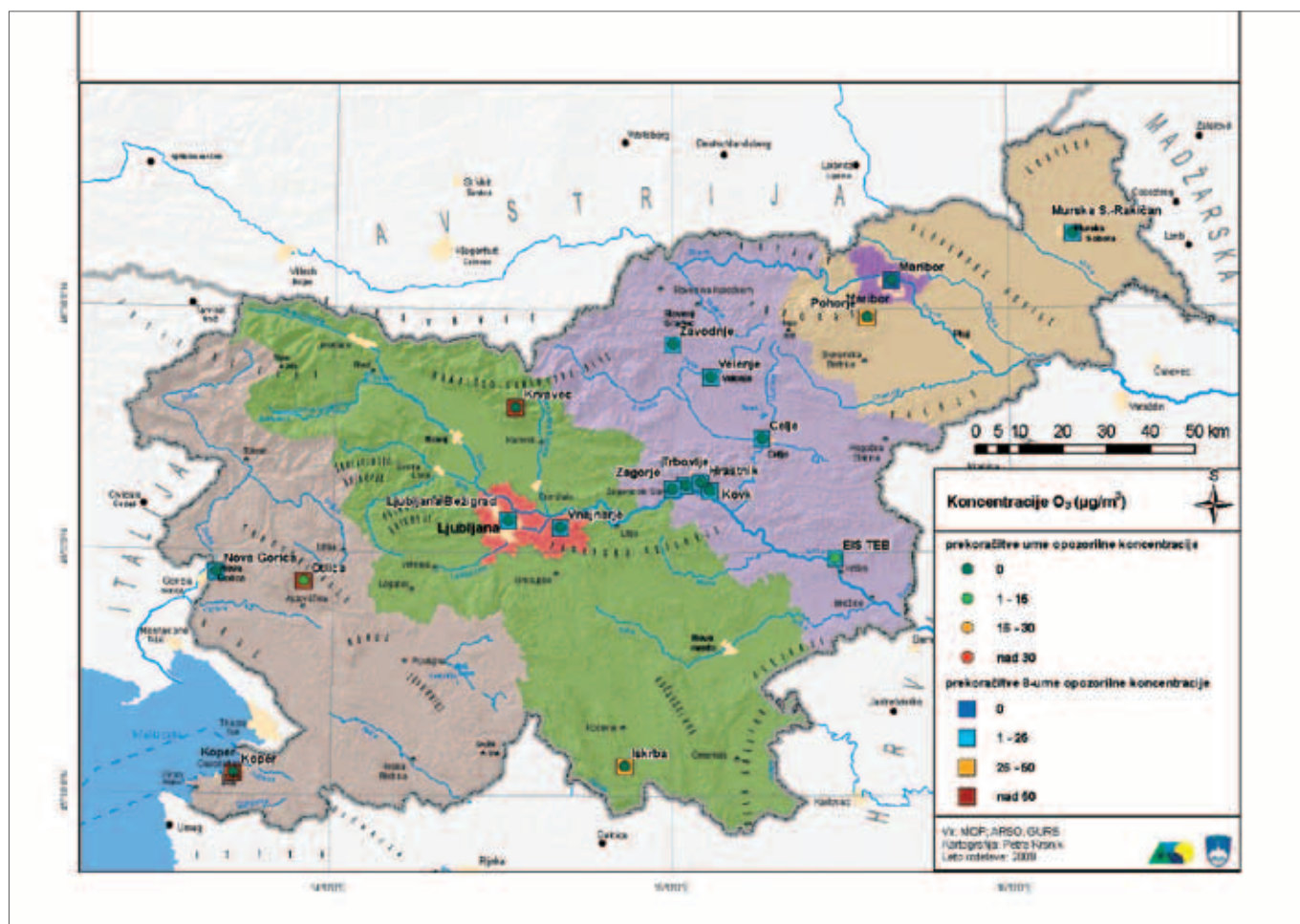
Tabela 2.3.4.(1): Koncentracije ozona v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008 (prekoračena mejna vrednost AOT40 in mejna letna vrednost ter preseženo dovoljeno število prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti koncentracije so v rdečem tisku, faktorji AOT40 za nereprezentativna mesta pa so v poševnem tisku).

Postaje	n.v. (m)	% pod	Leto	1 ura			8 ur		AOT40	
			C <sub>p</sub>	max	>OV	>AV	max	>CV	apr-sep	maj-jul
			Zaščita materialov	Varovanje zdravja						Zaščita gozdov
Krvavec	1740	91	<b>95</b>	169	0	0	155	<b>70</b>	<b>55840</b>	<b>32192</b>
Iskrba	540	95	<b>50</b>	154	0	0	141	<b>33</b>	<b>36120</b>	<b>19353</b>
Otlica	918	93	<b>82</b>	187	5	0	168	<b>54</b>	<b>48275</b>	<b>28305</b>
Ljubljana Bežigrad	299	93	<b>42</b>	165	0	0	158	22	<b>31667</b>	<b>19315</b>
Maribor	270	95	37	130	0	0	118	0	8371	5320
Celje	240	91	<b>41</b>	158	0	0	146	15	<b>23288</b>	<b>14580</b>
Trbovlje	250	77	<b>33</b>	142*	0*	0	136*	6	16894	14468
Hrastnik	290	88	<b>41</b>	158	0	0	138	14	<b>21863</b>	<b>14284</b>
Zagorje	241	92	30	139	0	0	122	1	7518	5196
Murska S.-Rakičan	188	95	<b>45</b>	148	0	0	137	9	<b>26639</b>	<b>16533</b>
Nova Gorica	113	95	<b>43</b>	172	0	0	155	25	<b>28941</b>	<b>18459</b>
Koper	56	93	<b>67</b>	173	0	0	164	<b>66</b>	<b>49108</b>	<b>30008</b>
Vnajarje	<b>630</b>	<b>94</b>	<b>60</b>	<b>154</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>149</b>	<b>9</b>	<b>14433</b>	<b>9338</b>
Maribor Pohorje	725	96	<b>74</b>	155	0	0	143	<b>27</b>	<b>28087</b>	<b>17376</b>
Zavodnje	<b>770</b>	<b>95</b>	<b>65</b>	<b>148</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	<b>12</b>	<b>22493</b>	<b>14345</b>
Velenje	<b>390</b>	<b>93</b>	<b>42</b>	<b>142</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	<b>7</b>	<b>16613</b>	<b>11138</b>
Kovk	600	78	<b>61</b>	147*	0*	0	140*	19	<b>26318</b>	<b>18607</b>
Sv.Mohor *	<b>390</b>									

Legenda:

*	premalo veljavnih podatkov
---	----------------------------

Slika 2.3.4.(1): Število prekrasitev urne opozorilne in 8-urne ciljne koncentracije ozona v letu 2008



merilno mesto Koper (foto: Peter Pavli)



Na prometnih merilnih mestih pa so koncentracije ozona nižje, ker le-ta hitro reagira z dušikovim monoksidom iz izpušnih plinov in razpade nazaj na kisik. 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 (Uredba, št. 8/03) predpisuje za zaščito 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 2008 je podan v tabeli 2.3.4.(1)



Tabela 2.3.4.(2): Najnižja povprečna dnevna in najnižja maksimalna dnevna temperatura zraka na treh merilnih mestih za dneve v letih 2005-2008, ko je vsaj ena urna koncentracija ozona prekorala opozorilno vrednost 180 µg/m³

merilno mesto	Tpovp (st.C)	Tmax (st.C)
Nova Gorica	23	30
Koper	26	30
Ljubljana-Bežigrad	23	30

Kot smo že v poročilih za prejšnja leta ugotovili, se najvišje koncentracije ozona pojavljajo poleti na Obali in na Primorskem. Takrat so naši kraji na zahodnem obrobju območja visokega zračnega pritiska, tako da prevladujejo šibki vetrovi zahodne in jugozahodne smeri.

Najnižje koncentracije ozona so izmerjene v Mariboru in v Zagorju, ker sta merilni mesti ob prometnih cestah v ožjem središču mesta.

Na merilnih mestih v nižinskih krajih nastopi izrazit maksimum koncentracij okrog 14. ure, ko je močno sončno obsevanje in ko so temperature zraka najvišje. Na više ležečih odprtih legah (Krvavec) je ta hod neizrazit. Vpliv emisij predhodnikov ozona na prometnih oziroma mestnih lokacijah se kaže v precej nižjih koncentracijah ozona ob delavnikih kot ob koncu tedna (slika 2.3.4.(3)).

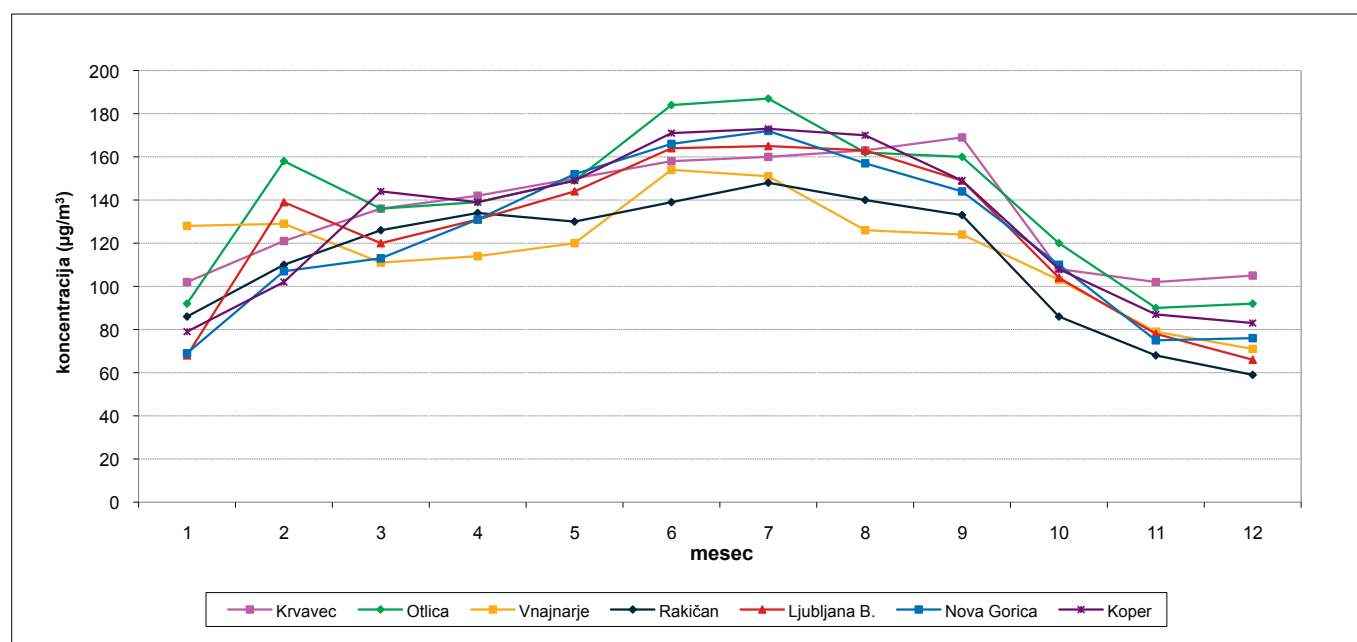
### Letni in dnevni hod koncentracij

Zaradi vpliva sončnega obsevanja in temperature zraka na kemijske reakcije, pri katerih se razvija ozon, so koncentracije poleti precej višje kot pozimi. Prekoračitve opozorilne urne vrednosti se v nižje ležečih krajih pojavljajo le poleti, večinoma od junija do avgusta, le redko pa v maju in septembru – odvisno od vremenske situacije v posameznem letu.

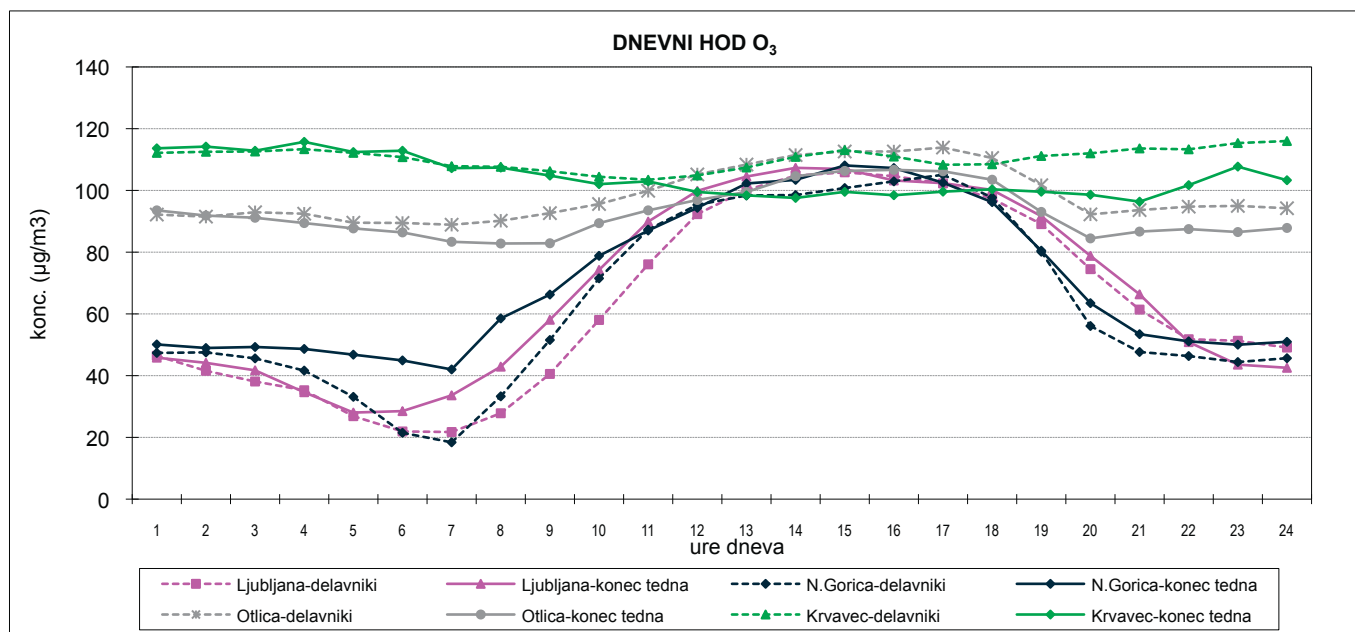
### Časovni trend

Povprečne letne koncentracije ozona ne kažejo opaznih tendenc v zadnjih letih. Manjša nihanja so posledica vremenskih razmer, posebej tistih poletj, ko so pogoji za nastanek ozona zaradi močnejšega sončnega obsevanja in višjih temperatur ugodnejši (npr. dolgo vroče poletje leta 2003, deževno poletje 2004 in tudi 2008). Ta nihanja so bolj izražena v številu prekoračitve opozorilne urne in ciljne 8-urne vrednosti (slike 2.3.4.(4-6)).

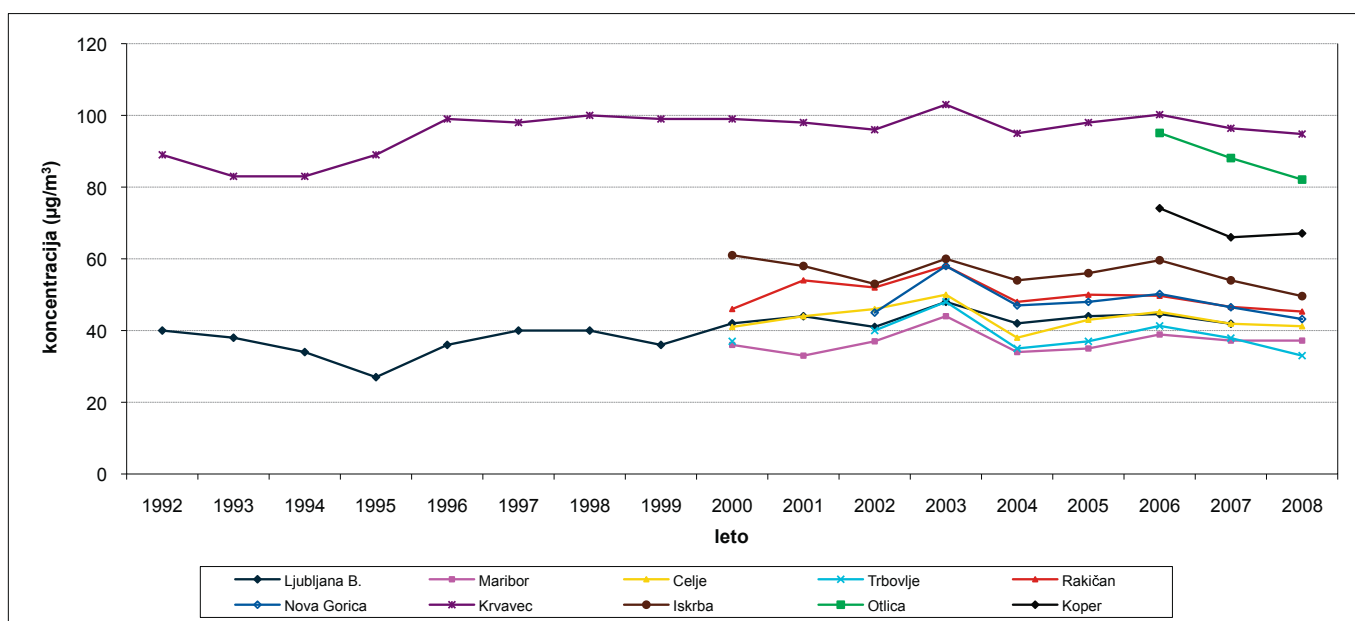
Slika 2.3.4.(2): Najvišje urne koncentracije ozona v letu 2008 po mesecih



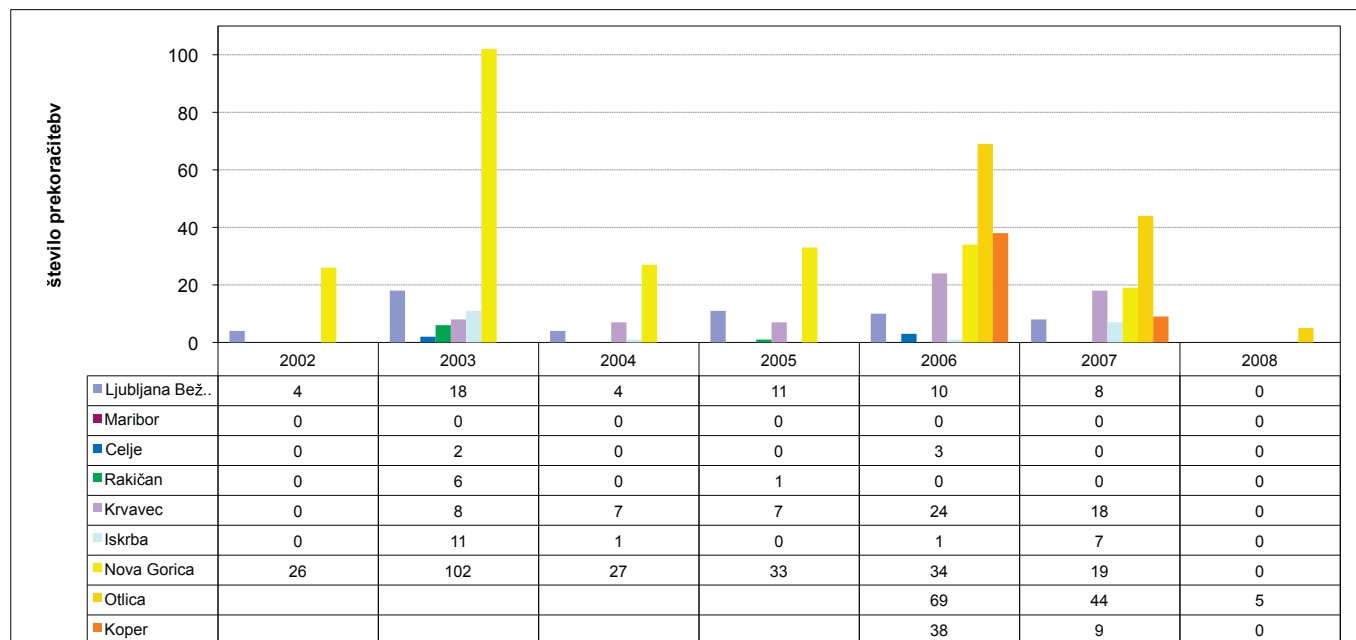
Slika 2.3.4.(3): Dnevni hodi koncentracij ozona v letu 2008



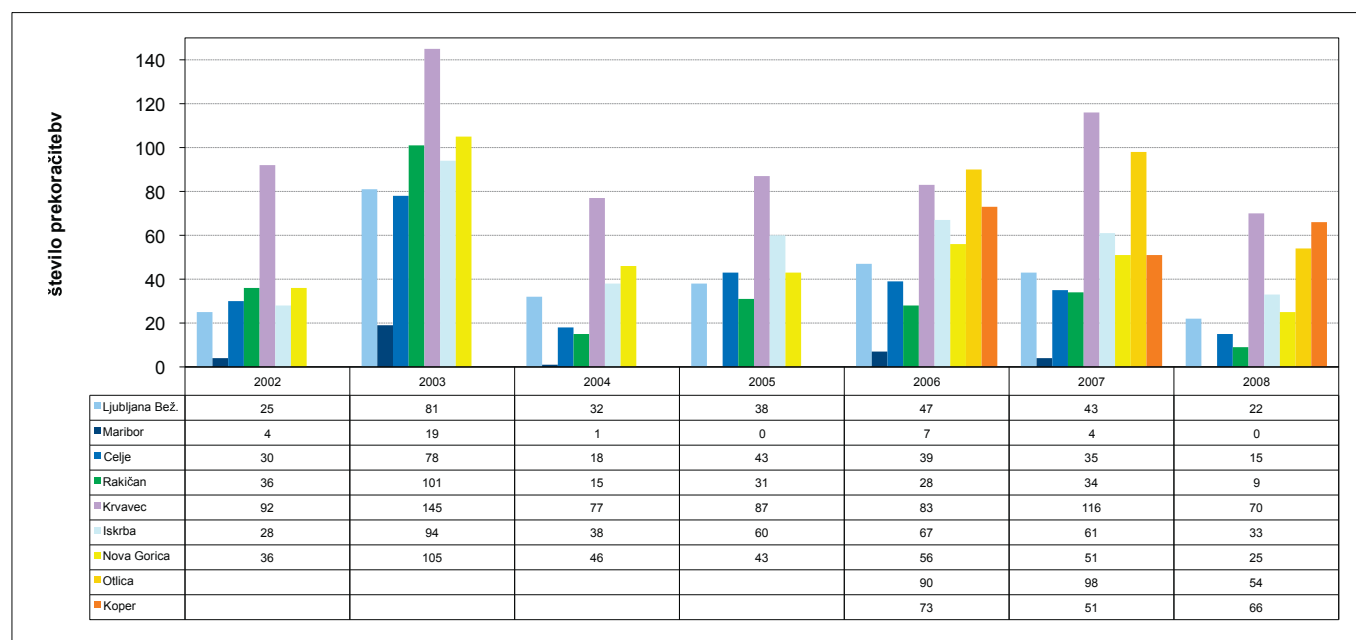
Slika 2.3.4.(4): Povprečne letne koncentracije ozona



Slika 2.3.4.(5): Število prekršitev urne opozorilne koncentracije ozona za obdobje 2002-2008



Slika 2.3.4.(6): Število prekršitev ciljne 8-urne koncentracije ozona za obdobje 2002-2008



## Napoved ozona

Kot za vsa onesnaževala je tudi za ozon predpisana mejna vrednost koncentracije - opozorilna vrednost je  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , alarmna pa  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ti dve vrednosti sta tisti, pri katerih je potrebno takoj ukrepati zaradi varovanja zdravja ljudi. Zato na Agenciji RS za okolje preko naših spletnih strani napovedujemo koncentracijo ozona za dva dni vnaprej za celotno Slovenijo.

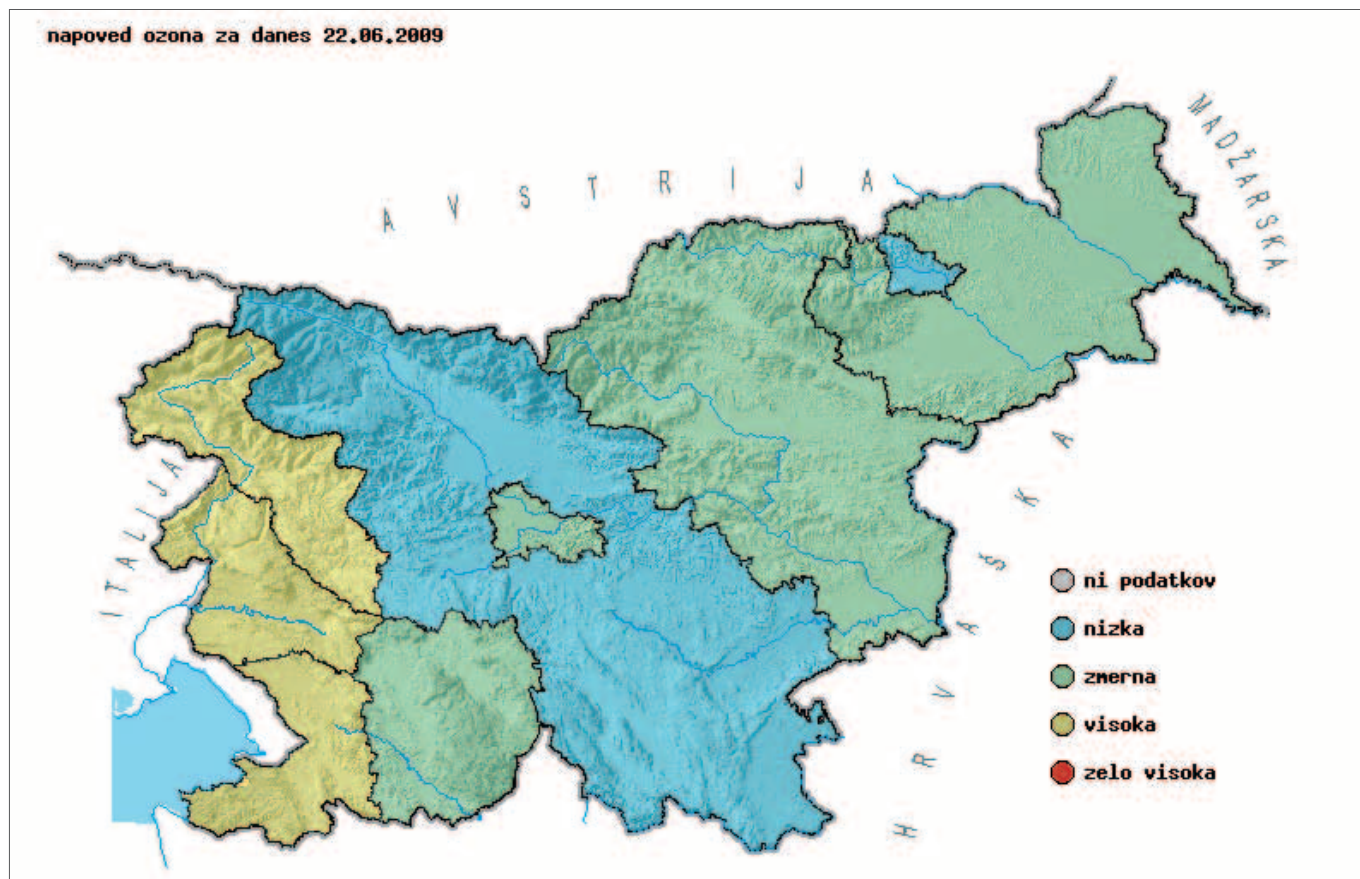
Ko je opozorilna urna koncentracija presežena, pošljemo tudi obvestila na različne naslove: bolnišnice, zdravstveni domovi, mediji, center za reševanje, občine, šole, vrtci.

Ponavljajoča se izpostavljenost povišanim koncentracijam ozo-

na lahko povzroči stalne okvare pljuč. Četudi je ozon prisoten v nižjih koncentracijah, lahko njegovo vdihavanje povzroči množico zdravstvenih problemov, bolečine v prsih, kašljanje, bruhanje in draženje grla, vpliva pa lahko tudi na bronhitis, srčne bolezni in astmo.

Ker običajno ozon nastaja v vročem poletnem vremenu, ko se večinoma zadržujemo zunaj, je lahko prizadet vsakdo, ki preživlja svoj čas na prostem, posebno otroci, starejši ljudje, delavci na prostem in rekreativni športniki. Priporočamo, da se bolne in občutljive osebe odpovedo napornim opravilom na prostem, predvsem opoldne in v popoldanskih urah.

Slika 2.3.4.(7): Primer napovedi ozona, ki je vidna na spletni strani ARSO



Obrazložitev legende:

Ni podatkov	Podatki manjkajo zaradi nepravilnega delovanja merilne opreme.
Nizka ( $0 - 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Onesnaženost zunanjega zraka z ozonom je majhna in ne vpliva na zdravje ljudi.
Zmerna ( $60 - 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pri najbolj občutljivi skupini ljudi se lahko pojavijo prvi simptomi težav v respiratornem sistemu.
Visoka ( $120 - 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pri občutljivih posameznikih, predvsem bolnikih s kroničnimi boleznimi dihal in krvnožilnega sistema se lahko pojavljajo blagi učinki, navadno na respiratorni sistem. Ti ljudje naj se izogibajo zunanjim aktivnostim.
Zelo visoka ( $> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pri občutljivih posameznikih se lahko pojavljajo značilni efekti, kot so otežkočeno dihanje, tesnoba v prsnem košu, kašljanje, pekoč občutek v očeh. Omenjeni učinki so možni pri otrocih in ljudeh, ki izvajajo določene aktivnosti na prostem. Ljudje naj se v času zelo visokih koncentracij izogibajo intenzivnim telesnim dejavnostim na prostem.

## Tako kot drugod po svetu je onesnaženost zraka z delci največja v mestih, kjer prihaja do prekoračitev mejnih koncentracij.

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

Aerosol je disperzni sistem, ki vsebuje trdne ali tekoče delce, suspendirane v plinu, ki ga imenujemo zrak. Delež delcev se emitira v atmosfero iz virov na površini (primarni delci), medtem ko so drugi posledica različnih pretvorb v onesnaženi atmosferi (sekundarni delci).

Delci so lahko naravnega izvora (cvetni prah, prah, morska sol, dim gozdnih požarov, meteorski prah, vulkanski pepel) ali antropogenega izvora (energetski objekti v najširšem pomenu, industrija, promet, poljedelstvo). Delci pomembno vplivajo na zdravje ljudi, kakor tudi na klimo, vidnost itd.

Delci, ki nastanejo s procesi med plini, in delci tako v plinski kot v tekoči fazi, so v glavnem velikosti pod 1 µm (10<sup>-6</sup> m) in se imenujejo **fini delci** (v angleščini izraz *fine particles*). Na zemeljski površini pa nastanejo delci, v glavnem večji od 1 µm, imenujemo jih **grobi delci** (*coarse particles*). Sem štejemo tudi bioaerosole, npr. pelod, trose, katerih izvor je vegetacija. Delci, ki nastanejo pri gore-

nju, se lahko nahajajo v obeh velikostih razredih. Delci različnega izvora so različne kemijske sestave in prav tako različne oblike in različnih fizikalnih stanj. Določitev velikosti aerosola je eden najpomembnejših elementov kar se tiče meritev in modeliranja dinamike aerosola. Premer delcev največkrat opišemo z izrazom »aerodinamični premer«. Aerodinamični premer je definiran kot premer okroglega delca z gostoto 1 g/cm<sup>3</sup>. Delci z enako obliko in velikostjo, toda z različno gostoto, imajo različen aerodinamični premer. Na podlagi aerodinamičnega premera ločimo delce:

PM<sub>10</sub> - delci z aerodinamičnim premerom do 10 µm

PM<sub>2,5</sub> - delci z aerodinamičnim premerom do 2,5 µm

PM<sub>10</sub> - delci z aerodinamičnim premerom do 1 µm

Na Agenciji RS za okolje izvajamo meritve delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> na različnih lokacijah po Sloveniji.

Tabela 2.3.5.(1): Koncentracije delcev PM<sub>10</sub> v zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaje	Leto**		Dan**		korek. faktor	
	% pod	Cp	max	>MV	pozimi	poleti
Ljubljana Bežigrad	98	30	110	37	1,24	1,03
Ljubljana Figovec	95	44	134	101	1,30	1,30
Maribor	98	34	125	54	1,19	1,00
Celje	98	30	125	37	1,12	1,00
Trbovlje	84	38	143	73	1,27	1,04
Zagorje	98	43	121	107	1,30	1,00
Murska S.-Rakičan	99	30	122	42	1,22	1,10
Nova Gorica	99	31	109	35	1,20	1,11
Koper	76	25	94	12	1,30	1,00
EIS-Celje*						
MO Maribor	98	35	115	52	1,30	1,30
Vnajarje▲*						
Pesje	98	20	86	9	1,30	1,30
Škale	96	22	102	12	1,30	1,30
Prapretno	93	29	90	25	1,30	1,30
Iskrba▲		16	37	0		
Morsko▲	84	22	172	16		
Gorenje Polje▲	98	26	198	24		

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
*	premalo veljavnih podatkov

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

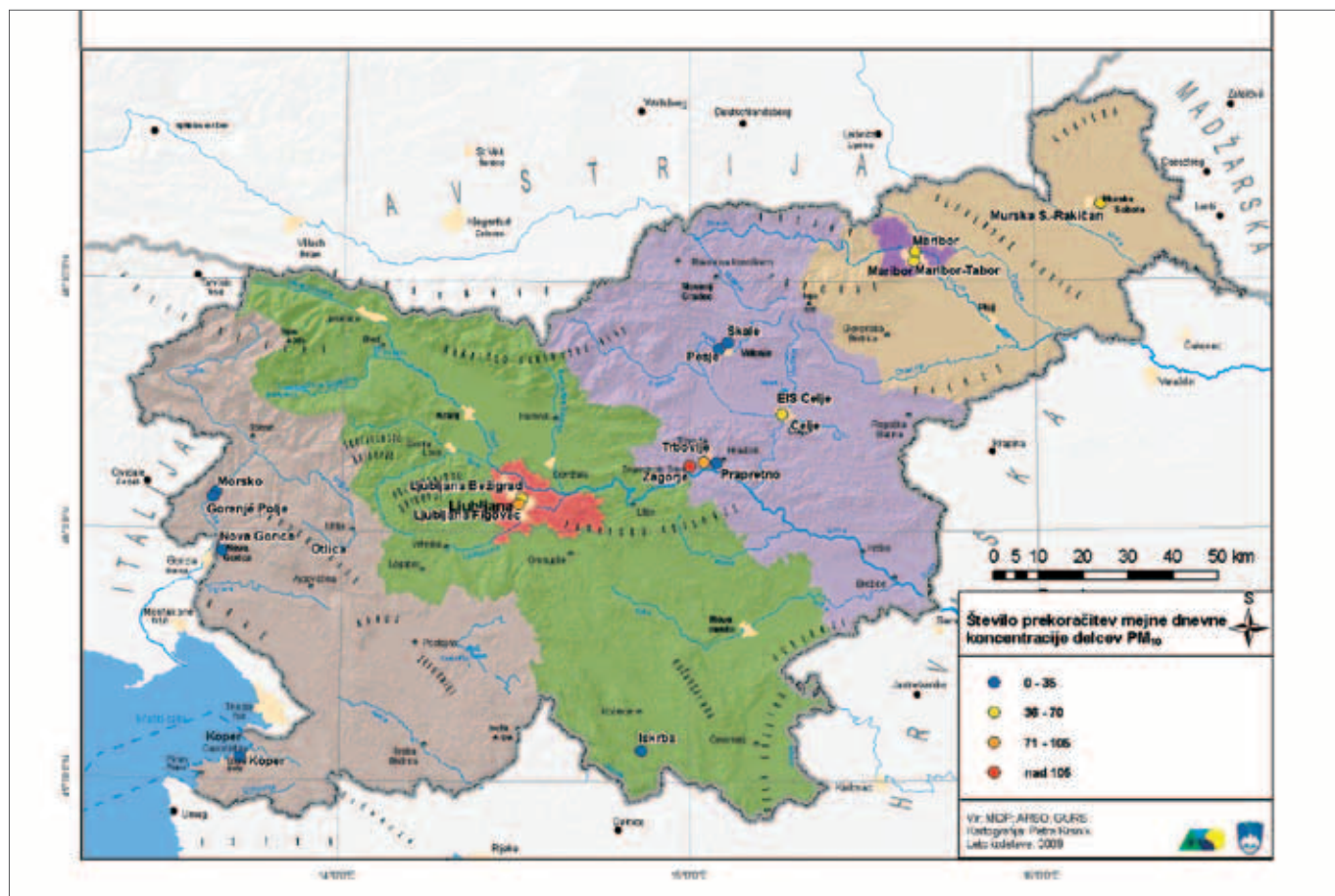
Koncentracije delcev PM<sub>10</sub> so v letu 2008 presegle dovoljeno letno število prekoračitev na vseh mestnih merilnih mestih ter v Rakičanu pri Murski Soboti, povsod drugod pa so prekoračile zgornji ocenjevalni prag.

Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Uradni RS, št.52/02) predpisuje dovoljene mejne vrednosti koncentracij delcev PM<sub>10</sub> za zaščito zdravja - **mejno dnevno vrednost in dovoljeno letno število prekoračitev le-te ter mejno letno vrednost**. Letni pregled onesnaženosti zraka z delci na skupaj 18 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2008 je podan v tabeli 2.3.5.(1). Žal je bilo za merilni mesti Vnajarje in EIS Celje premalo javnih podatkov za izračun statističnih kazalcev. Meritve so avtomatske povsod razen na Iskrbi, na merilnem mestu Vnajarje, in na obeh lokacijah merilne mreže tovarne Anhovo, kjer se izvajajo z referenčno gravimetrično, 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 lahkih 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. To pomeni v nadaljevanju tudi velike razlike med koncentracijami delcev PM<sub>10</sub> v istem obdobju na različnih merilnih mestih.

Neavtomatske 24-urne meritve delcev potekajo z referenčnim merilnikom z nizkim volumskim pretokom (LVS). Pretok skozi merilnik je 2,3 m<sup>3</sup>/h. Vzorcevanje poteka na kvarčnih filtrih, premera 47 mm. Časovna resolucija vzorcevanja je 24 ur. Gravimetrična določitev mase na filtrih poteka v skladu s standardom SIST EN1234:2000.

Slika 2.3.5.(1): Število prekoračitev mejne dnevne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008





V letu 2008 smo začeli objavljati tudi podatke o koncentraciji delcev  $PM_{10}$  s prometnega merilnega mesta Ljubljana-Figovec v središču Ljubljane, ker se zdaj meritve izvajajo z za to predpisanim merilnikom. Tako je zdaj merilno mesto **Ljubljana-Figovec** po onesnaženosti zraka krepko na prvem mestu pred prometno lokacijo v Mariboru.

Za primer vpliva emisij delcev iz prometa v mestnem okolju navajamo merilno mesto Nova Gorica. Najbolj prometne ceste ležijo južno

Foto: Albert Kolar, Nataša Kovač



od lokacije postaje, kar se odraža tudi na porazdelitvi koncentracij po smereh vetra - tabela 2.3.5.(3), sliki 2.3.5.(4a, 4b). V okolici merilnega mesta v Novi Gorici so pričeli z gradbenimi deli avgusta 2006 in so le ta trajala vse do konca leta 2008, kar je tudi vplivalo na povečano onesnaženost zraka z delci na tej lokaciji.

Za merilno mesto Trbovlje pa je značilno, da so se višje koncentracije pojavljale skoraj izključno pri južni smeri vetra na lokaciji postaje (tabela 2.3.5.(2), sliki 2.3.5.(3a, 3b), kar kaže na vpliv tovarne cementa Lafarge, pa tudi na vpliv prometa iz Trbovelj, saj gre gotovo tudi za vpliv toplotnega otoka mesta, ko se nad mestom toplejši zrak dviga in se steka iz okolice proti mestu. Slabša kakovost zraka v Zasavju je tudi posledica emisije iz individualnih kurišč v zimskem času in zelo neugodnega reliefa.

### Izpostavljenost otrok onesnaženemu zraku zaradi delcev $PM_{10}$

Dolgotrajna izpostavljenost prašnim delcem v zunanjem zraku ( $PM_{10}$ ) pomeni povečano tveganje za negativne vplive na zdravje otrok, kot še posebej ranljive družbene skupine. Večinoma število sprejemov v bolnišnico zaradi bolezni dihal otrok, starih od 0-15 let, predstavlja dobrih 15% vseh sprejemov otrok, starih od 0-15 let, v bolnišnico v Sloveniji.

Kazalec prikazuje izpostavljenost otrok onesnaženemu zraku zaradi delcev  $PM_{10}$  v obdobju 2002 - 2007. Koncentracija  $PM_{10}$  je dober kazalec izpostavljenosti prašnim delcem iz zunanjega okolja. Številne epidemiološke študije, opravljene v Evropi in drugje po svetu, kažejo povezavo med izpostavljenostjo ter zdravjem otrok, kot še posebej ranljive družbene skupine. Izpostavljenost delcem  $PM_{10}$  je v kazalcu prikazana za različne skupine koncentracij  $PM_{10}$  in sicer 0-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 30-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 40-50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in  $< 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

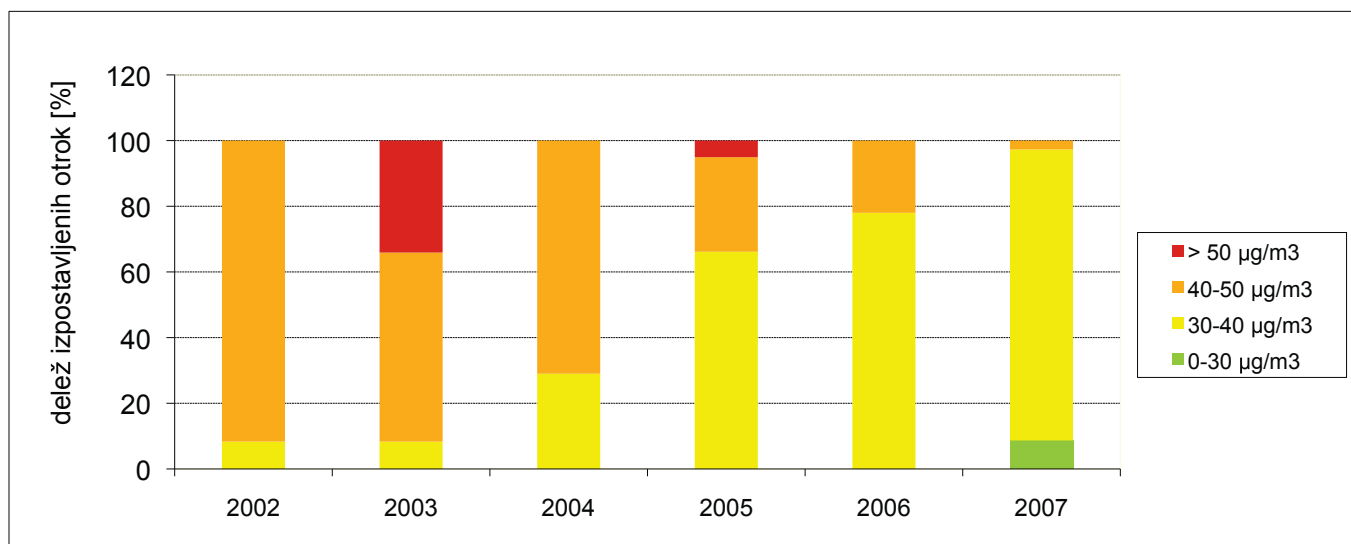


Delež otrok, ki so izpostavljeni posamezni skupini koncentracije  $PM_{10}$  je izračunan za Ljubljano, Maribor, Celje, Mursko Soboto, Novo gorico, Trbovlje in Zagorje ob Savi. Pri izračunu deleža otrok v posamezni skupini glede na koncentracijo  $PM_{10}$  se upošteva skupno število otrok glede na obravnavano mesto. Sortiranje, katero merilno mesto sodi v določeno skupno koncentracije  $PM_{10}$ , je narajeno na podlagi rezultatov meritev, ki odražajo letno koncentracijo delcev  $PM_{10}$  v zunanjem zraku na posameznem merilnem mestu. Meritve  $PM_{10}$  se zagotavlja Agencija RS za okolje v okviru rednega monitoringa kakovosti zunanjega zraka.

Delež otrok v starostni skupini 0-15, ki so bili sprejeti v bolnišnico zaradi diagnoze bolezni dihal je prikazano za obdobje 2002-2007. Pri tem je delež za posamezno mesto izračunan kot razmerje med številom otrok, ki so bili sprejeti v bolnišnico zaradi diagnoze bolezni dihal in skupnim številom otrok v tem mestu v določenem letu.

Več podatkov ter informacij s področja izpostavljenosti otrok onesnaženemu zraku zaradi delcev  $PM_{10}$  je na voljo v Kazalcih okolja v Sloveniji na spletni strani <http://kazalci.arsogov.si/>.

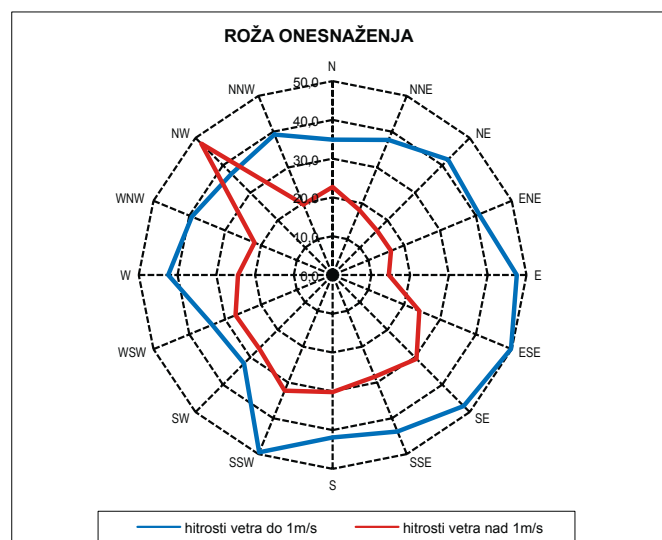
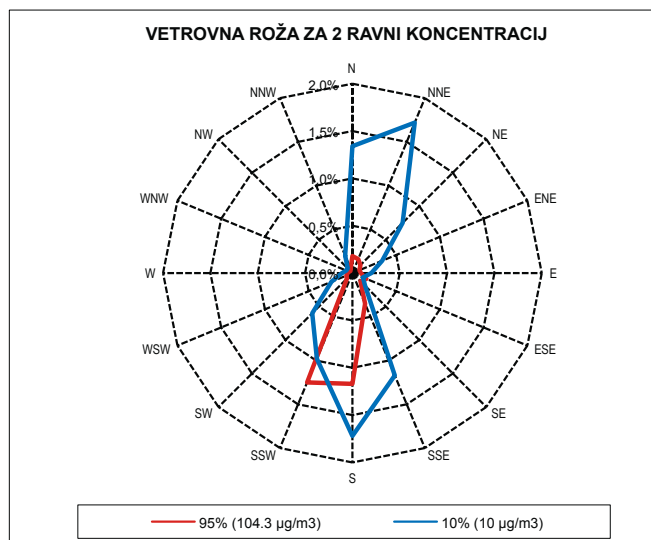
Slika 2.3.5.(2): Gibanje letne koncentracije delcev  $PM_{10}$  v mestih



Vir: Baza podatkov IVZ RS, Inštitut za varovanje zdravja, 2009 in Zbirka podatkov avtomatskih meritev državne mreže za spremljanje kakovosti zraka (DMKZ), Agencija Republike Slovenije za okolje, 2009

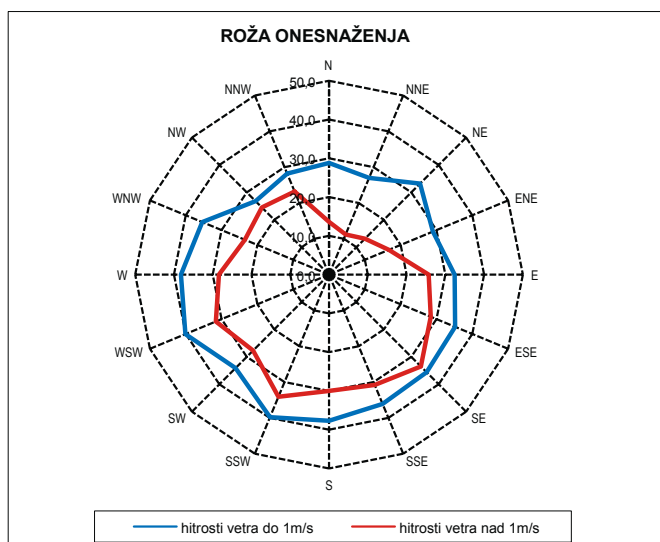
Tabela 2.3.5.(2): Delež vetra in povprečne koncentracije  $PM_{10}$  v posameznih smereh na merilnem mestu Trbovlje za leto 2008

hitrosti vetra do 1m/s			hitrosti vetra nad 1m/s		
smer vetra	delež vetra	povp. konc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	smer vetra	delež vetra	povp. konc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
brezvetrje	11,1%	53,5			
N	3,6%	34,9	N	3,8%	22,7
NNE	3,1%	37,7	NNE	5,4%	18,1
NE	2,3%	42,1	NE	1,8%	16,2
ENE	1,5%	40,9	ENE	0,5%	16,3
E	1,3%	47,5	E	0,2%	14,5
ESE	1,6%	49,8	ESE	0,2%	24,2
SE	1,9%	47,8	SE	0,8%	30,6
SSE	4,8%	43,7	SSE	7,1%	28,4
S	16,2%	41,9	S	7,3%	30,2
SSW	11,2%	49,5	SSW	2,3%	32,3
SW	3,9%	32,3	SW	0,5%	26,8
WSW	1,6%	33,6	WSW	0,4%	27,1
W	1,2%	42,4	W	0,3%	24,4
WNW	1,0%	39,3	WNW	0,1%	21,8
NW	1,0%	36,9	NW	0,1%	47,9
NNW	1,8%	39,2	NNW	0,4%	19,7
vsota	57,7%	42,3	vsota	31,2%	25,5

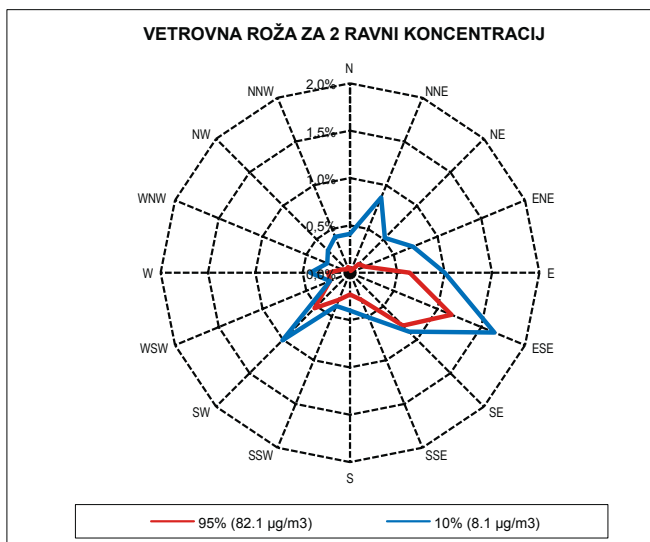
Slika 2.3.5.(3a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije  $PM_{10}$  pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Trbovlje za leto 2008

 Slika 2.3.5.(3b): Vetrovni roži (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije  $PM_{10}$  na merilnem mestu Trbovlje za leto 2008

 Tabela 2.3.5.(3): Delež vetra in povprečne koncentracije  $PM_{10}$  v posameznih smereh na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2008

hitrosti vetra do 1m/s			hitrosti vetra nad 1m/s		
smer vetra	delež vetra	povp. konc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	smer vetra	delež vetra	povp. konc. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
brezvetrje	0,4%	39,4			
N	1,3%	28,8	N	0,5%	13,6
NNE	1,4%	27,0	NNE	1,9%	11,2
NE	2,0%	33,2	NE	1,4%	13,1
ENE	4,4%	29,0	ENE	1,4%	16,7
E	10,9%	32,4	E	3,5%	25,7
ESE	14,5%	35,2	ESE	5,8%	28,4
SE	6,7%	35,6	SE	4,4%	33,5
SSE	3,1%	36,1	SSE	2,3%	30,8
S	2,1%	37,7	S	2,4%	30,0
SSW	1,6%	39,8	SSW	2,4%	34,1
SW	6,4%	34,1	SW	3,7%	27,7
WSW	1,3%	40,1	WSW	2,3%	31,6
W	1,6%	38,2	W	2,6%	28,4
WNW	1,8%	35,4	WNW	1,3%	23,5
NW	1,7%	26,8	NW	0,8%	24,5
NNW	1,8%	28,2	NNW	0,5%	23,2
vsota	62,6%	33,8	vsota	37,0%	27,1

Slika 2.3.5.(4a): Roža onesnaženja (povprečne koncentracije  $PM_{10}$  pri različnih smereh vetra iz gornje tabele) na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2008



Slika 2.3.5.(4b): Vetrovna roža (pogostosti smeri vetra) za koncentracije, ki so višje od 95 perc. oz. nižje od 10 perc. koncentracije  $PM_{10}$  na merilnem mestu Nova Gorica za leto 2008



### Letni in dnevni hod koncentracij

Nižje koncentracije delcev  $PM_{10}$  poleti in višje pozimi so očitne zlasti na prometnih merilnih mestih, saj se pozimi zaradi temperaturnih inverzij onesnažen zrak zadržuje v bližini cestišč, ki so izvor emisije.

Jutranji in večerni maksimum sta predvsem posledica prometnih konic, pri čemer je vpliv popoldanske premaknjen na večerni čas, ko se hitrosti vetrov že zmanjšajo. Precej višje koncentracije se pojavljajo ob delovnih dnevih kot ob koncu tedna.

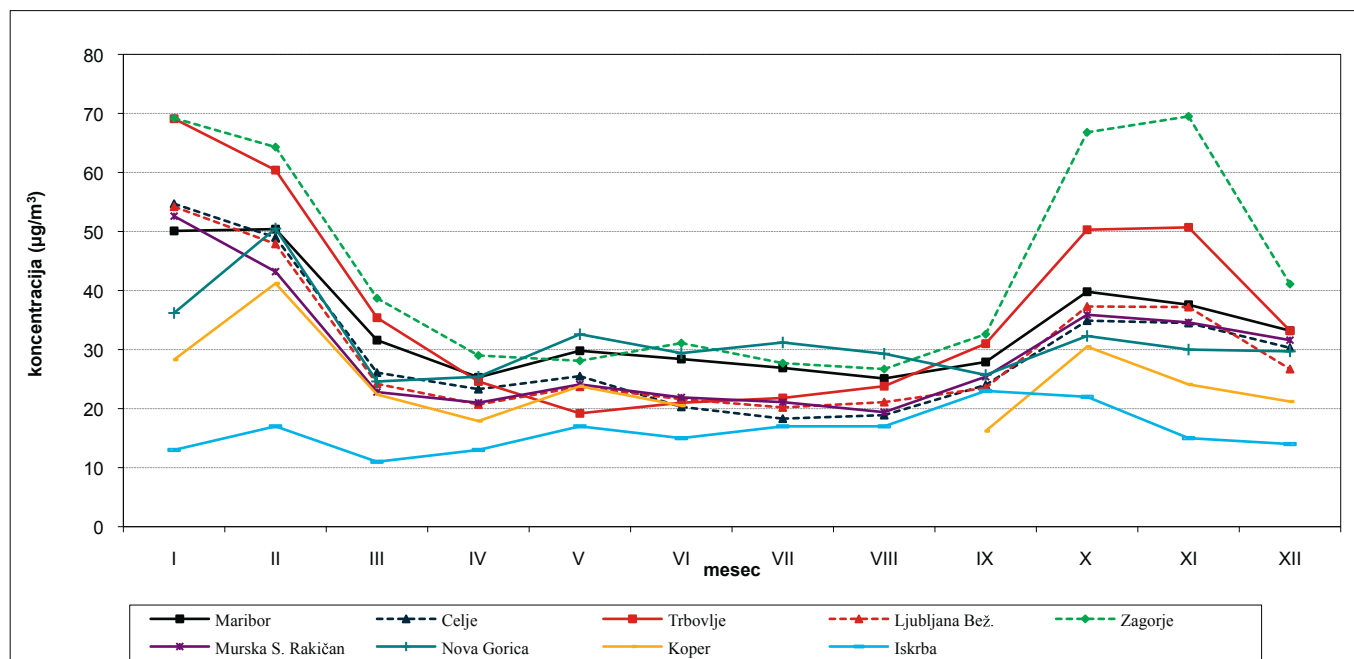
### Časovni trend

Pri časovnem trendu koncentracij je opazen vpliv prevladujočih vremenskih situacij. Tako so bile npr. koncentracije delcev visoke

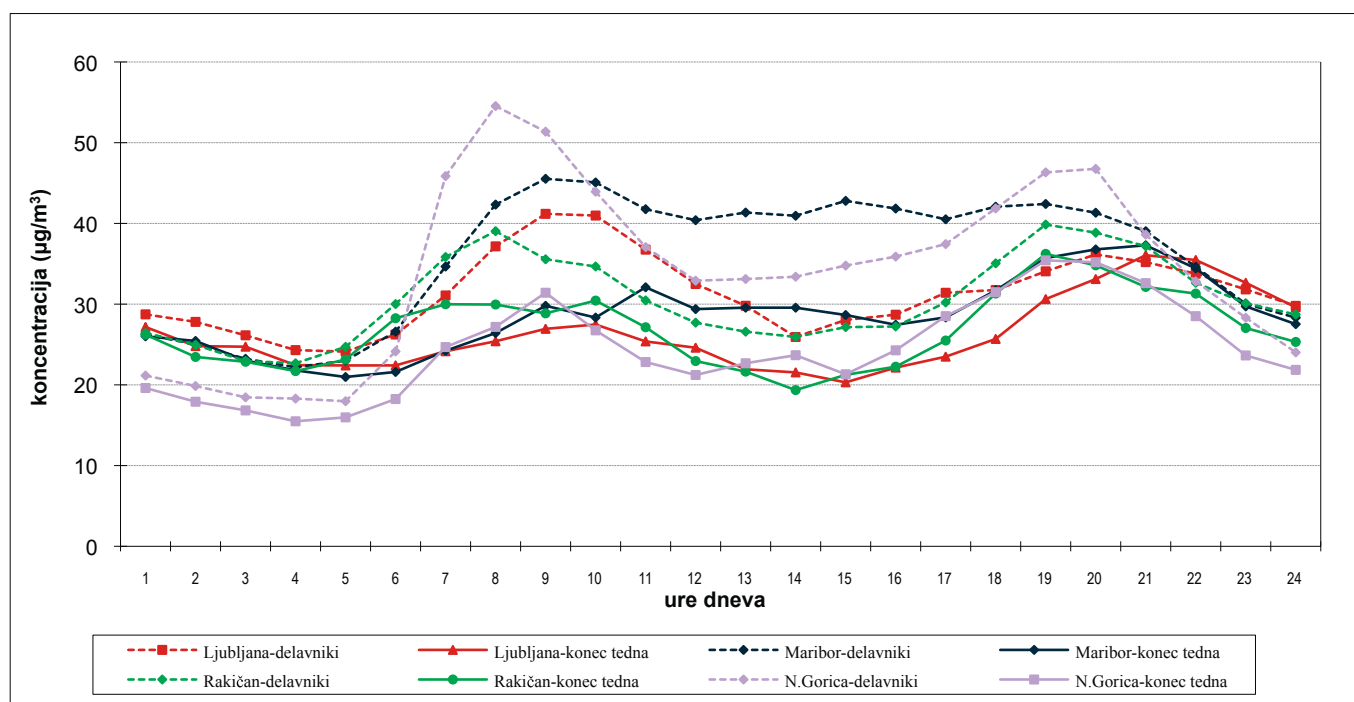
v zelo sušnem letu 2003, nižje v letu 2004, ko je prevladovalo mokro poletje, in spet višje leta 2005, ko smo imeli v januarju in začetku februarja precej mrzlo in suho vreme, kar je vplivalo na večjo onesnaženost zraka. Na nižje koncentracije v letu 2007 je vplivala nadpovprečno topla in vetrovna prva polovica leta, v letu 2008 pa pogoste padavine zlasti v poletnem času. Odvisnost koncentracij od števila padavinskih dni prikazuje slika 2.3.5.(8).

V poglavju 2.3.2 smo že omenili, kako je nenavadno močna temperaturna inverzija nad Padsko nižino in severnim Jadranom med 18. in 25. februarjem 2008 vplivala na povečanje onesnaženosti zraka ob obali in na Primorskem. Tako kot koncentracije dušikovih oksidov so bile tudi koncentracije delcev  $PM_{10}$  v teh dneh na tem območju celo višje kot npr. na mestnem merilnem mestu Ljubljana Bežigrad (slika 2.3.5.(9)).

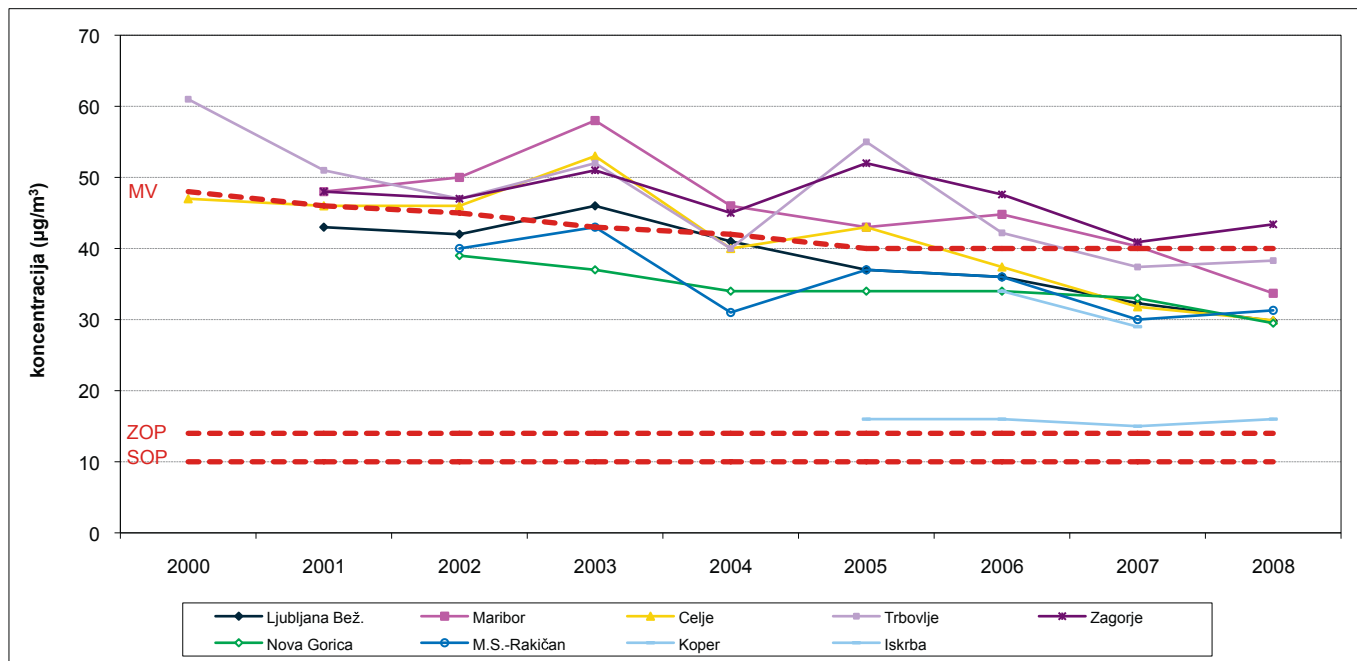
Slika 2.3.5.(5): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> v letu 2008



Slika 2.3.5.(6): Dnevni hodi koncentracij delcev PM<sub>10</sub> za leto 2008 na štirih merilnih mestih



Slika 2.3.5.(7): Povprečne letne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> z upoštevanim korekcijskim faktorjem (MV-mejna vrednost, SOP-spodnji ocenjevalni prag, ZOP-zgornji ocenjevalni prag)

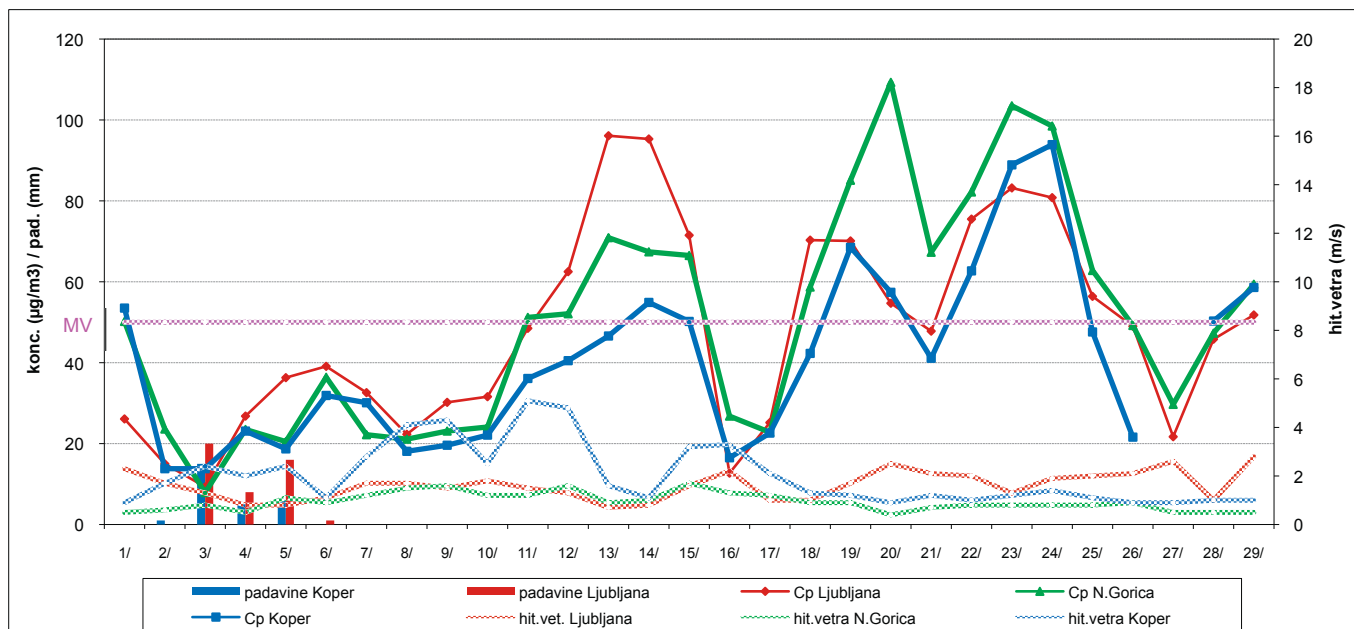


Slika 2.3.5.(8): Število prekršitev mejne dnevne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> in število padavinskih dni za obdobje 2002-2008





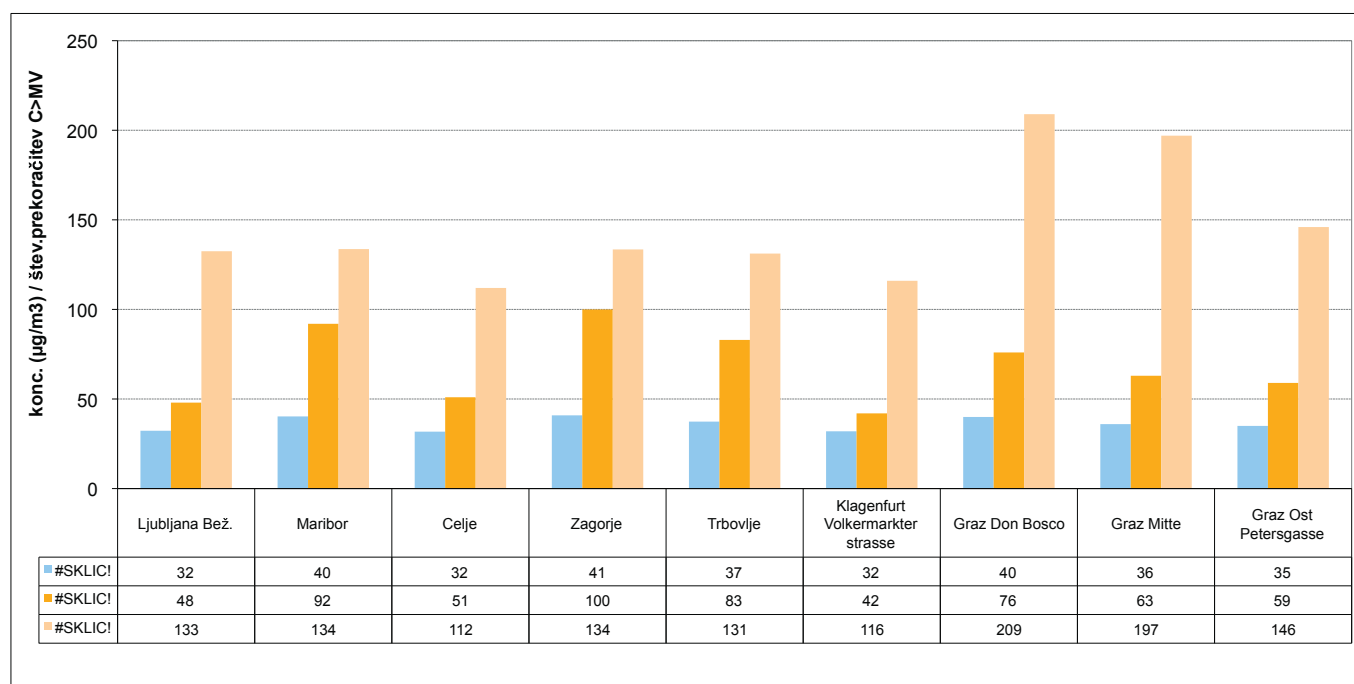
Slika 2.3.5.(9) : Povprečne dnevne koncentracije (Cp) delcev PM<sub>10</sub> na treh merilnih mestih v februarju 2008



Za primerjavo navajamo podatke o koncentracijah delcev PM<sub>10</sub> za leto 2007 z nekaterih naših mestnih merilnih mest in štirih mestnih merilnih mest v sosednji Avstriji /35/, od katerih je najbolj prometno Gradec-Don Bosco (slika 2.3.5.(10)). Maksimalne

dnevne koncentracije so bile višje v mestih v Avstriji, število prekoračitev dnevne mejne vrednosti pa so bile višje na naši najbolj prometni lokaciji v Mariboru in v Zasavju.

Slika 2.3.5.(10): Povprečne letne in najvišje dnevne koncentracije (Cp) delcev PM<sub>10</sub> ter število prekoračitev dnevne mejne vrednosti na merilnih mestih v Sloveniji in v sosednji Avstriji v letu 2007



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

Delci PM<sub>2,5</sub> so manjši, lažji, in se dlje časa zadržujejo v zraku ter prepotujejo večje razdalje kot večji delci. Drobní delci PM<sub>2,5</sub> imajo znatne negativne posledice na zdravje ljudi. Za zdaj še ni določilivega praga, pod katerim delci PM<sub>2,5</sub> ne bi predstavljali tveganja za zdravje. Cilj bi moral biti splošno zmanjšanje koncentracij v neizpostavljenem mestnem okolju, da bi bilo velikemu delu prebivalstva zagotovljeno uživanje koristi izboljšane kakovosti zunanjega zraka. Zato je bila konec maja 2008 sprejeta Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo, ki uvaja med drugim novostmi tudi delce PM<sub>2,5</sub>. Določena je mejna letna vrednost za delce PM<sub>2,5</sub> 25 µg/m<sup>3</sup>, ki mora biti dosežena leta 2015. Le- to moramo nato do leta 2020 znižati na 20 µg/m<sup>3</sup>.

Prav tako omenjena Direktiva uvaja nov termin Kazalec povprečne izpostavljenosti, ki temelji na meritvah na mestih v neizpostavljenem mestnem okolju. Tako je ARSO v letu 2009 uvedla dodatna merilna mesta, ki ustrezajo definiciji neizpostavljenega mestnega okolja – Vrbski plato v Mariboru in merilno mesto pri Biotehnični fakulteti v Ljubljani.

Kazalec povprečne izpostavljenosti je potrebno oceniti kot drseče povprečje srednjih vrednosti letnih koncentracij v treh zaporednih koledarskih letih. Ker Agencija v letu 2008 še ni izvajala meritev na novih lokacijah, bomo srednjo vrednost koncentracije ocenili za leta 2009, 2010 in 2011.

Razmerje med delci PM<sub>2,5</sub> / PM<sub>10</sub> je običajno med 0,7 in 0,8. Običajno je to razmerje višje na urbanih merilnih mestih in nižje na podeželskih. Koncentracije delcev PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub> imajo enak letni hod, ki pa je na podeželski lokaciji Iskrba komaj opazen.

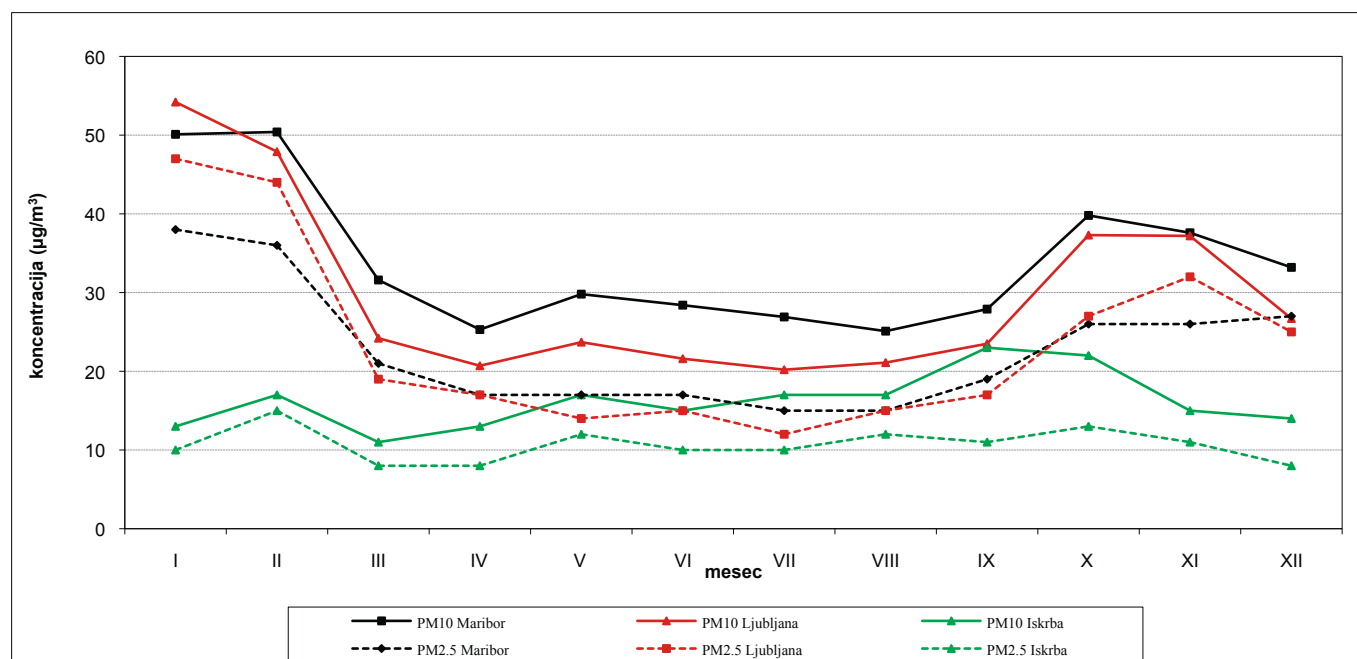
Tabela 2.3.5.(5) : Povpečne letne koncentracije delcev PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaje	Leto	
	% pod	Cp
Ljubljana Bež.	96	24
Maribor	95	23
Iskrba	99	11

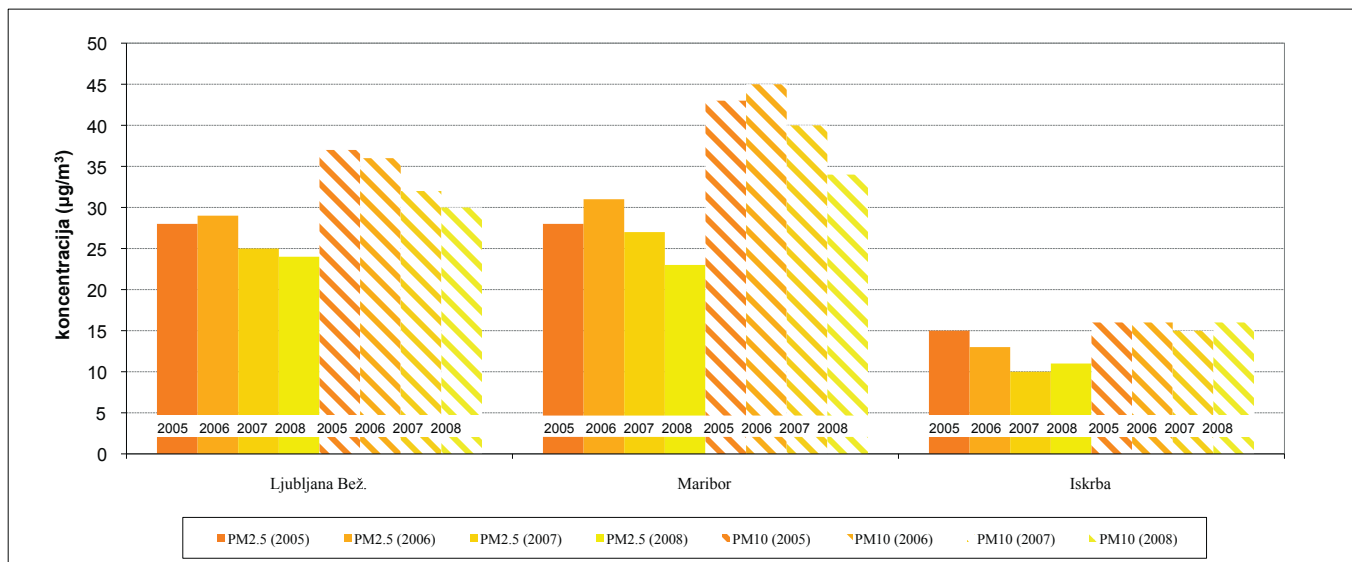
Tabela 2.3.5.(6): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	leto
Ljubljana Bež.	47	44	19	17	14	15	12	15	17	27	32	25	24
Maribor	38	36	21	17	17	17	15	15	19	26	26*	27	23
Iskrba	10	15	8	8	12	10	10	12	11	13	11	8	11

Slika 2.3.5.(11): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> v letu 2008



Slika 2.3.5.(12): Povprečne letne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> v letih 2005 - 2008



Iz prikazanega grafa 2.3.5.(12) je vidna razlika med delci PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub> glede na lokacijo. Merilno mesto Maribor je locirano ob prometni cesti, kar se kaže tudi v porazdelitvi velikosti delcev. Na tej lokaciji je največji delež delcev nad 2,5 µm, kar kaže na resuspenzijo oz. dvig prahu s ceste. Na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad je ta delež delcev nad 2,5 µm nekoliko manjši.

Merilno mesto Iskrba leži proč od neposrednih virov onesnaženja. Tu je delež delcev večjih od 2,5 µm najmanjši. Delcev PM<sub>2,5</sub> na tej lokaciji lahko pripišemo predvsem daljinskemu transportu (long range).

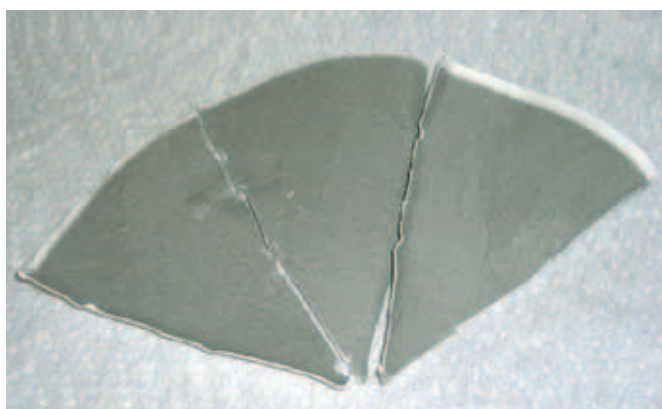
### 2.3.6. Kemijska analiza delcev PM<sub>10</sub>

Atmosferski delci so kompleksna mešanica organskih in anorganskih komponent in so vpleteni v številne procese, sodelujejo pri različnih kemijskih in fizikalnih pretvorbah v onesnaženi atmos-

feri in pri nastanku kislega dežja vplivajo na vidnost in električne lastnosti atmosfere. Koncentracija in sestava je odvisna predvsem od virov (naravnih in antropogenih) ter od meteoroloških pojavov. Če delce analiziramo, dobimo podatek o onesnaženosti zraka s težkimi kovinami in policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki (v nadaljevanju PAH), saj se le te v zrak sproščajo v obliki delcev in pare.

Na ARSO so v letu 2008 potekale meritve težkih kovin in PAH delcih PM<sub>10</sub> na treh merilnih mestih v okviru mreže DMKZ v skladu z Uredbo o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/2002), Uredbo o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.56/2006) in Pravilnikom o monitoringu zunanjega zraka (Ur.l.RS, št.37/2007). Glede na zakonodajo moramo izvajati meritve težkih kovin in PAH v delcih PM<sub>10</sub> v obeh aglomeracijah, kar pomeni v Ljubljani in v Mariboru ter na merilnem mestu Iskrba (meritve ozadja).

Razrezani filtri, pripravljeni za analizo (Andrej Šegula)



## S kemijsko analizo delcev PM<sub>10</sub> ugotovljamo prisotnost nekaterih težkih kovin in ogljikovodikov na treh merilnih mestih.

Filtri za vzorčenje delcev so bili na merilnih mestih izpostavljeni vsak dan, vsak drugi filter pa smo poslali v kemijsko analizo. Časovna pokritost za Ljubljano Bežigrad v letu 2008 je 48%, za Maribor 44%, za Iskrbo (pri Kočevski Reki) pa je bila 47%. Po zakonodaji je potrebno zagotoviti 50% časovno pokritost, ki pa je bila v letu 2008 na vseh merilnih mestih nižja. Vzrok je v okvari merilnika ali kakšni drugi nepredvideni situaciji, ki onemogoča analizo filtra. Zato je v primeru izpada meritev v naslednjem letu potrebno zagotoviti, da bomo periodiko analiz povečali.

Na merilnih mestih Ljubljana in Maribor smo v letu 2007 delce PM<sub>10</sub> vzorčili s sistemom ACCU, ki je del merilnika TEOM, ki pa ni referenčen merilnik. Ker smo iz primerjalnih meritev med ACCU in referenčnim merilnikom ter iz analiz ugotovili, da so razlike prevelike, smo se odločili, da bomo meritve delcev PM<sub>10</sub> in nato tudi kemijsko analizo delcev, na omenjenih lokacijah, izvajali z referenčnim merilnikom. V Mariboru je bila sprememba izvedena v začetku leta 2008, na merilnem mestu Ljubljana pa v mesecu marcu 2008. Na merilnem mestu Iskrba so meritve delcev PM<sub>10</sub> že prej potekale z referenčnim merilnikom Leckel.

Vzorčenje in tehtanje delcev PM<sub>10</sub> je izvajal Sektor za kakovost zraka (v nadaljevanju SKZ), medtem ko je Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje (v nadaljevanju KAL) izvajal kemijske analize delcev na težke kovine in PAH. Filter smo razrezali na polovico in en del je šel na analizo težkih kovin, drugi del pa na analizo PAH. Več o kemijskih metodah je napisano v poglavju 2.2.3.

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

Viri emisij težkih kovin v zrak so naravni in antropogeni. Največji antropogeni viri onesnaženja zraka so: energetski objekti v širšem pomenu, industrija, promet, pridobivanje in predelava rud (npr. svinec (Pb), živo srebro (Hg) itd). Težke kovine se sproščajo v zrak v obliki delcev in pare. Raziskave onesnaženosti zraka s težkimi kovinami potekajo kot meritve elementnih koncentracij v vzorcih aerosolov. Nekatero težke kovine so v določenih koncentracijah za človeka življenjsko pomembne (npr. železo (Fe)), druge pa toksične (npr. živo srebro (Hg), svinec (Pb), kadmij (Cd)). Arzen (As), kadmij (Cd), nikelj (Ni) in svinec (Pb) so kovine, ki škodljivo učinkujejo na zdravje ljudi in na okolje, zato so za njih predpisane ciljne letne vrednosti.

**Svinec** je s svojimi toksičnimi učinki še vedno eden najpomembnejših onesnaževalcev, ki predstavljajo tveganje za zdrav-

je ljudi. Izpostavljenost ljudi svincu je večja na območjih, kjer so koncentracije svinca v okolju večje. Slaba lastnost svinca je namreč njegova vztrajnost v okolju, saj lahko v zgornjih plasteh zemlje vztraja več sto let. Svincu smo lahko izpostavljeni preko različnih faktorjev okolja. Pojavlja se v prahu, zemlji, vodi, hrani, zraku, možen pa je tudi prenos z matere na plod. Vir svinca v zraku so večinoma manjši delci, ki se ne usedajo hitro in se lahko prenašajo na večje razdalje. Ti delci prehajajo v telo preko dihal, nekoliko večji pa tudi preko prebavil, če zaužijemo delce, ki smo jih izkašljali. Višje koncentracije svinca v zraku so v mestnem okolju, še višje pa v bližini industrijskih emisijskih virov. Približno tretjina svinca, ki ga v telo vnesemo preko zraka, se veže v kri. Svinec ima negativne učinke na zdravje, in sicer na krvotorni sistem, centralni živčni sistem, ledvice, okostje ter rodila. Klinični znaki kronične zastrupitve so utrujenost, slabokrvnost, prezgodnji porodi, okvare ledvic, okvare kostnega sistema, motnje razpoloženja, vedenja ter psihomotoričnih funkcij.

Izpostavitve **kadmiju** lahko povzročata raka na pljučih in poškodbe ledvic. Kadmij v večini vstopa v človeško telo z vdihovanjem, preko pljuč. 20 do 25% deponiranih delcev se sistematično absorbira in po absorpciji se kadmij transportira preko krvne plazme. Tako svinec, kot kadmij, ki je očitno še bolj prisoten, se iz telesa izločata izredno počasi. Zato ni pomembno samo, kakšen je trenutni vnos, temveč zlasti kolikšna je dolgoletna izpostavljenost ljudi.

**Arzen** je prav tako eden izmed najbolj strupenih elementov. Ljudje smo mu izpostavljeni preko zraka, vode in hrane. Povzroča različne bolezenske težave, kot so draženje želodca, črevesja in pljuč, zmanjšuje nastanek rdečih in belih krvničk ter povzroča spremembe na koži. V večjih količinah pa njegova prisotnost lahko povzroči različna rakova obolenja in sicer na pljučih, jetrih in limfi. Pri ženskah povzroča neplodnost in večjo možnost splava.

**Nikelj** se v naravi pojavlja v zelo nizkih koncentracijah, uporablja pa ga za različne industrijske namene, saj je sestavina jekla in ostalih kovinskih produktov, tudi nakita. Ljudje v svoje telo vnesemo nikelj preko zraka, vode, hrane in cigaret. V majhnih količinah je nikelj celo življenjsko pomemben, v večjih količinah pa je nevaren za človekovo zdravje, saj povzroča pljučnega raka, raka v grlu in nosu ter raka na prostati.

V Tabeli 2.3.6.1.(1) so predstavljene povprečne letne koncentracije težkih kovin na različnih merilnih mestih, Tabeli 2.3.6.1.(2) pa mesečne povprečne koncentracije.

## Koncentracije težkih kovin v delcih PM<sub>10</sub> na treh merilnih mestih so bile pod mejnimi vrednostmi.

 Tabela 2.3.6.1. (1): Povprečne letne koncentracije težkih kovin v ng/m<sup>3</sup> v letu 2008

Postaja/ kovina	% podatkov	arzen	kadmij	nikelj	svinec**
Ljubljana Bežigrad*	48	<0,73	0,76	6,7	14,2
Maribor	44	1,2	0,38	3,5	13,9
Iskrba	47	<0,73	<0,13	<3,3	3,9

Legenda:

*	Letno povprečje je na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad izračunano iz mesečnih koncentracij od aprila 2008 do decembra 2008, ko so bili delci PM <sub>10</sub> vzorčeni z referenčnim merilnikom Leckel.
	koncentracija pod ciljno/mejno letno vrednostjo oz. spodnjim ocenjevalnim pragom
**	določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag

 Tabela 2.3.6.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin (ng/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>ARZEN</b>												
Ljubljana Bežigrad	<1,9	<1,9	<1,9	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	0,75	<0,73	<0,73
Maribor	1,8	1,5	1,2	0,78	0,83	1,4	1,1	1,0	1,1	1,6	1,3	0,82
Iskrba	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	<0,73	*	<0,73	<0,73	<0,73
<b>KADMIJ</b>												
Ljubljana Bežigrad	<0,33	0,56	<0,33	0,37	0,96	0,54	0,44	0,80	1,1	1,0	1,1	0,48
Maribor	0,40	0,82	0,32	0,45	0,21	0,35	0,19	0,27	0,28	0,48	0,38	0,33
Iskrba	<0,13	0,21	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	*	<0,13	<0,13	<0,13
<b>NIKELJ</b>												
Ljubljana Bežigrad	12,4	<8,5	8,7	7,8	6,4	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	5,0	13,3	14,9
Maribor	4,6	3,7	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	4,2	6,5	5,7
Iskrba	4,5	4,1	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	<3,3	*	<3,3	<3,3	<3,3
<b>SVINEC</b>												
Ljubljana Bežigrad	15,9	8,0	8,8	11,5	9,9	7,9	8,8	15,9	11,1	22,7	24,7	15,2
Maribor	18,5	22,2	15,8	11,6	10,8	12,1	12,0	10,5	10,8	15,0	14,6	12,4
Iskrba	3,5	8,6	3,2	3,8	4,0	3,0	2,8	3,5	*	3,6	3,6	3,0

Legenda:

*	Rezultati, ki vsebujejo znak <, so pod mejo kvantifikacije, ki jo je podal laboratorij, kot izvajalec analiz.
	Delci PM <sub>10</sub> so bili v označenih mesecih vzorčeni z ACCU merilnikom, v ostalih mesecih pa z referenčnim merilnikom Leckel

Vsebnost arzena, kadmija, niklja in svinca v delcih PM<sub>10</sub> je bila na stalnih merilnih mestih Ljubljana-Bežigrad, Maribor in Iskrba nizka in za vse kovine pod predpisano letno ciljno vrednostjo.

bor se nahajata v urbanem področju in so njune koncentracije težkih kovin primerljive med sabo. Arzen, katerega največji vir je promet, je višji v Mariboru, kjer je merilno mesto pod močnim vplivom prometa. Večjo razliko v koncentracijah med različnimi letnimi časi je opaziti le pri niklju, pri katerem so v poletnem času nižje koncentracije, kot v zimskem obdobju.

Do leta 2007 je vzorčenje delcev PM<sub>10</sub> potekalo z merilnikom ACCU. V letu 2008 smo pričeli vzorčenje delcev PM<sub>10</sub> izvajati z referenčnim vzorčevalnikom. Ker metodi nista primerljivi, koncentracij teh dveh let ne moremo primerjati med sabo.

Najnižje koncentracije vseh težkih kovin so bile v letu 2008 na merilnem mestu Iskrba, ki se nahaja na neobremenjenem okolju, proč od direktnih emisij. Merilni mesti Ljubljana Bežigrad in Mari-

Poleg monitoringa na zgoraj opisanih merilnih mestih smo meritve delcev ter nato njihovo analizo na težke kovine izvajali tudi na treh merilnih mestih v Zgornji Mežiški dolini. Namen naloge je bilo ugotoviti dejansko stanje onesnaženosti zunanega zraka z delci PM<sub>10</sub> in težkimi kovinami v tej dolini. Na izbranih treh merilnih mestih Mežica (lokacija ob otroškem igrišču), Žerjav (nasproti podjetja TAB in MPI) in Črna na Rudarjevem, smo v obdobju med 27.9.2007 in 1.10.2008 izvajali meritve delcev PM<sub>10</sub> in nato kemijsko analizo teh

delcev na svinec, arzen, kadmij in nikelj, kot to predvideva Odluk o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini.

Tabela 2.3.6.1.(2): Povprečne koncentracije težkih kovin (ng/m<sup>3</sup>) v Zgornji Mežiški dolini v obdobju od 27.9.2007 do 1.10.2008

	Mežica	Žerjav	Črna
Arzen	1,8	10	1,3
Kadmij	1,4	6,4	1,1
Nikelj	<3,3	<3,3	<3,3
Svinec**	80	383	96

Legenda:

<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:orange;"></span>	prekoračena ciljna vrednost
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:yellow;"></span>	prekoračen zgornji ocenjevalni prag
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:lightyellow;"></span>	prekoračen spodnji ocenjevalni prag
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:green;"></span>	koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom
**	določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag

Rezultati tega enoletnega monitoringa kažejo, da letne vrednosti za večino kovin niso bile presežene, so pa bistveno višje, kot na ostalih merilnih mestih v Sloveniji. **Prekoračena mejna vrednost je bila na merilnem mestu Žerjav za kovini arzen in kadmij.**

Rezultati so podrobneje predstavljeni v poročilu *Monitoring zunanje zraka v Zgornji Mežiški dolini*, ki je dostopen na internetni strani Agencije RS za okolje. Monitoring delcev PM<sub>10</sub> se v Zgornji Mežiški dolini nadaljuje tudi v letu 2009.

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 OBRA-TOVALNEGA MONITORINGA TE TRBOVLJE – STROKOVNO POROČILO

REZULTATI MERITEV IMISIJSKEGA IN EMISIJSKEGA OBRA-

TOVALNEGA MONITORINGA TE ŠOŠTANJ – STROKOVNO POROČILO

REZULTATI MERITEV IMISIJSKEGA IN EMISIJSKEGA OBRA-TOVALNEGA MONITORINGA TE BRESTANICA – STROKOVNO POROČILO

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

### 2.3.6.2 Policiklični aromatski ogljikovodiki v delcih PM<sub>10</sub>

Policiklične ogljikovodike (PAH) uvrščamo med onesnaževala zraka zaradi njihove toksične narave. Največja tveganja zdravju, kot posledica izpostavljenosti povečanim koncentracijam PAH, predstavljajo rakava obolenja. Viri PAH v zunanjem zraku so naravni in antropogeni. Naravne vire predstavljajo vulkani in požari, antropogene vire pa industrija, individualna kurišča in promet. PAH se največkrat pojavijo v plinastem in trdnem agregatnem stanju na delcih, ki so manjši od 2,5µm.

V delcih PM<sub>10</sub> smo v letu 2008 na treh merilnih mestih analizirali sledeče PAH:

- benzo(a)antracen
- benzo(b)fluoranten
- benzo(j)fluoranten
- benzo(k)fluoranten
- benzo(a)piren
- indeno(123-cd)piren
- dibenzo(ah)antracen.

Benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten in benzo(k)fluoranten so težko kromatografsko ločljivi, zato jih podajamo kot vsoto in so podani pod skupnim imenom benzofluoranteni.

Povprečne letne koncentracije so predstavljene v Tabeli 2.3.6.2.(1), povprečne mesečne pa v Tabeli 2.3.6.2.(2).

Tabela 2.3.6.2. (1): Povprečne letne koncentracije težkih kovin v ng/m<sup>3</sup> v letu 2008

PAH	merilno mesto	Ljubljana Bežigrad *	Maribor	Iskrba	Mejna letna vrednost
benzo(a)antracen		0,54	0,77	0,13	*
benzofluoranteni		1,8	2,3	0,60	*
benzo(a)piren		0,76	0,95	0,23	1
indeno(123-cd)piren		1,1	1,6	0,41	*
dibenzo(ah)antracen		0,12	0,17	0,05	*

Legenda:

*	Letno povprečje je na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad izračunano iz mesečnih koncentracij od aprila 2008 do decembra 2008, ko so bili delci PM <sub>10</sub> vzorčeni z referenčnim merilnikom Leckel.
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:green;"></span>	koncentracija pod mejno letno vrednostjo (predpisana je le za benzo(a)piren)



Letna ciljna vrednost je predpisana samo za benzo(a)piren in le ta ni bila presežena na nobenem od treh merilnih mest.

Med vsemi tremi merilnimi mesti so najvišje koncentracije PAH, zaradi prometa, v Mariboru. Merilno mesto Ljubljana je tipa mestno ozadje in so koncentracije nekoliko nižje kot v Mariboru. Po

pričakovanih pa so najnižje med vsemi na lokaciji tipa ozadje na Iskrbi. Iz Tabele 2.3.6.2.(2), ki prikazuje povprečne mesečne koncentracije pa je razvidno, da so koncentracije PAH v poletnih mesecih zelo nizke, v zimskem času pa so višje, predvsem zaradi samih meteoroloških razmer (inverzije) in pa dodatno zaradi individualnih kurišč, pri čemer ni povsem izvzeto niti merilno mesto Iskrba, saj pozimi kurijo v bližnji lovski koči.

Tabela 2.3.6.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin (ng/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
<b>BENZO(A)ANTRACEN</b>												
Ljubljana Bežigrad	/	/	0,48	0,27	0,10	0,05	0,07	0,07	0,19	0,52	1,9	1,6
Maribor	2,4	1,5	0,58	0,30	0,14	0,08	0,08	0,09	0,21	0,56	1,4	2,0
Iskrba	0,32	0,03	0,13	0,11	0,03	<0,02	0,03	0,03	*	0,07	0,16	0,40
<b>BENZOFLUORANTENI</b>												
Ljubljana Bežigrad	/	/	2,3	1,6	0,67	0,35	0,29	0,38	0,83	2,5	4,4	4,0
Maribor	6,3	4,7	2,6	1,5	0,68	0,37	0,31	0,32	0,93	2,0	3,2	4,2
Iskrba	1,5	0,19	0,60	0,44	0,19	0,10	0,11	<0,05	*	0,46	0,78	1,5
<b>BENZO(A)PIREN</b>												
Ljubljana Bežigrad	/	/	0,83	0,59	0,07	0,03	0,12	0,13	0,31	1,1	2,2	2,0
Maribor	2,5	2,0	1,0	0,55	0,21	0,06	0,10	0,11	0,34	0,85	1,7	2,0
Iskrba	0,57	0,03	0,25	0,20	0,03	0,02	<0,02	0,02	*	0,14	0,36	0,57
<b>INDENO(123-CD)PIREN</b>												
Ljubljana Bežigrad	/	/	1,3	0,90	0,33	0,12	0,08	0,18	0,56	1,5	3,1	2,7
Maribor	4,2	3,4	1,6	1,1	0,35	0,15	0,07	0,10	0,51	1,6	2,5	3,3
Iskrba	1,2	0,06	0,33	0,23	0,06	0,02	<0,02	0,02	*	0,22	0,70	1,1
<b>DIENZO(AH)ANTRACEN</b>												
Ljubljana Bežigrad	/	/	0,15	0,11	0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,07	0,19	0,32	0,29
Maribor	0,38	0,38	0,22	0,11	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	0,21	0,28	0,35
Iskrba	0,15	<0,02	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	*	<0,02	0,09	0,15

Legenda:

/	V mesecu januarju in februarju se na merilnem mestu Ljubljana še ni vzorčilo z referenčnim merilnikom Leckel, zato ni analiz PAH.
*	merilnik ni deloval

### 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 m,p,o-ksilen (BTX) na merilnih mestih Ljubljana-Bežigrad in Maribor. Objavljamo tudi podatke o meritvah nekaterih drugih lahkohlapnih ogljikovodikov (VOC), ki smo jih pričeli meriti jeseni 2006 na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad. Meritve teh lahkohlapnih ogljikovodikov so opredeljene v Uredbi o benzenu in ogljikovem monoksidu in v Uredbi o ozonu v zunanjem zraku.

Glavni viri emisije organskih spojin so promet, industrija, pri kateri se uporabljajo oziroma se proizvajajo veziva, barve, topila, 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 zaščito zdravja (glej poglavje 1.1).

Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z BTX za leto 2008, je podan v tabeli 2.3.7.(1).

## Koncentracije benzena so najvišje ob prometnih cestah – na merilnem mestu Maribor so prekoračile zgornji ocenjevalni prag.

Povprečna letna koncentracija benzena je v Mariboru prekoračila zgornji ocenjevalni prag, v Ljubljani pa spodnji ocenjevalni prag. Iz meritev sklepamo, da mejna letna vrednost koncentracije benzena v Sloveniji ni nikjer prekoračena, saj je na merilnem mestu Mari-

bor, ki je izrazito prometno (dnevno približno 45.000 vozil), koncentracija dosegla le malo nad polovico mejne vrednosti 6,5 µg/m<sup>3</sup>.

Letni hod z nižjimi koncentracijami poleti in višjimi pozimi je izrazit.

Tabela 2.3.7.(1): Povprečna letna koncentracija lahko hlapnih ogljikovodikov zraku (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaje	benzen		toluen		etilbenzen		m,p-ksilen		o-ksilen	
	% pod	Cp	% pod	Cp	% pod	Cp	% pod	Cp	% pod	Cp
Ljubljana Bežigrad	86	2,3	73	4,0	86	1,7	81	5,4	82	4,4
Maribor	80	3,6	78	5,3	80	1,2	80	4,3	67	1,4

Legenda:

<span style="color: orange;">■</span>	prekoračen zgornji ocenjevalni prag
<span style="color: yellow;">■</span>	prekoračen spodnji ocenjevalni prag
<span style="color: green;">■</span>	koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom

Tabela 2.3.7.(2): Povprečne mesečne koncentracije benzena (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	6,6	3,6	3,9	1,5	0,9	0,7	0,6	0,7	1,1	2,1	3,7	3,5
Maribor	9,0	5,3	2,7	3,3	1,5	1,6	2,4	2,2	3,2	2,6	4,4	5,3

Slika 2.3.7.(1): Povprečne mesečne koncentracije benzena v letu 2008

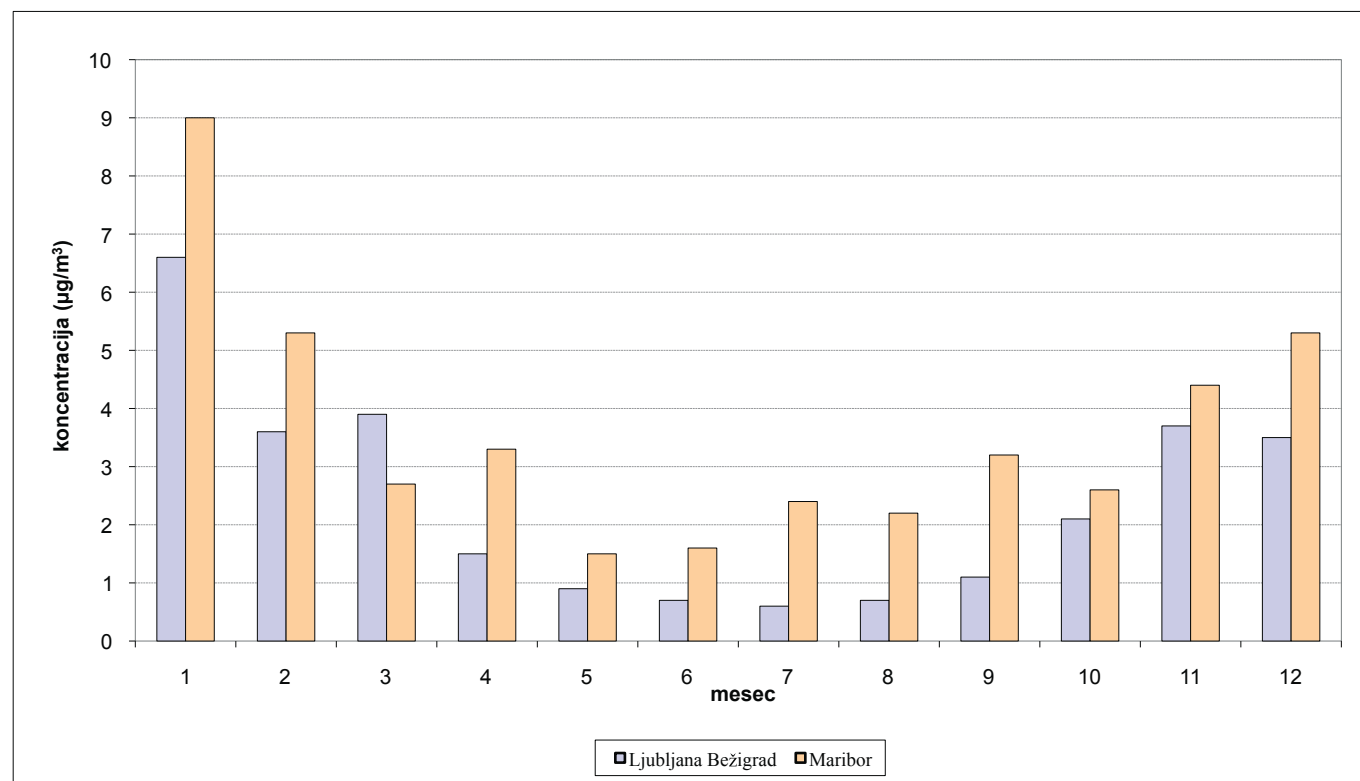


Tabela 2.3.7.(3): Povprečne letne koncentracije nekaterih lahkih ogljikovodikov ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2008 na merilnem mestu Ljubljana-Bežigrad

heksan	iso oktan	n heptan	n oktan	1,3,5 trimetil-benzen	1,2,4 trimetil-benzen	1,2,3 trimetil-benzen
1,0	1,0	0,5	0,7	1,1	3,4	4,0

### 2.3.8. Živo srebro v zunanjem zraku

V skladu z Uredbo o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.56/2006) je potrebno v zunanjem zraku izvajati meritve živega srebra. Te meritve je za Agencijo za okolje RS na merilni lokaciji ekološko meteorološke postaje Iskrba izvajal Institut Jožef Stefan, Odsek za znanost o okolju.

Meritve živega srebra v zraku so izvajali z detektorjem za Hg »Mercury Ultratracer UT-3000« proizvajalca Mercury Instruments Analytical Technologies iz Nemčije. Meritve Hg v zraku so potekale od 21. 05. do 10. 12. 2008.

Merjenje celotnega plinastega živega srebra je avtomatizirana metoda, ki temelji na atomski absorpcijski spektrometriji. Referenčna metoda za vzorčenje in analizo celotnega živega srebra

Mercury Ultratracer UT-3000 s prenosnim računalnikom za odčitavanje izmerjenih podatkov na merilnem mestu Iskrba (foto:Tanja Koleša)



v zunanjem zraku je opisana v standardu GEN/TC 264 WG25 - Kakovost zraka – Standardna metoda za določevanje celotnega plinskega živega srebra.

Na sliki je prikazan inštrument za merjenje živega srebra na merilni postaji Iskrba.

Detektor črpa zrak iz zunanosti do detektorja preko okoli 2 m dolge teflonske cevi. Instrument je bil nastavljen na čas vzorčevanja 1 uro in 40 l prečrpanega zraka.

Najnižja izmerjena koncentracija elementarnega plinastega Hg v zraku na merilni postaji Iskrba v obdobju med 21. 5. in 10. 12. 2008 je bila 0,7  $\text{ng}/\text{m}^3$ , najvišja pa 3,8  $\text{ng}/\text{m}^3$  konec septembra, ko je bilo najvišje tudi povprečje meritev (2,6  $\text{ng}/\text{m}^3$ ). V meritvenem obdobju je bilo povprečna koncentracija Hg v zraku 2,3  $\text{ng}/\text{m}^3$  s standardnim odklonom 0,4. Mejna vrednost za živo srebro v zunanjem zraku ni zakonsko predpisana. Povprečne koncentracije Hg v zraku na Iskrbi se gibljejo v mejah normalnih vrednosti za neobremenjeno okolje, proč od direktnih emisij severne hemisfere, kjer so med 2 in 2,5  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Normalne koncentracije za mestne predele, kjer ni pretirane onesnaženosti so do 10  $\text{ng}/\text{m}^3$  za onesnažene pa veljajo koncentracije nad 100  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Na Iskrbi v določenih terminih beležimo povišanje koncentracij, ki pa so še vedno precej nizke glede na ostale predele Slovenije. Pri teh povišanjih gre verjetno za zračne mase, ki prihajajo iz drugih naseljenih in industrijskih predelov, predvsem sumimo, da ima vpliv Reka na Hrvaškem z rafinerijo nafte, saj je znano, da se pri predelavi in kurjenju fosilnih goriv v ozračje sproščajo precej velike količine Hg. V Sloveniji najdemo najvišje koncentracije Hg v zraku v Idriji, kjer gre za onesnaženje preteklega rudarjenja Hg (povprečno okoli 10  $\text{ng}/\text{m}^3$ , na določenih lokacijah tudi do 100 in več  $\text{ng}/\text{m}^3$ . V Ljubljani so koncentracije med 5 in 10, v okolici termoelektrarne Šoštanj pa do 20  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

Povprečne vrednosti, vključno z osnovnimi statističnimi parametri meritev Hg v zraku so navedene v spodnji tabeli.

Tabela 8.1: Povprečne meritve vsebnosti Hg v zraku (v  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) na Iskrbi v obdobju od 21.5. do 10.12.2008

Povprečje	Mediana	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost	Standardni odklon
2,3	2,4	0,7	3,8	0,4

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

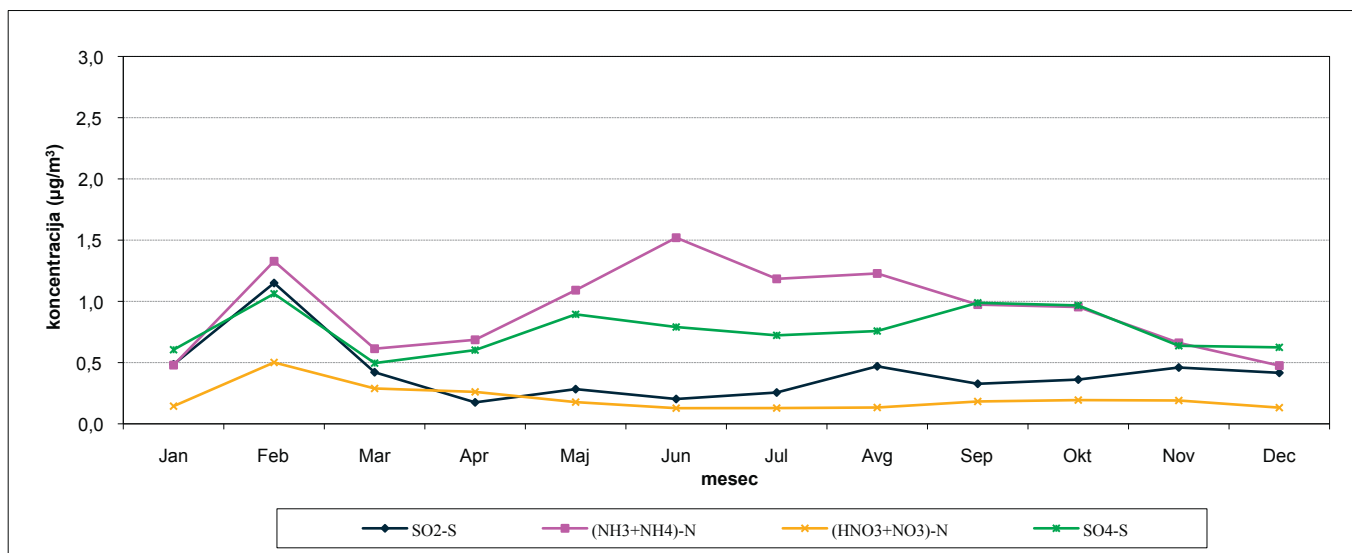
V tem poglavju podajamo rezultate meritev oksidirane žvepla ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), oksidirane dušika ( $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ ), reducirane dušika ( $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) in anorganskih ionov ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), ki dajejo informacijo o kislno-alkalnih komponentah v zraku. Navedene parametre spremljamo v okviru mednarodnega programa EMEP. Koncentracije so podane v enotah  $\mu\text{g}$  posameznega elementa/ $\text{m}^3$ .

V tabeli 2.3.9.(1) podajamo povprečne koncentracije, 50. in 98. percentile ter maksimalne koncentracije, za nekurilno sezono (april – september), kurilno sezono (oktober – marec) ter za celo leto. Na slikah 2.3.9.(1) in 2.3.9.(2) pa so prikazane povprečne mesečne koncentracije za izmerjene parametre.

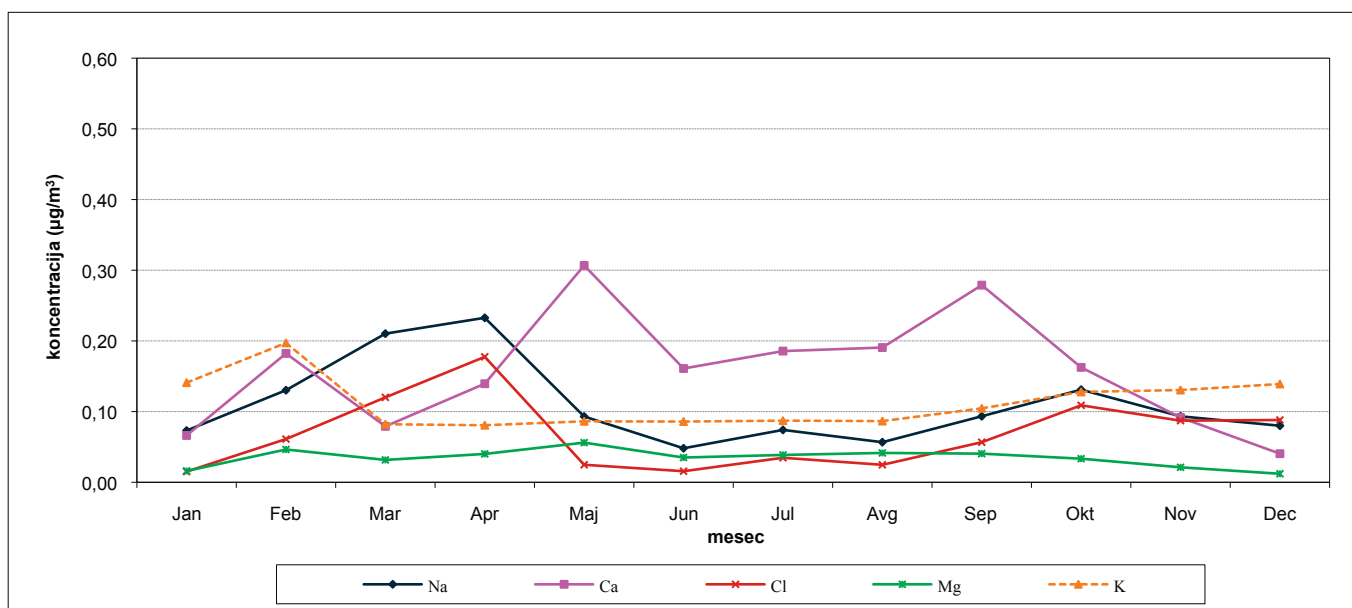
Tabela 2.3.9.(1): Povprečne in maksimalne koncentracije ter percentili (50-percentil, 98-percentil) za žveplo, dušik in druge anorganske ione v zraku na Iskrbi za nekurilno sezono, kurilno sezono ter za celo leto 2008

Parameter	Statistična količina	Apr.-sep. (mg/m <sup>3</sup> )	Jan.-mar./ Okt.-dec. (mg/m <sup>3</sup> )	Jan.-dec. (mg/m <sup>3</sup> )
$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	c-povprečna	0,793	0,728	0,760
	50-percentil	0,683	0,495	0,615
	98-percentil	2,415	2,585	2,490
	c-maksimalna	2,958	3,325	3,325
$\text{SO}_2\text{-S}$	c-povprečna	0,285	0,536	0,411
	50-percentil	0,225	0,225	0,169
	98-percentil	1,571	2,661	2,533
	c-maksimalna	3,121	3,996	3,996
$(\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-)\text{-N}$	c-povprečna	0,170	0,235	0,203
	50-percentil	0,147	0,163	0,149
	98-percentil	0,483	0,897	0,783
	c-maksimalna	1,029	1,577	1,577
$(\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+)\text{-N}$	c-povprečna	1,116	0,735	0,924
	50-percentil	0,535	0,535	0,819
	98-percentil	2,537	2,159	2,524
	c-maksimalna	2,931	2,936	2,936
$\text{Cl}^-$	c-povprečna	0,056	0,080	0,068
	50-percentil	0,014	0,023	0,017
	98-percentil	0,558	0,889	0,634
	c-maksimalna	1,156	1,156	1,156
$\text{Ca}^{2+}$	c-povprečna	0,212	0,102	0,156
	50-percentil	0,150	0,066	0,097
	98-percentil	0,945	0,386	0,687
	c-maksimalna	1,553	0,730	1,553
$\text{Mg}^{2+}$	c-povprečna	0,042	0,026	0,034
	50-percentil	0,033	0,019	0,024
	98-percentil	0,144	0,092	0,126
	c-maksimalna	0,176	0,164	0,176
$\text{Na}^+$	c-povprečna	0,101	0,119	0,110
	50-percentil	0,035	0,056	0,046
	98-percentil	0,723	0,768	0,775
	c-maksimalna	1,235	1,203	1,235
$\text{K}^+$	c-povprečna	0,089	0,135	0,112
	50-percentil	0,079	0,109	0,094
	98-percentil	0,416	0,416	0,330
	c-maksimalna	0,237	0,460	0,460

Slika 2.3.9.(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 2008



Slika 2.3.9.(2): Povprečne mesečne koncentracije natrija, kalcija, klorida, magnezija in kalija v zraku na Iskrbi za leto 2008



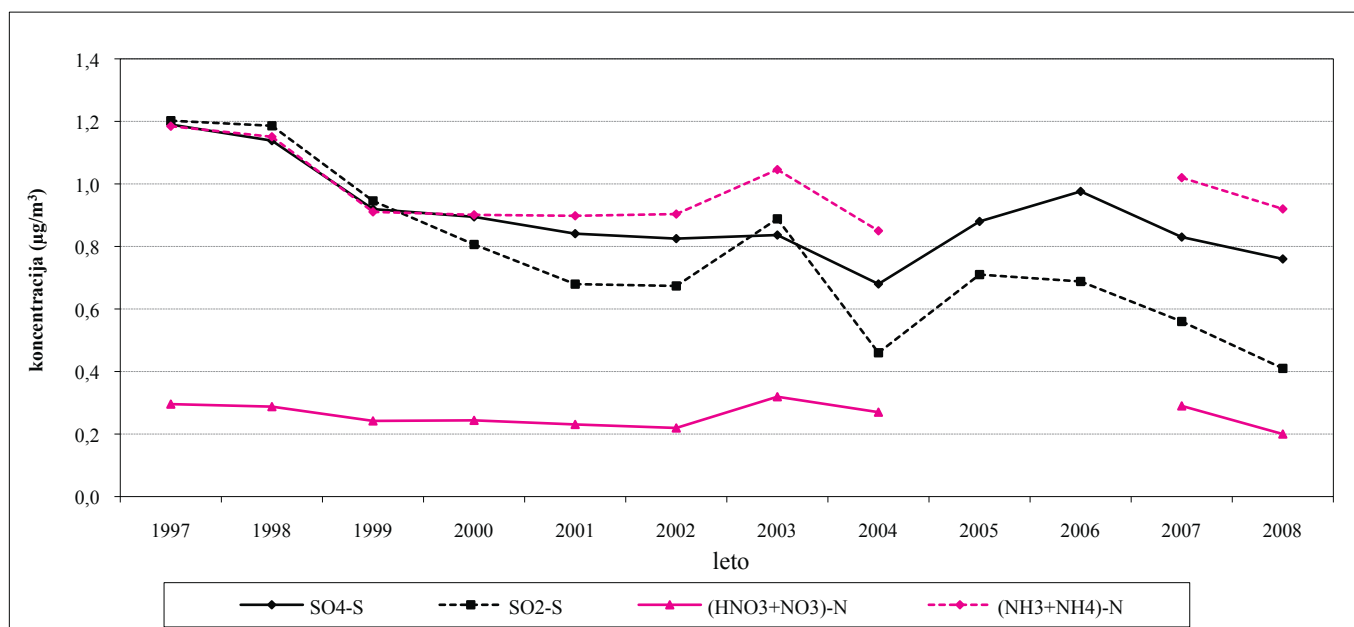
## Časovni trendi onesnaženosti zraka z žveplovimi in dušikovimi spojinami

Dolgoletne povprečne koncentracije žveplovih in dušikovih spojin v zraku so prikazane na sliki 2.3.9.(3).

Kljub porastu v nekaterih letih, je na merilnem mestu Iskrba opazen dolgoletni trend upadanja koncentracij žveplovih spojin v zra-

ku. Enako opažamo tudi pri koncentracijah dušikovih spojin, le da tu trendi niso tako izraziti. Trenda koncentracij obeh vrst spojin se ujemata s trendom koncentracij dušikovega in žveplovega dioksida v zraku (poglavja 2.3.1 in 2.3.2)

Slika 2.3.9.(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 1997-2008. Dnevno vzorčenje.



Opomba: zaradi težav z meritvami v letih 2005 in 2006 podatkov za  $(\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-)\text{-N}$  in  $(\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+)\text{-N}$  ne navajamo



# 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 zunanega zraka za žveplov dioksid, dušikove okside, ogljikov monoksid, delce  $PM_{10}$ , ogljikovodike in ozon (glej poglavje 1).

Tu objavljamo le glavne poudarke iz povzetkov posameznih poročil.

## V Lovranu nad Ankaranom so bile izmerjene najvišje koncentracije ozona v Sloveniji.

### Lovran nad Ankaranom (april 2007 - julij 2008)

Od konca aprila 2007 do začetka julija 2008 je bila mobilna postaja locirana v Lovranu nad Ankaranom (Kolomban), skoraj na najvišjem delu polotoka, ki ločuje Koprski in Tržaški oz. Miljski zaliv. Lokacija na višini 156 metrov je geografsko odprta, po bližnji cesti je malo prometa, neposredna bližina pa je redko poseljena. Namen meritev je ugotoviti stopnjo onesnaženosti zraka na tem merilnem mestu, saj je gosto naseljeno in industrijsko območje okrog Trsta oddaljeno le okrog 5 kilometrov severovzhodno. Prav toliko je oddaljen tudi precej manj industrijski Koper z Luko Koper v smeri južno od lokacije postaje.

V obdobju meritev od maja 2007 do junija 2008 so bile koncentracije onesnaževal v Lovranu v primerjavi s tistimi, izmerjenimi na postajah stalne merilne mreže, med najnižjimi v Sloveniji, in mejne vrednosti niso bile prekoračene. **Izjema je ozon, katerega koncentracije so bile najvišje v Sloveniji.**

Skoraj v vseh parametrih, ki prikazujejo onesnaženost zraka z ozonom, je bilo merilno mesto Lovran na prvem mestu.

Izmerjene so bile:

- najvišja povprečna koncentracija ozona za ves čas meritev
- najvišja urna koncentracija
- najvišja 8-urna koncentracija
- najvišja vrednost AOT40 (parameter, ki določa škodljiv vpliv ozona na vegetacijo)

Bilo je tudi:

- največ prekoračitev opozorilne urne koncentracije
- drugo največje število prekoračitev ciljne 8-urne koncentracije (na prvem mestu je bilo merilno mesto Krvavec na nadmorski višini 1740 metrov).

Najvišje koncentracije ozona se pojavljajo poleti ob stabilnem vremenu v popoldanskem času, ko so temperature najvišje, pa tudi sončno sevanje močno. Takrat ob obali piha maestral, ki ima zaradi vpliva reliefa v Lovranu jugozahodno smer, na merilnem mestu v Kopru pa severozahodno smer. Viri emisije predhodnikov ozona (dušikovi oksidi, lahkohlapni ogljikovodiki) so vsaj 5 kilometrov daleč od merilnega mesta v Lovranu. V Lovranu, ob slovenski obali nasploh, in na Primorskem lahko pripišemo delež koncentracij ozona prenosu onesnaženega zraka iz goste naseljene in industrijske severne Italije, vendar ocena tega deleža do zdaj še ni bila narejena. Najvišje koncentracije se namreč na Primorskem pojavljajo ob šibkejših vetrovih zahodne do jugozahodne smeri, na Obali pa ob maestralu.

Koncentracije ostalih onesnaževal so bile nizke – pod mejnimi vrednostmi. Občasna povišanja so se pojavljala predvsem v februarju in marcu, to je v času, ko je temperatura morja najnižja, in nad morjem in nad Padsko nižino nastanejo temperaturne inverzije.

Pri porazdelitvi sicer nizkih koncentracij žvepovega dioksida, dušikovih oksidov in ogljikovega monoksida po smereh vetra je opazen očitni maksimum pri vetru iz severnega kvadranta, kar pomeni, da gre za vpliv emisij iz širšega območja Trsta. Pri delcih PM<sub>10</sub> pa taka porazdelitev po smereh ni izražena.

Lovran nad Ankaranom (april 2007 - julij 2008)



### Onesnaženost zraka v Koroški Beli in na Jesenicah

Železarna ACRONI leži v dolini reke Save v Koroški Beli in je glavni vir emisije onesnaževal v gornjesavski dolini na širšem območju Jesenic. Je en največjih virov ogljikovega monoksida v Sloveniji, znatni pa sta tudi emisiji dušikovih oksidov in prašnih delcev. Mobilna postaja je stala od 8. julija do 11. avgusta v delu Koroške Bele, ki je precej vstran od glavne savske doline in od glavnih prometnih cest, potem pa do 14. septembra na Jesenicah, na obrobju mesta.

### Koroška Bela (julij – avgust 2008)

Onesnaženost zraka na merilnem mestu v Koroški Beli je nizka, ker leži merilno mesto v delu naselja pod strmimi pobočji Karavank stran od glavne doline reke Save. Onesnaženost, ki je posledica emisij tovarne ACRONI in tudi prometa, je gotovo večja, če gremo bližje k Savi, ker se onesnažen zrak zadržuje v

glavni dolini. Vetrovi namreč pihajo podnevi po dolini Save navzgor, ponoči pa navzdol.

### Jesenice (avgust – september 2008)

Na tem merilnem mestu, ki je reprezentativno za del Jesenic v bližini Save, so izmerjene koncentracije onesnaževal primerljive s tistimi na drugih mestnih merilnih mestih po Sloveniji. Onesnaženost zraka je tu precej večja kot na lokaciji v Koroški Beli, saj je merilno mesto zaradi lege ob Savi kljub večji oddaljenosti bolj pod vplivom tovarne ACRONI, pa tudi prometa – predvsem lokalnega, kajti avtocesta je preveč oddaljena (350 metrov). Sklepamo, da so tu – tako kot na vseh mestnih merilnih mestih po Sloveniji – prekoračene mejne vrednosti koncentracije delcev  $PM_{10}$ .

### Škofja Loka (september - oktober 2008)

Mobilno postajo smo postavili na južno obrobje industrijsko-trgovske cone na Trati pri Škofji Loki, da bi ugotovili, kakšen je vpliv emisij iz tamkajšnje industrije na kakovost zraka v tem okolju. Okolica lokacije mobilne postaje je na jugu poseljena z individualnimi hišami, tudi z nekaj stolpnici, na ostalih smereh pa prevladuje industrijsko-trgovsko okolje. Prometne ceste niso v neposredni bližini.

Podatki iz emisijskih evidenc kažejo, da v letu 2007 na širšem območju merilnega mesta ni bilo večjih emisij tistih snovi, katerih koncentracije merimo.

Rezultati meritev na lokaciji mobilne postaje in na lokacijah merilne mreže DMKZ med 15. septembrom in 2. novembrom

Škofja Loka (september – oktober 2008)



2008 kažejo, da je bila onesnaženost zraka na Trati pri Škofji Loki med najnižjimi v Sloveniji. Tako so bile koncentracije žvepovega dioksida in dušikovega dioksida pod spodnjim ocenjevalnim pragom, najvišja dnevna koncentracija delcev  $PM_{10}$  pa med zgornjim ocenjevalnim pragom in mejno vrednostjo.

Meritve so potekale jeseni, ko je onesnaženost zraka z vsemi onesnaževali razen ozona večinoma nižja kot pozimi in višja kot poleti. Vremenske razmere v času meritev so bile povprečne za ta čas – bila so tudi daljša obdobja brez padavin z dolgotrajnejšimi temperaturnimi inverzijami. Tako lahko rečemo, da je bila onesnaženost zraka v tem času po vsej Sloveniji povprečna – med višjo v zimskih mesecih in nižjo v poletnih mesecih.

Nekatere mejne koncentracije onesnaževal so določene za čas enega leta. Prav tako so za čas enega leta določena dovoljena števila prekoračitev večine mejnih vrednosti koncentracij za krajše časovne intervale. Meritve na Trati so trajale prekratek čas, da bi lahko dobili dokončno sliko o kakovosti zraka. Ob upoštevanju lokacije merilnega mesta na Trati in na podlagi primerjave z drugimi merilnimi mesti ter ob približno takih emisijah, kot jih navaja REMIS za leto 2007, lahko za žvepov dioksid in dušikov dioksid trdimo, da so koncentracije pod spodnjim ocenjevalnim pragom, medtem ko je za koncentracijo delcev  $PM_{10}$  nemogoče napovedati, ali v celem letu prekorači mejne vrednosti, ali ne. Za koncentracije ozona pa sklepamo, da so prekoračitve mejnih vrednosti na ravni tistih v drugih ravninskih krajih v notranjosti Slovenije, ki niso pod neposrednim vplivom prometa.

### Sežana (november - december 2008)

Mobilno postajo smo postavili na zeleni površini pri otroškem vrtcu, skoraj sredi Sežane. Izbrana lokacija je reprezentativna za večino mestnega območja Sežane, še posebej za bolj rizično skupino prebivalstva, kot so otroci. Južno od lokacije je prometna Partizanska cesta, vendar njen vpliv zmanjšuje štirinadstropna zgradba ob cesti, ki ovira širjenje onesnaženega zraka v smer pravokotno na cesto. Na vse strani od lokacije postaje se širijo predvsem stanovanjska naselja z individualnimi hišami in tudi stanovanjskimi bloki, na zahodu pa so tudi trgovski centri in nekaj industrijskih objektov, ki pa niso izvor večjih emisij škodljivih snovi.

Sežana leži na Krasu, ki je znan po kraški burji. Območje okrog Sežane je odprto; manjše vzpetine niso ovira vetrovom, zato je prevetrenost zelo dobra. Tudi temperaturnih inverzij, kot jih poznamo v notranjosti Slovenije, skoraj ni, zato je Kras glede kakovosti zraka gotovo eno najčistejših območij v Sloveniji. Meritve so potekale v pozni jeseni, ko je onesnaženost zraka z vsemi onesnaževali razen ozona večinoma višja kot poleti, še vedno pa nižja kot v pravem zimskem obdobju. Vremenske razmere po Sloveniji so



bile v času meritev – kar se tiče kakovosti zraka – ugodne za ta čas, saj je bilo od 42 dni meritev okrog 20 padavinskih dni. Tako lahko rečemo, da je bila raven onesnaženosti zraka v tem času po vsej Sloveniji povprečna – med višjo v zimskih mesecih in nižjo v poletnih mesecih.

Sežana (november – december 2008)



Rezultati meritev na lokaciji mobilne postaje in na lokacijah stalne merilne mreže DMKZ med 4. novembrom in 15. decembrom 2008 kažejo, da je bila onesnaženost zraka na lokaciji v Sežani med najnižjimi v Sloveniji. Iz dnevniških hodov koncentracij onesnaževal, iz porazdelitev koncentracij po smereh vetra in po tem, da so bile le-te nižje ob koncu tedna kot ob delavnikih je razvidno, da gre za vpliv emisij iz prometa. Emisija onesnaževal iz manjših industrijskih obratov v okolici je namreč majhna, tudi individualna kurišča niso omembe vredni izvor, zato je zrak prekomerno onesnažen le v ozkih pasovih vzdolž najprometnejših cest.

Nekatere mejne koncentracije onesnaževal so določene za čas enega leta. Prav tako so za čas enega leta določena dovoljena števila prekoračitev večine mejnih vrednosti koncentracij za krajše časovne intervale. Ob upoštevanju karakteristik lokacije merilnega mesta v Sežani in na podlagi primerjave sočasnih meritev na drugih merilnih mestih sklepamo, da so koncentracije žveplovega dioksida, dušikovega dioksida in ogljikovega monoksida pod spodnjim ocenjevalnim pragom, koncentracija delcev PM<sub>10</sub> pa pod mejno vrednostjo. Za koncentracije ozona pa predvidevamo, da so prekoračitve mejnih vrednosti v Sežani pogostejše kot v ravninskih krajih v notranjosti Slovenije, pa manj pogoste kot ob obali in v notranjosti Primorske. Zaradi kratkega obdobja je to le groba ocena stanja kakovosti zraka na merilnem mestu v Sežani.





# 4



# Meritve kakovosti zraka z difuzivnimi vzorčevalniki

Difuzivni vzorčevalniki merijo prisotnost določenih snovi v zunanjem zraku z metodo pasivnega vzorčenja, kar pomeni, da vanje zraka ne dovajamo s pomočjo črpalke, pač pa so le izpostavljeni zunanjim razmeram. Stopnja vzorčenja je nadzorovana s stopnjo difuzije onesnaževala. Difuzivni vzorčevalniki so 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 adsorbent. Molekule plina potujejo do adsorbenta po principu difuzije. Prednost merjenja z difuzivnimi vzorčevalniki so, da le-ti ne potrebujejo elektrike, so tihi, ne potrebujejo 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 izpostavljen.

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 smo v letu 2008 merili naslednje spojine: dušikov dioksid, žveplov dioksid, ozon ter nekatere lahkohlapne organske spojine.

Spodnja slika levo prikazuje ohišje difuzivnega vzorčevalnika v

katerem je prostor za tri difuzivne vzorčevalnike. Na drugih dveh slikah sta prikazana difuzivna vzorčevalnika, slika na sredini prikazuje vzorčevalnik za lahkohlapne organske spojine, slika desno pa za vzorčevalnik za anorganske spojine. Zrak vstopa v vzorčevalnik na spodnji strani cevke.

V tabeli 4.(1) so z geografskimi značilnostmi opisana vsa merilna mesta po Sloveniji na katerih smo v letu 2008 izvajali meritve z difuzivnimi vzorčevalniki.

Ohišje difuzivnega vzorčevalnika (levo), difuzivni vzorčevalnik za organske spojine (na sredini), difuzivni vzorčevalnik za anorganske spojine (desno) (foto: Tanja Koleša)



Tabela 4.(1): Merilna mesta in njihove geografske značilnosti

Merilno mesto	Gauss-Kruegerjeve koordinate		Nadmorska višina	Tip območja	Tip merilnega mesta	Značilnost območja	Geografska značilnost
	GKKy	GKKx	[m]				
Domžale 1	468723	110692	301	U	B	R	2
Domžale 2	469037	110785	301	U	T	C	2
Domžale 3	469504	111393	305	U	B	R	2
Bled	431805	136299	482	U	B	C	32
Kranj	450521	121785	358	U	T	C	32
Škofja Loka	446825	113877	351	U	T	C	2
Trata	458662	124649	417	R	B	A	2
Jesenice 1	427769	144053	572	U	B	R	2
Jesenice 2	428379	143507	560	U	T	C	2
Jesenice 3	429949	142770	533	U	T	C	2
Debeli rtič 1	400013	49785	40	R	T	A	4
Debeli rtič 2	399892	50167	26	R	T	A	4
Debeli rtič 3	400288	50403	2	R	T	A	4
Debeli rtič 4	400222	49840	56	R	B	A	4
Sežana 1	412355	62943	363	U	B	C	2
Sežana 2	412353	63190	367	U	T	C	2
Sežana 3	411829	62922	360	U	T	C	2
Sežana 4	412631	62758	366	U	B	R	2
Nova Gorica	395911	91032	112	S	B	C	32
Slap/Vipava	417766	77430	126	R	B	A	32
Ajdovščina	415896	82914	106	U	T	R	32
Vrsno Krn	395795	121002	595	R	B	A	1
Postojna	439220	69364	553	U	T	C	2
Banjšćice	400214	105816	414	R	B	A	1
Volče	400350	115493	225	S	B	R	32
Kobarid	390323	123702	234	S	B	A	32
Metlika	524984	56431	154	U	T	R	32
Črnomelj	515217	47853	168	U	T	C	32
Novo Mesto	513810	72996	185	U	B	R	32
Kočevje	489491	54909	465	U	T	C	32
Krško	538705	90449	163	U	T	C	16
Sevnica	523765	96173	181	U	T	C	2
Lj OŠ Trnovo	461713	99763	291	U	T	R	2
Zagorje ob Savi	500066	109665	238	U	T	C	2
Hrastnik	506756	111063	286	U	B	R	2
Trbovlje	503089	110517	260	S	B	C	2
Ravenska vas	502346	109620	470	R	B	A	32

Legenda: Tip m. mesta:	B - ozadje	Značilnost območja:	R - stanovanjsko
	T - promet		C- poslovno
	I - industrijsko		I - industrijsko
Tip območja:	REG - regionalno		A - kmetijsko
	U - mestno	Geografska značilnost:	1 - gorsko
	S - predmestno		2 - dolina
	R - podeželsko		4 - obala
	NC - obmestno		16 - ravnina
			32 - razgibano

Tabela 4.(2) prikazuje koncentracije posameznih parametrov, ki smo jih dobili v poletni in jesenski merilni kampanji v letu 2008. Poletna

merilna kampanja po Sloveniji je potekala med 19.6. in 10.7.2008. Merilna kampanja jeseni pa je potekala med 9.10. in 28.10. 2008.

Tabela 4.(2): Povprečne koncentracije v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  poletne in jesenske merilne kampanje v letu 2008

Merilno mesto	POLETJE (19.6. - 10. 7. 2008)				JESEN (9.10. - 27. 10. 2008)								
	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	benzen	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	benzen	toluen	etilbenzen	m&p ksilen	o ksilen	
Domžale 1	12,3	6,9	69,5	0,5	20,8	2,8	15,6	3,4	8,2	2,6	9,2	2,0	
Domžale 2	25,1	6,1	60,3	0,9	27,8	5,2	16,6	3,8	10,4	3,3	12,7	3,2	
Domžale 3	13,7	8,7	72,9	1,0	19,6	7,8	19,6	3,5	8,3	2,8	9,8	1,9	
Bled	7,4	7,4	98,3	0,5	10,2	2,6	34,3	1,5	3,6	0,7	1,6	0,7	
Kranj	32,6	6,2	47,5	1,4	27,1	3,4	9,0	3,7	9,9	1,9	7,0	1,9	
Škofja Loka	26,3	4,3	56,9	1,2	20,7	2,8	11,6	3,6	8,8	2,0	6,4	2,0	
Trata	4,3	4,8	83,3	0,6	8,8	1,8	33,0	1,6	2,5	0,7	1,5	0,6	
Jesenice 1	13,9	6,7	86,8	0,8	20,0	2,9	27,7	1,7	3,2	0,5	1,7	0,8	
Jesenice 2	19,4	6,5	73,1	0,8	20,1	2,8	23,7	3,1	11,1	3,6	6,8	2,1	
Jesenice 3	15,2	5,8	69,7	0,5	22,3	6,2	23,7	2,6	5,0	1,0	3,4	1,5	
Postojna	9,2	6,6	128,1	0,6	29,2	3,1	50,5	2,3	11,3	1,6	5,2	1,8	
Debeli rtič 1	11,7	8,1	153,5	0,5	14,1	5,4	82,5	1,2	2,0	0,6	1,2	0,8	
Debeli rtič 2	9,8	4,2	123,4	0,7	15,8	5,6	81,2	1,3	1,8	0,5	1,4	0,8	
Debeli rtič 3	6,8	7,0	137,8	0,8	13,6	3,9	90,6	1,3	2,0	0,8	1,3	0,8	
Debeli rtič 4	6,9	8,5	123,0	0,1	11,4	11,6	88,0	1,3	1,6	0,7	1,2	0,7	
Sežana 1	27,1	5,4	91,4	1,0	28,9	3,7	26,3	3,1	6,3	1,8	4,8	1,9	
Sežana 2	13,8	8,6	101,1	0,4	21,4	3,3	67,8	1,9	5,4	1,3	3,3	1,2	
Sežana 3	7,1	10,2	121,9	0,3	11,4	4,9	67,8	1,7	4,5	1,3	3,0	1,0	
Sežana 4	13,9	8,3	81,9	1,0	12,4	4,1	63,8	2,0	6,1	1,9	4,0	1,6	
Nova Gorica	3,8	6,2	101,2	0,3	19,8	5,7	29,3	1,7	5,6	1,3	4,0	1,5	
Vipava	12,9	5,4	92,7	0,6	6,1	6,6	56,3	0,9	2,4	0,5	1,2	0,6	
Ajdovščina	2,3	11,3	115,6	0,2	15,3	3,3	45,0	*	*	*	*	*	
Vrsno Krn	30,5	3,0	54,6	0,9	3,1	3,5	83,4	1,0	2,1	0,9	1,3	0,4	
Banjšćice	2,0	6,9	103,6	0,2	4,8	4,3	77,7	1,1	1,7	0,6	0,7	0,4	
Volče	1,7	3,2	90,3	0,3	3,8	2,0	53,5	1,2	3,7	5,2	2,4	0,8	
Kobarid	4,6	7,6	66,0	0,5	6,8	3,4	22,3	1,2	2,6	0,7	1,1	0,5	
Metlika	12,7	3,9	60,3	0,7	11,4	3,9	30,1	1,6	2,2	0,6	1,6	0,6	
Črnomelj	17,7	10,4	60,3	1,3	20,1	5,7	25,1	2,2	5,4	2,2	5,5	1,3	
Novo Mesto	9,7	8,1	76,4	1,2	14,3	2,8	28,8	3,1	6,8	3,6	10,2	2,1	
Kočevje	9,8	5,7	79,8	0,5	8,7	2,8	39,1	3,8	11,6	5,4	11,5	2,7	
Krško	19,7	9,7	68,3	1,1	18,6	3,8	25,0	2,5	5,5	1,3	4,7	1,5	
Sevnica	9,8	3,5	81,0	1,0	14,7	2,6	25,0	2,5	10,6	5,7	12,7	2,8	
Lj OŠ Trnovo	20,8	7,5	74,2	2,1	32,7	3,5	16,7	3,2	9,1	2,5	7,2	2,1	

Legenda:

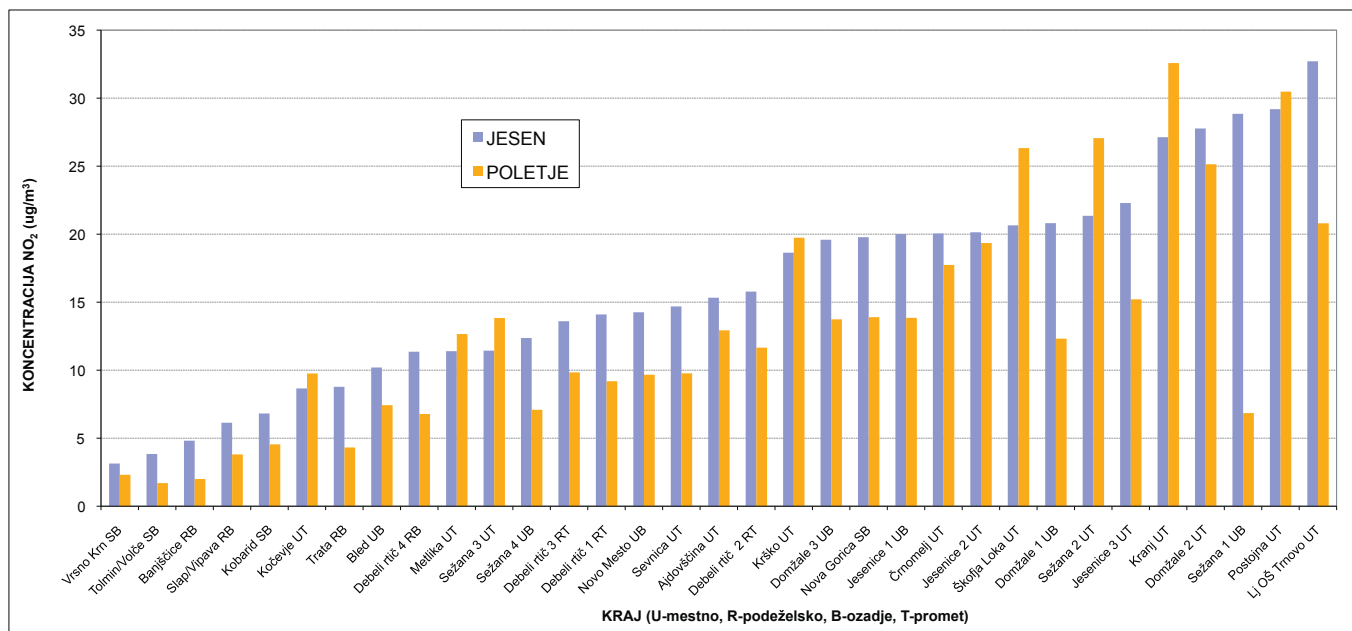
*	ni podatka
---	------------

## V mestih so bile koncentracije NO<sub>2</sub> do petkrat, koncentracije benzena pa trikrat višje kot na podeželju.

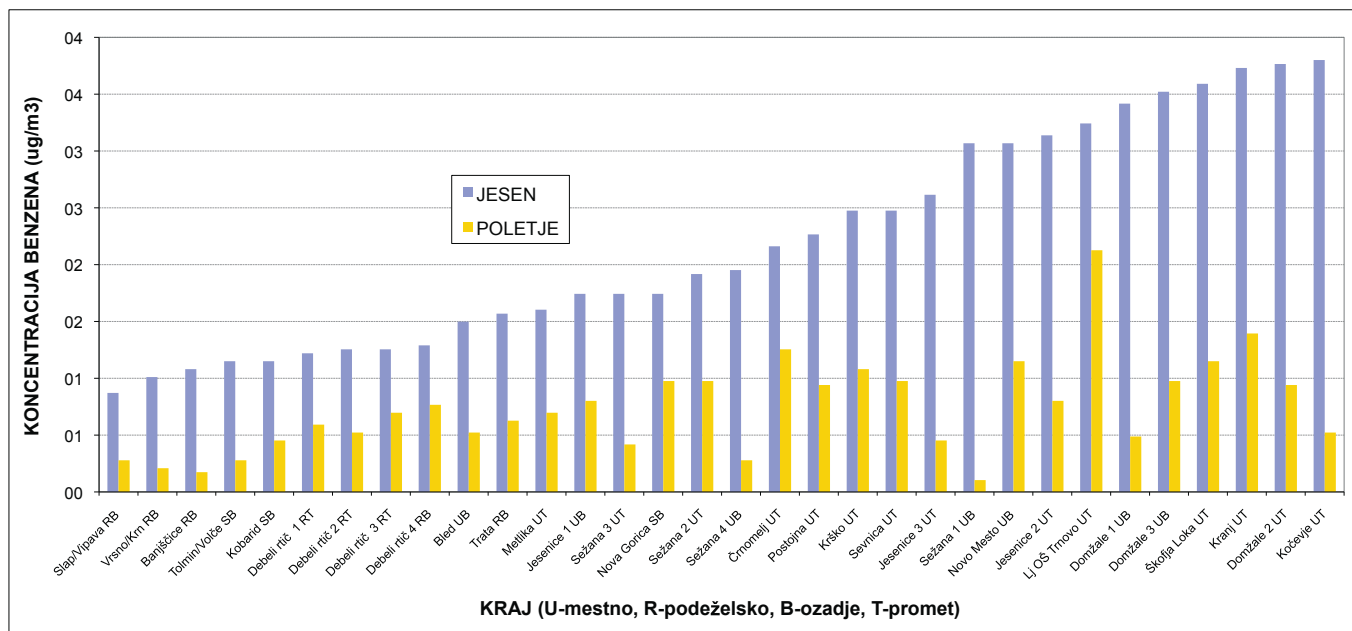
Zlasti pri dušikovem dioksidu je jasno viden vpliv emisij iz prometa, saj so bile na mestnih merilnih mestih (merilna mesta tipa UT in UB) izmerjene precej višje koncentracije kot na ostalih mestih. Koncentracije so bile najnižje na neprometnih lokacijah ob Obali in na Primorskem, najvišje pa na prometnih lokacijah v naseljih. Več difuzivnih vzorčevalnikov v istem naselju, na lokacijah, ki so različnega tipa, smo postavili v Domžalah, Postojni, Sežani in na

Debelem rtiču. Na vseh teh lokacijah je opazno, da so koncentracije dušikovega dioksida višje tam kjer je merilno mesto bolj izpostavljeno vplivom prometa. Iz tega lahko zaključimo, da je dušikov dioksid na teh območjih predvsem posledica lokalnega prometa. Pri benzenu in drugih lahkih ogljikovodikih to ni tako očitno, so pa koncentracije benzena (slika 4.(2)) v jesenskem obdobju bistveno višje, kot v poletnem.

Slika 4.(1): Primerjava koncentracij dušikovega dioksida v poletnem in jesenskem obdobju



Slika 4.(2): Primerjava koncentracij benzena v poletnem in jesenskem obdobju



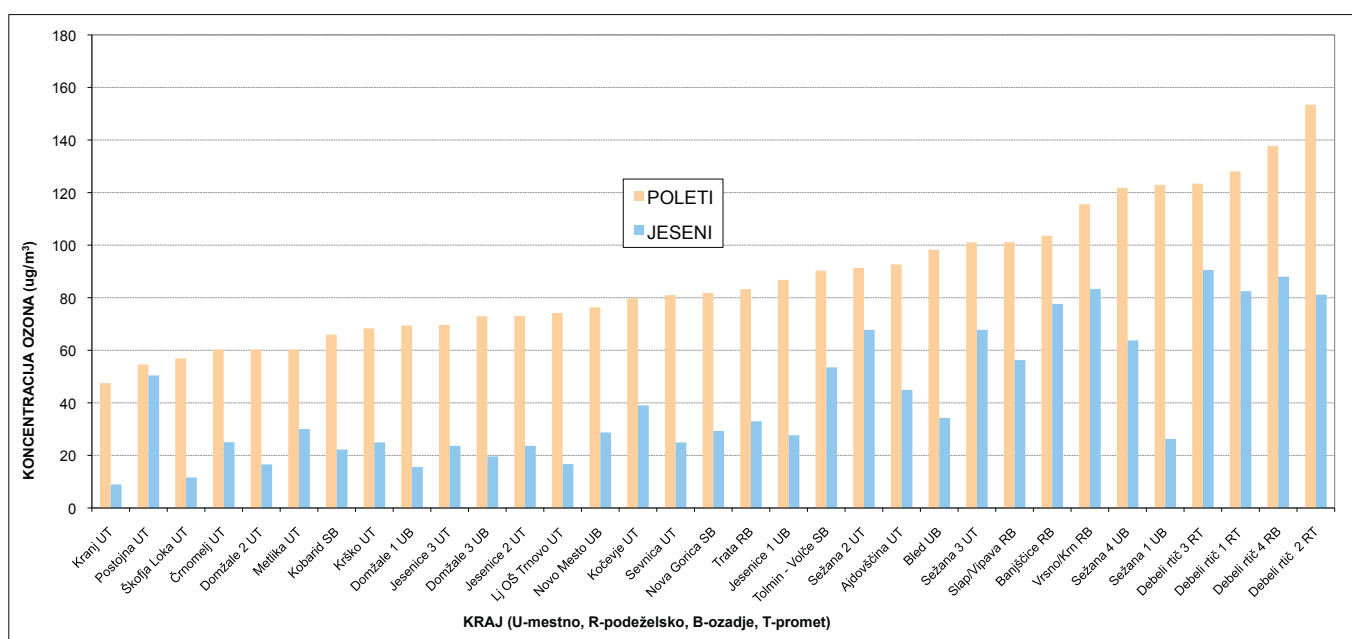


## Koncentracije ozona so bile ob obali in na Primorskem dvakrat višje kot v notranjosti Slovenije.

Nasprotno od dušikovega dioksida pa so po pričakovanih koncentracije ozona najvišje v poletnem obdobju, ko so pogoji za nastanek ozona najugodnejši (slika 4.(3)). Ozon namreč nastane v prizemni plasti zraka s kemično reakcijo ob prisotnosti sončne svetlobe iz tako imenovanih predhodnikov ozona (dušikovi oksidi in lahkohlapne organske snovi). Čim višja je temperatura in čim močnejše je sončno obsevanje, tem intenzivnejša je reakcija nastanka ozona. Zato je onesnaženost z ozonom večja

poleti in čez dan. Na prometnih merilnih mestih so koncentracije ozona nižje, ker le ta hitro reagira z dušikovim monoksidom iz izpušnih plinov in razpade nazaj na kisik. Prav tako koncentracija ozona narašča z nadmorsko višino. V Sloveniji so najvišje koncentracije ozona ob Obali in na Primorskem. To je posledica močnejšega sončnega obsevanja in višjih temperatur, kot v drugih delih Slovenije, pa tudi zaradi prenosa ozona in njegovih predhodnikov iz Italije.

Slika 4.(3): Primerjava koncentracij ozona v poletnem in jesenskem obdobju



Poleg teh dveh kampanj, ki smo jih izvedli po različnih krajih v Sloveniji smo v letu 2008 opravili meritve lahkohlapnih organskih spojin z difuzivnimi vzorčevalniki še na štirih merilnih mestih v Zasavju (Zagorje ob Savi, Trbovlje, Ravenska vas in Hrastnik) v treh različnih obdobjih. Meritve je Agencija za okolje RS izvedla na pobudo članov delovne skupine za izboljšanje kakovosti zraka v Zasavju. Projekt so financirale tri občine Trbovlje, Hrastnik in Zagorje ob Savi.

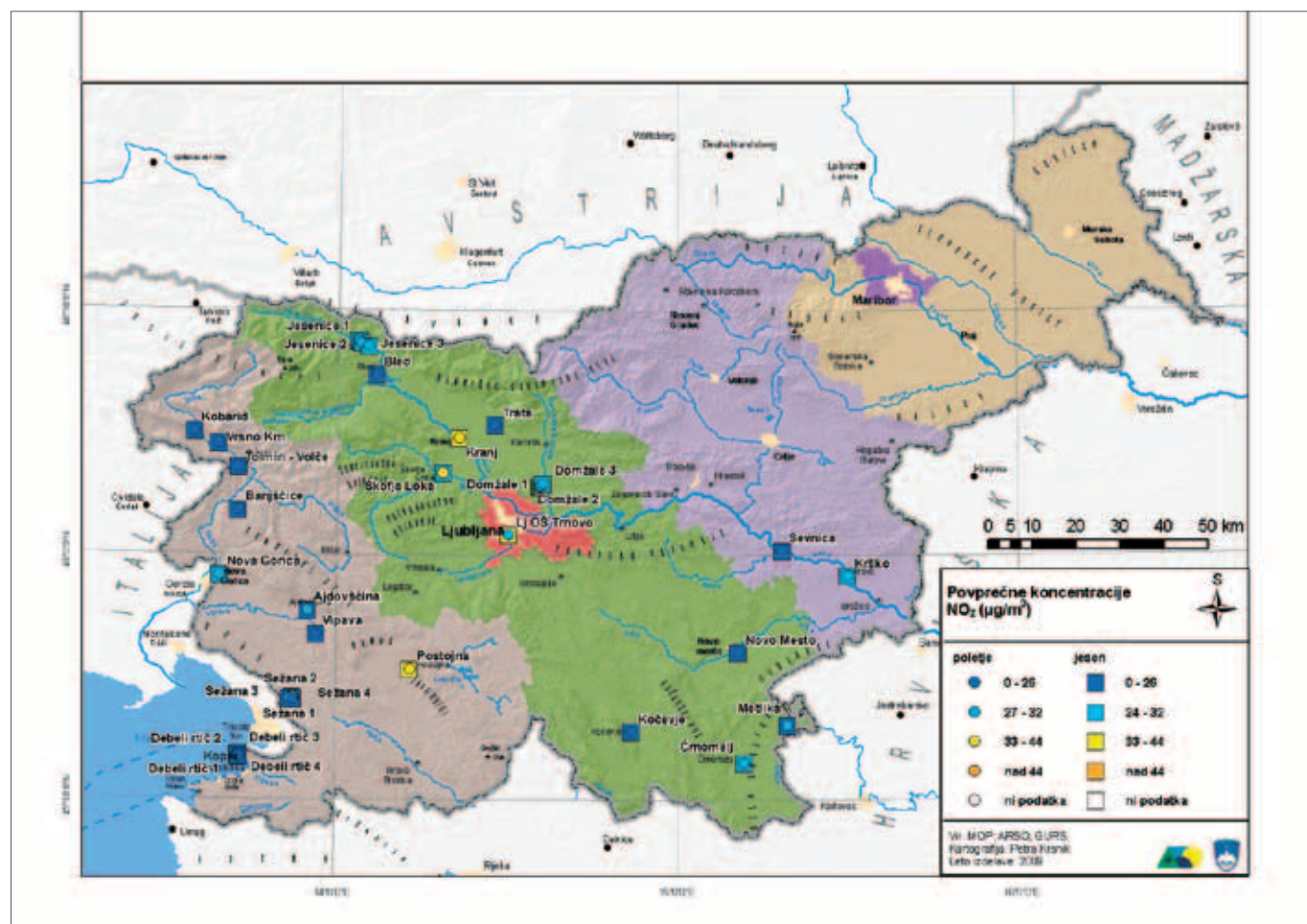
Na podlagi teh merjenj, ki so predstavljena v tabeli 4.(3), smo ugotovili, da koncentracije benzena v zunanjem zraku v Zasavju niso povišane oziroma višje kot drugod po Sloveniji. Nekoliko višje koncentracije so v prvi kampanji in so značilne za zimski čas, ko je koncentracija benzena povsod povišana zaradi neugodnejših meteoroloških razmer, predvsem temperaturnih inverzij. V drugih dveh obdobjih, tako poletni kot jesenski, pa so koncentracije opazno nižje.

Primerjava koncentracij benzena v različnih krajih v Zasavju kaže, da ga je največ v Zagorju ob Savi, kar je posledica prometa, saj je bil vzorčevalnik postavljen tik ob glavni cesti. Koncentracije benzena na tem merilnem mestu so primerljive s tistimi v Mariboru, kjer je postaja prav tako postavljena tik ob prometni cesti. Merilni mesti Trbovlje in Hrastnik imata nekoliko nižje koncentracije benzena kot Zagorje ob Savi v vseh štirih letnih časih, in so primerljive s tistimi na lokaciji Ljubljana Bežigrad, ki je tipa mestnega ozadja. Ravenska vas (merilno mesto podeželskega ozadja), ima po pričakovanih med vsemi štirimi merilnimi mesti v Zasavski dolini najnižje koncentracije benzena v zunanjem zraku. Koncentracije so primerljive z drugimi industrijsko in prometno neobremenjenimi kraji po Sloveniji (Vrsno, Krn in Banjščice). Vsi podatki in podrobnejši opis tega projekta je opisan v poročilu Meritve benzena z difuzivnimi vzorčevalniki v Zasavski dolini (ARSO, marec 2009).

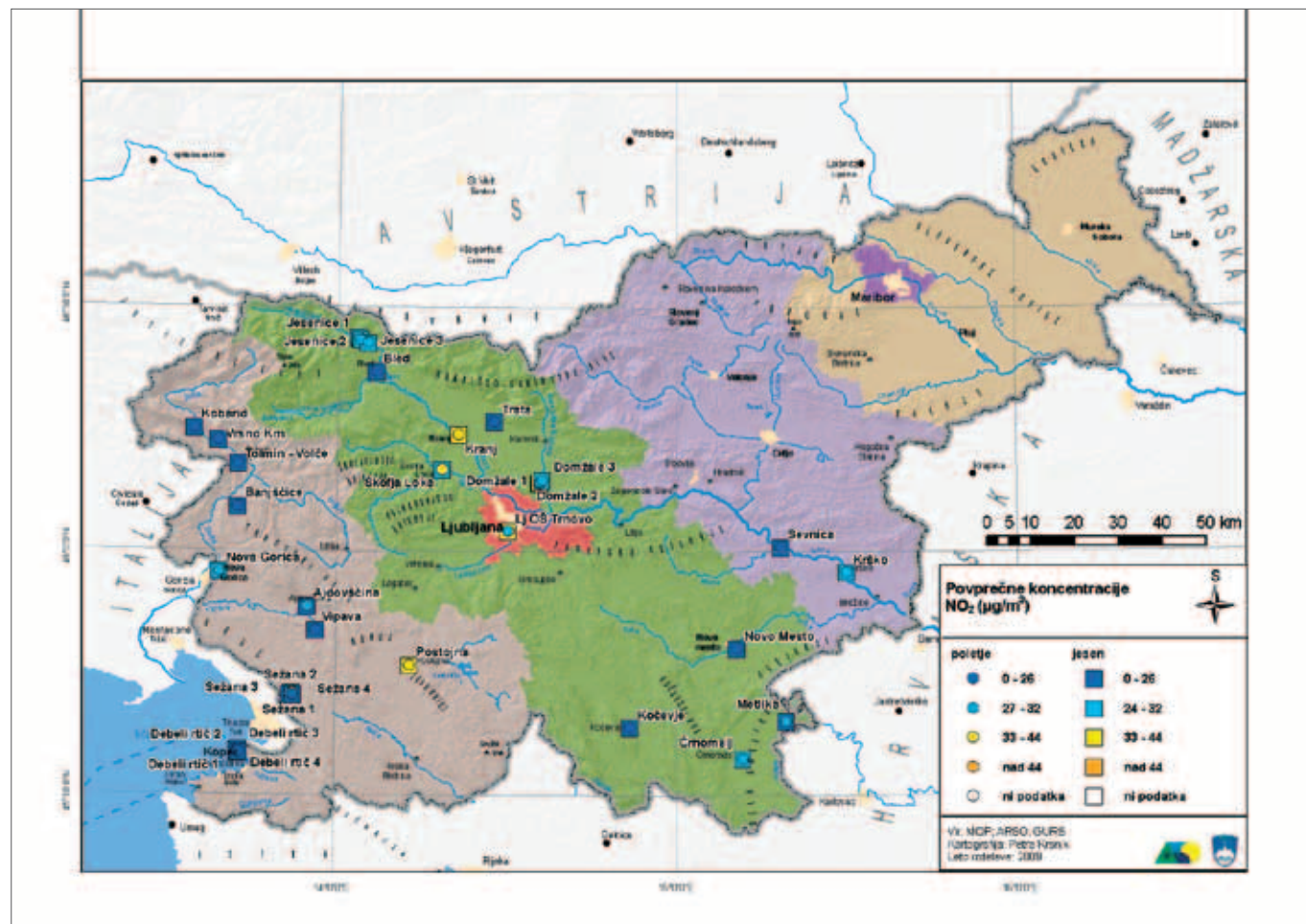
Tabela 4.(3): Povprečne koncentracije lahkihplasnih ogljikovodikov ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v Zasavski dolini

Merilno mesto	Obdobje vzorčenja	benzen	toluen]	etilbenzen	m&p ksilen	o ksilen
Zagorje ob Savi	11.2.-6.3.2008	4,44	9,10	1,94	5,53	2,02
	19.6.-10.7.2008	0,85				
	9.10.-28.10.2008	3,27	7,25	1,91	5,56	1,52
Hrastnik	11.2.-6.3.2008	2,80	3,77	2,37	9,02	1,37
	19.6.-10.7.2008	0,71				
	9.10.-28.10.2008	2,12	4,25	1,94	5,72	1,20
Trbovlje	11.2.-6.3.2008	3,24	4,65	1,09	2,95	0,95
	19.6.-10.7.2008	0,55				
	9.10.-28.10.2008	2,52	4,95	1,55	4,01	1,17
Ravenska vas	11.2.-6.3.2008	1,70	1,89	0,44	0,77	0,25
	19.6.-10.7.2008	0,35				
	9.10.-28.10.2008	1,29	2,47	0,52	0,92	0,43

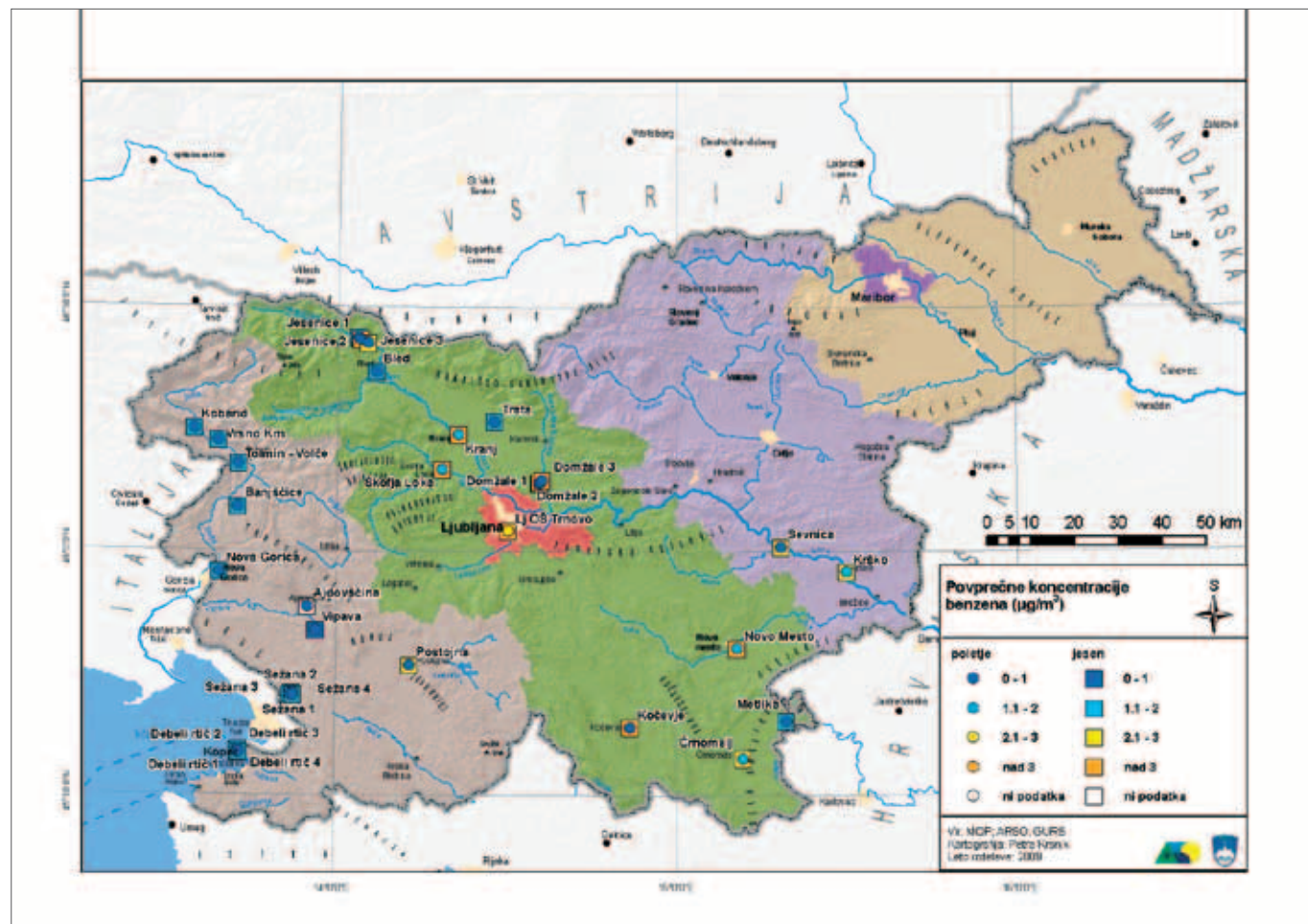
Slika 4.(4): Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami dušikovega dioksida v poletni in jesenski kampanji 2008



Slika 4.(5): Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami ozona v poletni in jesenski kampanji 2008



Slika 4.(6): Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami benzena poletni in jesenski kampanji 2008





# 5



# Meritve kakovosti padavin

Škodljive snovi se iz zraka odlagajo na zemljo kot mokre in/ali suhe usedline. Suhe usedline so plini ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , CO, HCl) ali trdni delci (sulfati, nitrati, karbonati, kloridi), mokre usedline pa so kapljice padavine (dež, sneg, aerosoli v megli), ki vsebujejo raztopljene disociirane soli (sulfate, nitrate, karbonate, kloride, ..).



## 5.1. Merilne mreže in nabor meritev

Kemijska sestava padavin je merilo za stopnjo onesnaženosti zraka. Glavne sestavine padavin so 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.

V skladu z mednarodnim dogovorom so kisle padavine tiste, katerih pH vrednost je manjša 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.

Znanstveni dokazi kažejo, da so težke kovine (predvsem arzen, kadmij in nikelj) ter nekateri policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH) genotoksične rakotvorne snovi in da ni mogoče določiti praga, pod katerim le-te ne predstavljajo tveganja za zdravje ljudi tako s koncentracijami v zraku kot tudi z usedanjem.

Z meritvami koncentracij težkih kovin v padavinah, predvsem arzena, kadmija in niklja ter količin nekaterih PAH ugotavljamo, kakšne so depozicije teh genotoksičnih rakotvornih snovi, ki pomembno vplivajo na zdravje ljudi. Poglavitni vir atmosferskih depozicij težkih kovin so rudniki, topilnice in razne vrste kovinske industrije, medtem ko prometa zaradi uporabe neosvinčenega bencina ne štejemo več med večje vire. Pomemben antropogeni vir živega srebra so izgorevanje fosilnih goriv odpadne baterije in akumulatorji ter krematoriji. Poglavitni vir depozicij PAH izgorevanje premoga in drugih fosilnih goriv. Glavni viri onesnaženosti s PAH so emisije pri visokotemperaturnem izgorevanju fosilnih goriv in lesa, gozdni požari, industrijski dimi, oljni madeži in cestno konstrukcijski materiali. Prisotnost PAH v ozračju pa je tudi posledica naravnih procesov (nastajanje naravnih organskih snovi, mikrobne modifikacije, ...). Posamezni PAH so v ozračju porazdeljeni med plinasto in trdno fazo, porazdelitev teh spojin pa je odvisna od fizikalno kemijskih značilnosti. Zaradi kemijske

stabilnosti PAH praktično kemijsko nespremenjeni potujejo na velike razdalje in se odlagajo tako v urbanih kot tudi drugih področjih.

### 5.1. Merilne mreže in nabor meritev

Meritve kakovosti padavin v okviru državne merilne mreže (DMKP), ki jih izvaja Agencija Republike Slovenije za okolje – ARSO) potekajo na petih merilnih mestih, ki so enakomerno razporejena po Sloveniji.

V tabeli 5.1.(1) je podan opis merilnih mest za meritve kakovosti padavin v letu 2008, ki delujejo v okviru DMPK. Štiri merilna mesta so v relativno čistem, podeželskem okolju (Iskrba pri Kočevski Reki, Rakičan pri Murski Soboti, Rateče–Planica, Škocjan), v urbanem območju pa je le merilno mesto Ljubljana-Bežigrad. Iz slike 5.1 (1) je razvidna prostorska razporeditev merilnih mest v okviru osnovne merilne mreže.

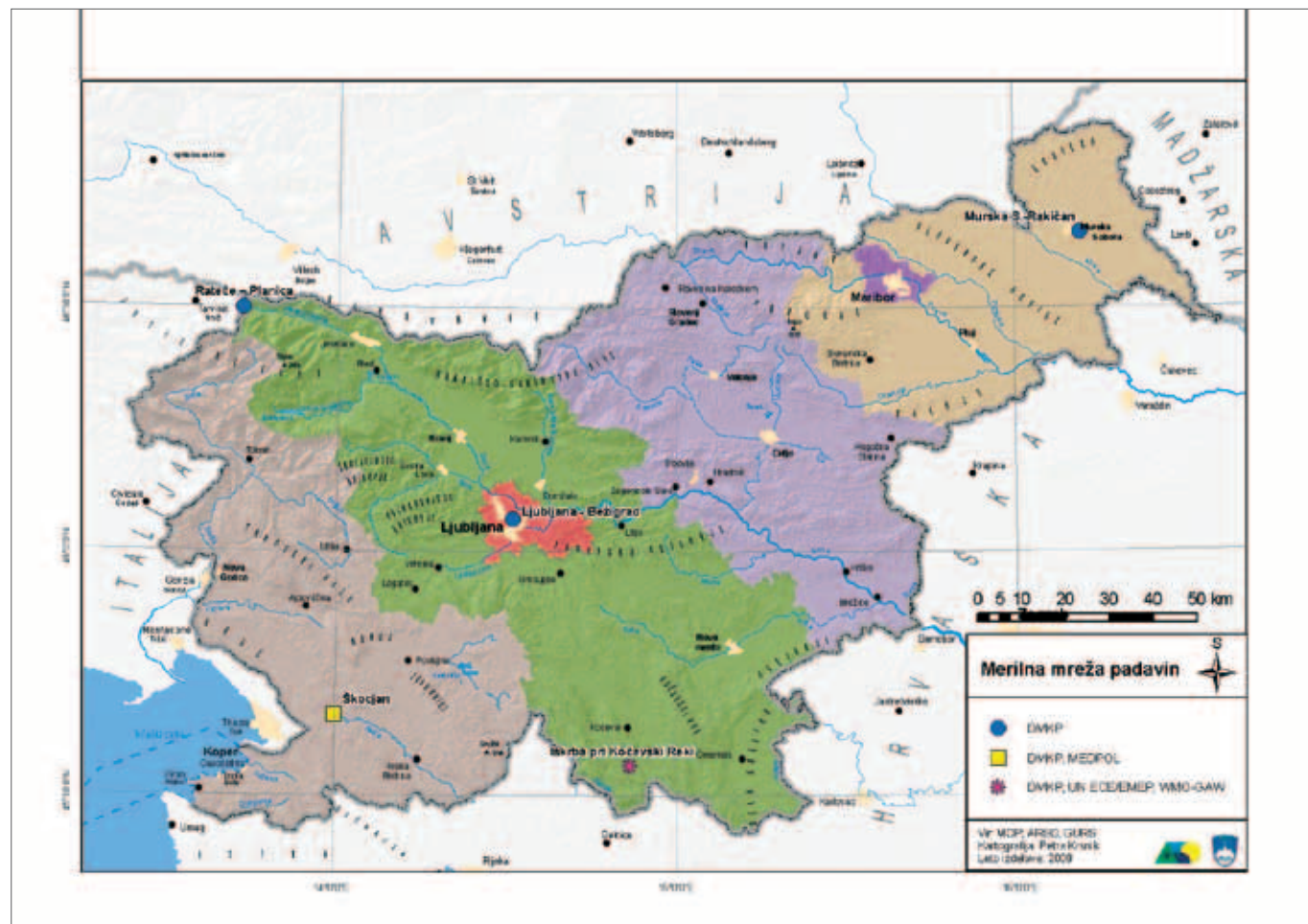
Merilno mesto Iskrba pri Kočevski Reki je vključeno tudi v evropsko merilno mrežo EMEP, v okviru katere spremljamo transport onesnaženosti zraka na velike razdalje preko meja, in pa v svetovno merilno mrežo GAW, ki je raziskovalnega značaja in spremlja kemijsko sestavo atmosfere ter beleži časovne trende. Iskrba leži v neobremenjenem okolju, proč od lokalnih virov onesnaženosti zraka in je namenjena spremljanju tako imenovanega ozadja onesnaženosti zraka. Na merilnem mestu Škocjan v okviru programa MEDPOL po Barcelonski konvenciji spremljamo vnos snovi iz zraka v Sredozemsko morje.

Poleg meritev v mreži DMKP spremlja Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV) kakovost padavin in koncentracijo prašnih usedlin na 27 merilnih mestih na vplivnih območjih termoelektrarn Šoštanj (TEŠ), Trbovlje (TET), Ljubljana (TE-TOL, JPE Ljubljana) in Brestanica (TEB), objavljamo pa podatke za 21 merilnih mest, ki delujejo kot stalne postaje v okviru imisijskih monitoringov posameznih termoelektrarn.

Tabela 5.1.(1): Opis merilnih mest osnovne merilne mreže za meritve kakovosti padavin v letu 2008

Merilno mesto	Nadmorska višina (m)	GKKX	GKKY
<b>DMKP</b>			
Iskrba pri Kočevski Reki	540	5046323	5489292
Ljubljana-Bežigrad	299	5102490	5462673
Murska S.-Rakičan	188	5168196	5591591
Rateče - Planica	864	5151142	5401574
Škočjan	420	5058228	5421892
<b>EIS-TEŠ</b>			
Šoštanj	360	5136982	5504508
Topolšica	390	5139882	5501901
Veliki Vrh	550	5134203	5503506
Zavodnje	770	5142691	5500256
Velenje	390	5135289	5508998
Graška gora	774	5141187	5509886
Pesje	394	5135804	5506524
Škale	410	5137110	5508504
Skorno	650	5137546	5501275
<b>EIS-TET</b>			
Dobovec	700	5106823	5505905
Kovk	600	5109358	5508800
Ravenska vas	580	5108919	5501803
Kum	1210	5104878	5505993
Prapretno	480	5110250	5506116
Lakonca	368	5110202	5504020
<b>TE-TO Ljubljana</b>			
Vnajnarje	630	5100884	5474596
Deponija	285	5101579	5465450
Partizanska	291	5101600	5464340
Toplarniška	280	5101353	5465130
JP Energetika	304	5103688	5461890
EIMV	294	5100233	5460944

Slika 5.1.(1): Merilna mesta za meritve kakovosti padavin v letu 2008 - mreža DMKP



Vzorčevalniki za padavine na Iskrbi pri Kočevski Reki (foto: Peter Pavli).



## 5.2. Merilne metode in kakovost meritev

### 5.2. Merilne metode in kakovost meritev

V nadaljevanju podrobneje navajamo merilne metode oziroma principe meritev za državno merilno mrežo DMKP.

#### 5.2.1. Merilna mreža DMKP

V okviru državne merilne mreže DMKP izvajamo dnevna vzorčenja padavin za določitev pH; električne prevodnosti, osnovnih kationov ter anionov, ki so predvsem merilo za zakisljevanje in ev-trofikacijo. Vzorčenja za določitve navedenih parametrov na vseh merilnih mestih potekajo neprekinjeno vse leto vsak dan.

V letu 2008 smo v skladu z *Uredbo o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in PAH v zunanjem zraku*, (Ur.l. RS, št.: 56/06) na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki pričeli izvajati še vzorčenja padavin za določitve:

- težkih kovin (arsen, baker, kadmij, krom, nikelj in svinec), ki je potekalo tedensko od 14.01 do 29.12.2008,
- celokupnega Hg, ki je potekalo od 10.06. do 2008 29.12.2008 in
- PAH, ki je potekalo tedensko od 31.03. do 29.12.2008.

#### Meritve vrednosti pH, električne prevodnosti in osnovnih ionov v padavinah

Na vseh merilnih mestih DMKP potekajo dnevna vzorčenja za določitve pH, električne prevodnosti in osnovnih ionov le mokrih padavin z avtomatskimi »wet-only« vzorčevalniki Eigenbrodt NSA 181/S, kar pomeni, da podatkov o količinah suhih usedlin nimamo.

Točen nabor parametrov, merilne metode in meje detekcij so razvidne iz tabele 5.2.1.(1). V primerih, ko so količine padavin majhne, v vzorcih ni mogoče določiti vseh navedenih parametrov.

Fizikalno kemijske analize padavin za naštetih parametre izvaja Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje (v nadaljevanju KAL), ki je za vse navedene parametre tudi akreditiran.

#### Meritve težkih kovin in PAH v padavinah

Določitve težkih kovin (v nadaljevanju TK) in PAH v padavinah izvajamo le v vzorcih padavin z merilnega mesta Iskrba pri Kočevski Reki. Način vzorčenja, tipi vzorčevalnikov in vrsta vzorca za analizo za posamezno vrsto onesnaževal so podani v tabeli 5.2.1.(2).

Tabela 5.2.1.(1): Nabor parametrov, merilni principi, referenčne metode in laboratorijske meje detekcije pri določitvah pH vrednosti, električne prevodnosti in osnovnih ionov v padavinah

Parameter	Izražen kot	Enota	Merilni princip	Merilna metoda metoda	Lab. meja detekcije
Količina padavin		g	GRAV	interna	0,1
pH			EL	SIST ISO 10523	/
El. prev. pri 25°C		µS/cm	EL	SIST EN 27888	1,5
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 10304-1	0,028
Klorid	Cl <sup>-</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 10304-1	0,006
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 10304-1	0,014
Amonij	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0,015
Natrij	Na <sup>+</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0,016
Kalij	K <sup>+</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0,007
Kalcij	Ca <sup>2+</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0,016
Magnezij	Mg <sup>2+</sup>	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0,006

Tabela 5.2.1.(2): Način vzorčenja, tip vzorčevalnika in vrsta vzorcev za analizo

Parametri	Način vzorčenja	Tip vzorčevalnika	Vrsta vzorca za analizo
TK razen Hg	Bulk - suhe in mokre usedline	*Eigenbrodt NSA 181/S	tedenski
Živo srebro	Wet-only le mokre usedline	Eigenbrodt NSA 181/S	14 dnevni
PAH	Bulk -suhe in mokre usedline	*Eigenbrodt NSA 181/S,	tedenski

Legenda:

* prilagojen za bulk vzorčenje
--------------------------------

Nabor parametrov, merilni principi, merilne metode in njihove lastnosti so podane v tabeli 5.2.1.(3). Vse analize razen določitev živega srebra v padavinah izvaja KAL (Za PAH KAL ni akreditiran),

ki je za navedene parametre tudi akreditiran. Vzorčenje in analize celotnega živega srebra v padavinah je izvajal Odsek za znanost o okolju Instituta Jožef Stefan iz Ljubljane.

Tabela 5.2.1.(3): Nabor parametrov, merilni principi, referenčne metode in laboratorijske meje detekcije pri določitvah težkih kovin v padavinah

Parameter	Enota	Merilni princip	Referenčna metoda	Lab. meja detekcije
Količina padavin	g	GRAV	interna	0,1
Kadmij	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	0,02
Svinec	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	0,1
Baker	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	0,3
Cink	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	1
Arzen	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	0,1
Krom	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	0,3
Nikelj	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO17294-2	0,3
Živo srebro	ng/L	AAS	INTERNA METODA IJS, povezana po US EPA 1631 in EMEP	0,5

Legenda:

GRAV	gravimetrija
ICP-MS	ionsko sklopljena plazma – masna spektrometrija
AAS	atomska absorpcijska spektrometrija

Tabela 5.2.1.(4): Nabor parametrov parametri in referenčne metode pri laboratorijskih določitvah PAH v padavinah

Parameter	Enota	Merilni princip	referenčna metoda	Lab. meja detekcije
benzo(a)piren	ng analita / vzorec	GC/MS	SIST EN ISO 17993 modificirana	1
benzo(a)antracen	ng analita / vzorec	GC/MS	SIST EN ISO 17993 modificirana	1
*benzo(b,j,k)fluoranten	ng analita / vzorec	GC/MS	SIST EN ISO 17993 modificirana	3
indeno(1,2,3-cd)piren	ng analita / vzorec	GC/MS	SIST EN ISO 17993 modificirana	1
dibenzo(a,h)antracen	ng analita / vzorec	GC/MS	SIST EN ISO 17993 modificirana	1

\* ker so onesnaževala, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten in benzo(k)fluoranten, analitično težko določljiva, jih poročamo kot vsoto.

Legenda:

GC-MS	plinska kromatografija – masna spektrometrija
-------	---

Sistem zagotavljanja kakovosti meritev zajema vse postopke od vzorčenja in izvedbe fizikalno kemijskih analiz do obdelave podatkov in v celoti sledi splošnim zahtevam programov EMEP in GAW. Namen teh zahtev je pridobiti podatke dovolj dobre in znane kakovosti.

Postopki in zahteve za zagotavljanje kakovosti podatkov zajemajo zahteve za merilno mesto, vzorčenje kot tudi za izvajanje kemijskih analiz za EMEP in so podrobneje podani v *EMEP Manual for Sampling and Chemical analysis* - dosegljivem na spletni strani: <http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/index>.

Podrobnejši opis zahtev za zagotavljanje kakovosti podatkov v okviru EMEP je podan na spletnem naslovu: <http://www.nilu.no/projects/CCC/qa/index.htm>;

Vodila, cilji zagotavljanja kakovosti in standardni operativni po-

stopki za GAW pa so podani v *No. 160 Manual for the GAW Precipitation Chemistry programme (guidelines, Data Quality Objectives and Standard operating Procedures)*. Dokument je dosegljiv na spletnem naslovu:

<http://www.wmo.ch/pages/prog/arep/gaw/documents/gaw160.pdf>.

Navadne kriterije zagotavljanja kakovosti uporabljamo v celotni mreži DMKP.

## 5.2.2. Merilne mreže na območjih 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 me-

## 5.3. Rezultati meritev

teorološka organizacija. Vzorčenje mesečnih vzorcev padavin in prašnih usedlin poteka z zbiralniki tipa Bergerhoff.

### 5.3. Rezultati meritev

V nadaljevanju ločeno podajamo rezultate meritev za merilno mrežo DMKP in za merilne mreže EIS TEŠ, EIS TET in TE-TO Ljubljana, za katere posreduje rezultate inštitut EIMV.

#### 5.3.1. Merilna mreža DMKP

##### 5.3.1.1 pH vrednost, električna prevodnost in osnovnih ionov v padavinah

V tabeli 5.3.1.1.(1) so podane povprečne letne, minimalne in maksimalne vrednosti ter standardna deviacija pH vrednosti, električnih prevodnosti in koncentracij osnovnih ionov v padavinah za leto 2008. Navedeni parametri so izmerjeni v dnevni (Iskrba, Ljubljana) oziroma tedenskih (združeni dnevni vzorci - Rakičan, Rateče in Škocjan).

Tabela 5.3.1.1.(1): pH vrednost, električna prevodnost in koncentracije osnovnih ionov v padavinah v letu 2008 – statistične veličine

Merilno mesto		El. prev. pri 250C (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.	13	4,94	0,35	1,35	1,23	0,68	0,42	0,07	0,41	0,04
	min.	3	4,14	0,01	0,11	0,14	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
	maks.	50	6,66	2,94	10,70	7,00	7,49	5,08	0,49	4,61	0,28
	st. d.	11	0,59	0,48	1,77	1,23	1,21	0,67	0,10	0,87	0,05
Ljubljana-Bežigrad	povp.	12	5,08	0,50	1,51	1,28	0,42	0,50	0,07	0,26	0,03
	min.	3	4,12	0,05	0,14	0,09	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00
	maks.	61	6,81	3,90	10,22	5,95	2,82	3,24	0,65	2,50	0,36
	st. d.	9	0,55	0,57	1,67	1,02	0,53	0,56	0,09	0,41	0,05
Rakičan pri Murski Soboti	povp.	12	5,27	0,74	1,71	1,48	0,26	0,56	0,06	0,15	0,06
	min.	5	4,10	0,23	0,76	0,28	0,03	0,07	0,01	0,01	0,00
	maks.	46	6,56	2,22	6,28	4,92	2,53	4,04	0,35	1,55	0,30
	st. d.	10	0,64	0,53	1,56	1,16	0,47	0,72	0,07	0,30	0,07
Rateče-Planica	povp.	8	5,38	0,48	0,96	0,73	0,33	0,37	0,07	0,19	0,06
	min.	4	4,55	0,05	0,40	0,29	0,01	0,04	0,00	0,01	0,00
	maks.	30	6,66	5,50	3,84	2,39	1,21	1,62	0,51	0,75	0,95
	st. d.	5	0,51	0,82	0,73	0,47	0,31	0,31	0,08	0,18	0,14
Škocjan	povp.	14	5,07	0,46	1,79	1,32	0,77	0,53	0,08	0,47	0,05
	min.	6	3,62	0,05	0,30	0,45	0,04	0,05	0,02	0,04	0,00
	maks.	128	6,60	5,94	79,22	23,06	3,24	2,55	0,25	2,02	0,45
	st. d.	20	0,57	0,99	12,19	3,48	0,75	0,50	0,05	0,48	0,10

Tabela 5.3.1.1.(2): Kisle padavine v Sloveniji v letu 2008. Osnovna merilna mreža, dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevni 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 kislinskih vzorcev (%)	pHmin
Iskrba pri Kočevski Reki	dnevni	174	114	88	88	82	4,14
Ljubljana - Bežigrad	dnevni	152	101	73	70	70	4,12
Rakičan pri Murski Soboti	tedenski	46	37	22	63	62	4. 10
Rateče - Planica	tedenski	42	42	24	41	41	4,55
Škocjan	tedenski	46	39	31	77	77	3,62

Legenda:

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



## Povišane koncentracije kloridnih in natrijevih ionov v padavinah na merilnih mestih Iskrba in Škocjan kažejo na prenos aerosolov z morja.

Najbolj kisle padavine so bile v letu 2008 na merilnem mestu Iskrba s kar 88 % vzorcev s pH vrednostjo pod 5,6. Na ostalih merilnih mestih se je ta odstotek gibal med 41 in 77 %. Kisle padavine so se pojavljale v Sloveniji preko celega leta, na večini merilnih mest pa so se zaradi povečane emisije žvepovega dioksida pogosteje pojavljale nižje pH vrednosti v kurilni sezoni, predvsem v januarju in februarju. Tako kot v prejšnjih letih je bila izmerjena najnižja pH vrednost v dnevnih vzorcih 4,14 na Iskrbi, v tedenskih vzorcih pa

3,62 v Škocjanu. Najmanj kisle padavine so bile v letu 2008 tako kot v prejšnjih dveh letih 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.

Tabela 5.3.1.1.(3): Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 2008

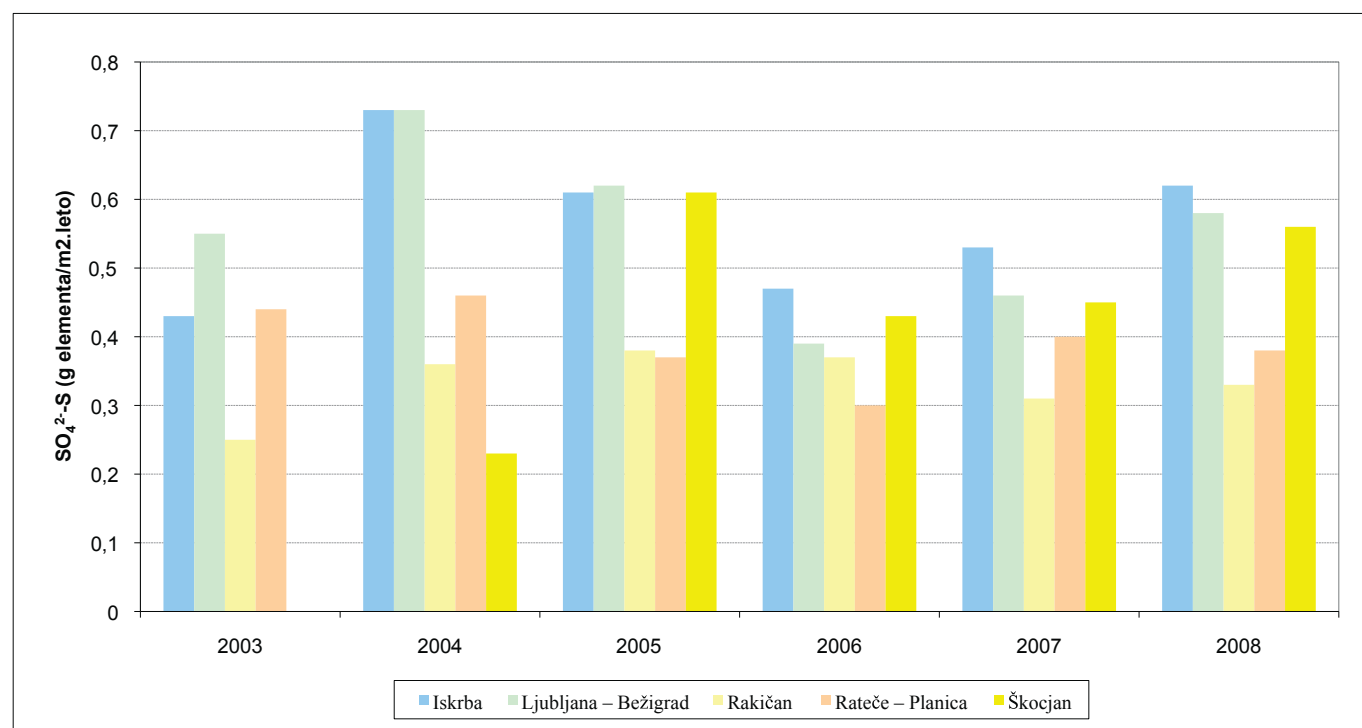
Merilno mesto	Količina padavin (mm/leto)	Kumulativna depozicija (g/m <sup>2</sup> .leto)								
		* H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Iskrba pri Kočevski Reki	1508	17,1·10 <sup>-3</sup>	0,41	0,46	0,62	1,02	0,64	0,10	0,62	0,06
Ljubljana – Bežigrad	1364	11,3·10 <sup>-3</sup>	0,53	0,46	0,58	0,57	0,68	0,09	0,35	0,04
Rakičanu pri Murski Soboti	634	3,6·10 <sup>-3</sup>	0,39	0,26	0,33	0,17	0,38	0,04	0,10	0,04
Rateče - Planica	1569	6,4·10 <sup>-3</sup>	0,58	0,34	0,38	0,51	0,58	0,10	0,30	0,10
Škocjan	1238	10,9·10 <sup>-3</sup>	0,45	0,52	0,56	0,98	0,68	0,10	0,61	0,06

Opomba: z meritvami mokrih depozicij v Škocjanu smo pričeli šele konec avgusta leta 2004, zato podatek ni premerljiv z ostalimi

Legenda:

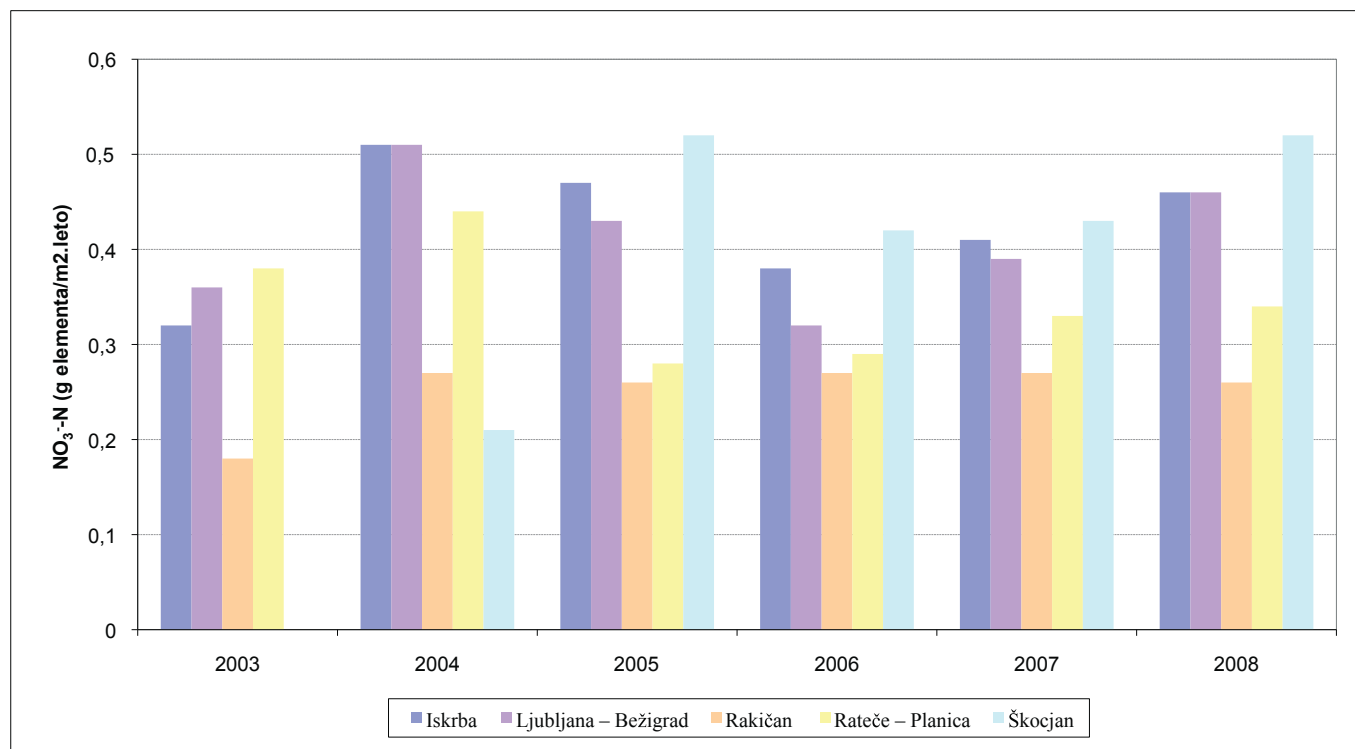
*	Depozicija H <sup>+</sup> je izračunana iz izmerjene vrednosti pH
---	---

Slika 5.3.1.1.(1): Kumulativna letna depozicija žvepla sulfatnega izvora v padavinah v letih 2003-2008



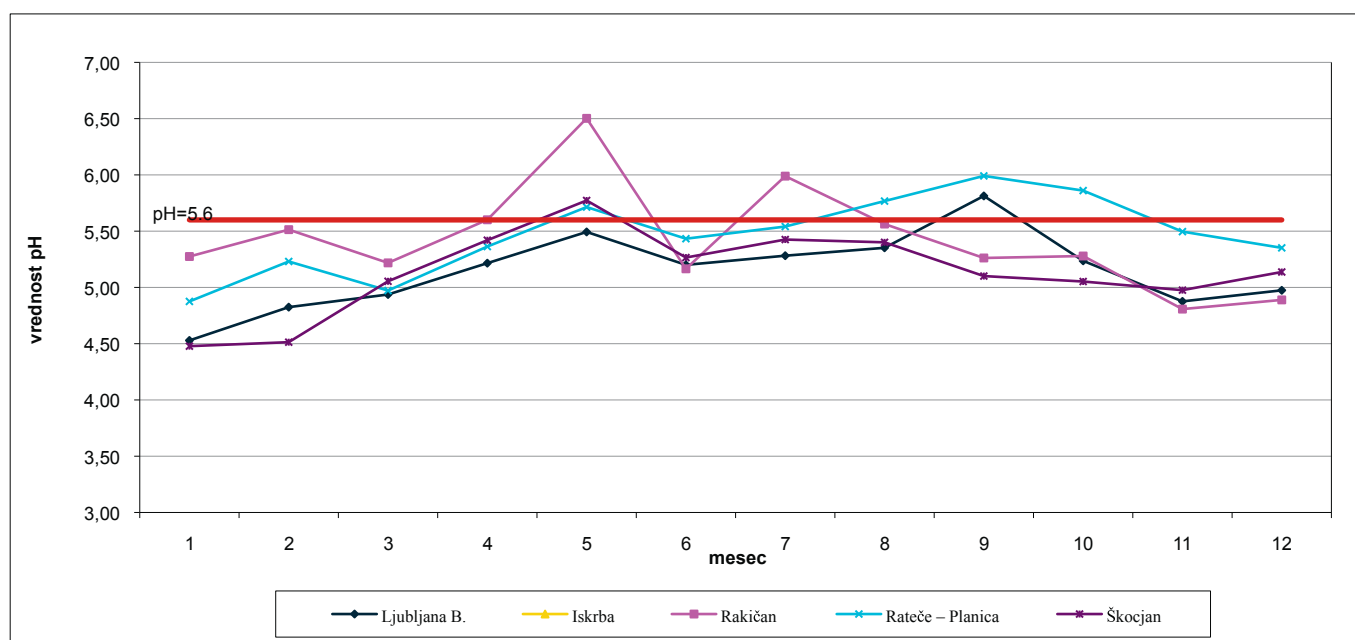
Opomba: z meritvami mokrih depozicij v Škocjanu smo pričeli šele konec avgusta leta 2004, zato podatek ni premerljiv z ostalimi

Slika 5.3.1.1.(2): Kumulativna letna depozicija dušika nitratnega izvora v padavinah v letih 2003-2008

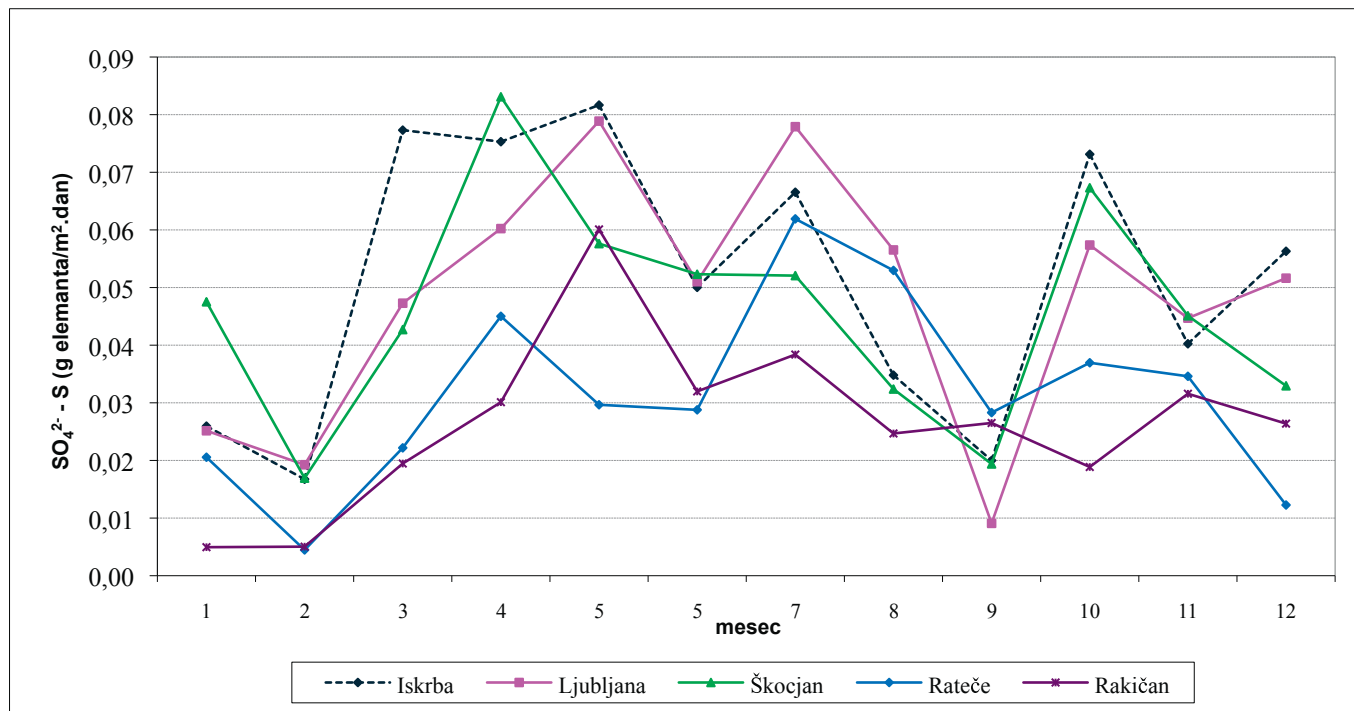


Opomba: z meritvami mokrih depozicij v Škocjanu smo pričeli šele konec avgusta leta 2004, zato podatek ni premerljiv z ostalimi

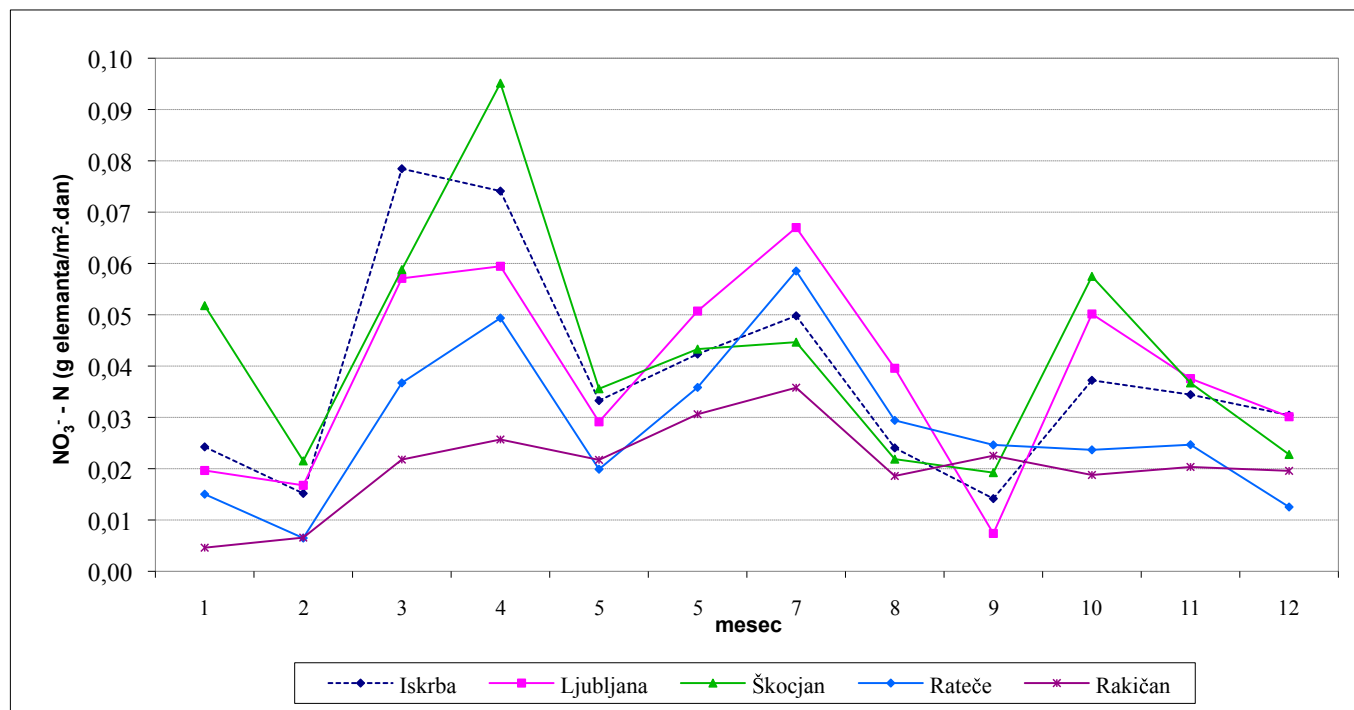
Slika 5.3.1.1.(3): Povprečne mesečne pH vrednosti padavin v letu 2008



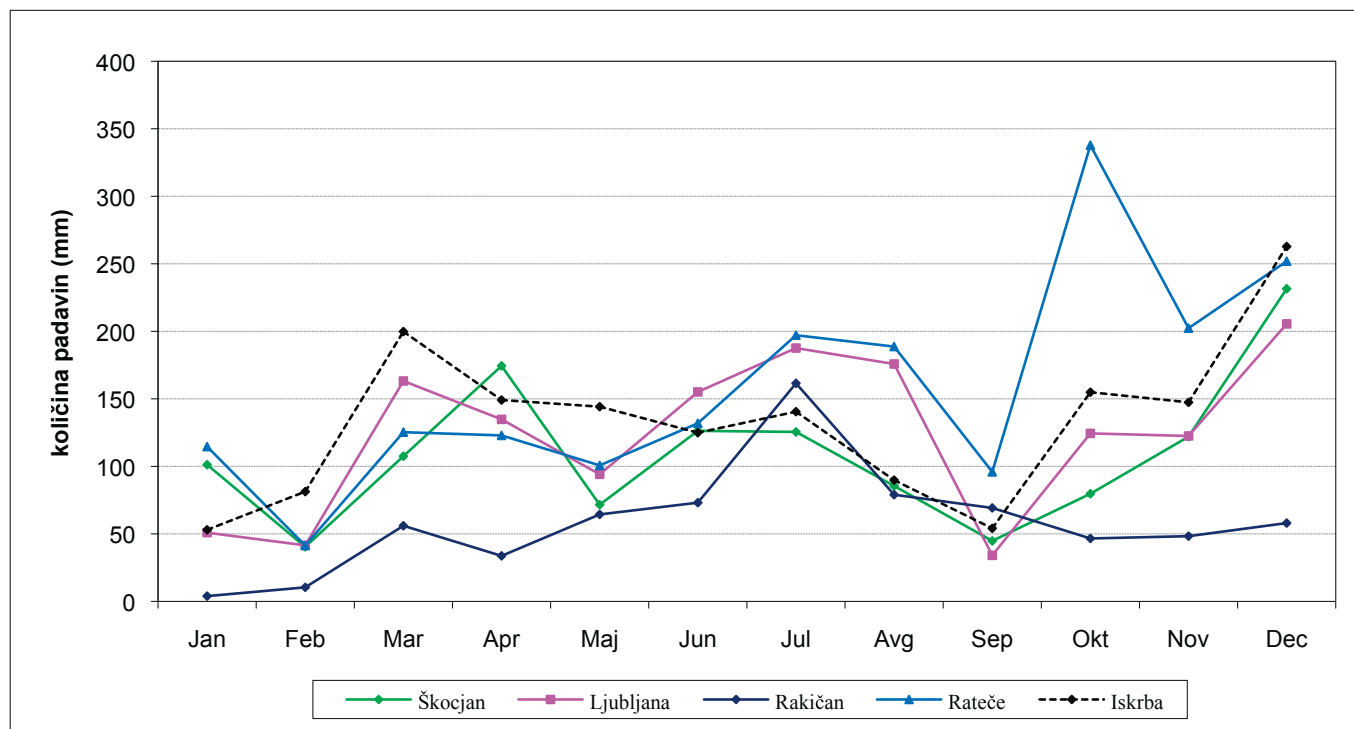
Slika 5.3.1.1.(4): Povprečne mesečne depozicije žvepla sulfatnega izvora v padavinah v letu 2008



Slika 5.3.1.1.(5): Povprečne mesečne depozicije dušika nitratnega izvora v padavinah v letu 2008



Slika 5.3.1.1.(6): Mesečne količine padavin v letu 2008



Visoke koncentracije vodikovih ionov v padavinah so, tako kot pretekla leta, povzročile najvišjo kumulativno letno depozicijo le-teh na Iskrbi, saj je na tej postaji v primerjavi z drugimi merilnimi mesti (razen Rateč) padlo več padavin.

Med anioni prevladujeta v naših padavinah nitrat in sulfat, med kationi pa amonij in kalcijev ion. Glede na leto 2007 so se na vseh merilnih mestih znatno povečale depozicije natrijevih, kloridnih in magnezijevih ionov in sicer najmanj na merilnem mestu Rakičan in največ na merilnem mestu Rateče Planica. Glede na meteorološke značilnosti leta 2008 ocenjujemo, da gre povišano vsebnost natrijevih, kloridnih in magnezijevih ionov pripisati jugozahodnim vetrovom, ki s seboj prinašajo aerosole z večjo količino morske vode. Na vseh merilnih mestih razen Rateč, pa so se znatno povečale tudi depozicije kalcijevih ionov, kar je poleg povišanih depozicij magnezijevih ionov prispevalo k nekoliko nižanim depozicijam vodikovih ionov glede na preteklo leto. Glede na preteklo leto pa smo zabeležili tudi znatno povišanje depozicij kalijevih ionov predvsem na merilnih postajah Škocjan in pa Rateče Planica. Tako depozicije kalcija kot kalija so bile večinoma sorazmerne količini padavin na posameznem merilnem mestu.

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. Iz diagramov 5.3.1.1.(4) in 5.3.1.1.(5), ki prikazujeta povprečne mesečne mokre depozicije žvepla sulfatnega izvora in dušika nitra-

tnega izvora v letu 2008, ter iz diagramov 5.3.1.1.(6) in 5.3.1.1.(7) je razvidno, da sta bili obe depoziciji v večini primerov višji v mesecih z najvišjo povprečno količino padavin.

Mokra depozicija žvepla se je glede na laniško leto znižala le v Ratečah, na ostalih merilnih mestih pa se je povišala skladno s količino padavin in se je gibala med 0,3 in 0,6g/m<sup>2</sup>.leto. Depozicija dušika (iz nitrata in amonija skupaj) se je glede na leto 2007 v splošnem nekoliko zvišala in se je gibala med 0,7 in 1,0g/m<sup>2</sup>.leto. Največje zvišanje depozicij dušika smo tako zabeležili na merilnem mestu Škocjan ter na Iskrbi in v Ljubljani, najmanjše pa v Rakičanu, med tem ko se je v Ratečah ta vrednost glede na laniško leto nekoliko znižala.

Zaradi boljše predstave o tem, 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 kvarcitrno 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>.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 vre-

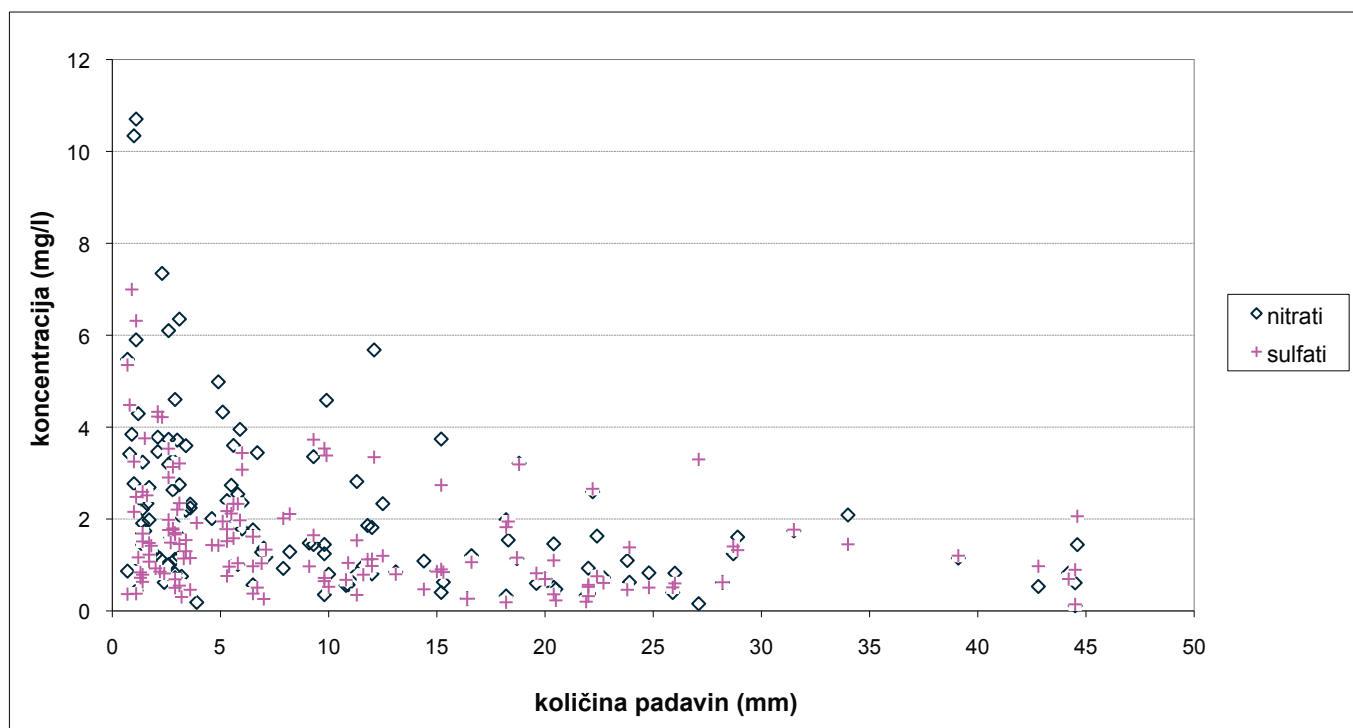
dnostni usedline iz zraka na bolj podeželskih merilnih lokacijah v Sloveniji lahko le orientacijska.

Glede koncentracij in depozicij posameznih ionov s padavinami veljajo za merilna mesta naslednje značilnosti. Merilni mesti Iskrba in Škocjan izstopata glede visoke vsebnosti kloridnih in natrijevih ionov, saj sta ti merilni mesti najbliže morju in so zato tam najbolj prisotni morski aerosoli v zraku. Glede koncentracij in depozicij vodikovih in sulfatnih ionov pa izstopajo merilna mesta Iskrba, Ljubljana in Škocjan. Na Iskrbi in v Škocjanu gre za prenos navedenih onesnaževal na velike razdalje (verjetno pred-

vsem industrija na severu Italije), na merilnem mestu Bežigrad pa zaradi lokacije mesta v urbanem okolju.

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 5.3.1.1.(7) podana odvisnost koncentracije nitrata in sulfata v dnevni vzorcih padavin od količine padavin za merilno mesto Iskrba.

Slika 5.3.1.1.(7): Odvisnost koncentracije nitrata in sulfata od količine padavin na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki v letu 2008. Dnevno vzorčenje, kemijska analiza dnevni vzorcev



### 5.3.1.2 Težke kovine in PAH v padavinah

V tabelah 5.3.1.2.(1), 5.3.1.2.(2) in 5.3.1.2.(3) v prilogi Poročila so podane povprečne letne ter minimalne in maksimalne vrednosti celotnih depozicij posameznih težkih kovin, živega srebra in nekaterih PAH v padavinah za leto 2008. Meritve so potekale v okviru osnovne padavinske merilne mreže na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki in sicer za določitev:

- težkih kovin (arzen, baker, kadmij, krom, nikelj in svinec) tedensko od 14.01 do 29.12.2008;
- policikličnih aromatskih ogljikovodikov tedensko od 31.03. do 29.12.2008 in
- Hg v štirinajst dnevnih intervalih od 10.06. do 2008 29.12.2008.

Obdobja za katera podajamo statistične količine depozicij so naslednja:

- poletna sezona – april – september,
- zimska sezona januar-marec in oktober – december,
- letna količina - januar – december.

Tabele 5.3.1.2.(4), 5.3.1.2.(5) in 5.3.1.2.(6) prikazujejo kumulativne depozicije težkih kovin, živega srebra in PAH za zgoraj navedena obdobja merjenja, sliki 5.3.1.2.(1) in 5.3.1.2.(2) pa prikazujeta skupne mesečne depozicije težkih kovin in PAH na merilnem mestu Iskrba. Tabele s podatki o mesečnih količinah depozicij za posamezne parametre so v prilogi tega poročila.

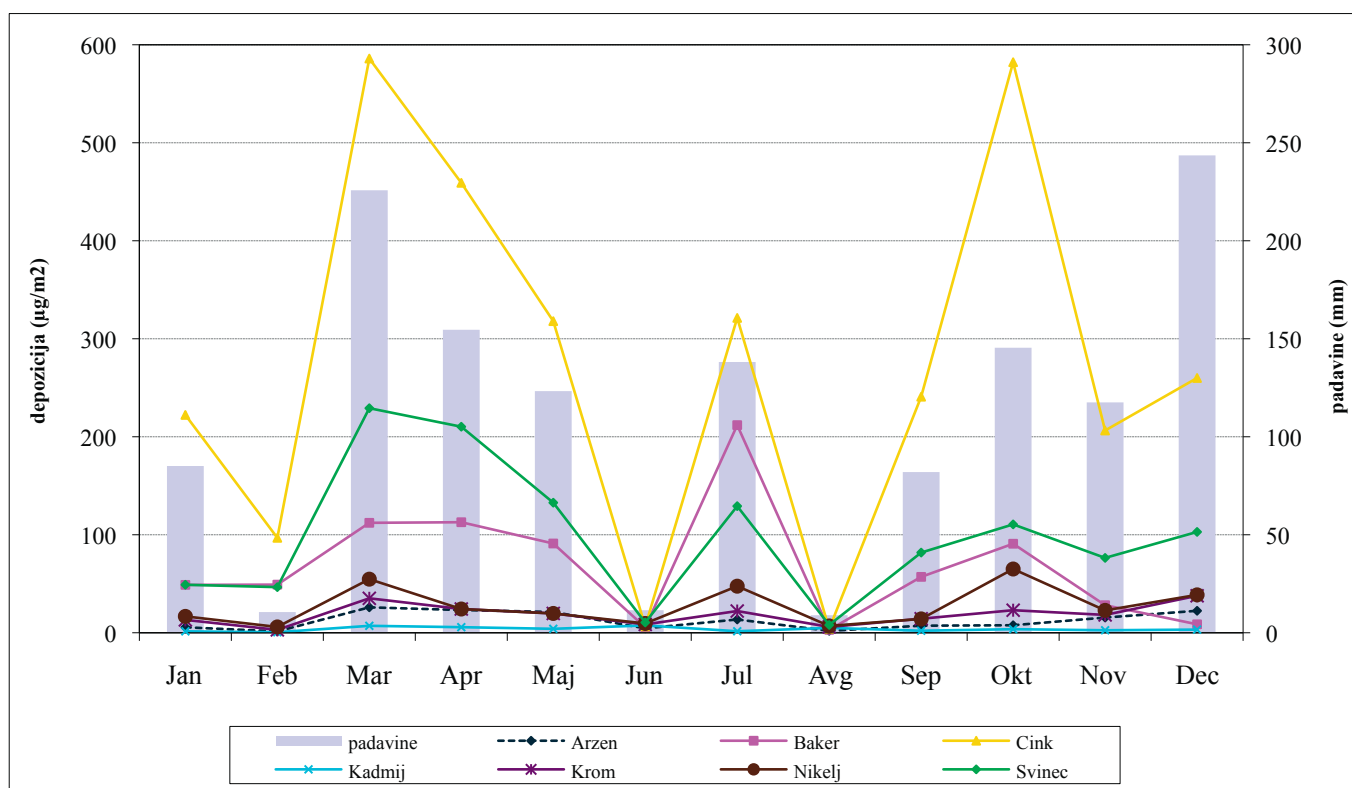
Tabela 5.3.1.2.(4): Kumulativna celotna depozicija nekaterih težkih kovin na Iskrbi pri Kočevski Reki za obdobje vzorčenja od 14.01. do 29.12.2008

Težka kovina	Arzen	Baker	Cink	Kadmij	Krom	Nikelj	Svinec
Celotna depozicija (mg/m <sup>3</sup> )*	0,159	1,048	4,035	0,034	0,248	0,355	1,392

Legenda:

*	* z vzorčenjem smo pričeli 10.06. in ga izvajali v 14 dnevnih intervalih do 29.12.2008
---	--

Slika 5.3.1.2.(1): Kumulativne mesečne celotne depozicije težkih kovin v letu 2008 za obdobje od 14.01 do 29.12.2008 (tedensko vzorčenje)



Kot je razvidno iz tabele 5.3.1.2.(4) in slike 5.3.1.2.(1) smo na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki v celotnem obdobju vzorčenja zabeležili daleč najvišje celotne depozicije cinka. Te so bile najvišje v marcu (586 µg/m<sup>3</sup>). Temu sta sledili celotni depoziciji svineca in bakra, še nižje so bile celotne depozicije niklja, kroma in arzena, najnižje pa depozicije kadmija. Nihanja v depozicijah

so sorazmerna s količino padavin, ki smo jo zabeležili v posameznih obdobjih vzorčenja. Ker na tem merilnem mestu izvajamo tako imenovane meritve ozadje onesnaženosti ocenjujemo, da je šlo predvsem za izpiranje težkih kovin, porazdeljenih v ozračju s transportom na velike razdalje.

Tabela 5.3.1.2.(5): Kumulativna mokra depozicija živega srebra za obdobje vzorčenja od 10.06. do 2008 29.12.2008

Težka kovina	Živo srebro
Celotna mokra depozicija (µg/m <sup>3</sup> )*	0,296

Legenda:

*	* z vzorčenjem smo pričeli 10.06. in ga izvajali v 14 dnevnih intervalih do 29.12.2008
---	--



Povprečne koncentracije celokupnega Hg zabeležene v padavinah na merilni postaji Iskrba so nekoliko pod mejami, ki veljajo za neonesnažene podeželske predele severne hemisfere. Celokupno Hg v padavinah je v glavnem odvisno od količine padavin in koncentracije prahu v zraku, zato se spomladi, ko je v zraku več cvetnega prahu, pojavljajo tudi nekoliko višje koncentracije, ki pa

so še vedno v mejah normale. Višje koncentracije se v padavinah pojavljajo tudi po daljšem suhem obdobju in v prvih urah deževja. Ko je ozračje že dobro izprano navadno koncentracija Hg v padavinah pade. Seveda je tudi Hg v padavinah odvisno od gibanja zračnih mas.

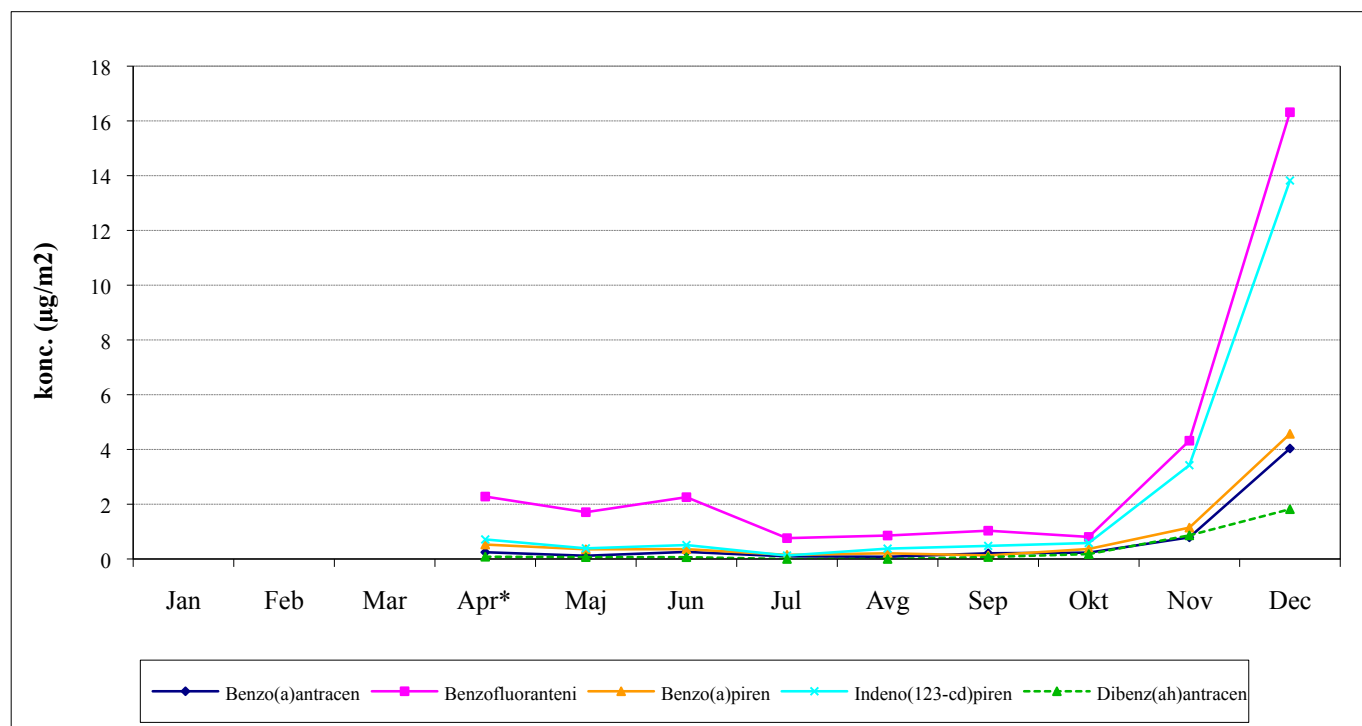
Tabela 5.3.1.2(6): Kumulativna celotna depozicija nekaterih PAH za obdobje vzorčenja od 31.03. do 29.12.2008

	Benzo(a)antracen	Benzofluoranteni	Benzo(a)piren	Indeno(123-cd)iren	Dibenz(ah)antracen
Celotna depozicija ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )*	6,34	31,6	8,12	21,4	3,43

Legenda:

*	z vzorčenjem smo pričeli 31.03. in ga izvajali v tedenskih intervalih do 29.12.2008
---	---

Slika 5.3.1.2. (2): Kumulativne mesečne celotne depozicije nekaterih PAH v letu 2008



Legenda:

*	z vzorčenjem smo pričeli 31.03. in ga izvajali v tedenskih intervalih do 29.12.2008
---	---

Iz tabele 5.3.1.2.(6) in slike 5.3.1.2.(2) je razvidno, da so bile znatno višje depozicije nekaterih PAH zabeležene predvsem v mesecu decembru, pri čemer so izstopali visokomolekularni benzo(a)fluoranteni in indeno(123-cd)piren, ki prihajajo v ozračje predvsem zaradi izgorevanja fosilnih goriv in lesa. Ocenjujemo, da so takšne

vrednosti, ki smo jih zaznali tudi pri meritvah PAH v zunanjem zraku (poglavje 2.3.6.2) po vsej verjetnosti delno posledica prenosa teh spojin na velike razdalje, delno pa tudi posledica kurjenja v lovski koči v neposredni bližini merilnega mesta. Ta je v kurilni sezoni pogosteje obiskana v mesecu decembru.

Depozicija PAH izmerjena na Iskrbi je na nivoju, primerljivem z depozicijami, ugotovljenimi na centralno evropskih jezerih (povzeto po strokovnem članku: *Source assessment and sedimentary record of polycyclic aromatic hydrocarbons in Lake Bled*, Gregor Muri, Stuart G. Wekeham).

### 5.3.2. Merilne mreže na območju termoelektrarn

Glavne ugotovitve iz rezultatov meritev koncentracij prašnih usedlin in kakovosti padavin za leto 2008 so:

Koncentracije prašnih usedlin niso nikjer presegale doslej veljavnih\* mejnih vrednosti. Najvišja mesečna koncentracija prašnih usedlin 150,80 mg/m<sup>2</sup>.dan, kar je skoraj polovica mejne vrednosti 350 mg/m<sup>2</sup>.dan, je bila izmerjena na merilnem mestu Lakonca. Tudi povprečne letne koncentracije prašnih usedlin niso na nobenem mestu presegle doslej veljavne\* letne mejne

vrednosti, ki je znašala 200 mg/m<sup>2</sup>.dan. Povprečne letne koncentracije prašnih usedlin so se gibale med najnižjo vrednostjo 15,60 mg/m<sup>2</sup>.dan na merilnem mestu Lakonca, in najvišjo vrednostjo 61,12 mg/m<sup>2</sup>.dan na merilnem mestu Šoštanj. **Na večini vzorčevalnih mest so bile koncentracije prašnih usedlin na ravni prejšnjih treh let.**

Kislost padavin se je v letu 2008 glede na leto poprej na nekaterih merilnih mestih zmanjšala. Na večini vzorčevalnih mest je kislost padavin na ravni prejšnjega leta.

Depozicija žvepla na območju termoelektrarn je bila na ravni leta 2007.

\* Na področju padavin so bile do avgusta 2007 z Uredbo o mejnih opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti snovi v zraku (Uradni list RS, št.73/94) zakonsko določene tudi mejne vrednosti za prašne usedline. Slednje so prenehale veljati s sprejetjem Uredbe o prenehanju veljavnosti Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (Url. RS, št. 66/2007), ki je začela veljati 08. 08. 2007.

Tabela 5.3.2.(1): Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 2008

postaja	kol. pad.	koncentracija ionov mg/l						kumulativna depozicija g elementa/m <sup>2</sup> .leto					
		(mm)	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
<b>EIS-TEŠ</b>													
Šoštanj	1162,0	6,31	2,07	0,06	3,24	3,19	0,11	5,75E-04	2,40	0,06	0,10	1,24	7,69
Topolšica	1199,7	6,02	1,71	0,25	2,47	3,16	0,09	1,14E-03	2,05	0,24	0,07	1,26	6,66
Zavodnje	1333,6	6,22	1,57	0,69	2,89	2,95	0,11	8,00E-04	2,10	0,71	0,13	1,31	8,85
Graška gora	1147,9	6,32	2,50	0,10	2,66	3,23	0,15	5,54E-04	2,87	0,09	0,08	1,23	10,56
Velenje	1199,9	6,26	1,98	0,27	2,42	3,27	0,10	6,65E-04	2,37	0,25	0,08	1,31	7,23
Veliki vrh	1165,9	6,36	1,67	0,47	1,66	2,87	0,10	5,03E-04	1,95	0,43	0,05	1,12	7,41
Škale	1182,6	6,34	1,59	0,16	2,66	3,57	0,09	5,40E-04	1,88	0,14	0,08	1,41	6,40
Pesje	1117,1	6,25	2,01	0,27	1,58	2,74	0,10	6,22E-04	2,25	0,24	0,05	1,02	7,05
Stara vas	1139,8	6,25	2,11	0,29	2,77	3,34	0,12	6,36E-04	2,40	0,26	0,08	1,27	8,30
<b>EIS-TET</b>													
Kovk	1390,5	6,21	2,05	0,44	1,34	3,02	0,10	8,64E-04	2,85	0,47	0,06	1,40	8,57
Dobovec	1497,3	6,21	1,97	0,48	1,45	3,26	0,10	9,15E-04	2,94	0,56	0,07	1,63	8,75
Kum	1034,0	6,35	2,90	0,49	2,45	4,04	0,17	4,64E-04	2,99	0,39	0,07	1,39	10,96
Ravenska vas	1359,3	6,18	1,96	0,47	1,76	3,13	0,10	8,96E-04	2,66	0,49	0,07	1,42	8,29
Lakonca	1345,0	6,33	2,98	0,27	1,55	3,69	0,18	6,23E-04	4,01	0,28	0,06	1,66	14,61
Prapretno	1370,7	6,24	2,02	0,20	2,68	3,42	0,10	7,80E-04	2,76	0,22	0,11	1,56	8,74
<b>TE-TO Ljubljana</b>													
Vnajarje	1305,5	6,37	2,42	0,36	2,00	3,76	0,13	5,63E-04	3,16	0,36	0,08	1,63	10,24
Deponija	1487,7	6,50	2,24	0,60	2,93	3,83	0,12	4,73E-04	3,33	0,69	0,14	1,90	11,33
Partizanska	1553,5	6,45	3,20	0,50	1,98	4,35	0,20	5,56E-04	4,97	0,60	0,10	2,25	18,54
Toplarniška	1502,4	6,40	2,41	0,80	2,03	4,83	0,14	5,94E-04	3,62	0,93	0,09	2,42	13,21
JP Energetika	1431,0	6,42	2,27	0,27	2,24	4,03	0,60	5,49E-04	3,25	0,30	0,09	1,92	52,73
EIMV	1435,1	6,36	2,10	0,56	2,20	4,53	0,47	6,30E-04	3,01	0,63	0,09	2,17	41,04

Opombe: \* Izračunano iz izmerjenih pH vrednosti

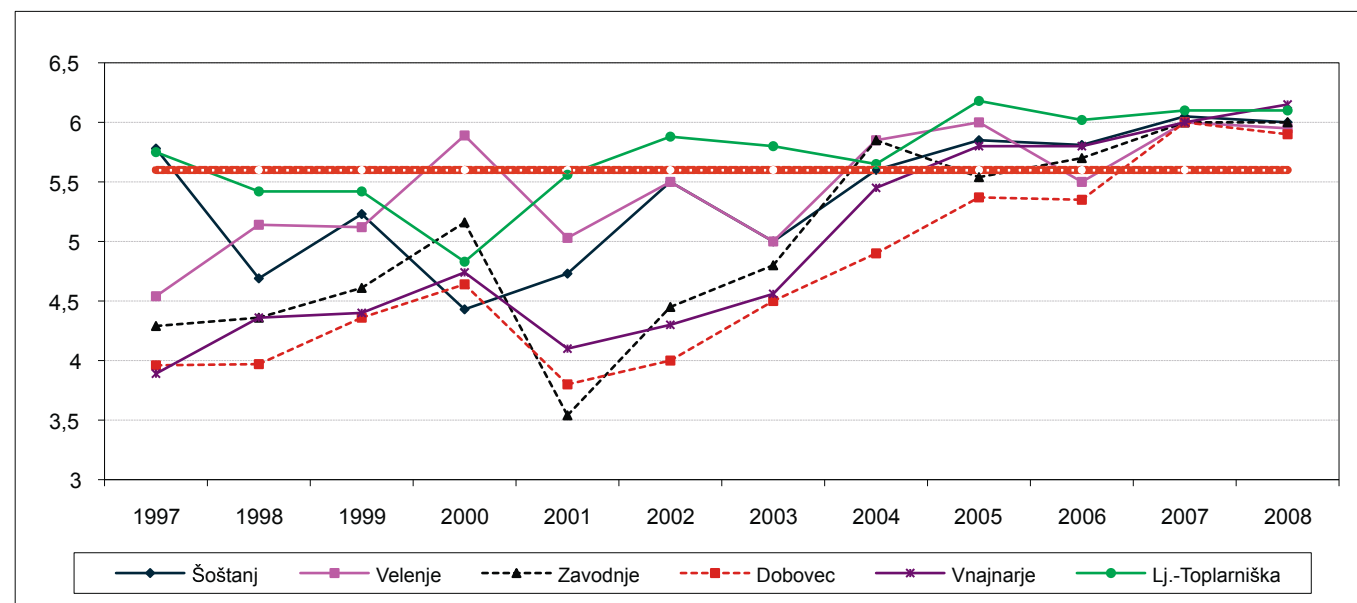
\*\* šibke kisline (alkaliteta), izražene kot HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

## Na območjih obeh velikih termoelektrarn padavine v zadnjih dveh letih niso več kisle.

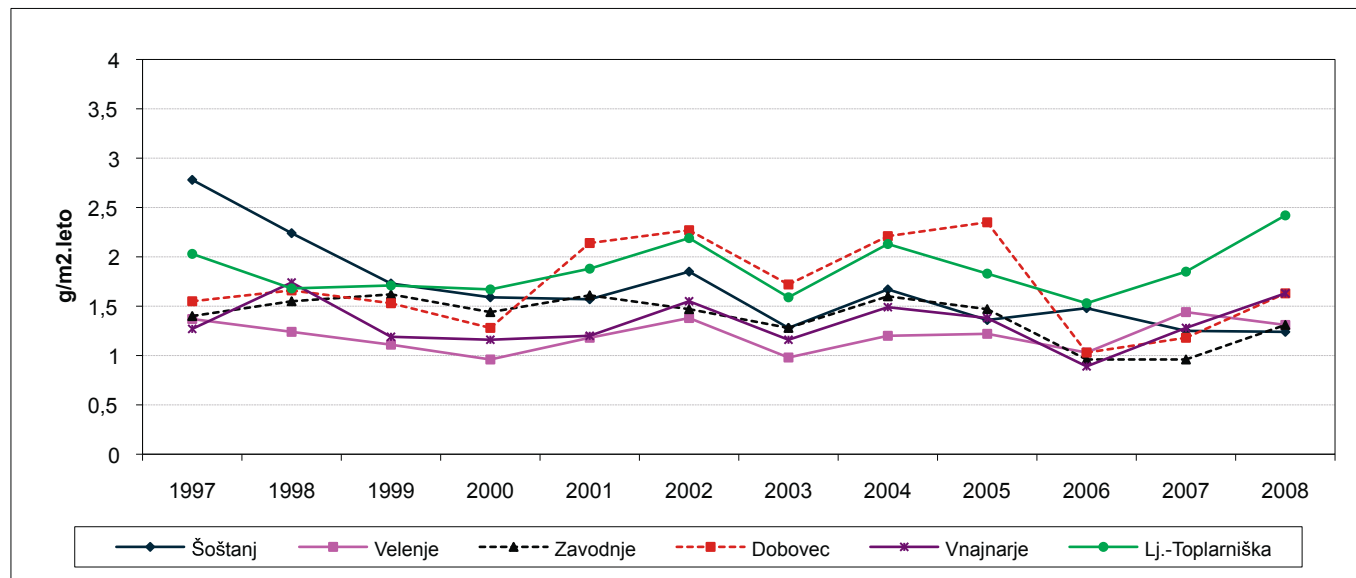
Tabela 5.3.2.(2): Prašna usedlina in pH padavin v letu 2008

postaja	Prašna usedlina (mg/m <sup>2</sup> .dan)		pH padavin		
	1 mesec (max)	1 leto	št. vzorcev	št. pr. pH>5,6	pHmin
<b>EIS-TEŠ</b>					
Šoštanj	108,07	39,02	12	12	6,00
Topolšica	41,33	15,60	12	11	5,40
Zavodnje	43,60	21,51	12	12	6,00
Graška gora	34,67	19,49	12	12	6,05
Velenje	46,00	23,91	12	12	5,95
Veliki vrh	36,00	15,78	12	12	6,00
Škale	40,67	20,95	12	12	6,10
Pesje	40,13	18,61	12	12	6,00
Stara vas	43,47	19,41	12	12	5,90
<b>EIS-TET</b>					
Kovk	38,80	19,37	12	12	6,00
Dobovec	31,47	17,65	12	12	5,90
Kum	52,67	20,68	11	11	6,07
Ravenska vas	60,47	22,37	12	12	6,00
Lakonca	150,80	61,12	12	12	6,00
Prapretno	55,00	24,46	12	12	5,95
<b>TE-TO Ljubljana</b>					
Vnajnarje	53,87	21,54	12	12	6,15
Deponija	58,67	29,29	12	12	6,15
Partizanska	49,00	29,11	12	12	6,15
Toplarniška	60,07	34,89	12	12	6,10
JP Energetika	60,20	27,75	12	12	6,15
EIMV	60,00	26,36	12	12	6,00

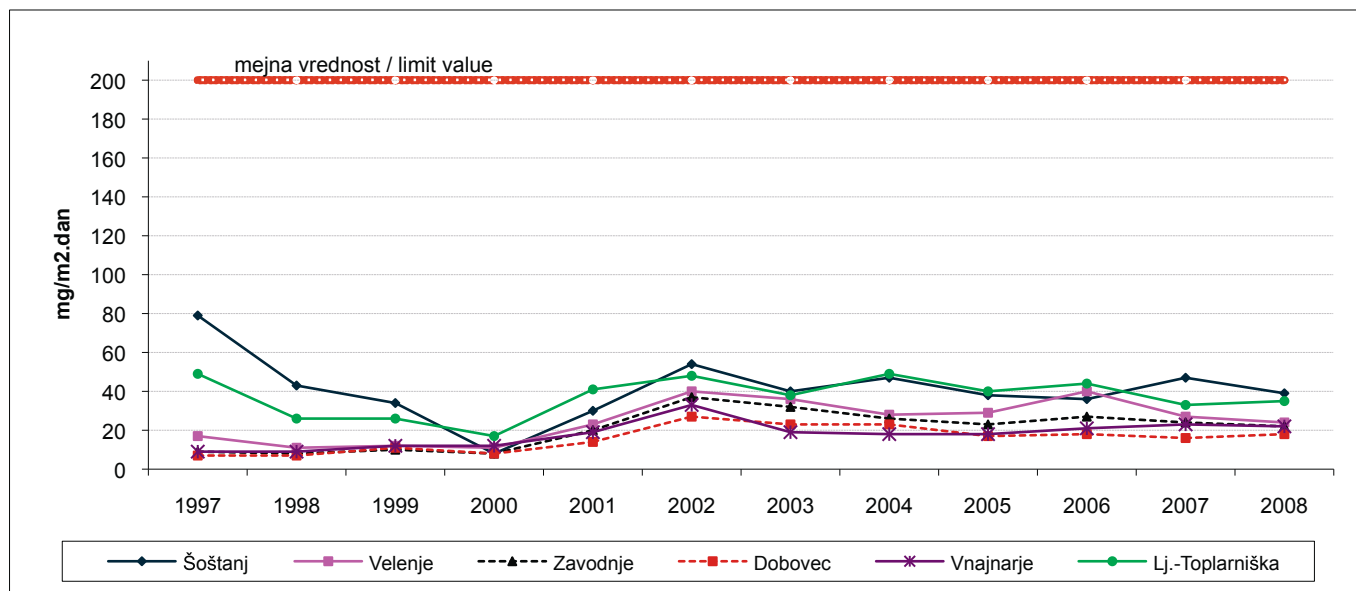
Slika 5.3.2.(1): Minimalna mesečna pH vrednost padavin v letih 1997-2008



Slika 5.3.2.(2): Kumulativna letna mokra depozicija žvepla sulfatnega izvora v letih 1997-2008 (mesečno vzorčenje padavin)



Slika 5.3.2.(3): Povprečna letna količina prašne usedline v letih 1997-2008



Podrobnejše rezultate meritev na območjih termoelektrarn in ljubljanske toplarne objavlja inštitut EIMV v svojih mesečnih in letnih poročilih.

# 6



# Meteorološke značilnosti leta 2008

Leto se je začelo z neobičajno milima januarjem in februarjem, marsikoga je presenetil velikonočni sneg. Poletje so zaznamovala števila močna neurja, ki so povzročila veliko škodo, med drugim tudi na gozdovih. Izstopala je tudi močna septembrska ohladitev in neobičajno hladni druga in tretja tretjina septembra. Oktobra in večino novembra je primanjkovalo padavin, obilne pa so bile spet ob koncu novembra in v prvih dveh tretjinah decembra. Deževje je povzročilo nekaj poplav in plazove. Marsikje je sneg pobelil tla proti koncu novembra. Vreme je prispevalo tudi k neobičajno visoki plimi prvi decembrski dan.



## V nižinskih krajih so bili v letu 2008 vsi meseci razen septembra toplejši od dolgoletnega povprečja. Največji pozitivni odkloni so bili v zimskih mesecih, kar je za kakovost zraka posebej ugodno.

Povsod po državi je bilo pomembno topleje od dolgoletnega povprečja; v vzhodni polovici države (z izjemo Kočevskega), v osrednjem delu, na Notranjskem in v delu jugozahodne Slovenije je temperaturni odklon presegel 1,5 °C.

Po najvišji izmerjeni temperaturi leto 2008 močno zaostaja za rekordnimi vrednostmi v zadnjih desetletjih. Najvišji absolutni maksimum je bil v Ljubljani leta 1950 (38,8 °C), v letu 2008 pa se je temperatura povzpela na 32,7 °C; v Murski Soboti so leta 2008 izmerili 33,2 °C, leta 1950 pa kar 39,8 °C. Na Kredarici je bilo leta 1983 21,6 °C, tokrat pa je bila najvišja letna temperatura 16,4 °C. Na Obali so leta 2003 zabeležili 36,9 °C, tokrat 33,5 °C. V Mariboru se z 33,5 °C niso niti zdaleč približali razmeram v letu 2003 (38,8 °C); v Celju je bilo prav tako najtopleje leta 2003 (38,1 °C), tokrat pa je bila najvišja temperatura 32,5 °C. Tudi v Novem mestu niso zabeležili zelo visoke temperature, izmerili so 32,7 °C, leta 2003 pa se je temperatura povzpela na 38,4 °C.

Tudi po mrazu leto 2008 ni izstopalo, saj so v preteklosti izmerili že bistveno nižjo temperaturo zraka. Najnižji absolutni minimum je bil v Ljubljani leta 1956 (-23,3 °C), v letu 2008 pa se je temperatura spustila le na -7,7 °C; v Murski Soboti so leta 2008 izmerili -11 °C, leta 1963 pa kar -31 °C. Na Kredarici je bilo leta 1985 -28,3 °C, tokrat pa je bila najnižja letna temperatura -18,9 °C. Na Obali so leta 1956 zabeležili -12,8 °C, tokrat -6,7 °C. V Mariboru se z -10,3 °C niso niti zdaleč približali razmeram v letu 1956 (-22,8 °C); v Celju je bilo najhladneje leta 1956 (-28,6 °C), tokrat pa je bila najnižja temperatura -10,5 °C. Tudi v Novem mestu niso zabeležili zelo nizke temperature, izmerili so -9,6 °C, leta 1956 pa se je temperatura spustila na -25,6 °C.

**Januarja** je bil mrzel le začetek meseca, večinoma je bilo opazno topleje kot v dolgoletnem povprečju. Že drugo leto zapored je povprečna januarska temperatura močno presegla dolgoletno povprečje. Skoraj povsod je odklon presegal 3 °C, v precejšnjem delu ozemlja celo 4 °C. V vzhodni polovici države je padavin opazno primanjkovalo, dolgoletno povprečje je bilo preseženo le na severozahodu in delno zahodu Slovenije. Sončnega vremena je bilo več kot običajno le na severovzhodu države; na Primorskem in delu Koroške je sonce sijalo petino manj časa kot v dolgoletnem povprečju.

**Februarja** je bila povprečna mesečna temperatura v pretežnem delu države precej nad dolgoletnim povprečjem, vendar odklon po nižinah ni bil tako izjemen kot v letu 2007. Ponekod v Julijcih je bil februar 2008 4 °C toplejši kot običajno; v delu Dolenjske in Notranjske ter v severovzhodni Sloveniji je bilo 3 do 4 °C topleje od dolgoletnega povprečja. V mejah običajne spremenljivosti so bile temperaturne razmere na Goriškem, kjer odklon ni dosegel stopinje C. Padavin je bilo opazno manj od dolgoletnega povprečja, največ jih je bilo v delu zahodne Slovenije, najmanj pa na severovzhodu države. Najbližje dolgoletnemu povprečju so bili v Novem mestu, kjer so dosegli 84 % običajnih padavin, manj kot dve petini dolgoletnega povprečja so zabeležili v večini severovzhodne Slovenije. Pomanjkanje padavin je spremljalo nadpovprečno sončno vreme; največji presežek je bil na Celjskem, na zahodu in jugozahodu države pa je bilo sončnega vremena le dobro petino več kot običajno.

Povprečna temperatura **marca** je bila v mejah običajne spremenljivosti in večinoma nad dolgoletnim povprečjem; izjemi sta bili Kredarica in Vojsko z okolico, kjer je bila temperatura nekoliko nižja kot običajno. Padavin je bilo povsod več kot običajno, le na Krasu so zaostali za dolgoletnim povprečjem. Porazdeljene so bile dokaj enakomerno preko celotnega meseca. Zpomnili si bomo predvsem zasneženo veliko noč. Sončnega vremena je bilo marca 2008 manj kot v dolgoletnem povprečju, najbolj ga je primanjkovalo v prvi tretjini meseca.

**April** je bil toplejši od dolgoletnega povprečja; na večini ozemlja odklon ni presegel ene °C, kar je povsem v mejah običajne spremenljivosti povprečne mesečne temperature. Ker nam je aprila vreme večinoma krojil višinski jugozahodni zračni tok, so padavine na zahodu države opazno presegle dolgoletno povprečje, na vzhodu pa jih je bilo manj kot običajno. Sončnega vremena je bilo v Julijcih opazno manj kot običajno, na Kredarici je bil primanjkljaj kar 30 %. Povsem drugače je bilo na severovzhodu države, kjer so imeli petino več sončnega vremena kot običajno.

Dolgoletna povprečna **majska** temperatura je bila povsod presežena, odklon je bil med eno in 2,5 °C; k pozitivnemu odklonu so najbolj prispevali dnevi v zadnji tretjini meseca. Sončnega vremena je bilo povsod več kot običajno, padavin pa na večini ozemlja manj kot v dolgoletnem povprečju. Na skrajnem

vzhodu Prekmurja in v Mariboru so zabeležili komaj okoli tretjino običajnih padavin, več kot običajno pa jih je bilo v delu severozahodne Slovenije, na Kočevskem in v Slovenskih Konjicah.

**Junij** je bil toplejši kot v povprečju obdobja 1961–1990; predvsem po zaslugi vroče zadnje tretjine meseca je bil odklon v pretežnem delu države 2 do 3 °C. Največ dežja je bilo v delu severozahodne Slovenije in na Celjskem. Najbolj skromne so bile padavine na Goriškem, Krasu in v večjem delu severovzhodne Slovenije. Za dolgoletnim povprečjem so zaostajali v pretežnem delu severovzhodne Slovenije, v večjem delu zahodne polovice države in Kamniško-Savinjskih Alpah. Zabeležili smo tudi krajevna neurja s točo. Sončnega vremena je bilo manj kot običajno, le v Prekmurju so nekoliko presegle dolgoletno povprečje. V Julijskih Alpah je sonce sijalo le štiri petine toliko časa kot običajno.

**Julij** si bomo prav gotovo zapomnili po hudem neurju 13. julija, ki je povzročilo velikansko gmotno škodo, nenavadno močno so bili prizadeti gozdovi. Povprečna julijska temperatura je bila nad povprečjem obdobja 1961–1990, v nižinskem svetu je odklon presegal eno °C. Dežja je bilo manj kot običajno le na jugozahodu države in na Mariborskem, na Goriškem pa so presegle dvakratno dolgoletno povprečje. Trajanje sončnega obsevanja večinoma ni pomembno odstopalo od običajnih razmer, le v visokogorju so opazno zaostajali za dolgoletnim povprečjem.

**Avgust** so prav gotovo najbolj zaznamovala močna neurja, ki so po Sloveniji pustošila kot predhodnica izrazitih hladnih front. V gorah smo zabeležili tri izrazite ohladitve; po nižinah, kjer pomembno vplivajo tudi oblačnost in padavine, se je temperatura opazno znižala petkrat. Kljub večkratnim osvežitvam je bil avgust 2008 toplejši kot običajno, na Krasu, v Postojni, Črnomlju in Mariboru je odklon dosegel 2 °C. Največ padavin je bilo v Julijcih, najmanj pa v Prekmurju. Ob nevihtah so bile padavine razporejene zelo neenakomerno, kljub temu pa je večina ozemlja dobila več padavin kot običajno. Za dolgoletnim povprečjem so zaostajali v severovzhodni in jugovzhodni Sloveniji, v večjem delu zahodne polovice Slovenije ter v Kamniški Bistrici in Slovenj Gradcu. Sončnega vremena je bilo povsod več kot običajno, najbolj je bilo dolgoletno povprečje preseženo v Prekmurju, kjer je bilo sončnega vremena za tretjino več kot običajno.

Čeprav je bila prva tretjina **septembra** sončna in topla, je bil me-

sec kot celota v pretežnem delu države hladnejši kot običajno, najbolj je od običajnih razmer odstopalo visokogorje. Padavin je bilo skoraj povsod manj kot običajno, v osrednji, delu severne in jugozahodni Sloveniji ter na Kočevskem in Celjskem so namerili manj kot dve petini običajnih padavin. Sončnega vremena je bilo manj kot v dolgoletnem povprečju.

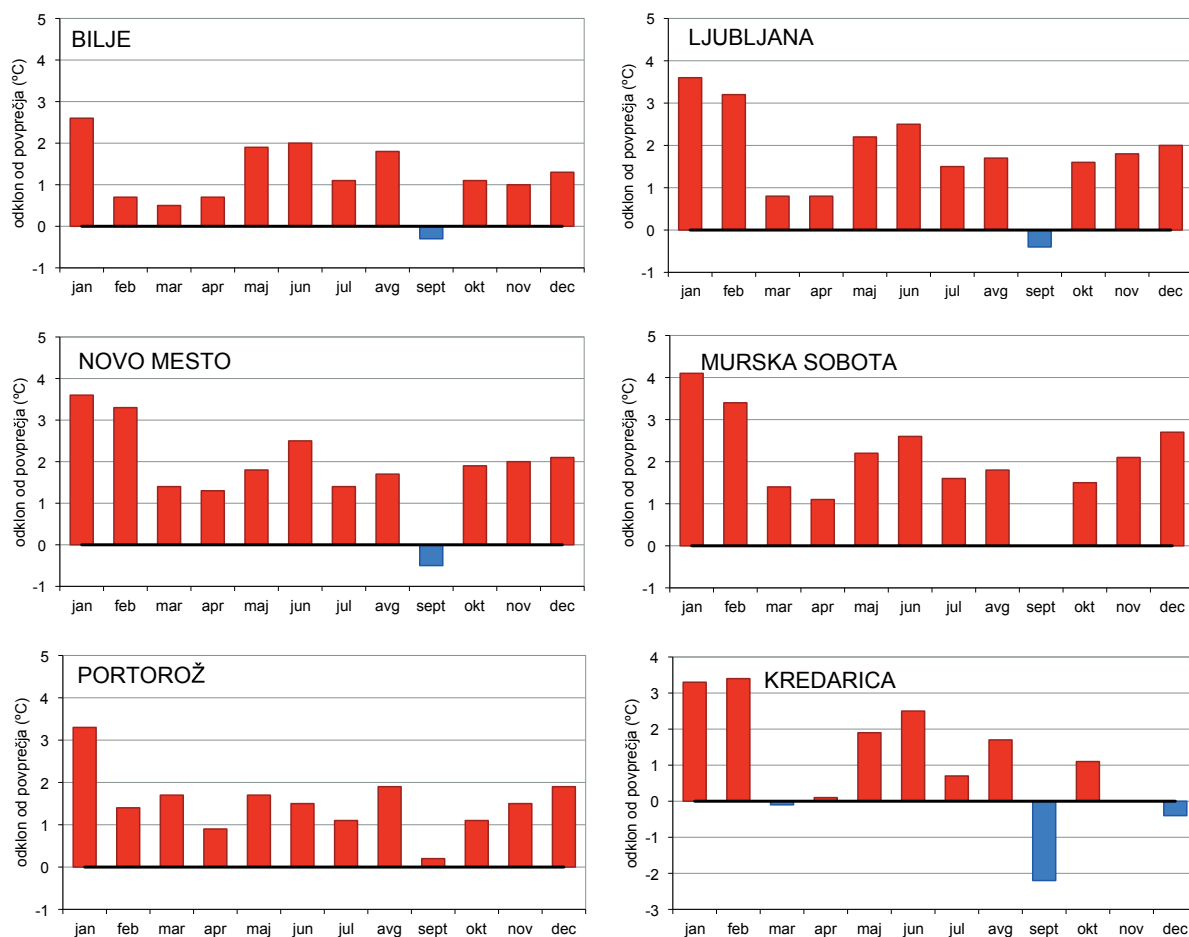
**Oktobra** 2008 je v pretežnem delu države padlo manj padavin kot običajno. Po hladnem septembru je bila povprečna mesečna temperatura spet nad dolgoletnim povprečjem. Sončnega vremena je bilo v večjem delu države manj kot v povprečju obdobja 1961–1990.

S padavinami skromno vreme se je iz oktobra nadaljevalo v **november**, le v skrajnem zahodnem delu države so jih namerili več kot običajno. Glede na dolgoletno povprečje je bil presežek največji na Obali. Predvsem po zaslugi razmeroma tople prve polovice meseca je bil november 2008 toplejši od dolgoletnega povprečja. Največ sončnega vremena je bilo v visokogorju, najmanj pa na Koroškem in v Prekmurju. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo na Notranjskem, Dolenjskem, v osrednji Sloveniji in na Štajerskem.

**Decembra** je bila povprečna mesečna temperatura v večjem delu Slovenije nad dolgoletnim povprečjem, nekoliko hladnejše je bilo le na Kredarici. Največja pozitivna odklona sta bila v Slovenj Gradcu in Mariboru (po 2,7 °C). Do 1 °C topleje je bilo v zahodni in severozahodni Sloveniji, drugod je bilo večinoma 1 do 2 °C topleje. Hladni so bili predvsem dnevi ob koncu meseca. Padavine so bile v prvi in drugi tretjini meseca obilne in pogoste, zato je bilo dolgoletno povprečje padavin preseženo povsod po Sloveniji; največji presežki so bili v severni in delu severozahodne Slovenije. Več sonca kot običajno je bilo le v delu jugozahodne Slovenije in Goriških Brdih; najmanj sonca glede na povprečje je bilo v Mariboru, Slovenj Gradcu, Novem mestu in v Ljubljani.

Večina mesecev je bila toplejša od povprečja, izjema je bil september, na Kredarici sta bila nekoliko hladnejša kot običajno tudi december in marec. Največji temperaturni odklon glede na dolgoletno povprečje je bil januarja, v Murski Soboti je bil odklon dobre 4 °C. Septembra je bil negativni odklon največji na Kredarici, bilo je za dobri dve °C hladnejše kot običajno.

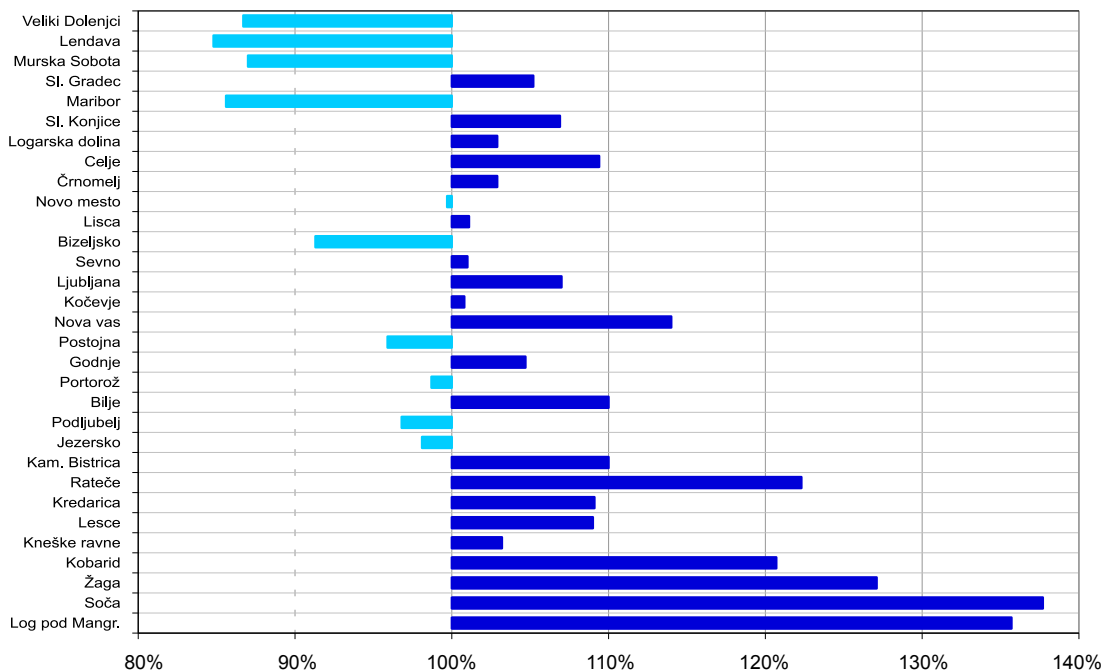
Slika 6.(1): Mesečni odkloni temperature v letu 2008 od povprečja obdobja 1961-1990



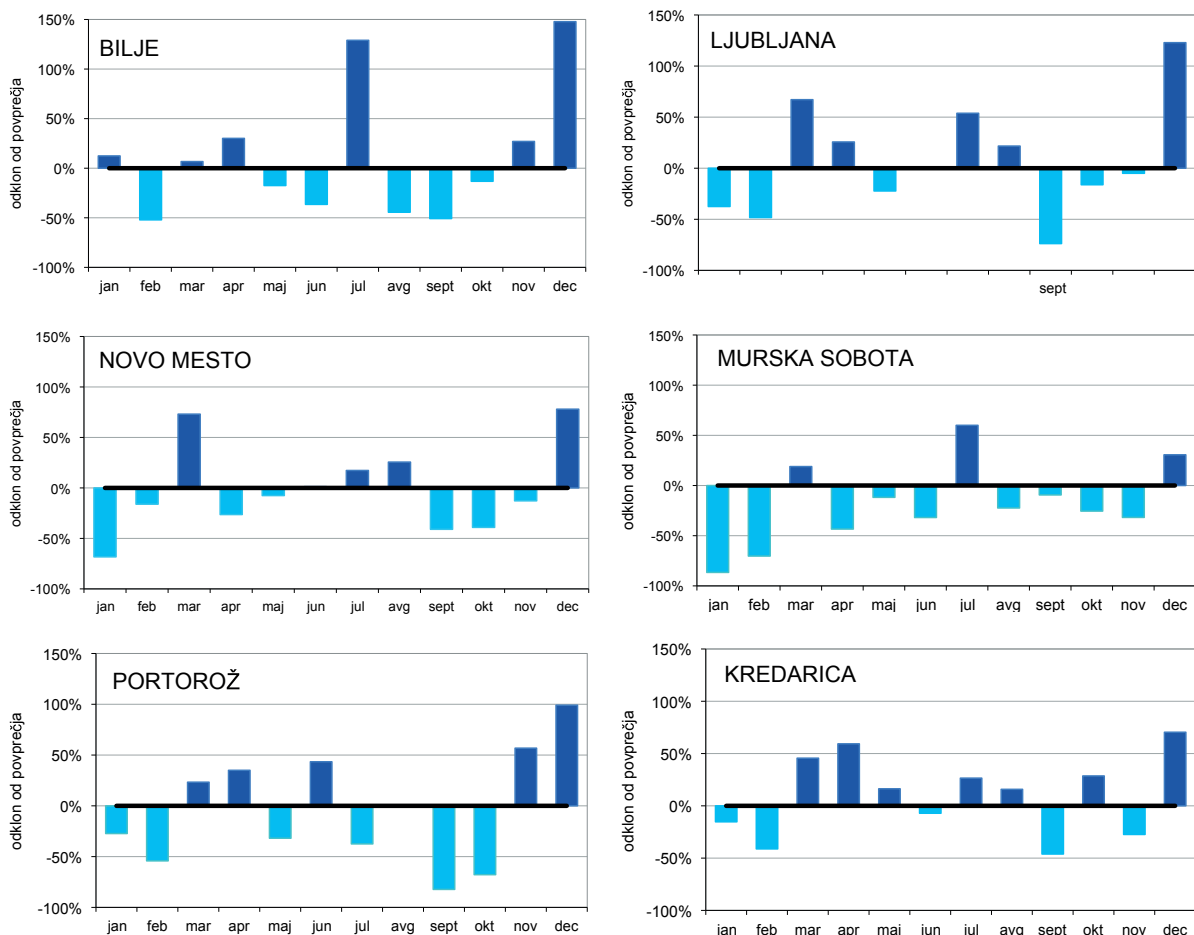
V letu 2008 je bilo največ padavin, nad 2000 mm, v zahodni Sloveniji (na Kredarici so namerili 2180 mm). Najmanj padavin, pod 1000 mm, je padlo v severovzhodni Sloveniji in na Bizeljskem. Dolgoletno povprečje padavin je bilo preseženo v večjem delu Slo-

venije, izjema so bili del jugozahodne Slovenije, severovzhodna in vzhodna Slovenija ter del Karavank. Presežek je bil največji v delu severozahodne Slovenije (nad petino), najmanj padavin glede na dolgoletno povprečje pa je padlo v Mariboru in Murski Soboti.

Slika 6.(2): Padavine leta 2008 v primerjavi s povprečjem obdobja 1961-1990



Slika 6.(3): Padavine po mesecih v letu 2008 v primerjavi s povprečjem obdobja 1961-1990





# Literatura

1. Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka (Ur.l.RS, št.52/2002)
2. Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/2002)
3. Uredba o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/2002)
4. Uredba o ozonu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.8/2003)
5. Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.56/2006)
6. Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka (Ur.l.RS, št.37/07)
7. Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Ur.l.RS, št.119/2007)
8. Agencija RS za okolje, Letna poročila o kakovosti zraka, 1997-2007 ([www.arsogov.si](http://www.arsogov.si))
9. Agencija RS za okolje, Mesečna bilteni ARSO, 2001-2008 ([www.arsogov.si](http://www.arsogov.si))
10. Agencija RS za okolje, Poročilo o pilotnem projektu - Opredelitev virov delcev PM<sub>10</sub> v Sloveniji, november 2007 ([www.arsogov.si](http://www.arsogov.si))
11. Agencija RS za okolje, Statistično napovedovanje ozona s predhodnim razvrščanjem trajektorij v skupine, april 2007 ([www.arsogov.si](http://www.arsogov.si))
12. Agencija RS za okolje, Program monitoringa kakovosti zunanjega zraka za leto 2007
13. Agencija RS za okolje, Predhodna ocena kakovosti zraka ([www.arsogov.si](http://www.arsogov.si))
14. Okolje na dlani, Ministrstvo za okolje in prostor- Agencija RS za okolje, december 2007
15. Kazalci okolja v Sloveniji, Ministrstvo za okolje in prostor- Agencija RS za okolje, 2009. Spletna stran <http://kazalci.arsogov.si>
16. Trajnostna prometna politika v Sloveniji- prispevki mednarodnega posveta, Cipra Slovenija, september 2005
17. A European aerosol phenomenology, Joint Research Centre, 2003 (<http://ccu.ei.jrc.it/ccu/>)
18. Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry, Akademiai Kiado, Budapest
19. Kakovost zraka v Mariboru – letna poročila, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
20. Ciglar, R.: s sodelavci: M. Bonač, T. Cegnar, M. Gašperšič, B. Jesenovec, T. Kajič (por. Bolte), M. Murovec, P. Pavli, A. Planinšek, D. Turk, Onesnaženost zraka v ljubljani v letu 1997, HMZ RS, Ljubljana (1998)
21. Ciglar, R. s sodelavci: T. Cegnar, T. Kajič (por. Bolte), D. Turk, Onesnaženost zraka v krškem v letu 1997, HMZ RS, Ljubljana, junij 1999
22. Ciglar, R. s sodelavci: P. Pavli, T. Kajič (por. Bolte), D. Turk, Meritve Onesnaženosti Zraka Z Mobilno Ekološko-Meteorološko Postajo Na Lokaciji Maribor-Bohova Od 21.3.1999 Do 20.4.1999, HMZ RS, Ljubljana, junij 1999
23. Ciglar, R., s sodelavci: T. Cegnar, T. Bolte, P. Pavli, D. Turk, Onesnaženost Zraka V EIS-TEŠ, Letno poročilo 1997, HMZ RS, Ljubljana 1999
24. Ciglar, R. s sodelavci: T. Planinšek, T. Bolte, T. Cegnar, P. Pavli, M. Lešnik. D. Turk: Onesnaženost Zraka V Krškem, Letno poročilo 1998, HMZ RS, Ljubljana, avgust 1999
25. Ciglar, Rozalija; Bolte, Tanja; Šprajcar, Tanja in sodelavci: J. Markošek, P. Pavli, M. Lešnik, D. Turk, T. Planinšek, B. Lukan: Meritve In Ocena Vpliva Avtoceste Na Onesnaženost Zraka V Okolici, HMZ RS, Ljubljana 1999
26. Ciglar, Rozalija s sodelavci: Tanja Bolte, Tanja Cegnar, Janez Markošek, Andrej Šegula, Peter Pavli, Marinka Lešnik: Meritve Onesnaženosti Zraka Na Odseku Hitre Ceste Vipava-Selo, februar – marec 2001
27. Bolte T., Pavli P., Turšič J., Podkrajšek B., Grgič I. Spremljanje onesnaženosti zraka z delci v Sloveniji, Monitoring of airborne particulate matter in Slovenia. *Jubilejni 10. Slovenski kemijski dnevi 2004, Maribor, 23. in 24. september 2004*. Maribor: FKKT, 2004, 1-10
28. Turšič J., Bolte T., Pavli P., Podkrajšek B., Grgič I. Pollution with particulate matter in Slovenia, Onesnaženost zraka z atmosferski delci v Sloveniji, Četrti hrvatski znanstvenostručni skup, Zadar-Borik, September 12-16, 2005
29. Bolte T., Pavli P., Turšič J., Podkrajšek B., Kozole L., Grgič I. Onesnaženost zraka z delci v Sloveniji in njihove fizikalno-kemijske lastnosti ter povezava z drugimi pomembnimi onesnaževalci, *Slovenski kemijski dnevi 2005, Maribor, 22. in 23. september 2005*. Maribor: FKKT, 2005
30. Bolte T., Pavli P., Turšič J., Grgič I., Kegl B. Vpliv prometa na onesnaženost zraka, *Slovenski kemijski dnevi 2006, Maribor, 21. in 22. september 2006*
31. Bolte T., Pavli P., Turšič J., Podkrajšek B., Grgič I. Particulate matter in Slovenia: [poster]. V: *European aerosol conference 2005, 28 August - 2 September 2005, Ghent, Belgium*
32. Turšič J., Grgič I., Bolte T., Šegula A. Influence of high way Ljubljana-Grič (Slovenia) on pollution with particles, *7th International aerosol conference, September 10-15, 2006, St. Paul, Minnesota, USA*
33. Bolte T., Pavli P., Turšič J., Podkrajšek B., Grgič I. Physico-chemical characteristics of particulate matter in Slovenia in 2004 and 2005. International conference, COST action 633, particulate matter: Properties related to health effects - five interactive workshops, April 3 to 5, 2006, Austrian Academy of Sciences, Vienna, Austria
34. Bolte T., Turšič J., Šegula A., Gomišček B. Analysis of contribution of different sources to PM<sub>10</sub> concentration levels at three different locations in Slovenia. *European Aerosol Conference 2007, September 9-14, 2007, Salzburg, Austria*
35. Jahresbericht der Luftgutemessungen in Osterreich 2007. Umweltbundesamt
36. Gregor Muri, Stuart G. Wekeham, Source assessment and sedimentary record of polycyclic aromatic hydrocarbons in Lake Bled





# Priloge

 Tabela 2.3.1.(5): Povprečne mesečne koncentracije SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

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

\* 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 2008 (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.	32	58	34	34	13	7	4	4	15	44	17	20
Maribor	32	12	9	7	5	5	4	3	7	7	8	10
Celje	46	25	40	18	29	5	10	25	14	46	82	23
Trbovlje	55	65	24	6	7	3	5	11	29	21*	17	19
Hrastnik	65	81	44	81	14*	6	16	33	34	75*	19	24
Zagorje	63	39	35	20	11	7	7	112	18	12	23	84
Murska S.-Rakičan	44	25	28	17	26	16	43	25	28	49	33	19
Nova Gorica	27	35	29	25	32	18	14	14	17	18	0*	11*
OMS Lj. (Vnajnarje)	48	51	43	22	19	12	11	38	20	52	20	24
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	81	100	271	245	156	76	189	112	360	101	78	13
Topolšica	75	75	40	44	47	53	52	95	80	211	11	20
Veliki Vrh	415	160	561	109	193	285	108	272	116	406	303	150
Zavodnje	87	164	52	101	64	29	34	120	58	92	74	41
Velenje	22	27	13	84	58	18	41	24	34	151	10	21
Graška Gora	74	108	156	151	86	242	24	203	26	133	36	17
Pesje	28	64	38	74	35	27	192	38	78	44	14	30
Škale	54	70	113	161	43	21	54	29	62	62	37	22
<b>EIS TET</b>												
Kovk	65	100	127	312	62	236	84	90	154	132	64	200
Dobovec	88	299	298	128	45	243	171	193	141	138	64	138
Kum	29*	37	89	55	8	32	29	23	28	44	25	33
Ravenska vas	48	437	31	53	42	79	84	83	83	53	76	95
<b>EIS TEB (sv. Mohor)</b>												

Tabela 2.3.1.(7): Maksimalne dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> po mesecih v letu 2008 (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.	12	14	11	5	3	2	2	2	3	5	5	9
Maribor	22	7	4	3	3	3	2	2	3	4	5	5
Celje	20	10	11	7	7	3	3	5	6	11	20	10
Trbovlje	15	19	8	2	2	2	2	2	4*	7*	10	9
Hrastnik	23	16	9	11	7*	3	8	6	10	11*	14	6
Zagorje	14	13	10	6	8	5	4	10	5	5	7	8
Murska S.-Rakičan	28	15	10	10	13	10	10	6	8	7	12	12
Nova Gorica	16*	16	17	15	14	14	11*	11	11	11	0*	8*
OMS Lj. (Vnajarje)	16	22	10	5	6	5	4	7	6	15	13	4
<b>EIS TEŠ</b>												
Šoštanj	20	16	30	41	24	17	45	17	54	32	14	5
Topolšica	13	14	9	8	8	6	5	8	8	26	5	5
Veliki Vrh	60	27	101	35	14	21	24	21	38	41	35	20
Zavodnje	20	40	9	8	12	5	8	17	9	24	14	8
Velenje	17	7	9	9	8	14	14	17	22	4	4	4
Graška Gora	15	30	27	20	24	26	8	16	10	19	8	6
Pesje	22	15	13	14	23	15	31	17	8	7	6	8
Škale	15	9	19	17	16	7	9	8	8	7	16	14
<b>EIS TET</b>												
Kovk	21	32	34	37	15	38	25	21	34	38*	28	30
Dobovec	24	41	33	24	3	28	22	32	27	26	20	32
Kum	14*	31	40	41	6	5	10	11	9	13	12	17
Ravenska vas	33	67	14	12	11	12	20	21	24	15	16	20
<b>EIS TEB (sv.Mohor)</b>												

 Tabela 2.3.1. (8): Povprečne letne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> (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	2007	2008
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	3	2
Maribor	47	42	30	28	24	23	18	17	13	10	8	9	8	8	5	3	2
Celje	57	54	49	32	24	27	23	19	17	15	10	10	11	9	7	5	5
Trbovlje	69	71	49	48	37	40	32	23	18	14	15	16	9	15	7	3	2
Hrastnik	62	51	32	29	24	27	25	21	23	17	22	8	15	10	9	6	5
Zagorje	71	60	48	41	34	31	27	21	18	18	16	21	20	12	6	5	4
Nova Gorica											6	7	7	7	7	7	8
M.S.Rakičan											5	5	5	5	6	5	6
Šoštanj	49	48	38	29	34	29	44	42	52	51	43	24	13	11	8	9	6
Topolšica	54	51	32	20	20	18	20	17	18	11	15	16	6	5	4	3	2
Veliki Vrh	71	54	49	49	57	53	63	72	56	52	56	45	30	33	20	14	8
Zavodnje	51	44	46	26	33	42	43	42	31	21	23	15	8	12	8	6	3
Velenje	19	19	12	6	10	11	10	10	7	5	8	8	6	4	5	3	4
Graška Gora	39	42	47	27	28	36	32	32	34	15	21	10	6	6	6	5	4
Škale								16	19	10	14	12	8	8	3	3	4
Kovk	73	59	70	58	35	76	55	57	53	40	10	52	61	30	12	9	12
Dobovec	30	50	29	36	41	66	54	41	35	39	40	28	31	23	6	7	8
Kum	17	13	11	13	18	25	16	14	10	18			4	6	4	7	9
Ravenska Vas	56	34	34	50	51	82	82	57	45	51	67	59	43	42	17	14	9
Vnajarje					19	19	18	14	6	7	8	10		8	4	4	3
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	14	

Tabela 2.3.1.(9): Najvišje urne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> (prekoračena dopustna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
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	46	58
Maribor	928	396	304	286	223	211	161	157	117	180	89	70	64	58	60	21	32
Celje	719	797	733	993	263	975	623	228	379	666	224	619	396	157	90	76	82
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806	693	849	634	552	811	758	521	848	379	264	65
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930	978	963	720	731	2168	507	1799	549	134	260	81
Zagorje	1701	1000	716	606	605	914	1092	952	653	1111	788	693	1165	954	183	83	112
Nova Gorica											64	131	89	98	80	64	35
M.S.Rakičan											58	55	45	53	54	64	49
Šoštanj	2383	2272	2739	1945	1412	1536	1495	2466	2855	2099	2000	1392	937	642	1028	643	360
Topolščica	2021	2265	1482	878	1107	1050	1245	1345	987	835	1350	812	291	284	288	144	211
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720	1530	2257	1678	1569	1450	1320	1329	1110	771	535	561
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154	2255	1963	1187	954	1536	947	680	1106	731	252	164
Velenje	735	1169	764	261	578	672	1316	709	563	187	725	361	164	210	86	87	151
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579	1076	1844	1505	990	1024	824	463	497	175	509	242
Škale											522	396	220	262	184	100	161
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000	1916	2167	1237	1451	702	1806	1514	1063	511	958	312
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072	4548	3761	4073	3978	4043	2910	4056	1662	2290	2088	299
Kum	530	539	776	2324	1114	3640	1344	2020	1131	685			1210	1203	11	125	89
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578	1846	1021	1471	1397	2093	1378	1779	3275	590	220	437
Vnajnarje										374	248	232	327	212	115	115	52
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	74	

 Tabela 2.3.1.(10): Najvišje dnevne koncentracije SO<sub>2</sub> v µg/m<sup>3</sup> (prekoračena mejna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
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	14	14
Maribor	221	220	121	119	122	91	69	82	75	36	37	35	22	31	24	11	22
Celje	308	387	212	237	99	275	117	106	165	102	111	72	100	44	35	15	20
Trbovlje	365	425	235	286	179	536	136	342	134	246	328	100	84	129	43	23	19
Hrastnik	342	393	170	218	183	523	123	383	133	184	235	93	625	86	44	30	23
Zagorje	311	396	280	249	250	115	171	398	157	391	315	136	561	158	47	19	14
Nova Gorica											25	23	47	22	24	19	17
M.S.Rakičan											16	29	15	33	20	16	28
Šoštanj	516	441	550	381	471	281	366	453	560	526	553	288	165	116	308	78	54
Topolščica	562	313	293	132	164	149	184	184	255	85	254	82	102	42	29	22	26
Veliki Vrh	673	355	268	353	446	368	472	556	383	269	344	413	263	191	106	72	101
Zavodnje	394	429	686	224	326	497	401	1046	344	140	442	182	72	221	85	49	40
Velenje	278	182	135	74	91	127	113	212	60	54	57	66	64	27	24	26	22
Graška Gora	383	357	412	240	177	366	268	300	343	126	196	88	99	59	55	72	30
Škale							274	293	139	68	131	75	55	66	41	33	19
Kovk	364	347	462	417	514	1067	375	816	360	293	258	383	844	219	88	65	38
Dobovec	432	607	264	460	967	1916	648	998	841	1516	695	332	837	346	196	127	41
Kum	288	89	78	213	200	287	103	193	165	229			78	101	6	25	41
Ravenska Vas	279	151	271	247	383	813	377	860	353	601	580	325	824	490	120	55	67
Vnajnarje		97	92	121	131	89	126	99	49	56	53	51	83	57	42	42	22
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	49*	

Tabela 2.3.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	37	33	26	27	20	16	22	23	27	39	42	36
Maribor	42	48	38	34	27	28	26	25	28	34	35	38
Celje	34	36	25	26	18	14	15	13	16	19	18	18
Trbovlje	27	27	24	21	16	21	20	18	20	26	31	26
Murska S.-Rakičan	26	24	17	15	11	10	11	10	10	15	23	22
Nova Gorica	33	41	28	29	24	24	20	22	25	35	37	39
Koper	34	39	23	20	16	16	14	14	13	19	23	24
<b>Vnajnarje</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Zavodnje	4	7	2	0	1	2	4	1	4	2	6	4
Škale	18	18	11	6	6	5	5	4	2	1	0	24
<b>Kovk</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
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 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	87	54	36	37	25	21	28	30	44	80	100	79
Maribor	102	91	58	50	42	41	36	36	44	67	88	98
Celje	72	67	37	36	22	17	17	16	27	47	59	58
Trbovlje	58	44	36	30	22	40	37	28	35	48	55	47
Murska S.-Rakičan	43	34	20	17	12	12	12	12	14	22	33	35
Nova Gorica	72	69	40	45	33	31	26	28	38	61	70	81
Koper	51	51	27	24	19	19	16	16	16	24	30	37
<b>Vnajnarje</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>11</b>
Zavodnje	13	12	5*	5	4	2	3	3	2	9	6	10*
Škale	16	14	10	9	7	5	5	5	7	12	13	18
<b>Kovk</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
EIS TEB (Sv.Mohor)*	15*	6*	8*	6*	6*	8	9*	7	7	5*	10	15*

 Tabela 2.3.2.(5): Maksimalne urne koncentracije NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	90	106	90	79	64	57	66	83	90	107	91	81
Maribor	85	133	106	103	77*	86	79	75	83	79	88	90
Celje	90	120	94	83	51	53	89	35	57	53	66	50
Trbovlje	72	86	77	70	82	61	60	57	65	86	93	80
Murska S.-Rakičan	74	91	63	60	45	58	51	59	51	66	70	67
Nova Gorica	114	107	85	108	107	89	80	78	78	104	105	106
Koper	80	108	175	79	75	75	63	58	71	94	66	62
<b>Vnajnarje</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>21</b>	<b>41</b>	<b>39</b>
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
<b>Kovk</b>	<b>75</b>	<b>63</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>64</b>	<b>65*</b>	<b>66</b>	<b>72</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>53</b>
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> v µg/m<sup>3</sup>

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ljubljana-Fig.	49	47	41	38	39	36	42	49	38	36							
Ljubljana-Bež.											29	32	29	27	29	28	29
Maribor	50	53	45	39	39	38	39	39	44	38	36	37	31	33	39	37	34
Celje	32	37	37	35	33		29	28	30	26	24	27	24	26	28	23	21
Trbovlje						29	29	26	28		28	32	27	24	23	22	23
Nova Gorica											27	27	25	24	24	25	30
Koper																	21
M.S.Rakičan											14	15	11	14	15	17	16
Zavodnje	3	5	11	9	5	7	7	6	7	6		6	5	3	4	3	3
Škale							8	8	8	6	16*	8	9	5	9	8	8
Kovk	10	8	8	11	2	4	7	9	7	6	6	3	13	10	12	12	12
Sv. Mohor													5	3	4	4	4
Vnajnarje						4	3	5	4	5	6	5	5	4	5	5	5
EIS Celje						43*	47*	46*	53*	38*	30	22					

 Tabela 2.3.4.(6): Maksimalne urne koncentracije ozona (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008 (prekoračena opozorilna vrednost je označena rdeče)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	102	121	136	142	150	158	160*	163*	169	108	102*	105
Iskrba	86	132	127	147	140	145	154	151	130	103	60	67
Otlca	92	158	136	139	149	184	187	162	160	120	90	92
Ljubljana Bežigrad	68	139	120	131	144	164	165	163	149	104*	78	66
Maribor	76	91	107	124	119*	114	130	119	107	79	63	61
Celje	78	121	112	138	143	143	158	139	135	104*	66*	61
Trbovlje	75	128*	108*	141*	142	0*	118*	128	125	100	80*	65
Hrastnik	75	126	127	139	141*	142*	158	136	135	96*	79	69
Zagorje	77	125*	108	117	118	114*	139*	107	103	94	67	67
Murska S.-Rakičan	86	110	126	134	130	139	148	140	133	86	68	59
Nova Gorica	69	107	113	131	152	166	172	157	144	110	75	76
Koper	79	102*	144*	139	149	171	173	170	149	108	87	83
Vnajnarje	128	129	111	114	120	154*	151	126	124	103	79	71
Maribor Pohorje	94	119	125	139	148	136	155	136	128	95	81	79
Zavodnje	85	110	112	123	135	148	137	127	140	95	76	75
Velenje	84	112	111	126	133	134*	142	127	127	84*	67	65
Kovk	89	125	113	131*	142*	140*	147*	105*	118	86	71	67*
Sv.Mohor	76	112	116	121	139	169*	165	189*	155	105*	73	65



Tabela 2.3.4.(7): Število prekoračitev urne opozorilne koncentracije ozona 180 µg/m<sup>3</sup> v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	0	0	0	0	0	0	0*	0*	0	0	0*	0
Iskrba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Otlica	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0
Ljubljana Bežigrad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0*	0	0
Maribor	0	0	0	0	0*	0	0	0	0	0	0	0
Celje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0*	0*	0
Trbovlje	0	0*	0*	0*	0	0*	0*	0	0	0	0*	0
Hrastnik	0	0	0	0	0*	0*	0	0	0	0*	0	0
Zagorje	0	0*	0	0	0	0*	0*	0	0	0	0	0
Murska S.-Rakičan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nova Gorica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Koper	0	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vnajarje</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Maribor Pohorje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Zavodnje</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Velenje</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Kovk	0	0	0	0*	0*	0*	0*	0*	0	0	0	0*
<b>Sv.Mohor</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0*</b>	<b>0</b>	<b>2*</b>	<b>0</b>	<b>0*</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

 Tabela 2.3.4.(8): Število prekoračitev 8-urne ciljne koncentracije ozona 120 µg/m<sup>3</sup> v letu 2008

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

Tabela 2.3.4.(9): Povprečne letne vrednosti koncentracij ozona v  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (prekoračena ciljna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Krvavec	89	83	83	89	99	98	100	99	99	98	96	103	95	98	100	96	95
Iskrba									61	58	53	60	54	56	60	54	50
Otlica															95	88	82
Ljubljana B.	40	38	34	27	36	40	40	36	42	44	41	48	42	44	45	42	42
Maribor									36	33	37	44	34	35	39	37	37
Celje									41	44	46	50	38	43	45	42	41
Trbovlje									37		40	48	35	37	41	38	33
Hrastnik									46	37	46	52	43	35	50	44	41
Zagorje											34	41	32	44	39	36	30
Rakičan									46	54	52	58	48	50	50	47	45
Nova Gorica											45	58	47	48	50	47	43
Koper															74	66	67
Zavodnje	79	73	73	71	66	72	72	64	58	75	66	78	64	75	76	71	65
Velenje									38	40	54	55	43	46	54	51	42
Kovk	70	68	69	75	69	68	61	70	76	71	65	78	69	72	72	67	61
Sv.Mohor													57	68	66	64	
Vhajnarje									77	63	67	73	67	68	76	70	60
Maribor Pohorje									86			88	76	79	82	76	74

 Tabela 2.3.5.(7): Povprečne mesečne koncentracije delcev  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	54	48	24	21	24	22	20	21	24	37	37	27
Maribor	50	50	32	25	30	28	27	25	28	40	38	33
Celje	55	49	26	23	26	20	18	19	24	35	35	30
Trbovlje	69	60	35	25	19	21*	22	24	31	50	51	33
Zagorje	69	64	39	29	28	31	28	27	33	67	70	41
Murska S.-Rakičan	53	43	23	21	24	22	21	19	25	36	35	32
Nova Gorica	36	51	25	25	33	29	31	29	26	32	30	30
Koper	28	41	22	18	24	21	0*	0*	16	31	24	21
Iskrba	13	17	11	13	17	15	17	17	23	22	15	14
Morsko	27	60	20	17	18	17	15	15	14	23	21	17
Gorenje Polje	33	71	23	22	20	17	16	16	17	30	26	22
EIS-Celje												
MO Maribor	50	51	30	33	34	30	27	27	32	37	34	30
Vhajnarje				19	25	25	22	27				
Pesje	27	33	16	17	24	17	17	16	19	23	18	16
Škale	29	31	17	17	24	19	18	19	24	24	21	20
Prapretno	34	42	26	24	33	26	28	27	27	30	27	26

Tabela 2.3.5.(8): Prekoračitve mejne dnevne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	16	12	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1
Maribor	16	14	2	0	3	0	0	0	2	7	5	5
Celje	12	13	0	0	0	0	0	0	0	4	6	2
Trbovlje	19	19	5	0	0	0*	0*	0	4	12	11	3
Zagorje	23	20	7	1	2	0	0	1	0	25	20	8
Murska S.-Rakičan	18	11	0	0	1	0	0	0	2	4	2	4
Nova Gorica	2	15	0	0	5	2	3	1	0	2	2	3
Koper	0	9	0	0	0	0*	0*	0*	0*	2	1	0
Iskrba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Morsko</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Gorenje Polje</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
EIS-Celje												
<b>MO Maribor</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Vnajnarje				0	2	0*	0	0*				
<b>Pesje</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Škale</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Prapretno	4	11	0	0	4	1	1	2	0	2	0	0

 Tabela 2.3.5.(8): Prekoračitve mejne dnevne koncentracije delcev PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) v letu 2008

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	16	12	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1
Maribor	16	14	2	0	3	0	0	0	2	7	5	5
Celje	12	13	0	0	0	0	0	0	0	4	6	2
Trbovlje	19	19	5	0	0	0*	0*	0	4	12	11	3
Zagorje	23	20	7	1	2	0	0	1	0	25	20	8
Murska S.-Rakičan	18	11	0	0	1	0	0	0	2	4	2	4
Nova Gorica	2	15	0	0	5	2	3	1	0	2	2	3
Koper	0	9	0	0	0	0*	0*	0*	0*	2	1	0
Iskrba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Morsko</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Gorenje Polje</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
EIS-Celje												
<b>MO Maribor</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Vnajnarje				0	2	0*	0	0*				
<b>Pesje</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Škale</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Prapretno	4	11	0	0	4	1	1	2	0	2	0	0

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

merilno mesto	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ljubljana Bež.				43	42	46	41	37	36	32	30
Maribor				48	50	58	46	43	45	40	34
Celje	43	47	47	46	46	53	40	43	37	32	30
Trbovlje	62	59	61	51	47	52	40	55	42	37	38
Zagorje				48	47	51	45	52	48	41	43
Murska S.-Rakičan					40	43	31	37	34	30	30
Nova Gorica					39	37	34	34	36	33	31
Koper									34	29	25
Iskrba								16	16	15	16
Morsko										23	22
Gorenje Polje										24	26
EIS-Celje*	62	53	64			51	40	45			
MO Maribor					40	42	38	43	47	40	35
Vhajnjarje											
Pesje						31	25	27	28	21	20
Škale						27	23	23	26	24	22
Prapretno							30	28	34	33	29

Tabela 5.3.1.2.(1): Celotna depozicija težkih kovin (sezonske in letna vrednosti) na Iskrbi pri Kočevski Reki za leto 2008

Parameter	Statistična količina	CELOTNA DEPOZICIJA ONESNAŽEVALA (µg/m <sup>2</sup> )		
		POLETNA SEZONA	ZIMSKA SEZONA	LETNE KOLIČINE
Arzen (As)	povprečje	3,08	3,27	3,17
	minimum	0,108	0,092	0,092
	maksimum	13,1	12,7	13,1
Baker (Cu)	povprečje	27,3	14,1	21,0
	minimum	0,325	0,303	0,303
	maksimum	143,5	46,0	144
Cink (Zn)	povprečje	80,0	81,4	80,7
	minimum	1,08	0,989	0,989
	maksimum	164	403	403
Kadmij (Cd)	povprečje	0,607	0,769	0,685
	minimum	0,022	0,018	0,018
	maksimum	2,60	4,59	4,59
Krom (Cr)	povprečje	4,52	5,43	4,96
	minimum	0,325	0,276	0,276
	maksimum	14,1	13,92	14,1
Nikelj (Ni)	povprečje	5,83	8,50	7,11
	minimum	0,325	0,276	0,276
	maksimum	33,7	40,1	40,1
Svinec (Pb)	povprečje	29,9	25,6	27,8
	minimum	1,48	1,83	1,48
	maksimum	90,2	97,8	97,8

Tabela 5.3.1.2.(2): Mokra depozicija celotnega živega srebra (sezonske in letna vrednost) na Iskrbi pri Kočevski Reki za leto 2008

Parameter	Statistična količina	MOKRA DEPOZICIJA ONESNAŽEVALA ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )		
		POLETNA SEZONA	ZIMSKA SEZONA	LETNE KOLIČINE
Živo srebro (Hg) – celotno	povprečje	0,307	0,410*	0,346
	minimum	0,026	0,045*	0,026
	maksimum	0,784	1,20*	1,20

\* v mesecu novembru manjka podatek za obdobje od 29.10.do 12.11.2008 (zamašitev cevi med lijakom in zbiralno posodo)

Tabela 5.3.1.2.(3): Celotna depozicija nekaterih PAH (sezonske in letna vrednost) na Iskrbi pri Kočevski Reki za leto 2008

Parameter	Statistična količina	CELOTNA DEPOZICIJA ONESNAŽEVALA ( $\text{ng}/\text{m}^2$ )		
		POLETNA SEZONA	ZIMSKA SEZONA	LETNE KOLIČINE
Benzo(a)antracen	povprečje	0,056	0,485	0,219
	minimum	0,020	0,092	0,020
	maksimum	0,124	1,63	1,63
*Benzofluoranteni	povprečje	0,352	1,89	0,854
	minimum	0,033	0,114	0,033
	maksimum	0,818	7,97	7,97
Benzo(a)piren	povprečje	0,085	0,533	0,254
	minimum	0,022	0,057	0,022
	maksimum	0,183	1,85	1,85
Indeno(123-cd) piren	povprečje	0,132	1,71	0,692
	minimum	0,043	0,181	0,043
	maksimum	0,268	6,231	6,231
Dibenz(ah)antracen	povprečje	0,057	0,315	0,229
	minimum	0,037	0,077	0,037
	maksimum	0,071	0,539	0,539

\* ker so onesnaževala, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten in benzo(k)fluoranten, analitično težko določljiva, jih poročamo kot vsoto.

Tabela 5.3.1.2.(4a): Mesečne depozicije nekaterih težkih kovin na Iskrbi pri Kočevski Reki za obdobje vzorčenja od 14.01. do 29.12.2008

Mesec	$\mu\text{g As}/\text{m}^2$	$\mu\text{g Cu}/\text{m}^2$	$\mu\text{g Zn}/\text{m}^2$	$\mu\text{g Cd}/\text{m}^2$	$\mu\text{g Cr}/\text{m}^2$	$\mu\text{g Ni}/\text{m}^2$	$\mu\text{g Pb}/\text{m}^2$	mm padavin
Jan*	5,59	49	222	1,44	13,14	16,7	49,0	85
Feb	1,41	49	97	0,53	2,97	5,9	46,6	11
Mar	25,94	112,2	586	7,08	35,15	54,7	229,2	226
Apr	23,18	112,8	459	5,69	24,23	24,23	210,3	155
Maj	21,2	91,1	318	4,02	19,71	19,71	132,7	123
Jun	4,50	5,50	6,50	7,50	8,50	9,50	10,5	11
Jul	13,54	211,9	321	1,54	22,17	47,5	129,2	138
Avg	1,95	2,95	3,95	4,95	5,95	6,95	7,95	9
Sep	7,20	57,0	241	2,06	14,3	14,1	81,8	82
Okt	7,67	90,8	582	3,638	23,02	65,1	110,6	145
Nov	15,52	28,1	206	2,56	18,21	22,8	76,4	118
Dec	22,42	8,6	260	3,22	37,73	38,66	102,9	244

\* z vzorčenjem smo pričeli 14.01. in ga izvajali v tedenskih intervalih do 29.12.2008

Tabela 5.3.1.2(5a): Mokra depozicija živega srebra za obdobje vzorčenja od 10.06. do 2008 29.12.2008

Mesec	MOKRA DEPOZICIJA Hg (ng/m <sup>2</sup> )
Jan	ni meritev
Feb	ni meritev
Mar	ni meritev
Apr	ni meritev
Maj	ni meritev
Jun*	1,32
Jul	0,850
Avg	0,144
Sep	0,141
Okt	0,275
Nov	0,230
Dec	1,69

\* z vzorčenji smo pričeli 10.06. 2008 in jih izvajali v 14 dnevnih intervalih do 29.12. 2008

Tabela 5.3.1.2(6a): Celotne depozicije nekaterih PAH za obdobje vzorčenja od 31.03. do 2008 29.12.2008

	Benzo(a)antracen	Benzofluoranteni	Benzo(a)piren	Indeno(123-cd)piren	Dibenz(ah)antracen
	µg/m <sup>2</sup>	µg/m <sup>2</sup>	µg/m <sup>2</sup>	µg/m <sup>2</sup>	µg/m <sup>2</sup>
Jan	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov
Feb	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov
Mar	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov
Apr*	0,25	2,28	0,53	0,71	0,08
Maj	0,12	1,71	0,35	0,39	0,07
Jun	0,26	2,26	0,36	0,51	0,07
Jul	0,10	0,76	0,15	0,13	0,00
Avg	0,08	0,86	0,21	0,38	0,00
Sep	0,21	1,03	0,13	0,48	0,07
Okt	0,23	0,81	0,37	0,58	0,18
Nov	0,79	4,32	1,14	3,42	0,86
Dec	4,03	16,32	4,57	13,82	1,82

\* z vzorčenjem smo pričeli 31.03. in ga izvajali v tedenskih intervalih do 29.12.2008



