



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE



Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2009



KAKOVOST ZRAKA V SLOVENIJI V LETU 2009



AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ljubljana, september 2010



»Zemlja je velika učiteljica tistim, ki ji znajo prisluhniti. Življenje se tu ne bo končalo, ne glede na to, kaj počne človeštvo. Zemlja bo ostala...«

(Louise L. Hay, misel iz knjige ŽIVLJENJE! POT LJUBEZNI)



Izdajatelj:

Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, Ljubljana

Spletni naslov: www.arso.gov.si

E-naslov: gp.arso@gov.si

Urednica:

mag. Tanja Bolte

Avtoji:

mag. Andrej Šegula

Marijana Murovec

Tanja Koleša

Zorana Komar

dr. Gregor Muri

mag. Drago Groselj

mag. Tanja Cegnar

dr. Peter Otorepec

Priprava podatkov:

Mateja Gjerek

Marinka Lešnik

Darko Turk

Kemijske analize:

Kemijske analize PAH, težkih kovin in ionov v delcih PM₁₀ ter kemijske analize padavin 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 Krsnik

Fotografije:

Albert Kolar, Peter Frantar, mag. Nataša Kovač, mag. Andrej Šegula, dr. Gregor Muri, mag. Drago Groselj, Tanja Koleša, mag. Tanja Bolte, Roman Kocuvan, Andrej Piltaver

Priprava podatkov iz drugih merilnih mrež:

Elektroinštitut Milan Vidmar

Mestna občina Ljubljana

Zavod za zdravstveno varstvo Maribor

Salonit Anhovo

Oblikovanje in tisk:

UTRIP d. o. o., Brežice

ISSN 1855-0827

Deskriptorji:

Slovenija, zrak, kakovost zraka, žveplov dioksid, dušikovi oksidi, ogljikov monoksid, ozon, delci, težke kovine, lahkohlapni ogljikovodiki, kakovost padavin, emisija

Descriptions:

Slovenia, air, air quality, sulphur dioxide, nitrogen oxides, carbon monoxide, ozone, particulate matter, heavy metals, volatile organic compounds, precipitation quality, emission

Predgovor

Kakovost življenja je odvisna od številnih socialnih, kulturnih, gospodarskih in okoljskih dejavnikov. Slednji vplivajo na zdravje prebivalstva. Najpomembnejši med njimi so: **kakovost zraka**, pitne vode in kopalnih voda, hrup, onesnaženost tal ter elektromagnetno in ionizirajoče sevanje.

Meritve onesnaženosti zunanjega zraka so najzanesljivejši pokazatelj stanja kakovosti zunanjega zraka. Pomembno je, da zagotovimo reprezentativnost podatkov in primerljivost z ostalimi evropskimi državami, zato je potrebno uporabljati standardizirane metode in skupna merila iz veljavne okoljske zakonodaje.

Spremljanje in ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka je ena izmed ključnih nalog Agencije RS za okolje. V Sloveniji ima monitoring kakovosti zunanjega zraka že dolgo tradicijo, prve meritve onesnaževal segajo v leto 1992.

Vsaki pet let smo dolžni po zakonodaji pripraviti oceno onesnaženosti zunanjega zraka. Le-ta je bila izdelana septembra 2009. Za vse cone in aglomeracije je bila ocenjena raven koncentracij za posamezna onesnaževala.

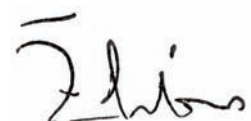
Kakovost zunanjega zraka se v Sloveniji izboljšuje. Kljub temu so nekatera območja še vedno čezmerno onesnažena. Najbolj pereč problem predstavlja onesnaženost zunanjega zraka z delci PM_{10} – v določenih urbanih središčih koncentracije presegajo predpisane mejne vrednosti.

Za območja in aglomeracije, znotraj katerih koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku presegajo predpisane mejne vrednosti, mora država oblikovati načrte za izboljšanje kakovost zraka. Načrti naj bi vključevali tudi posebne ukrepe za zaščito občutljivih skupin prebivalstva, vključno z otroki. Kakovost zraka bi bilo potrebno vzdrževati, tam kjer je že sedaj dobra, in jo izboljšati, kjer je slabša.

Spremljanje stanja okolja, poročanje domači in tuji javnosti ter institucijam je pomembno področje delovanja Agencije RS za okolje. Naloga poročanja vključuje izmenjavo okoljskih podatkov, podporo njihovem zbiranju in zagotovitev prostega dostopa javnosti do teh informacij. To pa omogoča krepitev politične in družbene kulture v odnosu do okolja.

Pričujoče poročilo »**Kakovost zraka v letu 2009**« prikazuje množico podatkov, kratek pregled stanja kakovosti zunanjega zraka, večletne trende, zanimive situacije v omenjenem letu in strokovne razlage le-teh. Publikacijo namenjamo širši javnosti, saj se zavedamo, da kakovosti zunanjega zraka ne omogoča le učinkovita politika, pač pa k njej lahko prispevamo tudi posamezniki. Dobro kakovost zunanjega zraka potrebujemo vsi, to je dediščina, ki jo moramo skrbno varovati.

Dr. Silvo Žlebir
Generalni direktor Agencije RS za okolje



Vsebina

UVOD	1
POVZETEK	2
SUMMARY	3
1. ZAKONSKE OSNOVE	2
1.1. <i>Kakovost zunanjega zraka</i>	10
1.2. <i>Kakovost padavin</i>	13
2. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA NA STALNIH MERILNIH MESTIH	14
2.1. <i>Merilne mreže in nabor meritev</i>	16
2.2. <i>Merilne metode in kakovost meritev</i>	20
2.2.1. Opis merilnih postopkov in merilne opreme	20
2.2.2. Umerjevalni laboratorij Agencije RS za okolje	24
2.2.3. Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje	26
2.3. <i>Rezultati meritev</i>	32
2.3.1. Žveplov dioksid	32
2.3.2. Dušikovi oksidi	39
2.3.3. Ogljikov monoksid	47
2.3.4. Ozon	51
2.3.5. Delci	60
2.3.5.1. Delci PM_{10}	60
2.3.5.2. Delci $PM_{2,5}$	75
2.3.6. Kemijska analiza	78
2.3.6.1. Kemijska analiza delcev PM_{10}	78
2.3.6.2. Kemijska analiza delcev $PM_{2,5}$	82
2.3.7. Lahkohlapni ogljikovodiki	83
2.3.8. Živo srebro v zunanjem zraku	87
2.3.9. Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni	89
3. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z MOBILNO POSTAJO	94
4. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z DIFUZIVNIMI VZORČEVALNIKI	98
5. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN	106
5.1. <i>Merilne mreže in nabor meritev</i>	107
5.2. <i>Merilne metode in kakovost meritev</i>	110
5.2.1. Državna merilna mreža DMKP	110
5.2.2. Merilne mreže na območjih termoelektrarn	112
5.3. <i>Rezultati meritev</i>	113
5.3.1. Merilna mreža DMKP	113
5.3.2. Merilne mreže na območju termoelektrarn	122
6. VPLIV ONESNAŽENEGA ZRAKA NA ZDRAVJE LJUDI	126
6.1. <i>Delci PM_{10} in $PM_{2,5}$</i>	127
6.2. <i>Ozon</i>	130
6.3. <i>Benzen</i>	130
7. METEOROLOŠKE ZNAČILNOSTI LETA 2008	132
8. LITERATURA	138
PRILOGE	141

Uvod

Meritve kakovosti zunanjega zraka potekajo v skladu s *Programom monitoringa*, ki je dostopen tudi na spletni strani Agencije RS za okolje.

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 smo z merilnega mesta Ljubljana center (Mestna občina Ljubljana) prvič objavili podatke za delce PM_{10} , v letu 2009 pa smo to razširili še na druga onesnaževala, ker tudi ostali merilniki ustrezajo merilnim metodam, ki jih predpisuje zakonodaja.

V letu 2009 smo nadaljevali s kemijsko analizo delcev PM_{10} v Zagorju in v Rakičanu pri Murski Soboti. Želimo namreč dobiti čimveč podatkov o virih delcev PM_{10} oziroma o stanju kakovosti zraka v mestih.

V letu 2009 smo nadaljevali tudi z meritvami delcev PM_{10} in z analizo svinca v delcih na treh lokacijah v Mežiški dolini – v Črni, Mežici in Žerjavu. Meritve smo izvajali v skladu z *Odlokoma o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini* (Ur.l.RS, št. 119/2007). Nadalje je na filtrih Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje (ARSO) opravil tudi kemijsko analizo kovin.

V letu 2009 smo v skladu s sprejeto zakonodajo in standardi uvedli meritve delcev $PM_{2,5}$ v okviru državne merilne mreže za kakovost zraka (DMKZ) na merilnih mestih neobremenjenega mestnega ozadja Ljubljana-Biotehniška fakulteta in Maribor-Vrbanski plato. Hkrati smo pričeli tudi izvajati kemijsko analizo delcev $PM_{2,5}$.

V skladu s 6. členom Direktive o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo (Ur.l. EU, L1/52/11, 2008) lahko država članica na vseh območjih in v aglomeracijah neprekinjene meritve konča, če je raven onesnaževala pod spodnjim ocenjevalnim pragom. Za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka tako zadostujejo tehnike modeliranja ali objektivne ocene ali obe hkrati. Zato smo v letu 2009 ukinili meritve žveplovega dioksida v Rakičanu pri Murski Soboti ter meritve ogljikovega monoksida v Novi Gorici.

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

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

Povzetek

Prevladujoči trend zmanjševanja onesnaženosti zraka se je nadaljeval v letu 2009. K temu so pripomogle predvsem vremenske razmere zadnjih let, ki vplivajo na kakovost zraka – mile zime s spremenljivim vremenom brez dolgotrajnejših temperaturnih inverzij ter neizrazita poletja. Poleg tega pa k vedno boljši kakovosti zunanega zraka pripomorejo tudi industrija in velike termoelektrarne oz. toplotarne z uporabo novih, okolju prijaznejših tehnologij. Posebej je treba omeniti, da se je zaradi nove obvoznice, ki je bila odprta poletja 2009, vidno izboljšala kakovost zraka na merilnem mestu Maribor center.

Kakovost zraka je povsod, posebno pa v kotlinah in dolinah v notranjosti Slovenije, slabša pozimi, ko zaradi dolgih noči in šibkega sončnega obsevanja nastajajo bolj ali manj izrazite temperaturne inverzije, ki zmanjšujejo prevetrenost in s tem razredčevanje in prenos onesnaženega zraka, pa tudi emisije onesnaževal – zlasti delcev - se pozimi povečajo zaradi potrebe po ogrevanju.

Za večjo onesnaženost zraka v Zasavju so krive tudi zelo neugodne reliefne značilnosti, saj ležijo mesta v ozkih, večino časa neprevetrenih dolinah, zaradi česar je vpliv prometa, industrije in v zimskem času individualnih kurišč večji kot v bolj odprtih območjih.

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

- Povprečna letna koncentracija **delcev PM₁₀** je v letu 2009 prekoračila mejno vrednost le na najbolj prometnem merilnem mestu Ljubljana center. Dovoljeno letno število prekoračitev mejne dnevne koncentracije pa je bilo preseženo na že omenjeni lokaciji Ljubljana center, v mestih v Zasavju (Zagorje, Trbovlje) ter v Celju, na vseh

drugih merilnih mestih pa je bil prekoračen zgornji ocenjevalni prag koncentracije.

- Vsebnost **kadmija, arzena, niklja** v delcih PM₁₀ je bila na vseh treh merilnih mestih, kjer se meritve izvajajo, pod predpisanimi ciljnim letnimi vrednostmi, koncentracija **svinca** v delcih PM₁₀ pa je bila pod spodnjim ocenjevalnim pragom.
- Medpolicikličnimi aromatskimi ogljikovodiki je letna ciljna vrednost predpisana le za **benzo(a)piren** in le ta ni bila prekoračena.
- Koncentracija **benzena**, ki se meri na treh mestnih merilnih mestih, je prekoračila zgornji ocenjevalni prag povprečne letne vrednosti na lokaciji Ljubljana center, na merilnih mestih Maribor center in Ljubljana Bežigrad pa je bila pod spodnjim ocenjevalnim pragom.
- Delci PM_{2,5} niso prekoračili mejne letne koncentracije, določene z direktivo, ki sicer še ni prevedena v našo zakonodajo
- Zaradi neizrazitega poletja je bila tako kot v letu 2008 tudi v letu 2009 onesnaženost zraka z **ozonom** razmeroma nizka. V letu 2009 je bilo le pet prekoračitev opozorilne urne koncentracije – dve na Otlici nad Vipavsko dolino in tri v Kopru. Povprečne koncentracije za daljše časovne intervale (8-urne in letne) pa so višje v vseh višjih predelih Slovenije. Tako je bilo tudi v letu 2009 največ prekoračitev 8-urne ciljne vrednosti na Krvavcu, sledijo pa Otlica, Vnajarje in Koper. Na Krvavcu in Otlici je bila najbolj prekoračena tudi mejna vrednost parametra AOT40 za zaščito vegetacije in gozdov. Najvišja povprečna letna koncentracija je bila tako kot vsako leto izmerjena na Krvavcu.

Kot kažejo meritve v zadnjih letih, so po višini urnih koncentracij na prvem mestu višji predeli Primorske (Otlica), sledijo pa nižji deli Primorske in Obala (Nova Gorica, Koper).

Summary

- Koncentracije žveplovega dioksida so bile v letu 2009 še nekoliko nižje kot leta 2008. Povsod so ostale pod spodnjim ocenjevalnim pragom za zaščito zdravja. Le na dveh višje ležečih krajih v Zasavju in na lokaciji TE Brestanica pa je bil prekoračen spodnji ocenjevalni prago za zaščito ekosistemov.

Občasna kratkotrajna povišanja koncentracij se sicer pojavljajo na višje ležečih krajih vplivnih območij TE Šoštanj in TE Trbovlje. V večjih naseljih Zasavja predvsem pozimi vplivajo na kakovost zraka poleg TE Trbovlje tudi lokalna industrija in individualna kurišča.

- Onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi je največja na mestnih prometnih lokacijah, kjer je glavni vir emisije promet. Povprečna letna koncentracija **dušikovega dioksida** je prekoračila mejno vrednost na najbolj prometnem merilnem mestu Ljubljana center.

Spodnji ocenjevalni prag koncentracije je bil prekoračen na prometni lokaciji Maribor center ter na merilnih mestih mestnega ozadja v Ljubljani za Bežigradom in v Novi Gorici.

Pod spodnjim ocenjevalnim pragom so se gibale koncentracije **skupnih dušikovitih oksidov** na merilnih mestih, ki so reprezentativna za naravno okolje.

- Tudi koncentracije **ogljikovega monoksida** na vseh petih merilnih mestih, kjer izvajamo meritve, so bile pod spodnjim ocenjevalnim pragom.

Air pollution shows a still further decreasing tendency in the year 2009. Main reasons are favourable weather conditions (mild winters, indistinctive summers) for the last few years, lesser emissions of pollutants from industrial enterprises thanks to using more and more advanced technologies, and further constructions of bypass roads, which reduce air pollution in major city centres (e. g. Maribor).

Air quality is significantly worse during wintertime when stable non-moving air boundary layer with frequent temperature inversions still occurs especially over valleys and basins (e. g. Zasavje region), and when the need for heating – often individual – increases.

In 2009, concentrations of **PM₁₀ particles** exceeded the limit values at the urban heavy traffic spot of Ljubljana center, in the cities of Zasavje region (Zagorje, Trbovlje), and at Celje urban monitoring site, while they were above upper assessment threshold (UAT) elsewhere.

There were only five exceedences of the **ozone** information threshold in 2009 – two at Otlica station of higher altitude of the Primorska region, and three in the city of Koper on the Adriatic coast. These are the regions of highest ozone 1-hour peaks. The 8-hour target value was mostly exceeded in the regions of higher altitude, where the annual average concentrations are highest (e. g. Krvavec).

Nitrogen dioxide was above the limit annual concentration at the urban heavy traffic spot of Ljubljana center.

Benzene exceeded the UAT at the urban heavy traffic spot of Ljubljana center.

All other pollutants remained below the limit values or the lower assessment thresholds.

Tabela: Pregled koncentracij različnih onesnaževal v letu 2009. 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 2009. Exceedences of limit values are in red, italics designate monitoring sites, which are not representative for ecosystems.

merilno mesto / site	žveplov dioksid SO ₂				dušikov dioksid NO ₂		dušikovi oksidi NO _x	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 ³)	Cp (µg/m ³)	>MV	>MV	Cp (µg/m ³)	>MV	Cp (µg/m ³)	Cmax (mg/m ³)
DMKZ								
Ljubljana Bežigrad	4	4	0	0	31	0	57	3
Ljubljana Biotehniška f.								
Maribor center	5	5	0	0	32	0	61	2,3
Maribor Vrbanski plato								
Celje	5	7	0	0	22	0	47	2,9
Trbovlje	5	5	0	0	17	0	37	4,1
Hrastnik	4	6	0	0				
Zagorje	-	-	-	-				
Murska S.-Rakičan					14	0	20	
Nova Gorica	4	6	0	0	28	0	53	
Koper					19	0	24	
Krvavec								0,4
Iskrba	1	1						
Otlica								
EIS TEŠ								
Šoštanj	4	4	0	0				
Topolšica	3	3	0	0				
Veliki Vrh	5	7	0	0				
Zavodnje	6	4	2	0	4	0	5	
Velenje	2	2	0	0				
Graška Gora	3	4	0	0				
Pesje	4	4	0	0				
Škale	5	6	0	0	8	0	9	
EIS TET								
Kovk	8	10	1	0	7	0	8	
Dobovec	6	9	7	0				
Kum	5	8	0	0				
Ravenska Vas	8	8	1	0				
Prapretno								
OMS Ljubljana center	6	-	0	0	55	0	104	
TE-TO Ljubljana (Vnajarje)	-	-	-	-	5	0	6	
MO Maribor-Tabor								
MO Maribor-Pohorje								
EIS Celje								
EIS TEB (sv.Mohor)	12	11	0	0	4	0	5	
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 ₁₀		delci PM _{2,5}	Ozon O ₃		benzen C ₆ H ₆	arzen v PM ₁₀ As	kadmij v PM ₁₀ Cd	nikelj v PM ₁₀ Ni	svinec v PM ₁₀ Pb	ž. srebro v PM ₁₀ Hg	benzo(a) piren v PM ₁₀
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	leto/ year
Cp (µg/m ³)	>MV	Cp (µg/m ³)	>OV	>CV	Cp (µg/m ³)	Cp (ng/m ³)	Cp (ng/m ³)	Cp (ng/m ³)	Cp (ng/m ³)	Cp (ng/m ³)	Cp (ng/m ³)
29	30		0	27	1,7						
26	25	18				0,47	0,22	5,2	8,4		0,87
30	35	22	0	4	1,5	0,62	0,28	2,4	9,9		0,92
		20									
31	42		0	20							
33	48		0	25							
			0	22							
36	56		0	0							
29	31		0	16							
28	24		0	33							
24	2		3	62							
			0	93							
16	5	12	0	50		0,40	0,10	2,6	3,3	1,5	0,23
			2	71							
			0	45							
			0	29							
22	12										
24	13										
			0	41							
31	20										
48	113				4,0						
23	7		0	62							
30	24										
			0	19							
-	-										
			0	14							
20	14										
22	16										

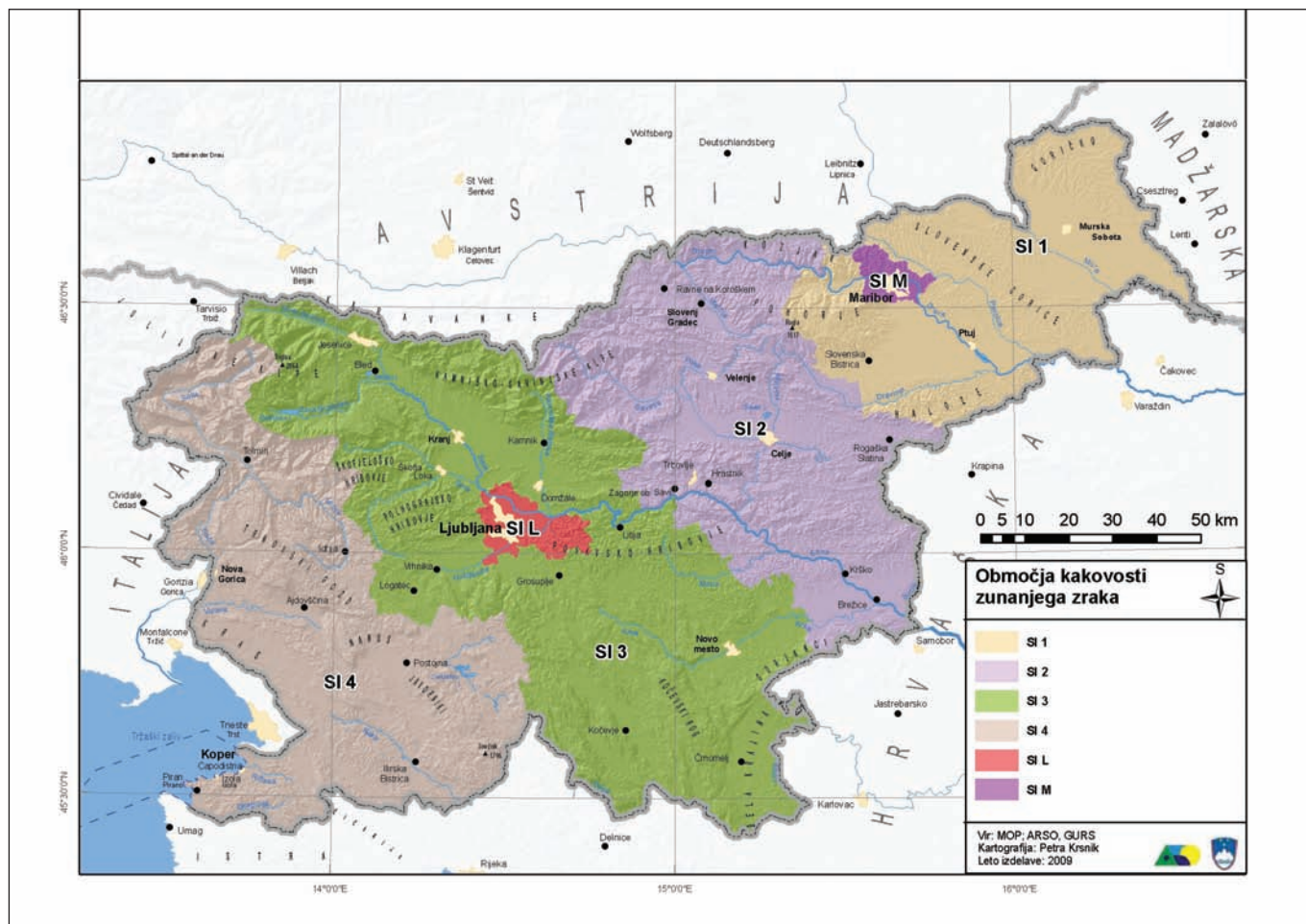
>MV število primerov s preseženo mejno vrednostjo / number of limit value exceedances
 >CV število primerov s preseženo ciljno vrednostjo / number of target value exceedances
 - ni podatkov / no data

Tabela: Raven koncentracij različnih onesnaževal v letu 2009 (z – varovanje zdravja, e – zaščita ekosistemov, v – zaščita vegetacije)
Table: Concentration level of different pollutants in 2009 (z – protection of health, e – protection of ecosystems, v – protection of vegetation)

Merilno mesto/ site	območje/ Zone code	žveplov dioksid SO ₂ **		dušikov dioksid NO ₂ **		dušikovi oksidi NO _x **		ogljikov monoksid CO**		ozon O ₃		delci PM ₁₀ **		delci PM _{2,5} *		benzen C ₆ H ₆ **		arzen v PM ₁₀		kadmij v PM ₁₀		nikelj v PM ₁₀		svinec v PM ₁₀		živo srebro v PM ₁₀		benzo (a) piren v PM ₁₀	
		z	e	z	v	z	z	v	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	
DMKZ																													
Ljubljana Bežigrad	SIL																												
Ljubljana Biotehniška f.	SIL																												
Maribor center	SIM																												
Maribor Vrbanski plato	SIM																												
Celje	SI2																												
Trbovlje	SI2																												
Hrastnik	SI2																												
Zagorje	SI2																												
Murska S.-Rakičan	SI1																												
Nova Gorica	SI4																												
Koper	SI4																												
Krvavec	SI3																												
Iskrba	SI3																												
Otlica	SI3																												
EIS TEŠ																													
Šoštanj	SI2																												
Topolšica	SI2																												
Veliki Vrh	SI2																												
Zavodnje	SI2																												
Velenje	SI2																												
Graška Gora	SI2																												
Pesje	SI2																												
Škale	SI2																												
EIS TET																													
Kovk	SI2																												
Dobovec	SI2																												
Kum	SI2																												
Ravenska Vas	SI2																												
Prapretno	SI2																												
OMS Ljubljana center	SIL																												
TE-TO Ljubljana (Vnajnjarje)	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 ni meritev/ no monitoring
 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, ker uredba še ni prenesena v naš pravni red/ for information only
 - ni podatkov/ no data



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

Agencija RS za okolje je v letu 2009 pripravila Oceno kakovosti zunanjega zraka na osnovi podatkov iz obdobja 2002-2007, ki je objavljena na spletni strani Agencije za okolje. V omenjeni oceni je Slovenija še vedno razdeljena na dve aglomeraciji in štiri cone.

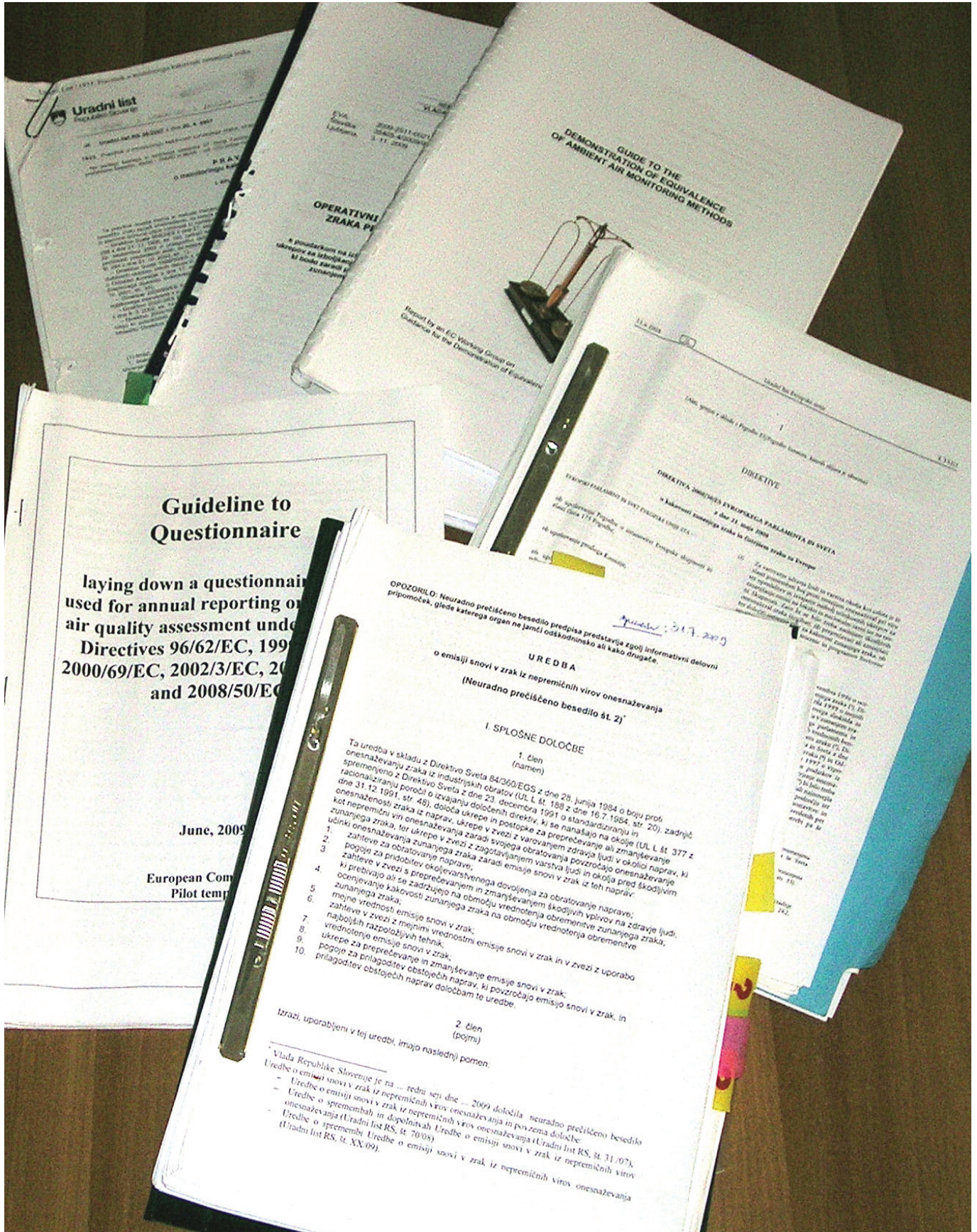
Tabela/ Table: Območja /Zones

Območje / zone	Združene statistične enote
SI I	Pomurska in Podravska brez območja mesta Maribor
SI 2*	Koroška, Savinjska, Zasavska in Spodnjėsavska
SI 3	Gorenjska, Osrednjeslovenska in Jugovzhodna Slovenija brez območja mesta Ljubljana
SI 4	Goriška, Notranjsko-Kraška in Obalno-Kraška

* Ker so se v zadnjih letih zaradi zmanjšanja emisij občutno znižale koncentracije SO₂, smo z letom 2009 ukinili podobmočja SI 2a (območje okrog TE Šoštanj), SI 2b (območje okrog TE Trbovlje) in SI 2c (območje okrog tovarne celuloze VIPAP v Krškem).

* Due to considerable diminishing of SO₂ concentrations in the last few years, the subzones SI 2a (region of Šoštanj Power Plant), SI 2b (region of Trbovlje Power Plant), and SI 2c (region of VIPAP Paper Mill at Krško) were cancelled in 2009.

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



Zakonske osnove

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

Uredbe, ki urejajo področje 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-I-UPBI, 49/06-ZMetD in 66/06-OdlUS, 112/06-OdlUS, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-IA, 70/08 in 108/09).

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, 61/09),
- 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),
- 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 določenem časovnem obdobju presejajo ZOP, je potrebno izvajati stalne meritve kakovosti zraka.

* Direktiva mora biti prenesena v naš pravni red v roku dveh let po sprejetju.

Tabela 1.(I): Mejne, alarmne, dopustne in ciljne vrednosti ter sprejemljiva preseganja koncentracij za leto 2009

	1 ura	3 ure	8 ur	dan	zima	leto
žveplov dioksid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	350 (MV) ¹	500 (AV)		125 (MV) ³ 75 (ZOP) ³ 50 (SOP) ³	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) ² 100 (SOP) ² 140 (ZOP) ²	400 (AV)				42 (DV)= 40 (MV)+ 2 (SP) 26 (SOP) 32 (ZOP)
za zaščito:	zdravja	zdravja				zdravja
dušikovi oksidi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						30 (MV) 19,5 (SOP) 24 (ZOP)
za zaščito:						vegetacije
ogljikov monoksid (mg/m^3)			10 (MV) 7 (ZOP) 5 (SOP)			
za zaščito			zdravja			
benzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						5,5 (DV)= 5 (MV)+ 0,5 (SP) 3,5 (ZOP) 2 (SOP)
za zaščito:						zdravja
ozon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	180(OV) 240(AV)		120 (CV) ⁵			40 (MV)
za zaščito:	zdravja		zdravja			materialov
						AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)
						maj-julij
						april-sept.
						18000 (CV)
						20000
delci PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				50 (MV) ⁴ 20 (SOP) ⁴ 30 (ZOP) ⁴		40 (MV) 10 (SOP) 14 (ZOP)
za zaščito:				zdravja		zdravja
delci PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						25 (MV)
za zaščito:						zdravja
svinec[▲] (ng/m^3)*						500 (MV) 250 (SOP) 350 (ZOP)
za zaščito:						zdravja
kadmij[▲] (ng/m^3)						5 (CV)
za zaščito:						zdravja
arzen[▲] (ng/m^3)						6 (CV)
za zaščito:						zdravja
nikelj[▲] (ng/m^3)						20 (CV)
za zaščito:						zdravja
benzo(a)piren[▲] (ng/m^3)						1 (MV)
za zaščito:						zdravja

1 – vrednost je lahko presežena 24-krat v enem letu

3 – vrednost je lahko presežena 3-krat v enem letu

2 – vrednost je lahko presežena 18-krat v enem letu

4 – vrednost je lahko presežena 35-krat v enem letu

5 – vrednost je lahko presežena 25-krat v enem letu

(cilj za leto 2010)

 ▲ izmerjeno v delcih PM₁₀

 * 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 ng/m^3

Za živo srebro ni določene mejne letne ali ciljne koncentracije.

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

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
SO₂ (µg/m³)	SP	150	120	90	60	30	0					
NO₂ (µg/m³)	SP(lura)	100	80	60	40	20	0					
	SP(leto)	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
CO (mg/m³)	SP	6	6	6	4	2	0					
delci PM₁₀ (µg/m³)	SP(dan)	25	20	15	10	5	0					
	SP(leto)	8	6	5	3	2	0					
benzen (µg/m³)	SP	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
svinec (ng/m³)	SP	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0					

Vse uredbe iz zakonodaje Evropske skupnosti na področju zunanjega 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:

- Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods, julij 2009,
- Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,
- Council Decision establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States, 97/101/EC),

- Comission Decision of 17 October 2001 amending the Annexes to Council Decision 97/101/EC establishing a reciprocal exchange of information and data from networks and individual stations measuring ambient air pollution within the Member States,
- Guideline to Questionnaire laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC, 1999/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC, and 2004/107/EC, and 2008/50/EC. European Commission, Pilot template, June, 2009,
- Comission Decision of 29 April 2004 laying down a questionnaire to be used for annual reporting on ambient air quality assessment under Council Directives 96/62/EC and 1999/30/EC and under Directives 2000/69/EC and 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council.

1.2. Kakovost padavin

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. l. l.:

- Zakon o varstvu okolja (Ur.l.RS, št. 41/04),
- Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 36/07),
- Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju 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).

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 pri Kočevski Reki (v nadaljevanju 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) s kontinuirnimi 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.

Podatke za merilna mesta iz mrež TEŠ, TET, TEB, TE-TO Ljubljana in MO Ljubljana nam posreduje Elektroinstitut Milan Vidmar (EIMV).

Tako kot za leto 2008 je bilo tudi za leto 2009 zaradi okvare merilnika na merilnem mestu EIS Celje žal premalo podatkov za statistične izračune.

Na merilnem mestu Maribor center se je od avgusta 2009, ko je bilo odprta južna obvoznica in se je ves tranzitni promet preusmeril na to obvoznico, kakovost zunanega zraka bistveno izboljšala.

Merilni mesti v Novi Gorici in Kopru sta zaradi novih cestnih povezav in novogradenj v letu 2008 dobili značilnosti mestnega ozadja (prej predmestno ozadje). Posebej je zaradi povečanega prometa zaznavna povečana onesnaženost zraka na lokaciji Nova Gorica.

Novost v letu 2009 so meritve koncentracije delcev $PM_{2,5}$ v neizpostavljenem mestnem okolju. Zato smo uvedli merilni mesti Ljubljana-Biotehniška fakulteta (v nadaljevanju Ljubljana BF) in Maribor-Vrbanski plato.

Kemijske analize delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$ ne izvajamo le zato, da bi zadostili zakonodaji, temveč da bi čimbolje

definirali vire delcev, kar je ključnega pomena pri ukrepih za zmanjšanje onesnaženosti zraka z delci.

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. 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 določa 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 2009

Kraj	NV	GKKy	GKKx	Tip m. mesta	Tip območja	Značilnost območja	Geog. opis
DMKZ							
Ljubljana Bežigrad	299	5462673	5102490	B	U	RC	16
Ljubljana BF	297	5459457	5100591	B	U	R	16
Maribor center	270	5550305	5157414	T	U	RC	16
Maribor Vrbanski plato	250	5548432	5158612	B	U	R	16
Celje	240	5520614	5121189	B	U	R	16
Trbovlje	250	5503116	5110533	B	S	RCI	2
Zagorje	241	5500070	5109663	T	U	RCI	2
Hrastnik	290	5506805	5111089	B	S	IR	2
Nova Gorica	113	5395909	5091034	B	U	RC	32
Koper	56	5399911	5045107	B	U	R	32
Murska S. Rakičan	188	5591591	5168196	B	R(NC)	A	16
Krvavec	1740	5464447	5128293	B	R(REG)	N	1
Iskrba	540	5489292	5046323	B	R(REG)	N	32
Otlica	918	5415980	5088740	B	R(REG)	N	1
MOBILNA-DMKZ							
Domžale	345	5468926	5110407	B	U	RC	16
Slovenj Gradec	541	5506469	5151295	B	S	R	32
Tolmin	205	5402621	5115930	B	S	R	2
OMS LJUBLJANA							
Ljubljana center	300	5462004	5101238	T	U	RC	16
EIS-TEŠ							
Šoštanj	360	5504508	5136982	I	S	I	2
Topolšica	390	5501901	5139882	B	S	IC	2
Veliki Vrh	550	5503506	5134203	I	R(REG)	A	32
Zavodnje	770	5500256	5142691	I	R(REG)	A	32
Velenje	390	5508998	5135289	B	U	RCI	2
Graška gora	774	5509886	5141187	I	R(REG)	A	32
Pesje	394	5506524	5135804	B	S	IR	32
Škale	410	5508504	5137110	B	S	IR	32
EIS-TET							
Dobovec	700	5505905	5106823	I	R(REG)	A	32
Kovk	600	5508800	5109358	I	R(REG)	A	32
Ravenska vas	580	5501803	5108919	I	R(REG)	A	32
Kum	1210	5505993	5104878	B	R(REG)	I	1
Prapretno	480	5506116	5110250	I	R(REG)	A	32
EIS-TEB							
Sv.Mohor	390	5537299	5093935	B	R(REG)	A	32
EIS-TE-TOL							
Vnajnarje	630	5474596	5100884	I	R(REG)	A	32
EIS CELJE							
EIS Celje	241	5520427	5121443	T	U	RC	16
EIS MARIBOR							
Maribor-Tabor	276	5549846	5155262	B	U	RIC	16
Maribor-Pohorje	725	5544655	5148926	B	R(REG)	A	32
EIS ANHOVO							
Morsko	130	5394670	5104013	B	R	AI	32
Gorenje Polje	120	5393887	5103094	B	R	AI	32

Legenda:

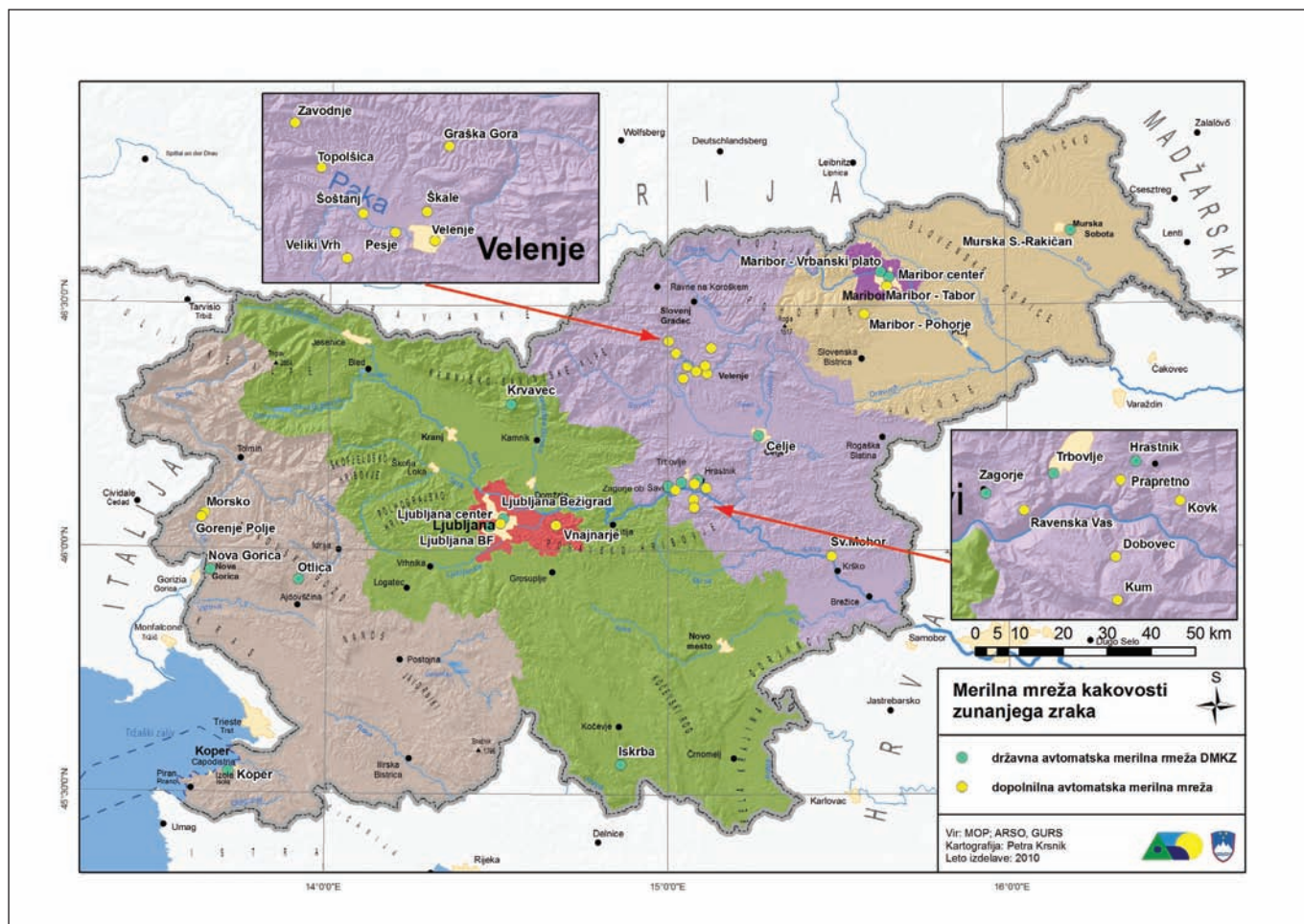
NV:	nadmorska višina (m)
Tip m. mesta:	B – ozadje T – promet I – industrijsko
Tip območja:	U – mestno S – predmestno R – podeželsko NC – obmestno REG – regionalno

Značilnost območja:

R – stanovanjsko
C – poslovno
I – industrijsko
A – kmetijsko
N – naravno
1 – gorsko
2 – dolina
4 – obala
16 – ravnina
32 – razgibano

Geografska značilnost:

V letu 2009 so se izvajale meritve na skupno 33 stalnih merilnih mestih. Dodatno smo začeli izvajati meritve delcev $PM_{2,5}$ v neizpostavljenem mestnem okolju.



Slika 2.1 (1): Stalna merilna mesta za meritve kakovosti zraka v letu 2009

Tabela 2.1. (2): Meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na merilnih mestih v letu 2009

Kraj	žveplov dioksid SO ₂	ozon O ₃	dušikovi oksidi NO _x	delci PM ₁₀	delci PM _{2,5}	ogjikov monoksid CO	lahkohlapni ogjikovodiki	težke kovine in PAH v delcih PM ₁₀	žveplove in dušikove spojine/anorganski ioni	težke kovine in Ioni v delcih PM _{2,5}	Hg	meteorol. parametri
DMKZ												
Ljubljana Bežigrad	+	+	+	+		+	+					+
Ljubljana BF				+	+			+		+		
Maribor center	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+
Maribor Vrbanski p.					+					+		
Celje	+	+	+	+		+						+
Trbovlje	+	+	+	+		+						+
Zagorje	+	+		+								+
Hrastnik	+	+										+
Nova Gorica	+	+	+	+								+
Koper		+		+								+
Murska S. Rakičan		+	+	+								+
Krvavec		+				+						+
Iskrba		+	+	+	+			+	+	+	+	+
Otlica		+										+
Mobilna	+	+	+	+		+	+					+
OMS LJUBLJANA												
Ljubljana center	+		+	+			+					+
EIS-TES												
Šoštanj	+											+
Topolšica	+											+
Veliki Vrh	+											+
Zavodnje	+	+	+									+
Velenje	+	+										+
Graška gora	+											+
Pesje	+				+							+
Škale	+		+	+								+
EIS-TET												
Dobovec	+											+
Kovk	+	+	+									+
Ravenska vas	+											+
Kum	+											+
Prapretno				+								+
EIS-TEB												
Sv.Mohor	+	+	+									+
EIS-TE-TOL												
Vnajnarje	+	+	+	+								+
EIS CELJE												
EIS Celje				+								+
EIS MARIBOR												
Maribor-Tabor				+								
Maribor-Pohorje		+										
EIS ANHOVO												
Morsko				+								
Gorenje Polje				+								

Legenda:

PM₁₀ delci z aerodinamičnim premerom do 10 µm
 PM_{2,5} delci z aerodinamičnim premerom do 2,5 µm

Meteorol. parametri:

temperatura zraka v okolici
 hitrost vetra
 smer vetra
 relativna vlažnost zraka
 zračni tlak (se ne meri na Iskrbi)
 globalno sončno sevanje

2.2. Merilne metode in kakovost meritev

2.2. Merilne metode in kakovost meritev

Za oceno kakovosti zraka izvajamo meritve koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku, ki zahtevajo merilno opremo z visoko selektivnostjo, občutljivostjo, natančnostjo in stabilnostjo.

2.2.1. Opis merilnih postopkov in merilne opreme

Onesnaževala SO_2 , NO_2 , NO_x , O_3 , nereferenčna metoda za PM_{10} , CO in VOC se določajo z merilno opremo, katere rezultati so koncentracije v realnem času - t.i. urni podatki.

Koncentracije delcev PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ spremljamo tudi z referenčno merilno metodo. Meritve potekajo v 24-urnih intervalih, rezultati so dnevne koncentracije, ki so na voljo šele po tehtanju filtrov (navadno se koncentracije podajajo za mesec nazaj). Za določitev težkih kovin, PAH, ionov v PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ je potrebna analiza vzorčevanih filtrov, rezultati so na voljo po zaključku analize.

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, L152/11, 2008) določa, da je treba za plinasta onesnaževala prostornino standardizirati pri temperaturi 293 K in tlaku 101,3 kPa, za delce in snovi, ki jih je treba analizirati v delcih (npr. svinec), pa se obseg vzorčenja nanaša na pogoje v zunanjem zraku, in sicer glede na temperaturo in tlak na dan meritev.

Meritve izvajamo na stalnih merilnih mestih. Običajno so merilniki nameščeni v kontejnerjih, ki so opremljeni s klimatsko napravo in ADSL linijo, preko katere poteka prenos podatkov na ARSO vsakih 30 minut. Oprema za posamezne meritve je opisana v tabeli 2.2.1.(1). Gravimetrični merilniki za delce, so postavljeni na strehi kontejnerja. V primeru ogra-

jenega oz. kakorkoli drugače zavarovanega prostora pa je merilnik od tal dvignjen 1,5 metra.

Nadzor nad delovanjem merilne opreme spremlja odgovorna oseba vsakodnevno, v jutranjih urah in tekom dneva. V primeru izpadov podatkov in kakršnih koli nepravilnosti na merilnem mestu je potrebno čimprej ugotoviti vzrok in napako odstraniti. Vršimo tudi redni dnevni pregled odstopanja ničle in spana pri funkcionalnih kontrolah. Vsako odstopanje posebej zapišemo.

Polurne podatke preko telefonske linije sproti prenašamo na računalnik ARSO. Podatke shranjujemo hkrati tudi na računalniku na postaji. Če prenos ni mogoč, se podatki prenesejo kasneje. Ti podatki gredo skozi sistem kontrole podatkov. Prvostopenjska kontrola pomeni, da glede na veljavnost podatkov izločimo vse podatke, za katere je ugotovljeno kakršnokoli odstopanje od dovoljenih predpisanih mej. Drugostopenjska kontrola poteka ob pregledu mesečnih in kasneje letnih podatkov.

Nadzor nad delovanjem postaj izvajamo s pomočjo programske opreme, ki omogoča redno spremljanje ekoloških in meteoroloških podatkov. S pomočjo omenjene programske opreme izvajamo sprotni nadzor nad meritvami ter merilno opremo, in sicer v delovnem času zaposlenih.

V nadaljevanju so predstavljene metode za merjenje posameznih onesnaževal, ki jih izvajamo v okviru monitoringa kakovosti zunanjega zraka.

Referenčna metoda za merjenje žveplovega dioksida

Standard SIST EN 14212:2005 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco.

Referenčna metoda za merjenje dušikovega dioksida in dušikovih oksidov

Standard SIST ISO 7996:1996 – Kakovost zunanjega

zraka - Ugotavljanje masne koncentracije dušikovih oksidov - Kemoluminiscenčna metoda.

Referenčna metoda za merjenje ogljikovega monoksida

Standard SIST EN 14626:2005 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije ogljikovega monoksida z nedisperzivno infrardečo spektroskopijo.

Referenčna metoda za merjenje ozona

Standard SIST EN 14625:2005 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije ozona z ultravijolično fotometrijo.

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje benzena

Standard SIST EN 14662-3:2005 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije benzena – 3. del: Avtomatsko vzorčenje s prečrpavanjem in določanje s plinsko kromatografijo na kraju samem (in situ).

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje delcev PM_{10}

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje delcev PM_{10} je opisana v standardu SIST EN 12341:2000 - Kakovost zunanjega zraka – Določitev frakcije suspendiranih delcev PM_{10} – Referenčna metoda in terenski preskusni postopek za potrditev enakovrednosti merilnih metod. Načelo meritve temelji na zbiranju frakcije delcev PM_{10} v zunanjem zraku na filtru in na gravimetričnem določanju mase.

Meritve delcev PM_{10} na petih merilnih mestih izvajamo z merilniki TEOM in na dveh merilnih mestih s TEOM - FDMS, kar ni v skladu z referenčno metodo, zato je potrebno dokazati ekvivalenco. Metodologija dokazovanja je opisana v dokumentu PRO-KAZ-015: Meritve delcev PM_{10} in primerjava z referenčno metodo. Na ostalih merilnih mestih meritve delcev PM_{10} izvajamo z referenčnim merilnikom, s t.i. gravimetrično metodo.

Agencija bo postopoma do leta 2013 na vseh merilnih mestih poleg nereferenčnih merilnikov postavila še referenčne merilnike za meritve delcev in tako zadostila zahtevam Direktive o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo.

Kjer pa meritve delcev PM_{10} izvajamo z referenčnim merilnikom Leckel, uporabljamo steklene ali kvarčne filtre. Časovna resolucija je 24 ur. Menjava filtrov poteka avtomatsko, ob 24.00 uri po lokalnem času. Na merilnem mestu Iskrba menjava filtrov poteka v skladu z EMEP zahtevami, ob 8:30 uri.

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje arzena, kadmija, niklja in svinca v delcih PM_{10}

Vzorčenje in analizo težkih kovin izvajamo v skladu s standardom SIST EN 14902:2005 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določevanje Pb, Cd, As in Ni v frakciji PM_{10} lebdečih delcev.

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje delcev $PM_{2,5}$

Standard SIST EN 14907:2005 – Kakovost zunanjega zraka – Standardna gravimetrična metoda za določevanje masne frakcije suspendiranih delcev $PM_{2,5}$.

Meritve delcev $PM_{2,5}$, ki jih izvajamo v DMKZ, potekajo z referenčno t.i. gravimetrično metodo.

Vzorčenje in analiza ionov v delcih $PM_{2,5}$

Standarda za analize na filterjih ni, zato bomo analize izvajali v vodnem ekstraktu z ionsko kromatografijo, v skladu s standardom SIST ISO 10304-1. Predvideno je, da bo v letu 2010 sprejet standard za analizo na filterjih.

Referenčna metoda za vzorčenje in analizo elementarnega živega srebra v zunanjem zraku

Referenčna metoda za merjenje elementarnega živega srebra v zunanjem zraku je avtomatizirana metoda, ki temelji na atomski absorpcijski spektrometriji ali atomski fluorescenčni spektrometriji.

Referenčna metoda za vzorčenje in analizo policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v PM_{10}

Vzorčenje in analiza policikličnih aromatskih ogljikovodikov sta opisana v standardu SIST ISO 15549:2008: Zunanji zrak – Standardna metoda za določevanje koncentracije benzo(a)pirena (BaP) v zunanjem zraku.

Vzorčenje in analiza delcev PM_{10} (visoko volumski vzorčevalnik Digital)

Za vzorčenje s tem merilnikom smo se odločili zaradi lažje in boljše določitve virov onesnaženja. Vzorce je v letu 2009 potekalo na dveh različnih merilnih mestih Zagorje ob Savi in Murska Sobota-Rakičan v obdobju enega leta, v katerem so bili zajeti vsi letni časi. Uporabljali smo kvarčne filtre

Tabela 2. 2.1. (I): Oprema, ki jo uporabljamo za meritve kakovosti zunanjega zraka

Onesnaževalo	Tip merilnika (proizvajalec)	Merilni princip
SO ₂	MLU, ML	ultravijolična fluorescenca
NO ₂	MLU, API, TEI	kemoluminiscenca
O ₃	MLU, API, TEI	ultravijolična fotometrična metoda
CO	MLU	nedisperzivna infrardeča absorpcija
VOC	AirmoVOC	vzorčenje z analizo na plinskem kromatografu
PM ₁₀	TEOM, TEOM-FDMS referenčni merilnik Leckel, Digital	oscilirajoča mikrotehnica gravimetrična metoda
PM _{2,5}	referenčni merilnik Leckel	gravimetrična metoda
Ioni v delcih PM _{2,5} in PM ₁₀	referenčni merilnik Leckel	gravimetrična metoda analiza filtrov z ionsko kromatografijo
EC/OC v delcih PM _{2,5}	referenčni merilnik Leckel	gravimetrična metoda termična metoda z optično korekcijo
Težke kovine v delcih PM ₁₀	referenčni merilnik Leckel	gravimetrična metoda analiza filtrov z ICP-MS metodo
Policiklični aromatski ogljikovodiki v delcih PM ₁₀ (PAH)	referenčni merilnik Leckel	gravimetrična metoda Analiza filtrov s plinsko kromatografsko/masno sprektometrijsko metodo
Elementarno živo srebro v zraku	Mercury Instruments Analytical Technologies	Atomska absorpcijska spektroskopija hladnih par
SO ₄ ²⁻ (g)	EK air sampler EKO8*	ionska kromatografija
SO ₄ ²⁻ (p)	EK air sampler EKO8*	ionska kromatografija
NO ₃ ⁻ (p) + HNO ₃ (g)	EK air sampler EKO8*	ionska kromatografija
NH ₄ ⁺ (p) + NH ₃ (g)	EK air sampler EKO8*	ionska kromatografija
Na ⁺ (p), K ⁺ (p), Ca ²⁺ (p), Mg ²⁺ (p), Cl ⁻ (p)	EK air sampler EKO8*	ionska kromatografija
NO ₂ (g)	NILU-I-1,2	spektro-fotometrija

Legenda:

* - po predelavi EK air sampler vzorčevalnika
(g) - plinasta faza
(p) - delec (trdni in/ali kapljica)
SO₂ - žveplov dioksid

HNO₃ - dušikova kislina
NO₂ - dušikov dioksid
NH₃ - amoniak
EC/OC - elementarni, organski ogljik

Albet, premera 150 mm. Menjava filtrov je potekala avtomatsko, ob 24.00 po lokalnem času. Časovna resolucija je 24 ur. Filtre pred kondicioniranjem žarimo 3 ure pri temperaturi 700°C. Tehtanje filtrov izvajamo v skladu s standardom SIST EN 12341:2000. Po tehtanju filtre z depoziti razrežemo s keramičnimi škarjami in jih pošljemo v analizo, ki jo izvaja notranji izvajalec, Kemijsko analitski laboratorij Agencije Republike Slovenije za okolje (v nadaljnjem besedilu: KAL ARSO). Izvajalec podatke poroča naročniku v časovnih rokih, ki so določeni v projektni nalogi.

Posamezni deli filtra so bili analizirani na težke kovine, PAH-e in ione. Namen je izvesti čimveč analiz, ki nam bodo dale jasno sliko glede posameznih onesnaževal.

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 μm . Metoda je primerna za vzorčevalna mesta, kjer so koncentracije dušikovega dioksida nizke, t.j. za območje 0.1–10 $\mu\text{g NO}_2\text{-N/m}^3$. 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 μm . Na tem filteru določamo koncentracije aerosolov SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- , 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. $\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$ in $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$. Ekstrakcija filtrov in kemijska analiza ekstraktov so podrobneje opisani v poglavju 2.2.3.

V tabeli 2.2.1.(1) navajamo metodologijo kemijskih meritev in meje detekcije žveplovih in dušikovih spojin ter anorganskih ionov po vzorčenju na impregniranih filterih.

Sistem zagotavljanja kakovosti podatkov sledi splošnim ciljem programov EMEP in GAW.

V tabeli 2.2.1.(1) je navedena oprema, ki se uporablja v DMKZ.



Referenčni merilnik Leckel, s katerim spremljamo meritve delcev PM_{10} in $\text{PM}_{2.5}$ (foto: Tanja Bolte)

2.2.2. Umerjevalni laboratorij Agencije RS za okolje

V letu 2009 je umerjanja analizatorjev in izvorov plina, ki se uporabljajo v merilni mreži onesnaženosti zraka, izvajal Umerjevalni laboratorij Agencije RS za okolje za naslednje parametre kakovosti zraka: ogljikov monoksid (CO), žveplov dioksid (SO₂), dušikovi oksidi (NO_x) in ozon.

Umerjevalni laboratorij je akreditiran po standardu SIST EN ISO/IEC 17025:2005 za omenjene kalibracije od leta 2005. Akreditirane kalibracije se izvajajo izključno v Umerjevalnem laboratoriju. Umerjevalni laboratorij ima tudi veljaven status referenčnega laboratorija za področje kakovosti zunanjega zraka (mednarodni nivo) in kot tak sodeluje v evropskem združenju AQUILA – mreže referenčnih laboratorijev za kakovost zraka.



Umerjevalni laboratorij - področje parametrov kakovosti zraka (foto:Drago Groselj)

Merilne metode

Umerjevalni laboratorij uporablja referenčne metode za ocenjevanje koncentracij ogljikovega monoksida, žveplovega dioksida, dušikovega oksida in ozona skladno z Direktivo 2008/50/ES evropskega parlamenta in sveta o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo in sicer:

- Ogljikov monoksid - standardna metoda za določevanje koncentracij ogljikovega monoksida z nedisperzivno infrardečo spektroskopijo.
- Žveplov dioksid - standardna metoda za določevanje koncentracij žveplovega dioksida z ultrazvočno fluorescenco.
- Dušikovi oksidi - standardna metoda za določevanje koncentracij dušikovih oksidov s kemoluminiscenco.
- Ozon - standardna metoda za določevanje koncentracij dušikovih oksidov z ultrazvočno fotometrijo.

Pri umerjanju, in tudi v monitoringu kakovosti zunanjega zraka, se zagotavlja sledljivost meritev do nacionalne oziroma mednarodne ravni z nabavo referenčnih materialov, z umerjanjem plinskih mešanic v jeklenkah in analizatorjev v izbranem akreditiranem laboratoriju ter s sodelovanjem v mednarodnih medlaboratorijskih primerjalnih meritvah.

Kalibracije

Pri kalibracijah ogljikovega monoksida, žveplovega dioksida ter dušikovih oksidov se uporabljajo certificirani referenčni materiali – stabilen izvor plina, ki je kalibriran v akreditiranem češkem hidrometeorološkem inštitutu (CHMI). Certificirane referenčne materiale se uporablja za diseminacijo vrednosti na delovne etalone (analizatorje). Za doseg najboljših merilnih rezultatov pri kalibraciji se certificirani referenčni materiali lahko uporabljajo tudi pri kalibraciji

inštrumenta (analizatorja), ki se kalibrira. Običajno pa se za nadaljnjo diseminacijo vrednosti uporablja delovni etalon, s katerim lahko kalibriramo merilne inštrumente (analizatorje ali izvore plinov – jeklenke), pri čemer se uporablja izvor plina, ki ni certificiran.

V primeru umerjanja analizatorjev ozona pa se, kot referenčni etalon, uporablja generator ozona, ki je sledljiv na CHMI. Z njim se umerja delovni etalon ali pa direktno merilni inštrument.

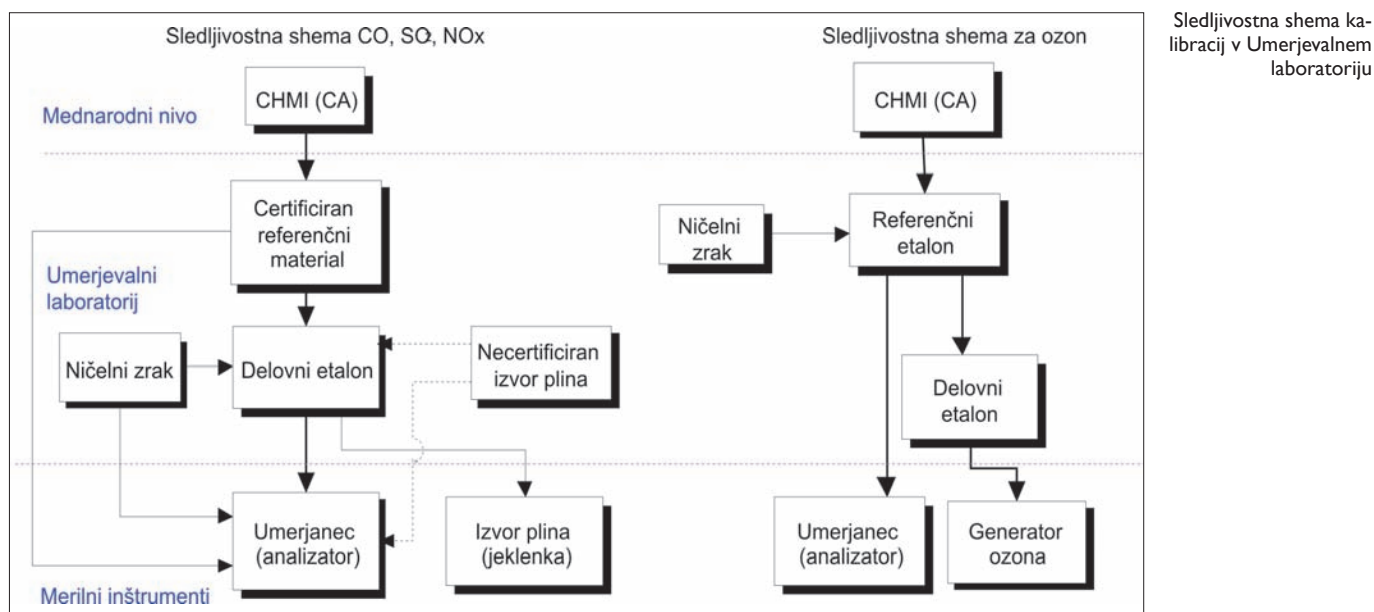
Kalibracije se izvajajo v treh kalibracijskih točkah (ničelni zrak, na sredini merilnega območja in na zgornji meji merilnega območja), razen v primeru ozona, kjer je takih kalibracijskih točk lahko več (tipično pet).

Poleg same kalibracije se, za vsak merilni inštrument, v Umerjevalnem laboratoriju izvede tudi test primernosti, ki vključuje še presoje dodatnih

metroloških lastnosti merilnih inštrumentov skladno z aneksom VI Direktive 2008/50/ES. Test primernosti vključuje še naslednje meroslovne parametre:

- Test odzivnosti: odzivni čas pri naraščanju koncentracije in odzivni čas pri padanju koncentracije.
- Linearnost: za oceno linearnosti se izvajajo meritve v šestih koncentracijah.
- Kratkotrajno lezenje: kratkotrajno lezenje ničle ter kratkotrajno lezenje spana.
- Test ponovljivosti: ponovljivost ničle ter ponovljivost spana.
- Pri analizatorjih dušikovih oksidov se izvaja tudi test učinkovitosti NO konverterja ter Test koncentracije NO₂.

Umerjanja in ‘testi primernosti’ merilnih inštrumentov mreže kakovosti zraka so se v letu 2009 izvajali enkrat letno.



Na področju medlaboratorijskih primerjav Umerjevalni laboratorij redno sodeluje v mednarodni interkomparaciji v Joint Research Centru (JRC)

v Ispri za naslednje parametre kakovosti zraka: ogljikov monoksid, dušikovi oksidi, žveplov dioksid in ozon.

Najboljše merilne zmogljivosti Umerjevalnega laboratorija na področju kalibracij parametrov kakovosti zraka so zajete v naslednji tabeli:

Plinske mešanice			
	Območje	Najboljša merilna zmogljivost	Opombe
Koncentracija CO	300 ÷ 15000 ppbv	280 ppb + c·0.036	Primerjalna metoda
Koncentracija SO ₂	3 ÷ 500 ppb	2.8 ppb + c·0.058	Primerjalna metoda
Koncentracija NO	2 ÷ 500 ppb	2.1 ppb + c·0.075	Primerjalna metoda
Koncentracija NO ₂	4 ÷ 500 ppb	4.2 ppb + c·0.072	Primerjalna metoda
Koncentracija O ₃	6 ÷ 500 ppb	5 ppb + c·0.034	Primerjalna metoda

Analizatorji			
	Območje	Najboljša merilna zmogljivost	Opombe
Analizator C	0 ÷ 13700 ppbv	170 ppb + c·0.02	Direktna metoda
	0 ÷ 15000 ppbv	280 ppb + c·0.036	Primerjalna metoda
Analizator SO ₂	0 ÷ 380 ppb	1.8 ppb + c·0.05	Direktna metoda
	0 ÷ 500 ppb	2.8 ppb + c·0.058	Primerjalna metoda
Analizator NO	0 ÷ 427 ppb	1.5 ppb + c·0.047	Direktna metoda
	0 ÷ 500 ppb	2.1 ppb + c·0.075	Primerjalna metoda
Analizator NO ₂	0 ÷ 500 ppb	4.2 ppb + c·0.072	Primerjalna metoda
Analizator O ₃	0 ÷ 500 ppb	4.9 ppb + c·0.03	Direktna metoda
	0 ÷ 500 ppb	5 ppb + c·0.034	Primerjalna metoda

Legenda:

c - koncentracija plinske mešanice.

Direktna metoda - pri kalibraciji se uporabi certificirani referenčni material.

Primerjalna metoda - pri kalibraciji se uporabi delovni etalon.

2.2.3. Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje

Vse kemijske analize v delcih in v padavinah (z izjemo živega srebra) je 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. Slep vzorec predstavlja MQ voda, s katero vzorčevalec 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 WTW InoLab 730. 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 µS/cm pri 25°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 HW. 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 (Cl^- , NO_3^- , in SO_4^{2-}) in kationi (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} in 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 analizirajo iz merilnih postaj Rateče – Planica, Rakičan pri Murski Soboti in Škocjan. Slep vzorec predstavlja MQ voda, s katero vzorčevalec 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 fil-

triramo skozi membranski filter 0,45 μm , 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 mm, nizko volumski 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 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 NH_4^+ v ekstraktu. KOH filter 30 minut ekstrahiramo v 10 mL 0,3% H_2O_2 v ultrazvočni kopeli. V ekstraktu določamo dušikove in žveplove spojine v zraku. Prve analiziramo kot NO_3^- , druge pa kot SO_4^{2-} . Ekstrakte vseh filtrov pred analizo filtriramo skozi membranski filter 0,45 μm , da se odstranijo trdni delci. Anione in katione določamo v skladu z zgoraj omenjenima standardoma, vendar analiza metoda za filter komplete še ni v obsegu akreditacije.

1/4 kvarčnega filtra \varnothing 47 mm 30 minut ekstrahiramo v 10 mL MQ vode v ultrazvočni kopeli. Pri kvarčnih filterih \varnothing 150 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 μm , 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 analizna metoda za filtre še ni v obsegu akreditacije.

Inštrumentalna analiza

Anione določamo z ionskim kromatografom Dionex DX – 120, na koloni IonPack ASI 4, dimenzije 4 \times 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 \times 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 $\text{PM}_{2,5}$ pa podajamo v $\mu\text{g}/\text{filter}$.

Težke kovine

Težke kovine se določajo v padavinah (^{53}Cr , ^{58}Ni , ^{63}Cu , ^{66}Zn , ^{75}As , ^{111}Cd in $^{206+207+208}\text{Pb}$) in v vzorcih filtrov zunanega zraka (^{27}Al , ^{51}V , ^{53}Cr , ^{55}Mn , ^{57}Fe , ^{58}Ni , ^{59}Co , ^{63}Cu , ^{66}Zn , ^{75}As , ^{82}Se , ^{71}Ga , ^{88}Sr , ^{98}Mo , ^{111}Cd , ^{121}Sb , $^{206+207+208}\text{Pb}$ in ^{205}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_3 v MQ vodi po koncu vzorčenja. Vsa plastična embalaža in pripomočki za vzorčenje morajo biti ustrezno čisti. Njihovo čistost pred oddajo na teren preverimo.

Vsak vzorec ob prejemu v laboratorij stehtamo. Nato vzorec padavine in slepi vzorec ustrezno nakisamo, tako da je končna koncentracija kisline 1 mL HNO_3 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.



Ionski kromatograf (foto: Gregor Muri)

Filtri

Analizirajo se dnevni vzorci delcev $PM_{2,5}$ in PM_{10} (na kvarčnem filtru \varnothing 47 mm, nizko volumski merilnik) iz stalnih merilnih postaj Iskrba pri Kočevski Reki, Ljubljana in Maribor ter dnevni vzorci delcev PM_{10} (na kvarčnem filtru \varnothing 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 \varnothing 47 mm, oziroma 1/8 kvarčnega filtra \varnothing 150 mm. Za obdelavo filtra uporabljamo kislini razklop v mikrovalovni pečici, in sicer z mešanico 8 mL HNO_3 in 2 mL H_2O_2 . Temperaturno kontroliran razklop v mikrovalovni pečici doseže najvišjo temperaturo $220^\circ C$, 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 ustrežno koncentracijo dušikove kisline, in sicer 1 mL HNO_3 na 100 mL za padavine oziroma 16 mL HNO_3 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 filtrih pa Sc, Ge, Rh in Gd. Koncentracije težkih kovin v padavinah podajamo v $\mu g/L$ padavine, v prašnih delcih $PM_{2,5}$ in PM_{10} pa v $\mu g/filter$.

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. Slep 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 $400^\circ C$, 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 kontrolo izkoristka analizne metode. Vzorcju po potrebi dodamo tudi metanol ali MQ vodo, 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 nepolarne, 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.

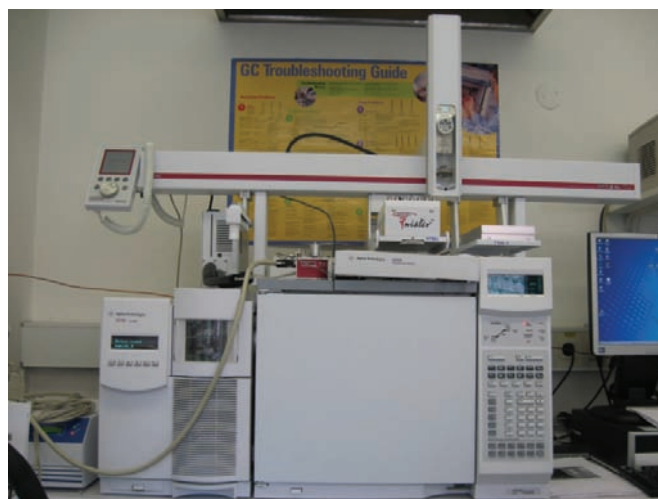
Filtri

Analizirajo se dnevni vzorci prašnih delcev PM_{10} (na kvarčnem filtru \varnothing 47 mm, nizko volumski 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 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 \varnothing 47 mm, oziroma 1/8 ali ustrezno manjši delež kvarčnega filtra \varnothing 150 mm (odvisno od letnega časa in s tem povezane koncentracije PAH v trdnih delcih). 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 kontrolo izkoristka analizne 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 40 minut. Ekstrakt nato skoncentriramo v toku dušika na nekaj mL ter ga čistimo na SPE koloni, ki je polnjena s siliko (Si) kot trdno 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 je validirana, vendar 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 $0,25\ \mu\text{m}$. Na kolono injiciramo 1 μL 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.



Plinski kromatograf z masno selektivnim detektorjem (foto: Gregor Muri)

NO_2

NO_2 se določa v vzorcih zunanjega 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 impregnacijo ustrezno očiščene. Pred odhodom na

teren preverimo vsebnost 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. NO_2 iz zraka se absorbira na frito in J- reducira NO_2 do NO_2^- . Koncentracijo 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), H_3PO_4). 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, 1 cm kiveto, pri valovni dolžini 540 nm. Koncentracijo podajamo v $\mu\text{g NO}_2\text{-N/mL}$.



Induktivno sklopljena plazma z masno selektivnim detektorjem (foto: Gregor Muri)

2.3. Rezultati meritev

2.3. Rezultati meritev

Podatke o koncentracijah onesnaževal vrednotimo glede na mejne vrednosti, nad katerimi se kažejo škodljivi vplivi na okolje in zdravje ljudi.

To poglavje obsega tabelaričen in grafičen prikaz nekaterih osnovnih izvedenih statističnih parametrov izmerjenih koncentracij žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida, ozona, delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$, nekaterih lahkih kovalentnih ogljikovodikov, težkih kovin in nekaterih policikličnih aromatskih ogljikovodikov v delcih PM_{10} , ionov v delcih $PM_{2,5}$, žveplovih in dušikovih spojin, anorganskih ionov v zunanem zraku v Sloveniji v letu 2009. Rezultati za isto onesnaževalo so prikazani skupaj, ne glede na metodo meritev.

Rezultati kontinuirnih meritev so podani na osnovi urnih podatkov. Rezultati za referenčne metode meritve delcev in analize v delcih pa so podani na osnovi dnevniških podatkov. Zimski čas se nanaša na mesece januar-marec in oktober-december v koledarskem letu, poletni čas pa na mesece od aprila do septembra.

Na začetku poglavij posameznih onesnaževal so podani emisijski podatki za leto 2008, ker podatki za leto 2009 še niso na voljo.

Oznake pri tabelah:

% pod	odstotek veljavnih podatkov
C_p	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 septembra.
*	informativni podatek – premalo veljavnih podatkov

Obrazložitev posameznih simbolov je pri poglavju 1.1.

2.3.1. Žveplov dioksid

Koncentracije SO_2 v letu 2009 so bile v povprečju še za malenkost nižje kot leta 2008. Povsod so ostale pod spodnjim ocenjevalnim pragom (SOP) za zaščito zdravja. SOP za zaščito ekosistemov pa je bil prekoračen na nekaterih višje ležečih krajih v Zasavju.

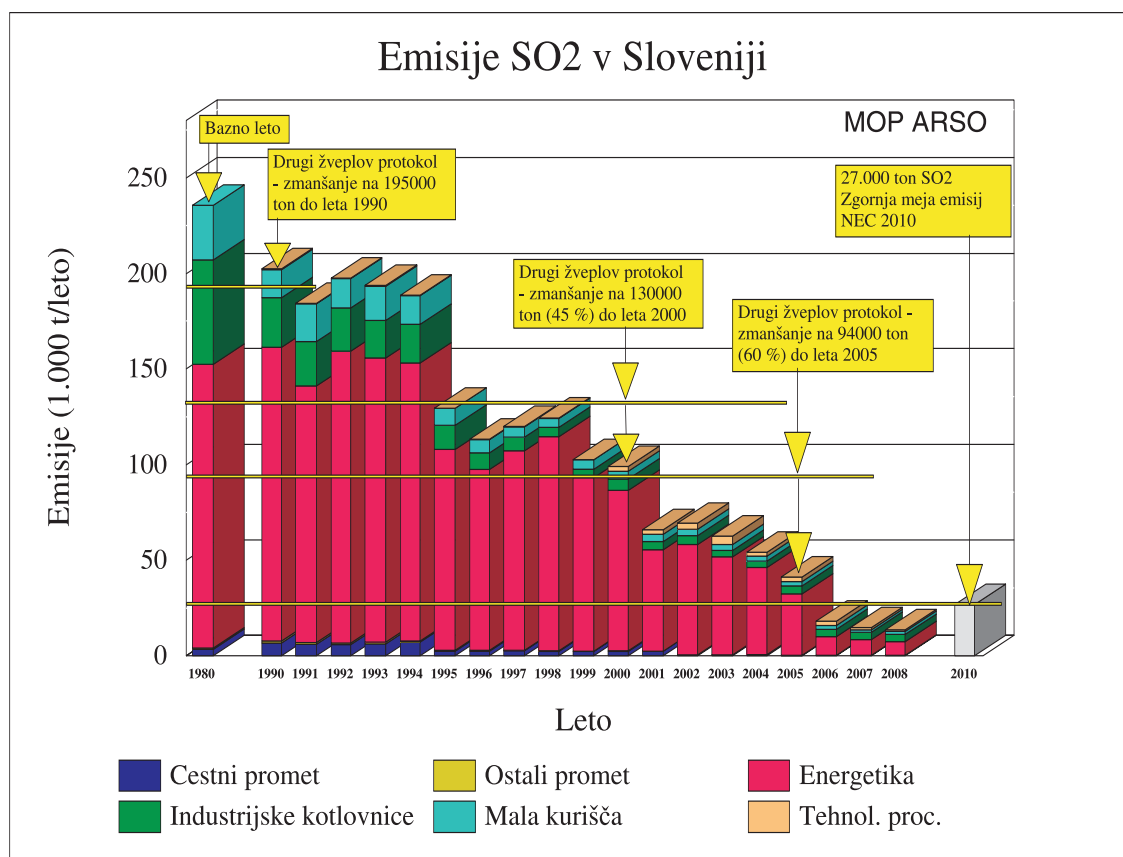
Emisije SO_2 (leto 2008)

Letni izpusti SO_2 v Sloveniji so se od leta 1980 do leta 2008 zmanjšali za 94 %. V letu 1995 so se izpusti SO_2 glede na predhodna leta znatno zmanjšali, predvsem zaradi delovanja razžvepljevalne naprave na bloku 4 v TE Šoštanj, pa tudi zaradi nižje vsebnosti žvepla v tekočih gorivih, kakor to zahteva Uredba o kakovosti tekočih goriv. Nadaljnje znatno zmanjšanje je prispevala razžvepljevalna naprava na bloku 5 TE Šoštanj, ki je začela obratovati v drugi polovici leta 2000 in razžvepljevalna naprava v TE Trbovlje, ki je pričela obratovati konec leta 2005. Največji delež k skupnim izpustom $13.630 \text{ t } SO_2$ v letu 2008 prispevajo termoelektrarne in toplarne (TE-TO), in sicer 53 %.

Koncentracije SO₂ so bile povsod pod spodnjim ocenjevalnim pragom za zaščito zdravja.

V tovarni Lafarge Cement Trbovlje od oktobra 2007 redno obratuje čistilna naprava, kar je znižalo onesnaženost zraka z SO₂, 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.

Slika 2.3.1.(1):
Emisije SO₂ v Sloveniji



Obveznost po direktivi NEC in Göteborgskem protokolu je, da v letu 2010 skupni izpusti SO₂ v Sloveniji ne smejo presegati 27 tisoč ton. Slovenija je to obveznost izpolnila že v letu 2006.

Onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom

Letni pregled onesnaženosti zraka z SO₂ na skupaj 23 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2009, je podan v tabeli 2.3.1.(1). Meritve so avtomatske povsod razen na Iskrbi, kjer se izvajajo 24-urne neavtomatske meritve koncentracij žveplovega dioksida. V Uredbi o

žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanem zraku so za koncentracijo SO₂ 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).

Tabela 2.3.1.(I): Koncentracije SO₂ v zunanjem zraku (µg/m³) v letu 2009 - podatki v poševnem tisku so za merilna mesta, ki niso reprezentativna za ekosisteme.

Merilno mesto	% pod	Leto	zima **	1 ura		3 ure	24 ur **	
		C _p	C _p	max	>MV	>AV	max	>MV
		zaščita ekosistemov		varovanje zdravja				
Ljubljana Bežigrad	88	4	4	93	0	0	36	0
Maribor center	87	5	5	35	0	0	28	0
Celje	95	5	7	37	0	0	22	0
Trbovlje	89	5	5	76	0	0	19	0
Hrastnik	93	4	6	52	0	0	25	0
Zagorje	-	-	-	-	-	-	-	-
Nova Gorica	95	4	6	52	0	0	12	0
Iskrba [▲]	97	1	1				38	0
Ljubljana.center	88	6	-	78	0	0	33	0
Vnajarje	-	-	-	-	-	-	-	-
Šoštanj	95	4	4	342	0	0	33	0
Topolšica	95	3	3	118	0	0	19	0
Veliki Vrh	95	5	7	344	0	0	42	0
Zavodnje	94	6	4	577	2	0	69	0
Velenje	95	2	2	37	0	0	10	0
Graška Gora	95	3	4	345	0	0	27	0
Pesje	95	4	4	51	0	0	14	0
Škale	95	5	6	104	0	0	23	0
Kovk	92	8	10	389	1	0	36	0
Dobovec	94	6	9	456	7	0	102	0
Kum	94	5	8	60	0	0	30	0
Ravenska Vas	92	8	8	352	1	0	42	0
Brestanica- sv. Mohor	74	12	11	82*	0*	0	36*	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
 koncentracija pod mejno vrednostjo (kjer ni predpisan ocenjevalni prag)
 prekoračena alarmna vrednost
 ▲ dnevne meritve
 * premalo veljavnih podatkov-informativni podatki
 - ni podatkov

Opomba:

Na merilnem mestu Zagorje merilnik od junija do konca leta 2009 ni deloval pravilno, zato podatkov ne objavljamo. Kljub temu lahko na podlagi razpoložljivih podatkov z gotovostjo trdimo, da je koncentracija SO₂ pod spodnjim ocenjevalnim pragom. Prav tako zaradi nepravilnega delovanja merilnika ni dovolj podatkov za merilno mesto Vnajarje, kjer so koncentracije po strokovni oceni tudi pod spodnjim ocenjevalnim pragom.

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_2 **pod spodnjim ocenjevalnim pragom (SOP), urne koncentracije pa pod mejno vrednostjo.**

Le nekoliko povišane koncentracije SO_2 se občasno in za kratek čas pojavljajo v Zasavju. 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

Emisija SO_2 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 (Zavodnje). 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 Zavodnjah je bila dvakrat prekoračena mejna urna koncentracija. Tu je bila izmerjena tudi najvišja urna koncentracija v Sloveniji $577 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Koncentracije na vplivnem območju TE Trbovlje

Predvsem kadar pride do izpada v delovanju odžveplovalne naprave v TE Trbovlje, se lahko

pojavi še kratkotrajne prekoračitve mejnih vrednosti na višje ležečih krajih v okolici. Kolikšen 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_2 $456 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sta bila izmerjena na merilnem mestu Dobovec na severnem pobočju Kuma 700 metrov visoko, okrog 2 kilometra južno od TE Trbovlje.

Letni in dnevni hod koncentracij

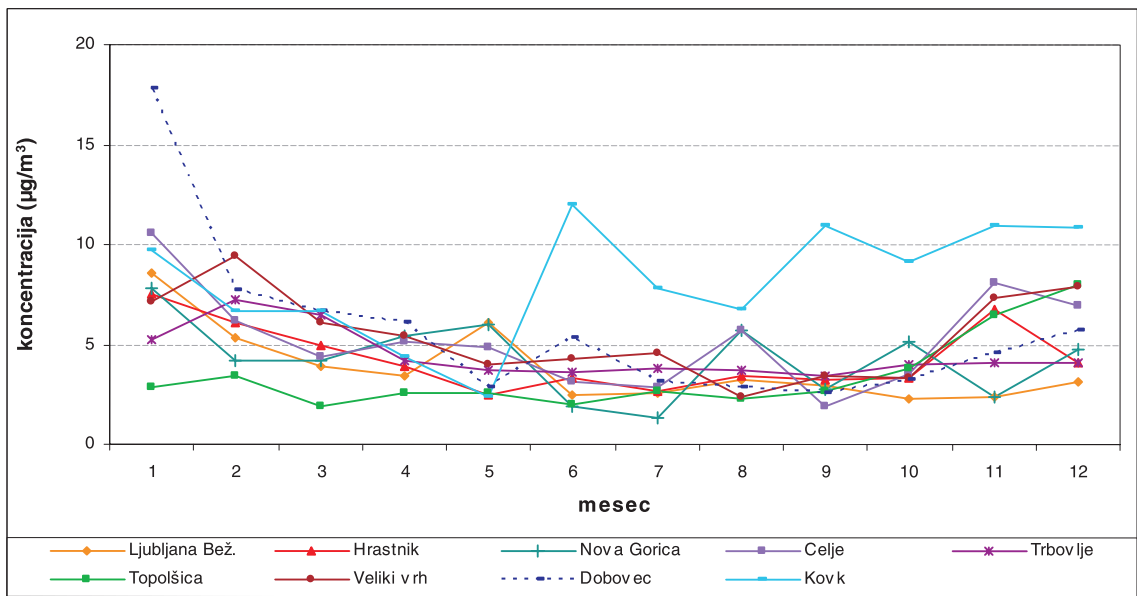
Koncentracije SO_2 so nekoliko višje v hladnem delu leta, ko so vremenskerazmerezazredčevanje onesnaženega zraka slabše, predvsem v Zasavju pa je zaznaven tudi vpliv emisije iz individualnih kurišč. Ker so glavni viri emisij visoki dimniki (TEŠ, TET) precej nad višino prizemnih temperaturnih inverzij, je zimsko povišanje koncentracij pri SO_2 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_2 so namreč industrija, veliki termoenergetski objekti in individualna kurišča, medtem ko je promet z jutranjo in popodansko konico zanemarljiv vir emisije.

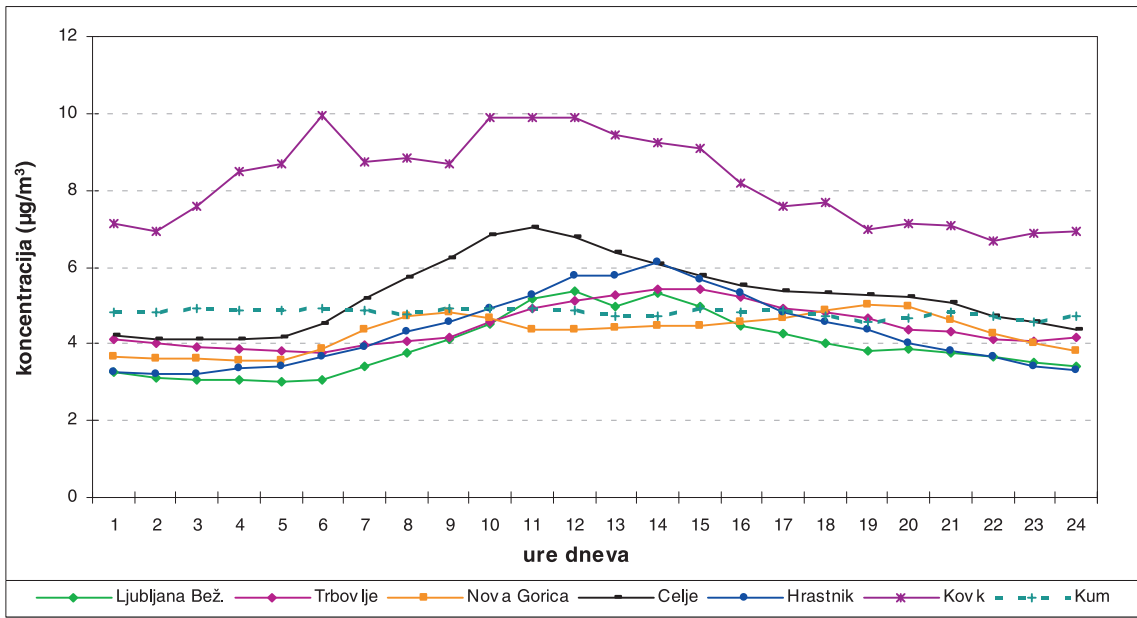
Časovni trend

Iz analize večletnih vrednosti (slike 2.3.1.(4-6), tabele 2.3.1.(5-7) v Prilogi) sledi:

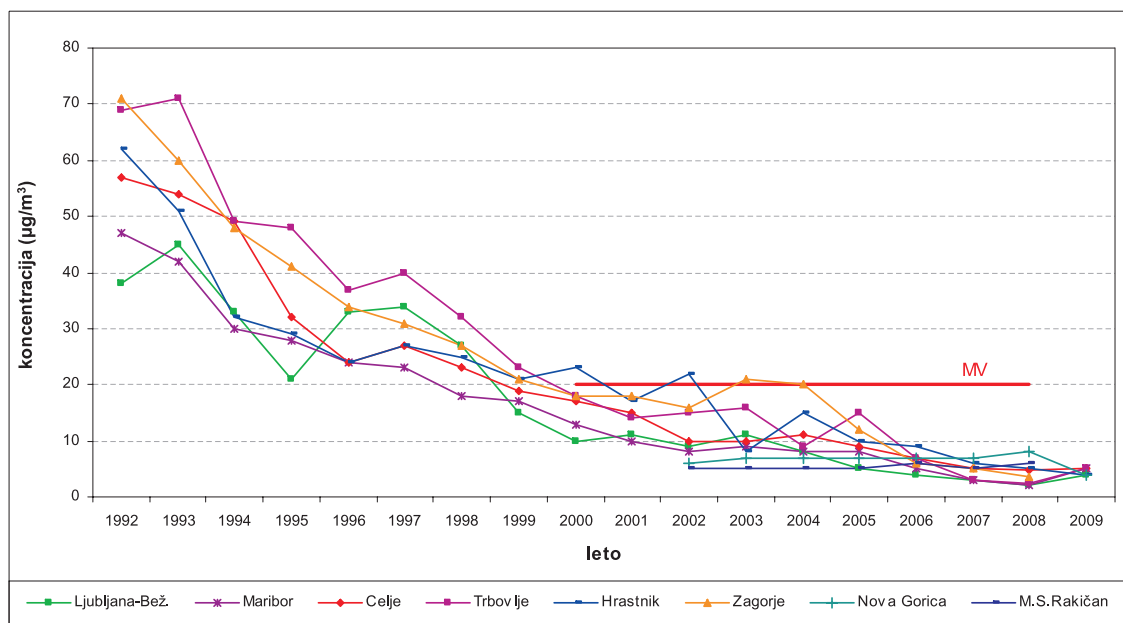
Koncentracije SO_2 so se v letu 2009 na višje ležečih krajih okrog TE Trbovlje še nadalje znižale, drugod pa so ostale na ravni prejšnjega leta. Še vedno se bodo lahko koncentracije za krajši čas povišale ob zelo neugodnih vremenskih razmerah pozimi, ali pa zaradi naključnih izpadov delovanja odžveplovalnih naprav v velikih termoenergetskih in nekaterih industrijskih objektih.



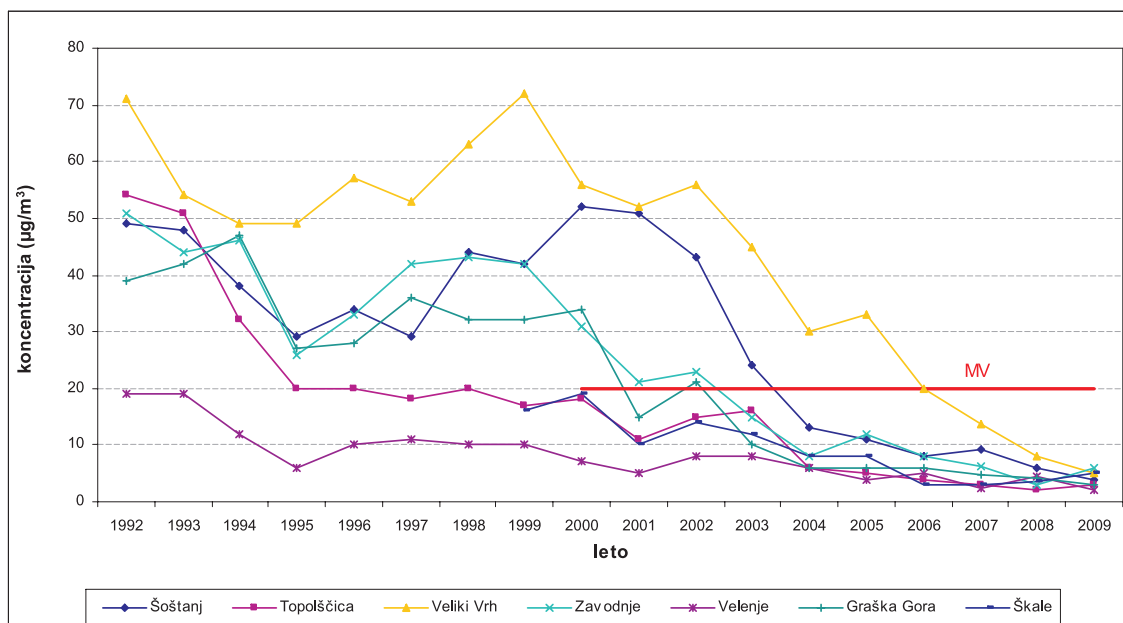
Slika 2.3.1.(2):
Povprečne mesečne koncentracije SO₂ za 9 merilnih mest v letu 2009



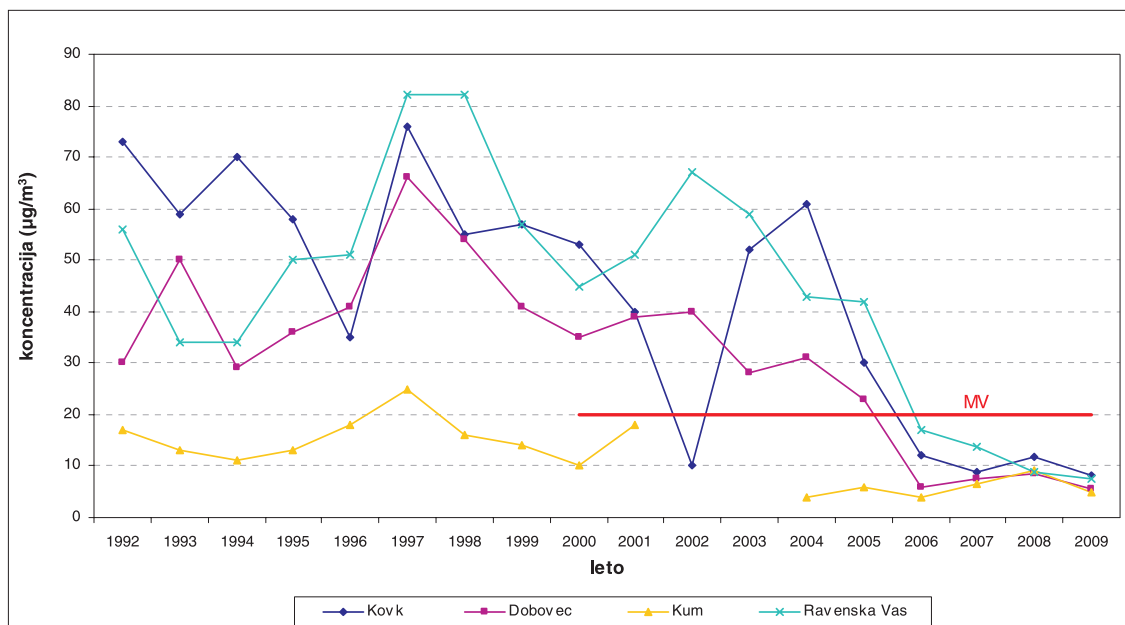
Slika 2.3.1.(3):
Dnevni hod koncentracij SO₂ na nekaterih merilnih mestih DMKZ v letu 2009



Slika 2.3.1.(4): Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih DMKZ



Slika 2.3.1.(5): Povprečne letne koncentracije SO₂ na merilnih mestih TEŠ



Slika 2.3.1.(6):
Povprečne letne
koncentracije SO₂ na
merilnih mestih TET



Merilno mesto Vnajnarje (foto: Roman Kocuvan)

Povišane koncentracije dušikovih oksidov so omejene predvsem na prometne ceste in ulice – v centru Ljubljane je bila v letu 2009 prekoračena mejna letna vrednost.

2.3.2. Dušikovi oksidi

Koncentracija NO₂ je v letu 2009 prekoračila dopustno letno vrednost na prometnem merilnem mestu Ljubljana center.

Spodnji ocenjevalni prag je bil prekoračen na prometnem merilnem mestu Maribor center ter v Ljubljani za Bežigradom in v Novi Gorici.

Koncentracije NO_x so bile pod spodnjim ocenjevalnim pragom za zaščito vegetacije.

Emisije dušikovih oksidov (leto 2008)

Letni izpusti skupnih dušikovih oksidov NO_x v Sloveniji so se leta 2008 zmanjšali za skoraj 18 % v primerjavi z letom 1987. Po letu 1992 so se izpusti NO_x začeli povečevati, zlasti zaradi povečane gostote prometa z motornimi vozili. Naraščanje je bilo veliko, kljub vedno večjemu številu vozil s katalizatorji. Po letu 1997 so se izpusti NO_x opazno znižali zaradi zmanjšane porabe goriv iz cestnega prometa na račun manjše prodaje v maloobmejnem prometu. V zadnjih letih, pa so začeli izpusti NO_x ponovno naraščati, predvsem zaradi povečevanja tranzitnega prometa preko Slovenije. Največji delež k celotnim izpustom NO_x prispeva cestni promet, in sicer 44 % v letu 2008.

Leta 2006 je Slovenija ratificirala NO_x protokol, zato bo potrebno paziti, da v prihajajočih letih ne presežemo vrednost izpustov NO_x iz leta 1987. Obveznost po direktivi NEC in Göteborgskem protokolu pa je, da v letu 2010 skupni izpusti NO_x ne smejo presežati 45 tisoč ton. V letu 2008 so bili izpusti NO_x za 5 % višji od predvidene ciljne vrednosti.

Ker je glavni vir dušikovih oksidov promet, je onesnaženost zraka omejena na obcestni pas in na gosto poseljena območja. Vir emisije pa so tudi veliki termoenergetski objekti, ki uporabljajo za gorivo premog, vendar v okolici obeh velikih termoelektrarn v zadnjih letih ni opazno povišanih koncentracij.

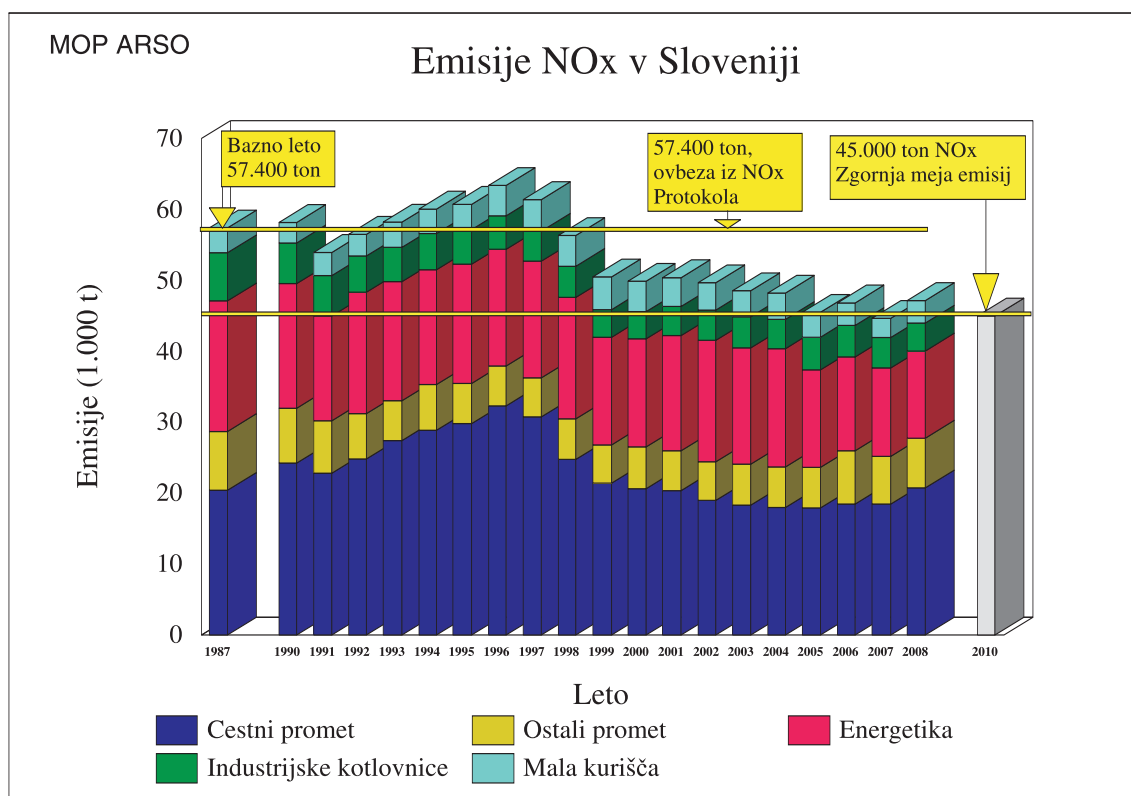
Onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi

V izpušnih plinih znaša delež NO med 80 in 90 %, v zraku pa NO oksidira v NO₂. Zato podajamo tudi skupne koncentracije NO_x, ker so le tako med sabo primerljivi podatki z merilnih mest, ki so različno oddaljena od izvora (prometnic) in je zaradi tega stopnja oksidacije različna. Stopnja oksidacije dušikovega monoksida, emitiranega iz prometa v višje okside, raste z oddaljenostjo od izvora (koncentracija zaradi razredčenja pada). Odvisna je tudi od meteoroloških razmer, predvsem sončnega sevanja in temperature, letnega obdobja in seveda lokacije.

Letni pregled onesnaženosti zraka z dušikovimi oksidi na skupaj 14 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2009 je podan v tabeli 2.3.2.(1). Z letom 2009 začenjamo objavljati podatke z merilnega mesta OMS Ljubljana na prometni lokaciji v centru mesta pri Figovcu. Meritve so kontinuirne povsod razen na Iskrbi, kjer se izvajajo 24-urne 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 NO₂ mejna urna vrednost, 3-urna alarmna vrednost in dopustna letna vrednost za zaščito zdravja ljudi, za NO_x pa mejna letna vrednost za zaščito vegetacije na tistih merilnih mestih, ki niso v bližini cest in večjih naselij.**

Ker z letom 2009 začnemo objavljati podatke z merilnega mesta OMS Ljubljana v centru mesta pri Figovcu (od novembra dalje na križišču Tivolske in Vošnjakove ulice), je merilno mesto Ljubljana center zdaj na prvem mestu po višini koncentracije dušikovih oksidov (prekoračena je bila dopustna

letna koncentracija NO₂). Na drugem mestu je zdaj prometno merilno mesto Maribor center (prekoračen zgornji ocenjevalni prag), na lokaciji Ljubljana-Bežigrad in v Novi Gorici pa je bil prekoračen spodnji ocenjevalni prag.



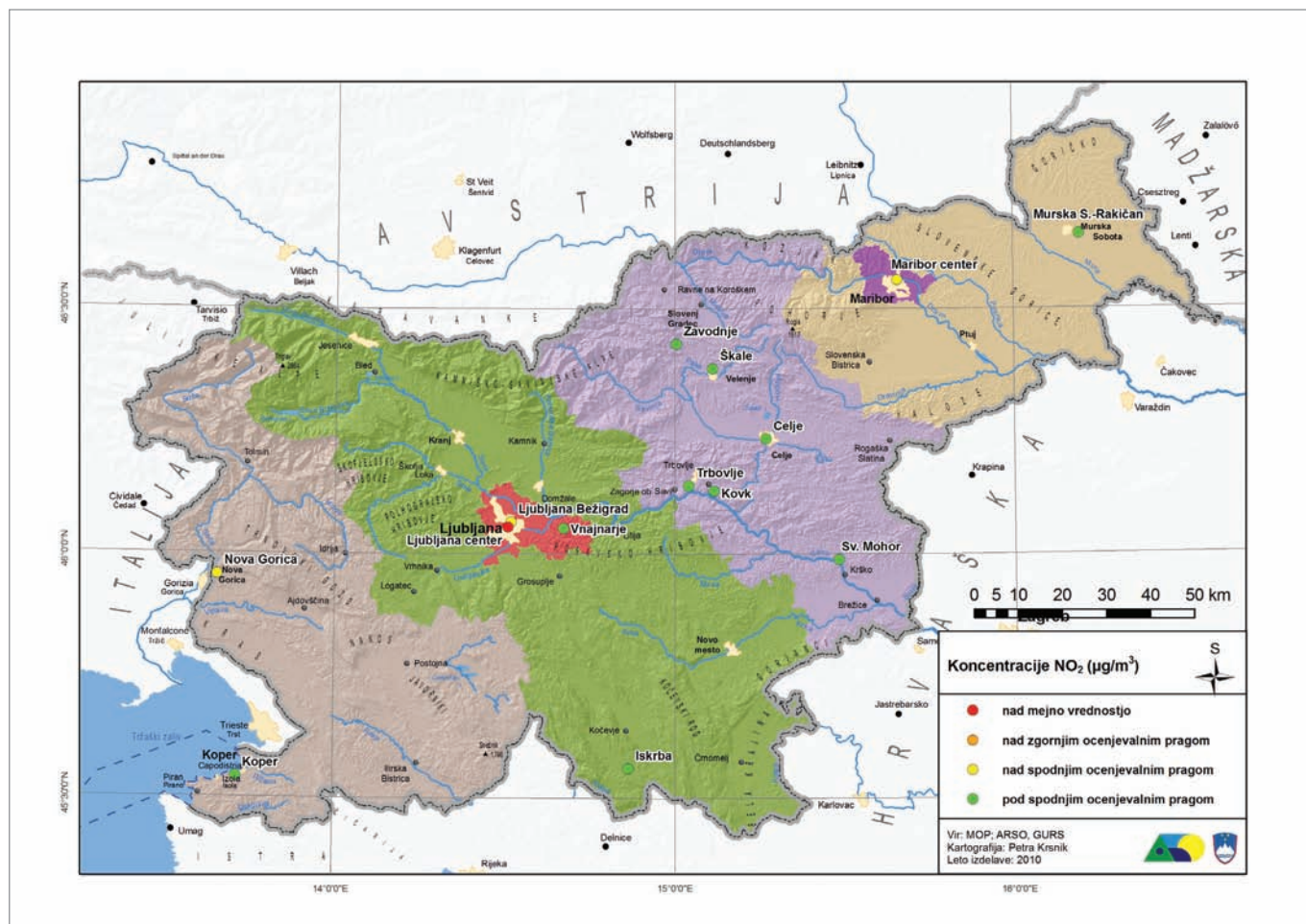
Slika 2.3.2.(1): Emisije dušikovih oksidov NO_x v Sloveniji

Tabela 2.3.2.(I): Raven koncentracij NO₂ in NO_x v zraku (µg/m³) v letu 2009

Postaje	NO ₂		NO _x		NO ₂			
	varovanje zdravja		zaščita vegetacije		varovanje zdravja			
	Leto					1 ura **		3 ure
	% pod	C _p **	% pod	C _p **	max	>MV	>AV	
Ljubljana Bežigrad	93	31	92	57	147	0	0	
Maribor center	90	32	91	61	119	0	0	
Celje	94	22	94	47	150	0	0	
Trbovlje	87	17	88	37	101	0	0	
Murska S.-Rakičan	94	14	92	20	112	0	0	
Nova Gorica	93	28	93	53	129	0	0	
Koper	90	19	91	24	94	0	0	
Iskrba [▲]	95	1						
Ljubljana center	80	55	80	104	165	0	0	
Vnajarje	91	5	94	6	52	0	0	
Zavodnje	92	4	92	5	67	0	0*	
Škale	95	8	95	9	96	0	0	
Kovk	85	7	85	8	56	0	0	
Brestanica-sv.Mohor*	69	4	73	5	102*	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 naravno okolje
▲ dnevne meritve
***** premalo veljavnih podatkov-informativni podatki



Slika 2.3.2.(2): Koncentracije NO₂ v zunanjem zraku v letu 2009

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**.

V zadnjih dveh letih so se povišale koncentracije dušikovih oksidov in tudi delcev na merilnem mestu Nova Gorica, kjer so bila gradbena dela (obnovljene in razširjene ceste, cestno krožišče, trgovski center v bližini) zaljučena konec leta 2008. Zato je to merilno mesto zdaj bolj izpostavljeno vplivu prometa in je dobilo status mestnega merilnega mesta (prej primestno). Merilno mesto leži ob krožišču prometnih cest. Štetje prometa je potekalo dober kilometer južno od našega merilnega mesta. Meritve

štetja prometa so pokazale, da je prva prometna konica okrog 7. ure (povprečno 1735 vozil/uro), druga konica pa okrog 15. ure, ko se število vozil poveča za 20 % (2110 vozil/dan).

Najvišje urne koncentracije NO₂ so bile v mestih med 100 in 180 µg/m³, na drugih lokacijah pa med 50 in 100 µg/m³.

Povprečna letna koncentracija NO₂ je bila daleč najvišja na merilnem mestu Ljubljana center (prekoračena dopustna vrednost), na drugih mestnih lokacijah pa je dosegla največ 76 % dopustne letne vrednosti 42 µg/m³. Letna koncentracija v naravnem okolju na lokaciji Iskrba je bila četrtnina letne

koncentracije na Zavodnjah, ki je bila po tem kazalcu druga najčistejša lokacija.

Povprečne letne koncentracije NO_x 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 hoda dobro izražena. Najvišje mesečne koncentracije NO_2 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. Manjša onesnaženost zraka v notranjosti Slovenije poleti je tudi posledica manjšega prometa v juliju in avgustu zaradi dopustov oz. šolskih počitnic.

Značilno obdobje visokih koncentracij dušikovih oksidov v letu 2009 je trajalo od 5. do 15. januarja, ko skoraj ni bilo padavin, pa še te so bile v notranjosti Slovenije v obliki snega, ki zrak manj prečisti kot dež.

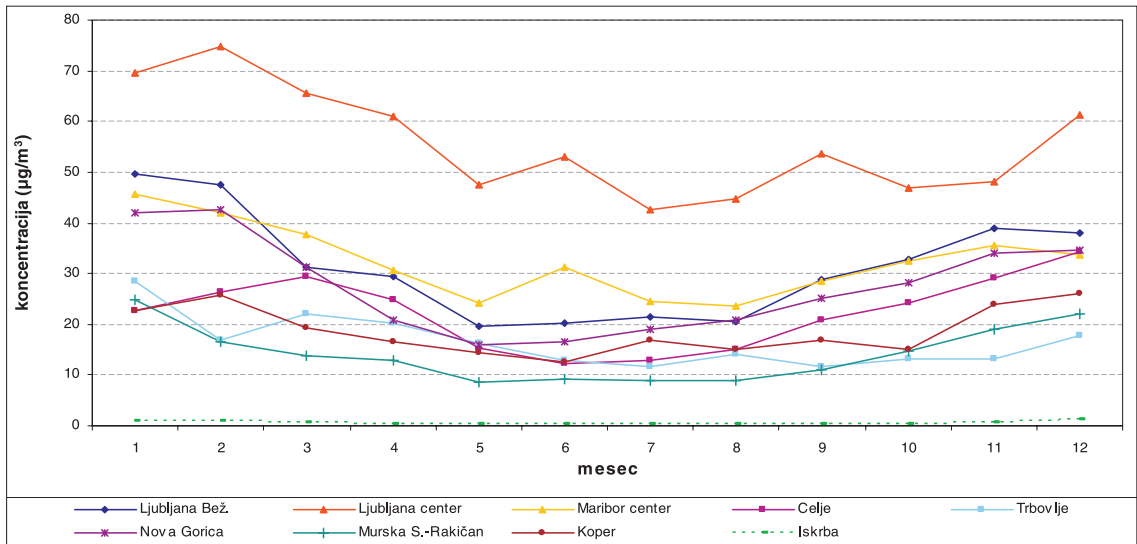
Prevladujoč vpliv emisij iz prometa se kaže v tem, da so bile koncentracije NO_2 najvišje na prometnih mestnih merilnih mestih, in da so bile najvišje v jutranjih in večernih urah. Popoldanska prometna konica okrog 16. ure ne prinese maksimuma koncentracij, ker so v tem dnevnem času najugodnejše vremenske 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.(5)).



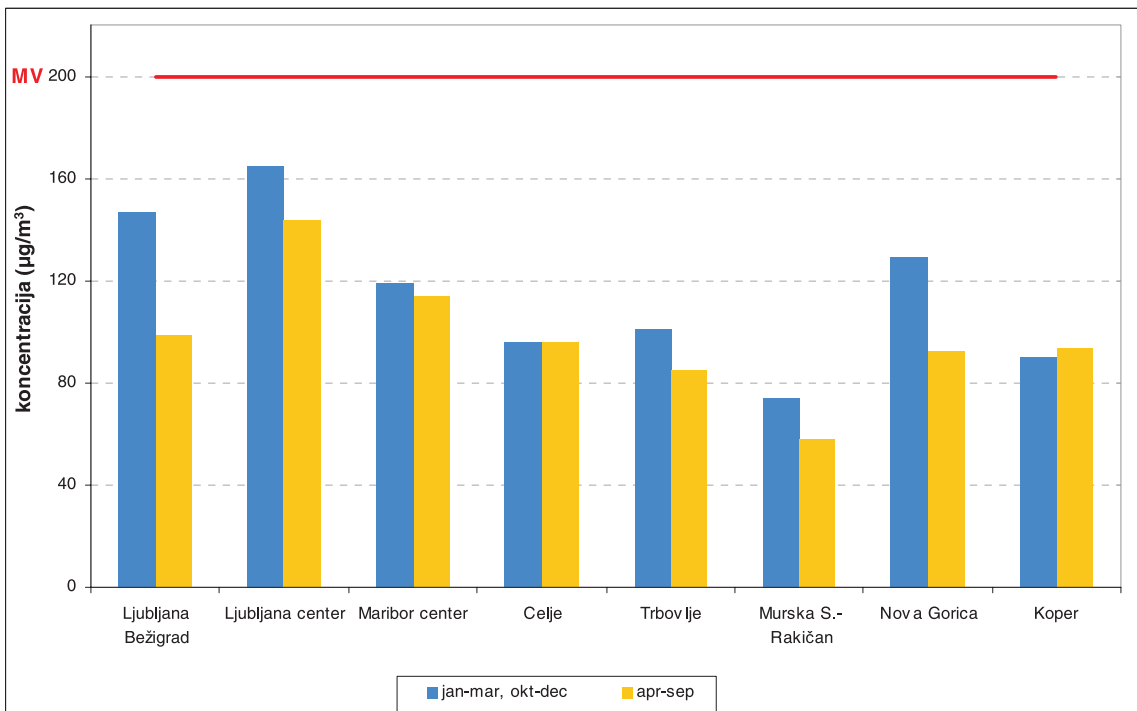
Merilno mesto Ljubljana center (foto :Andrej Piltaver)

Časovni trend

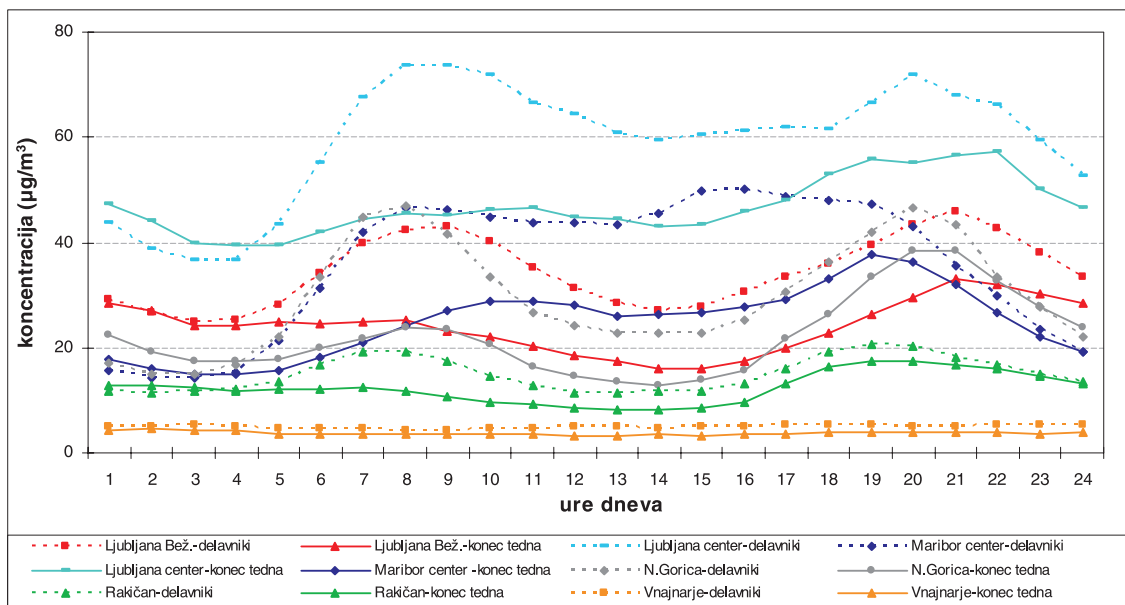
Povprečna letna koncentracija NO_2 se od leta 2002 naprej bistveno ne spreminja in je povsod razen na lokaciji Ljubljana center (podatek iz leta 2009) pod dopustno vrednostjo.



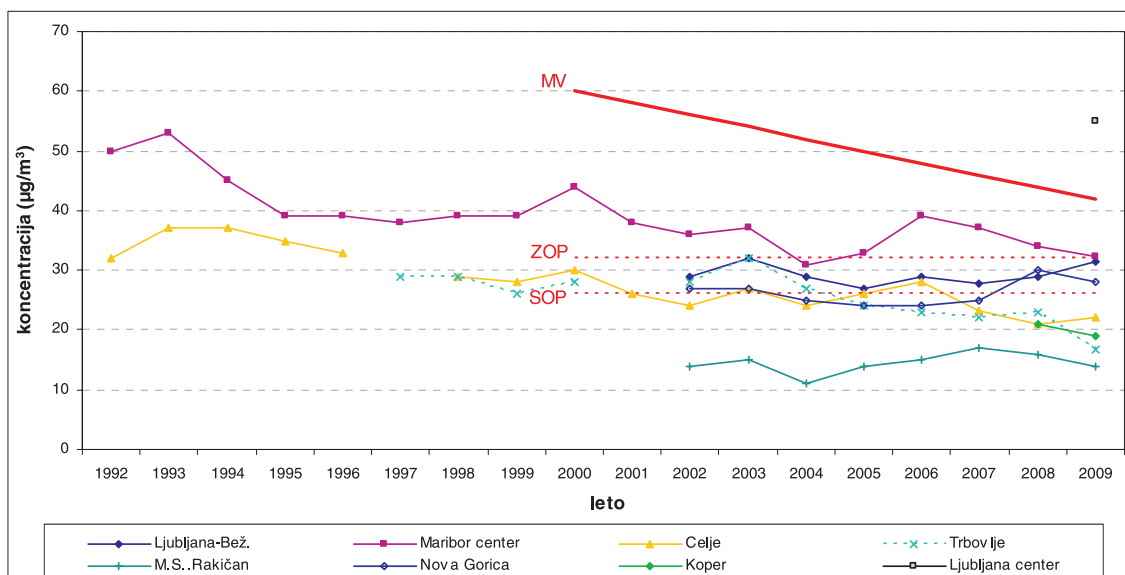
Slika 2.3.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO₂ v letu 2009



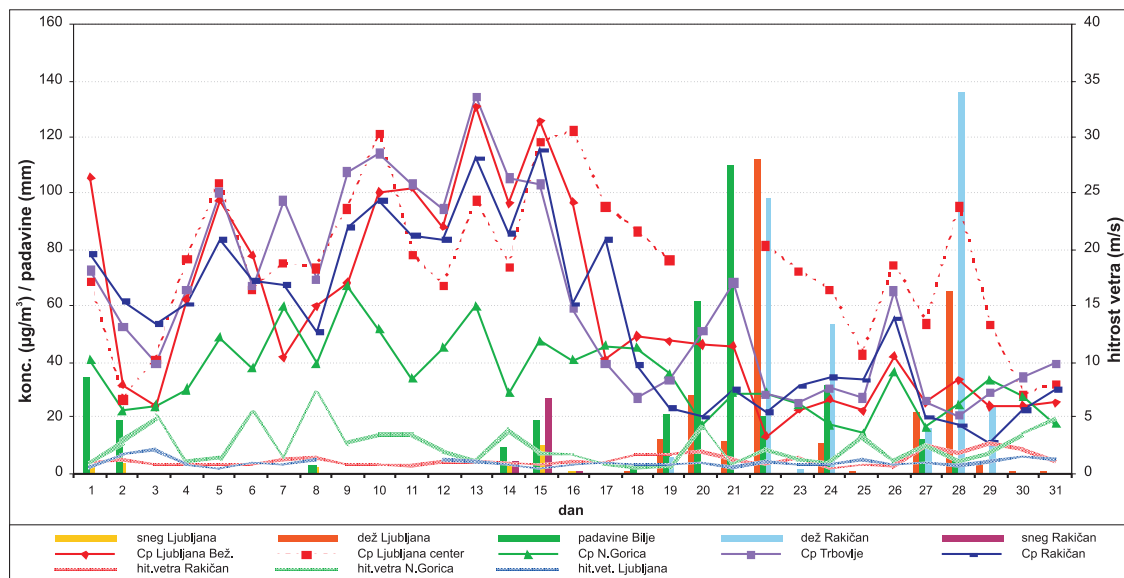
Slika 2.3.2.(4): Najvišje urne koncentracije NO₂ v obdobju januar-marec, oktober-december in v obdobju april-september 2009



Slika 2.3.2.(5): Dnevni hod koncentracije NO₂ na štirih merilnih mestih v letu 2009



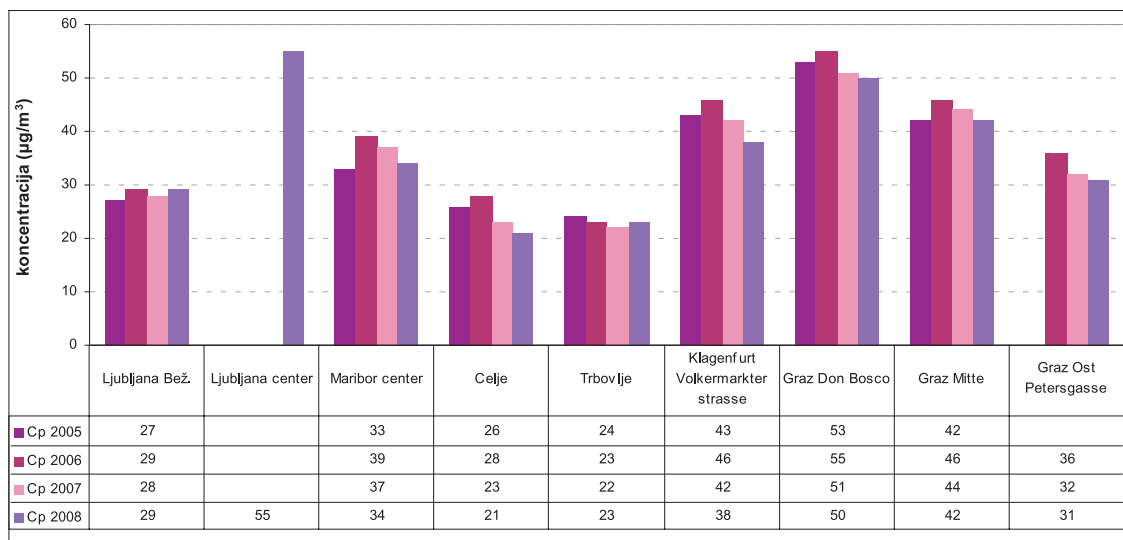
Slika 2.3.2.(6): Povprečne letne koncentracije NO₂



Slika 2.3.2.(7) :
Povprečne dnevne koncentracije (Cp) NO₂ na štirih merilnih mestih v januarju 2009

Za primerjavo navajamo podatke o povprečnih letnih koncentracijah NO₂ za obdobje 2005-2008 (ker podatkov za leto 2009 za Avstrijo še ni) z nekaterih naših mestnih merilnih mest in s štirih mestnih merilnih mest v Celovcu in Gradcu v sosednji Avstriji /32/, od katerih je najbolj prometno Gradec-Don

Bosco, ki ima približno enako frekvenco prometa kot merilni mesti Ljubljana center in Maribor center (slika 2.3.2.(8)). Vidimo, da po višini koncentracij presega merilna mesta v Avstriji le merilno mesto Ljubljana center.

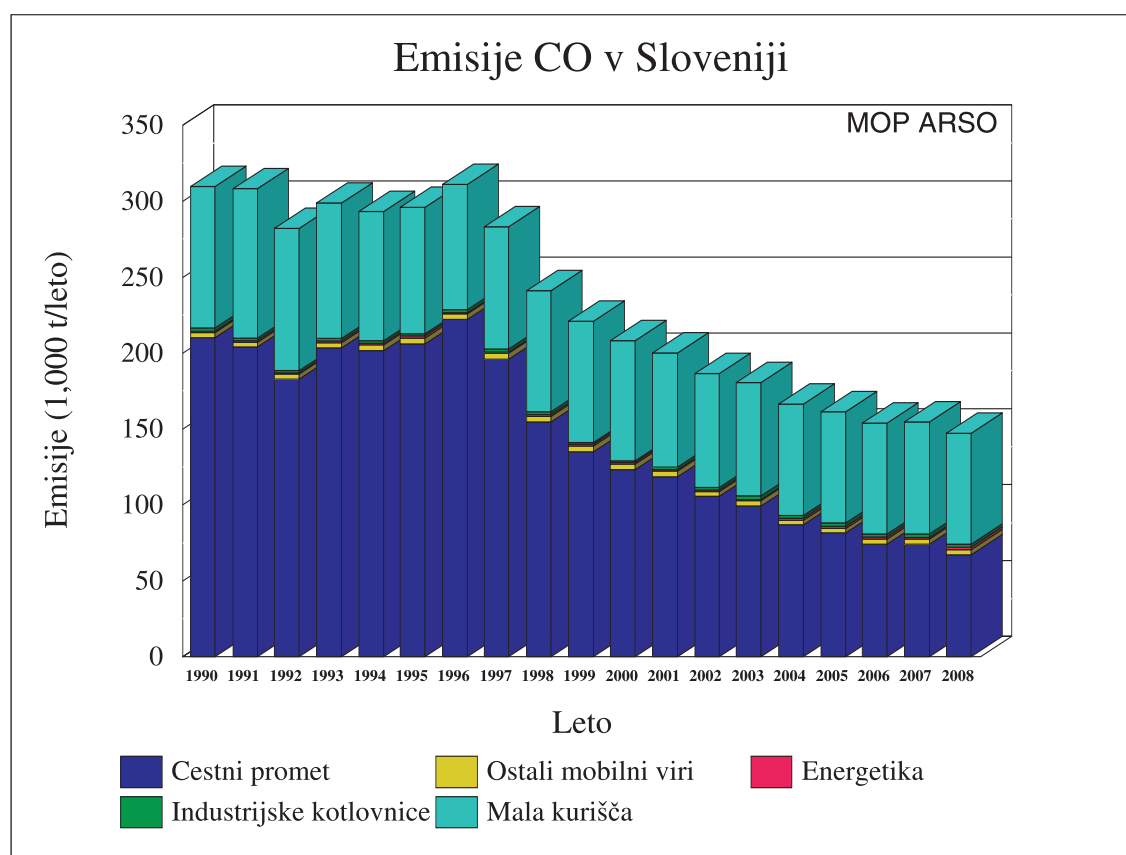


Slika 2.3.2.(8) :
Povprečne letne koncentracije (Cp) NO₂ na nekaterih mestnih merilnih mestih v Sloveniji in sosednji Avstriji v obdobju 2005-2008

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 2009 so bile tako kot prejšnja leta pod spodnjim ocenjevalnim pragom za varovanje zdravja.



Slika 2.3.3.(1):
Emisije CO v Sloveniji

Od leta 1980 do leta 2008 so se letni izpusti CO v Sloveniji zmanjšali za 17 %. Od leta 1997 dalje se delež emisije CO iz prometa stalno zmanjšuje, delež "malih kurišč" pa ostaja na enaki ravni, tako da sta ta dva deleža zdaj približno enaka. V letu 2008 so prispevali izpusti iz malih kurišč 147.390 t CO, kar je približno 50 %.

Izpusti malih kurišč za CO niso problematični, ker so razpršeni po večjih površinah, medtem ko so emisije iz prometa omejene na obcestna območja. Zato so vsa leta najvišje koncentracije izmerjene na mestnih merilnih mestih, ki so blizu prometnih cest in parkirišč.

Onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom

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

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

8-urna mejna koncentracija ni bila prekoračena na nobenem merilnem mestu. Najvišja maksimalna dnevna 8-urna koncentracija je dosegla le 40 % mejne vrednosti 10 mg/m³.

Letni in dnevni hod koncentracij

Tako kot pri dušikovih oksidih je tudi tu na mestnih lokacijah 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 prizemnih temperaturnih inverzij.

Da je največji vir CO v mestih 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.

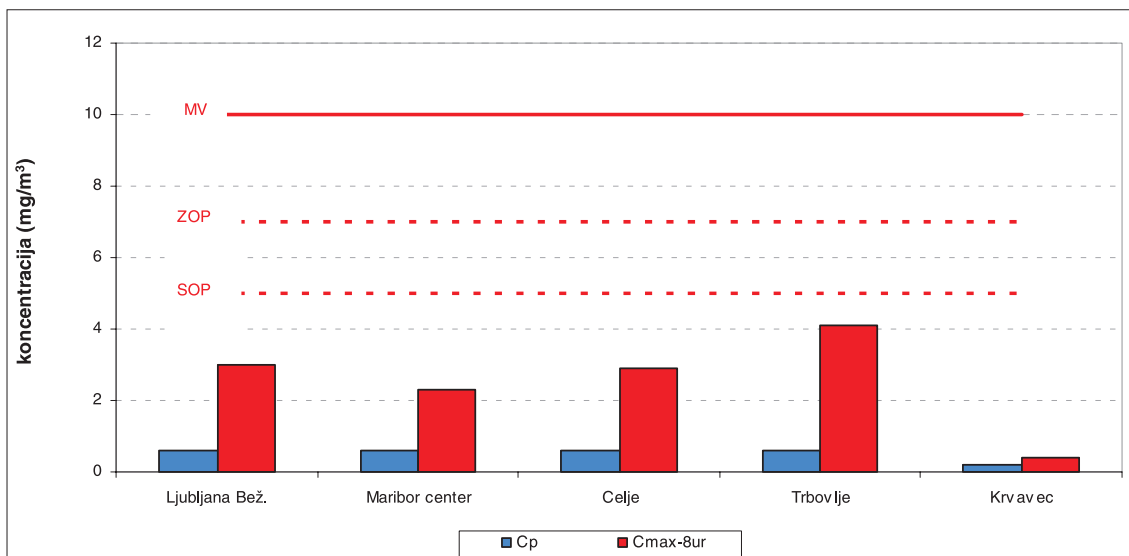
Pri časovnem trendu je opazen padec koncentracij v letu 2008, in leta 2009 so ostale na isti ravni. To je v največji meri posledica ugodnih vremenskih razmer.

Tabela 2.3.3.(1): Koncentracije CO v zraku (mg/m³) v letu 2009

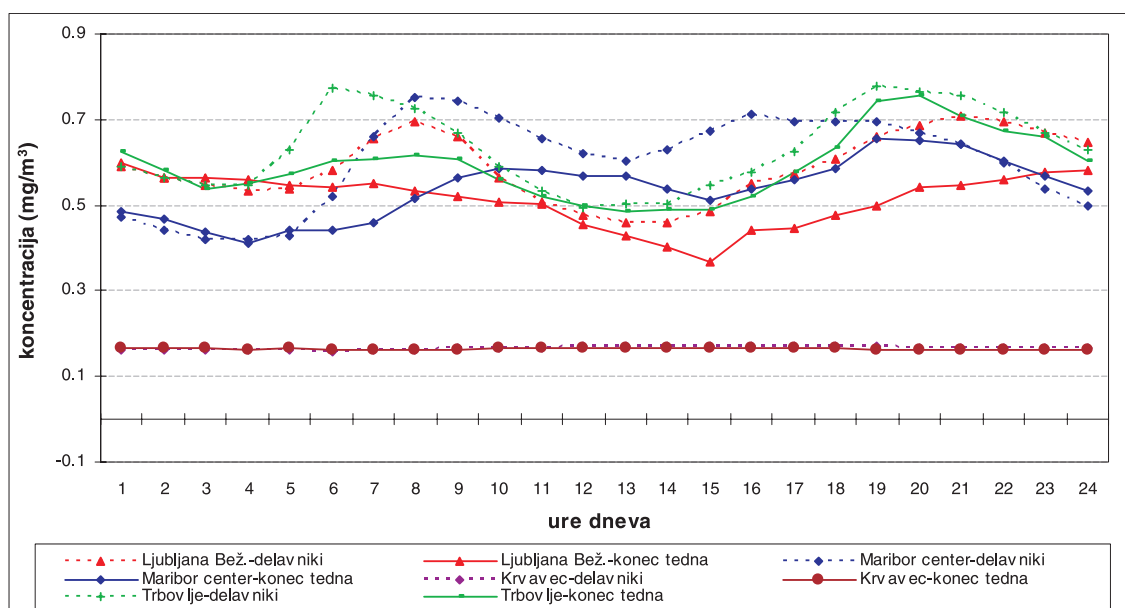
Postaje	Leto		8 ur**	
	% pod	C _p	max	>MV
Ljubljana Bežigrad*	85	0,6	3*	0*
Maribor center*	87	0,6	2,3*	0*
Celje	94	0,6	2,9	0
Trbovlje*	81	0,6	4,1*	0*
Krvavec	88	0,2	0,4	0

Legenda:

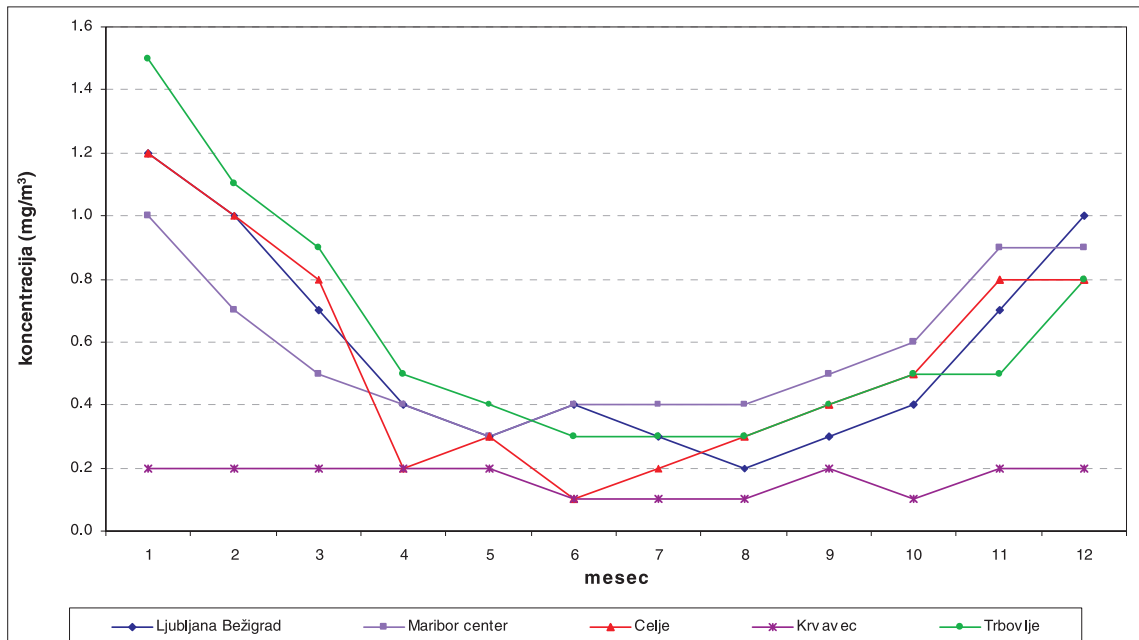
- * premalo veljavnih podatkov-informativni podatki
- ** določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
- prekoračena mejna vrednost
- prekoračen zgornji ocenjevalni prag
- prekoračen spodnji ocenjevalni prag
- koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom



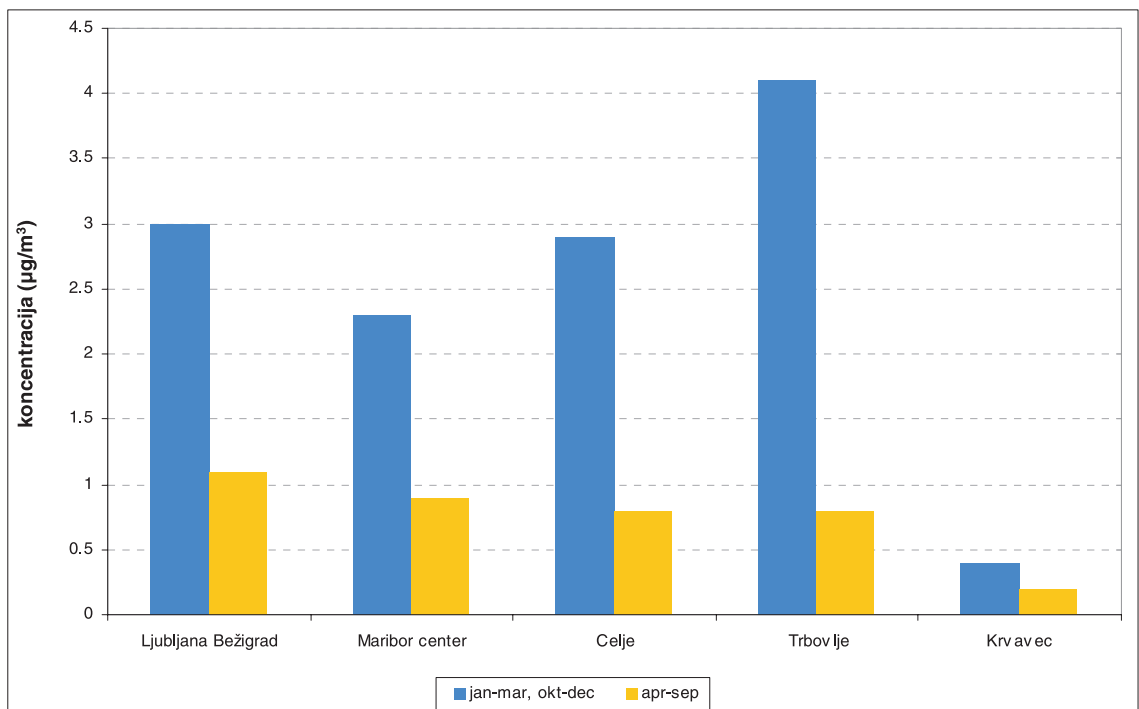
Slika 2.3.3.(2): Povprečne letne in maksimalne 8-urne koncentracije CO v letu 2009 v mg/m³ (MV-mejna vrednost, SOP-spodnji ocenjevalni prag, ZOP-zgornji ocenjevalni prag)



Slika 2.3.3.(3): Dnevni hod koncentracije CO na štirih merilnih mestih DMKZ v letu 2009

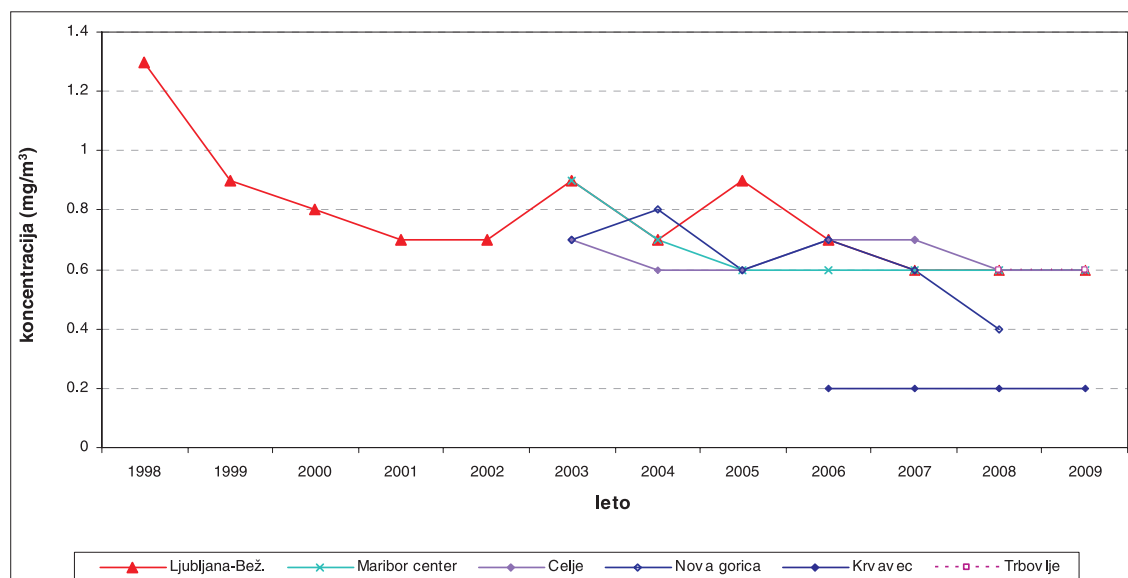


Slika 2.3.3.(4): Povprečne mesečne koncentracije CO (mg/m³) po mesecih v letu 2009



Slika 2.3.3.(5): Najvišje 8-urne koncentracije CO v obdobju januar-marec, oktober-december in v obdobju april-september 2009

Podobno kot v letu 2008 so bile koncentracije ozona zaradi neizrazitega poletja razmeroma nizke tudi v letu 2009.



Slika 2.3.3.(6): Povprečne letne koncentracije CO na merilnih mestih DMKZ

2.3.4. Ozon

Koncentracije ozona so prekoračile opozorilno vrednost $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le trikrat v Kopru in dvakrat na Otlici nad Vipavsko dolino.

Letno dovoljeno število prekoračitev ciljne 8-urne vrednosti koncentracije ozona $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bilo preseženo na višje ležečih merilnih mestih, na Primorskem in ob Obali, od mest v notranjosti Slovenije pa v Ljubljani in Velenju.

Mejna vrednost faktorja AOT40 za zaščito vegetacije in gozdov je bila prekoračena tudi tokrat na vseh za to reprezentativnih merilnih mestih.



Krvavec, kjer doseže povprečna letna koncentracija ozona najvišjo vrednost (foto: Nataša Kovač)

Izvori ozona

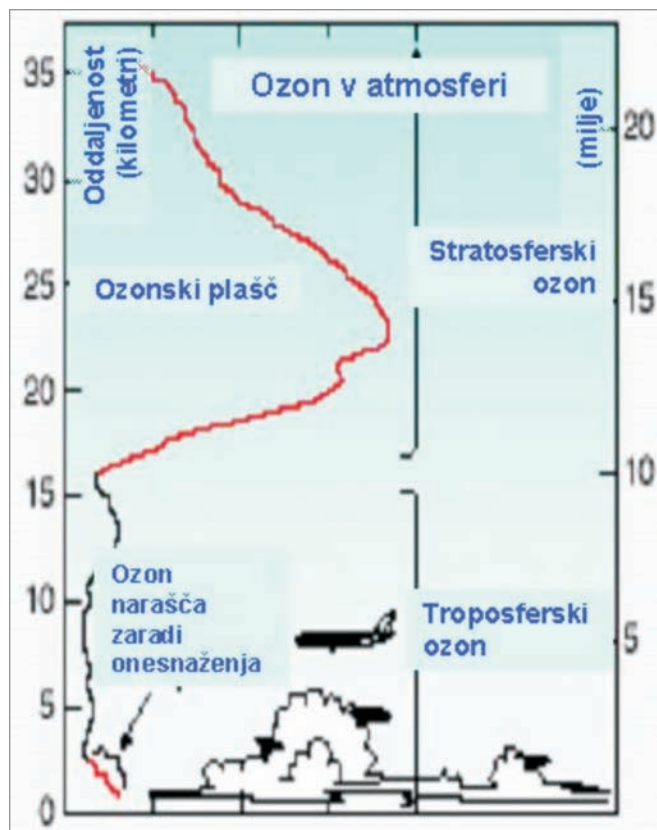
Ozon v prizemni plasti zraka nastaja s kemično reakcijo ob prisotnosti sončnega svetlobe (fotokemična reakcija) iz dušikovih oksidov, ki jih pride največ v ozračje iz prometa (motorji z notranjim izgoranjem) in iz lahkih organskih snovi, ki jih prispevajo industrija, promet, gospodinjstva, bencinske črpalke, kemične čistilnice itd. Snovem, iz katerih nastaja ozon, pravimo predhodniki ozona. Reakcije so tem intenzivnejše, čim višja je temperatura (tabela 2.3.4.(2)) in čim močnejše je sončno obsevanje, zato je onesnaženost zraka z ozonom večja poleti in čez dan.

V troposferi je največ ozona na višini med 1800 in 2200 metrov. Od naših merilnih mest sega v ta pas Krvavec (nadmorska višina 1740 m), kjer je letna povprečna koncentracija ozona najvišja. Na drugem mestu je Otlica (918 m).

Na prometnih merilnih mestih pa so koncentracije ozona nižje, ker le-ta hitro reagira z duškovim 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 (Ur.l. RS, 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



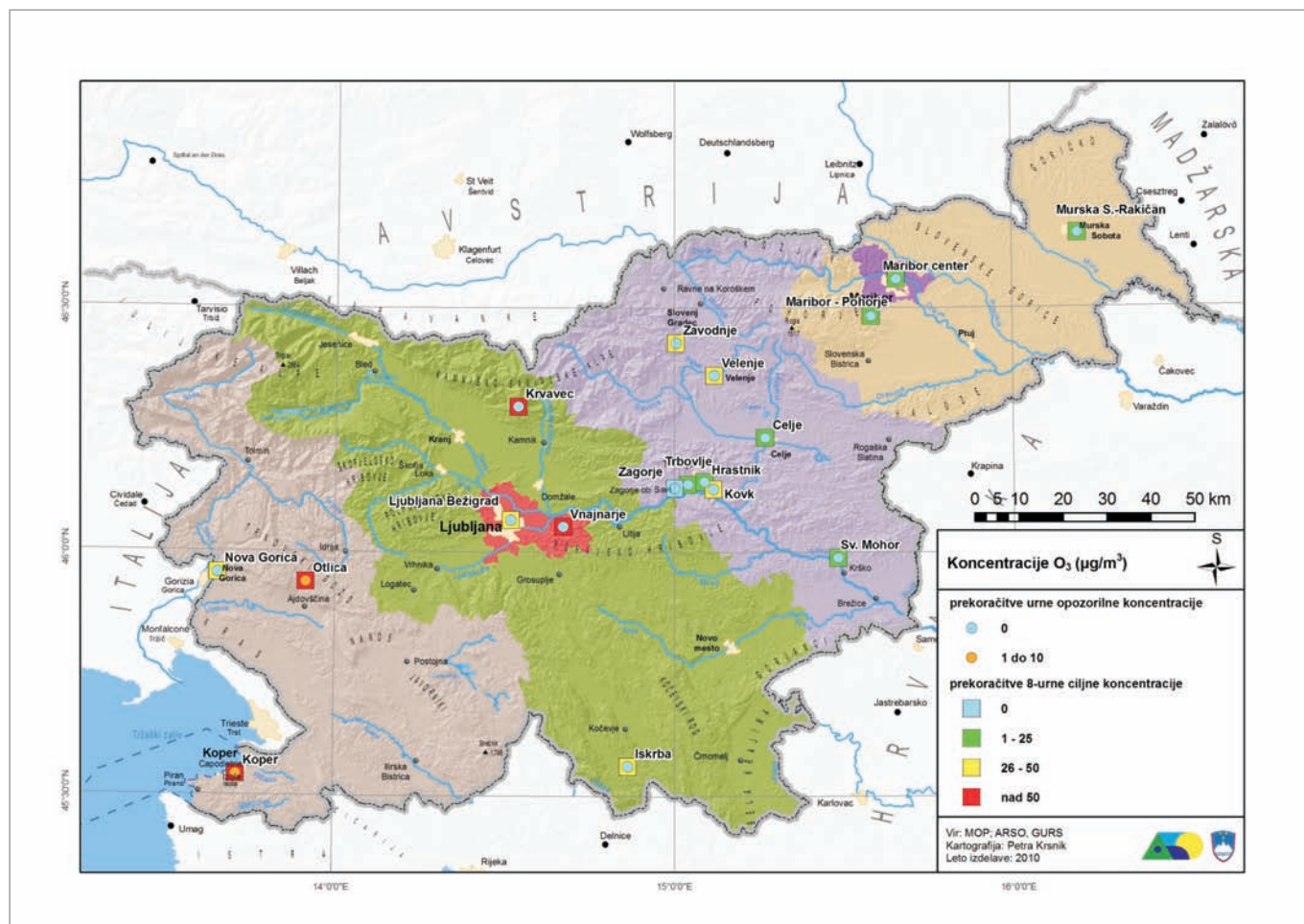
Slika 2.3.4.(1): Shematski prikaz procesa nastajanja ozona

18 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2009 je podan v tabeli 2.3.4.(1).

Malo prekoračitev opozorilne urne koncentracije ozona v letu 2009 je posledica vremenskih razmer v poletju. Najprej je bilo od maja do skoraj prve polovice julija spremenljivo vreme s pogostimi plohami in nevihtami, sledilo pa je obdobje lepega poletnega a ne vročega vremena, ko je nad našimi kraji prevladovala šibka severovzhodna cirkulacija zraka, zaradi česar koncentracije ozona niso dosegle visokih vrednosti.

Tabela 2.3.4.(I): Koncentracije ozona v zraku ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 2009 (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 nerepresentativna mesta pa so v poševnem tisku).

			Leto	1 ura			8 ur		AOT40	
Postaje	NV (m)	% pod	C_p	max	>OV	>AV	max	>CV	apr-sep	maj-jul
			Zaščita materialov	Varovanje zdravja						Zaščita gozdov
Krvavec	1740	93	96	169	0	0	161	93	62182	29530
Iskrba	540	93	53	158	0	0	150	50	42437	22949
Otlica	918	91	83	186	2	0	166	71	58213	32824
Ljubljana Bežigrad	299	93	40	160	0	0	148	27	<i>29651</i>	<i>18962</i>
Maribor center	270	93	39	148	0	0	127	4	9767	4516
Celje	240	95	39	153	0	0	147	20	<i>22601</i>	12552
Trbovlje	250	89	40	161	0	0	157	25	<i>25547</i>	<i>14386</i>
Hrastnik	290	95	42	148	0	0	143	22	24864	13324
Zagorje	241	95	30	132	0	0	120	0	7763	4017
Murska S.-Rakičan	188	92	45	168	0	0	152	16	29365	15980
Nova Gorica	113	92	44	167	0	0	153	33	<i>32345</i>	<i>18721</i>
Koper	56	94	69	197	3	0	166	62	<i>51018</i>	<i>30015</i>
Vnajnarje	630	95	74	174	0	0	156	62	40776	20548
Maribor Pohorje	725	90	74	152	0	0	134	19	25935	12216
Zavodnje	770	94	72	155	0	0	142	45	38080	18505
Velenje	390	94	49	155	0	0	147	29	<i>32821</i>	<i>18680</i>
Kovk	600	95	68	159	0	0	152	41	33579	17432
Sv.Mohor	390	90	54	149	0	0	141	14	20913	10920



Slika 2.3.4.(2): Število prekršitev urne opozorilne in 8 urne ciljne koncentracije ozona v letu 2009

Tabela 2.3.4.(2): Najnižja povprečna dnevna in najnižja maksimalna dnevna temperatura zraka na treh merilnih mestih za dneve v obdobju 2005-2009, ko je vsaj ena urna koncentracija ozona prekršila opozorilno vrednost $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$

merilno mesto	T_{povp} (st.C)	T_{max} (st.C)
Nova Gorica	23	30
Koper	25	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.

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. Razlika je večja v nižinskih krajih, kjer je pozimi manj sonca zaradi pogoste megle s temperaturno inverzijo.

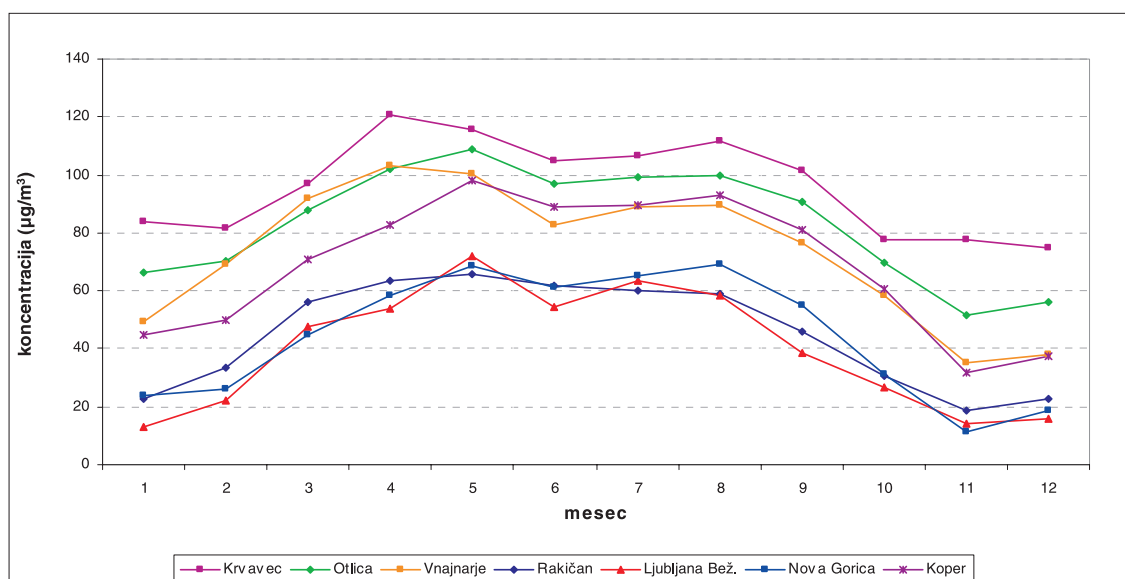
Prekoračitve opozorilne urne vrednosti se v nižje ležečih krajih pojavljajo le poleti, večinoma od junija do avgusta, le redko pa v maju in septembru – odvisno od vremenske situacije v posameznem letu.

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, Otl-

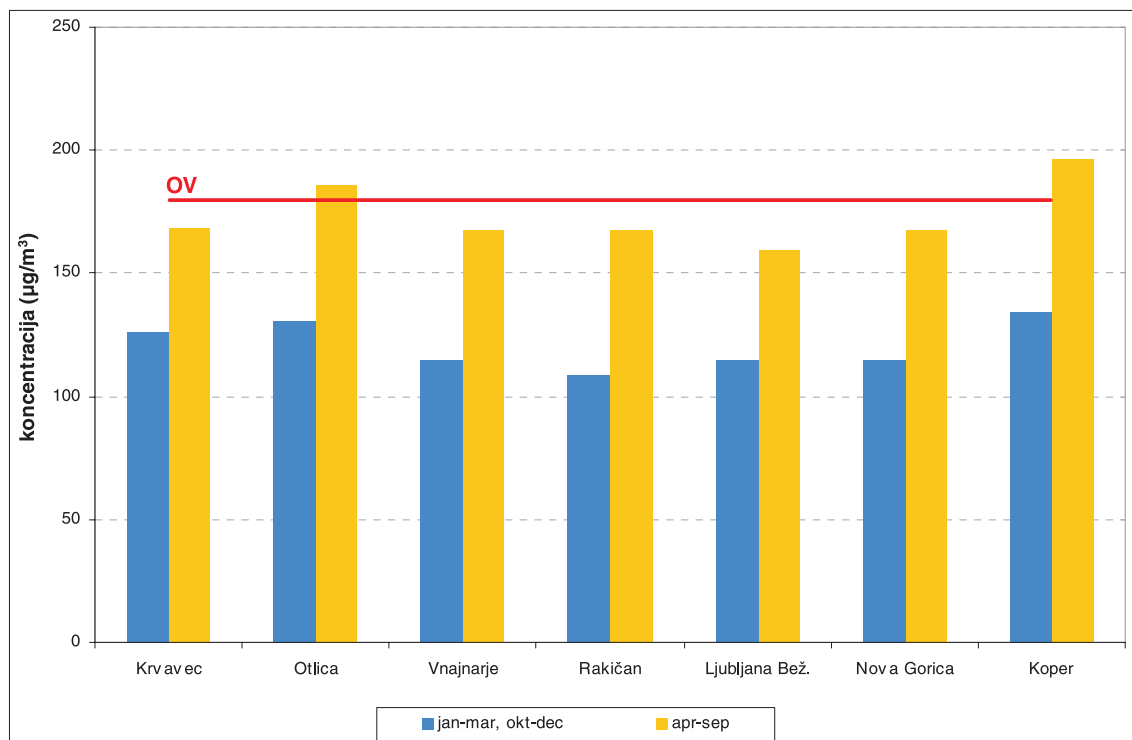
ca nad Vipavsko dolino) je ta hod precej manj izrazit. Vpliv emisij predhodnikov ozona na prometnih oziroma mestnih lokacijah se kaže v precej nižjih koncentracijah ozona ob delavnikih kot ob koncu tedna (slika 2.3.4.(5)).

Časovni trend

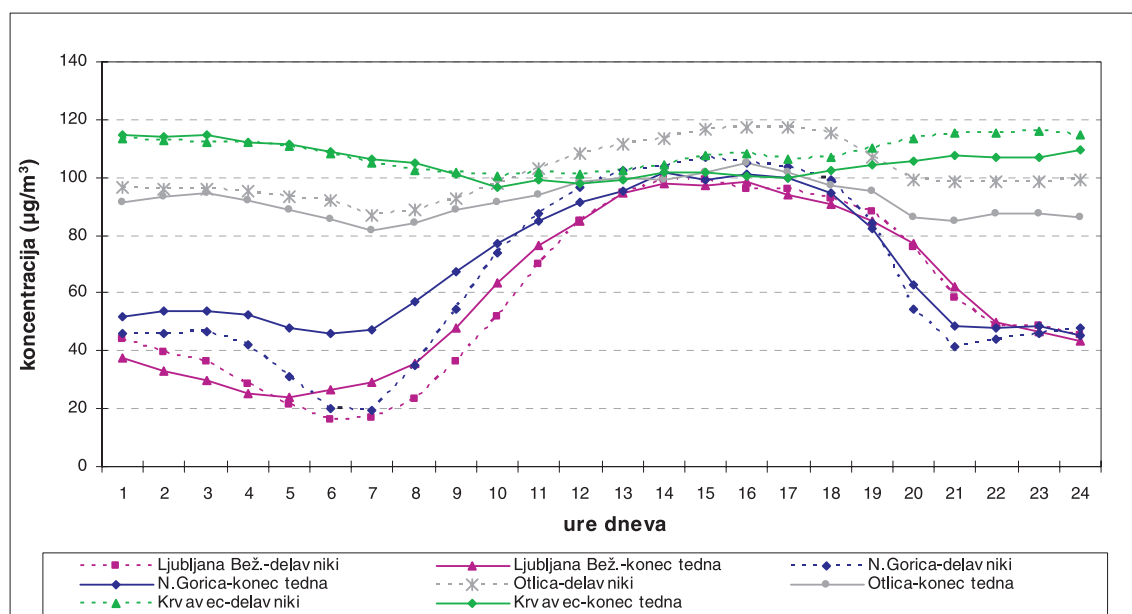
Povprečne letne koncentracije ozona ne kažejo opaznih tendenc v zadnjih letih. Manjša nihanja so posledica vremenskih razmer, posebej tistih poletj, ko so pogoji za nastanek ozona zaradi močnejšega sončnega obsevanja in višjih temperatur ugodnejši (npr. dolgo vroče poletje leta 2003, deževno poletje 2004, deloma tudi neizraziti poletji 2008 in 2009). Ta nihanja so bolj izražena v številu prekoračitev opozorilne urne in ciljne 8-urne vrednosti (slike 2.3.4.(6-8)).



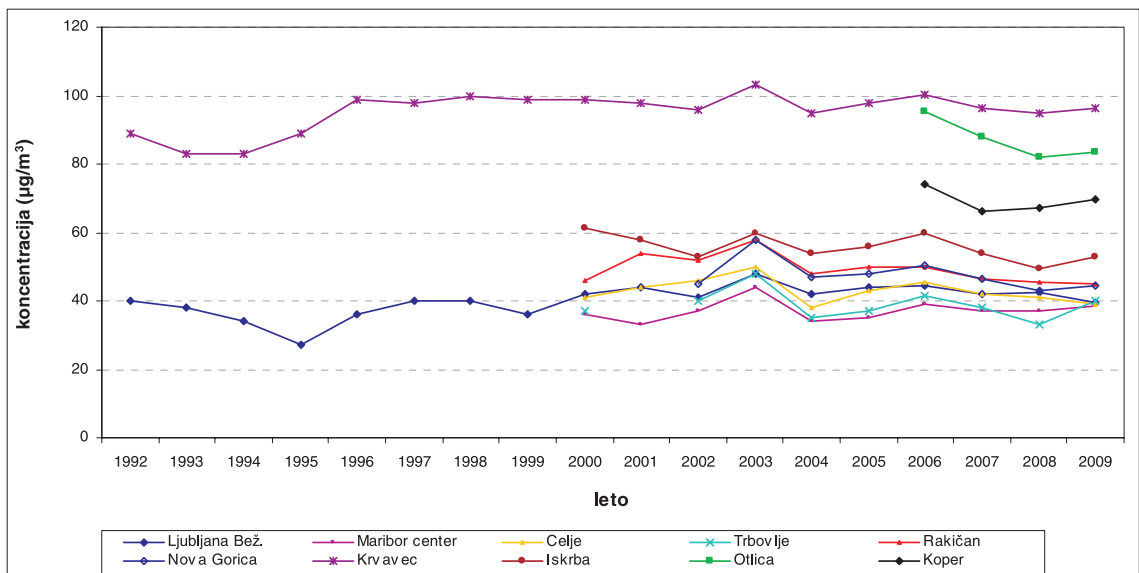
Slika 2.3.4.(3):
Povprečne mesečne koncentracije ozona v letu 2009



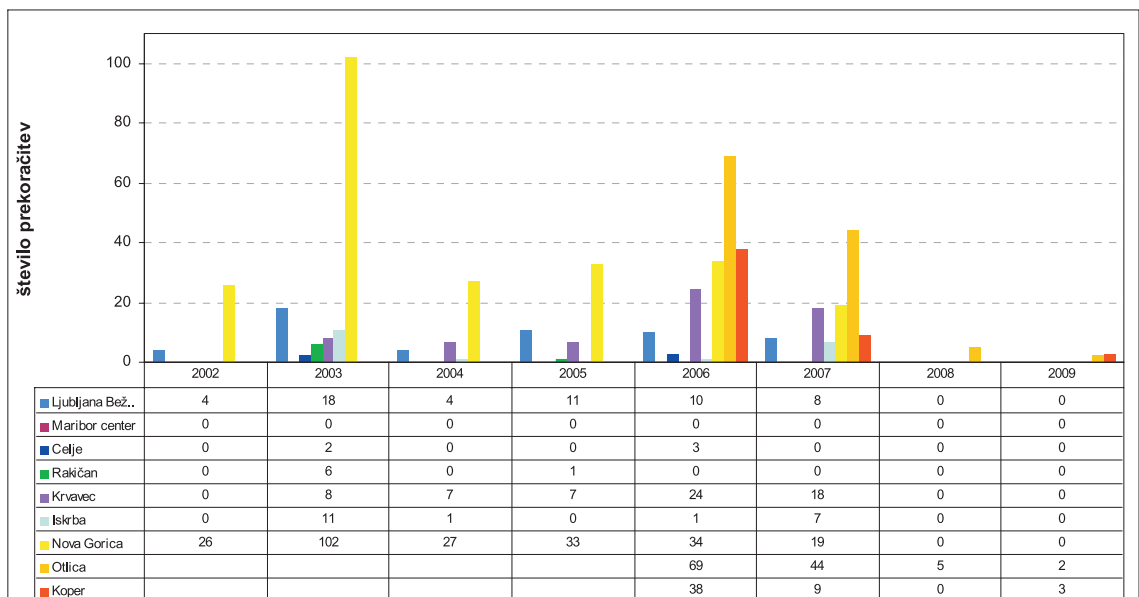
Slika 2.3.4.(4): Najvišje urne koncentracije ozona v obdobju januar-marec, oktober-december in v obdobju april-september 2009



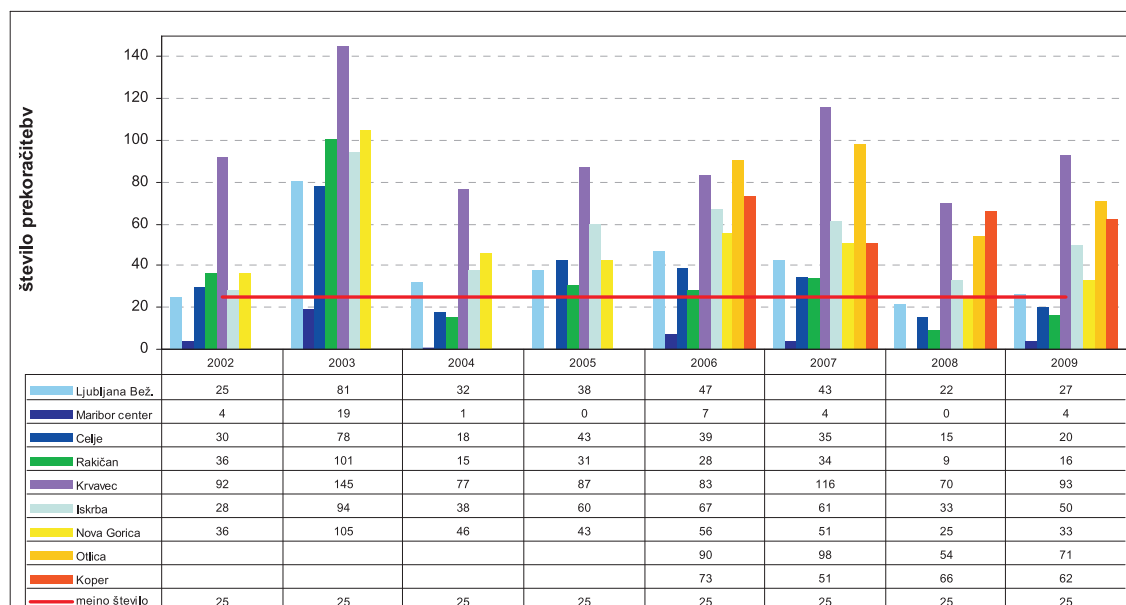
Slika 2.3.4.(5): Dnevni hodi koncentracij ozona za obdobje junij-avgust 2009



Slika 2.3.4.(6):
Povprečne letne koncentracije ozona



Slika 2.3.4.(7):
Število prekoraitev urne opozorilne koncentracije ozona za obdobje 2002-2009



Slika 2.3.4.(8):
Število prekoračitev
ciljne 8-urne
koncentracije ozona za
obdobje 2002-2009

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 obvestiti javnost in podati informacijo o možnih učinkih na zdravje in priporočenem vedenju. Ena od glavnih nalog Agencije RS za okolje je obveščanje javnosti, zato napovedujemo koncentracijo ozona za dva dni vnaprej za celotno Slovenijo. Napoved objavljamo na spletni strani ARSO.

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

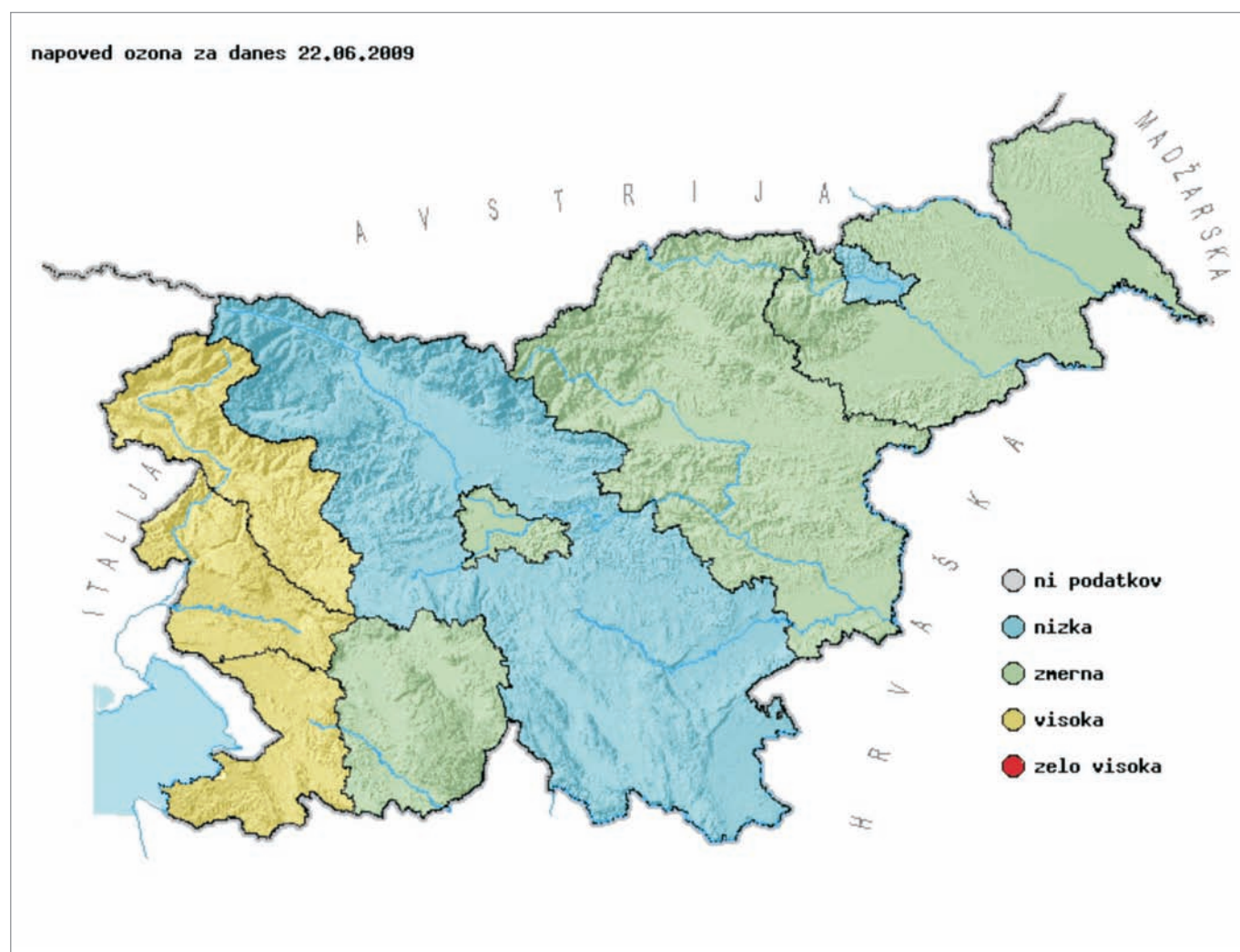
Ponavljajoča se izpostavljenost povišanim koncentracijam ozona lahko povzroči stalne okvare pljuč. Četudi je ozon prisoten v nižjih koncentracijah, lahko njegovo vdihavanje povzroči množico zdravstvenih problemov, bolečine v prsih, kašljanje, bruhanje in draženje grla, vpliva pa lahko tudi na bronhitis, 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.

Celotna Agencija je vključena v proces ISO 9001. Proces kakovosti zraka spremljamo oziroma nadzorujemo tako s posameznimi kontrolnimi točkami, kot tudi z indikatorji procesa. Eden od indikatorjev procesa je tudi uspešnost napovedi ozona. Za leto 2009 je bil določen plan, da imamo 75 % uspeših napovedi ozona. Dejansko pa je bilo 77 % pravih napovedi za »danes« in 73 % pravih napovedi za »jutri«, kar v povprečju pomeni 75 % pravih napovedi ozona. To pomeni, da je bil plan za leto 2009 v celoti realiziran.

V letu 2010 imamo cilj napoved ozona seveda še izboljšati. Izboljšali jo bomo tako, da bomo nadgradili sedanji statistični model za napovedovanje z modelom, izgrajenim na daljšem časovnem nizu podatkov za posamezno merilno mesto. V načrtu pa imamo napovedovati ozon tudi na višjeležečih merilnih mestih (Krvavec in Otlica).

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 µg/m³)

Onesnaženost zunanjega zraka z ozonom je majhna in ne vpliva na zdravje ljudi.

★ Zmerna (60 - 120 µg/m³)

Pri najbolj občutljivi skupini ljudi se lahko pojavijo prvi simptomi težav v respiratornem sistemu.

★ Visoka (120 - 180 µg/m³)

Pri občutljivih posameznikih, predvsem bolnikih s kroničnimi boleznimi dihal in krvžilnega sistema se lahko pojavljajo blagi učinki, navadno na respiratorni sistem. Ti ljudje naj se izogibajo zunanjim aktivnostim.

★ Zelo visoka (> 180 µg/m³)

Pri občutljivih posameznikih se lahko pojavljajo značilni efekti, kot so oteženo 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.

Onesnaženost zraka z delci se v zadnjih letih na večini mestnih merilnih mest zmanjšuje.

2.3.5. Delci

Onesnaženost zraka z delci je v Evropi pereč problem, še posebej zaradi delcev manjših od 10 mikronov. Sestava delcev je različna: sulfat (SO_4^{2-}), nitrat (NO_3^-), amonij (NH_4^+), različne kovine ter ogljik v organski in anorganski obliki.

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 naravnega izvora (cvetni prah, vegetacija, morska sol, dim gozdnih požarov, meteorski prah, vulkanski pepel) ali antropogene izvora – vpliv človeške aktivnosti (energetski objekti, industrija, promet, poljedelstvo, individualna kurišča). 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 (10⁻⁶ 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 gorenju, 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/cm³. To pomeni, da se v zraku obnaša kot vodna kapljica definiranega premera. Delci enake oblike in velikosti, toda različne gostote, imajo različen aerodinamični premer. Na pod-

lagi aerodinamičnega premera ločimo delce:

- PM₁₀ - delci z aerodinamičnim premerom do 10 μm ,
- PM_{2,5} - delci z aerodinamičnim premerom do 2,5 μm ,
- PM_{1,0} - delci z aerodinamičnim premerom do 1 μm ,
- UFP ali UP – zelo fini delci z aerodinamičnim premerom do 0,1 μm .

Sestava delcev je odvisna od izvora delcev. V glavnem velja, da se manjši in svetlejši delci zadržujejo v zraku dalj časa. Večji delci (večji kot 10 mikrometrov premera) se zadržujejo v atmosferi nekaj ur, medtem ko manjši delci (manjši od 1 mikrometra) lahko ostanejo v atmosferi tedne in se navadno odstranijo iz atmosfere s padavinami.

Na Agenciji RS za okolje izvajamo meritve delcev PM₁₀ in PM_{2,5} na različnih lokacijah po Sloveniji.

2.3.5.1 Delci PM₁₀

Koncentracije delcev PM₁₀ so v letu 2009 presegle dovoljeno mejno vrednost na mestnih merilnih mestih Ljubljana center, Zagorje, Trbovlje in Celje.

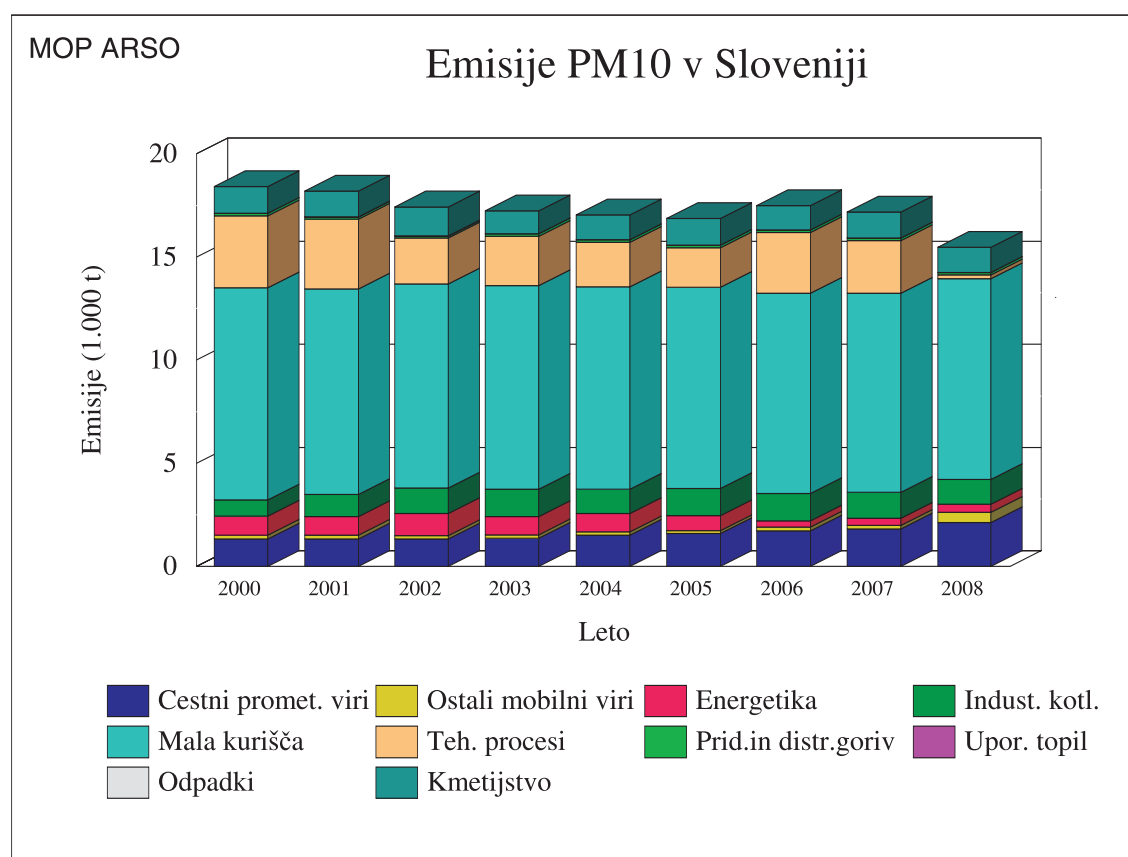
Drugod so koncentracije prekoračile zgornji ocenjevalni prag.

Emisije delcev PM₁₀ (leto 2008)

Od leta 2000 do leta 2008 so se letni izpusti PM₁₀ v Sloveniji zmanjšali za 16 %. Po novi metodologiji za oceno emisij je največji delež k skupnim izpustom 15.470 t PM₁₀ v letu 2008 prispeval sektor »mala kurišča«, in sicer 63%. Izpusti iz malih individualnih kurišč so problematični v času ogrevanja v zimskem času v krajih, kjer ni razvito toplovodno omrežje. Posebej je delež teh kurišč viden v Zasavju. Treba pa je omeniti, da se metodologija za oceno emisij

posameznih onesnaževal z leti spreminja v skladu z navodili EU (CORINAIR Inventory: Default Emission Factors Handbook, Jan. 1992, Atmospheric Emission

Inventory Guidebook, Sept. 1999), in se ocenjeni deleži emisij po izvorih zlasti pri delcih močno spreminjajo.



Slika 2.3.5.1.(1):
Emisije delcev PM₁₀ v Sloveniji

Onesnaženost zraka z delci PM₁₀

Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02) predpisuje dovoljene mejne vrednosti koncentracij delcev PM₁₀ za zaščito zdravja - **mejno dnevno vrednost in dovoljeno letno število prekorajitev leta ter mejno letno vrednost**. Letni pregled onesnaženosti zraka z delci na skupaj 18 merilnih mestih po Sloveniji v letu 2009 je podan v tabeli 2.3.5.1.(1). Za merilno mesto EIS Celje je bilo že drugo leto zapored premalo veljavnih podatkov za izračun statističnih kazalcev, zato ga ne

prikazujemo več. Novo merilno mesto za delce PM₁₀ in PM_{2,5} pa smo postavili na lokaciji Ljubljana – Biotehniška fakulteta (Ljubljana BF, mestno ozadje v stanovanjskem okolju), ker prostor za Bežigradom zaradi gradnje ne bo več reprezentativen.

Meritve z referenčno gravimetrično 24-urno metodo vzorčenja se izvajajo na merilnih mestih Ljubljana BF, Iskrba, Vnajarje, na obeh lokacijah merilne mreže tovarne Anhovo. Na lokaciji Maribor center zaradi težav z merilnikom TEOM FDMS v letu 2009 prikazujemo podatke, izmerjene z referenčnim merilnikom.

V skladu s navodilom »Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods, julij 2009« smo na ARSO določili korekcijske faktorje

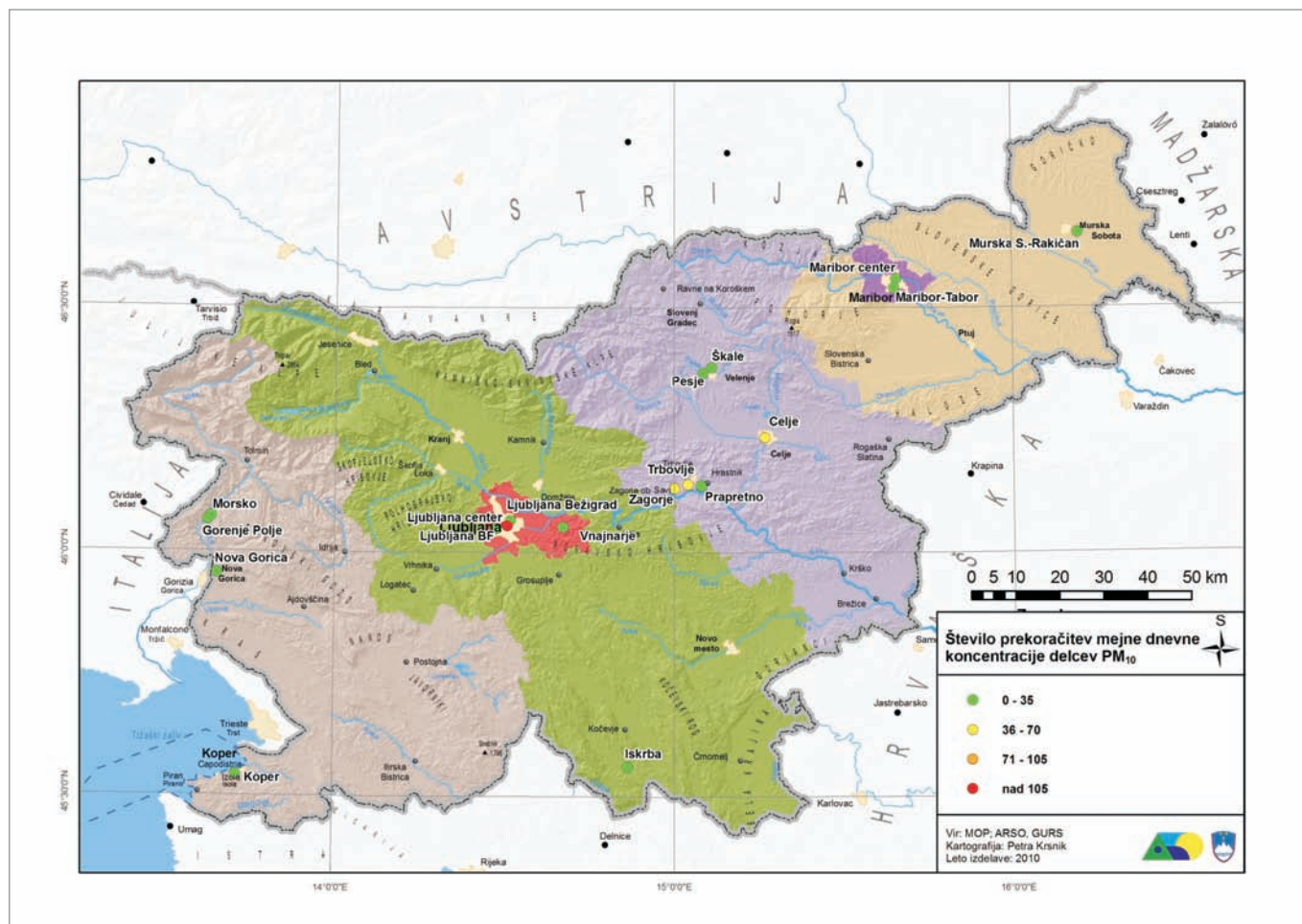
na tistih merilnih mestih, kjer meritve delcev PM₁₀ izvajamo z merilnikom TEOM ali TEOM FDMS. To pomeni primerjalne meritve z referenčno metodo.

Tabela 2.3.5.1.(I): Koncentracije delcev PM₁₀ v zraku (µg/m³) v letu 2009

Postaje	Leto**		Dan**		korek. faktor		
	% pod	C _p	max	>MV	pozimi		poleti
					jan-mar	okt-dec	
Ljubljana Bežigrad	98	29	131	30	1,24	1,24	1,03
Ljubljana BF (R)	98	26	114	25			
Maribor center (R)	99	30	149	35			
Celje	99	31	124	42	1,12	1,12	1,00
Trbovlje	95	33	134	48	1,27	1,27	1,04
Zagorje	96	36	156	56	1,30	1,30	1,00
Murska S.-Rakičan	97	29	116	31	1,22	1,22	1,10
Nova Gorica	99	28	68	24	1,20	1,00	1,00
Koper	91	24	65	2	1,30	1,30	1,00
Iskrba (R)	97	16	100	5			
Ljubljana center	87	48	179	113	1,30	1,30	1,30
MO Maribor	98	30	139	24	1,30	1,30	1,30
Vnajnarje (R)*	74	23	113*	7*			
Pesje	98	22	108	12	1,30	1,30	1,30
Škale	97	24	128	13	1,30	1,30	1,30
Prapretno	91	31	120	20	1,30	1,30	1,30
Morsko (R)	94	20	109	14			
Gorenje Polje (R)	99	23	131	16			

Legenda:

- ** določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag
- prekoračena mejna vrednost
- prekoračen zgornji ocenjevalni prag
- prekoračen spodnji ocenjevalni prag
- koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom
- (R) meritve potekajo z referenčnim merilnikom – LVS
- * premalo veljavnih podatkov-informativni podatki



Slika 2.3.5.1.(2): Število prekoščitev mejne dnevne koncentracije delcev PM₁₀ (50 µg/m³) v letu 2009

Merilno mesto **Ljubljana center** (do novembra 2009 pri Figovcu, potem na križišču Tivolske in Vošnjakove ulice) je bilo po onesnaženosti zraka z delci PM₁₀ krepko na prvem mestu, kjer je bila prekoračena mejna povprečna letna koncentracija. Sledijo mesta v Zasavju (**Zagorje, Trbovlje**) in **Celje**. Na teh omenjenih štirih lokacijah je bilo preseženo letno dovoljeno število prekoščitev mejne dnevne koncentracije. Delni vzrok za visoke koncentracije in za veliko število prekoščitev mejne vrednosti delcev PM₁₀ na lokaciji Ljubljana center je upoštevanje faktorja 1,30 ker niso bile izvedene primerjalnih meritev za določitev tega faktorja. To dejansko pomeni tudi do 30 % višje koncentracije. Predvsem v zimskem času je privzeta vrednost 1,30 glede na vsa druga merilna mesta, kjer je bil faktor

določen z meritvami, skoraj gotovo previsoka. Vsekakor je potrebno tudi na merilnih mestih, ki ne delujejo v okviru državne merilne mreže, čimprej določiti korekcijske faktorje v skladu z navodili EU.

V Zasavju poleg prometa dodatno vplivajo na povečano onesnaženost zraka z delci tudi industrija in individualna manjša kurišča, pa tudi neugodna topografija z naselji v ozkih dolinah. Vpliv malih kurišč je zaznaven tudi v nekaterih drugih krajih, predvsem tam, kjer ni razširjeno daljinsko ogrevanje (npr. v Črnomlju, kjer smo z mobilno postajo izmerili zelo visoke koncentracije delcev PM₁₀ – ker so se meritve nadaljevale v leto 2010, bomo objavili rezultate v naslednjem letu).



Viri delcev (foto: Albert Kolar, Peter Frantar, Andrej Šegula)

Letni in dnevni hod koncentracij

Nižje koncentracije delcev PM_{10} poleti in višje pozimi so očitne zlasti v notranjosti Slovenije na mestnih merilnih mestih, saj se pozimi zaradi stabilnejše atmosfere in šibkejših vetrov onesnažen zrak zadržuje v bližini cestišč, ki so izvor emisije. Emisija iz prometa je sicer - razen manjšega minimuma v času poletnih počitnic v mestih v notranjosti Slovenije - skozi vse leto skoraj enaka. Do povišanih koncentracij delcev prihaja v zimskem času zaradi prispevka emisij iz individualnih kurišč. Predvsem najnovejša ekonomska kriza je veliko pripomogla k uporabi cenejših in s tem »nečistih« energentov

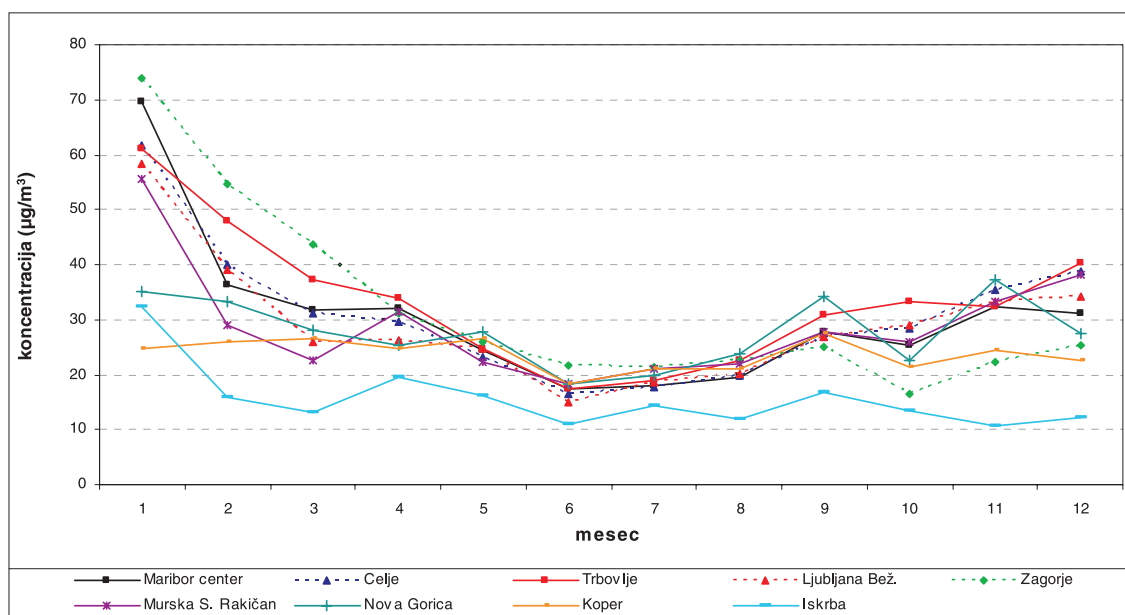
– predvsem drva, premog in biomasa. Zimskega maksimuma koncentracij skoraj ni na Obali in na Primorskem, kjer je malo temperaturnih inverzij in je manj emisij iz kurišč zaradi manjše potrebe po ogrevanju oziroma zaradi ogrevanja z elektriko. Zimskega maksimuma tudi ni na območjih, ki so daleč od virov emisij (npr. Iskrba).

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.

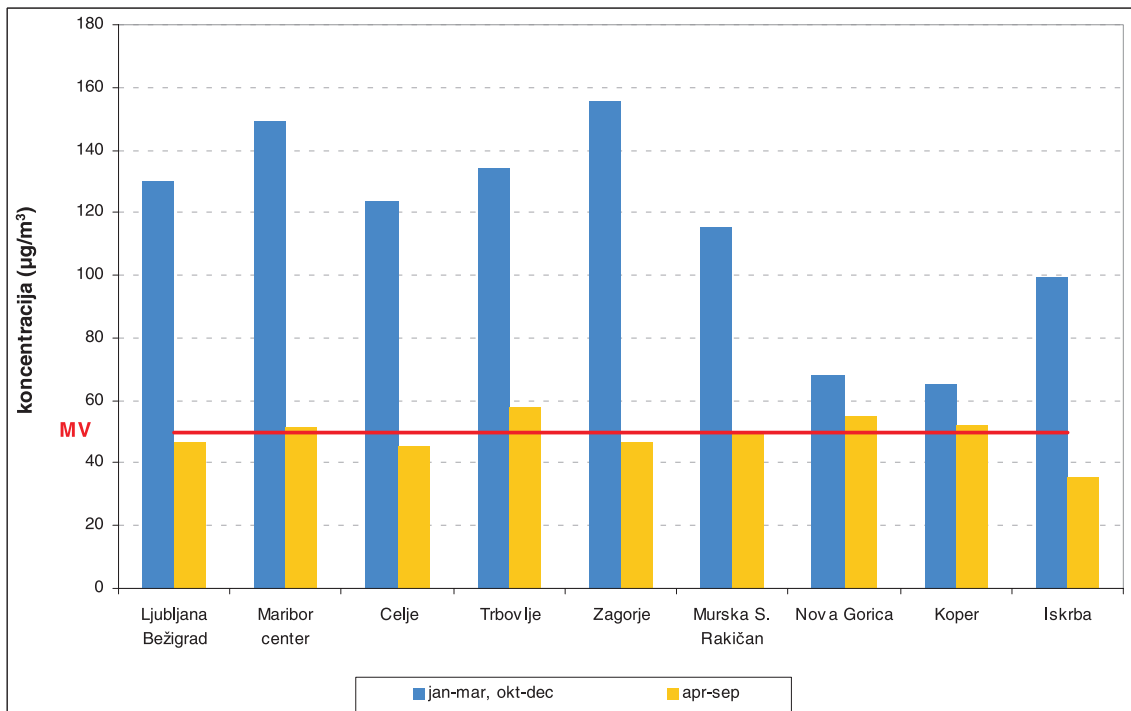
Časovni trend

Pri časovnem trendu koncentracij je opazen vpliv prevladujočih vremenskih situacij. Trend zmanjševanja koncentracij delcev PM_{10} od 2003 naprej je delno posledica zmanjševanja emisije zaradi izgradnje čistilnih naprav na industrijskih objektih, delno pa posledica ugodnih vremenskih razmer v zadnjih letih. Tako so bile npr. koncentracije delcev visoke v zelo sušnem letu 2003, nižje v letu 2004,

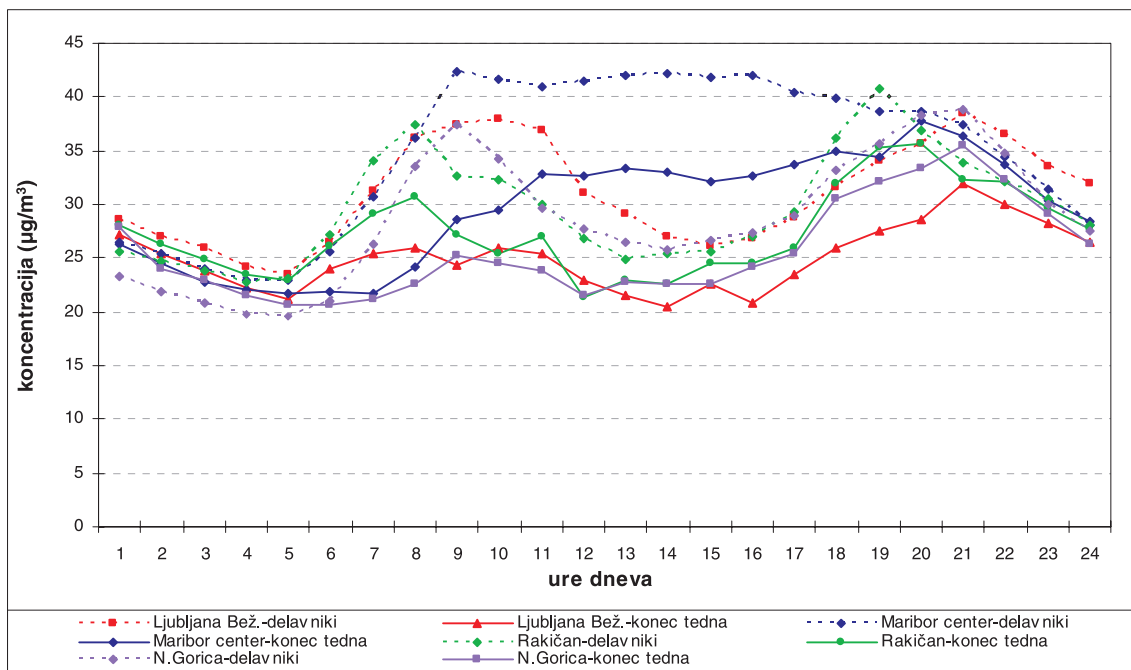
ko je prevladovalo mokro poletje, in spet višje leta 2005, ko smo imeli v januarju in začetku februarja precej mrzlo in suho vreme, kar je vplivalo na večjo onesnaženost zraka. Na nižje koncentracije v letu 2007 je vplivala nadpovprečno topla in vetrovna prva polovica leta, v letih 2008 in 2009 pa pogoste padavine zlasti v poletnem času. Odvisnost koncentracij od števila padavinskih dni prikazuje slika 2.3.5.1.(7).



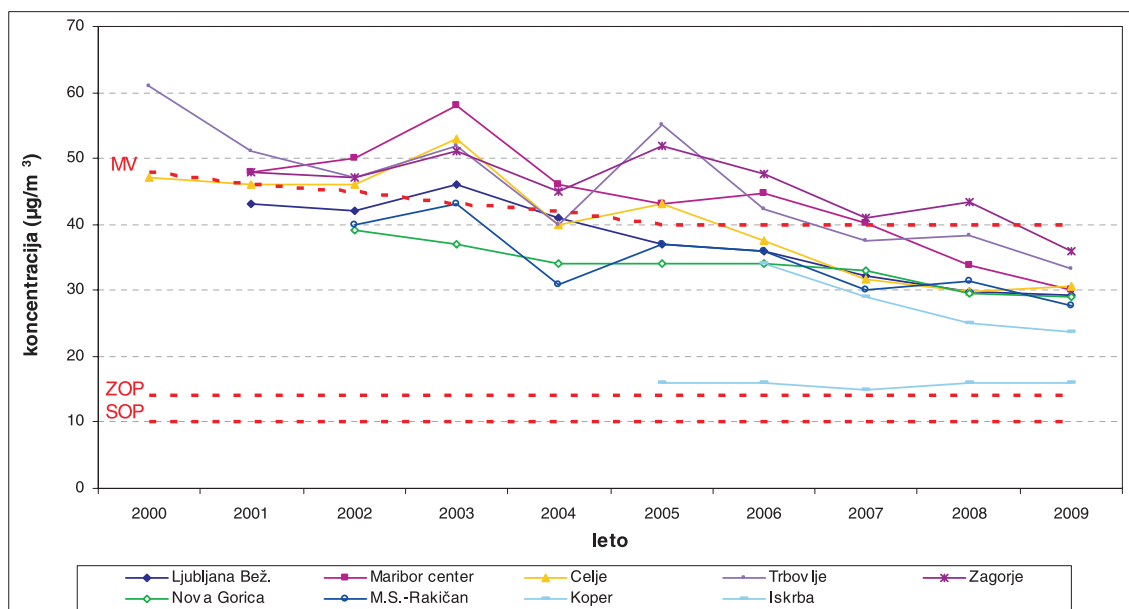
Slika 2.3.5.1.(3): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM_{10} v letu 2009



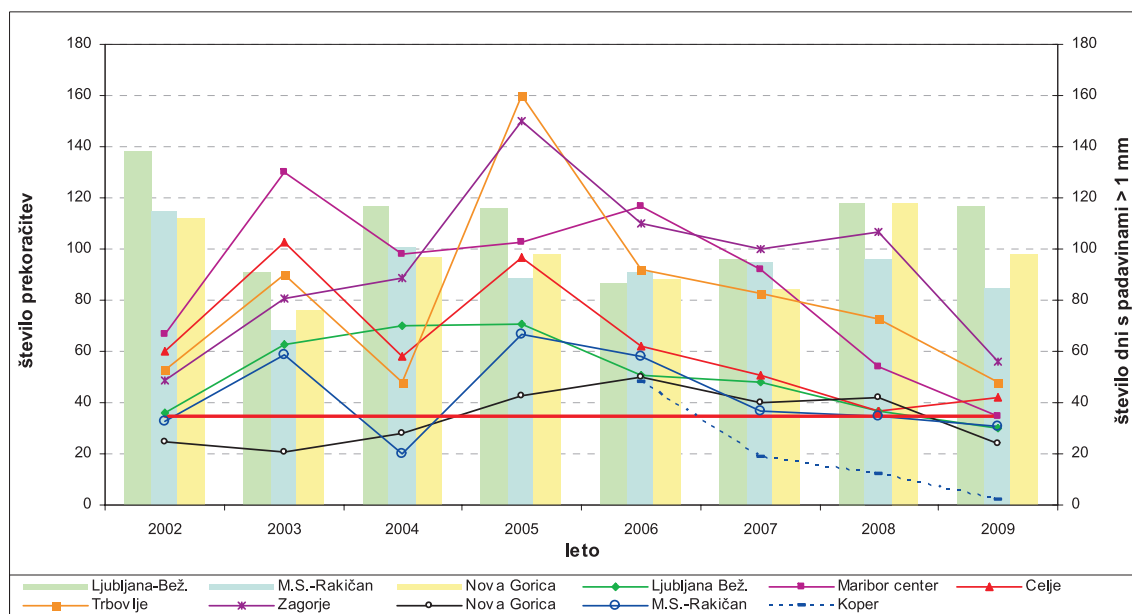
Slika 2.3.5.1.(4): Najvišje dnevne koncentracije delcev PM₁₀ v obdobju januar-marec, oktober-december in v obdobju april-september 2009



Slika 2.3.5.1.(5): Dnevni hodi koncentracij delcev PM₁₀ za leto 2009 na štirih merilnih mestih



Slika 2.3.5.1.(6): Povprečne letne koncentracije delcev PM₁₀ z upoštevanim korekcijskim faktorjem (MV-mejna vrednost, SOP-spodnji ocenjevalni prag, ZOP-zgornji ocenjevalni prag)



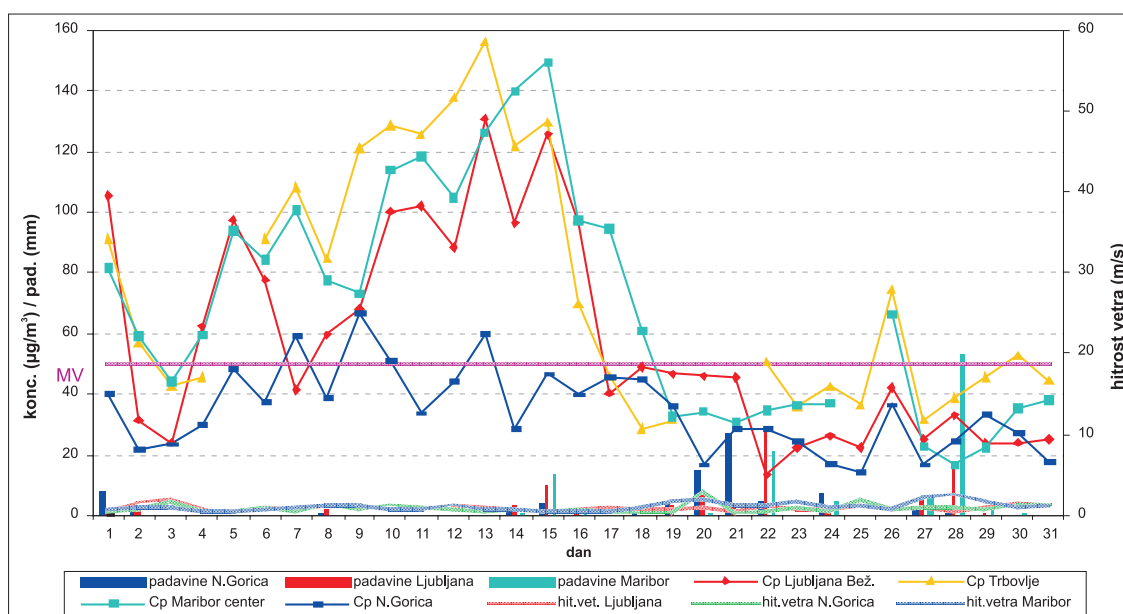
Slika 2.3.5.1.(7): Število prekrščitov mejne dnevne koncentracije delcev PM₁₀ in število padavinskih dni za obdobje 2002-2009

Značilno obdobje visokih koncentracij delcev in tudi drugih onesnaževal v nižjih predelih notranjosti Slovenije je trajalo od 4. do 15. januarja 2009, ko skoraj ni bilo padavin in smo imeli pravo zimo z nizkimi temperaturami. Vetra ni bilo, nastala je izrazita temperaturna inverzija med 9. in 14. januarjem, kar

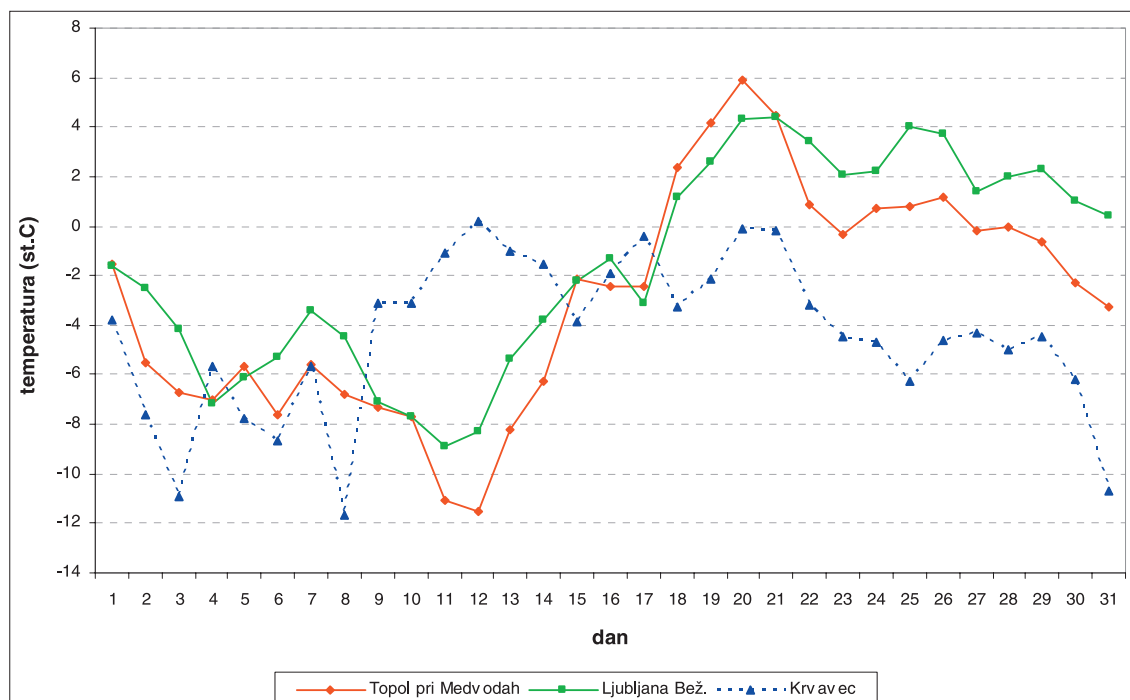
je skupaj z večjo potrebo po ogrevanju slabo vplivalo na kakovost zraka (slika 2.3.5.1.(9)). V primeru temperaturnih inverzij prispevajo k onesnaženosti zraka v neki točki zaradi mirujočega zraka le izvori emisij okrog te točke. To ponazarjajo prognozirane trajektorije (poti gibanja zraka) za prizemni sloj

zraka (višina 10 metrov) in za višino 925 milibarov (700 do 800 metrov višine) za 13. januar 2009 (slike 2.3.5.1.(10-12), ki kažejo, kako malo se je premikal zrak nad Slovenijo. Za primer smo pregledali tudi izračunane trajektorije za Milano, Trst in Benetke, ki kažejo, da so bili vetrovi šibki in različnih smeri,

iz katerih je razvidno, da ni bilo gibanja zraka iz tega območja proti Sloveniji. Na Primorskem se v tem času onesnaženost zraka ni bistveno povečala. Značilno je, da je npr. na območje Nove Gorice pritekal hladen zrak po dolini Soče (slika 2.3.5.1.(11), kjer ni večjih virov onesnaževanja.



Slika 2.3.5.1.(8): Povprečne dnevne koncentracije (Cp) delcev PM_{10} na treh merilnih mestih v januarju 2009



Slika 2.3.5.1.(9): Povprečna dnevna temperatura zraka na treh merilnih mestih v januarju 2009



Slika 2.3.5.1.(10) : Izračunana 24-urna trajektorija za 13. januar 2010 za točko Iskrba



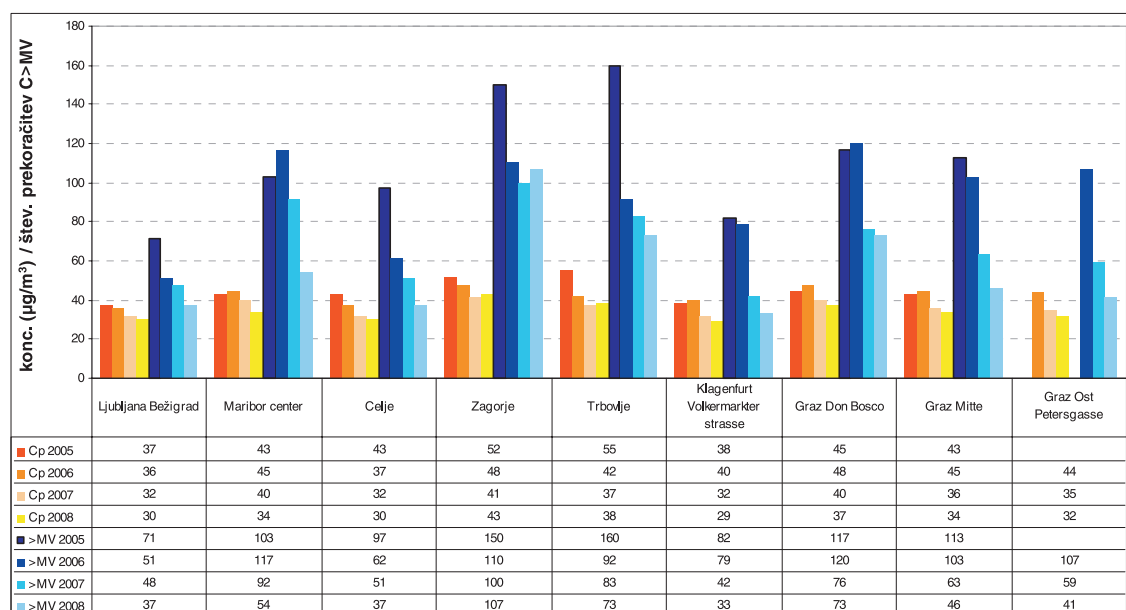
Slika 2.3.5.1.(11) : Izračunana 24-urna trajektorija za 13. januar 2010 za točko Nova Gorica



Slika 2.3.5.1.(12) : Izračunana 24-urna trajektorija za 13. januar 2010 za točko Otlica

Za primerjavo navajamo podatke o koncentracijah delcev PM₁₀ z nekaterih naših mestnih merilnih mest in štirih mestnih merilnih mest v sosednji Avstriji /35/, od katerih je najbolj prometno Gradec-Don Bosco (slika 2.3.5.1.(13)). Izstopa veliko število

prekoračitev dnevne mejne vrednosti v Zasavju (Trbovlje, Zagorje), kjer imajo precejšen vpliv individualno kurjenje v zimskem času, industrija, pa tudi zelo neugodna lega naselij v ozkih dolinah.



Slika 2.3.5.1.(13): Povprečne letne koncentracije (Cp) delcev PM₁₀ ter število prekoračitev dnevne mejne vrednosti na merilnih mestih v Sloveniji in v sosednji Avstriji v letih 2005- 2008

Določitev virov delcev PM₁₀ s kemijsko analizo

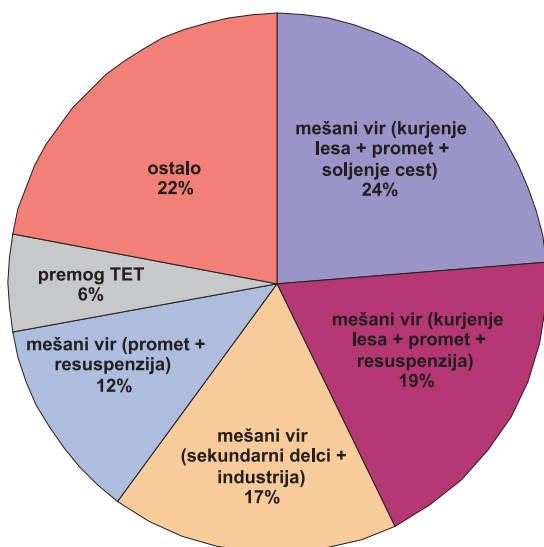
Za zmanjšanje koncentracije delcev je najprej potrebno določiti prispevke posameznih najpomembnejših virov delcev PM₁₀ na določenih merilnih mestih, zato je potrebno pridobiti čim več informacij o kemijskih lastnostih delcev. Zato smo se odločili za nakup in uporabo visoko volumskega vzorčevalnika Digital s katerim naj bi zajeli večjo količino zunanjega zraka in s tem tudi povečali depozit delcev in tako omogočili nižjo detekcijo posameznih parametrov. Z vzorčenjem delcev PM₁₀ z merilnikom Digital smo pričeli v mesecu decembru 2008 in smo v enem letu izmenično vzorčili delce PM₁₀ v zunanjem zraku na dveh merilnih mestih, tako da smo na vsakem merilnem mestu pokrili

Tabela 2.3.5.1.(5): Vzorčenje delcev PM₁₀ z merilnikom Digital v letu 2009

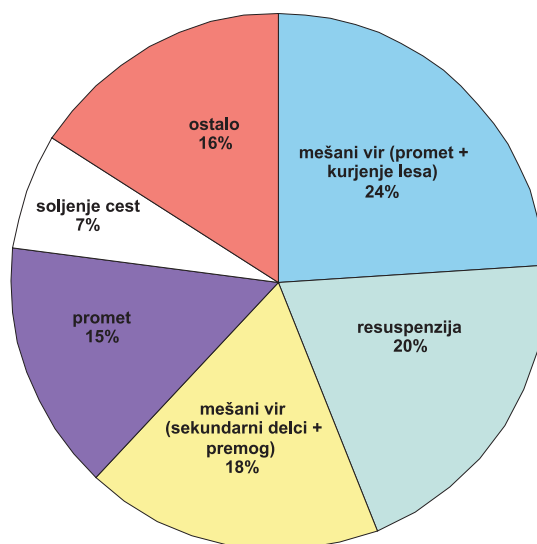
ZAGORJE OB SAVI	MURSKA SOBOTA
28.11.2008 - 27.1.2009	4.2. - 16.4.2009
24.4. - 10.7.2009	23.7. - 14.10.2009
16.10. - 30.11.2009	

obdobje vseh štirih letnih časov. V tabeli 2.3.5.1.(5) so navedena obdobja in merilno mesto vzorčenja delcev PM₁₀ z merilnikom Digital v letu 2009.

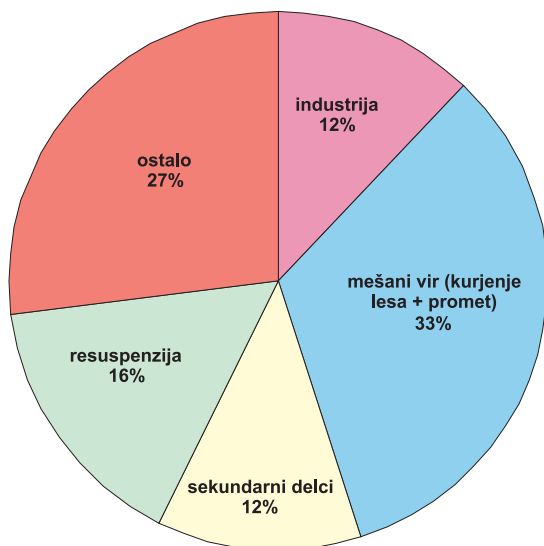
Po končanem vzorčenju smo iz razlike v masi filtra določili koncentracijo delcev PM₁₀, nato pa filter poslali v kemijsko analizo. Delci PM₁₀ so bili analizirani na naslednje parametre: težke kovine, policiklične aromatske ogljikovodike (v nadaljevanju PAH) in ione. S pomočjo statističnega modela PCA (principle component analysis) smo na podlagi teh pridobljenih rezultatov okvirno določili prispevke posameznih virov emisij delcev PM₁₀ za posamezno obdobje na obeh merilnih mestih. Statistični model PCA določi skupno odvisnost od značilnih elementov (tracer, indikator) za posamezen emisijski vir. Na naslednjih slikah je grafično predstavljena porazdelitev virov delcev PM₁₀, ki smo jih določili v različnih obdobjih in na dveh različnih merilnih mestih. Podrobnejši rezultati so predstavljeni v poročilih *Opredelitev virov delcev PM₁₀ v Zagorju ob Savi* in *Opredelitev virov delcev PM₁₀ v Murški Soboti*, ki sta dostopni na internetni strani Agencije RS za okolje.



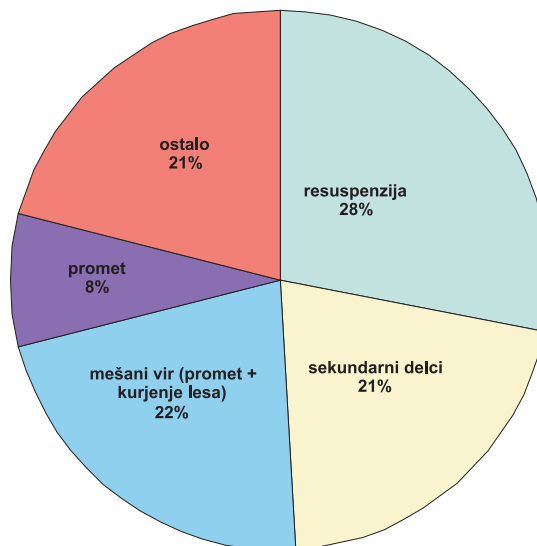
Slika 2.3.5.1.(14): Viri, določeni s statističnim modelom PCA v zimskem obdobju na merilnem mestu Zagorje ob Savi



Slika 2.3.5.1.(16): Viri, določeni s statističnim modelom PCA v zimskem obdobju na merilnem mestu Murska Sobota-Rakičan



Slika 2.3.5.1.(15): Viri, določeni s statističnim modelom PCA v poletnem obdobju na merilnem mestu Zagorje ob Savi



Slika 2.3.5.1.(17): Viri, določeni s statističnim modelom PCA v poletnem obdobju na merilnem mestu Murska Sobota-Rakičan

Na podlagi meritev in kemijske analize delcev PM_{10} v Trbovljah v okviru pilotnega projekta 2007 ter na podlagi dodatnih meritev in analiz delcev PM_{10} v Trbovljah in Ravenski vasi v letih 2008 in 2009 je bila narejena ocena virov.

Prevladujejo sekundarni delci in pa individualna kurišča. Promet in pa vpliv cementarne Lafarge sta približno v istem razmerju (19 in 14 %). Na merilnem mestu Trbovlje je prisoten še vpliv kovinske industrije (8 %) in pa resuspenzije – prah, ki se dviguje s cest (5 %).

V letu 2009 je vlada Republike Slovenije sprejela Operativni program varstva zunanjega zraka pred onesnaževanjem z delci PM_{10} (OP PM_{10}). S tem programom se je vlada zavezala k zmanjšanju onenaženosti zraka s PM_{10} , predvsem z izvajanjem ukrepov v prometnem in energetskega sektorju.

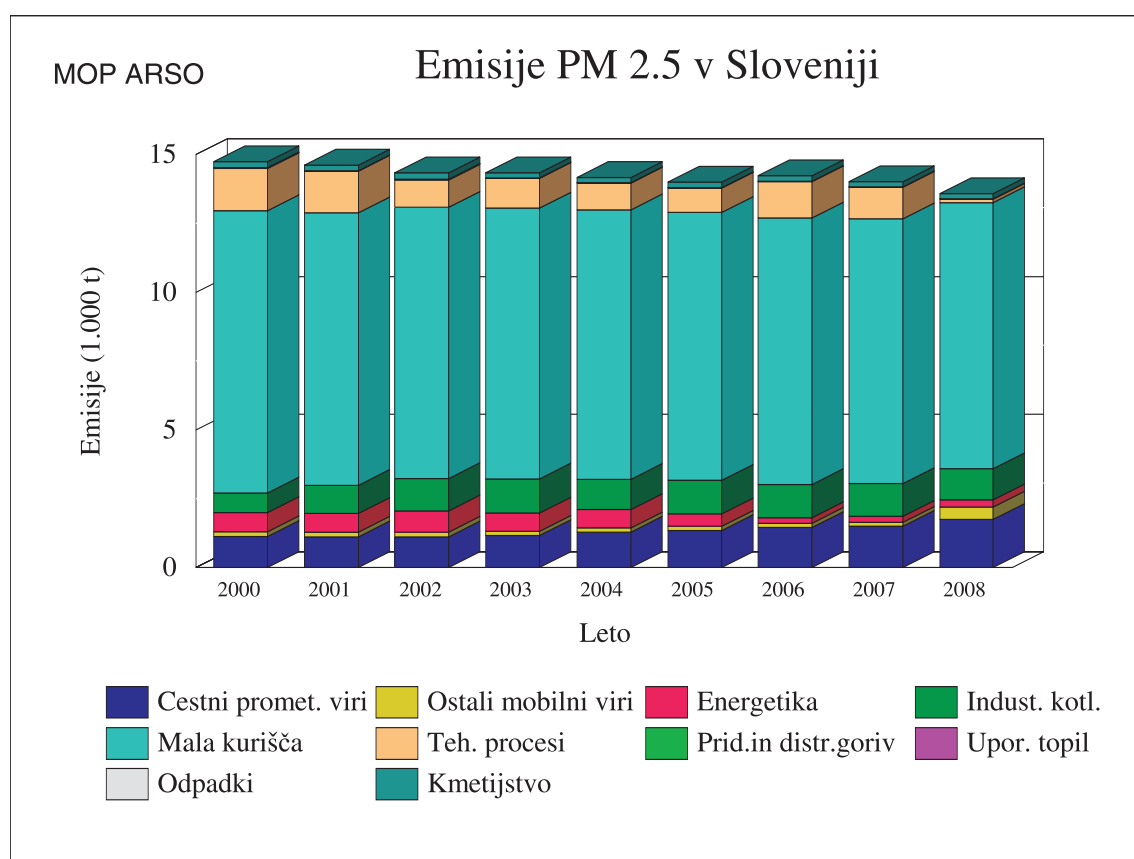
Opredelevitev virov delcev PM_{10} , ki jih izvaja Agencija RS za okolje so dobra osnova za sprejemanje ukrepov v državi za zmanjšanje koncentracije delcev PM_{10} .



2.3.5.2 Delci PM_{2,5}

Koncentracije delcev PM_{2,5} so bile pod letno mejno vrednostjo.

Emisije delcev PM_{2,5} (leto 2008)



Slika 2.3.5.2.(1):
Emisije delcev PM_{2,5} v Sloveniji

Od leta 2000 do leta 2008 so se letni izpusti PM_{2,5} v Sloveniji zmanjšali za 8 %. Največji delež k skupnim izpustom 13.590 t PM_{2,5} v letu 2008 prispeva sektor »mala kurišča«, in sicer 71 %. Kot je bilo že omenjeno pri poglavju 2.3.5.1, pa se ocena deležev emisij po posameznih virih z leti spreminja v skladu s spremembami metodologij.

Onesnaženost zraka z delci PM_{2,5}

Delci PM_{2,5} so manjši, lažji, in se dlje časa zadržujejo v zraku ter prepotujejo večje razdalje kot večji delci. Delci PM_{2,5} imajo znatne negativne posledice na zdravje ljudi. Za zdaj še ni določljivega praga, pod katerim delci PM_{2,5} ne bi predstavljali tveganja za zdravje. Cilj bi moral biti splošno znižanje koncentracij v neizpostavljenem mestnem okolju, da bi bilo velikemu delu prebivalstva zagotovljeno uživanje koristi izboljšanja 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 meritev delcev $PM_{2,5}$ in kemijsko analizo le-teh (kationi, anioni, organski in elementarni ogljik). Določena je mejna letna koncentracija delcev $PM_{2,5}$ $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ki mora biti dosežena leta 2015. Le- to moramo nato do leta 2020 znižati na $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Prav tako omenjena Direktiva uvaja nov termin **kazalec povprečne izpostavljenosti** (v nadaljevanju AEI), ki temelji na meritvah na mestih v neizpostavljenem mestnem okolju. Oceniti ga je potrebno 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. Glede na zahteve smo na ARSO v letu 2009 uvedli dodatna merilna mesta, ki ustrezajo definiciji neizpostavljenega mestnega okolja – Vrbanski

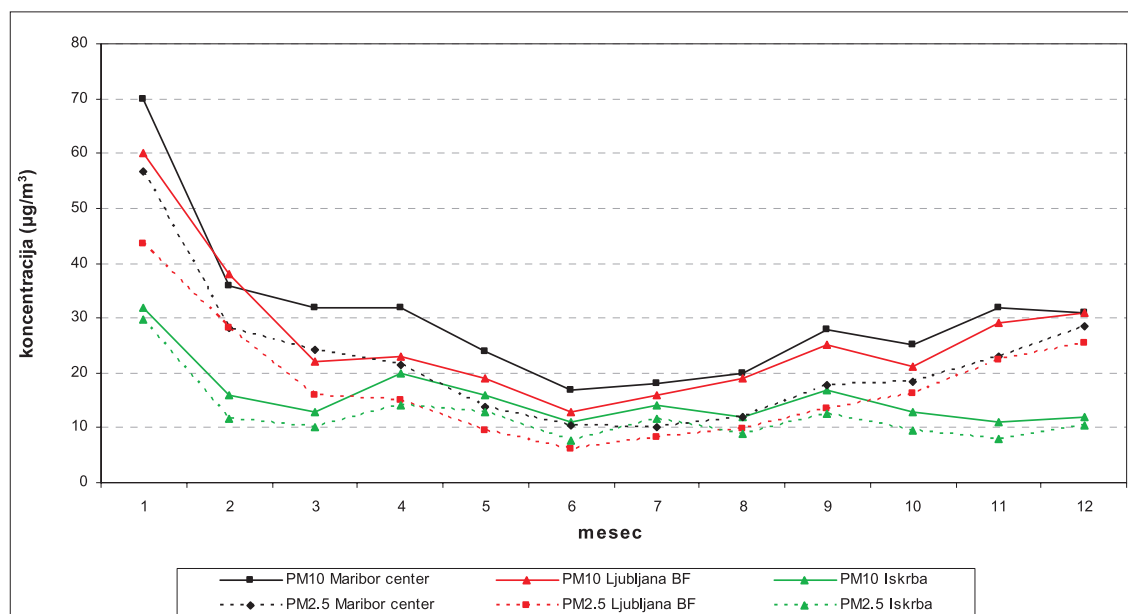
plato v Mariboru in merilno mesto pri Biotehnični fakulteti v Ljubljani.

Najvišja povprečna letna koncentracija delcev $PM_{2,5}$ $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je bila izmerjena na prometni mestni lokaciji Maribor, kar je še pod mejno vrednostjo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sledita merilni mesti mestnega ozadja v Mariboru in Ljubljani, medtem ko je bila koncentracija precej nižja na podeželski lokaciji Iskrba. Povprečne letne koncentracije delcev $PM_{2,5}$, izmerjene na merilnem mestu Ljubljana BF in Maribor Vrbanski p., bodo vključene v izračun AEI.

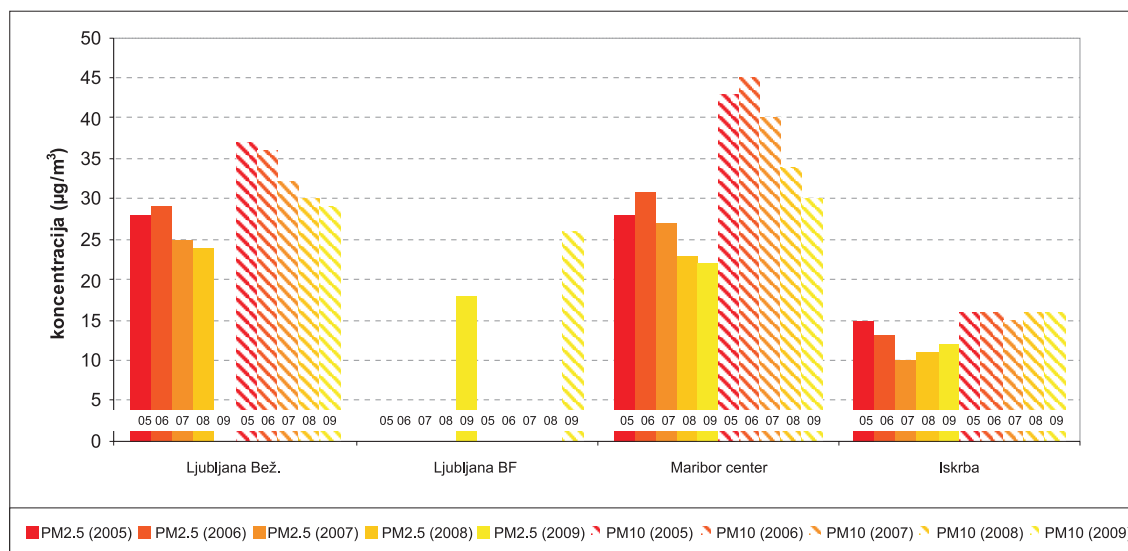
Koncentracije delcev $PM_{2,5}$ in PM_{10} imajo enak letni hod, ki pa je na podeželski lokaciji Iskrba komaj opazen.

Tabela 2.3.5.2.(1) : Povprečne letne koncentracije delcev $PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 2009

Postaje	Leto	
	% pod	C_p
Ljubljana BF	98	18
Maribor center	99	22
Maribor Vrbanski p.	100	20
Iskrba	97	12



Slika 2.3.5.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$ v letu 2009



Slika 2.3.5.2.(3):
Povprečne letne
koncentracije delcev
PM₁₀ in PM_{2.5} v letih
2005 - 2009

Najvišje koncentracije delcev PM_{2.5} se pojavljajo v zimskih mesecih.

Povprečne letne koncentracije PM_{2.5} na merilnih mestih mestnega ozadja variirajo od 18 do 20 µg/m³, na ruralnih merilnih mestih je povprečna letna koncentracija PM_{2.5} 18 µg/m³ in na prometnem merilnem mestu 22 µg/m³.

Razmerje med delci PM_{2.5} / PM₁₀ je običajno med 0,7 in 0,8 in je odvisno od tipa merilnega mesta in seveda od emisijskih virov. Običajno je to razmerje višje na urbanih merilnih mestih in nižje na podeželskih.

Iz prikazanega grafa 2.3.5.2.(3) je vidna razlika med delci PM₁₀ in PM_{2.5} 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 resuspencijo oz. dvig prahu s ceste.

Merilno mesto Iskrba leži proč od neposrednih virov onesnaženja. Tu je delež delcev večjih od 2,5 µm najmanjši. Delce PM_{2.5} na tej lokaciji lahko pripišemo predvsem daljinskemu transportu (long range).

Za popolnejšo informacijo o kakovosti izvajamo tudi kemijsko analizo delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$.

2.3.6. Kemijska analiza delcev

Atmosferski delci so kompleksna mešanica organskih in anorganskih komponent in so vpleteni v številne procese. Sodelujejo pri različnih kemijskih in fizikalnih pretvorbah v onesnaženi atmosferi in pri nastanku kislega dežja, vplivajo pa tudi na vidnost in električne lastnosti atmosfere. Koncentracija in sestava je odvisna predvsem od virov (naravnih in antropogenih) ter od meteoroloških pojavov. Če delce analiziramo, lahko dobimo podatek o onesnaženosti zraka s težkimi kovinami, policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki (v nadaljevanju PAH), ioni, ..., saj se le-ti v zrak sproščajo v obliki delcev in pare.

Na ARSO so v letu 2009 potekale meritve težkih kovin in PAH v delcih PM_{10} 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 kemijsko analizo delcev v aglomeracijah, kar pomeni v Ljubljani in v Mariboru in pa na merilnem mestu Iskrba (meritve ozadja). Po Direktivi 2008/50/ES o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo je potrebno določiti masno koncentracijo delcev $PM_{2,5}$ in koncentracije ustreznih spojin za označitev kemijske sestave teh delcev. Filtre se analizira na sledeče parametre: anione (SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-), katione (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg_2^+ , Ca_2^+) in težke kovine. Metoda za izvajanje analiz ionov je ionska kromatografija. V letu 2010 bomo analize delcev $PM_{2,5}$ razširili še na elementarni in organski ogljik.

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 2009 je 50 %, za Maribor 50 %, za Iskrbo (pri Kočevski Reki) pa je bila 51 %. Po

zakonodaji je potrebno zagotoviti 50 %-no časovno pokritost.

Vzorčenje delcev na vseh merilnih mestih izvajamo z referenčnimi merilniki. Vzorce in tehtanje delcev PM_{10} izvaja Sektor za kakovost zraka (v nadaljevanju SKZ), medtem ko KAL izvaja kemijske analize delcev na težke kovine, PAH in ione. Filter z depoziti delcev PM_{10} smo razrezali na polovico in en del je šel na analizo težkih kovin, drugi del pa na analizo PAH. Filter z depoziti delcev $PM_{2,5}$ smo razrezali in polovica filtra je šla na analizo težkih kovin, četrtnina filtra pa na analizo ionov. Za delce in snovi, ki se jih analizira v delcih (npr.: svinec), se obseg vzorčenja nanaša na pogoje v zunanjem zraku, in sicer glede na temperaturo in tlak na dan meritev (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, L152/11, 2008).

Več o kemijskih metodah je napisano v poglavju 2.2.3.

2.3.6.1 Kemijska analiza delcev PM_{10}

Težke kovine v delcih PM_{10}

Koncentracije težkih kovin v delcih PM_{10} na treh merilnih mestih so bile pod mejnimi vrednostmi.

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. Pb, 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. Nekatere težke kovine so v določenih koncentracijah za človeka življenjsko pomembne (npr. Fe), druge pa toksične (npr. Hg, Pb, Cd). Arzen, kadmij, nikelj in svinec 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 zdravje 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. Svinču 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 krvotvorni 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. Povzročata različne bolezenske težave, kot so draženje želodca, črevesja in pljuč, zmanjšuje nastanek rdečih in belih krvničk ter povzročata spremembe na koži. V večjih količinah pa njegova prisotnost lahko povzroči različna rakova obolenja in sicer na pljučih, jetrih in limfi. Pri ženskah povzročata neplodnost in večjo možnost splava.

Nikelj se v naravi pojavlja v zelo nizkih koncentracijah, uporabljajo 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 povzročata 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, v tabeli 2.3.6.1.(2) v prilogi pa mesečne povprečne koncentracije.

Tabela 2.3.6.1. (1): Povprečne letne koncentracije težkih kovin v delcih PM₁₀ v ng/m³ v letu 2009

lokacija/ kovina	% podatkov	arzen	kadmij	nikelj	svinec**
Ljubljana BF	50	0,47	0,22	5,2	8,4
Maribor center	50	0,62	0,28	2,4	9,9
Iskrba	51	0,40	0,10	2,6	3,3

Legenda:

BF Biotehniška fakulteta

koncentracija pod ciljno/mejno letno vrednostjo oz. spodnjim ocenjevalnim pragom

** določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag

Vsebnost arzena, kadmija, niklja in svinca v delcih PM_{10} je bila na stalnih merilnih mestih Ljubljana BF, Maribor center in Iskrba nizka in za vse kovine pod predpisano letno ciljno vrednostjo oziroma spodnjim ocenjevalnim pragom.

Do leta 2008 smo v Ljubljani meritve izvajali na drugi lokaciji in sicer v Ljubljani Bežigrad. Povprečne letne koncentracije vseh težkih kovin so na novem merilnem mestu Ljubljana BF v letu 2009 nižje v primerjavi s koncentracijami iz leta 2008 na merilnem mestu Ljubljana Bežigrad. Obe postaji sta tipa mestnega ozadja. Tudi na merilnih mestih Maribor center in Iskrba so bile v letu 2009

povprečne koncentracije vseh težkih kovin nižje kot v letu 2008.

Težke kovine v delcih PM_{10} v Zgornji Mežiški dolini

Poleg monitoringa na zgoraj opisanih merilnih mestih smo meritve delcev PM_{10} ter nato njihovo analizo na težke kovine izvajali tudi na treh merilnih mestih v Zgornji Mežiški dolini. Meritve so potekale že v letu 2007 in 2008 in rezultati so predstavljeni v poročilu *Monitoring zunanega zraka v Zgornji Mežiški dolini*, ki je dostopen na internetni strani Agencije RS za okolje. Namen meritev v letu 2009 je bilo ugotoviti ali je prišlo do izboljšanja stanja onesnaženosti zunanega zraka z delci PM_{10} 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, so se v obdobju med 29.5. in 31.12.2009 izvajale meritve delcev PM_{10} in nato kemijska analiza teh delcev na svinec, arzen, kadmij in nikelj, kot to predvideva Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini. Na vseh treh merilnih mestih so bile povprečne koncentracije delcev v tem obdobju pod predpisano letno mejno vrednostjo in tudi število preseganj mejne dnevne vrednosti je bilo nižje od sprejemljivega števila preseganj, ki ga določa zakonodaja. V tabeli 2.3.6.1.(3) so predstavljene povprečne koncentracije težkih kovin, ki so izračunane iz podatkov sedmih mesecev. Mejna vrednost za težke kovine v delcih PM_{10} je določena le za letno povprečje.





Meritve delcev v Žerjavu (foto: Tanja Bolte)

Tabela 2.3.6.1. (3): Povprečne koncentracije težkih kovin v delcih PM₁₀ v ng/m³ v Zgornji Mežiški dolini v obdobju od 29.5. do 31.12.2009

lokacija/ kovina	arzen	kadmij	nikelj	svinec**
Mežica	0,76	0,71	2,0	57
Žerjav	2,7	2,6	1,7	294
Črna	1,0	0,59	1,6	76

Legenda:

 koncentracija pod ciljno/mejno letno vrednostjo oz. spodnjim ocenjevalnim pragom

 prekoračen spodnji ocenjevalni prag

** določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag

Iz tabele 2.3.6.1.(4) v prilogi, ki prikazuje povprečne mesečne koncentracije, je razvidno, da so koncentracije težkih kovin najvišje na merilnem mestu Žerjav. Na vseh treh merilnih mestih v Zgornji Mežiški dolini so koncentracije vseh težkih kovin razen niklja bistveno višje, kot na drugih merilnih mestih po Sloveniji. V primerjavi z letom 2007 in 2008 so v letu 2009 koncentracije vseh težkih kovin nekoliko nižje, ampak v primerjavi z ostalimi merilnimi mesti po Sloveniji še vedno zelo visoke. V letu 2009 bomo z meritvami delcev PM₁₀ in njihovo analizo na težke kovine nadaljevali le na merilnem mestu Žerjav.

Policiklični aromatski ogljikovodiki v delcih PM₁₀

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 agregatnem stanju in trdnem agregatnem stanju na delcih, ki so manjši od 2,5 μm.

V delcih PM₁₀ smo v letu 2009 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 2.3.6.1.(5), povprečne mesečne pa v tabeli 2.3.6.1.(6) v prilogi.

Tabela 2.3.6.1. (5): Povprečne letne koncentracije PAH v delcih PM₁₀ v ng/m³ v letu 2009

PAH	Ljubljana BF	Maribor center	Iskrba
benzo(a)antracen	0,66	0,73	0,21
benzofluoranteni	1,8	1,9	0,64
benzo(a)piren	0,87	0,92	0,23
indeno(123-cd)piren	1,2	1,3	0,42
dibenzo(ah)antracen	0,13	0,15	0,06

Legenda:

 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 bile najvišje koncentracije PAH izmerjene na zelo prometni lokaciji Maribor center. Kot smo že navedli, so PAH indikator za promet in kurjenje lesa (biomasa in individualna kurišča na drva). V Avstriji so s študijo dokazali, da naj bi bilo razmerje za emisije PAH: 20% prometa in 80 % kurjenje lesa. Merilno mesto Ljubljana BF je tipa mestno ozadje in so koncentracije nekoliko nižje kot na lokaciji Maribor center. Po pričakovanjih pa so najnižje na merilnem mestu podeželskega ozadja na Iskrbi. V primerjavi z letom 2008 so bile povprečne letne koncentracije PAH v letu 2009 približno enake na vseh merilnih mestih.

Iz tabele 2.3.6.1.(6), 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 (temperaturne inverzije) in pa dodatno zaradi individualnih kurišč.

2.3.6.2 Kemijska analiza delcev PM_{2,5}

Kemijsko analizo delcev PM_{2,5} izvajamo v skladu z Direktivo 2008/50/ES o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo. Mejne koncentracije za težke kovine in ione v delcih PM_{2,5} zakonsko niso določene. Delce PM_{2,5} smo v letu 2009 analizirali na težke kovine in ione, v letu 2010 bomo analize razširili še na elementarni in organski ogljik.

Težke kovine v delcih PM_{2,5}

V tabeli 2.3.6.2.(1) so predstavljene povprečne letne koncentracije težkih kovin na različnih merilnih mestih, v tabeli 2.3.6.2.(2) v prilogi pa povprečne mesečne koncentracije.

Tabela 2.3.6.2. (1): Povprečne letne koncentracije težkih kovin v delcih PM_{2,5} v ng/m³ v letu 2009

lokacija/ kovina	% podatkov	arzen	kadmij	nikelj	svinec**
Ljubljana BF	49	0,34	0,19	3,9	7,7
Maribor center	50	0,46	0,27	1,8	8,6
Maribor Vrbski plato	50	0,24	0,22	1,6	7,1
Iskrba	50	0,35	0,10	2,2	3,1

Legenda:

BF Biotehniška fakulteta

** določena sta zgornji in spodnji ocenjevalni prag

Povprečne letne koncentracije težkih kovin v delcih PM_{2,5} so nižje kot v delcih PM₁₀.

Vir arzena, kadmija in svinca je promet, zato so po pričakovanju najvišje koncentracije teh težkih kovin na merilnem mestu Maribor center, ki je prometna lokacija. Koncentracije niklja so najvišje na merilnem mestu Ljubljana Biotehniška fakulteta (BF). Vir niklja

je kurilno olje, zato lahko te vrednosti pripišemo individualnim kuriščem.

Ioni v delcih PM_{2,5}

V tabeli 2.3.6.2.(3) so predstavljene povprečne letne koncentracije ionov na različnih merilnih mestih, v tabeli 2.3.6.2.(4) v prilogi pa povprečne mesečne koncentracije.

Tabela 2.3.6.2. (3): Povprečne letne koncentracije ionov v delcih PM_{2,5} v µg/m³ v letu 2009

lokacija/ kovina	% pod.	nitrat	sulfat	klorid	natrij	amonij	kalij	magnezij	kalcij
Ljubljana BF	50	1,4	2,2	0,10	0,04	1,1	0,22	0,02	0,06
Maribor center	50	1,8	2,7	0,18	0,09	1,4	0,21	0,04	0,10
Maribor Vrbanski plato	50	1,6	2,7	0,09	0,06	1,3	0,21	0,03	0,07
Iskrba	50	0,26	3,3	0,04	0,05	1,1	0,13	0,01	0,05

Legenda:

BF Biotehniška fakulteta

2.3.7. Lahkohlapni ogljikovodiki

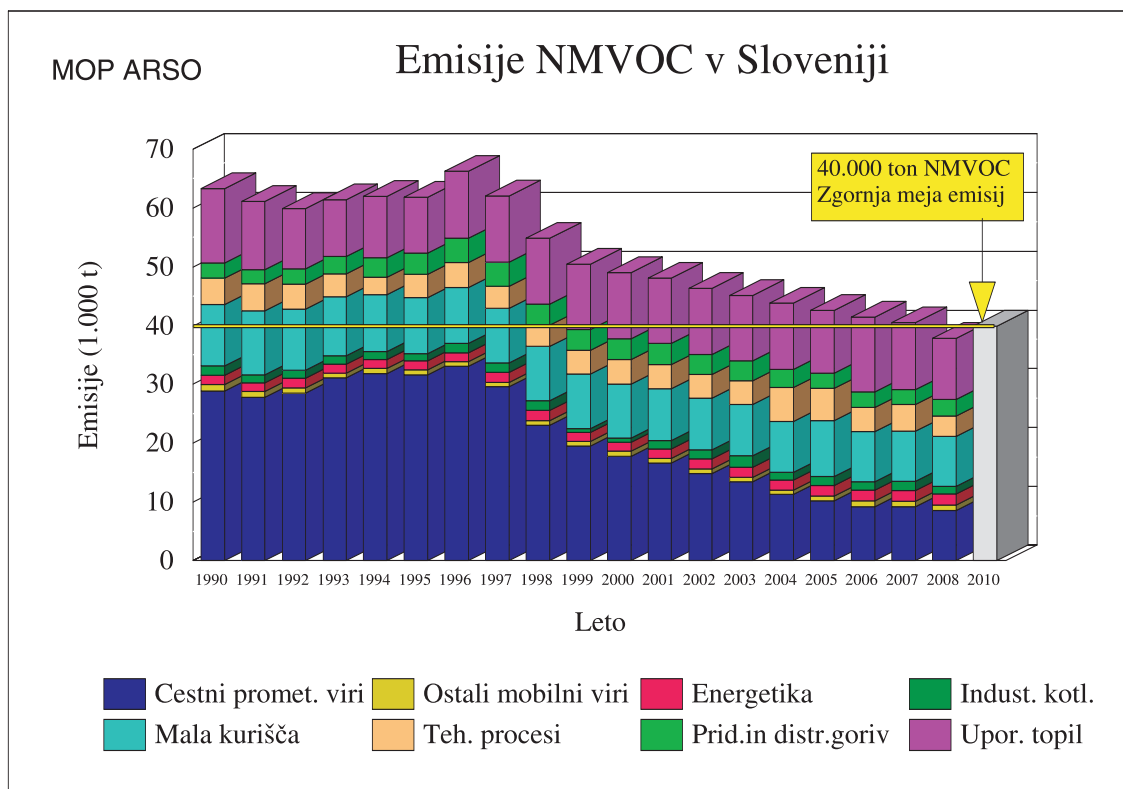
Koncentracije benzena so prekoračile zgornji ocenjevalni prag na merilnem mestu Ljubljana center.

Emisije lahkohlapnih ogljikovodikov (leto 2008)

Med organskimi spojinami, ki onesnažujejo zrak, imajo posebno mesto lahkohlapni ogljikovodiki (NMVOC) zaradi njihove vloge v fotokemičnih procesih, katerih produkt je tudi ozon. Od leta 1990 do leta 2008 so se letni izpusti NMVOC v Sloveniji zmanjšali za 40 %. Izpusti so po letu 1993 začeli naraščati zaradi povečevanja gostote prometa in porabe goriv. V letu 1997 beležimo

znaten padec izpustov zaradi zmanjšane porabe goriva v obmejnem pasu z Italijo. Po letu 1998 pa začnejo izpusti padati zaradi povečevanja števila vozil z katalizatorji. V zadnji letih pa tudi zaradi implementacije uredbe o emisiji hlapnih organskih spojin (HOS) v zrak iz naprav za skladiščenje in pretakanje motornega bencina ter implementacije uredbe o mejnih vrednostih emisije HOS v zrak iz naprav v katerih se uporabljajo organska topila. Največji delež k skupnim izpustom 37.890 t NMVOC v letu 2008 prispeva sektor »uporaba topil«, in sicer 28 %.

Obveznost po direktivi NEC in Göteborškem protokolu je, da v letu 2010 skupni izpusti NMVOC ne smejo presegati 40 tisoč ton. Izpusti NMVOC so bili v letu 2008 za 5 % nižji od predvidene ciljne vrednosti.



Slika 2.3.7.(1):
Emisije NMVOC
Sloveniji

Onesnaženost zraka z lahkohlapnimi ogljikovodiki

V Agenciji RS za okolje smo v letu 2009 na merilnih mestih Ljubljana-Bežigrad in Maribor center merili koncentracije benzena, toluena, etilbenzena in m,p,o-ksilena (BTX), objavljamo pa tudi meritve na merilnem mestu OMS Ljubljana center, ki nam jih posreduje Elektroinštitut Milan Vidmar.

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). Glavni viri emisije organskih spojin so promet, industrija, pri kateri se uporabljajo oziroma se proizvajajo veziva, barve, topila, aerosoli, ter industrija nafte in plina.

Letni pregled parametrov, ki kažejo na onesnaženost zraka z BTX za leto 2009, je podan v tabeli 2.3.7.(1).

Tabela 2.3.7.(1): Povprečne letne koncentracije BTX v zraku ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 2009

	% pod	benzen	toluen	etilbenzen	m, p-ksilen	o-ksilen
Postaje		C_p	C_p	C_p	C_p	C_p
Ljubljana Bežigrad	83	1,7	4,7	1	3,1	0,9
Ljubljana center	61	4,0	16,3	-	17,8	-
Maribor center	76	1,5	3,8	0,8	2,8	0,9

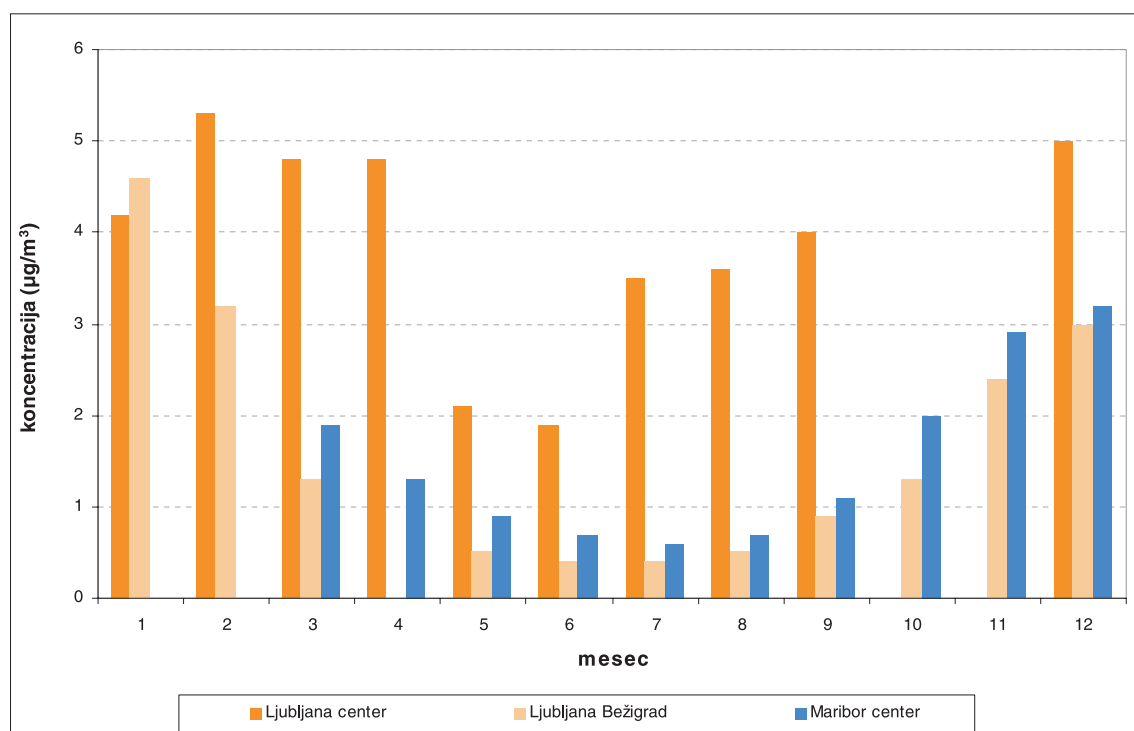
Legenda:

	prekoračen zgornji ocenjevalni prag
	prekoračen spodnji ocenjevalni prag
	koncentracija pod spodnjim ocenjevalnim pragom

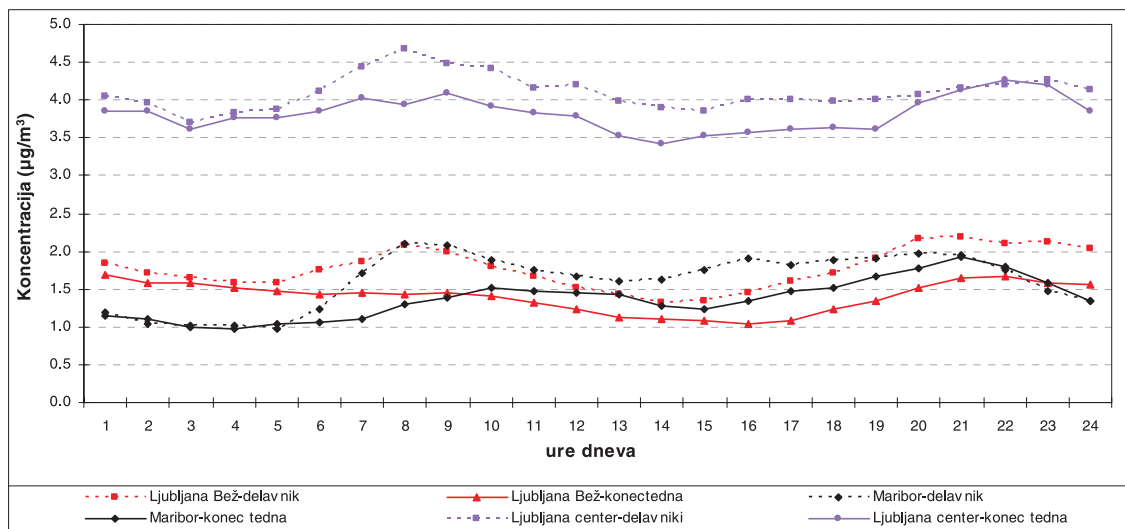
Povprečna letna koncentracija benzena je bila na lokacijah Ljubljana Bežigrad in Maribor center pod spodnjim ocenjevalnim pragom, na prometnem merilnem mestu Ljubljana center pa nad zgornjim ocenjevalnim pragom. Na podlagi meritev (tudi iz zimske merilne kampanje z difuzivnimi vzorčevalniki – poglavje 4) sklepamo, da mejna letna vrednost

koncentracije benzena v Sloveniji ni nikjer prekoračena, saj je na najbolj prometnem merilnem mestu Ljubljana center dosegla le slabe tri četrtine mejne vrednosti $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

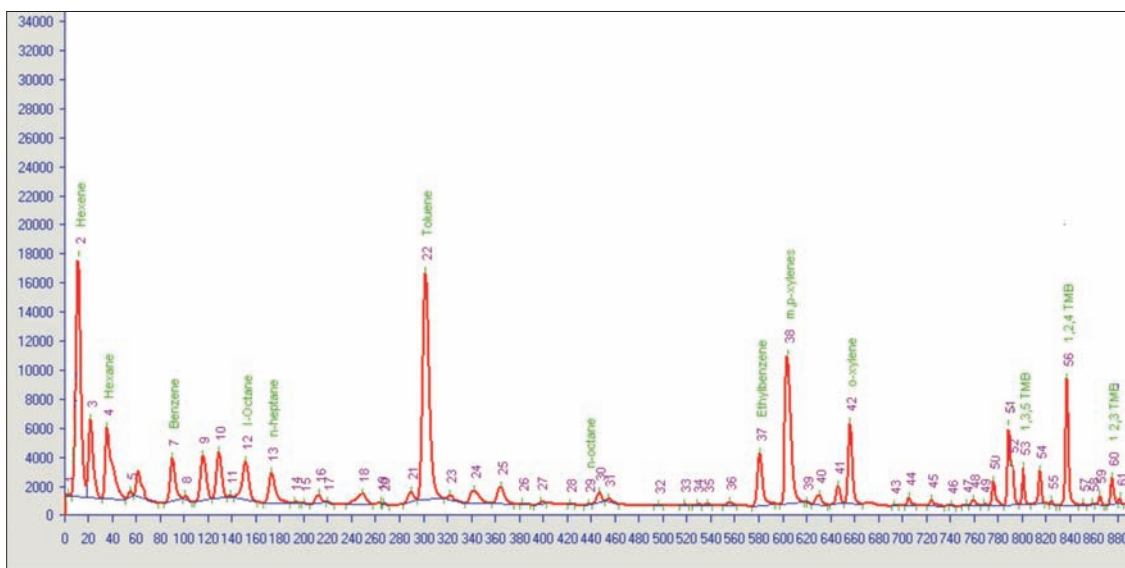
Letni hod z nižjimi koncentracijami poleti in višjimi pozimi je izrazit.



Slika 2.3.7.(2):
Povprečne mesečne koncentracije benzena v letu 2009



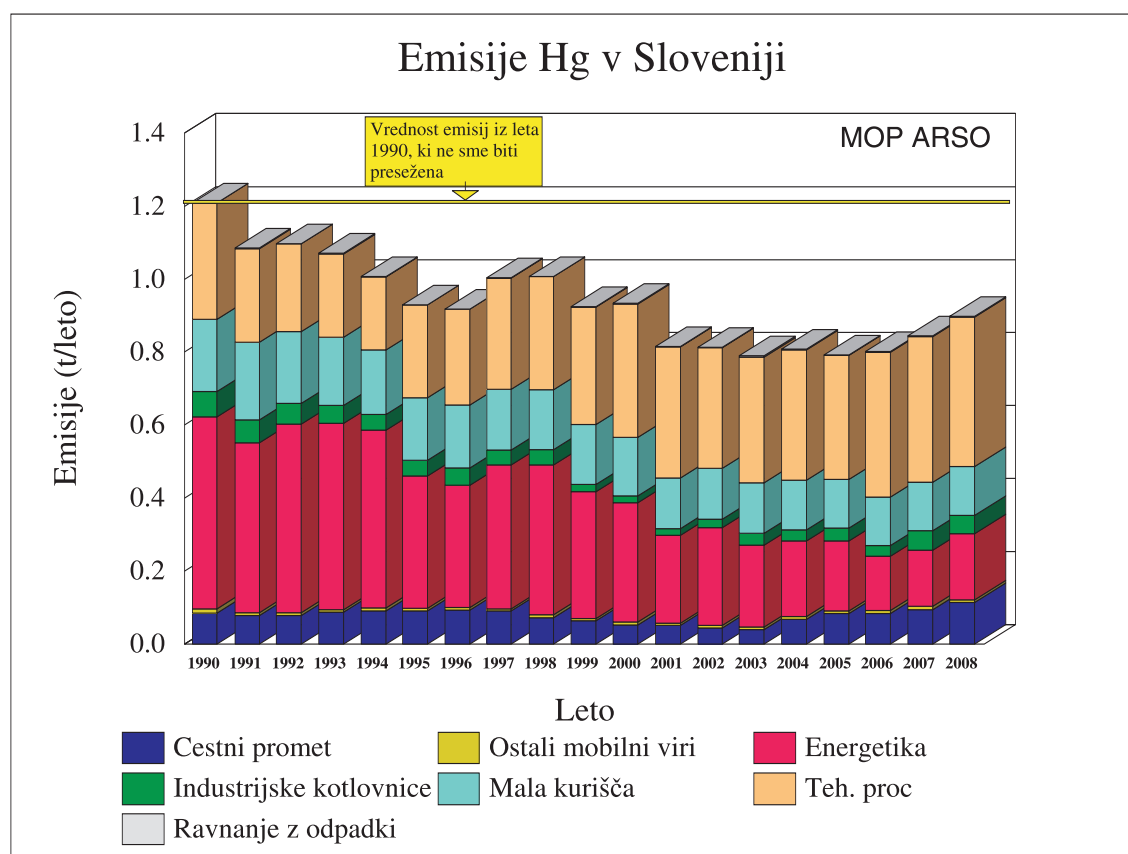
Slika 2.3.7.(3): Dnevni hod koncentracij benzena na merilnih mestih Ljubljana-Bežigrad, Ljubljana center in Maribor center za leto 2009



Slika 2.3.7.(4): Primer kromatograma, iz katerega se odčitavajo koncentracije BTX.

2.3.8. Živo srebro v zunanjem zraku

Emisije živega srebra (Hg) - leto 2008



Slika 2.3.8.(1):
Emisije Hg Sloveniji

Letni izpusti živega srebra (Hg) v Sloveniji so se od leta 1990 do leta 2008 zmanjšali za 26 %. Po letu 2006 pa se izpusti Hg ponovno povečujejo, tako zaradi povečevanja v sektorju cestni promet, kot tudi v sektorju proizvodnji procesi.

Onesnaženost zraka s Hg

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.

Merjenje celotnega plinastega živega srebra je avtomatizirana metoda. Med obratovanjem inštrument črpa vzorčevalni plin skozi 0,45 µm PTFE filter preko zlate pasti, kjer se živo srebro amalgamira na zlatem prahu, sledi termična desorpcija iz zlate pasti ter nato detekcija na AAS (atomska absorpcijska spektrometrija). Volumen prečrpanega vzorčevalnega plina je odvisen od trajanja vzorčenja.

Na sliki spodaj je prikazan inštrument za merjenje živega srebra na merilni postaji Iskrba pri Kočevski Reki.



Merilnik živega srebra Mercury Ultratracer UT-3000, izpostavljen na merilni postaji Iskrba s prenosnim računalnikom za odčitavanje izmerjenih podatkov (foto: Tanja Koleša)

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. Meritve so odčitane vsake pol ure.

Najnižje izmerjene koncentracije elementarnega plinastega Hg v zraku na merilni postaji Iskrba so bile v obdobju med oktobrom in decembrom 2009, ko so se izmerjene vrednosti gibale med 0,1 (meja detekcije) in 1,9 ng/m³. Najvišja vsebnost Hg v zraku je bila zabeležena septembra (7,5 ng/m³). Najvišje povprečne mesečne vrednosti so bile izmerjene v juniju in juliju 2009 (2,6 ng/m³). V meritvenem obdobju za leto 2009 je bila povprečna koncentracija Hg v zraku 1,5 ng/m³ s standardnim odklonom 0,4, kar je nižje od leta 2008 (2,3 ng/m³).

V zraku je Hg večinoma (nad 80 %) prisotno kot plinasto elementarno Hg (Hg₀) z zadrževalnim

časom od nekaj mesecev do enega ali dveh let ter je dokaj enakomerno razporejeno po troposferi (Lindquist and Rodhe, 1985). V Sloveniji velja za najbolj onesnaženo območje Idrije, kjer so lahko ob nekdanji deponiji rudniških in žgalniških odpadkov koncentracije Hg v zraku tudi preko 3000 ng/m³ (Kotnik et al. 2005, Kocman, 2008). Za urbana področja Slovenije so tipične koncentracije živega srebra v zraku med 2 in 10 ng/m³ (Idrija med 5 in 20 ng/m³), okolica Šoštanja med 5 in 10 ng/m³, medtem ko so v neurbanah območjih Slovenije koncentracije med 1 in 3 ng/m³, ki so tipične tudi za neonesnažena področja severne hemisfere (okoli 2 ng/m³) (Lindquist and Rodhe, 1985). Za področje severne Evrope poročajo o nižjih koncentracijah v poletnih mesecih (2 - 3 ng/m³), ter nekoliko višjih (3 - 4 ng/m³) v zimskih mesecih (Lindquist and Rodhe, 1985), ko se poveča kurjenje fosilnih goriv, ki so tudi največji antropogeni vir Hg v atmosferi. Za koncentracije živega srebra v zraku so značilne dnevne in sezonske variacije. Podnevi se zaradi višjih temperatur in sončne svetlobe poveča izhlapevanje iz zemeljske skorje, kar ima posledico višje koncentracije Hg v zraku tekom dneva. Podobno velja, da so v poletnih in bolj toplih mesecih koncentracije v zraku višje kot med hladnejšimi. V obdobjih s snežno odejo so koncentracije Hg v zraku praviloma nekajkrat nižje kot v obdobjih brez snega.

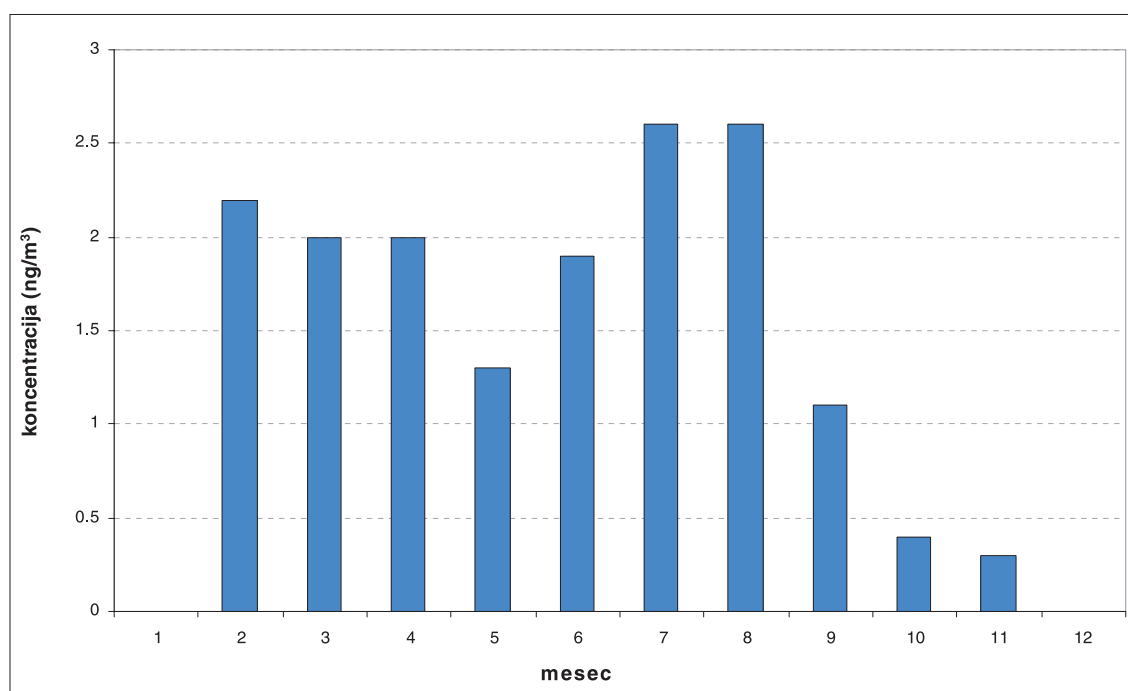
Za koncentracije Hg v zraku, izmerjene na Iskrbi, lahko rečemo, da so v razponu značilnih koncentracij, ki veljajo za območje neonesnaženih predelov severne hemisfere, opaziti pa je tudi dnevna in sezonska nihanja, ki pa so zelo nizka.

Povprečne mesečne in letna vrednosti, vključno z osnovnimi statističnimi parametri Hg v zraku so navedeni v spodnji tabeli in na sliki.

Tabela 2.3.8.(1): Povprečne mesečne koncentracije in povprečna letna koncentracija Hg v zraku (ng/m³) na Iskrbi v letu 2009

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	leto
	2,2	2	2	1,3	1,9	2,6	2,6	1,1	0,4	0,3		1,5

Opomba: Za januar in december ni podatkov zaradi težav z merilnikom


Slika 2.3.8.(2): Povprečne koncentracije Hg v zraku (v ng/m³) na Iskrbi v letu 2009

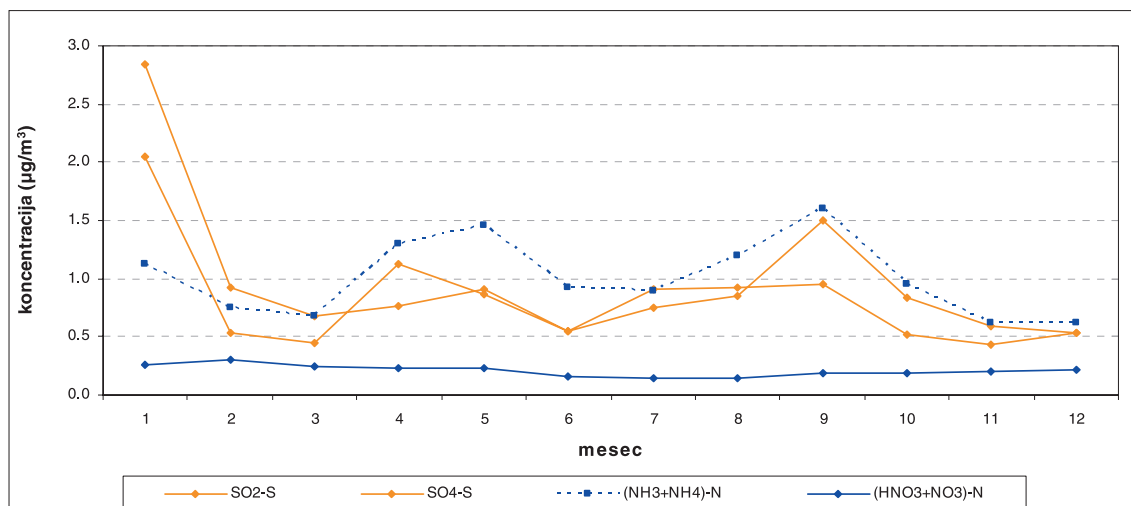
2.3.9. Žveplove in dušikove spojine ter anorganski ioni

V tem poglavju podajamo meritve oksidirane žvepla (SO₂, SO₄²⁻), oksidirane dušika (HNO₃+NO₃⁻), reducirane dušika (NH₃+NH₄⁺) in anorganskih ionov (Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺), ki dajejo informacijo o kislno-alkalnih komponentah v zraku. Navedene parametre spremljamo v okviru mednarodnega programa EMEP. Koncentracije so podane v enotah µg posameznega elementa/m³.

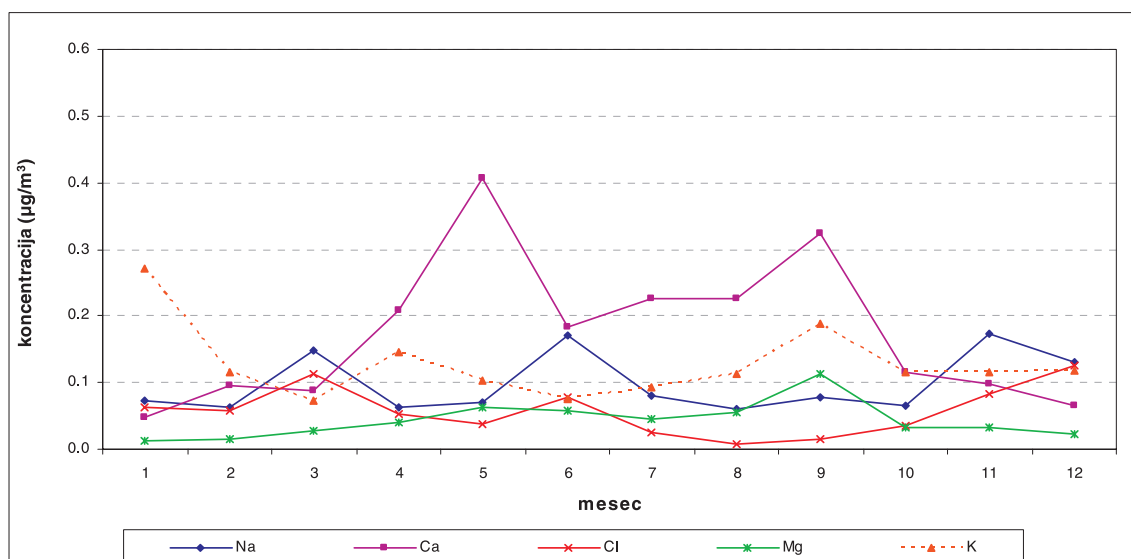
V tabeli 2.3.9.(1) podajamo povprečne koncentracije, 50. in 98. percentil ter maksimalne koncentracije, za nekurilno sezono (april – september), kurilno sezono (oktober – marec) ter za celo leto. Na slikah 2.3.9.(1) in 2.3.9.(2) pa so prikazane povprečne mesečne koncentracije za izmerjene parametre.

Tabela 2.3.9.(I): 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 2009

Parameter	Statistična količina	Apr.-sep. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Jan.-mar./ Okt.-dec. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Jan.-dec. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
$\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$	c-povprečna	0,945	0,820	0,882
	50-percentil	0,788	0,433	0,585
	98-percentil	2,836	5,540	3,570
	c-maksimalna	3,840	9,124	9,124
$\text{SO}_2\text{-S}$	c-povprečna	0,840	0,986	0,913
	50-percentil	0,348	0,348	0,332
	98-percentil	3,762	4,755	3,924
	c-maksimalna	5,434	38,166	38,166
$(\text{HNO}_3+\text{NO}_3)\text{-N}$	c-povprečna	0,182	0,237	0,209
	50-percentil	0,172	0,196	0,179
	98-percentil	0,442	0,667	0,587
	c-maksimalna	0,590	2,163	2,163
$(\text{NH}_3+\text{NH}_4^+)\text{-N}$	c-povprečna	1,229	0,777	1,003
	50-percentil	0,621	0,621	0,857
	98-percentil	2,609	2,210	2,443
	c-maksimalna	3,836	3,681	3,836
Cl ⁻	c-povprečna	0,036	0,081	0,058
	50-percentil	0,010	0,031	0,020
	98-percentil	0,267	0,661	0,538
	c-maksimalna	1,092	1,270	1,270
Ca^{2+}	c-povprečna	0,264	0,081	0,172
	50-percentil	0,200	0,052	0,102
	98-percentil	0,988	0,326	0,834
	c-maksimalna	1,410	0,575	1,410
Mg^{2+}	c-povprečna	0,063	0,022	0,043
	50-percentil	0,043	0,016	0,024
	98-percentil	0,247	0,097	0,213
	c-maksimalna	0,583	0,132	0,583
Na^+	c-povprečna	0,086	0,110	0,098
	50-percentil	0,039	0,043	0,040
	98-percentil	0,462	0,696	0,610
	c-maksimalna	1,353	1,115	1,353
K^+	c-povprečna	0,120	0,134	0,127
	50-percentil	0,109	0,098	0,102
	98-percentil	0,586	0,586	0,437
	c-maksimalna	0,351	0,727	0,727



Slika 2.3.9.(1): Povprečne mesečne koncentracije žveplovega dioksida SO₂ in sulfatnega aerosola SO₄²⁻ v zraku (izraženo kot žveplo) ter oksidiranega dušika (HNO₃ + NO₃) in reduciranega dušika (NH₃ + NH₄⁺) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi za leto 2009



Slika 2.3.9.(2): Povprečne mesečne koncentracije natrija, kalcija, klorida, magnezija in kalija v zraku na Iskrbi za leto 2009

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).

V letu 2009 se je na merilnem mestu Iskrba prekinil trend upadanja koncentracij žveplovih spojin v zraku,

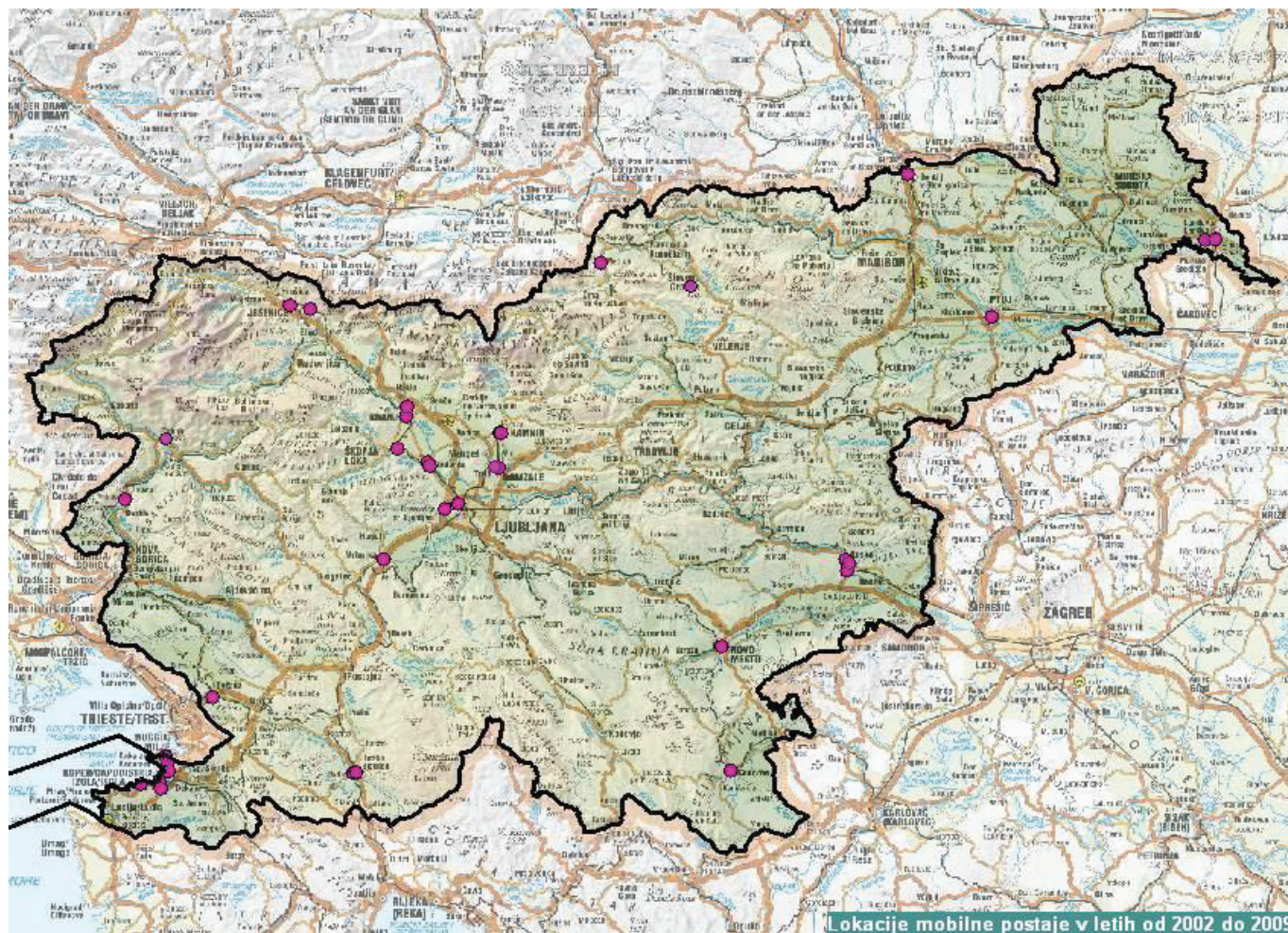
saj so koncentracije porasle – predvsem na račun povišanih vrednosti v januarju, ko so bile izmerjene tudi visoke koncentracije drugih onesnaževal. Pri dušikovih spojinah pa se raven koncentracij zadnja leta bistveno ni spremenila. Trenda koncentracij obeh vrst spojin se ujemata s trendom koncentracij dušikovega in žveplovega dioksida v zraku (poglavja 2.3.1 in 2.3.2)



Slika 2.3.9.(3): Povprečne letne koncentracije sulfatnega aerosola SO_4^{2-} in žveplovega dioksida SO_2 v zraku (izraženo kot žveplo) ter oksidiranega dušika ($HNO_3 + NO_3$) in reduciranega dušika ($NH_3 + NH_4^+$) v zraku (izraženo kot dušik) na Iskrbi za obdobje 1997-2009.

Opomba: zaradi težav z meritvami v letih 2005 in 2006 podatkov za (HNO_3+NO_3) -N in $(NH_3+NH_4^+)$ -N ne navajamo

3



3. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA Z MOBILNO POSTAJO

Namen meritev z avtomatsko mobilno ekološko-meteorološko postajo je pridobiti podatke o kakovosti zraka na območjih, kjer ni meritev s stalnimi postajami. Mobilna postaja deluje enako in meri iste ekološke in meteorološke parametre kot vse ostale stalne postaje v avtomatski merilni mreži.

Podatki so obdelani po predpisanih postopkih evropske okoljske agencije in v skladu s predpisi, ki veljajo na področju kakovosti zunanjega zraka za žveplov dioksid, dušikove okside, ogljikov monoksid, delce PM_{10} , ogljikovodike in ozon (glej poglavje 1).

Tu objavljamo le glavne poudarke iz povzetkov posameznih poročil. Poročila so objavljena na spletni strani ARSO.

V Domžalah smo imeli postavljeno mobilno postajo v letu 2009 na dvorišču občine Domžale v treh meteorološko značilnih časovnih intervalih – zimskem, poletnem in jesenskem. Poleg prometnih



Domžale (22.1.-17.3., 8.5.-26.6., 3.9.-3.11. 2009)

cest, ki obkrožajo območje občine, so severno od lokacije meritev nekateri industrijski viri emisij onesnaževal, ki pa na razdalji, kjer je bila mobilna postaja, v primerjavi s prometom nimajo opaznega vpliva.

Klimatske značilnosti, ki vplivajo na kakovost zraka, so v Domžalah podobne tistim v Ljubljani, saj gre za enotno ravninsko območje Ljubljanske kotline, ki je z vseh strani obdana z gorami. Pozimi se, odvisno od vremenskih situacij, bolj ali manj pogosto pojavljajo temperaturne inverzije, zaradi katerih je zrak najbolj onesnažen. Smeri šibkih lokalnih vetrov ob stabilnem vremenu v toplejšem delu leta določajo pobočja najbližjih hribov. Tako prevladuje v Domžalah podnevi južna do jugozahodna smer, ponoči pa severna do severovzhodna smer. Tako smer imata tudi najbolj pogosta vetrova širših razsežnosti, jugozahodnik in severovzhodnik.

Iz podatkov o vetru na lokaciji mobilne postaje učinek toplotnega otoka v Domžalah ni zaznaven, kot je npr. v Ljubljani.

Na osnovi rezultatov avtomatskih meritev z mobilno postajo v Domžalah in na lokacijah merilne mreže DMKZ ter iz meritev za več obdobjev z difuzivnimi vzorčevalniki po vsej Sloveniji ugotavljamo:

- **Onesnaženost zraka z SO_2** je povsod po Sloveniji že nekaj zadnjih let nizka, precej pod mejnimi vrednostmi. Najvišje dnevne koncentracije v Domžalah niso presegle spodnjega ocenjevalnega praga (SOP).
- **Koncentracije NO_2** v Domžalah in na nekaterih drugih mestnih merilnih mestih so bile pod SOP, predpisanim za urno koncentracijo (če ne upoštevamo trenutnega maksimuma nad zgornjim ocenjevalnim pragom (ZOP), ki se je pojavil ob odvozu kontejnerja s smetmi). ZOP je bil sicer prekoračen v Ljubljani, med obema ocenjevalnima pragovoma pa so se koncentracije gibale na prometnem merilnem mestu v Mariboru in v Novi Gorici.

Namen meritev za avtomatsko mobilno ekološko - meterološko postajo je pridobiti podatke o kakovosti zraka na območjih, kjer ni meritev s stalnimi postajami.

Za povprečno letno koncentracijo NO_2 sklepamo, da je na lokaciji mobilne postaje v Domžalah med SOP in ZOP – tako kot v drugih bolj onesnaženih mestih.

- **Koncentracije benzena** in nekaterih drugih lahkih ogljikovodikov so bile v Domžalah višje kot v Ljubljani; bile so na ravni tistih na prometnem merilnem mestu Maribor. Koncentracija benzena je bila sicer na vseh treh lokacijah še pod ZOP.
- **Onesnaženost zraka s CO** je bila v Domžalah sicer med višjimi, vendar tako kot v drugih mestih po Sloveniji ni prekoračila SOP.
- **Onesnaženost zraka z delci PM_{10}** v Domžalah je bila med višjimi v Sloveniji. Več prekoračitev mejne dnevne koncentracije je bilo le še v mestih v Zasavju (Trbovlje, Zagorje). Tako kot v vseh drugih mestih je tudi v Domžalah nedvomno preseženo letno dovoljeno število teh prekoračitev, medtem ko je povprečna letna koncentracija nad ZOP.
- **Raven koncentracije ozona** v Domžalah je bila enaka kot na drugih mestnih merilnih mestih v notranjosti Slovenije. V zadnjih dveh letih je bila zaradi nestanovitnih poletij opozorilna urna koncentracija prekoračena le na Primorskem in na Obali, kjer so tudi sicer koncentracije najvišje. Ob bolj stabilnem poletnem vremenu pa se prekoračitve pojavljajo tudi v notranjosti Slovenije (npr. prekoračitve v ekstremnem poletju 2003).

Onesnaženost zraka na prometu bolj izpostavljenih mestih v Domžalah (lokacije difuzivnih vzorčevalnikov) oziroma neposredno ob prometnih cestah je večja kot na merilnem mestu mobilne postaje.

Mobilno postajo smo postavili na neposeljen del Slovenj Gradca ob Homščici, na zahodnem robu ožjega mestnega območja. Prometna cesta je oddaljena okrog 70 metrov severovzhodno od lokacije. Na tej oddaljenosti se prične tudi naseljeno področje. Največja industrijska objekta, oddaljena 600 in 800 metrov proti severozahodu oziroma severu, izpuščata v zrak predvsem hlapne organske spojine, ki pa jih nismo merili.



Slovenj Gradec (19.3.-6.5.2009)

Lokacijo po mednarodni klasifikaciji uvrščamo v primestno ozadje v stanovanjsko-trgovskem okolju.

Rezultati meritev na lokaciji mobilne postaje v Slovenj Gradcu in na lokacijah merilne mreže DMKZ med 19. marcem in 6. majem 2009 kažejo tele značilnosti:

- **Onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi** v Slovenj Gradcu je bila najnižja med vsemi merilnimi mesti v Sloveniji. Najvišja koncentracija NO_2 ni dosegla niti polovice vrednosti spodnjega ocenjevalnega praga (SOP). Tudi koncentracija NO_x , ki je sicer aktualna na podeželskih merilnih mestih za zaščito vegetacije, je bila pod SOP. Zgornji ocenjevalni prag NO_2 je bil prekoračen na prometnem merilnem mestu Maribor.
- **Koncentracije SO_2 in CO** so bile povsod po Sloveniji pod SOP.
- **Koncentracije delcev PM_{10}** v Slovenj Gradcu so bile med najnižjimi v Sloveniji – če ne upoštevamo korekcijskega faktorja.
- **Koncentracije ozona** v Slovenj Gradcu so na ravni tistih, izmerjenih na drugih merilnih mestih, ki niso neposredno pod vplivom prometa.



Tolmin (30.6.-2.9.2009)

Mobilna postaja je bila locirana na obrobju Tolmina pri osnovni šoli in športnem stadionu. V bližini je manjše parkirišče, prometnih cest pa ni v bližini. Po podatkih emisijskih evidenc ARSO v bližnji kot tudi v širši okolici ni nobenih večjih virov onesnaževanja zraka. Južno od lokacije postaje je v neposredni bližini osnovna šola, medtem ko je glavni mestni predel Tolmina severno od lokacije. Lokacijo po mednarodni klasifikaciji uvrščamo v primestno ozadje v pretežno stanovanjskem okolju.

Dolina Soče ima ugodne klimatske razmere. Precejšen naklon doline in visoke gore v okolici omogočajo lokalno cirkulacijo zraka po dolini navzgor in navzdol. Še posebej so razmere ugodne na območju Tolmina, ki leži neposredno ob vznožju južnih pobočij gora. Zato temperaturne inverzije v zimskem času, ki sicer slabo vplivajo na kakovost zraka, niso izrazite.

Rezultati meritev na lokaciji mobilne postaje v Tolminu in na lokacijah merilne mreže DMKZ med 30. junijem in 1. septembrom 2009 kažejo te značilnosti:

- **Onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi** v Tolminu je bila najnižja med vsemi merilnimi mesti v Sloveniji. Najvišja koncentracija NO_2 ni dosegla niti četrtno vrednosti spodnjega ocenjevalnega praga (SOP). Tudi koncentracija NO_x , ki je sicer aktualna na podeželskih merilnih mestih za zaščito vegetacije, je bila daleč pod SOP.
- **Koncentracije SO_2** so bile tako v Tolminu kot drugod po Sloveniji nizke – dnevna povprečja so bila precej pod SOP.
- **Koncentracije delcev PM_{10}** v Tolminu so bile najnižje v Sloveniji – in to celo, če upoštevamo korekcijske faktorje.
- **Raven koncentracije ozona** v Tolminu je bila nekoliko višja kot v notranjosti Slovenije, vendar nižja kot v Novi Gorici, Kopru in na Otlici, ki so zaradi večje odprtosti reliefa bolj pod vplivom prenosa onesnaženega zraka z zahoda.

4



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 onesnažila. 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 cenovno ugodni, meritve pa izvajamo in situ. Seveda pa imajo tovrstne meritve tudi slabosti, saj je potrebno veliko ročnega dela v laboratoriju, dobimo pa lahko le povprečne koncentracije v času, ko je bil vzorčevalnik postavljen na merilno mesto. Tako kot ostale meritve so lahko tudi meritve z difuzivnim vzorčevalnikom obremenjene z napakami, ki so lahko nepojasnjene vzroka.

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 vzor-

čevalniki smo v letu 2009 merili naslednje spojine: dušikov dioksid, žveplov dioksid, ozon ter nekatere lahkohlapne organske spojine.

Slika 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.



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

V letu 2009 smo izvedli tri merilne kampanje in v tabeli 4.(1) je opisan namen, obdobje in parametri, ki so bili vzorčeni v posamezni kampanji.

Tabela 4.(1): Popis merilnih kampanj v letu 2009

Začetek meritev	Konec meritev	Obdobje	Namen	Meritve
12.2.2009	6.3.2009	zima	merjenje kvalitete zraka v naseljih	NO ₂ , SO ₂ , BTX
16.6.2009	23.6.2009	pomlad	primerjava z avtomatskimi meritvami	BTX
22.7.2009	30.7.2009	poletje	merjenje ozona na primorskem	NO ₂ , O ₃

V tabeli 4.(2) so z geografskimi značilnostmi opisana vsa merilna mesta po Sloveniji na katerih smo v letu 2009 izvajali meritve z difuzivnimi vzorčevalniki.

Tabela 4.(2): 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]				
Rodica pri Domžalah	468965	111565	306	NC	B	R	16
Kamnik	469725	118905	364	S	B	R	16
Cerklje na Gorenjskem	458290	124135	415	R	B	A	16
Bled	431605	136588	478	S	B	R	2
Kranj	450652	122314	388	U	T	C	16
Škofja Loka	448778	114221	356	S	B	R	16
Jesenice	428333	143893	581	U	B	C	2
Kranjska Gora	406955	149643	811	R	B	C	2
Kočevje	489391	54866	465	U	B	C	16
Črnomelj	515408	47668	166	U	B	R	32
Metlika	525225	55728	158	U	B	R	32
Novo mesto	513775	73010	182	U	B	R	32
Krško	538698	90332	161	U	B	R	16
Sevnica	523895	96300	186	U	B	C	2
Postojna	439333	69828	558	U	B	R	32
Debeli Rtič	400222	49840	56	R	B	A	4
Sežana	412355	62943	363	U	B	C	2
Ilirska Bistrica	441068	48663	445	S	B	R	32
Hrpelje pri Kozini	418233	51664	497	R	B	R	32
Slap pri Vipavi	417595	77348	136	R	B	A	32
Ajdovščina	415896	82914	106	S	B	R	32
Tolmin 1	402475	116405	204	U	B	R	32
Kobarid	390323	123702	234	S	B	A	32
Idrija	424678	95607	326	U	B	R	2
Slovenj Gradec	506596	150950	418	U	B	R	16
Ravne	497874	155574	388	U	B	R	32
Šentjur	530717	119080	257	S	B	C	16
Slovenska Bistrica	544435	138554	275	S	B	R	16
Ptuj	567853	142963	231	S	B	R	16
Ormož	588632	141067	217	U	B	C	16
Lendava	612331	155723	160	R	I	A	16
Gornja Radgona	576187	171182	207	S	B	R	16
Ljubljana	462675	102490	299	U	B	R	2
Maribor	550305	157415	266	U	T	R	16
Domžale	468926	110407	299	U	B	C	16
Ljubljana	462675	102490	299	U	B	C	16
Rateče	401578	151140	863	R	B	A	2
Koča na gozdu	406828	147219	895	R	B	A	2
Vršič	404165	143746	1681	R	B	A	1
Trenta	404452	138077	626	R	B	A	2
Čezsoča	387596	131618	363	R	B	A	2
Drežnica	393038	125015	490	R	B	A	1
Krn	397459	121915	892	R	B	A	1
Tolmin 2	402634	115918	190	NC	B	A	2
Rut	414789	118152	624	R	B	A	1

Merilno mesto	Gauss-Kruegerjeve koordinate		Nadmorska višina	Tip območja	Tip merilnega mesta	Značilnost območja	Geografska značilnost
	GKKy	GKKx	[m]				
Kostanjevica na Krasu	394720	78880	272	R	B	A ali R	16
Goriška Brda	389485	97505	292	R	B	A ali R	32
Banjšćice	399598	103169	633	R	B	A	32
Črni vrh	426495	87385	678	R	B	A	2
Slivnica	454352	71942	573	R	B	A	1
Bač nad Knežakom	441989	54033	573	R	B	A	16
Škocjanske jame	421912	58225	421	R	B	A	32
Kubed	411998	42374	234	R	B	A	32
Sv. Peter nad Dragonjo	396425	36040	202	R	B	A	32
Dobrava	393076	43968	94	R	B	A	4
Debeli Rtič	400191	50426	5	R	B	A	4

Legenda:
Tip m. mesta:

B – ozadje
 T – promet
 I - industrijsko
 REG - regionalno
 U – mestno
 S – predmestno
 R - podeželsko
 NC - obmestno

Značilnost območja:

R – stanovanjsko
 C- poslovno
 I - industrijsko
 A - kmetijsko
 1 – gorsko
 2 - dolina
 4 – obala
 16 – ravnina
 32 – razgibano

Tip območja:
Geografska značilnost:

Tabela 4.(3) prikazuje koncentracije posameznih parametrov, ki smo jih dobili v zimski merilni kampanji v letu 2009. Zimska merilna kampanja po Sloveniji je potekala med 12.2. in 6.3.2009.

Tabela 4.(3): Povprečne koncentracije onesnaževal v zimski merilni kampanji 2009

Merilno mesto	NO ₂ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	benzen [µg/m ³]	toluen [µg/m ³]	etilbenzen [µg/m ³]	m&p ksilen [µg/m ³]	o ksilen [µg/m ³]
Rodica pri Domžalah	27,3	4,1	2,7	13,5	1,7	3,4	0,92
Kamnik	16,0	7,9	2,6	15,9	1,7	4,6	1,2
Cerklje na Gorenjskem	7,0	5,2	1,6	1,5	0,27	0,71	0,20
Bled	11,6	3,2	2,3	25,2	1,3	2,4	0,82
Kranj	18,9	4,9	2,4	4,2	0,72	2,3	0,75
Škofja Loka	19,2	4,6	3,4	11,3	1,4	3,1	1,5
Jesenice	14,2	5,4	2,1	2,8	0,47	1,4	0,46
Kranjska Gora	11,8	9,3	2,0	1,9	0,33	1,0	0,33
Kočevje	10,8	9,3	3,3	2,7	0,67	2,6	0,78
Črnomelj	14,6	9,1	5,0	3,9	1,1	2,8	1,0
Metlika	13,9	8,8	5,0	6,0	1,2	3,1	6,7
Novo mesto	18,8	10,2	3,9	3,9	1,1	4,1	1,0
Krško	14,7	9,0	2,2	2,6	0,50	1,7	0,44
Sevnica	12,7	9,2	2,9	9,5	1,3	3,4	1,0
Postojna	16,8	16,9	3,1	3,1	0,68	1,5	0,53
Debeli Rtič	10,6	10,5	1,3	1,3	0,29	0,59	0,28
Sežana	11,4	9,1	1,5	1,9	0,30	0,93	0,33
Ilirska Bistrica	8,0	9,9	1,7	2,8	0,23	0,76	0,18
Hrpelje pri Kozini	13,0	10,0	1,6	2,0	0,34	0,91	0,22
Slap pri Vipavi	6,0	6,4	1,8	1,6	0,30	0,89	0,21
Ajdovščina	15,2	7,0	2,7	4,4	0,66	2,3	0,77
Nova Gorica	26,8	10,6	2,6	8,3	0,9	3,0	1,1
Tolmin I	14,0	8,9	3,7	32,7	5,8	7,2	2,1
Kobarid	6,4	6,4	5,0	95,5	2,8	4,8	1,3
Idrija	14,7	9,4	3,9	7,2	1,0	2,5	0,89
Slovenj Gradec	11,9	6,1	3,6	3,8	0,8	2,1	0,76
Ravne	14,3	9,6	3,5	22,0	1,2	2,4	0,77
Šentjur	18,9	7,7	3,4	62,2	0,66	2,0	0,63
Slovenska Bistrica	16,5	7,5	2,9	7,7	0,63	1,7	0,47
Ptuj	14,6	7,0	2,5	7,1	0,70	2,1	0,77
Ormož	9,8	6,8	2,6	3,2	0,65	1,6	0,70
Lendava	8,5	7,3	2,6	1,9	0,29	1,0	0,30
Gornja Radgona	11,7	4,9	3,7	4,0	1,0	2,2	0,87
Ljubljana	21,9	10,3	2,4	8,9	0,71	2,4	0,70

V zimski merilni kampanji smo na različnih merilnih mestih po Sloveniji merili koncentracije dušikovega dioksida, žveplovega dioksida in lahkih ogljikovodikov. Večino difuzivnih vzorčevalnikov smo izpostavili v stanovanjskih naseljih

na neprometnih lokacijah (tabela 4.(2)), zato so po pričakovanjih koncentracije vseh onesnaževal nizke. Najvišje koncentracije dušikovega dioksida smo izmerili v večjih mestih: Ljubljana, Kranj, Nova Gorica in Domžale.

Tabela 4.(4) prikazuje koncentracije posameznih onesnaževal, ki smo jih dobili v pomladni merilni kampanji v letu 2009. Pomladna merilna kampanja po Sloveniji je potekala med 16.6. in 23.6.2009.

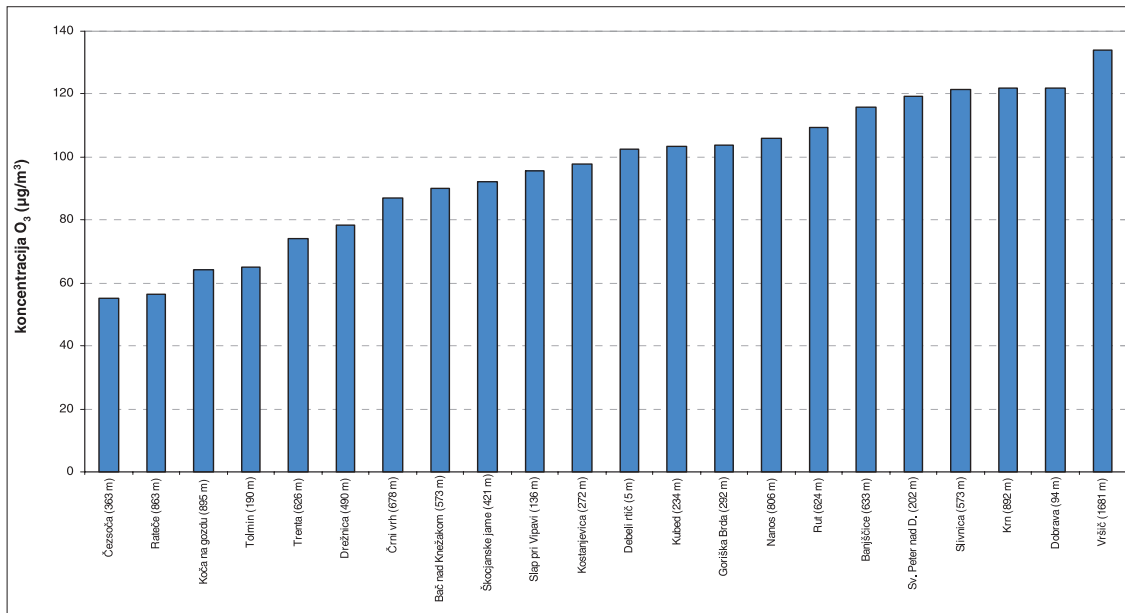
Tabela 4.(4): Povprečne koncentracije onesnaževal v pomladni merilni kampanji 2009

Merilno mesto	benzen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	toluen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	etilbenzen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	m&p ksilen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	o ksilen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Maribor	0,75	2,5	0,69	1,4	0,72
Domžale	0,58	1,6	0,58	0,75	0,32
Ljubljana	0,46	2,5	0,40	0,91	0,29

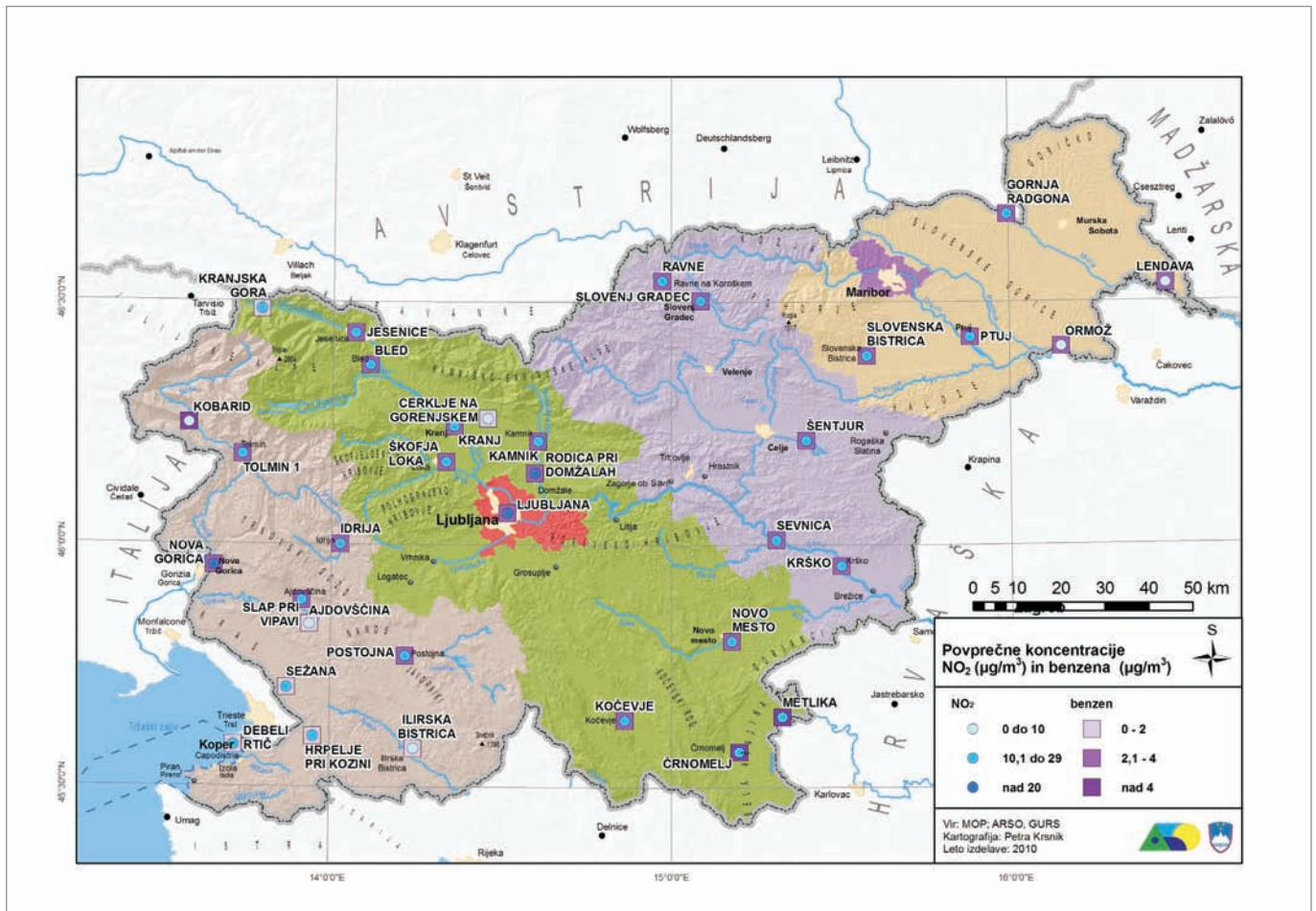
Tabela 4.(5) prikazuje koncentracije posameznih onesnaževal, ki smo jih dobili v poletni merilni kampanji v letu 2009. Poletna merilna kampanja po Sloveniji je potekala med 22.7. in 30.7.2009.

Tabela 4.(5): Povprečne koncentracije onesnaževal v poletni merilni kampanji 2009

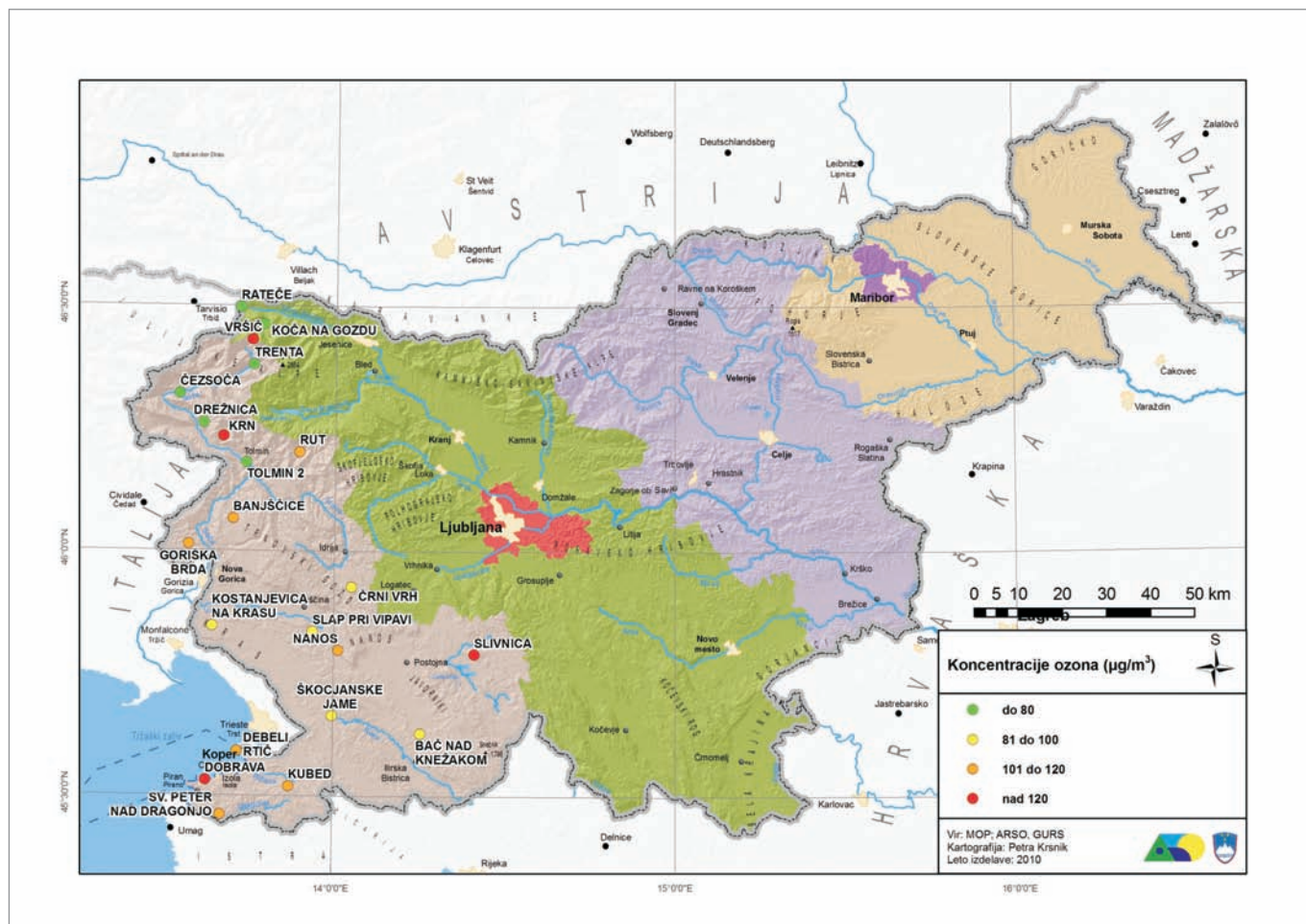
Merilno mesto	NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	O_3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Rateče	2,8	56
Koča na gozdu	3,0	64
Vršič	<2,5	134
Trenta	<2,5	74
Čezsoča	<2,5	55
Drežnica	<2,5	79
Krn	<2,5	122
Tolmin 2	5,4	65
Rut	<2,5	109
Nanos	<2,5	106
Slap pri Vipavi	5,8	96
Kostanjevica na Krasu	3,2	98
Goriška Brda	22,3	104
Banjščice	3,2	116
Črni vrh	3,9	87
Slivnica	<2,5	122
Bač nad Knežakom	<2,5	90
Škocjanske jame	3,3	92
Kubed	5,6	103
Sv. Peter nad Dragonjo	3,3	119
Dobrava	10,2	122
Debeli rtič	11,4	102



Slika 4.(1):
Koncentracije ozona v
poletni merilni kampanji
2009



Slika 4.(2):
Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami dušikovega dioksida in benzena v zimski kampanji 2009



Slika 4.(3): Merilna mesta meritev z difuzivnimi vzorčevalniki z izmerjenimi povprečnimi koncentracijami ozona v poletni kampanji 2009

Koncentracije ozona so najvišje v poletnem obdobju, ko so pogoji za nastanek ozona najugodnejši. 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 bolj je reakcija nastanka ozona intenzivna. Zato je onesnaženost z ozonom večja poleti in čez dan. Na občestnih merilnih mestih pa 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 delno posledica močnejšega sončnega sevanja in

s tem povezanih višjih temperatur na tem območju kot v drugih delih Slovenije, delno pa posledica prenosa ozona in njegovih predhodnikov iz Italije. V poletni merilni kampanji v letu 2009 smo prav zaradi teh razlogov meritve ozona izvedli v zahodni Sloveniji na različnih nadmorskih višinah. Najvišje koncentracije so bile izmerjene na najvišje ležečih merilnih mestih (Vršič 1681m, Krn 892 m) in na obali Dobrava nad Izolo (slika 4.(1)). Koncentracije dušikovega dioksida so višje pozimi in tam kjer je merilno mesto pod vplivom prometa, zato so bile po pričakovanih koncentracije dušikovega dioksida v tej poletni merilni kampanji nizke.

5



»V vsaki kapljici vode je novo življenje.«

5. MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN

Škodljive snovi se iz zraka odlagajo na zemljo kot mokre in/ali suhe usedline. Suhe usedline so plini (SO_2 , 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, nitrata, karbonate, kloride, ..).

Kemijska sestava padavin je merilo za stopnjo onesnaženosti zraka. Sestavine padavin, ki prispevajo k zakisljevanju in evtrofikaciji so predvsem produkti oksidacije najpogostejših onesnaževal v zraku (SO_2 , NO_x , CO_2 , ogljikovodiki). Le-ti so v obliki disociiranih kislin (SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^-) povzročitelji kislosti padavin. H kislosti padavin deloma prispevajo tudi specifična onesnaževala (fluoridi, fosfati, organske kisline) vendar v manjši meri, saj se v primerjavi z žveplovimi in dušikovimi spojinami v onesnaženem zraku pojavljajo v manjšem obsegu.

Kisle padavine so tiste, katerih pH vrednost je manjši od 5,6. Kislost padavin je odvisna od razmerja anionov disociiranih kislin in kationov, ki izvirajo iz topnih soli. Anioni kislin povečujejo kislost padavin, medtem ko jih kationi (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), ki so prisotni v delcih prahu, ter amonijev ion (NH_4^+) nevtralizirajo ali naredijo celo alkalne.

Znanstveni dokazi kažejo, da so težke kovine (predvsem arzen, kadmij in nikelj) ter nekateri

policiklični aromatski ogljikovodiki (v nadaljevanju 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 izogrevanje fosilnih goriv, odpadne baterije in akumulatorji ter krematoriji. Glavni viri onesnaženj s PAH so emisije pri visokotemperaturnem izogrevanju 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

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.

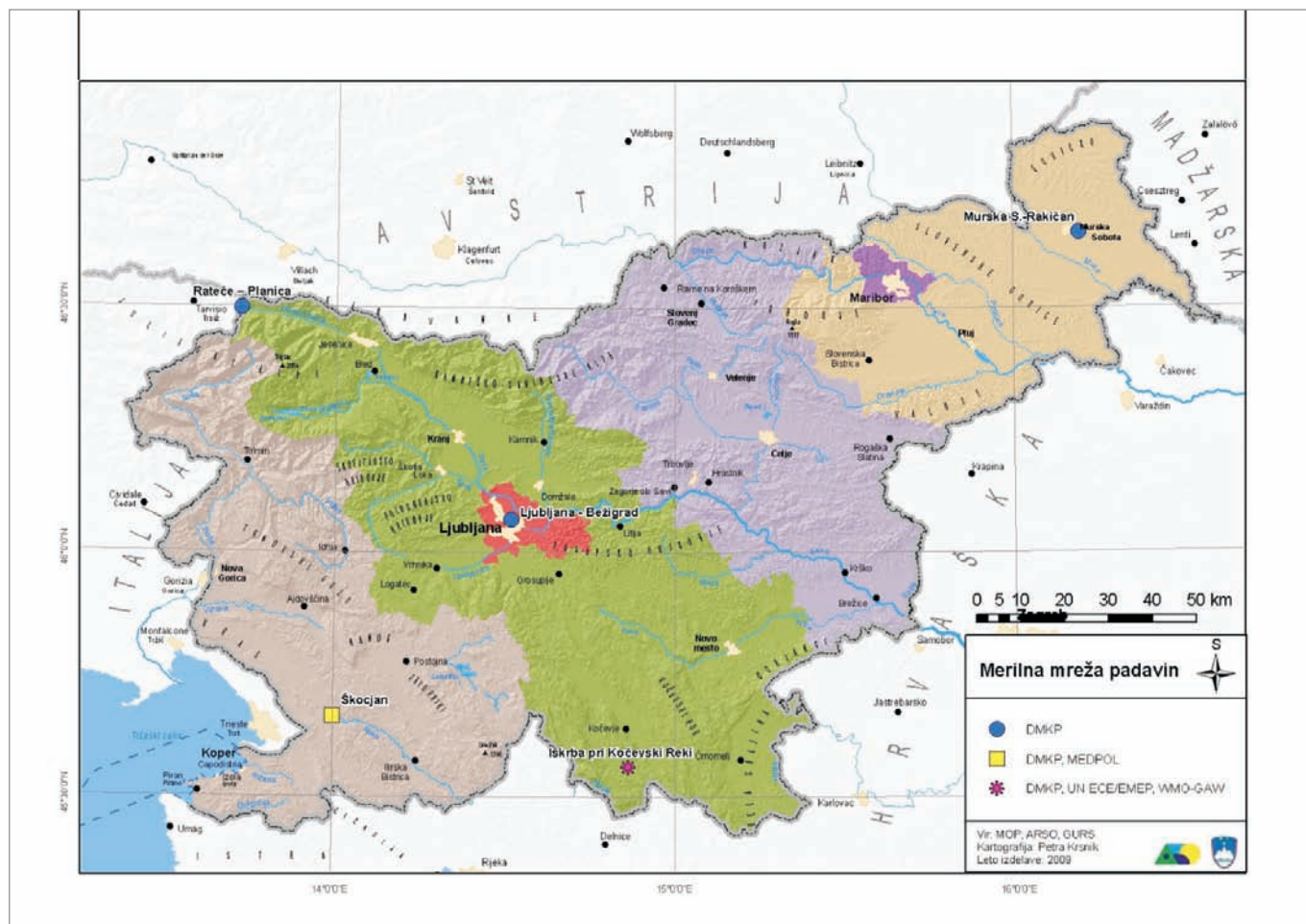
V tabeli 5.1.(1) je podan opis merilnih mest za meritve kakovosti padavin v letu 2009, ki delujejo v okviru DMKP. Štiri merilna mesta so v relativno čistem, podeželskem okolju (Iskrba pri Kočevski Reki, Rakičan pri Murski Soboti, Rateče–Planica, Škocjan), v urbanem območju pa je le merilno mesto Ljubljana-Bežigrad. Iz slike 5.1. (1) je razvidna prostorska razporeditev merilnih mest v okviru osnovne merilne mreže.

Merilno mesto Iskrba pri Kočevski Reki (v nadaljevanju Iskrba) 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 MED-POL 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 vplivnih območjih termoelektrarn Šoštanj (TEŠ), Trbovlje (TET), Ljubljana (TE-TOL, JPE Ljubljana) in Brestanica (TEB).

Tabela 5.1. (I): Opis merilnih mest osnovne merilne mreže za meritve kakovosti padavin v letu 2009

Merilno mesto	NV (m)	GKK _x	GKK _y
DMKP			
Iskrba pri Kočevski Reki	540	5046323	5489292
Ljubljana-Bežigrad	299	5102490	5462673
Murska S.-Rakičan	188	5168196	5591591
Rateče – Planica	864	5151142	5401574
Škocjan	420	5058228	5421892
EIS-TEŠ			
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
EIS-TET			
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
TE-TO Ljubljana			
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 DMKP za meritve kakovosti padavin v letu 2009



Padavinski vzorčevalniki na merilnem mestu Iskrba pri Kočevski Reki (foto: Marijana Murovec)

5.2. Merilne metode in kakovost meritev

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

5.2.1. Državna merilna mreža DMKP

V skladu z Zakonom o varstvu okolja in podrejenimi predpisi v okviru celotne državne merilne mreže DMKP izvajamo dnevna vzorčenja padavin za določitev pH, električne prevodnosti in osnovnih kationov ter anionov, ki so predvsem merilo za zakisljevanje in evtrofikacijo.

V skladu z Uredbo o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in PAH v zunanjem zraku, (Ur.l. RS, št.: 56/2006) in v skladu z mednarodno Konvencijo o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja na merilnem mestu Iskrba izvajamo še vzorčenja padavin za določitev težkih kovin (arzen, baker, kadmij, krom, nikelj in svinec), celokupnega Hg, in PAH.

Meritve vrednosti pH, električne prevodnosti in osnovnih ionov v padavinah

Na vseh merilnih mestih DMKP potekajo dnevna vzorčenja 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 navedene parametre, z izjemo določitev mase padavin, tudi akreditiran.

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 ₃ ⁻	mg / L	IC	SIST EN ISO 10304-1	0.008
Klorid	Cl ⁻	mg / L	IC	SIST EN ISO 10304-1	0.014
Sulfat	SO ₄ ²⁻	mg / L	IC	SIST EN ISO 10304-1	0.028
Amonij	NH ₄ ⁺	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0.015
Natrij	Na ⁺	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0.016
Kalij	K ⁺	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0.007
Kalcij	Ca ²⁺	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0.016
Magnezij	Mg ²⁺	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911	0.006

Legenda:

GRAV – gravimetrija

EL – elektrometrija

IC – ionska kromatografija

Meritve težkih kovin, Hg in PAH v padavinah

Določitve težkih kovin, Hg in PAH v padavinah izvajamo le v vzorcih padavin z merilnega mesta

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

Parametri	Način vzorčenja	Tip vzorčevalnika	Vrsta vzorca za analizo
Težke kovine	Bulk – suhe in mokre usedline	*Eigenbrodt NSA 181/S	tedenski
Hg*	Wet – only le mokre usedline	Eigenbrodt NSA 181/S	14 dnevni
PAH	Bulk – suhe in mokre usedline	*Eigenbrodt NSA 181/S,	tedenski

* prilagojen za bulk vzorčenje

Nabor parametrov, merilni principi, merilne metode in laboratorijske meje detekcije so podane v tabelah 5.2.1.(3) in 5.2.1.(4). Pripravo opreme in analize razen za določitve živega srebra v padavinah izvaja KAL, ki je za navedene parametre z izjemo za določitev mase padavin in PAH tudi akreditiran.

Pripravo opreme za vzorčenje ter analize celotnega živega srebra v padavinah izvaja 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 ISO 17294-2	0.02
Svinec	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO 17294-2	0.1
Baker	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO 17294-2	0.3
Cink	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO 17294-2	1
Arzen	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO 17294-2	0.1
Krom	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO 17294-2	0.3
Nikelj	µg/L	ICP-MS	SIST EN ISO 17294-2	0.3
Živo srebro	ng/L	AAS	INTERNA METODA IJS, povzeta po US EPA 1631 in EMEP	0.5

Legenda:

GRAV – gravimetrija,
ICP-MS – ionsko sklopljena plazma – masna sprektrometrija
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://tarantula.nilu.no/>.

Vodila, cilji zagotavljanja kakovosti in standardni operativni postopki 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: <ftp://ftp.wmo.int/>.

Navedene kriterije zagotavljanja kakovosti uporabljamo v celotni mreži DMKP.

5.2.2. Merilne mreže na območjih termoelektrarn

Na vplivnih območjih termoelektrarn Šoštanj (TEŠ), Trbovlje (TET), Ljubljana (TE-TOL, JPE Ljubljana) in Brestanica (TEB), spremlja Elektroinštitut Milan Vidmar kakovost padavin in koncentracijo prašnih usedlin na merilnih mestih, ki delujejo kot stalne postaje v okviru imisijskih monitoringov posameznih termoelektrarn. Na merilnih mestih zbira Elektroinštitut Milan Vidmar vzorce padavin in jih analizira v kemijskem laboratoriju Elektroinštituta Milan Vidmar po metodologiji, ki jo določa svetovna meteorološka organizacija. Vzorčenje mesečnih vzorcev padavin in prašnih usedlin poteka z zbiralniki tipa Bergerhoff. Za prašne usedline so bile predpisane mejne vrednosti po prejšnji zakonodaji, v sedanjih uredbah pa ni predpisanih omejitev, zato rezultatov teh meritev ne objavljamo.

5.3. Rezultati meritev

V nadaljevanju ločeno podajamo rezultate meritev za merilno mrežo DMKP in za merilne mreže EIS TEŠ, EISTET 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 2009. Navedeni parametri so izmerjeni v dnevni (Iskrba, Ljubljana) oziroma tedenskih (združeni dnevni - Rakičan, Rateče in Škocjan) vzorcih.

Opomba: Vse podatke v zvezi z merilno postajo Rateče podajamo zgolj kot orientacijske vrednosti, saj smo zaradi nepravilnega delovanja vzorčevalnika v primerjavi z meteorološkimi podatki zajeli 21% manj padavin. Podatki za to postajo so natisnjeni v poševnem tisku.

Tabela 5.3.1.1.(1): pH vrednost, električna prevodnost in koncentracije osnovnih ionov v padavinah v letu 2009 – statistične veličine

Merilno mesto		El. prev. pri 25°C (µS/cm)	Koncentracija ionov (mg/l)								
			pH	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Iskrba	povp.	12	4,93	0,362	1,28	1,22	0,531	0,322	0,055	0,283	0,038
	min.	3	4,16	0,024	0,049	0,137	0,017	0,008	0,003	0,008	0,004
	maks.	43	6,50	3,76	19,5	12,1	16,7	3,68	0,980	7,28	2,37
	st. d.	7	0,51	0,564	2,45	1,82	2,19	0,574	0,108	0,771	0,214
Ljubljana-Bežigrad	povp.	10	5,07	0,463	1,294	1,127	0,367	0,321	0,057	0,201	0,027
	min.	3	4,47	0,080	0,287	0,176	0,007	0,049	0,007	0,008	0,004
	maks.	49	6,29	3,80	18,7	9,95	6,526	4,03	0,540	3,69	0,658
	st. d.	8	0,42	0,710	2,23	1,61	0,966	0,640	0,093	0,566	0,095
Rakičan pri Murski Soboti	povp.	10	5,05	0,598	1,396	1,251	0,164	0,271	0,035	0,059	0,032
	min.	5	4,12	0,162	0,480	0,304	0,032	0,035	0,003	0,008	0,004
	maks.	47	6,23	3,022	9,35	6,34	11,1	1,39	0,220	0,616	0,668
	st. d.	9	0,48	0,639	2,074	1,297	1,629	0,314	0,046	0,136	0,118
Rateče-Planica	povp.	10	5,43	0,381	0,993	0,759	1,036	0,329	0,040	0,680	0,037
	min.	3	4,88	0,152	0,095	0,024	0,032	0,003	0,008	0,004	0,152
	maks.	81	6,38	1,68	4,88	4,29	21,3	2,31	0,224	14,562	0,326
	st. d.	12	0,38	0,384	1,002	0,772	3,081	0,470	0,042	2,136	0,072
Škocjan	povp.	11	5,04	0,396	1,447	1,025	0,518	0,331	0,053	0,294	0,032
	min.	5	4,35	0,081	0,550	0,372	0,066	0,042	0,003	0,008	0,004
	maks.	46	6,32	3,95	9,22	5,84	1,84	3,67	0,445	0,806	0,505
	st. d.	9	0,52	0,879	2,15	1,09	0,392	0,695	0,074	0,217	0,094

Tabela 5.3.1.1.(2): Kisle padavine v Sloveniji v letu 2009

Merilno mesto	Vrsta vzorca	Št. vseh vzorcev	Št. vzorcev z izmerjenim pH	Št. vzorcev s pH<5,6	* Vol. delež (%) s pH<5,6	pH _{min}
Iskrba	dnevni	173	105	88	88	4,16
Ljubljana – Bežigrad	dnevni	146	100	87	87	4,12
Rakičan pri Murski Soboti	tedenski	45	37	28	76	4,12
Rateče – Planica	tedenski	42	46	26	62	4,88
Škocjan	tedenski	45	39	29	74	4,35

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

Največ padavin v letu 2009 je padlo na merilni postaji Rateče (več kot 1414 mm), sledita merilni mesti Ljubljana s 1271 mm in Iskrba s 1233 mm padavin. Nekoliko manj padavin smo zabeležili na merilnem mestu Škocjan (1177 mm) in najmanj na merilnem mestu Rakičan (888 mm). Na vseh merilnih mestih razen Rakičana, so bile kumulativne letne depozicije tako vodikovih ionov, žvepla sulfatnega izvora kot tudi dušika nitratnega izvora nekoliko nižje kot v letu 2008, med tem ko so bile vrednosti navedenih parametrov na merilnem mestu Rakičan nekoliko višje.

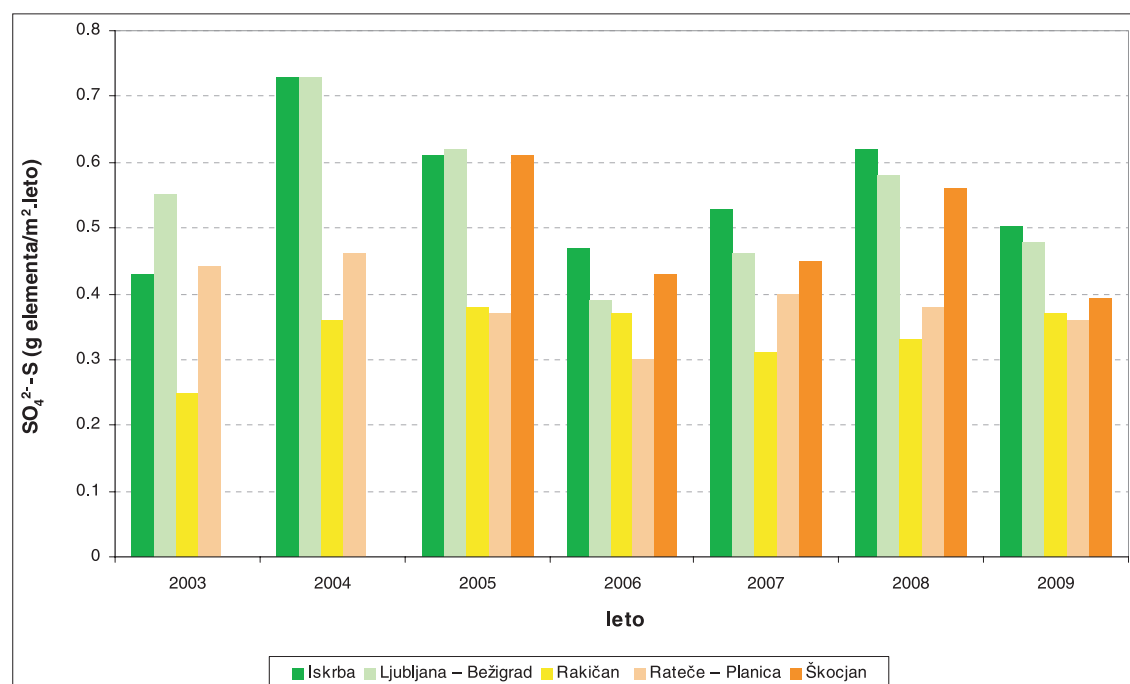
V letu 2009 smo zabeležili največji delež vzorcev padavin s pH vrednostjo pod 5,6 na merilnih mestih Iskrba (88 %) in Ljubljana (87 %), sledita merilni mesti

Rakičan pri Murski Soboti (76 %) in Škocjan (74 %), kot navadno pa je delež takih padavin najmanjši (62 %) v Ratečah (Tabela 5.3.1.1.(2)). Najnižjo povprečno letno pH vrednost dnevnih vzorcev padavin smo izmerili v padavinah z Iskrbe (4,9), za spoznanje višjo pH vrednost pa v vzorcih iz Ljubljane (5,1). Med tedenskimi vzorci padavin smo najnižjo povprečno letno pH vrednost izmerili v padavinah z merilnega mesta Škocjan (5,0) za spoznanje višjo pa v padavinah z merilnega mesta Rakičan (5,1). Kot navadno so bile najmanj kisle tedenske padavine s pH vrednostjo 5,4 z Rateč, kar je posledica geološke sestave kamnin, ki so pretežno apnenčastega izvora (pojav abrazije), vendar podatke za to postajo objavljamo le kot orientacijske vrednosti.

Tabela 5.3.1.1.(3): Kumulativna letna mokra depozicija ionov v letu 2009

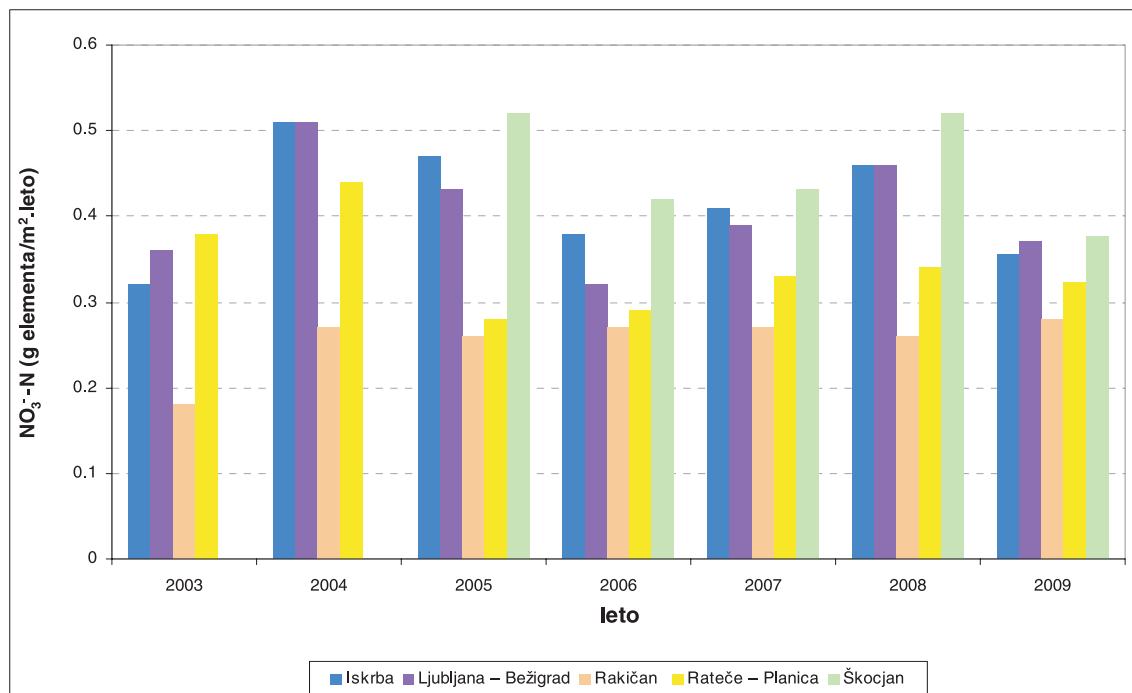
Merilno mesto	Količina padavin (mm/leto)	Kumulativna depozicija (g/m ² ·leto)								
		* H ⁺	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Iskrba	1233	14.7 · 10 ⁻³	0,347	0,355	0,503	0,655	0,397	0,068	0,350	0,046
Ljubljana – Bežigrad	1271	10.9 · 10 ⁻³	0,458	0,372	0,479	0,467	0,408	0,072	0,255	0,035
Rakičan pri Murski Soboti	888	7.9 · 10 ⁻³	0,412	0,280	0,370	0,146	0,240	0,031	0,053	0,029
Rateče - Planica	1414	5.2 · 10 ⁻³	0,416	0,316	0,357	1,457	0,463	0,056	0,957	0,052
Škocjan	1177	10.5 · 10 ⁻³	0,355	0,377	0,394	0,597	0,381	0,061	0,338	0,037

* Depozicija H⁺ je izračunana iz izmerjene vrednosti pH.



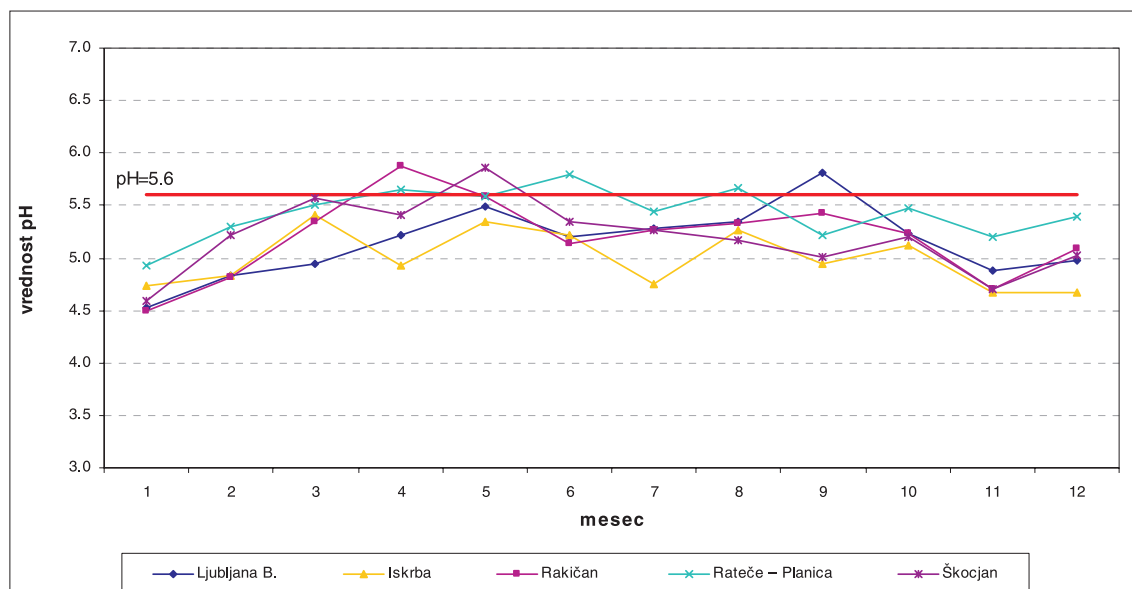
Slika 5.3.1.1.(1): Kumulativna letna mokra depozicija žvepla sulfatnega izvora v padavinah v letih 2003-2009

* Depozicija H⁺ je izračunana iz izmerjene vrednosti pH.

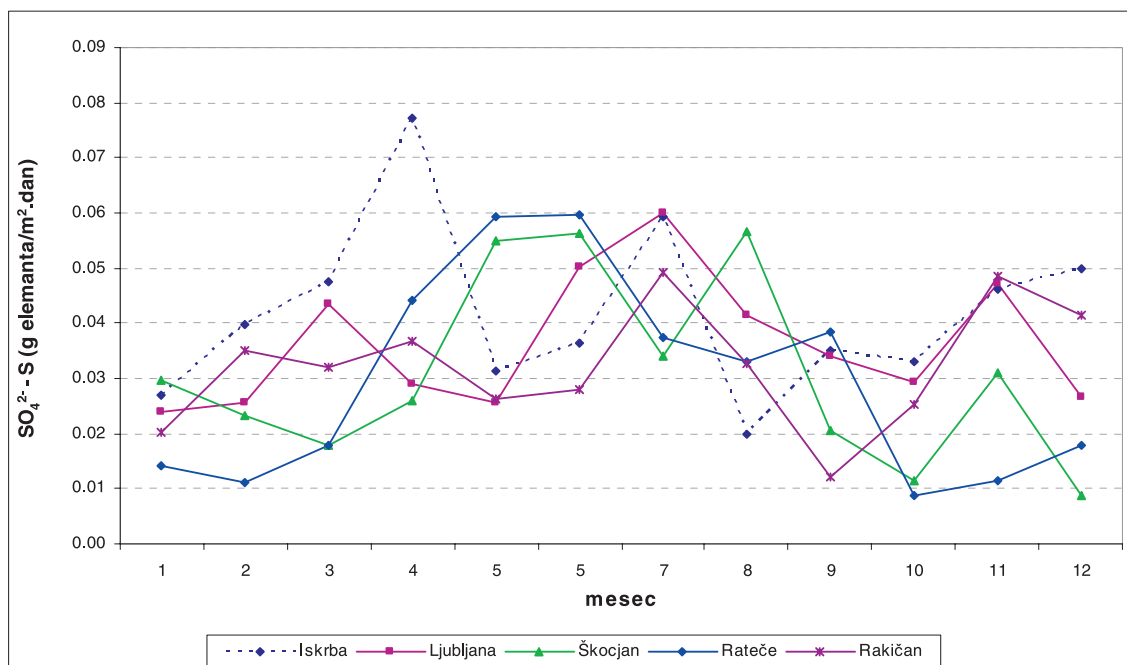


Slika 5.3.1.1.(2):
Kumulativna letna mokra depozicija dušika nitratnega izvora v padavinah v letih 2003-2009

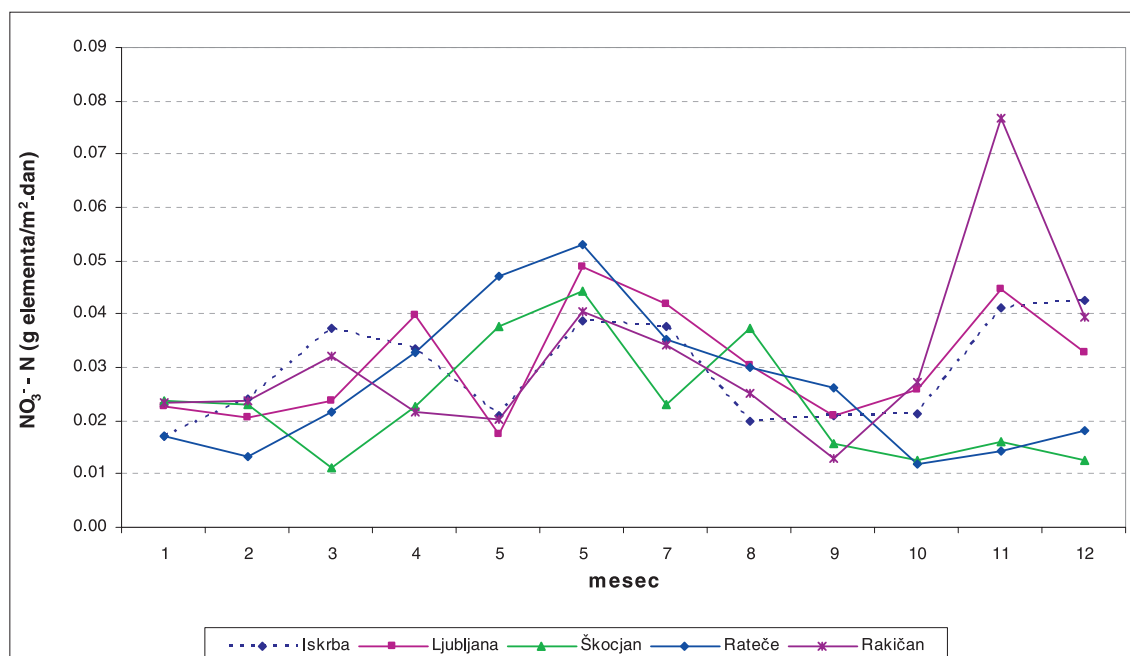
Opomba: Z meritvami mokrih depozicij v Škocjanu smo pričeli šele konec avgusta leta 2004.



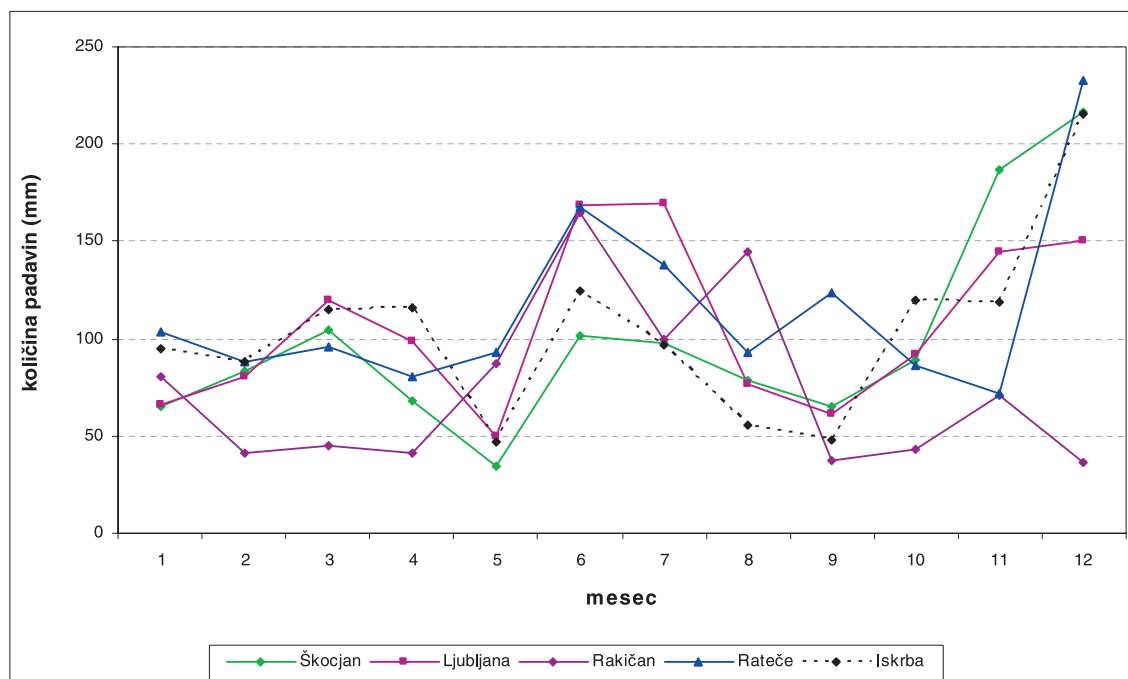
Slika 5.3.1.1.(3):
Povprečne mesečne pH vrednosti padavin v letu 2009



Slika 5.3.1.1.(4): Povprečne mesečne depozicije žvepla sulfatnega izvora v padavinah v letu 2009



Slika 5.3.1.1.(5): Povprečne mesečne depozicije dušika nitratnega izvora v padavinah v letu 2009



Slika 5.3.1.1.(6): Kumulativne mesečne količine padavin v letu 2009 (podatki ekoloških vzorčevalnikov)

Opomba: Kumulativne mesečne količine padavin so izračunane iz podatkov ekoloških vzorčevalnikov (Iskrba in Ljubljana dnevni, Rakičan, Rateče in Škocjan pa tedenski intervali vzorčenja)

Pomembna podatka o obremenitvi okolja s škodljivimi snovmi sta predvsem usedanje žvepla in dušika. Oba prispevata k zakisljevanju, presežek dušika pa tudi k eutrofikaciji. Količinsko ugotavljamo del te usedline, tako imenovano mokro depozicijo, z meritvami kemijske sestave padavin.

Kumulativna letna depozicija žvepla sulfatnega izvora na Iskrbi in v Ljubljani je dosegla približno $0,5 \text{ g/m}^2$ leto, v Škocjanu, Rakičanu in Ratečah pa približno $0,4 \text{ g/m}^2$.leto. Depozicije dušika nitratnega izvora pa so bile najvišje v Ljubljani, Škocjanu in na Iskrbi (približno $0,4 \text{ g/m}^2$.leto), nekoliko nižje pa v Ratečah in Rakičanu (približno $0,3 \text{ g/m}^2$.leto). V splošnem pa je mokra depozicija žvepla sulfatnega izvora na vseh merilnih mestih razen Rakičana nekoliko nižja kot v preteklem letu, enako pa velja tudi za depozicijo dušika nitratnega izvora in vseh ostalih ionov, ki smo jo določali.

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 $0.3-0.8 \text{ g/m}^2$ na leto (za granitno, gnajnsno in silikatno podlago) oziroma $1.6-3.2 \text{ g/m}^2$ na leto (za bazaltno in apnenčasto podlago), za dušik pa je kritična obremenitev za večino ekosistemov $0.3-1.5 \text{ g/m}^2$.leto. Kritična obremenitev je definirana kot »kvantitativna ocena za izpostavljenost ekosistema eni ali več škodljivim snovem v zraku, ki jo po dosedanjih spoznanjih izbrani občutljivi element v okolju še prenese brez škodljivih učinkov«. Zgoraj navedene vrednosti kritičnih obremenitev veljajo za določen tip ekosistema v neurbanem okolju in zato je primerjava z izmerjenimi vrednostmi usedline iz zraka na bolj podeželskih merilnih lokacijah v Sloveniji lahko le orientacijska.

Glede koncentracij in depozicij posameznih ionov s padavinami veljajo za merilna mesta naslednje značilnosti. Merilni mesti Iskrba in Škocjan izstopata glede visoke vsebnosti kloridnih in natrijevih ionov, ker sta ti dve merilni mesti najbližje morju in so zato tam v večji meri prisotni morski aerosoli v zraku. Glede koncentracij in depozicij vodikovih in sulfatnih ionov pa nekoliko izstopajo merilna mesta Iskrba, Ljubljana in Škocjan.

Koncentracija ionov v padavinah in njihova depozicija sta v veliki meri odvisni od količine padavin. Depozicija ionov se s količino padavin navadno veča. Koncentracija ionov v padavinah pa s količino padavin upada.

5.3.1.2 Težke kovine, Hg 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 (Hg) in nekaterih PAH v padavinah za leto 2009. Meritve so potekale v okviru osnovne padavinske merilne mreže na merilnem mestu Iskrba in sicer za določitev:

- Težke kovine (arzen, baker, kadmij, krom, nikelj in svinec) in PAH tedensko od 29.12.2008 do 28.12.2009 ter

- Hg v štirinajst dnevni intervalih od 29.12.2008 do 14.12.2009.

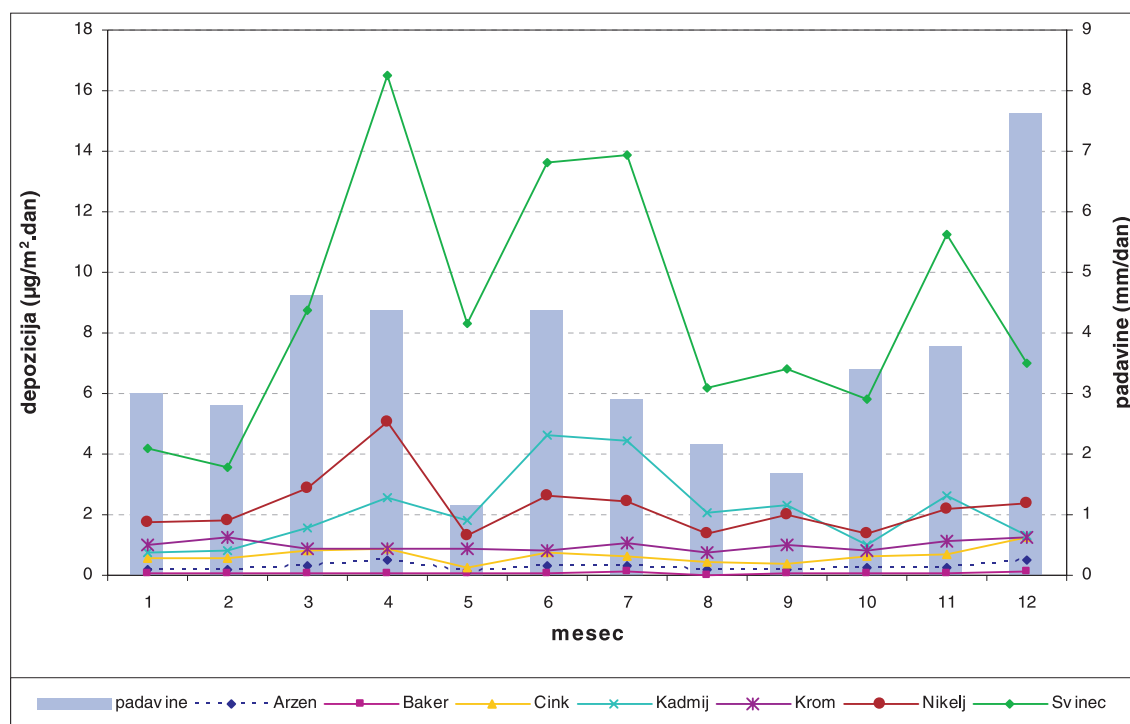
Obdobja za katera podajamo statistične količine depozicij so naslednja:

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

Tabeli 5.3.1.2.(4) in 5.3.1.2.(5) prikazujeta kumulativne depozicije težkih kovin in PAH za zgoraj navedena obdobja merjenja, sliki 5.3.1.2.(1) in 5.3.1.2.(3) 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 za obdobje vzorčenja od 29.12.2008 do 28.12.2009

Težka kovina	Arzen	Baker	Cink	Kadmij	Krom	Nikelj	Svinec
Celotna depozicija (mg/m ² . leto)	0,10	0,80	3,30	0,03	0,24	0,36	0,85



Slika 5.3.1.2.(1): Depozicije težkih kovin v letu 2009 za obdobje od 29.12.2008 do 28.12.2009 (tedensko vzorčenje)

Kot je razvidno iz tabele 5.3.1.2.(4) in slike 5.3.1.2.(1) smo na merilnem mestu Iskrba v celotnem obdobju vzorčenja zabeležili daleč najvišje depozicije cinka, ki so bile najvišje v septembru ($10,5 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$). Sledili sta depoziciji bakra in svinca (največ do $2,50 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$), še nižje pa so bile celotne depozicije niklja, kroma in arzena, najnižje pa depozicije kadmija. Nihanja v depozicijah so bila sorazmerna s količino padavin v posameznih obdobjih vzorčenja.

Koncentracija celokupnega živega srebra v padavinah je imela v vzorčevalnem obdobju (tabela 5.3.1.2.(6) v prilogi) najnižjo vrednostjo $2,0 \mu\text{g}/\text{L}$. Najvišjo koncentracijo $15,1 \mu\text{g}/\text{L}$ smo izmerili med 10.8. in 24.8.2009. Povprečna koncentracija celokupnega Hg v vzorcih padavin je bila $6,8 \mu\text{g}/\text{L}$, torej nekoliko višja kot v letu 2008 ($4,8 \mu\text{g}/\text{L}$).

Depozicija celokupnega Hg je bila med $0,79$ in $54,1 \text{ ng}/\text{m}^2.\text{dan}$, kar je nekoliko nižja, kot povprečna lansko-letna vrednost ($21,2 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$). Najnižja vrednost depozicije je bila izmerjena v obdobju od 19.10. do 2.11.2009. Povprečna depozicija celokupnega Hg je znašala $17,6 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$.

Če primerjamo koncentracije celokupnega Hg v padavinah, vidimo, da so koncentracije, izmerjene na Iskrbi, primerljive s koncentracijami na neonesnaženih področjih. V letu 1999 so bile v okolici Šoštanja, ob Velenjskem jezeru, izmerjene

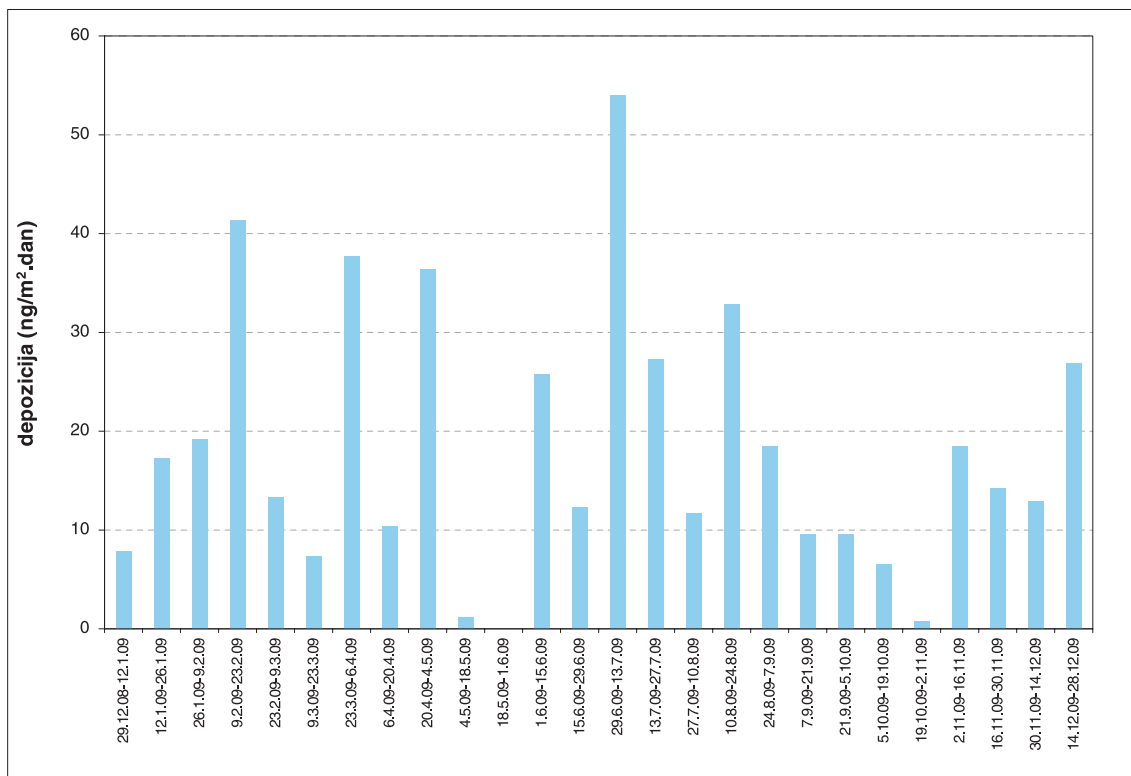
koncentracije celokupnega Hg v padavinah, zbranim med poletno nevihto, med 6 in $11 \text{ ng}/\text{L}$. Spomladi (april, maj), leta 2008 smo v okolici Ljubljane (Brinje) izmerili podobne koncentracije Hg v padavinah ($2,4$ do $7,6 \mu\text{g}/\text{L}$) (IJS DP-9936).

Zaključimo lahko, da so koncentracije celokupnega Hg v padavinah, zbranih na Iskrbi, povsem primerljive z drugimi neonesnaženimi področji v Sloveniji.

Podobno kot za koncentracije Hg v padavinah velja tudi za izračunano depozicijo celokupnega Hg. Depozicija je bila primerljiva z depozicijo Hg, merjeno v okolici Šoštanja ($2,4$ do $79,0 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$) ter nekoliko nižja kot v Idriji (11 do $84 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$).

Višje koncentracije Hg se v padavinah pojavljajo po daljšem suhem obdobju in v prvih urah deževja. Ko je ozračje že dobro izprano, navadno koncentracija Hg v padavinah pade. Seveda je tudi koncentracija Hg v padavinah odvisna od gibanja zračnih mas. Podobne vrednosti so bile izračunane drugod po svetu v neonesnaženih predelih Švedske (Johanson et al., 1991) in Kanade, ter nižja kot jo poročajo za onesnažene predele ZDA (Henry et al., 1995).

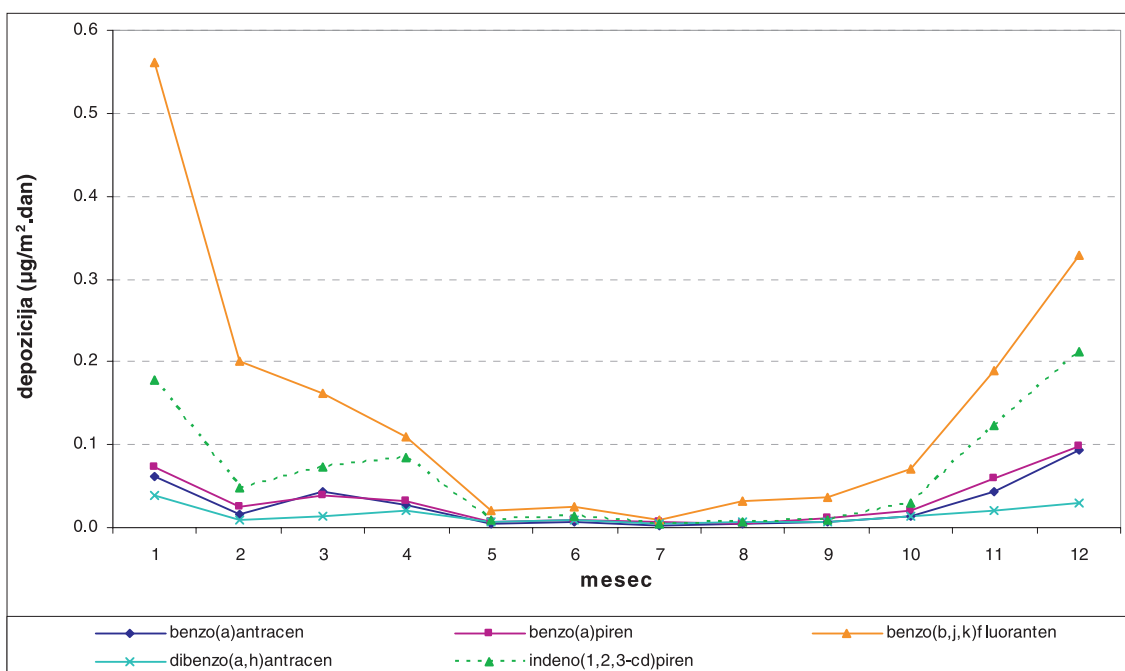
V obdobju od 29. 12. 2008 do 14. 12. 2009 je bila izmerjena komulativna mokra depozicija živega srebra na Iskrbi $0,33 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{leto}$.



Slika 5.3.1.2.(2): Depozicija celokupnega Hg v padavinah v letu 2009 na Iskrbi

Tabela 5.3.1.2(5): Kumulativna celotna depozicija nekaterih PAH za obdobje vzorčenja od 28.12.2008 do 28.12.2009

	benzo(a) antracen	benzo(a) piren	benzo(b,j,k) fluoranten	dibenzo(a,h) antracen	Indeno (1,2,3 cd) piren
Kumulativna depozicija (µg/m²·dan)	0,031	0,036	0,164	0,017	0,075



Slika 5.3.1.2.(3): Depozicije nekaterih PAH v letu 2009

Iz tabele 5.3.1.2.(6) in slike 5.3.1.2.(3) je razvidno, da so bile višje depozicije nekaterih PAH zabeležene predvsem v zimskih mesecih od januarja do marca ter v novembru in decembru. Izstopali so visokomolekularni benzofluoranteni 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) predvsem posledica samih meteoroloških razmer ter lokalnih in regionalnih emisij.

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

Kot smo že omenili, ne objavljamo več rezultatov meritev prašnih usedlin, ki jih izvaja Inštitut Milan Vidmar, ker nova zakonodaja ne predvideva teh meritev. Rezultati meritev sicer kažejo, da se raven prašnih usedlin v zadnjih letih ne spreminja.

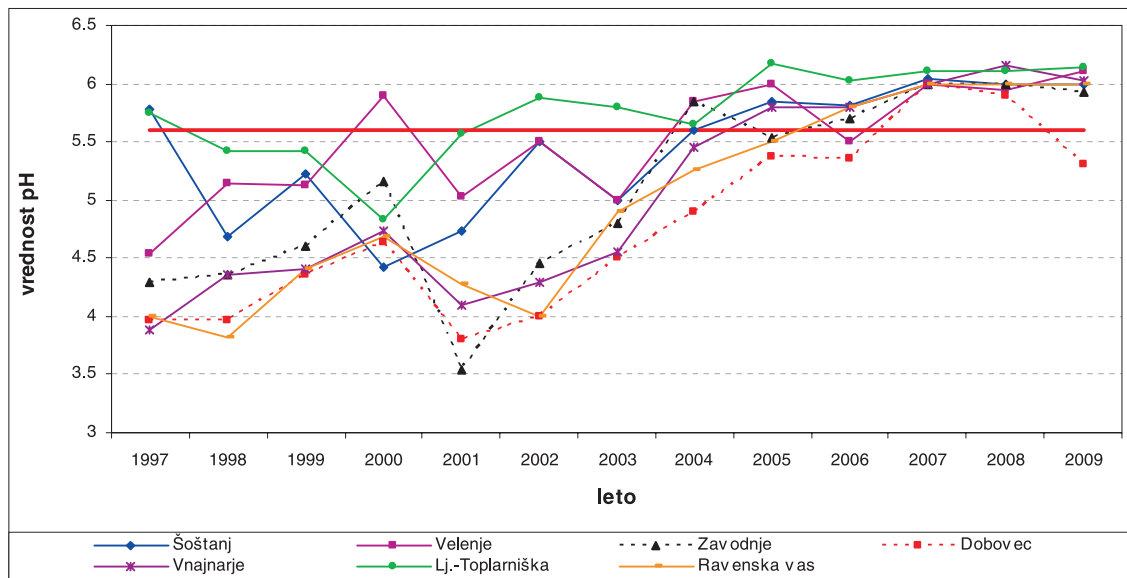
Glavne ugotovitve iz rezultatov meritev kakovosti padavin za leto 2009 pa so:

- Kislost padavin v letu 2009 je primerljiva s kislostjo padavin v letu 2008.
- Depozicija žvepla na območju termoelektrarn je bila na ravni leta 2008.

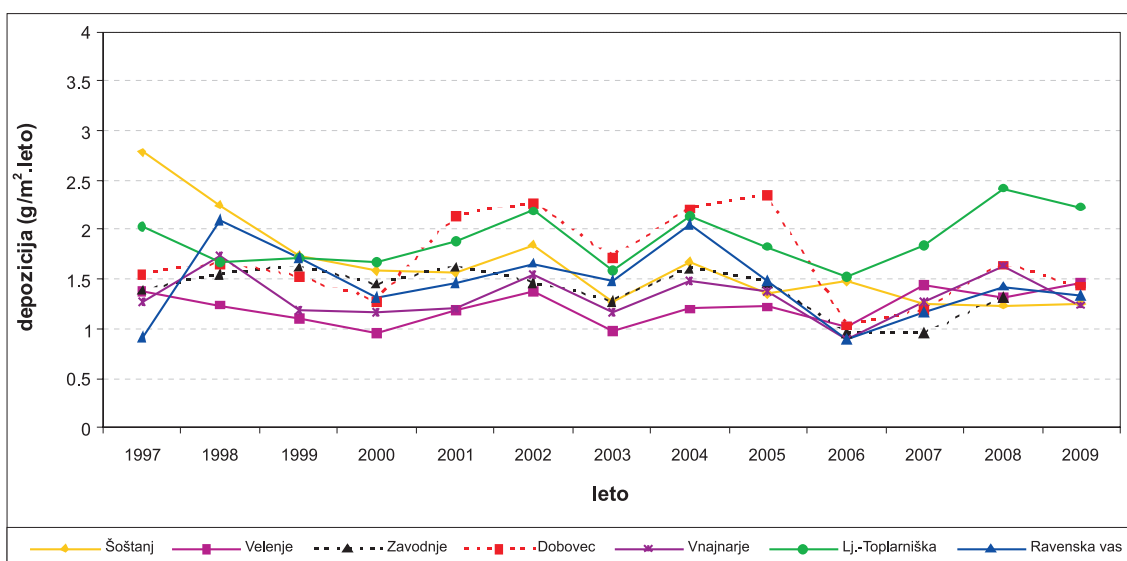
Tabela 5.3.2.(I): Koncentracije ionov v padavinah in kumulativna depozicija v letu 2009

postaja	kol. pad.	koncentracija ionov mg/l						kumulativna depozicija g elementa/m ² .leto					
		(mm)	pH	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	**HCO ₃ ⁻	*H ⁺	Ca ²⁺	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S
EIS-TEŠ													
Šoštanj	1293,7	6,57	2,61	0,21	3,86	8,77	0,13	3,50E-04	3,37	0,21	0,14	1,26	10,25
Topolšica	1175,4	6,28	1,66	0,25	3,65	8,90	0,09	6,17E-04	1,95	0,23	0,10	1,31	6,10
Zavodnje	1407,8	6,61	1,39	0,55	2,51	9,37	0,09	3,43E-04	1,95	0,60	0,11	1,21	8,14
Graška gora	1098,2	6,42	2,15	0,04	2,81	7,10	0,12	4,14E-04	2,36	0,03	0,08	1,35	8,32
Velenje	1180,3	6,77	1,53	0,36	3,04	6,42	0,23	2,02E-04	1,80	0,33	0,09	1,46	16,55
Veliki vrh	1255,9	6,60	2,41	0,63	1,89	7,05	0,15	3,19E-04	3,02	0,62	0,06	1,30	11,70
Škale	1249,8	6,44	1,70	0,21	2,93	7,58	0,09	4,54E-04	2,12	0,20	0,10	1,41	6,93
Pesje	1204,2	6,42	1,70	0,26	1,46	7,92	0,09	4,61E-04	2,05	0,25	0,05	1,09	6,95
Stara vas	1235,0	6,38	1,93	0,28	2,55	9,15	0,12	5,09E-04	2,38	0,27	0,09	1,27	9,03
EIS-TET													
Kovk	1165,9	6,20	1,59	0,40	1,70	13,57	0,12	7,29E-04	1,85	0,36	0,05	1,51	8,27
Dobovec	1214,0	6,12	1,53	0,44	1,67	10,40	0,10	9,24E-04	1,85	0,41	0,05	1,43	7,33
Kum	1232,3	6,05	1,86	0,28	2,64	12,04	0,13	1,11E-03	2,29	0,26	0,08	1,26	10,07
Ravenska vas	1201,7	6,40	1,30	0,34	1,92	15,79	0,11	4,80E-04	1,56	0,32	0,05	1,33	7,82
Lakonca	1144,3	6,38	2,76	0,18	1,72	14,07	0,17	4,76E-04	3,15	0,16	0,05	1,53	11,99
Prapretno	1209,1	6,17	3,33	0,14	3,83	14,40	0,20	8,14E-04	4,02	0,14	0,11	1,41	14,74
TE-TO Ljubljana													
Vnajnarje	1061,5	6,44	2,60	0,36	2,74	12,00	0,17	3,81E-04	2,76	0,30	0,06	1,24	10,74
Deponija	1290,6	6,24	2,54	0,93	3,67	9,77	0,60	7,34E-04	3,27	0,93	0,12	1,81	47,22
Partizanska	1417,4	6,39	3,09	0,51	3,97	9,53	0,18	5,73E-04	4,38	0,57	0,16	2,05	15,75
Toplarniška	1360,9	6,46	2,47	0,53	2,26	12,23	0,17	4,68E-04	3,37	0,56	0,09	2,23	14,08
JP Energetika	1345,2	6,49	2,44	0,38	2,65	10,97	0,16	4,32E-04	3,29	0,39	0,10	1,82	13,28
EIMV	1369,7	6,29	2,25	0,33	2,09	15,19	0,14	7,03E-04	3,08	0,35	0,07	2,06	11,58

Opombe: * Izračunano iz izmerjenih pH vrednosti
 ** šibke kisline (alkalitet), izražene kot HCO₃⁻



Slika 5.3.2.(1): Minimalna mesečna pH vrednost padavin v letih 1997-2009



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

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

6



6. VPLIV ONESNAŽENEGA ZRAKA NA ZDRAVJE LJUDI

Najpomembnejši javno – zdravstveni problem v razvitih državah na področju okolja in zdravja je vpliv onesnaženega zraka na zdravje. V praksi je nemogoče doseči takšno kakovost zraka, ki bi stalno ustrezala predpisanim vrednostim.

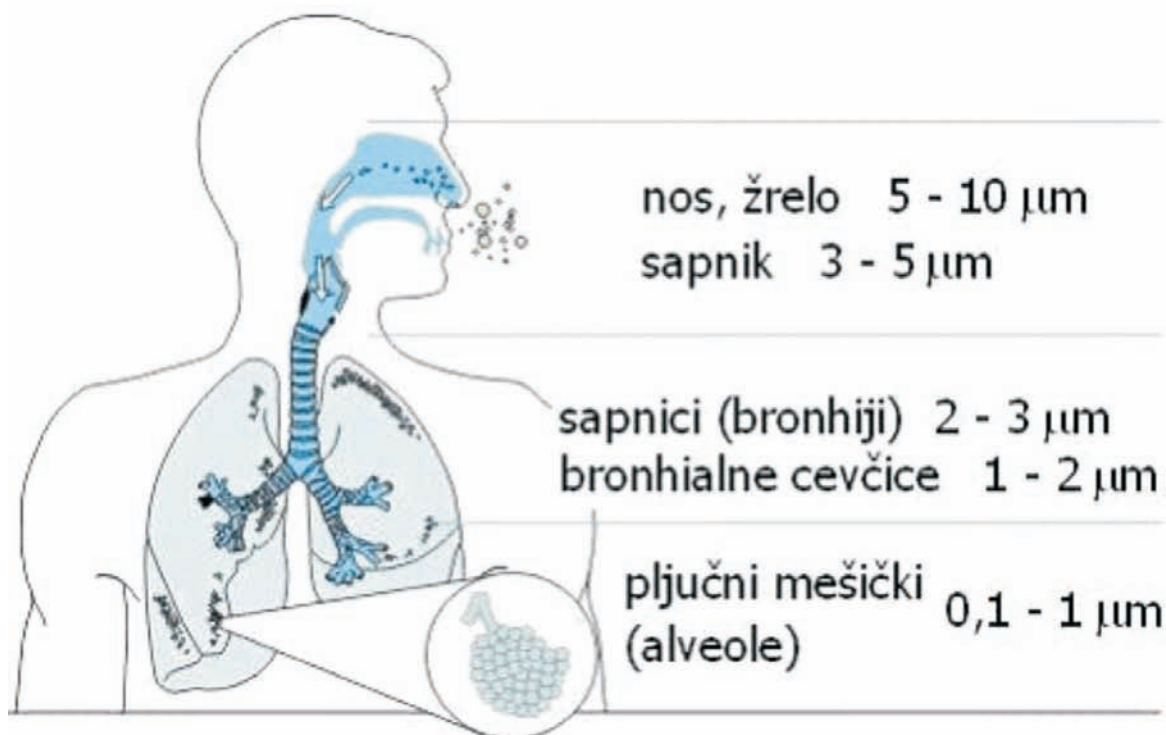
Onesnaženemu zraku – dejavniku tveganja za nastanek bolezni - je stalno ali občasno izpostavljen vsak prebivalec velikih mest Evrope. V Evropi je cca 90 % mestnega prebivalstva izpostavljena prekomernim koncentracijam delcev, NO₂, O₃ in benzena.

Ocenjuje se, da v Evropi od 40.000 – 130.000 ljudi na leto umre za posledicami izpostavljenosti onesnaženemu zraku, katerega vzrok je promet. V

Franciji, Švici in Avstriji so ugotovili, da lahko 6 % vseh smrti na leto pripišejo izpostavljenosti onesnaženemu zraku, kar je dvakrat več kot število žrtev prometnih nesreč. Ocene o številu umrlih in obolelih za posledicami izpostavljenosti onesnaženemu zraku so podcenjene saj le-te temeljijo na rezultatih študij, v katerih so preučevali le kratkotrajne učinke onesnaženja. Številke so še večje (37).

Onesnažen zrak še nadalje ogroža zdravje Evropejcev ne glede na že sprejete strožje emisijske standarde, boljši sistem spremljanja kakovosti zraka in zmanjšanju onesnaženja zraka z nekaterimi klasični onesnaževalci.

6.1. Delci PM_{10} in $PM_{2,5}$



Slika 6.1.(1): Potovanje delcev v dihalih

Vstopno mesto delcev so dihalna in sicer pljuča. Na mestu stika s sluznico dihal povzročijo lokalno vnetno reakcijo. V sklopu le-te pride do kopičenja belih krvnih celic in sinteze vnetnih mediatorjev. Posledica je poškodba sluznice in poškodba obrambnega mehanizma dihal. Manjši ko so delci, globlje prodrejo v dihalne poti. Delci večji od 10 μm se ustavijo v zgornjih dihalnih poteh (nos, obnosne votline), manjši od 10 μm pa potujejo v spodnje dihalne poti. Delci manjši od 2,5 μm prodrejo globoko v dihalne poti. Vnetna reakcija na mestu vstopa (pljuča), lahko dodatno poslabša obstoječo bolezen dihal.

Delci manjši od 10 μm – PM_{10}

V zadnjem desetletju se večina raziskav, v katerih se ukvarjajo s problematiko zraka in zdravja, usmerja v iskanje povezave med izpostavljenostjo prebivalcev delcem manjšim od 10 μm (PM_{10}) in v zadnjih letih

predvsem delcem manjšim od 2,5 μm ($PM_{2,5}$), ki prodrejo globoko v pljuča – pljučne mešičke.

O nastanku in sestavi delcev navajamo samo nekaj dejstev, saj je poglobljeno znanje o tem predmet drugih strok.

Sestava delcev:

- v veliki večini delcev je glavna komponenta ogljik, na tega pa se lahko vežejo številne primesi;
- kovine (železo, baker) – poškodujejo dedni material, povzročijo vnetje;
- organska topila – poškodujejo dedni material, rakotvorna;
- reaktivni plini – (ozon) – poškodbe tkiva (38).

Velikost delcev in vplivi na zdravje

Sposobnost delcev, da povzročijo oksidativni stres in vnetno reakcijo (nastanek citokinov, maščobno peroksidacijo), je odvisna od velikosti delcev. Delci manjši od 2,5 μm so bolj toksični.

Manjši delci v večji meri povzročajo nastanek vnetnih reakcij v ostalih delih telesa. Poizkusi na živalih kažejo, da manjši delci ne povzročajo pomembnih vnetnih reakcij na vstopu v pljučih, ampak delujejo predvsem sistemsko (sistemsko vnetje, povečane koncentracije fibrinogena, nevtrofilija). Vzrok za to je lažji prehod delcev skozi pljučno bariero in lažje potovanje delcev po telesu. Majhni delci lahko vstopajo že preko nasofarinksa in olfaktornega živca v možgane (39).

Če delci vsebujejo težke kovine, je njihova toksičnost še večja. V eni od raziskav so dokazali, da prisotnost cinka v delcih poveča moč vnetja, stopnjo nekroze in preobčutljivosti pljuč (39).

Umrljivost in obolevnost odraslih za boleznimi dihal, srca in ožilja je pogosto opazovana v epidemioloških študijah.

V študiji opravljeni na Norveškem so ugotovili povečano stopnjo umrljivosti pri ljudeh, ki so dolgo živeli v mestih, kjer so koncentracije PM_{10} najvišje. Povezava je bila še posebej močna pri ljudeh z obstoječimi obolenji dihal (KOPB). Predvsem so ogroženi starejši in bolniki z obstoječimi boleznimi dihal. Dolgotrajna izpostavljenost nizkim koncentracijam PM_{10} povzroča povečano stopnjo umrljivosti (40).

Vpliv onesnaženega zraka z delci so preučevali v študiji opravljeni v Dublinu. V študiji so proučevali umrljivost v sedem letnem obdobju pred in sedem letnem obdobju po prepovedi uporabe premoga kot gorivnega sredstva v mestu. Ugotovili so, da se je koncentracija zraka po prepovedi uporabe izboljšala za več kot 70 %. Povprečna letna umrljivost se je za

boleznimi dihal šest let po prepovedi zmanjšala za 15 % in za boleznimi srca in ožilja za 10 % na leto (41).

Dve največji epidemiološki študiji kažeta na povezavo med dolgotrajno izpostavljenostjo delcem in povečano stopnjo umrljivosti za boleznimi dihal ter srca in ožilja (42, 43).

Iz študije, opravljene v 22 evropskih mestih o vplivih PM_{10} na umrljivost za boleznimi pljuč, srca in ožilja, v kateri je sodelovala tudi Ljubljana, je razvidno, da je odnos med koncentracijo delcev in povečano tveganje za umrljivostjo linearen. Pri povprečni letni vrednosti PM_{10} 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se stopnja umrljivosti poveča za dobra 2 % (45).

Iz študij je razvidno, da je učinek PM_{10} na zdravje odvisen od koncentracije in časa izpostavljenosti. Dolgotrajna stalna izpostavljenost ima neprimerno večji vpliv na zdravje kot občasna kratkotrajna izpostavljenost večjim koncentracijam PM_{10} (40).

Iz študij je razvidno, da je odnos med dolgotrajno izpostavljenostjo PM_{10} in povečano stopnjo umrljivosti za boleznimi pljuč ter srca in ožilja linearen. Zato kakršnokoli zmanjšanje delcev v ozračju predstavlja pomembno izboljšanje za zdravje prebivalcev (40).

Delci večajo umrljivost za boleznimi dihal, srca in ožilja, kar je v skladu z mehanizmom delovanja. Življenje v okolju z delci PM_{10} poveča tveganje za umrljivost za boleznimi dihal in boleznimi srca in ožilja, tveganje se poveča za 1,01 za vsakih 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (39).

Ocena stanja v Sloveniji

Slovenija je sodelovala v vseh pomembnih evropskih epidemioloških študijah, ki so raziskovale vpliv dolgotrajne izpostavljenosti delcem PM_{10} na umrljivost in obolevnost odraslih za boleznimi dihal, srca in ožilja (45).

Oceno o ogroženosti zdravja zaradi izpostavljenosti delcem PM_{10} smo opravili v mestih Ljubljana in Celje. V oceni smo določili dodatno letno število prebivalcev, ki umrejo zaradi bolezni dihal, srca in ožilja zaradi dolgotrajne izpostavljenosti trenutni stopnji onesnaženja v primerjavi s stopnjo onesnaženja, ki bo veljala v državah EU leta 2010 (povprečna letna vrednost $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in v primerjavi z željeno stopnjo onesnaženja (povprečna letna vrednost $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (46).

Tabela 6.1.(1): Letno število umrlih zaradi presežene povprečne letne vrednosti PM_{10} (več kot 20 in več kot $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (število umrlih / 100 000 prebivalcev)

	Ljubljana	Celje
$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	66,7	48,6
$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	106,8	76,7

Iz rezultatov je razvidno, da je breme bolezni zaradi onesnaženja zraka s delci PM_{10} v državi veliko.

Tabela 6.1.(2): Ocena letnega števila preprečenih smrti, če bi bila povprečna letna vrednost $PM_{2,5}$ manjša za $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (število umrlih/ 100 000 prebivalcev)

$PM_{2,5}$	Št. umrlih/100.000 prebivalcev Ljubljana	Št. umrlih/100.000 prebivalcev Celje
Koncentracija manjša za $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	20	25

6.2. Ozon

Ozon je najmočnejši oksidant. Povzroča oksidacijo - vezavo na SH skupine aminokislin (encimov, proteinov, peptidov) in oksidacijo polinenasičenih maščobnih kislin v kislinske peroksidge. Deluje na celično membrano – jo uniči in s tem povzroči smrt celice in povzroča vnetno reakcijo - akutno, ki lahko preide v kronično. Uničenje celice in vnetna reakcija je glavni mehanizem delovanja.

Kronična izpostavljenost ozonu povzroča:

- Kronično pljučno bolezen – vodi v propad pljuč
- Trajno zoženje dihalnih poti - Obstrukcija malih dihalnih poti - vnetje

Pomemben podatek je, da že 4-letna izpostavljenost višjim koncentracijam ozona v bivalnem okolju povzroča upad pljučnih funkcij.

Koncentracija ozona $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je tista pri kateri večina ljudi nima težav, vendar to ne velja za astmatike. Študije kažejo, da je pri nastanku astme pomembna koncentracija ozona v zraku in fizična aktivnost. Torej v času povišane koncentracije ozona ljudje naj ne bi bili aktivni.

Sočasno delovanje temperature, ozona in delcev potencira delovanje posameznega dejavnika tveganja.

6.3. Benzen

Benzen je znana rakotvorna snov – sodi v I. skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi (IARC - Lyon). Za snovi v tej skupini velja, da obstaja dovolj dokazov o rakotvornem delovanju za ljudi.

V kolikor bi bil vsak prebivalec mesta Ljubljane izpostavljen daljše časovno obdobje povprečni koncentraciji benzena $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, potem lahko pričakujemo, da bi vsako leto v Ljubljani zbolelo za levkemijo od 4 do 7 prebivalcev (dodatno zboleli) pri katerih bi bil vzrok – življenje v mestu s povprečno letno koncentracijo benzena $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7



»Globoko se zazri v naravo in vse boš bolje razumel.«

(Albert Einstein)



7. METEOROLOŠKE ZNAČILNOSTI LETA 2009

Vremenske razmere so bile, kar se tiče kakovosti zraka, ugodne - v nižinskih krajih je bilo kar 11 mesecev nadpovprečno toplih, v zimskih mesecih je bilo nadpovprečno veliko padavin, v prvi polovici poletja pa so bile pogoste nevihte.

Leto 2009 se uvršča med deset najtoplejših, odkar v Sloveniji merimo temperaturo zraka. Obala si s povprečno temperaturo 14,1 °C deli drugo mesto z leti 1994, 2000 in 2002. V Ljubljani je bila povprečna temperatura 11,7 °C, kar pomeni, da je to peto najtoplejše leto, odkar v prestolnici merimo temperaturo. Povprečna letna temperatura se povsod v nižinskem svetu nedvomno uvršča med deset najvišjih; kljub temu pa rekordna povprečna letna temperatura ni bila dosežena. Večina mesecev v letu 2009 je bila nadpovprečno toplih, najbolj so izstopali april, maj in avgust, na Primorskem in v visokogorju pa tudi september. Glede na dolgoletno povprečje med mesece z opazno višjo temperaturo prav tako spada tudi november. V osrednji Sloveniji in na Dolenjskem je januar nekoliko zaostajal za dolgoletnim povprečjem, v visokogorju so bili hladnejši kot običajno februar, marec, oktober in december.

V letu 2009 so najmanj padavin namerili na Spodnjem Štajerskem (Bizeljsko 861 mm), na Obali (932 mm) in v Prekmurju (989 mm). V delu Zgornjega Posočja so presegli 3000 mm. V primerjavi z dolgoletnim povprečjem je padavin najbolj primanjkovalo na Kočevskem, v Beli krajini in Spodnjem Štajerskem. Za dolgoletnim povprečjem pa so zaostajali tudi na Goriškem, Obali, večjem delu Notranjske, na Dolenjskem in precejšnjem delu Štajerske. Največji presežek glede na dolgoletno povprečje so zabeležili v delu Zgornjega Posočja in v Murski Soboti, kjer je padla dobra petina več padavin kot v povprečju obdobja 1961–1990.

Leto 2009 je bilo bolj sončno kot običajno. Za več kot desetino je bilo dolgoletno povprečje preseženo

v osrednji Sloveniji, delu Štajerske in na Goriškem. Januar je bil na Primorskem nadpovprečno sončen, na Dolenjskem in v Prekmurju pa je sončnega vremena opazno primanjkovalo. Večji primanjkljaj se je predvsem v visokogorju pokazal tudi junija. Na Primorskem je bil največji odmik od običajnih razmer novembra, ko so zabeležili manj kot polovico običajnega trajanja sončnega obsevanja. Decembra je sončnih žarkov primanjkovalo povsod po državi, najbolj pa na Dolenjskem, kjer niso dosegli niti polovice dolgoletnega povprečja. V visokogorju je maja osončenost močno presešla dolgoletno povprečje, opazen presežek pa je bil tudi avgusta. Na kratko preletimo še značilnosti posameznih mesecev v letu 2009. Za primerjavo uporabljamo obdobje 1961–1990, ker takrat posledice naraščanja vsebnosti toplogrednih plinov v ozračju še niso bile tako očitne.

Povprečna mesečna temperatura je bila **januarja** v večjem delu Slovenije pod dolgoletnim povprečjem. Topleje je bilo le na Koroškem, v delu severovzhodne in severozahodne Slovenije ter v skrajnem delu zahodne Slovenije in v jugozahodnem delu države. Januarja so največ padavin, nad 250 mm, zabeležili v delu severozahodne Slovenije. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo povsod po Sloveniji, z izjemo jugozahodne ter dela severozahodne Slovenije. Več sonca kot običajno je bilo le v jugozahodni Sloveniji in Goriških Brdih. Na Kredarici so zabeležili 380 cm snega, kar je tretja največja višina snežne odeje doslej.

Povprečna mesečna temperatura je bila **februarja** v večjem delu Slovenije nad dolgoletnim povprečjem. Največ sonca glede na povprečje, presežek nad 20 %, je bilo v osrednji Sloveniji. Februarja je bilo najmanj padavin (do 50 mm) v delu severovzhodne Slovenije, največ, nad 200 mm, pa so zabeležili v delu severozahodne Slovenije. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo skoraj povsod po Sloveniji, najbolj v skrajni severozahodni Sloveniji in Murski Soboti, kjer je padla več kot 1,4-kratna količina padavin. Na Kredarici so zabeležili 487 cm snega, kar je druga

največja višina snežne odeje. Snega ni bilo na Obali in Goriškem. Še posebej obilna pa je bila snežna odeja v zahodnem delu Julijskih Alp.

Povprečna temperatura **marca** je bila večinoma nad povprečjem, izjema je bilo visokogorje. V nižinskem svetu severozahodne in zahodne Slovenije ter v skrajni severovzhodni Sloveniji je bilo do 1 °C topleje kot običajno, drugod je odklon presegel 1 °C. Največji padavinski presežek je bil v delu zahodne Slovenije, na Goriškem in Krasu je padla dobra dvakratna količina običajnih padavin. Prav slednje so bile najbolj obilne; povzročile so močan porast rek v zahodni, osrednji in južni Sloveniji, mnoge reke so poplavljalje. Trajanje sončnega obsevanja je bilo malenkost nad dolgoletnim povprečjem le na zahodu in jugozahodu države ter na območju Ljubljane z okolico, drugod je sonce sijalo 80 do 100 % običajnega časa. Snega ni bilo na Primorskem, v Ljubljani, Celju in Murski Soboti.

Povprečna temperatura **aprila** je bila povsod po državi nadpovprečna in je večinoma preseгла meje običajne spremenljivosti. Največji odklon, nad 4 °C, je bil v skrajni severovzhodni Sloveniji. Največ padavin, nad 150 mm, je bilo v večini severozahodne Slovenije; v Soči so namerili 208 mm. Najmanj padavin, do 50 mm, je bilo v severovzhodni Sloveniji. Trajanje sončnega obsevanja je bilo povsod nadpovprečno. Največji presežek, okoli tretjine, je bil na območju severovzhodno od Maribora, v večjem delu države pa je sonce sijalo petino več časa kot običajno. V nižinah je bila snežna odeja zabeležena le v Ratečah, na Kredarici pa so najvišjo snežno odejo (555 cm) izmerili 1. aprila.

Povprečna **majska** temperatura je bila povsod po Sloveniji nad dolgoletnim povprečjem, v več kot polovici države je odklon presegel 3 °C. Največji odklon je bil v Ratečah in Postojni (3,6 °C). Nad 2 °C topleje je bilo na Obali, Koroškem, Štajerskem in večjem delu Prekmurja. V Ljubljani je bila povprečna majska temperatura 18,1 °C, kar je 3,5 °C nad dolgoletnim povprečjem in pomembno presega meje

običajne spremenljivosti. V drugi polovici meseca smo skoraj povsod po nižinah zabeležili temperaturo nad 30 °C. Na Kredarici so izmerili 14,4 °C, kar je najvišja temperatura, odkar potekajo meritve. Največ padavin je bilo v Mariboru in na Kredarici, padlo je 130 mm. Najmanj padavin, do 40 mm, je bilo na Goriškem in v jugozahodni Sloveniji. Državo sta prizadeli dve večji neurji. 19. maja so na Lisci izmerili v 10 min 51 mm dežja, v 15 min pa 57 mm, kar sta v Sloveniji rekordni vrednosti.

Junjska povprečna temperatura je bila povsod nad dolgoletnim povprečjem, čeprav odklon ni presegel 1 °C. V delu Primorske, večini Notranjske, v Beli krajini in delu Dolenjske je bil temperaturni odklon med 1 in 1,7 °C. Največ toplih dni, z dnevno temperaturo nad 25 °C, je bilo na Obali, in sicer 22. Največ padavin, nad 340 mm, je padlo v Kamniško-Savinjskih Alpah. Najmanj dežja, pod 130 mm, pa je bilo na jugu države. Na Kredarici je bila snežna odeja prisotna vse dni. V večjem delu Sloveniji je sonce sijalo manj časa kot običajno, najbolj je sončnega vremena primanjkovalo v visokogorju, na Kredarici so zabeležili le 71 % dolgoletnega povprečja.

Povprečna **juljska** temperatura je bila povsod nadpovprečna. Vročino so prekinili trije prodori hladnega zraka, od katerih je bil prvi najizrazitejši, zadnji pa najšibkejši. Največ toplih dni je bilo na Obali, in sicer 30. Največ padavin, 200 mm, je bilo v hribovitem svetu severozahodne Slovenije, najmanj dežja pa je padlo na Obali, kjer je bilo izrazito sušno, saj niso dosegli niti 30 % dolgoletnega povprečja. Trajanje sončnega obsevanja je povsod presegló dolgoletno povprečje. Na Notranjskem, Celjskem in na Primorskem z izjemo Obale je bil presežek do desetine. Ob morju in drugod po državi pa so dolgoletno povprečje presegle za 10 do 20 %.

Povsod po državi je bila povprečna temperatura **avgusta** vsaj 2 °C nad dolgoletnim povprečjem, v Beli krajini, na Krasu, v Posočju, Vipavski dolini in na območju od Krasa do Ljubljane je odklon presegel 3 °C. Največ padavin, nad 270 mm, je padlo

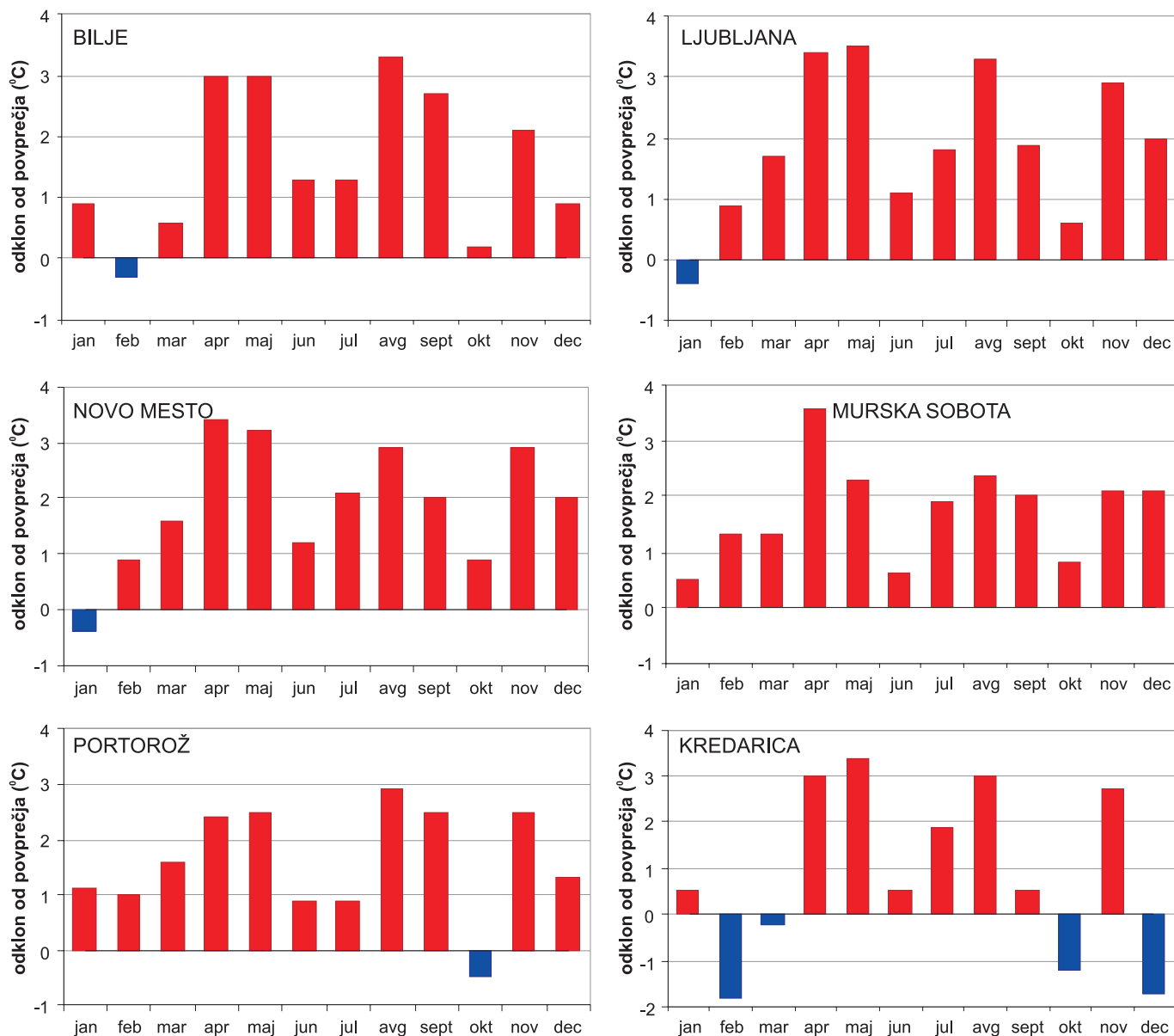
na območju Maribora z okolico, najmanj pa jih je bilo na Obali, namerili so komaj 43 mm. Bili sta dve epizodi močnih neurij in nalivov, najbolj so izstopale obilne padavine 3. in 4. avgusta. Trajanje sončnega obsevanja je bilo povsod opazno preseženo, najbolj v osrednji Sloveniji in delu Gorenjske, kjer je bilo tretjino več sončnega vremena kot v dolgoletnem povprečju.

Povprečna temperatura je bila **septembra** povsod po državi nad dolgoletnim povprečjem, v večjem delu Slovenije je bil presežek 1 do 2 °C. Največji odklon je bil na jugozahodu države, ponekod na Dolenjskem in na Goričkem; v teh krajih je odklon presegel 2 °C. Največ padavin, nad 300 mm, je padlo v Julijcih, najmanj dežja, pod 50 mm, pa v Postojni, v Beli krajini, na Dolenjskem, Spodnjem Štajerskem in v delu Prekmurja. V pretežnem delu države je bilo sončnega vremena več kot običajno, primanjkovalo ga je le na severozahodu države. Največji primanjkljaj je bil v visokogorju, na Kredarici so s 122 urami sončnega vremena dosegli le 71 % dolgoletnega povprečja.

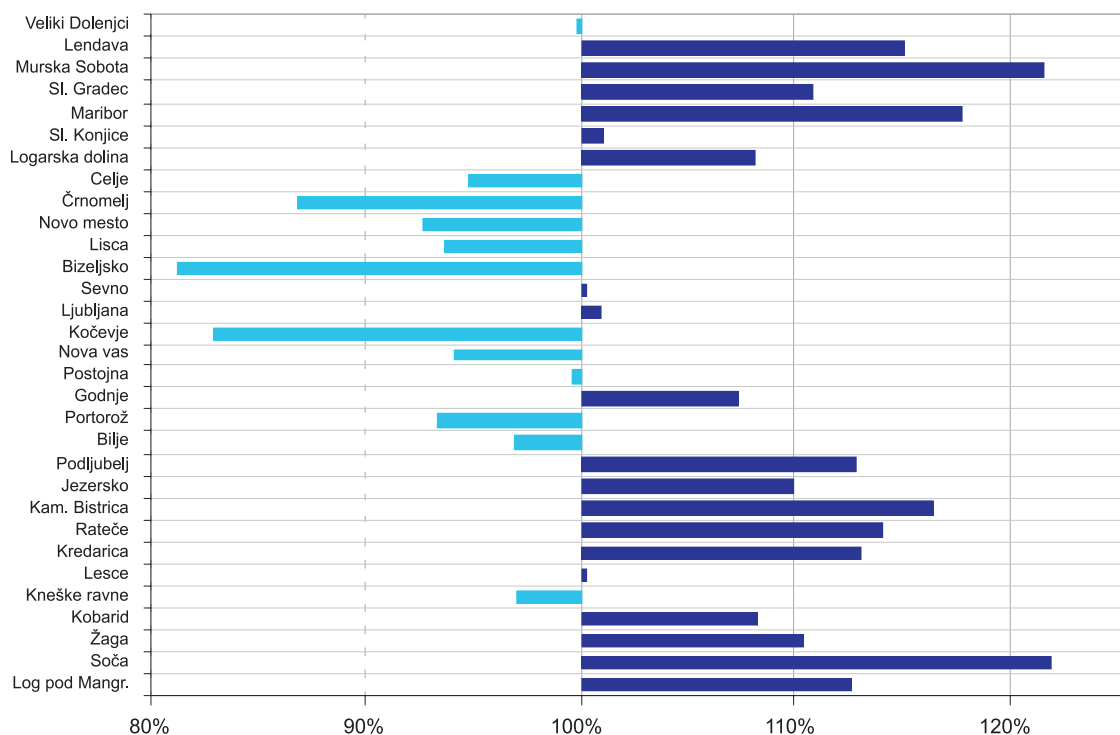
Povprečna mesečna temperatura je **oktobra** v pretežnem delu nižinskega sveta preseгла dolgoletno povprečje, vendar je bil presežek majhen. Na Obali, v Kočevju in gorah na zahodu države je bil odklon negativen; najbolj so za dolgoletnim povprečjem zaostajali v visokogorju, a tudi tam je bil odklon le -1,2 °C. Največ padavin je bilo v Julijcih, kjer je padlo nad 160 mm, najmanj pa na Štajerskem in v Prekmurju. Sončnega vremena je bilo povsod več kot običajno, na Dolenjskem kar za dobro petino. Na Kredarici je bilo 20 dni s snežno odejo, 24. oktobra so namerili 40 cm.

Povprečna mesečna temperatura je bila **novembra** povsod po Sloveniji opazno nad dolgoletnim povprečjem, le malokje je odklon presegel 3 °C, velika večina ozemlja je bila 2 do 3 °C toplejša kot v dolgoletnem povprečju. Novembra so padavine v delu Julijcev presegle 200 mm. V Kneških Ravnah so namerili 249 mm. Dolgoletno povprečje je bilo preseženo le na Obali, presežek je bil kar za slabo tretjino dolgoletnega povprečja. Sončnega vremena je najbolj primanjkovalo v krajih, kamor je iznad severnega Jadrana segala trdovratna megla oz. nizka oblačnost; to so Obala, Kras, Goriška in manjši del zahodne Notranjske.

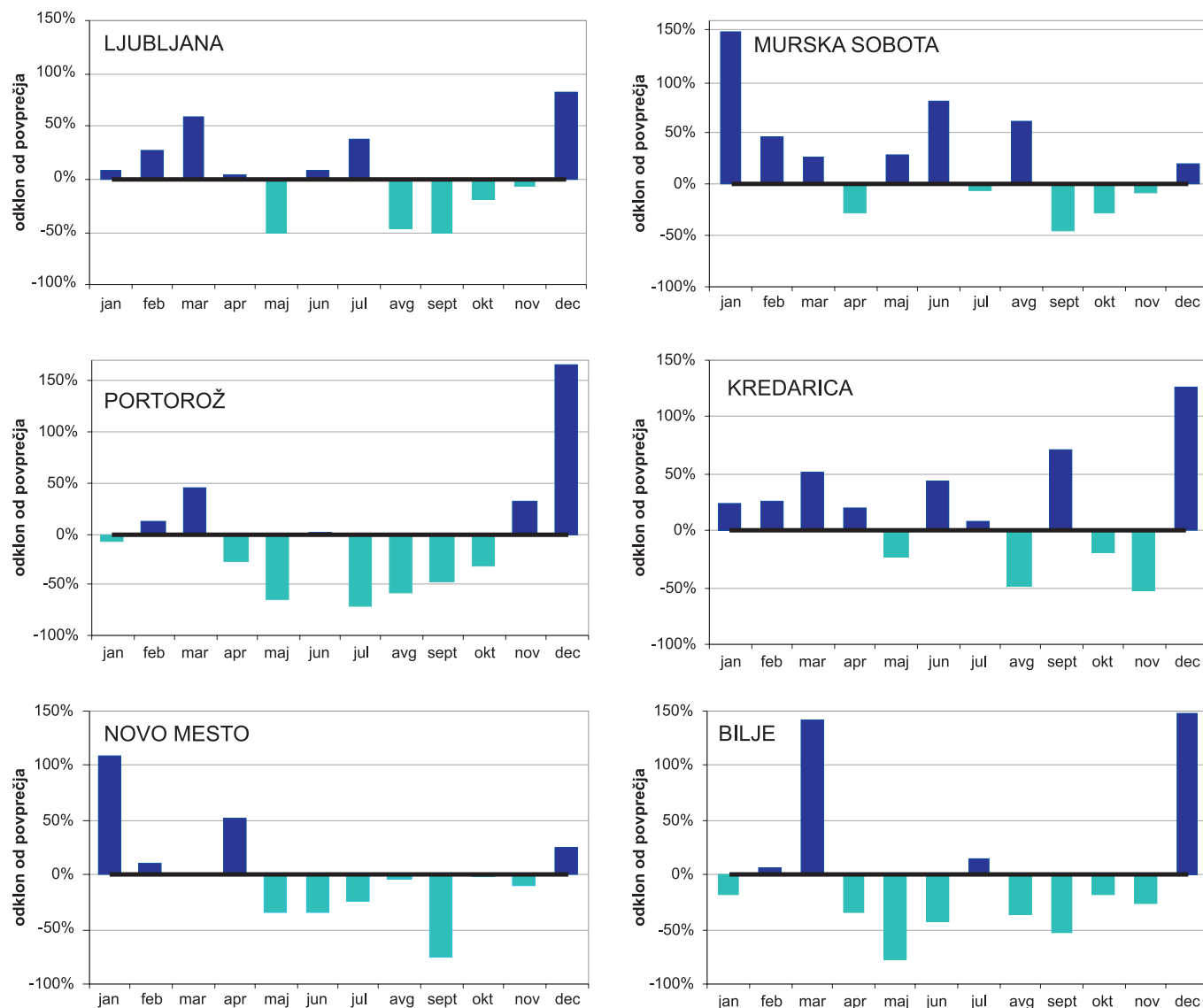
V visokogorju je bil **december** opazno hladnejši kot v povprečju obdobja 1961–1990, v nižinskem svetu pa je bila povprečna mesečna temperatura kljub mrzlemu zraku, ki je ob severovzhodnih zračnih tokovih preplavil Slovenijo v osrednji tretjini meseca, opazno višja od dolgoletnega povprečja. V pretežnem delu države je bil temperaturni odklon med 1 in 2 °C, večji je bil le v delu Pomurja. Najmanj padavin je bilo v osrednjem delu meseca, največ pa v zadnji tretjini decembra, ko so obilne padavine v zahodni, osrednji in južni Sloveniji ob sočasnem taljenju snega povzročile poplave. V zahodni polovici države so bile decembrske padavine močno nad dolgoletnim povprečjem, saj jih je bilo 2 do 3-krat toliko kot v povprečju obdobja 1961–1990, ponekod pa je bil presežek še večji. Ob prodoru hladnega zraka je 19. decembra sneg pobelil tudi Obalo, kjer je decembra večkrat povzročala težave tudi visoka plima. Na Obali in Kredarici je bil december le enkrat bolj moker. Prevladovalo je oblačno vreme in sonce je povsod sijalo manj kot v dolgoletnem povprečju, v Beli krajini in delu Dolenjske niso dosegli niti polovice običajnega sončnega obsevanja.



Slika 7.(1): Mesečni odkloni temperature v letu 2009 od povprečja obdobja 1961–1990



Slika 7.(2):
Padavine leta 2009 v
primerjavi s povprečjem
obdobja 1961–1990



Slika 7.(3): Padavine po mesecih v letu 2009 v primerjavi s povprečjem obdobja 1961–1990

LITERATURA

1. Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanega zraka (Ur.l.RS, št.52/02)
2. Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02)
3. Uredba o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.52/02)
4. Uredba o ozonu v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.8/03)
5. Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur.l.RS, št.56/06)
6. Pravilnik o monitoringu kakovosti zunanega zraka (Ur.l.RS, št.37/07)
7. Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21.maja 2008 o kakovosti zunanega zraka in čistejšem zraku za Evropo
8. Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur.l.RS, št. 31/07, 70/08, 61/09)
9. Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Ur.l.RS, št.119/07)
10. Vlada Republike Slovenije, Operativni program varstva zunanega zraka pred onesnaževanjem s PM₁₀ (OP PM₁₀), november 2009
11. Agencija RS za okolje, Letna poročila o kakovosti zraka, 1997-2008 (www.arso.gov.si)
12. Agencija RS za okolje, Mesečni bilteni ARSO, 2001-2009 (www.arso.gov.si)
13. Agencija RS za okolje, Poročilo o pilotnem projektu - Opredelitev virov delcev PM₁₀ v Sloveniji, november 2007 (www.arso.gov.si)
14. Agencija RS za okolje, Opredelitev virov delcev PM₁₀ v Zagorju, februar 2010 ((www.arso.gov.si)
15. Agencija RS za okolje, Statistično napovedovanje ozona s predhodnim razvrščanjem trajektorij v skupine, april 2007 (www.arso.gov.si)
16. Agencija RS za okolje, Monitoring zunanega zraka v Zgornji Mežiški dolini, november 2008 ((www.arso.gov.si)
17. Agencija RS za okolje, Program monitoringa kakovosti zunanega zraka za leto 2009 (www.arso.gov.si)
18. Agencija RS za okolje, Ocena onesnaženosti zraka z SO₂, NO₂ delci PM₁₀, svincem, CO, benzenom, težkimi kovinami (As, Cd, Hg, Ni) in policikličnimi organskimi spojinami v Sloveniji, september 2009 kakovosti zraka (www.arso.gov.si)
19. Fine! Dust-Free, 2nd International Congress in Klagenfurt on Worthersee, 1 to 2 October 2009
20. Okolje na dlani, Ministrstvo za okolje in prostor- Agencija RS za okolje, december 2007
21. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, KOS- Kazalci okolja v Sloveniji (www.arso.gov.si)
22. A European aerosol phenomenology, Joint Research Centre, 2003 (<http://ccu.ei.jrc.it/ccu/>)
23. Fundamentals of Atmospheric Aerosol Chemistry, Akademiai Kiado, Budapest
24. Kakovost zraka v Mariboru – letna poročila, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor
25. 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
26. Turšič J., Bolte T., Pavli P., Podkrajšek B., Grgič I. Pollution with particulate matter in Slovenia, Onesnaženost zraka z atmosferski delci v Sloveniji, Četvrti hrvatski znanstveno-stručni skup, Zadar-Borik, September 12-16, 2005
27. 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
28. 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

29. 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*
30. 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
31. Bolte T., Turšič J., Šegula A., Gomišček B. Analysis of contribution of different sources to PM₁₀ concentration levels at three different locations in Slovenia. *European Aerosol Conference 2007, September 9-14, 2007, Salzburg, Austria*
32. Jahresbericht der Luftgutemessungen in Osterreich 2005-2008. Umweltbundesamt
33. Gregor Muri, Stuart G. Wekeham, Source assessment and sedimentary record of polycyclic aromatic hydrocarbons in Lake Bled
34. Meritve onesnaženosti zraka v Slovenj Gradcu od 19. marca do 6. maja 2009, Agencija RS za okolje, avgust 2009
35. Meritve onesnaženosti zunanega zraka v Domžalah v letu 2009, Agencija RS za okolje, december 2009
36. Meritve onesnaženosti zunanega zraka v Tolminu od 30. junija do 2. septembra 2009, Agencija RS za okolje, oktober 2009
37. Kunzli N., Kaiser R., Medina S. et al. (2000). Public-health Impact of Outdoor and Traffic-related Air Pollution: a European Assessment. *Lancet*, 356, pp 795-801
38. Health effects institute. 2001. Airborne Particles and Health: HEI Epidemiologic Evidence. HEI Perspectives. Health Effects Institute, Cambridge MA
39. Quality Guidelines, Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO, 2006
40. Naess O, Nafstad P, Aamodt G, Clausen B, Rosland P. Relation between concentration of air pollution and cause-specific mortality: four-year exposures to nitrogen dioxide and particulate matter pollutants in 470 neighborhoods in Oslo, Norway. *Am J Epidemiol.* 2007 Feb 15; 165(4):435-43. Epub 2006 Nov 29
41. Clancy L, Goodman P, Sinclair H et al. Effects of air pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *The Lancet*, vol 360, Oct 19, 2002. 1210-1214
42. Pope CA, Burnett RT, Thurston GD et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: Epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease, *Circulation* 2004, 109, 71-77
43. Laden F, Schwartz J, Speizer FE. Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard six cities study. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006, 173, 667- 662
44. Samoli E, Antonis A, Touloumi G et al; Estimating the exposure-response and relationships between particulate matter and mortality within the APHEA multicity project; *Environ. Health Perspect.* 2005, 113, 88-95
45. Katsouyanni K., et al. (1996). Short Term Effect of Air Pollution on Health: A European Approach Using Epidemiologic Time Series Data: The APHEA Protocol. *Journal of Epidem. and Com. Health*, 50, (Suppl 1), S12-S18
46. Boldo E, et al.; Health impact assessment of long-term exposure to PM_{2.5} and PM₁₀ in 23 European cities. *European Journal of Epidemiology* (2006)

PRILOGE

Tabela 2.3.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana B.	9	5	4	3	6	3	3	3	3	2	2	3
Ljubljana center	11	8	5	7	3	4	5	5	5	4	2*	5
Maribor center	13	11	4	4	3	2	3	2	2	4	9	8
Celje	11	6	4	5	5	3	3	6	2	4	8	7
Trbovlje	5	7	7	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Hrastnik	8	6	5	4	3	3	3	3	3	3	7	4
Zagorje	9	9	7	6								
Nova Gorica	8	4	4	5	6	2	1	6	3	5	2	5
Vnajnarje												
Šoštanj	3	3	4	4	5	6	8	3	5	1	3	5
Topolšica	3	3	2	3	3	2	3	2	3	4	7	8
Veliki Vrh	7	9	6	5	4	4	5	2	3	3	7	8
Zavodnje	4	4	3	3	4	3	7	7	9	9	9	7
Velenje	2	2	2	2	2	2	4	1	2	2	2	2
Graška Gora	5	5	4	4	3	4	3	1	1	1	2	1
Pesje	5	4	4	4	4	4	4	4	2	3	7	9
Škale	9	2	1	1	1	5	6	4	5	4	8	9
Kovk	10	7	7	4	2	12	8	7	11	9	11	11
Dobovec	18	8	7	6	3	5	3	3	3	3	5	6
Kum	14	3	4	6	2	3	3	3	6	4	4	7
Ravenska vas	10	5	6	10	6	4	7	8	9	8	8	12
Brestanica-sv.Mohor	13	11	16	6	9*	9	8	10	18	14	13*	15

* informativni podatki – premalo veljavnih podatkov (velja v tej in v vseh naslednjih tabelah)

Tabela 2.3.1.(3): Maksimalne urne koncentracije SO₂ v µg/m³ po mesecih v letu 2009 (presežena mejna vrednost je v rdečem tisku)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana B.	93	30	17	20	46	10*	8	22	14	10*	8	18
Ljubljana center	78	25	18	16	15	9	11	18	13	10	7*	12
Maribor center	35*	23	11	11	5	10	10	5	7	11	28	23*
Celje	33	28	23	34	37	23	11	24	19	21	36	23
Trbovlje	27	52	35	30	10	53	76	47	20	26	14	12
Hrastnik	52	34	44	20	11	48	22	31	25	49	44	28
Zagorje	81	33	28	16								
Nova Gorica	17	14	41	52	17	8	6	11	12	12	17	21
Vnajnarje												
Šoštanj	19	80	122	45	75	122	342	59	79	79	61	14
Topolšica	34	88	55	27	21	39	51	118	72	65	37	34
Veliki Vrh	81	204	135	201	208	71	80	74	188	49	344	200
Zavodnje	75	72	409	54	85	55	149	64	72	577	87	57
Velenje	13	37	27	18	9	14	14	23	30	11	24	16
Graška Gora	84	80	119	57	40	345	129	19	136	64	49	18
Pesje	18	51	29	38	40	36	42	12	6	24	32	17
Škale	54	104	87	34	54	69	57	23	43	35	37	68
Kovk	82	76	389	135	40	334	87	57	73	116	157	92
Dobovec	456	93	85	397	29	55	138	63	75	81	81	107
Kum	60	23	18	38	12	16	35	24	15	20	50	21
Ravenska vas	85	32	49	117	26	67	352	130	90	43	26	49
Brestanica-sv.Mohor	45	28	37	30	31*	29	25	35	50	33*	43*	82*

Tabela 2.3.1.(4): Maksimalne dnevne koncentracije SO₂ v µg/m³ po mesecih v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana B.	36	9	6	6	17	4*	5	7	6	3*	4	5
Ljubljana center	33	11	8	8	5	5	7	7	7	7	2*	7
Maribor center	28*	17	6	7	4	5	6	3	4	10	24	18*
Celje	22	14	8	9	8	6	4	7	5	6	13	10
Trbovlje	19	16	10	8	5	9	10	11	7	9	6	6
Hrastnik	25	8	15	6	4	11	7	8	6	8	12	10
Zagorje	30	17	11	10								
Nova Gorica	12	9	10	12	9	3	3	7	5	8	5	9
Vnajarje												
Šoštanj	8	17	13	10	18	22	33	7	12	7	31	8
Topolšica	10	19	8	6	5	7	8	11	15	9	11	12
Veliki Vrh	18	28	19	16	15	13	14	7	28	15	36	42
Zavodnje	16	25	21	11	11	12	21	11	28	69	27	14
Velenje	6	10	4	5	5	5	8	2	5	5	5	3
Graška Gora	14	23	14	15	13	27	16	6	13	9	7	4
Pesje	13	14	9	7	7	12	10	6	4	5	11	14
Škale	19	23	17	7	10	23	17	8	11	10	15	20
Kovk	33	17	18	19	10	27	36	19	25	28	33	30
Dobovec	102	20	15	39	7	13	14	11	12	14	28	19
Kum	30	9	12	12	5	6	7	5	10	12	11	12
Ravenska vas	42	11	18	23	9	12	23	17	16	15	12	25
Brestanica-sv.Mohor	35	17	22*	12	17*	20	19	25	32	25*	33*	36*

Tabela 2.3.1.(5): Povprečne letne koncentracije SO₂ (presežena mejna vrednost je v rdečem tisku)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	4
Ljubljana center																		6
Maribor center	47	42	30	28	24	23	18	17	13	10	8	9	8	8	5	3	2	5
Celje	57	54	49	32	24	27	23	19	17	15	10	10	11	9	7	5	5	5
Trbovlje	69	71	49	48	37	40	32	23	18	14	15	16	9	15	7	3	2	5
Hrastnik	62	51	32	29	24	27	25	21	23	17	22	8	15	10	9	6	5	4
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	4
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	4
Topolšica	54	51	32	20	20	18	20	17	18	11	15	16	6	5	4	3	2	3
Veliki Vrh	71	54	49	49	57	53	63	72	56	52	56	45	30	33	20	14	8	5
Zavodnje	51	44	46	26	33	42	43	42	31	21	23	15	8	12	8	6	3	6
Velenje	19	19	12	6	10	11	10	10	7	5	8	8	6	4	5	3	4	2
Graška Gora	39	42	47	27	28	36	32	32	34	15	21	10	6	6	6	5	4	3
Škale								16	19	10	14	12	8	8	3	3	4	5
Kovk	73	59	70	58	35	76	55	57	53	40	10	52	61	30	12	9	12	8
Dobovec	30	50	29	36	41	66	54	41	35	39	40	28	31	23	6	7	8	6
Kum	17	13	11	13	18	25	16	14	10	18			4	6	4	7	9	5
Ravenska Vas	56	34	34	50	51	82	82	57	45	51	67	59	43	42	17	14	9	8
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			
Sv.Mohor													10	12	12	14		12

Tabela 2.3.1.(6): Najvišje urne koncentracije SO₂ (presežena mejna vrednost je v rdečem tisku)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	93
Ljubljana center																		78
Maribor center	928	396	304	286	223	211	161	157	117	180	89	70	64	58	60	21	32	35
Celje	719	797	733	993	263	975	623	228	379	666	224	619	396	157	90	76	82	37
Trbovlje	1456	943	765	797	785	1806	693	849	634	552	811	758	521	848	379	264	65	76
Hrastnik	1430	638	663	844	1162	1930	978	963	720	731	2168	507	1799	549	134	260	81	52
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	52
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	342
Topolšičica	2021	2265	1482	878	1107	1050	1245	1345	987	835	1350	812	291	284	288	144	211	118
Veliki Vrh	1052	988	1142	1493	1543	1720	1530	2257	1678	1569	1450	1320	1329	1110	771	535	561	344
Zavodnje	1364	3272	2265	1242	1131	2154	2255	1963	1187	954	1536	947	680	1106	731	252	164	577
Velenje	735	1169	764	261	578	672	1316	709	563	187	725	361	164	210	86	87	151	37
Graška Gora	1791	1904	2313	990	1270	1579	1076	1844	1505	990	1024	824	463	497	175	509	242	345
Škale											522	396	220	262	184	100	161	104
Kovk	2084	1309	1917	1630	1622	3000	1916	2167	1237	1451	702	1806	1514	1063	511	958	312	389
Dobovec	2507	3613	2429	4308	6021	6072	4548	3761	4073	3978	4043	2910	4056	1662	2290	2088	299	456
Kum	530	539	776	2324	1114	3640	1344	2020	1131	685			1210	1203	11	125	89	60
Ravenska Vas	1412	869	1103	1111	1078	2578	1846	1021	1471	1397	2093	1378	1779	3275	590	220	437	352
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			
Sv.Mohor													1385	416	455	74		82

Tabela 2.3.1.(7): Najvišje dnevne koncentracije SO₂ (presežena mejna vrednost je v rdečem tisku)

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
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	36
Ljubljana center																		33
Maribor center	221	220	121	119	122	91	69	82	75	36	37	35	22	31	24	11	22	28
Celje	308	387	212	237	99	275	117	106	165	102	111	72	100	44	35	15	20	22
Trbovlje	365	425	235	286	179	536	136	342	134	246	328	100	84	129	43	23	19	19
Hrastnik	342	393	170	218	183	523	123	383	133	184	235	93	625	86	44	30	23	25
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	12
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	33
Topolšičica	562	313	293	132	164	149	184	184	255	85	254	82	102	42	29	22	26	19
Veliki Vrh	673	355	268	353	446	368	472	556	383	269	344	413	263	191	106	72	101	42
Zavodnje	394	429	686	224	326	497	401	1046	344	140	442	182	72	221	85	49	40	69
Velenje	278	182	135	74	91	127	113	212	60	54	57	66	64	27	24	26	22	10
Graška Gora	383	357	412	240	177	366	268	300	343	126	196	88	99	59	55	72	30	27
Škale							274	293	139	68	131	75	55	66	41	33	19	23
Kovk	364	347	462	417	514	1067	375	816	360	293	258	383	844	219	88	65	38	36
Dobovec	432	607	264	460	967	1916	648	998	841	1516	695	332	837	346	196	127	41	102
Kum	288	89	78	213	200	287	103	193	165	229			78	101	6	25	41	30
Ravenska Vas	279	151	271	247	383	813	377	860	353	601	580	325	824	490	120	55	67	42
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			
Sv.Mohor													114	41	90	49*		36

Tabela 2.3.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	50	48	31	29	20	20	21	21	29	33	39	38
Ljubljana center	70	75	66	61	47	53	43	45	54	47	48*	61
Maribor center	46	42	38	31	24	31	25	23	29	32	36	34
Celje	23	26	30	25	15	12	13	15	21	24	29	34
Trbovlje	28	17	22	20	16	13	12	14	12	13	13	18
Murska S.-Rakičan	25	17	14	13	9	9	9	9	11	15	19	22
Nova Gorica	42	43	31	21	16	17	19	21	25	28	34	35
Koper	23	26	19	16	14	13	17	15	17	15	24	26
Vnajarje	9	8	5	6*	2*	2	1*	0	1*	3	5*	5*
Zavodnje	11	9	3*	3	3	1	1	1	0	4	3	10*
Škale	15	12	9	8	7	5	5	4	6	10	11	15
Kovk	13	12	10	13	7	8	6	4	6	9	13	8
Sv.Mohor*	11*	3*	7*	6*	5*	6	7*	6	5	4*	8	11*

Tabela 2.3.2.(3): Povprečne mesečne koncentracije NO_x (µg/m³) v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	113	112	42	39	24	26	26	25	43	55	86	89
Ljubljana center	147	152	119	113	77	86	69	73	100	103	112*	137
Maribor center	101	87	63	44	36	43	34	33	47	66	95	80
Celje	89	77	49	38	20	16	16	19	32	50	82	89
Trbovlje	59	44	37	35	27	24	21	27	32	45	46	47
Murska S.-Rakičan	34	22	16	15	10	11	10	10	14	22	36	34
Nova Gorica	93	93	54	34	23	25	27	30	44	59	79	84
Koper	32	35	25	22	18	15	19	17	19	18	31	34
Vnajarje	9	7	4	6	4	6	4	4	8	3	6	5
Zavodnje	13	9	3	2	3	3	4	3	4	8	9	6
Škale	19	12	9	8	7	8	8	3	6	7	11	8
Kovk	9	11	6	3	1	3	7	4	6	10	17	15
Sv.Mohor*	8*	6	6	6	2	2	4	3	3	2	14	11

Tabela 2.3.2.(4): Maksimalne urne koncentracije NO₂ (µg/m³) v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bežigrad	126	147	94	99	78	63	68	78	88	91	114	126
Ljubljana center	165*	155	146	144	104*	108	110	116	124	110	90*	143
Maribor center	108	119	100	114	91	97	65*	74	108	90	99	108
Celje	65	95	96	96	84	60	66	61	71	81	77	65
Trbovlje	101	52	64	83	85	74	55	48	54	54*	44	101
Murska S.-Rakičan	74	68	59	56	48	37	38	58	53	66	65	74
Nova Gorica	129	122	100	91	68	68	67	86	92	92	83	129
Koper	83	90	88	94	75	92	64	51	67	61	64*	83
Vnajarje	38*	45*	23*	24*	16*	10*	12*	12*	21*	24	41*	39*
Zavodnje	59	103*	31*	93	61*	34*	41*	39*	36*	62	41*	52*
Škale	48	73	56	41	65	48	35	33	49	40	51	55
Kovk	49	91*	55	54	41	58	52	34	43	39	53	42*
Sv.Mohor*	49*	12*	27*	35*	29*	35*	58*	33*	27*	75*	46*	43*

Tabela 2.3.2.(5): Povprečne letne vrednosti koncentracij NO₂

merilno mesto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ljubljana-Fig.	49	47	41	38	39	36	42	49	38	36								
Ljubljana-Bež.											29	32	29	27	29	28	29	31
Ljubljana center																		55
Maribor center	50	53	45	39	39	38	39	39	44	38	36	37	31	33	39	37	34	32
Celje	32	37	37	35	33		29	28	30	26	24	27	24	26	28	23	21	22
Trbovlje						29	29	26	28		28	32	27	24	23	22	23	17
Nova Gorica											27	27	25	24	24	25	30	28
Koper																	21	19
M.S. Rakičan											14	15	11	14	15	17	16	14
Zavodnje	3	5	11	9	5	7	7	6	7	6		6	5	3	4	3	3	4
Škale							8	8	8	6	16*	8	9	5	9	8	8	9
Kovk	10	8	8	11	2	4	7	9	7	6	6	3	13	10	12	12	12	9
Sv.Mohor													5	3	4	4	4	7
Vnajnarje						4	3	5	4	5	6	5	5	4	5	5	5	4
EIS Celje						43*	47*	46*	53*	38*	30	22						

Tabela 2.3.3.(2): Najvišje 8-urne koncentracije CO (mg/m³) po mesecih v letu 2009

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

Tabela 2.3.4.(3): Maksimalne 1-urne koncentracije ozona (µg/m³) v letu 2009 (prekoračena opozorilna vrednost je označena rdeče)

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	119	105	126	159	169	164	153	165	161	125	114	102
Iskrba	88	124	125	146	156	142*	141*	158	157	114	87	84
Otlca	102	131	128	151	186	160*	166*	182	173	129	88*	87
Ljubljana Bežigrad	56	115	111	138	150	157*	158*	160	137	101	65	71
Maribor center	53*	74	103	131	125	116	148	139	95*	74	71	70
Celje	72	96	110	136*	140	143	153	137	120	117	74	69
Trbovlje	59*	103	117*	148	146*	153	161	139*	112	107*	79*	74
Hrastnik	67	110	114	140	143	145	148	134	122	117	77	74
Zagorje	51	98*	114	121	132	119	125	119	99	89	52	56
Murska S.-Rakičan	71	72*	106	152	168*	148	143	141*	138	109	73	74
Nova Gorica	78	106	106	133*	152	163*	167	163	156*	115	71	71
Koper	85	100	119	139	161	197	165	163	137	135	83	80
Vnajnarje	94	140	174	159	163*	156	148*	158	137	122	77	81
Maribor Pohorje	92	99	106	135	139	139	152	141	122	105	94	78
Zavodnje	85	105	116	143	155	150	142	152*	128	112	86	85*
Velenje	75	111	123	150	155	155	146	146	121	109	79	82
Kovk	80	100	103*	132	153	146	146	159	132	120	83	84
Sv.Mohor	74	101*	100*	129*	144*	115	139	149	114	85	65	64*

Tabela 2.3.4.(4): Število prekoračitev urne opozorilne koncentracije ozona 180 µg/m³ v letu 2009

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	1	0*	0*	1	0	0	0*	0
Ljubljana Bežigrad	0	0	0	0	0	0*	0*	0	0	0	0	0
Maribor center	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	3	0	0	0	0	0	0
Vnajnjarje	0	0	0	0	0*	0	0*	0	0	0	0	0
Maribor Pohorje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zavodnje	0	0	0	0	0	0	0	0*	0	0	0	0*
Velenje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kovk	0	0	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sv.Mohor	0	0*	0*	0*	0*	0	0	0	0	0	0	0*

Tabela 2.3.4.(5): Število prekoračitev 8-urne ciljne koncentracije ozona 120 µg/m³ v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Krvavec	0	0	3	19	20	9	17	18	6	1	0*	0
Iskrba	0	0	1	12	10	7*	7	11	2	0	0	0
Otlica	0	1	1	12	19	8*	13*	12	4	1	0	0
Ljubljana Bežigrad	0	0	0	3	9	3*	8	4	0	0	0	0
Maribor center	0*	0	0	2	0	0	0	2	0*	0	0	0
Celje	0	0	0	5*	2	4	5	4	0	0	0	0
Trbovlje	0*	0	0*	11	5*	3	4*	2	0	0*	0*	0
Hrastnik	0	0	0	9	3	4	4	2	0	0	0	0
Zagorje	0	0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Murska S.-Rakičan	0	0*	0	5	4*	2	3	2*	0	0	0	0
Nova Gorica	0	0	0	1*	8	5*	9	8	2*	0	0	0
Koper	0	0	0	3	14	11	15	13	4	2	0	0
Vnajnjarje	0	1	4	15	12*	5	11*	10	3	1	0	0
Maribor Pohorje	0	0	0	9	2	4	1	3	0	0	0	0
Zavodnje	0	0	0	13	9	6	7	10	0	0	0	0
Velenje	0	0	0	12	7	5	2*	3	0	0	0	0
Kovk	0	0	0*	8	6	4	12	10	1	0	0	0
Sv.Mohor	0	0*	0	2*	6*	0	3	3	0	0	0	0*

Tabela 2.3.4.(6): Povprečne letne vrednosti koncentracij ozona (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	2009
Krvavec	89	83	83	89	99	98	100	99	99	98	96	103	95	98	100	96	95	96
Iskrba									61	58	53	60	54	56	60	54	50	53
Otlica															95	88	82	83
Ljubljana Bež.	40	38	34	27	36	40	40	36	42	44	41	48	42	44	45	42	42	40
Maribor center									36	33	37	44	34	35	39	37	37	39
Celje									41	44	46	50	38	43	45	42	41	39
Trbovlje									37		40	48	35	37	41	38	33	40
Hrastnik									46	37	46	52	43	35	50	44	41	42
Zagorje											34	41	32	44	39	36	30	30
Rakičan									46	54	52	58	48	50	50	47	45	45
Nova Gorica											45	58	47	48	50	47	43	44
Koper															74	66	67	69
Zavodnje	79	73	73	71	66	72	72	64	58	75	66	78	64	75	76	71	65	72
Velenje									38	40	54	55	43	46	54	51	42	49
Kovk	70	68	69	75	69	68	61	70	76	71	65	78	69	72	72	67	61	68
Sv.Mohor													57	68	66	64	59	54
Vnajnarje									77	63	67	73	67	68	76	70	60	74
Maribor Pohorje									86			88	76	79	82	76	74	74

Tabela 2.3.5.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM₁₀ (µg/m³) v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana Bež.	58	39	26	26	25	15	19	20	27	29	33	34
Ljubljana BF	60	38	22	23	19	13	16	19	25	21	29	31
Ljubljana center	79	55	44	45	50	35	36	42	46	37	46*	50
Maribor center	70	36	32	32	24	17	18	20	28	25	32	31
Celje	62	40	31	30	23	16	18	20	27	29	36	39
Trbovlje	61	48	37	34	25	18	19	23	31	33	32	40
Zagorje	74	55	44	31	26	22	21	23	25	30	39	41
Murska S.-Rakičan	56	29	23	32	22	18	21	22	28	26	33	38
Nova Gorica	35	33	28	25	28	18	20	24	34	23	37	27
Koper	25	26	27	25	27	18	21	21	27	22	24	23
Iskrba	32	16	13	20	16	11	14	12	17	13	11	12
Morsko	27	30	21	20	20	13	14	13	16	16	30	21
Gorenje Polje	26	39	30	24	23	14	16	15	20	17	31	20
EIS-Celje												
MO Maribor	53	33	27	35	29	22	23	24	32	26	32	29
Vnajnarje	31*	63*	19*	28	32	21	21	20	24	17	15	16
Pesje	41	22	22	24	22	12	15	20	27	21	22	18
Škale	48	23	18	27	25	13	19	20	27	20	22	19
Prapretno	55	30	27	33	34	25	26	30	32	26	26	27

Tabela 2.3.5.1.(3): Prekoračitve mejne dnevne koncentracije delcev PM₁₀ (µg/m³) v letu 2009

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

Tabela 2.3.5.1.(4): Povprečne letne vrednosti koncentracij delcev PM₁₀ (µg/m³) z upoštevanim korekcijskim faktorjem (prekoračena mejna vrednost je označena rdeče)

merilno mesto	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Ljubljana Bež.				43	42	46	41	37	36	32	30	29
Ljubljana BF												26
Ljubljana center											44	48
Maribor center				48	50	58	46	43	45	40	34	30
Celje	43	47	47	46	46	53	40	43	37	32	30	31
Trbovlje	62	59	61	51	47	52	40	55	42	37	38	33
Zagorje				48	47	51	45	52	48	41	43	36
Murska S.-Rakičan					40	43	31	37	34	30	30	29
Nova Gorica					39	37	34	34	36	33	31	28
Koper									34	29	25	24
Iskrba								16	16	15	16	16
Morsko										23	22	20
Gorenje Polje										24	26	23
EIS-Celje*	62	53	64			51	40	45				
MO Maribor					40	42	38	43	47	40	35	30
Vnajnarje												23
Pesje						31	25	27	28	21	20	22
Škale						27	23	23	26	24	22	24
Prapretno							30	28	34	33	29	31

Tabela 2.3.5.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije delcev PM_{2,5} (µg/m³) v letu 2009

Postaja/Mesec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec	leto
Ljubljana BF	43	28	16	15	9	6	8	10	13	16	22	25	18
Maribor center	57	28	24	21	14	11	10	12	18	19	23	28	22
Maribort Vrbanski p.	53	25	21	18	15	11	11	11	18	14	20	22	20
Iskrba	30	12	10	14	13	8	12	9	13	9	8	10	12

Tabela 2.3.6.1.(2): Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin v delcih PM₁₀ (ng/m³) v letu 2009

ARZEN

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	1,2	0,63	0,25	0,41	0,33	0,31	0,33	0,36	0,63	0,36	0,45	0,60
Maribor center	1,4	0,70	0,37	0,65	0,41	0,23	0,46	0,34	0,85	0,61	0,82	0,60
Iskrba	1,2	0,33	0,21	0,32	0,26	0,27	0,24	0,29	0,60	0,26	0,24	0,37

KADMIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,49	0,27	0,12	0,22	0,19	0,07	0,09	0,16	0,26	0,20	0,29	0,35
Maribor center	0,87	0,23	0,21	0,24	0,14	0,10	0,11	0,13	0,22	0,18	0,57	0,31
Iskrba	0,20	<0,05	<0,05	0,12	0,06	<0,05	0,07	0,09	0,18	0,09	0,09	0,12

NIKELJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	7,0	4,7	1,8	2,3	2,9	3,2	3,5	4,0	6,6	6,7	8,1	11,6
Maribor center	4,5	1,6	<1,1	2,5	1,8	1,5	2,0	3,1	2,3	3,6	3,2	1,9
Iskrba	3,6	1,1	1,2	1,5	3,1	2,8	2,9	6,1	2,5	1,9	2,7	1,6

SVINEC

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	15	9,8	5,7	8,2	6,7	4,2	4,5	4,8	11	7,2	9,4	16
Maribor center	20	12	6,7	8,0	5,9	5,1	5,8	5,2	8,7	10	17	14
Iskrba	5,9	2,3	2,5	3,8	3,3	1,8	2,1	2,3	4,2	2,7	3,2	4,6

Opomba: Rezultati, ki vsebujejo znak <, so pod mejo kvantifikacije, ki jo je podal laboratorij.

Tabela 2.3.6.1.(4): Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin v delcih PM₁₀ (ng/m³) v Zgornji Mežiški dolini v obdobju od 25. 9. do 31. 12. 2009**ARZEN**

lokacija	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Mežica	0,55	0,66	0,74	1,1	0,78	1,0	0,54
Žerjav	2,9	2,4	2,6	3,1	2,1	4,1	1,7
Črna	0,55	0,47	0,62	1,0	1,7	1,3	1,1

KADMIJ

lokacija	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Mežica	0,19	0,30	0,64	1,1	1,0	1,3	0,62
Žerjav	0,91	1,1	4,3	5,2	3,0	2,9	1,3
Črna	0,18	0,20	0,38	0,67	1,1	0,87	0,81

NIKELJ

lokacija	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Mežica	1,7	2,9	1,9	1,7	1,5	3,1	1,6
Žerjav	1,4	1,9	2,7	1,4	1,5	1,8	1,2
Črna	1,7	1,6	1,6	1,2	<1,1	3,0	1,1

SVINEC

lokacija	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Mežica	37	56	53	60	60	109	33
Žerjav	332	342	342	324	274	348	143
Črna	64	39	53	70	105	98	106

Tabela 2.3.6.1.(6): Povprečne mesečne koncentracije PAH v ng/m³ v letu 2009 v delcih PM₁₀**benzo(a)antracen**

lokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	2,6	1,7	0,38	0,19	0,08	0,04	0,06	0,07	0,13	0,39	0,77	1,9
Maribor center	2,8	1,2	0,55	0,21	0,10	0,08	0,07	0,07	0,13	0,44	1,1	2,0
Iskrba	0,75	0,51	<0,02	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,10	0,17	0,46

benzofluoranteni

lokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	6,1	4,0	1,4	0,80	0,38	0,27	0,28	0,39	0,73	1,5	2,5	4,4
Maribor center	6,5	3,4	1,3	0,90	0,38	0,33	0,34	0,33	0,59	1,5	3,2	4,6
Iskrba	1,9	1,1	0,48	0,30	0,20	0,14	0,14	0,13	0,42	0,53	0,64	1,4

benzo(a)piren

lokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	3,3	1,9	0,55	0,30	0,09	0,06	0,06	0,11	0,21	0,73	1,3	2,2
Maribor center	3,3	1,5	0,59	0,31	0,13	0,11	0,08	0,09	0,21	0,75	1,7	2,2
Iskrba	0,73	0,41	0,16	0,11	0,04	0,03	0,04	0,07	0,10	0,19	0,23	0,54

indeno(123-cd)piren

lokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	4,3	2,6	0,82	0,60	0,28	0,11	0,09	0,11	0,32	1,0	1,9	2,9
Maribor center	5,5	1,7	0,91	0,63	0,24	0,14	0,11	0,12	0,32	1,1	2,3	3,0
Iskrba	1,6	0,79	0,26	0,19	0,08	0,03	0,04	<0,02	0,12	0,30	0,45	0,91

dibenzo(ah)antracen

lokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,36	0,24	0,10	0,08	0,02	<0,02	0,04	0,05	0,09	0,14	0,20	0,29
Maribor center	0,43	0,22	0,09	0,09	0,04	0,05	0,06	0,04	0,08	0,15	0,23	0,30
Iskrba	0,16	0,11	0,03	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	0,05	0,05	0,07	0,06	0,12

Tabela 2.3.6.2.(2): Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin (ng/m³) v delcih PM_{2,5} v letu 2009**ARZEN**

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,75	0,42	<0,18	0,24	<0,18	0,22	0,25	0,24	/	0,34	0,38	0,54
Maribor center	1,0	0,61	0,21	0,37	0,27	<0,18	0,30	0,22	0,67	0,50	0,68	0,53
Maribor Vrbanski p.	1,0	0,53	<0,18	0,41	0,27	<0,18	0,26	0,22	0,63	0,39	0,55	0,49
Iskrba	1,1	0,29	0,20	0,27	0,18	0,25	0,22	0,24	0,52	0,19	0,24	0,35

KADMIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,41	0,22	0,11	0,16	0,12	<0,05	0,07	0,10	/	0,34	0,38	0,54
Maribor center	0,84	0,43	0,20	0,17	0,10	0,09	0,11	0,12	0,19	0,17	0,53	0,29
Maribor Vrbanski p.	0,72	0,24	0,17	0,20	0,12	0,08	0,09	0,10	0,21	0,16	0,30	0,27
Iskrba	0,20	0,07	<0,05	0,11	0,08	<0,05	0,06	0,07	0,17	0,08	0,08	0,11

NIKELJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	3,6	4,5	1,6	2,0	1,7	5,5	2,6	2,5	/	4,4	6,0	8,2
Maribor center	3,8	1,4	3,1	1,4	<1,1	1,3	1,2	2,4	<1,1	1,3	1,9	1,3
Maribor Vrbanski p.	3,2	<1,1	1,7	1,7	<1,1	1,2	2,3	1,3	<1,1	1,9	1,4	1,4
Iskrba	3,8	<1,1	<1,1	1,3	3,0	3,4	2,5	2,8	2,0	1,6	2,5	1,2

SVINEC

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	19	8,6	4,7	5,6	4,3	3,1	3,1	3,7	/	6,9	12	13
Maribor center	18	12	5,3	6,2	4,4	4,4	4,4	4,4	7,6	8,9	15	13
Maribor Vrbanski p.	16	9,0	5,2	6,9	4,5	3,1	3,6	3,7	7,4	6,2	9,8	9,1
Iskrba	5,7	2,3	2,4	3,6	3,0	1,7	2,1	2,3	3,9	2,4	3,1	3,6

Opomba: Rezultati, ki vsebujejo znak <, so pod mejo kvantifikacije, ki jo je podal laboratorij.

Tabela 2.3.6.2.(4): Povprečne mesečne koncentracije ionov ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v delcih $\text{PM}_{2,5}$ v letu 2009**NITRAT**

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	2,8	3,6	1,5	0,60	0,16	0,12	0,09	0,13	/	1,1	2,8	3,3
Maribor center	5,8	3,6	2,3	0,93	0,45	0,20	0,10	0,14	0,34	1,4	2,4	3,3
Maribor Vrbanski p.	5,3	3,2	2,2	0,74	0,47	0,17	0,10	0,13	0,28	1,1	1,7	3,2
Iskrba	0,31	0,30	0,64	0,32	0,15	0,09	0,07	0,12	0,12	0,33	0,27	0,43

SULFAT

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	4,5	1,8	1,2	2,5	1,8	1,3	1,7	1,6	/	2,4	1,9	2,3
Maribor center	7,6	2,4	1,6	3,6	1,9	1,7	1,7	2,1	3,9	1,8	1,6	2,1
Maribor Vrbanski p.	7,6	2,3	1,6	3,8	2,1	1,7	1,7	2,0	4,3	1,7	1,4	2,1
Iskrba	9,5	1,8	1,7	3,4	2,8	1,8	2,6	2,7	4,9	2,4	2,1	2,0

KLORID

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,31	0,15	0,10	0,06	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	/	0,04	0,10	0,26
Maribor center	0,44	0,38	0,25	0,09	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,07	0,18	0,55
Maribor Vrbanski p.	0,24	0,16	0,10	0,09	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,17	0,07	0,12
Iskrba	0,08	0,05	0,06	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	<0,04

NATRIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,10	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	/	0,04	0,06	0,08
Maribor center	0,20	0,16	0,10	0,04	0,03	0,06	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05	0,26
Maribor Vrbanski p.	0,11	0,07	0,07	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,08
Iskrba	0,05	0,02	0,05	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,07	0,07

AMONIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	2,5	1,6	0,81	1,1	0,66	0,44	0,54	0,56	/	1,1	1,4	1,6
Maribor center	4,3	1,7	1,1	1,6	0,83	0,57	0,46	0,68	1,4	0,94	1,2	1,6
Maribor Vrbanski p.	4,2	1,6	1,2	1,6	0,91	0,56	0,55	0,67	1,5	0,85	0,90	1,5
Iskrba	2,5	0,70	0,77	1,3	0,99	0,68	0,83	0,92	1,6	0,88	0,73	0,69

KALIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,94	0,27	0,11	0,10	0,05	0,03	0,03	0,05	/	0,14	0,25	0,47
Maribor center	0,81	0,27	0,15	0,15	0,07	0,04	0,06	0,07	0,15	0,12	0,27	0,34
Maribor Vrbanski p.	0,83	0,24	0,17	0,16	0,07	0,04	0,05	0,07	0,15	0,12	0,22	0,33
Iskrba	0,41	0,13	0,08	0,12	0,08	0,04	0,05	0,08	0,15	0,10	0,11	0,13

MAGNEZIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	/	0,02	0,02	0,04
Maribor center	0,06	0,07	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
Maribor Vrbanski p.	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,06	0,04
Iskrba	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03

KALCIJ

Ilokacija	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Ljubljana BF	0,04	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05	<0,03	0,06	/	0,07	0,08	0,09
Maribor center	0,11	0,17	0,12	0,11	0,09	0,08	0,06	0,10	0,06	0,10	0,08	0,10
Maribor Vrbanski p.	0,05	0,09	0,08	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,09	0,07
Iskrba	0,04	<0,03	<0,03	0,04	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05	0,08

Tabela 2.3.7.(2): Povprečne mesečne koncentracije benzena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v letu 2009

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

Tabela 5.3.1.2.(1): Celotna depozicija težkih kovin (sezonske in letna vrednost) na Iskrbi leto 2009

Parameter	Statistična količina	CELOTNA DEPOZICIJA ONESNAŽEVALA ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)		
		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 za leto 2009

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

* 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 za leto 2009

Parameter	Statistična količina	CELOTNA DEPOZICIJA ONESNAŽEVALA (ng/m ³)		
		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 za obdobje vzorčenja od 29.12.2008 do 28.12.2009

Mesec	µg As/m ²	µg Cu/m ²	µg Zn/m ²	µg Cd/m ²	µg Cr/m ²	µg Ni/m ²	µg Pb/m ²	mm padavin
Jan*	0,085	0,475	1,786	0,025	0,237	0,670	1,070	61
Feb	0,143	1,566	7,293	0,053	0,358	2,136	1,524	57
Mar	0,147	1,211	6,582	0,060	0,287	0,346	1,759	94
Apr	0,143	0,837	4,282	0,026	0,270	0,252	1,464	89
Maj	0,070	1,091	5,329	0,025	0,162	0,450	0,824	23
Jun	0,129	2,051	8,174	0,051	0,278	0,400	1,062	89
Jul	0,120	2,179	6,247	0,037	0,278	0,391	1,111	59
Avg	0,096	1,170	3,550	0,016	0,237	0,438	0,863	44
Sep	0,576	2,409	10,480	0,127	0,590	1,197	2,467	34
Okt	0,178	1,289	6,568	0,049	0,360	0,554	1,337	70
Nov	0,122	1,495	7,919	0,046	0,237	0,617	1,152	77
Dec	0,093	0,276	1,500	0,024	0,237	0,237	0,786	156

Tabela 5.3.1.2(5): Celotne depozicije nekaterih PAH za obdobje vzorčenja od 29.12.2008 do 28.12.2009 na Iskrbi

	Benzo(a)antracen	Benzofluoranteni	Benzo(a)piren	Indeno(123-cd)piren	Dibenz(ah)antracen
	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{g}/\text{m}^2$
Jan	0,061	0,561	0,074	0,179	0,039
Feb	0,015	0,200	0,025	0,049	0,009
Mar	0,044	0,161	0,039	0,073	0,014
Apr	0,027	0,110	0,031	0,085	0,020
Maj	0,004	0,020	0,006	0,010	0,006
Jun	0,007	0,025	0,009	0,013	0,009
Jul	0,003	0,009	0,006	0,004	0,005
Avg	0,005	0,032	0,005	0,007	0,006
Sep	0,006	0,037	0,010	0,009	0,007
Okt	0,013	0,070	0,021	0,029	0,013
Nov	0,044	0,189	0,059	0,124	0,021
Dec	0,094	0,329	0,099	0,213	0,031

Tabela 5.3.1.2(6): Rezultati meritve celokupnega Hg v padavinah in izračun depozicije Hg na Iskrbi

Izpostavljen vzorec	Odvzet vzorec	Koncentracija Hg		Depozicija Hg $\text{ng}/\text{m}^2.\text{dan}$
		ng/L	st.dev.	
29.12.2008	12.1.2009	6,6	0,01	7,8
12.1.2009	26.1.2009	4,4	0,14	17,3
26.1.2009	9.2.2009	5,5	0,08	19,3
9.2.2009	23.2.2009	5,8	0,52	41,4
23.2.2009	9.3.2009	5,1	0,04	13,3
9.3.2009	23.3.2009	7,6	0,13	7,3
23.3.2009	6.4.2009	4,5	0,38	37,6
6.4.2009	20.4.2009	11,5	0,02	10,4
20.4.2009	4.5.2009	6,7	0,41	36,3
4.5.2009	18.5.2009	8,4	0,38	1,2
18.5.2009	1.6.2009	/	/	/
1.6.2009	15.6.2009	10,8	0,59	25,8
15.6.2009	29.6.2009	2,0	0,11	12,3
29.6.2009	13.7.2009	10,7	0,31	54,1
13.7.2009	27.7.2009	7,4	0,30	27,4
27.7.2009	10.8.2009	10,3	0,40	11,7
10.8.2009	24.8.2009	15,1	0,80	32,8
24.8.2009	7.9.2009	5,6	0,21	18,4
7.9.2009	21.9.2009	6,6	0,33	9,6
21.9.2009	5.10.2009	9,2	0,28	9,7
5.10.2009	19.10.2009	2,6	0,18	6,5
19.10.2009	2.11.2009	8,3	0,35	0,79
2.11.2009	16.11.2009	3,7	0,15	18,4
16.11.2009	30.11.2009	5,8	0,26	14,3
30.11.2009	14.12.2009	2,1	0,06	12,9
14.12.2009	28.12.2009	3,8	0,15	27,0





