

ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO CELJE

Ipavčeva 18, 3000 CELJE

telefon: (063) 42510 fax: (063) 4251115

PRELIMINARNI MONITORING ONESNAŽENOSTI ZRAKA V MESTNI OBČINI KOPER

POROČILO O REZULTATIH MERITEV

Naslov naloge: Preliminarni monitoring onesnaženosti zraka v Mestni občini Koper - poročilo o rezultatih meritev

Naročnik: Mestna občina Koper
Verdijeva 6
6000 KOPER

Naročilo: Pogodba A3-1348/99

Datum naročila: 16.7. 1999

Datum izdelave faznega poročila: December 2000
Številka poročila: D3/

Nosilec naloge: Andrej Uršič, univ. dipl. biol.

Sodelavci: Aleš Zagajšek, univ. dipl. kem.
Aleš Krulec, dipl. san. ing.
Lucijan Tominšek, dipl. san. ing.
Sead Samardžič, kem. teh.

Zunanji sodelavci: MOP HMZ R Slovenije, Vojkova 1b, 10000 Ljubljana:
Roža Ciglar, dipl. uni. inž. kem.
Peter Pavli, uni. inž. kem.
Mateja Gjerek, dipl. uni. inž. meteorol.
Ksenija Pust, dipl. uni. inž. kem.

ZZV Koper:
Agnes Šömen Joksič, univ. dipl. kem.

Andrej URŠIČ, univ. dipl. biol.
Vodja EP EŽO

Asist.mag. Ivan ERŽEN, dr.med.
DIREKTOR

KAZALO

1	UVOD	4
2	NAMEN IN CILJI NALOGE	4
3	ZAKONSKE PODLAGE	4
4	POVZETEK	5
5	PODATKI O VIRIH ONESNAŽEVANJA ZRAKA	6
6	PODATKI O DOSEDANJIH MERITVAH	7
7	DOLOČITEV NAJPOMEMBNEJŠIH POLUTANTOV	9
7.1	LAHKOHLAPNE ORGANSKE SNOVI IN TVORBA OZONA	10
7.1.1	<i>Lastnosti lahkohtlapnih organskih snovi</i>	10
7.1.2	<i>Sekundarni polutanti</i>	11
8	MERITVE V LETU 2000	12
8.1	OBSEG MERITEV IN LOKACIJE MERILNIH MEST	12
8.2	MERILNE METODE	15
8.2.1	<i>Formaldehid</i>	15
8.2.2	<i>Inhalabilni delci</i>	17
8.2.3	<i>Meritve z mobilno postajo HMZ</i>	18
9	REZULTATI MERITEV	19
9.1	OZON	19
9.1.1	<i>Ocena stopnje onesnaženosti zraka z ozonom</i>	21
9.2	DUŠIKOV DIOKSID	22
9.2.1	<i>Ocena stopnje onesnaženosti zraka z dušikovim dioksidom</i>	24
9.3	OGLJIKOV MONOKSID	25
9.3.1	<i>Ocena stopnje onesnaženosti zraka z ogljikovim monoksidom</i>	27
9.4	ŽVEPLOV DIOKSID	28
9.4.1	<i>Ocena stopnje onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom</i>	30
9.5	INHALABILNI DELCI	31
9.5.1	<i>Ocena stopnje onesnaženosti zraka z inhalabilnimi delci</i>	33
9.6	LAHKOHLAPNE ORGANSKE SNOVI	34
9.6.1	<i>Ocena stopnje onesnaženosti zraka z lahkohtlapnimi organskimi snovmi</i>	34
9.7	FORMALDEHID	35
9.8	OSTALE OBLIKE ONESNAŽEVANJA	35
10	PREDLOGI ZA NADALNJE DELO	36
11	LITERATURA	37
12	PRILOGE	38

1 UVOD

Stanje onesnaženosti zraka v Kopru je kljub nekaterim že opravljenim meritvam še vedno premalo pojasnjen okoljski problem. Meritve, ki so bile opravljene do leta 1999, niso pokazale posebnih večjih problemov v zvezi s stopnjo onesnaženosti zraka, številne pritožbe krajanov pa pričajo, da tovrstni problemi vseeno obstajajo.

Ker občina želi pojasniti dejansko stanje na področju onesnaženosti zraka in v primeru prekomerne onesnaženosti sprejeti določene ukrepe, se je leta 1999 odločila, da izvede preliminarni monitoring onesnaženosti zraka, katerega namen je bil dodatno pojasniti nekatera odprta vprašanja v zvezi s stanjem onesnaženosti zraka na širšem območju občine in tako pridobiti podatke, ki bodo služili kot podlaga za nadaljnje ukrepanje na tem področju.

2 NAMEN IN CILJI NALOGE

Namen in cilj preliminarnega monitoringa onesnaženosti zraka je bil dodatno pojasniti naslednja odprta vprašanja v zvezi z onesnaženostjo zraka v Kopru:

- Na podlagi razpoložljivih podatkov iz katastra virov onesnaževanja zraka (emisijski viri) določiti, katere so tiste snovi, ki najbolj onesnažujejo zrak na širšem območju mestne občine Koper.
- Na podlagi podatkov iz katastra virov onesnaževanja zraka določiti reprezentativni obseg meritev onesnaženosti zraka, na podlagi katerih bo možno podati preliminarno oceno stanja onesnaženosti zraka.
- Z meritvami pridobiti toliko podatkov o stopnji onesnaženosti zraka v Kopru in okoliških krajih, da bo na osnovi teh podatkov možno določiti, ali je onesnaženost zraka tolikšna, da je potrebno uvesti kontinuirane meritve onesnaženosti zraka v Kopru.
- V primeru, da so kontinuirane meritve potrebne določiti, katere meritve so potrebne in na katerih lokacijah naj bi se te meritve izvajale.

3 ZAKONSKE PODLAGE

- Zakon o varstvu okolja, Ur. list RS št. 32/93
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku (Uradni list RS, št. 73/94)
- Pravilnik o pogojih strokovnega nadzora nad onesnaževanjem in onesnaženostjo zraka (Uradni list SRS, št. 10/85)

4 POVZETEK

Opravljenе preliminarne meritve onesnaženosti zraka so pokazale, da v Kopru in njegovi širši okolici (Semedela, Dekani) vsaj v vročih poletnih mesecih obstaja resen problem onesnaženosti zraka z ozonom. Na obeh merilnih mestih smo v razmeroma zelo kratkem času izvajanja meritev ugotovili številne prekoračitve mejnih imisijskih koncentracij, v Dekanih pa smo dvakrat ugotovili celo preseganje kritičnih imisijskih vrednosti. Predlagamo, da se vsaj na dveh lokacijah (Dekani in Semedela) uvedejo redne meritve onesnaženosti zraka z ozonom.

V okviru meritev onesnaženosti zraka s formaldehidom, dušikovim dioksidom, ogljikovim monoksidom, inhalabilnimi delci in žveplovim dioksidom nismo ugotovili prekoračitev mejnih imisijskih vrednosti. Redne meritve teh polutantov niso potrebne.

V okviru do sedaj opravljenih meritev problem onesnaženosti zraka z lahkohlapnimi organskimi snovmi v Dekanih ni bil zadovoljivo pojasnjen. Če želimo ta problem pojasniti in posledično ugotoviti, kakšna je zaradi tega ogroženost prizadetih prebivalcev, so potrebne dodatne raziskave.

5 PODATKI O VIRIH ONESNAŽEVANJA ZRAKA

Mestna občina Koper nam je leta 1999 posredovala podatke iz katastra industrijskih virov onesnaževanja zraka v Kopru. Podatki iz katastra so v enem delu vsebovali podatke o vrstah in količini emitiranih snovi v drugem delu pa samo podatke o vrsti emitiranih snovi brez informacije o emitiranih količinah. Podatki o virih onesnaževanja in vrstah snovi, ki jih ti viri emitirajo v ozračje, so zbrani v tabeli (Tabela 1). Natančnejše podatke o vrstah snovi, ki se emitirajo v zrak iz industrije, prikazuje tabela (Tabela 2). Obdelava podatkov o količini snovi, ki jih posamezni onesnaževalci emitirajo v zrak, presega okvirje zastavljene naloge.

Tabela 1: Najpomembnejši viri onesnaževanja zraka v mestni občini Koper s pripadajočimi emisijami t.i. primarnih polutantov (I – industrija, P – promet, K – kurišča)

Kraj	Žveplov dioksid (SO ₂)	Dim	Dušikov dioksid (NO ₂)	Ogljikov monoksid (CO)	Prah (PM10, PM _{2,5})	Lahkohlapne organske snovi (VOC)
Koper	K	K	P	P	K, P, I	P, I
Luka Koper			P	P	I	I
Skladišče Srmin						I
Kemiplas	I	I	I	I		I
Semedela	K	K	P	P	P	P
Dekani	K	K				
Bertoki	K	K				
Ankaran	K	K	P	P	P	P
Škofije	K	K	P	P	P	P
ostali kraji	K	K				

Tabela 2: Snovi, ki se v mestni občini Koper emitirajo v zrak iz industrijskih virov onesnaževanja

Onesnaževalec	Emisijski vir	Polutant
KEMIPLAS	Kotel 1 AFK	SO ₂ , Dim
	Kotel 2 AFK	SO ₂ , Dim
	Kotel obrat mehčala	SO ₂ Dim
	Sežig tekočih odpadkov	CO NO _x TOC
	Pralnik plinov	Anhidridi organskih kislin (maleinska -AMT, ftalna AFT, benzojska, citronska) Vonji Aldehidi (formaldehid, acetaldehid, benzaldehid) SO ₂ CO

Nadaljevanje tabele 2:

Onesnaževalec	Emisijski vir	Polutant
	Pretakanje organskih topil	Otroksilen (dimetilbenzen) 30.000 t/l 2 etilheksanol 12.000 t/l vinilacetat 7.000 t/l dioktilftalat 9.000 t/l disperzija (vodna raztopina polivinilacetata) 7.000 t/l
POLISINTEZA		Akriolat Vinilacetat
PROMO (Tomos)		Prašni delci (peskanje) Prašni delci (lakirnica) VOC ? (ni evidentirano v meritvah)
ALUSUISSE		Trdni delci
CIMOS		Prah VOC (ni bilo merjeno)
LUKA		Prah iz terminala VOC (benzen, ksilen toluen – BTX, vinilacetat, etanol, butanol)

Iz podatkov iz katastra virov onesnaževanja zraka je razvidno, da so v Kopru poleg »običajnih« emisijskih virov, ki so tipični za vse kraje v Sloveniji (kurišča in promet) zelo močno zastopani tudi emisijski viri, ki emitirajo najrazličnejše oblike lahkih organskih snovi. Takšni viri so predvsem Kemiplas, skladišče naftnih derivatov v Srminu in Luka Koper.

6 PODATKI O DOSEDANJIH MERITVAH

V Kopru v okviru republiške dopolnilne merilne mreže že več let tečejo redne meritve 24-urnih koncentracij dima in indeksa kislih plinov. Na osnovi teh meritev se je Koper med ca 50 kraji kjer potekajo te meritve do sedaj vedno uvrščal med kraje z najmanj onesnaženim zrakom v Sloveniji. Te meritve v okviru teh meritev mejne imisijske koncentracije praktično nikoli niso bile prekoračene.

V letu 1996 so bile na območju Kopa (križišče Ankaran, Gabrovica na Črnem Kalu, Koper) izvedene tudi meritve z avtomatsko merilno postajo. V ankaranskem križišču so meritve potekale od 14. marca do 21. aprila, na Črnem Kalu od 21. aprila do 22. maja, septembra istega leta pa tudi v Kopru. Rezultati meritev so prikazani v tabelah (Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5). Meritve v ankaranskem križišču in na Črnem Kalu so bile izvedene zaradi ugotavljanja ničelnega stanja pred gradnjo bodoče avtoceste Divača – Srmin, meritve v Kopru pa so bile izveden z namenom izmeriti onesnaženost zraka v Kopru v poletnih mesecih, ko je emisija iz prometa največja.

Iz rezultatov meritev v ankaranskem križišču in na Črnem Kalu je razvidno, je razvidno, da so bile v času izvajanja meritev na merilnih mestih križišče Ankaran in Gabrovica na Črnem Kalu presežene tako urne kot tudi 24-urne mejne imisijske koncentracije za ozon. Imisijske koncentracije večine ostalih polutantov so bile znatno nižje od mejnih vrednosti, ki jih predpisuje Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v zraku; Ur. list RS št. 73/94 (Tabela 3, Tabela 4).

V povzetku poročila o meritvah v Kopru (Onesnaženost zraka v Sloveniji v letu 1996; HMZ Slovenije 1997) je navedeno, da je bila onesnaženost zraka v Kopru v septembru 1996 sicer nizka (Tabela 5), le onesnaženost zraka z ozonom je dvakrat preseгла mejno osem urno koncentracijo. Prekoračitev mejne osem urne koncentracije iz navedene tabele ni razvidna.

Tabela 3: Povprečne, maksimalne dnevne in maksimalne urne koncentracije polutantov na merilnem mestu križišče Ankaran za merilno obdobje 14.3.– 21. 4. 1996 (vir: HMZ R Slovenije) s pripadajočimi MIV - mejnimi imisijskimi koncentracijami (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih snovi v zraku, ur. list RS št. 73/94)

Polutant	Enota	Povprečna konc.	Max. izmerjena dnevna konc.	MIV za dnevno Konc.	Max. izmerjena urna konc.	MIV za urno konc.
SO ₂	µg/m ³	16	31	125	78	350
NO ₂	µg/m ³	47	85	150	180	300
CO	mg/m ³	1	2	-	5	30
O ₃	µg/m ³	55	83	65	183	150
SLD	µg/m ³	42	97	175	175	300
Benzen	µg/m ³	15	21	-	65	
toluen	mg/m ³	0,012	0,016	-	0,069	1*
m, p-ksilen	µg/m ³	5	7	-	29	
etilbenzen	µg/m ³	2	2	-	15	
o-ksilen	µg/m ³	12	19	-	133	

*MIV za 30 min

Tabela 4: Povprečne, maksimalne dnevne in maksimalne urne koncentracije polutantov na merilnem mestu Gabrovica na Črnem Kalu za merilno obdobje 21.4.– 22. 5. 1996 (vir: HMZ R Slovenije) s pripadajočimi MIV - mejnimi imisijskimi koncentracijami (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih snovi v zraku, ur. list RS št. 73/94)

Polutant	Enota	Povprečna konc.	Max. izmerjena dnevna konc.	MIV za dnevno Konc.	Max. izmerjena urna konc.	MIV za urno konc.
SO ₂	µg/m ³	6	22	125	68	350
NO ₂	µg/m ³	19	33	150	83	300
CO	mg/m ³	1	1	-	2	30
O ₃	µg/m ³	85	127	65	229	150
SLD	µg/m ³	32	62	175	103	300
Benzen	µg/m ³	0,2	0,2	-	0,7	
toluen	mg/m ³	0,0001	0,0001	-	0,0002	1*
m, p-ksilen	µg/m ³	0,1	0,1	-	0,5	
etilbenzen	µg/m ³	0,02	0,03	-	0,16	
o-ksilen	µg/m ³	0,00	0,03	-	0,3	

*MIV za 30 min

Tabela 5: Povprečne, maksimalne dnevne in maksimalne urne koncentracije polutantov na merilnem mestu Koper za merilno obdobje september 1996 (vir: HMZ R Slovenije) s pripadajočimi MIV - mejnimi imisijskimi koncentracijami (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih snovi v zraku, ur. list RS št. 73/94)

Polutant	enota	Povprečna konc.	Max. izmerjena dnevna konc.	MIV za dnevno konc.	Max. izmerjena urna konc.	MIV za urno konc.
SO ₂	µg/m ³	6	11	125	42	350
NO ₂	µg/m ³	32	42	150	88	300
CO	mg/m ³	0,82	1,15	-	3,43	30
O ₃	µg/m ³	41	62	65	145	150
SLD	µg/m ³	27	41	175	111	300

7 DOLOČITEV NAJPOMEMBNEJŠIH POLUTANTOV

Glede na razpoložljive podatke o emisijah ocenjujemo, da so za oceno stanja onesnaženosti zraka v Kopru najpomembnejše emisije naslednjih polutantov:

1. Lahkohlapne organske snovi (tudi VOC - volatile organic compounds) med katerimi so najpomembnejši benzen, toluen, ksilen, (tudi BTX – benzene, toluene, xylene), vinilacetat, ortoksilen, formaldehid)
2. Dušikovi oksidi
3. Prašni delci

Emisije lahkohlapnih snovi so močno prisotne v industriji, pojavljajo se tudi pri skladiščenju naftnih derivatov in drugih lahkohlapnih organskih snovi (glej poglavje št. 5), pomemben delež k skupni emisiji pa prispeva tudi promet.

Emisije dušikovih oksidov so prisotne pri prometu in pri pridobivanju toplote iz fosilnih goriv (industrijske kotlovnice za pridobivanje tehnološke toplote, druga kurišča), pojavljajo pa se tudi pri sežiganju tekočih odpadkov (Kemiplas).

Emisije prašnih delcev so prisotne v industriji (luka, Promo, Alusuisse, Kemiplas), pomemben delež pa prispeva tudi promet.

Gledano v celoti ocenjujemo, da so emisije lahkohlapnih organskih snovi tiste emisije, ki odločilno vplivajo na stanje onesnaženosti zraka v Kopru in njegovi širši okolici.

7.1 LAHKOHLAPNE ORGANSKE SNOVI IN TVORBA OZONA

Lahkohlapne organske snovi vplivajo na stopnjo onesnaženosti zraka na dva načina in sicer:

- kot t.i. primarni onesnaževalci zraka takrat, ko se pojavljajo v okolju v takšni obliki, kot so bili emitirani in
- kot prekursorji pri tvorbi troposferskega ozona (sekundarni onesnaževalec zraka), ki nastaja zaradi fotokemičnih reakcij v atmosferi.

V fotokemičnih reakcijah se izvirne lahkohlapne organske snovi preoblikujejo v druge organske spojine (npr. peroksiacetyl nitrate – PAN in peroksipropinil nitrate - PPN), ki so skupaj z ozonom pomembni sekundarni onesnaževalci zraka. Prosti ozon se v zraku tvori tako dolgo, dokler so na razpolago dušikovi oksidi in lahkohlapne organske snovi. Ko teh zmanjka, tudi prosti ozon ne nastaja več.

Za vse te fotokemične reakcije so potrebni določeni meteorološki pogoji in sicer visoke temperature (za maksimalno tvorbo ozona nad 30°C) in močna UV radiacija (jasni dnevi), kar daje dovolj energije, za fotokemične reakcije. V primerih, ko meteorološki pogoji niso ustrezni, te reakcije ne potekajo in sekundarni onesnaževalci zraka se ne pojavljajo.

V prvem primeru, ko lahkohlapne organske snovi nastopajo kot primarni onesnaževalci zraka, so za ugotavljanje posledic, ki ga tovrstno onesnaževanje povzroča v okolju, pomembne »osnovne« lastnosti emitiranih snovi, v drugem primeru pa je bistvenega pomena reaktivnost teh snovi v fotokemičnih reakcijah.

7.1.1 Lastnosti lahkohlapnih organskih snovi

Evidentirali smo naslednje lahkohlapne organske snovi, ki se v Kopru in njegovi okolici emitirajo v zrak:

- Anhidridi organskih kislin (maleinske (AMT), ftalne (AFT), benzojeve, citronske)
- Aldehidi (formaldehid, acetaldehid, benzaldehid)
- Otoksilen (dimetilbenzen)
- etilheksanol
- vinilacetat
- dioktilftalat
- akrilati
- Benzen,
- Ksilen
- Toluen
- Etanol,
- Butanol
- Organska topila iz lakirnic

Glede na določila Pravilnika o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi (Ur list RS št. 73/99) sodi del navedenih snovi med nevarne snovi in na takšen ali drugačen način lahko povzročajo negativne vplive na okolje in pod določenimi pogoji tudi na zdravje ljudi.

Pri ocenjevanju vplivov na okolje in še posebej pri ocenjevanju vplivov na zdravje ljudi moramo biti posebej pozorni na to, da ugotovimo, kako in koliko so ljudje in okolje dejansko izpostavljeni tem snovem v zraku. Vedeti moramo, kolikšne so koncentracije teh snovi v zraku in koliko časa neka oseba takšen zrak vdihuje.

V tabeli (Tabela 6) so podane nevarne lastnosti snovi, ki se emitirajo v zrak na širšem območju Kopra, vendar ponovno poudarjamo, da zaradi emisije teh snovi v zrak avtomatično ne pomeni, da so prebivalci MO Koper do te mere izpostavljeni tem polutantom, da bi bilo zaradi tega ogroženo njihovo zdravje.

Tabela 6: Nevarne lastnosti* lahkoahlapnih organskih snovi, ki se v Kopru in njegovi okolici emitirajo v zrak. Navedene so le tiste nevarne lastnosti, ki se nanašajo na vdihovanje hlapov teh snovi.

SNOV	NEVARNE LASTNOTI
Anhidrid ftalne kisline	Draži dihala
Anhidrid maleinske kisline	Vdihovanje lahko povzroči preobčutljivost
Acetaldehid	Rakotvorna snov (3. skupina), draži oči in dihala
Formaldehid	Rakotvorna snov (3. skupina), strupeno pri vdihovanju,
Benzen	Rakotvorna snov (1. skupina), strupeno pri vdihovanju,
Ksilen	Zdravju škodljivo pri vdihavanju
Toluen	Zdravju škodljivo pri vdihavanju
Butanol	Draži dihala

* Nevarne lastnosti so povzete iz Pravilnika o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi (Ur list RS št. 73/99)

7.1.2 Sekundarni polutanti

Negativni vpliv ozona na človeka se odraža z zmanjševanjem pljučnih funkcij, s tem povezani simptomi so kašelj in bolečine pri globljem dihanju.

Vdihovanje povišanih koncentracij peroksi acetil nitratov (PAN), ki so za ozonom drugi najpogostejši sekundarni onesnaževalci zraka, povzročajo draženje oči.

Ozon negativno vpliva tudi na rastline. Negativno vpliva na fotosintezo, zmanjšuje produkcijo sladkorjev in drugih ogljikovih hidratov in tako negativno vpliva na celotno rast in razvoj rastlin.

8 MERITVE V LETU 2000

8.1 OBSEG MERITEV IN LOKACIJE MERILNIH MEST

Na podlagi razpoložljivih podatkov o emisijah smo za izvedbo preliminarnega monitoringa in oceno stanja onesnaženosti zraka v Kopru izbrali meritve naslednjih škodljivih snovi v zraku:

- Ozon (O₃)
- Dušikov dioksid (NO₂)
- Inhalabilni delci (prah)
- Lahkohlapne organske snovi (benzen, ksilen, toluen -BTX)
- Formaldehid
- Ogljikov monoksid
- Žveplov dioksid

Pri izbiri merilnih mest smo v največji možni meri upoštevali naslednje dejavnike:

- Poseljenost območja v tem smislu, da smo meritve izvedli na takšnih lokacijah, kjer je gostota poseljenosti velika, kar je bil skupen interes MO Koper in prizadetih krajanov
- Pritožbe krajanov v tem smislu, da smo meritve izvedli na lokacijah, kjer je pritožb krajanov največ
- Lokacije najpomembnejših virov onesnaževanja v tem smislu, da smo merilna mesta locirali na tistih območjih, kjer glede na prevladujoče smeri vetrov in druge meteorološke pogoje lahko pričakujemo pomembne vplive emisij na imisijsko stanje
- Strokovne zahteve za postavitve merilnih mest in izvedbo meritev v tem smislu, da se zagotovi zadostna objektivnost izvedenih meritev
- Objektivne možnosti za namestitve merilnih naprav na terenu

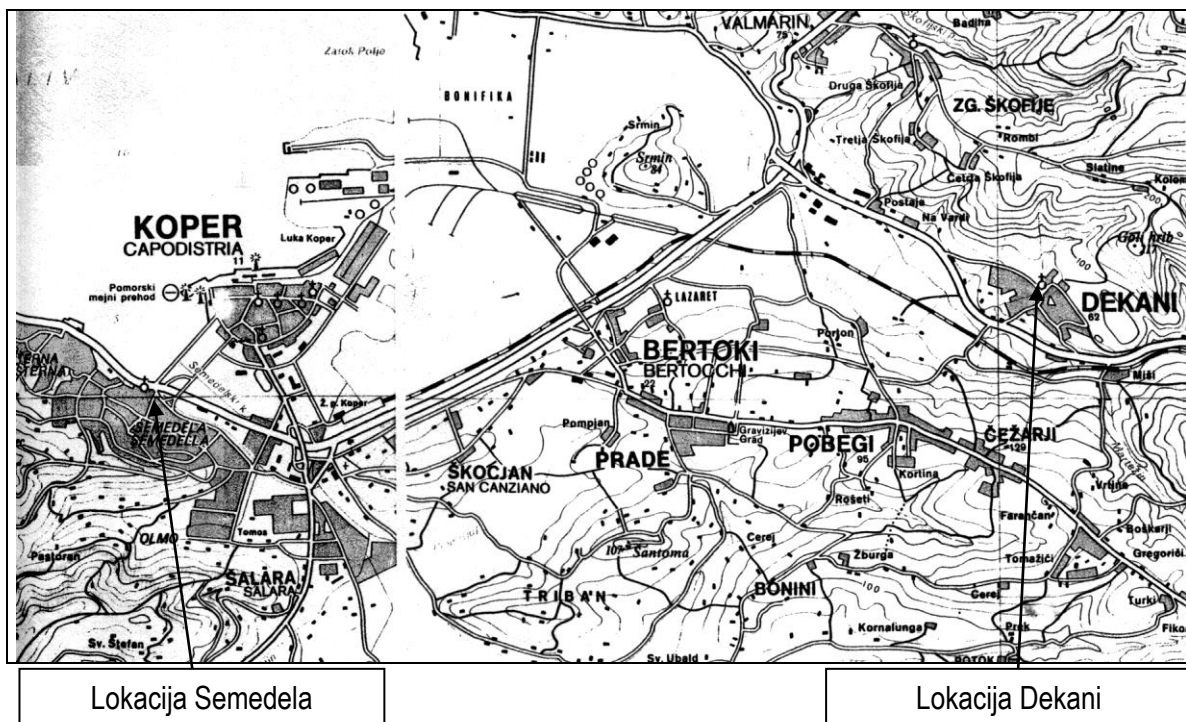
Lokacije merilnih mest ter obseg in čas izvajanja meritev prikazuje tabela (Tabela 7).

Tabela 7: Lokacije merilnih mest, obseg meritev na posameznem merilnem mestu in čas izvajanja meritev onesnaženosti zraka v Kopru v letu 2000

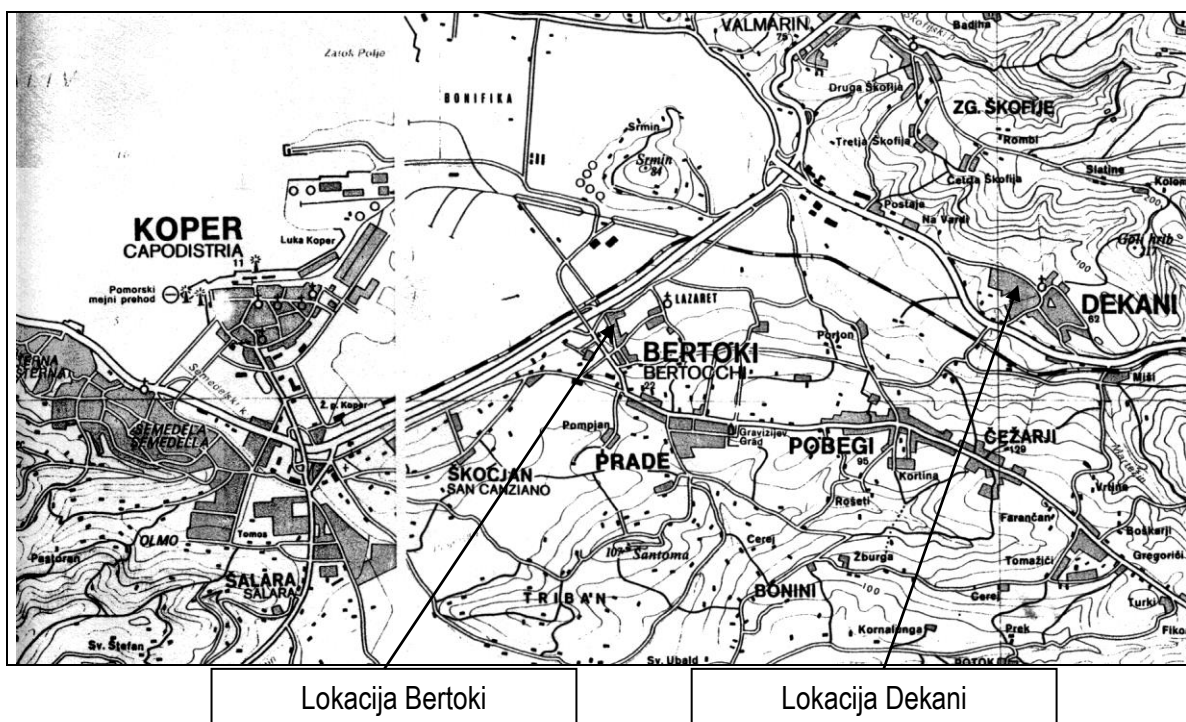
MERILNO MESTO	MERITVE	
	Obseg	Trajanje
Dekani – središče (meritve z mobilno postajo)	<ul style="list-style-type: none"> – Ozon (O₃) – NO – NO₂ – NO_x – CO – Inhalabilni delci (PM_{2,5}) – SO₂ – Smer in hitrost vetra – temperatura – Sončno sevanje – Relativna vlaga 	01. – 25. 07. 2000

MERILNO MESTO	MERITVE	
	Obseg	Trajanje
Semedela, Nova ulica – Trgovina Mercator DEBRO (meritve z mobilno postajo)	<ul style="list-style-type: none"> – Ozon (O₃) – NO – NO₂ – NO_x – CO – Lahkohlapne organske snovi (BTX) – Inhalabilni delci (PM_{2,5}) – SO₂ – Smer in hitrost vetra – temperatura – Sončno sevanje – Relativna vlaga 	01. – 28. 08. 2000
Bertoki, Cesta borcev 7	<ul style="list-style-type: none"> – Formaldehid – Smer in hitrost vetra 	01. 09 – 24. 09. 2000
Dekani, Dekani 226	<ul style="list-style-type: none"> – Formaldehid – Smer in hitrost vetra 	14. 10 – 16. 11. 2000
Ankaran	– Inhalabilni delci (PM ₁₀) in respirabilni delci (PM _{2,5})	18.-19. 09. 2000
Kavarjola	– Inhalabilni delci (PM ₁₀) in respirabilni delci (PM _{2,5})	19.-20. 09. 2000
Božiči	– Inhalabilni delci (PM ₁₀) in respirabilni delci (PM _{2,5})	20.-21. 09. 2000
Bonifika severozahod	– Inhalabilni delci (PM ₁₀) in respirabilni delci (PM _{2,5})	21.-22. 09. 2000
Bonifika severovzhod	– Inhalabilni delci (PM ₁₀) in respirabilni delci (PM _{2,5})	22.-23. 09. 2000
Brageti	– Inhalabilni delci (PM ₁₀) in respirabilni delci (PM _{2,5})	23.-24. 09. 2000

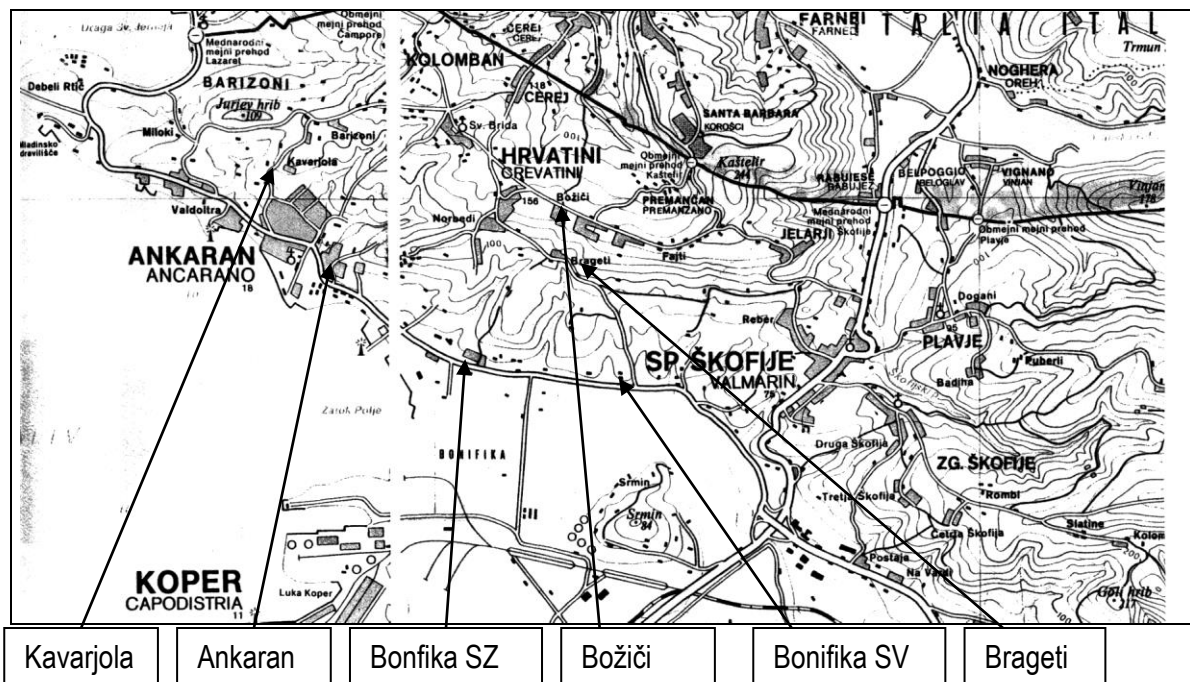
Lokacije merilnih mest so označene na slikah (Slika 1, Slika 2, Slika 3).



Slika 1: Lokacije merilnih mest na katerih so bile izvedene meritve z mobilno merilno postajo HMZ (meritve ozona, dušikovih oksidov, žveplovega dioksida, ogljikovega monoksida, inhalabilnih delcev)



Slika 2: Lokacije merilnih mest na katerih so bile izvedene meritve formaldehida



Slika 3: Lokacije merilnih mest na katerih so bile izvedene meritve inhalabilnega in respirabilnega prahu

8.2 MERILNE METODE

8.2.1 Formaldehid

NAČIN ODVZEMA VZORCEV:

Vzorci zraka smo odzeli tako, da smo vsak dan zvezno ali z določenimi časovnimi presledki prečrpavali zrak skozi absorpcijsko tekočino. Prečrpavanje zraka je trajalo neprekinjeno eno uro. Tak način vzorčenja omogoča primerjavo rezultatov meritev s predpisanimi mejnimi vrednostmi. Na vsakem merilnem mestu smo eno polovico opazovalnega obdobja vzorce odzeli samo podnevi, drugo polovico pa samo ponoči. Zaradi preverjanja imisijskih koncentracij smo odzeli vzorce zraka skrajšali tudi na 1/2 ure. Dinamika odvzema vzorcev je natančneje razvidna iz slike (Slika 4).

Slika 4: Shema vzorčenja formaldehida: temno polje označuje čas odvzema vzorca

BERTOKI, dnevni termin

	Ura														
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
01.09.2000															
03.-14.9.2000															

BERTOKI, nočni termini

Datum	Ura							
	00-00:30	1-1:30	2-2:30	3-3:30	4-4:30	5-5:30	22-22:30	23-23:30
15.09.2000								
16. – 24.09.2000								
24.09.2000								

DEKANI, dnevni termini

Datum	Ura							
	13-14	14-15	15-16	16-17				
14.10.2000								
03.–09.11.2000	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14
10.- 16. 11.2000	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21

DEKANI, nočni termini

Datum	Ura							
	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	22-23	23-24
14.10.2000								
15.10 – 1. 11.2000								
02.11.2000								

ANALITSKA METODA:

- Princip: Znan volumen zraka prečrpamo skozi dve zaporedno vezani izpiralki, ki vsebujeta vsaka po 20 ml destilirane vode. Formaldehid, ki se ujame v izpiralkah, analiziramo z merjenjem absorbance obarvane raztopine, ki nastane pri reakciji med raztopino kromotropne kisline in žveplove (VI) kisline ter formaldehidom. Absorbance škrlatno obarvane raztopine, ki je sorazmerna količini formaldehida v raztopini, merimo spektrofotometrično pri valovni dolžini 580 nm.
- Priprava steklovine: Vso steklovino smo pred vzorčevanjem očistili z raztopino detergenta, nato pa smo jo namakali eno uro v mešanici HNO_3 in H_2SO_4 1:1, da smo zagotovili odsotnost možnih kontaminacij z organskimi materiali, ki bi lahko zogleneli v koncentrirani žvepljeni kislini in zakrivali precenjenost koncentracij formaldehida. Na koncu smo steklovino intenzivno spirali z dvakrat destilirano vodo.
- Vzorčevanje: V izpiralke s frito smo nalili 20 ml absorpcijske raztopine (destilirana voda). Za eno vzorčevanje smo vezali 2 izpiralki zaporedno. Serijo smo priklopili na vzorčevalnik, ki je s prečrpavanjem zraka zagotovil zbiranje formaldehida iz zraka. Po končanem vzorčevanju smo vsebino vsake posamezne izpiralke kvantitativno prenesli v steklene posode in jih tesno zaprli s steklenim zamaškom z obrusom. Tako pripravljene vzorce smo hranili v hladilniku pri 4°C do transporta, ki je tudi potekal pri 4°C , da ni prišlo do izgub zaradi izhlapevanja ali polimerizacije.
- Določevanje: Odpipetirali smo 4 ml posameznega vzorca v stekleno merilno bučko in dodali 0.1 ml 1% reagenta kromotropne kisline. V raztopino smo nato počasi in kontinuirno s pipeto dodajali 6 ml koncentrirane žvepljene kisline. Počakali smo približno 20 minut, da se je vzorec ohladil. Nato smo izmerili absorbance pri valovni dolžini 580 nm s spektrofotometrom. Vsebnost formaldehida določamo na osnovi umeritvene krivulje, ki jo dobimo s pomočjo standardov.

QA, QC:

- Slepí poskus: v vsaki seriji meritev, to pomeni vsak teden, smo izvedli dva slepa poskusa. Za slepi poskus smo uporabili povsem enak način dela kot za vzorce, s to razliko, da nismo prečrpavali zraka skozi izpiralke.

- Kontrola stabilnosti: Tu smo preverjali, ali se kaj dogaja z formaldehidom, ki bi se pri vzorčevanju ujel v izpiralke (a/ V izpiralko smo injicirali znan volumen standardne raztopine formaldehida in takoj analizirali; b/ V izpiralko smo injicirali znan volumen standardne raztopine formaldehida, hranili v hladilniku en teden in nato analizirali; c/ Na terenu smo injicirali znan volumen standardne raztopine formaldehida v izpiralko, nato pa postopali z njo enako kot z vzorci, le da nismo prečrpavali zraka. Analizirali smo jo skupaj z ostalimi vzorci, ko smo jih dobili v laboratorij. Ta test smo naredili v vsaki seriji meritev. Vse tri kontrole smo izvajali na treh koncentracijskih nivojih: pri koncentraciji občutljivosti metode, pri 2x in 6x višji koncentraciji. Med vsemi tremi kontrolami je bilo ujemanje 80 % ali več.)
- Kalibracija spektrofotometra: Spektrofotometer smo kalibrirali s standardnimi raztopinami in sicer v vsaki seriji meritev. Dobili smo graf: odvisnost absorbance od konc. formaldehida. Kalibracijska premica je imela 5 točk. Umerjanje je potekalo z raztopinami od najnižje do najvišje koncentracije.
- Standardizacija razt. formaldehida: Za potrebe kalibracije spektrofotometra in kontrole stabilnosti formaldehida smo potrebovali osnovni standard formaldehida s konc. 1 mg/l, ki smo si ga pripravili in standardizirali. Standardizacija je potekala jodometrično in s pomočjo NaHSO₃.

MOŽNE INTERFERENCE

Postopek s kromotropno kislino ima zelo malo interferenc glede na ostale aldehide. Nasičeni aldehidi dajejo manj kot 0.01 % pozitivnih interferenc, nenasičeni aldehidi akroleina pa dajejo nekaj procentov pozitivnih interferenc. Fenoli dajejo 10-20% negativnih interferenc samo v primeru ko je prisotnost glede na formaldehid 8:1. Toda fenoli so običajno prisotni v atmosferi v precej nižjih koncentracijah kot formaldehid in prav zato ne povzročajo serijskih interferenc z metodo.

Eten in propen v primeru ko je njuno razmerje glede na formaldehid 10:1 povzročata 5-10% negativnih interferenc, 2-metil-1,3-butadien pa v primeru, ko je razmerje proti formaldehidu 15:1 povzroči 15% negativnih interferenc.

Aromatski ogljikovodiki lahko povzročijo negativne interference.

Skoraj z gotovostjo lahko trdimo, da do interferenc ni prišlo.

APARATURE IN PRIBOR

- UV/VIS spektrofotometer Cary 100, Varian Australija, programska oprema: Cary Win UV, verzija.: 02.00(25),
- steklene kivete za merjenje absorbance-1 cm,
- 1, 2, 5 in 10 ml pipete ter pipetor za pripravo standardnih raztopin,
- 10, 100, 250 in 1000 ml merilne bučke za pripravo osnovnih standardnih raztopin,
- 100 ml izpiralke s frito,
- 100 ml Winklerjeve steklenice z zamaški.

8.2.2 Inhalabilni delci

Način odvzema vzorcev:

Vzorci inhalabilnih delcev v zraku smo z aparaturo Gmim 1,108 Dust monitor odvzeli na šestih merilnih mestih tako, da smo na vsakem merilnem mestu vzorčili neprekinjeno 24 ur. Iz tako

dobljenih rezultatov smo nato izračunali enourne in 24-urne povprečne imisijske koncentracije inhalabilnih delcev (PM₁₀).

Vzorčenje smo izvedli po metodi, ki jo predpisuje standard ISO 799 EN-12341,

Analitska metoda: USA –EPA 209E in DIN 2083

Podatki o kalibraciji aparature: kalibracijski certifikat GRIMM model 1.108 št. E981108, naslednja kalibracija 21.12.2001

8.2.3 Meritve z mobilno postajo HMZ

Način odvzema vzorcev:

Z mobilno postajo so potekale kontinuirne meritve. Pri tovrstnih meritvah se zajem vzorca zraka izvaja neprekinjeno ves čas izvajanja meritev. Zajem je urejen skozi posebno sesalno cev, ki je nameščena na mobilni postaji. Vzorec zraka stalno analizirajo avtomatski merilniki.

Iz rezultatov kontinuirnih meritev se izračunajo povprečne koncentracije za izbrani časovni interval merjenja (1/2 ure, 1 ura, 8 ur, 24 ur), ki omogočajo primerjavo meritev s predpisanimi mejnimi vrednostmi.

Analizne metode: Podatki o merilnih metodah, ki so bile uporabljene pri avtomatskih meritvah z mobilno postajo HMZ R Slovenije so prikazani v tabeli (

Tabela 8).

Tabela 8: Merilna oprema in merilne metode, ki so bile uporabljene v okviru meritev z mobilno postajo HMZ R Slovenije.

Parameter	Metoda	Tip inštrumenta	Natan. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Območje (mg/m ³)	Meja detekcije
SO ₂	UV fluorescenca molekul SO ₂	ML Fluorescent SO ₂ Analyzer Model 9850	$\pm 1,4$	0-2,8	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO _x	Kemoluminiscenca molekul NO ₂	ML Nitrogen Oxides Analyzer Model 9841	± 2	0-2,0	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	UV absorpcija (240 nm)	ML Ozone Analyzer Model 9810	± 6	0-2,1	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	IR absorpcija	ML Carbon Monoxide Analyzer Model 9310	± 100	0-62	58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Inhalabilni prah (lebeče delci)	Oscilacijsko mikrotehtanje	TEOM 1400	± 5	0-1	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
VOC	Plinska kromatografija	AIRMOTEC BTX1000	Po parametrih glej RWTÜV 474267/01	Po parametrih glej RWTÜV 474267/01	Po parametrih glej RWTÜV 474267/01

Zagotavljanje kakovosti:

Funkcionalna kontrola merilnikov se avtomatsko izvede vsake 24,5 ure, meteoroloških dejavnikov pa enkrat dnevno. Funkcionalne kontrole se izvajajo s permeacijskimi cevki in interno ali zunanjo kalibrirno-funkcionalno enoto, s testnimi plini iz jeklenke, in s testnimi iz jeklenke in kalibratorjem.

9 REZULTATI MERITEV

9.1 OZON

Meritve onesnaženosti zraka z ozonom so potekale na dveh merilnih mestih in sicer v Dekanih in v Semedeli. Rezultati meritev so prikazani v tabelah (Tabela 9, Tabela 10). Meritve so bile izvedene z mobilno postajo HMZ.

Tabela 9: Povprečna mesečna, povprečne dnevne, maksimalne urne in maksimalne osemurne koncentracije ter preseganja mejnih in kritičnih koncentracij ozona na merilnem mestu Dekani v juliju 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	8-maks	št. 8ur>MIV	št. 8ur>KIV
SO 1.7.	98	93	143	0	0	135	3	0
NE 2.7.	98	130	140	0	0	135	4	0
PO 3.7.	56	-	140	0	0	108	0	0
TO 4.7.	98	119	137	0	0	129	4	0
SR 5.7.	94	111	144	0	0	132	3	0
ČE 6.7.	98	115	143	0	0	134	2	0
PE 7.7.	98	133	182	9	0	160	4	0
SO 8.7.	96	114	153	1	0	122	3	0
NE 9.7.	94	90	107	0	0	100	0	0
PO 10.7.	98	96	121	0	0	113	2	0
TO 11.7.	98	84	105	0	0	101	0	0
SR 12.7.	98	69	108	0	0	95	0	0
ČE 13.7.	98	69	99	0	0	92	0	0
PE 14.7.	96	92	113	0	0	107	0	0
SO 15.7.	98	73	95	0	0	78	0	0
NE 16.7.	98	60	94	0	0	77	0	0
PO 17.7.	96	72	114	0	0	105	0	0
TO 18.7.	100	89	127	0	0	121	2	0
SR 19.7.	90	96	134	0	0	121	1	0
ČE 20.7.	98	99	128	0	0	110	0	0
PE 21.7.	98	68	112	0	0	100	0	0
SO 22.7.	96	93	140	0	0	129	2	0
NE 23.7.	96	109	161	3	0	141	3	0
PO 24.7.	96	92	136	0	0	110	0	0
TO 25.7.	31	-	119	0	0	107	0	0

	% dobrih	Povp. Konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	24-maks	št. dni>MIV	št. dni>KIV	8-maks	št. 8ur>MIV	št. 8ur>KIV	Mediana	98. percentil
CELOTNO	93	95	182	13	0	133	22	1	160	33	0	96	154

LEGENDA:

% dobrih:	odstotek pravih podatkov												
Cp dnevna:	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			št. dni>MIV:	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo O_3 65 μm^3								
1-maks:	maksimalna urna koncentracija O_3 (μm^3)			št. dni >KIV:	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo O_3 130 μm^3								
št. ur>MIV:	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo O_3 150 μm^3			8-maks:	maksimalna osemurna koncentracija O_3 (μm^3)								
št. ur>KIV:	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo O_3 300 μm^3			št. 8ur>MIV:	število osemurnih intervalov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo O_3 110 μm^3								
povp. konc.:	povprečna mesečna koncentracija (μm^3)			št. 8ur>KIV:	število osemurnih intervalov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo O_3 220 μm^3								
24-maks:	maksimalna 24-urna koncentracija O_3 (μm^3)			Mediana:	mediana koncentracij O_3 (μm^3) za celotno obdobje merjenja								
98. percentil:	98. percentil koncentracij O_3 (μm^3) za celotno obdobje merjenja			CELOTNO:	celotno obdobje merjenja od 1. 7. 2000 do 25. 7. 2000								

Tabela 10: Povprečna mesečna, povprečne dnevne, maksimalne urne in maksimalne osemurne koncentracije ter preseganja mejnih in kritičnih koncentracij ozona na merilnem mestu Semedela v avgustu 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	8-maks	št. 8ur>MIV	št. 8ur>KIV
TO 1.8.	98	60	113	0	0	100	0	0
SR 2.8.	98	75	136	0	0	127	2	0
ČE 3.8.	94	86	133	0	0	122	2	0
PE 4.8.	98	49	86	0	0	56	0	0
SO 5.8.	98	67	116	0	0	92	0	0
NE 6.8.	98	88	120	0	0	115	2	0
PO 7.8.	98	72	123	0	0	105	0	0
TO 8.8.	98	55	112	0	0	93	0	0
SR 9.8.	98	49	99	0	0	84	0	0
ČE 10.8.	98	67	121	0	0	110	0	0
PE 11.8.	98	68	151	1	0	120	1	0
SO 12.8.	63	-	147	0	0	120	1	0
NE 13.8.	77	-	129	0	0	113	1	0
PO 14.8.	96	62	117	0	0	97	0	0
TO 15.8.	98	73	130	0	0	120	2	0
SR 16.8.	98	76	153	2	0	122	2	0
ČE 17.8.	96	81	167	2	0	134	2	0
PE 18.8.	88	69	159	2	0	114	1	0
SO 19.8.	94	81	172	2	0	138	1	0
NE 20.8.	92	90	151	1	0	140	2	0
PO 21.8.	60	-	126	0	0	111	1	0
TO 22.8.	98	60	120	0	0	102	0	0
SR 23.8.	98	83	135	0	0	117	2	0
ČE 24.8.	98	85	132	0	0	113	1	0
PE 25.8.	96	79	155	1	0	137	2	0
SO 26.8.	98	82	133	0	0	103	0	0
NE 27.8.	98	76	127	0	0	105	0	0
PO 28.8.	33	-	87	0	0	71	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	24-maks	št. dni>MIV	št. dni>KIV	8-maks	št. 8ur>MIV	št. 8ur>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	91	73	172	11	0	90	18	0	140	25	0	69	151

LEGENDA:

% dobrih	odstotek pravih podatkov												
Cp dnevna:	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					št. dni>MIV:	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo O_3 65 μm^3						
1-maks:	maksimalna urna koncentracija O_3 (μm^3)					št. dni >KIV:	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo O_3 130 μm^3						
št. ur>MIV:	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo O_3 150 μm^3					8-maks:	maksimalna osemurna koncentracija O_3 (μm^3)						
št. ur>KIV:	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo O_3 300 μm^3					št. 8ur>MIV:	število osemurnih intervalov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo O_3 110 μm^3						
povp. konc.:	povprečna mesečna koncentracija (μm^3)					št. 8ur>KIV:	število osemurnih intervalov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo O_3 220 μm^3						
24-maks:	maksimalna 24-urna koncentracija O_3 (μm^3)					Mediana:	mediana koncentracij O_3 (μm^3) za celotno obdobje merjenja						
98. percentil:	98. percentil koncentracij O_3 (μm^3) za celotno obdobje merjenja					CELOTNO:	celotno obdobje merjenja od 1. 8. 2000 do 28. 8. 2000						

Tabela 11: Primerjava povprečnih mesečnih, povprečnih dnevni, maksimalnih urnih in maksimalnih osemurnih koncentracij ter preseganj mejnih in kritičnih koncentracij ozona na merilnih mestih Dekani in Semedela (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	24-maks	št. dni>MIV	št. dni>KIV	8-maks	št. 8ur>MIV	št. 8ur>KIV	Mediana	98. percentil
DEKANI (Julij 2000)	93	95	182	13	0	133	22	1	160	33	0	96	154
SEMEDELA (avgust.2000)	91	73	172	11	0	90	18	0	140	25	0	69	151

9.1.1 Ocena stopnje onesnaženosti zraka z ozonom

Na osnovi rezultatov meritev ocenjujemo, da je bil zrak v času izvajanja meritev na območju Semedele in še bolj na območju Dekanov močno onesnažen z ozonom.

V Dekanih je bila od skupno 23 dni izvajanja meritev (dnevi z zadostnim št. pravih podatkov) mejna 24 urna imisijska vrednost ozona v zraku presežena 22 dni. Dne 7. 7. 2000 je bila presežena tudi kritična imisijska vrednost.

V istem merilnem obdobju so bile trinajstkrat presežene tudi mejne urne imisijske vrednosti. V tem obdobju je bilo tudi trinajst intervalov takšnih, ko so bile presežene mejne osem urne imisijske vrednosti (Tabela 11).

V Semedeli je bila od skupno 24 dni izvajanja meritev (dnevi z zadostnim št. pravih podatkov) mejna 24 urna imisijska vrednost ozona v zraku presežena osemnajst dni. Kritična imisijska vrednost ni bila presežena.

V istem merilnem obdobju so bile enajstkrat presežene tudi mejne urne imisijske vrednosti. V tem obdobju je bilo tudi 25 intervalov takšnih, ko so bile presežene osem urne imisijske vrednosti (Tabela 11).

Ker meritve niso potekale istočasno, neposredne primerjave med obema merilnima mestoma niso možne, ugotovimo pa lahko, da je bil zrak z ozonom julija v Dekanih bolj onesnažen kot avgusta v Semedeli.

Odvisnost stopnje onesnaženosti zraka od smeri vetra:

- V Dekanih je pri hitrostih vetra pod 1 m/s večina onesnaženja z ozonom prihajala iz južne in vzhodne smeri, nobena smer pa ni bila zelo izrazita.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s pa so bile zastopane tri osnovne smeri. Največ onesnaženja je prihajalo iz smeri severovzhod do vzhod-jugovzhod, sledila je smer zahod-severozahod do zahod-jugozahod in nato smer jug-jugovzhod (glej rožo onesnaženja v prilogi).

- V Semedeli je pri hitrostih vetra pod 1 m/s večina onesnaženja z ozonom prihajala iz smeri zahod-jugozahod do smeri sever-severovzhod. Roža onesnaženja za ozon se močno razlikuje od rož onesnaženosti za dušikov dioksid in ogljikov monoksid, glede na prevladujočo smer pa nekoliko spominja na rožo onesnaženosti za žveplov dioksid.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s sta bili zastopani dve osnovni smeri. Največ onesnaženja je prihajalo iz smeri sever-severozahod do vzhod-jugovzhod, sledila je smer zahod. Druge smeri niso bile zastopane (glej rožo onesnaženja v prilogi). Roža onesnaženja za ozon je zelo podobna rožam onesnaženja za dušikov dioksid in ogljikov monoksid, bistveno pa se razlikuje od rože onesnaženosti za žveplov dioksid.

9.2 DUŠIKOV DIOKSID

Meritve onesnaženosti zraka z dušikovim dioksidom so potekale na dveh merilnih mestih in sicer v Dekanih in v Semedeli. Rezultati meritev so prikazani v tabelah (Tabela 12, Tabela 13). Meritve so bile izvedene z mobilno postajo HMZ.

Tabela 12: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij dušikovega dioksida na merilnem mestu Dekani v juliju 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
SO 1.7.	98	13	35	0	0
NE 2.7.	98	7	13	0	0
PO 3.7.	56	-	33	0	0
TO 4.7.	96	8	12	0	0
SR 5.7.	96	12	27	0	0
ČE 6.7.	98	18	42	0	0
PE 7.7.	88	21	64	0	0
SO 8.7.	96	8	13	0	0
NE 9.7.	98	10	30	0	0
PO 10.7.	96	8	17	0	0
TO 11.7.	98	7	10	0	0
SR 12.7.	98	10	17	0	0
ČE 13.7.	96	11	26	0	0
PE 14.7.	98	10	20	0	0
SO 15.7.	94	8	15	0	0
NE 16.7.	96	9	22	0	0
PO 17.7.	98	13	22	0	0
TO 18.7.	98	16	32	0	0
SR 19.7.	96	15	42	0	0
ČE 20.7.	98	10	22	0	0
PE 21.7.	98	15	28	0	0
SO 22.7.	96	13	24	0	0
NE 23.7.	96	13	22	0	0
PO 24.7.	98	13	24	0	0
TO 25.7.	33	-	11	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	92	12	64	0	0	21	0	0	9	33

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. dni>MIV:	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo NO_2 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna:	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. dni >KIV:	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo NO_2 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks:	maksimalna urna koncentracija NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	maks. dnevna	maksimalna dnevna koncentracija NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
št. ur>MIV:	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo NO_2 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$	mediana	mediana koncentracij NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>KIV:	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo NO_2 $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$	98. percentil:	98. percentil koncentracij NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
povp. konc.:	povprečna mesečna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CELOTNO:	celotno obdobje merjenja od 1. 7. 2000 do 25. 7. 2000

Tabela 13: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij dušikovega dioksida na merilnem mestu Smedela v avgustu 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
TO 1.8.	98	42	63	0	0
SR 2.8.	100	46	72	0	0
ČE 3.8.	98	42	62	0	0
PE 4.8.	98	41	73	0	0
SO 5.8.	96	23	46	0	0
NE 6.8.	94	17	27	0	0
PO 7.8.	98	28	49	0	0
TO 8.8.	98	28	52	0	0
SR 9.8.	96	38	64	0	0
ČE 10.8.	98	34	65	0	0
PE 11.8.	96	49	73	0	0
SO 12.8.	98	52	92	0	0
NE 13.8.	98	32	57	0	0
PO 14.8.	98	43	87	0	0
TO 15.8.	98	31	73	0	0
SR 16.8.	98	43	87	0	0
ČE 17.8.	96	44	79	0	0
PE 18.8.	94	48	91	0	0
SO 19.8.	98	49	81	0	0
NE 20.8.	90	31	54	0	0
PO 21.8.	60	-	63	0	0
TO 22.8.	98	44	94	0	0
SR 23.8.	98	31	61	0	0
ČE 24.8.	98	26	48	0	0
PE 25.8.	96	37	73	0	0
SO 26.8.	96	26	51	0	0
NE 27.8.	94	24	47	0	0
PO 28.8.	33	-	36	0	0

	% dobrih	Povp. Konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	93	36	94	0	0	52	0	0	34	80

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. dni>MIV:	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo NO_2 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna:	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. dni >KIV:	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo NO_2 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks:	maksimalna urna koncentracija NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	maks. dnevna	maksimalna dnevna koncentracija NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
št. ur>MIV:	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo NO_2 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Mediana	mediana koncentracij NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>KIV:	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo NO_2 $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$	98. percentil:	98. percentil koncentracij NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
povp. konc.:	povprečna mesečna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CELOTNO:	celotno obdobje merjenja od 1. 8. 2000 do 28. 8. 2000

Tabela 14: Primerjava povprečnih mesečnih, povprečnih dnevni in maksimalnih urnih koncentracij ter presejanj mejnih in kritičnih koncentracij NO_2 na merilnih mestih Dekani in Smedela (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

	% dobrih	Povp. Konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
Smedela	93	36	94	0	0	52	0	0	34	80
Dekani	92	12	64	0	0	21	0	0	9	33

9.2.1 Ocena stopnje onesnaženosti zraka z dušikovim dioksidom

Iz rezultatov meritev (Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14) je razvidno, da v času izvajanja meritev onesnaženost zraka z dušikovimi oksidi niti v Semedeli niti v Dekanih ni presegla mejnih vrednosti.

Ker meritve niso potekale istočasno, neposredne primerjave med obema merilnima mestoma niso možne, kljub temu pa lahko ugotovimo, da je bil zrak z dušikovim dioksidom nekoliko bolj onesnažen avgusta v Semedeli kot julija v Dekanih. Stanje lahko opišemo kot pričakovano glede na to, da je bilo merilno mesto v Semedeli v neposredni bližini ceste z veliko gostoto prometa, ki je glavni emisijski vir dušikovitih oksidov na tem območju.

Odvisnost stopnje onesnaženosti zraka od smeri vetra:

- V Dekanih je pri hitrostih vetra pod 1 m/s onesnaženost zraka z dušikovim dioksidom prihajala iz vseh smeri. Nobena smer ni bila zelo izrazita, kljub temu pa so bile nekoliko poudarjene smeri od smeri severovzhod do smeri zahod-jugozahod. Roža onesnaženja z dušikovim dioksidom je zelo podobna roži onesnaženja za ogljikov monoksid, nekoliko manj pa tudi roži onesnaženja za ozon.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s so bile zastopane tri osnovne smeri. Največ onesnaženja je prihajalo iz smeri severovzhod do vzhod-jugovzhod, sledila je smer zahod-severozahod do jugozahod in nato smer jug-jugovzhod (glej rožo onesnaženja v prilogi). Roža onesnaženja za dušikove okside je zelo podobna roži onesnaženja ogljikov monoksid in za ozon.

- V Semedeli je pri hitrostih vetra pod 1 m/s večina onesnaženja z dušikovimi oksidi prihajala iz severa do jugovzhoda, nekoliko slabše so bile zastopane zahodne smeri. Če opazujemo samo povišane koncentracije dušikovitih oksidov, pa so te prihajale na merilno mesto iz vseh strani, slabše je bila zastopana le smer severozahod. Roža onesnaženja z dušikovim dioksidom je zelo podobna roži onesnaženja za ogljikov monoksid, bistveno pa se razlikuje od rože onesnaženja za ozon.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s sta bili zastopani dve osnovni smeri. Največ onesnaženja je prihajalo iz smeri sever-severozahod do vzhod-jugovzhod, sledila je smer zahod. Druge smeri niso bile zastopane (glej rožo onesnaženja v prilogi). Rože onesnaženja za dušikove okside, ogljikov monoksid in ozon so si zelo podobne.

9.3 OGLJIKOV MONOKSID

Meritve onesnaženosti zraka z ogljikovim monoksidom so potekale na dveh merilnih mestih in sicer v Dekanih in Semedeli. Rezultati meritev so prikazani v tabelah (Tabela 18, Tabela 19). Meritve so bile izvedene z mobilno postajo HMZ.

Tabela 15: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne, polurne in osemurne koncentracije ter preseganja mejnih in kritičnih koncentracij ogljikovega monoksida na merilnem mestu Dekani v juliju 2000 (v mg/m³ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	1/2-maks	št. 1/2>MIV	št. 1/2>KIV	8-maks	št. 8>MIV	št. 8>KIV
SO 1.7.	98	0,5	1,0	0	0	1,1	0	0	0,6	0	0
NE 2.7.	98	0,4	1,1	0	0	1,3	0	0	0,6	0	0
PO 3.7.	56	-	0,9	0	0	1,1	0	0	0,6	0	0
TO 4.7.	96	0,3	0,6	0	0	0,7	0	0	0,4	0	0
SR 5.7.	98	0,4	1,0	0	0	1,2	0	0	0,6	0	0
ČE 6.7.	98	0,5	0,9	0	0	1,0	0	0	0,7	0	0
PE 7.7.	90	0,6	1,2	0	0	1,7	0	0	0,7	0	0
SO 8.7.	96	0,4	0,7	0	0	0,8	0	0	0,6	0	0
NE 9.7.	98	0,3	1,7	0	0	2,5	0	0	0,6	0	0
PO 10.7.	98	0,2	0,6	0	0	0,7	0	0	0,3	0	0
TO 11.7.	98	0,3	0,6	0	0	0,7	0	0	0,4	0	0
SR 12.7.	98	0,5	1,1	0	0	1,2	0	0	0,5	0	0
ČE 13.7.	98	0,3	0,7	0	0	1,0	0	0	0,3	0	0
PE 14.7.	98	0,3	0,7	0	0	0,8	0	0	0,4	0	0
SO 15.7.	98	0,4	0,8	0	0	0,9	0	0	0,4	0	0
NE 16.7.	96	0,4	1,2	0	0	1,7	0	0	0,6	0	0
PO 17.7.	98	0,4	1,2	0	0	1,5	0	0	0,5	0	0
TO 18.7.	100	0,5	0,9	0	0	1,3	0	0	0,7	0	0
SR 19.7.	98	0,5	1,4	0	0	1,5	0	0	0,6	0	0
ČE 20.7.	98	0,3	0,7	0	0	0,7	0	0	0,5	0	0
PE 21.7.	98	0,6	1,3	0	0	1,6	0	0	0,7	0	0
SO 22.7.	96	0,4	0,9	0	0	1,1	0	0	0,5	0	0
NE 23.7.	98	0,4	0,9	0	0	1,0	0	0	0,6	0	0
PO 24.7.	98	0,5	0,9	0	0	1,0	0	0	0,7	0	0
TO 25.7.	31	-	0,3	0	0	0,3	0	0	0,2	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	1/2-maks	št. 1/2>MIV	št. 1/2>KIV	8-maks	št. 8>MIV	št. 8>KIV	24-maks	mediana	98. perc.
CELOTNO	93	0,4	1,7	0	0	2,5	0	0	0,7	0	0	0,6	0,4	1,1

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. 1/2 >MIV	število polurnih intervalov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo CO 60 mg/m ³
Cp dnevna	povprečna dnevna koncentracija (mg/m ³)	št. 1/2 >KIV	število polurnih intervalov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo CO 120 mg/m ³
1-maks	maksimalna urna koncentracija CO (mg/m ³)	8-maks	maksimalna osemurna koncentracija CO (mg/m ³)
št. ur>MIV	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo CO 30 mg/m ³	št. 8>MIV	število osemurnih intervalov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo CO 10 mg/m ³
št. ur>KIV	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo CO 60 mg/m ³	št. 8>KIV	število osemurnih intervalov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo CO 20 mg/m ³
povp. konc.	povprečna mesečna koncentracija (mg/m ³)	mediana	mediana koncentracij CO (mg/m ³) za celotno obdobje merjenja
24-maks	maksimalna 24-urna koncentracija CO (mg/m ³)	98. perc.	98. percentil koncentracij CO (mg/m ³) za celotno obdobje merjenja
1/2-maks	maksimalna polurna koncentracija CO (mg/m ³)	CELOTNO	celotno obdobje merjenja od 1. 7. 2000 do 25. 7. 2000

Tabela 16: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne, polurne in osemurne koncentracije ter preseganja mejnih in kritičnih koncentracij ogljikovega monoksida na merilnem mestu Semedela v avgustu 2000 (v mg/m³ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	1/2-maks	št. 1/2>MIV	št. 1/2>KIV	8-maks	št. 8>MIV	št. 8>KIV
1.8.	98	1,1	1,9	0	0	2,1	0	0	1,3	0	0
2.8.	98	1,1	2,4	0	0	2,8	0	0	1,5	0	0
3.8.	98	1,0	1,7	0	0	1,8	0	0	1,2	0	0
4.8.	98	1,0	2,0	0	0	2,6	0	0	1,3	0	0
5.8.	98	0,7	1,4	0	0	1,5	0	0	1,0	0	0
6.8.	98	0,6	0,9	0	0	1,2	0	0	0,7	0	0
7.8.	98	0,8	1,7	0	0	1,8	0	0	0,9	0	0
8.8.	98	0,9	2,9	0	0	2,9	0	0	1,2	0	0
9.8.	98	1,1	2,4	0	0	2,4	0	0	1,2	0	0
10.8.	98	0,9	1,9	0	0	2,2	0	0	1,0	0	0
11.8.	98	1,2	1,9	0	0	2,2	0	0	1,4	0	0
12.8.	98	1,3	2,3	0	0	2,3	0	0	1,6	0	0
13.8.	98	0,9	1,5	0	0	1,6	0	0	1,0	0	0
14.8.	98	1,1	2,1	0	0	2,2	0	0	1,3	0	0
15.8.	98	0,7	1,4	0	0	1,6	0	0	0,9	0	0
16.8.	98	1,2	2,3	0	0	2,4	0	0	1,3	0	0
17.8.	96	1,2	1,9	0	0	2,4	0	0	1,3	0	0
18.8.	98	1,5	3,0	0	0	4,5	0	0	1,7	0	0
19.8.	98	1,4	1,9	0	0	2,3	0	0	1,6	0	0
20.8.	92	1,1	1,9	0	0	1,9	0	0	1,3	0	0
21.8.	60	-	1,8	0	0	2,3	0	0	1,3	0	0
22.8.	98	1,4	2,9	0	0	3,0	0	0	1,5	0	0
23.8.	98	1,0	1,8	0	0	2,3	0	0	1,3	0	0
24.8.	98	0,9	1,4	0	0	1,7	0	0	1,0	0	0
25.8.	98	1,1	2,0	0	0	2,3	0	0	1,2	0	0
26.8.	98	0,7	1,6	0	0	1,8	0	0	1,0	0	0
27.8.	98	0,7	1,5	0	0	1,7	0	0	0,9	0	0
28.8.	33	-	0,8	0	0	0,9	0	0	0,6	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	1/2-maks	št. 1/2>MIV	št. 1/2>KIV	8-maks	št. 8>MIV	št. 8>KIV	24-maks	mediana	98. perc.
CELOTNO	94	1,0	3,0	0	0	4,5	0	0	1,7	0	0	1,5	1,0	2,2

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. 1/2 >MIV	število polurnih intervalov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo CO 60 mg/m ³
Cp dnevna	povprečna dnevna koncentracija (mg/m ³)	št. 1/2>KIV	število polurnih intervalov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo CO 120 mg/m ³
1-maks	maksimalna urna koncentracija CO (mg/m ³)	8-maks	maksimalna osemurna koncentracija CO (mg/m ³)
št. ur>MIV	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo CO 30 mg/m ³	št. 8>MIV	število osemurnih intervalov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo CO 10 mg/m ³
št. ur>KIV	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo CO 60 mg/m ³	št. 8>KIV	število osemurnih intervalov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo CO 20 mg/m ³
povp. konc.	povprečna mesečna koncentracija (mg/m ³)	mediana	mediana koncentracij CO (mg/m ³) za celotno obdobje merjenja
24-maks	maksimalna 24-urna koncentracija CO (mg/m ³)	98. perc.	98. percentil koncentracij CO (mg/m ³) za celotno obdobje merjenja
1/2-maks	maksimalna polurna koncentracija CO (mg/m ³)	CELOTNO	celotno obdobje merjenja inhalabilnih delcev od 1.8. 2000 do 28. 8. 2000

 Tabela 17: Primerjava povprečnih mesečnih, povprečnih dnevni in maksimalnih urnih, polurnih in osemurnih koncentracij ter preseganj mejnih in kritičnih koncentracij ogljikovega monoksida na merilnih mestih Dekani in Semedela (v mg/m³ zraka).

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	1/2-maks	št. 1/2>MIV	št. 1/2>KIV	8-maks	št. 8>MIV	št. 8>KIV	24-maks	mediana	98. perc.
Dekani	93	0,4	1,7	0	0	2,5	0	0	0,7	0	0	0,6	0,4	1,1
Semedela	94	1,0	3,0	0	0	4,5	0	0	1,7	0	0	1,5	1,0	2,2

9.3.1 Ocena stopnje onesnaženosti zraka z ogljikovim monoksidom

Iz rezultatov meritev (Tabela 15, Tabela 16, Tabela 17) je razvidno, da v času izvajanja meritev onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom niti v Semedeli niti v Dekanih ni presegla mejnih vrednosti.

Ker meritve niso potekale istočasno, neposredne primerjave med obema merilnima mestoma niso možne, kljub temu pa lahko ugotovimo, da je bila onesnaženost zraka z ogljikovim monoksidom nekoliko večja v Semedeli. Takšno stanje je v skladu s pričakovanji glede na to, da je bilo merilno mesto v neposredni bližini ceste z veliko gostoto prometa, ki je glavni emisijski vir ogljikovega monoksida na tem območju.

Odvisnost stopnje onesnaženosti zraka od smeri vetra:

- V Dekanih je pri hitrostih vetra pod 1 m/s večina onesnaženja z ogljikovim monoksidom prihajala iz južnih smeri v polkrogu, ki je oklepal kot med smerjo vzhod-severovzhod in zahod-severozahod. Pri visokih koncentracijah je bila izraziteje zastopana smer zahod-jugozahod. Roža onesnaženja za ogljikov monoksid je precej podobna roži onesnaženja za dušikov dioksid, razlikuje pa se od rože onesnaženosti za ozon.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s pa so bile zastopane tri osnovne smeri. Največ onesnaženja je prihajalo iz smeri severovzhod do vzhod-jugovzhod, sledila je smer jugozahod do zahod-severozahod in nato smer jug-jugovzhod (glej rožo onesnaženja v prilogi). Roža onesnaženja za ogljikov monoksid je precej podobna roži onesnaženja dušikov dioksid in za ozon.

- V Semedeli je pri hitrostih vetra pod 1 m/s večina onesnaženja z ogljikovim monoksidom prihajala praktično iz vseh smeri, nekoliko bolj so bile poudarjene vzhodne smeri od severovzhoda do vzhoda-jugovzhoda. Roža onesnaženja močno razlikuje od rože onesnaženja za ozon, podobna pa je roži onesnaženja za dušikov dioksid.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s sta bili zastopani dve osnovni smeri. Največ onesnaženja je prihajalo iz smeri sever-severozahod do vzhod-jugovzhod, sledila je smer zahod. Druge smeri niso bile zastopane (glej rožo onesnaženja v prilogi). Rože onesnaženja za ogljikov monoksid, dušikov dioksid in ozon so si zelo podobne.

9.4 ŽVEPLOV DIOKSID

Meritve onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom so prav tako potekale na dveh merilnih mestih in sicer v Dekanih in Semedeli. Rezultati meritev so prikazani v tabelah (Tabela 18, Tabela 19). Meritve so bile izvedene z mobilno postajo HMZ.

Tabela 18: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij žveplovega dioksida na merilnem mestu Dekani v juliju 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
1.7.	100	0	0	0	0
2.7.	100	0	0	0	0
3.7.	100	0	0	0	0
4.7.	100	0	0	0	0
5.7.	100	0	0	0	0
6.7.	100	0	0	0	0
7.7.	100	0	0	0	0
8.7.	100	0	0	0	0
9.7.	100	0	0	0	0
10.7.	100	0	0	0	0
11.7.	100	0	0	0	0
12.7.	94	2	6	0	0
13.7.	96	1	4	0	0
14.7.	96	2	7	0	0
15.7.	96	0	1	0	0
16.7.	96	3	18	0	0
17.7.	96	4	10	0	0
18.7.	96	4	7	0	0
19.7.	96	4	15	0	0
20.7.	96	1	5	0	0
21.7.	96	2	7	0	0
22.7.	96	3	11	0	0
23.7.	96	7	19	0	0
24.7.	94	4	14	0	0
25.7.	33	-	4	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	95	2	19	0	0	7	0	0	0	10

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. dni>MIV:	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo SO_2 $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna:	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. dni >KIV:	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo SO_2 $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks:	maksimalna urna koncentracija SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	maks. dnevna	maksimalna dnevna koncentracija SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
št. ur>MIV:	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo SO_2 $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	mediana	mediana koncentracij SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>KIV:	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo SO_2 $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$	98. percentil:	98. percentil koncentracij SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
povp. konc.:	povprečna mesečna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CELOTNO:	celotno obdobje merjenja od 1. 7. 2000 do 25. 7. 2000

Tabela 19: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij žveplovega dioksida na merilnem mestu Semedela v avgustu 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
1.8.	96	10	21	0	0
2.8.	98	13	46	0	0
3.8.	96	8	18	0	0
4.8.	96	3	8	0	0
5.8.	96	1	2	0	0
6.8.	96	2	4	0	0
7.8.	96	4	15	0	0
8.8.	96	3	11	0	0
9.8.	96	5	14	0	0
10.8.	96	4	11	0	0
11.8.	96	7	18	0	0
12.8.	96	6	15	0	0
13.8.	96	5	14	0	0
14.8.	96	8	27	0	0
15.8.	96	3	10	0	0
16.8.	96	6	21	0	0
17.8.	94	12	42	0	0
18.8.	94	8	22	0	0
19.8.	96	9	41	0	0
20.8.	92	6	14	0	0
21.8.	58	-	19	0	0
22.8.	96	10	22	0	0
23.8.	96	6	13	0	0
24.8.	96	3	16	0	0
25.8.	96	6	21	0	0
26.8.	96	3	8	0	0
27.8.	96	4	6	0	0
28.8.	33	-	4	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	92	6	46	0	0	13	0	0	4	21

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. dni>MIV:	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo SO_2 $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna:	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. dni >KIV:	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo SO_2 $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks:	maksimalna urna koncentracija SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	maks. dnevna	maksimalna dnevna koncentracija SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
št. ur>MIV:	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo SO_2 $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	mediana	mediana koncentracij SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>KIV:	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo SO_2 $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$	98. percentil:	98. percentil koncentracij SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
povp. konc.:	povprečna mesečna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CELOTNO:	celotno obdobje merjenja od 1. 8. 2000 do 28. 8. 2000

Tabela 20: Primerjava povprečnih mesečnih, povprečnih dnevni in maksimalnih urnih koncentracij ter presejanj mejnih in kritičnih koncentracij SO_2 na merilnih mestih Dekani in Semedela (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	% dobrih	Povp. Konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
Dekani	95	2	19	0	0	7	0	0	0	10
Semedela	92	6	46	0	0	13	0	0	4	21

9.4.1 Ocena stopnje onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom

Iz rezultatov meritev (Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20) je razvidno, da v času izvajanja meritev onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom niti v Semedeli niti v Dekanih ni presegla mejnih vrednosti.

Ker meritve niso potekale istočasno, neposredne primerjave med obema merilnima mestoma niso možne, kljub temu pa lahko ugotovimo, da je bil zrak z žveplovim dioksidom nekoliko bolj onesnažen avgusta v Semedeli kot julija v Dekanih, vendar razlike niso bile bistvene.

Odvisnost stopnje onesnaženosti zraka od smeri vetra:

- V Dekanih je pri hitrostih vetra pod 1 m/s onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom prihajala pretežno iz vzhodne smeri in to v razmeroma ozkem pasu vzhod-severovzhod do vzhod-jugovzhod. Izraziteje je bila zastopana tudi smer jug-jugozahod. Roža onesnaženja za žveplov dioksid se precej razlikuje od rož onesnaženosti za ogljikov monoksid, dušikove okside in ozon.
Pri hitrostih vetra nad 1 m/s je bila izrazito zastopana le smer zahod (glej rožo onesnaženja v prilogi). Roža onesnaženja za žveplov dioksid se precej razlikuje od rože onesnaženja za ogljikov monoksid, dušikove okside in ozon.
- V Semedeli je pri hitrostih vetra pod 1 m/s in nad 1 m/s večina onesnaženja z žveplovim dioksidom prihajala iz severozahoda, natančneje iz smeri sever-severozahod (glej rožo onesnaženja v prilogi). Roža onesnaženja za žveplov dioksid se močno loči od rož onesnaženja za ozon, dušikove okside in ogljikov monoksid.

9.5 INHALABILNI DELCI

Meritve onesnaženosti zraka z inhalabilnimi delci so potekale na osmih merilnih mestih. Na merilnih mestih Dekani in Smedela so bile meritve izveden z mobilno postajo HMZ (merilnik TEOM), na ostalih šestih merilnih mestih (Ankaran, Kavarijola, Božiči, Bonifika severozahod, Bonifika severovzhod, Brageti) pa smo uporabili merilnik Grmim 1,108. Rezultati meritev so prikazani v tabelah (Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23).

Tabela 21: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij inhalabilnih delcev na merilnem mestu Dekani v juliju 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
SO 1.7.	100	40	114	0	0
NE 2.7.	100	49	111	0	0
PO 3.7.	67	-	137	0	0
TO 4.7.	100	29	45	0	0
SR 5.7.	100	33	48	0	0
ČE 6.7.	100	26	45	0	0
PE 7.7.	100	27	65	0	0
SO 8.7.	100	28	50	0	0
NE 9.7.	100	8	38	0	0
PO 10.7.	100	16	34	0	0
TO 11.7.	100	13	27	0	0
SR 12.7.	100	14	27	0	0
ČE 13.7.	100	8	29	0	0
PE 14.7.	100	11	27	0	0
SO 15.7.	100	7	35	0	0
NE 16.7.	100	10	18	0	0
PO 17.7.	100	13	25	0	0
TO 18.7.	100	15	30	0	0
SR 19.7.	100	16	33	0	0
ČE 20.7.	100	13	33	0	0
PE 21.7.	100	16	23	0	0
SO 22.7.	100	18	29	0	0
NE 23.7.	100	22	48	0	0
PO 24.7.	100	20	44	0	0
TO 25.7.	40	-	37	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	96	21	137	0	0	49	0	0	17	71

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. dni>MIV	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. dni>KIV	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks	maksimalna urna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	maks. dnevna	maksimalna dnevna koncentracija inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>MIV	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Mediana	mediana koncentracij inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>KIV	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$	98. percentil	98. percentil koncentracij inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
povp. Konc.	povprečna mesečna koncentracija inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CELOTNO	celotno obdobje merjenja inhalabilnih delcev od 1.7. 2000 do 25. 7. 2000

Tabela 22: Povprečna mesečna, povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij inhalabilnih delcev na merilnem mestu Smedela v avgustu 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
1.8.	100	24	40	0	0
2.8.	100	34	52	0	0
3.8.	100	31	65	0	0
4.8.	100	22	62	0	0
5.8.	100	16	34	0	0
6.8.	100	12	88	0	0
7.8.	100	14	31	0	0
8.8.	100	17	45	0	0
9.8.	100	21	67	0	0
10.8.	100	21	45	0	0
11.8.	100	32	73	0	0
12.8.	100	36	63	0	0
13.8.	100	24	60	0	0
14.8.	100	25	58	0	0
15.8.	100	25	51	0	0
16.8.	100	35	71	0	0
17.8.	100	41	70	0	0
18.8.	100	46	119	0	0
19.8.	100	54	121	0	0
20.8.	100	35	73	0	0
21.8.	100	37	87	0	0
22.8.	100	47	96	0	0
23.8.	100	42	129	0	0
24.8.	100	32	86	0	0
25.8.	100	30	91	0	0
26.8.	100	20	83	0	0
27.8.	100	16	72	0	0
28.8.	42	-	168	0	0

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
CELOTNO	98	29	168	0	0	54	0	0	25	92

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. dni>MIV	število dni s preseženo mejno imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. dni>KIV	število dni s preseženo kritično imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks	maksimalna urna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	maks. dnevna	maksimalna dnevna koncentracija inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>MIV	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Mediana	mediana koncentracij inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
št. ur>KIV	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$	98. percentil	98. percentil koncentracij inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za celotno obdobje merjenja
povp. Konc.	povprečna mesečna koncentracija inhalabilnih delcev ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CELOTNO	celotno obdobje merjenja inhalabilnih delcev od 1.8. 2000 do 28. 8. 2000

Tabela 23: Primerjava povprečnih mesečnih, povprečnih dnevni in maksimalnih urnih koncentracij ter presejanja mejnih in kritičnih koncentracij inhalabilnih delcev na merilnih mestih Dekani in Smedela (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

	% dobrih	povp. konc.	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV	maks. dnevna	št. dni>MIV	št. dni>KIV	mediana	98. percentil
Dekani	96	21	137	0	0	49	0	0	17	71
Smedela	98	29	168	0	0	54	0	0	25	92

Tabela 24: Povprečne dnevne in maksimalne urne koncentracije ter preseganja mejnih in kritičnih koncentracij inhalabilnih delcev na merilnih mestih Ankaran, Kavarjola, Božiči, Bonifika severozahod, Bonifika severovzhod, Brageți v septembru 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

LOKACIJA	DATUM	% dobrih	Cp dnevna	1-maks	št. ur>MIV	št. ur>KIV
Ankaran	18. 9. 2000	100	42	67	0	0
Kavarjola	19. 9. 2000	100	35	72	0	0
Božiči	20. 9. 2000	100	32	56	0	0
Bonifika severozahod	21. 9. 2000	100	72	83	0	0
Bonifika severovzhod	22. 9. 2000	100	40	52	0	0
Brageți	23. 9. 2000	100	16	25	0	0

LEGENDA

% dobrih	odstotek pravih podatkov	št. ur>MIV	število ur s preseženo mejno imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Cp dnevna	povprečna dnevna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	št. ur>KIV	število ur s preseženo kritično imisijsko vrednostjo inhalabilnih delcev $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1-maks	maksimalna urna koncentracija ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		

9.5.1 Ocena stopnje onesnaženosti zraka z inhalabilnimi delci

Iz rezultatov meritev (Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23, Tabela 24) je razvidno, da v času izvajanja meritev onesnaženost zraka z inhalabilnimi delci na nobenem od merilnih mest ni presegla mejnih vrednosti. Pomembnejših razlik med merilnimi mesti ni opaziti.

Odvisnost stopnje onesnaženosti zraka od smeri vetra:

- V Dekanih je pri hitrostih vetra pod 1 m/s onesnaženost zraka z žveplovim dioksidom prihajala pretežno iz jug-jugovzhodne smeri, vse ostale smeri so bile manj zastopane. Roža onesnaženja za inhalabilne delce se razlikuje od vseh ostalih rož onesnaženosti.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s so izrazito zastopane tri smeri in sicer severovzhod do vzhod-jugovzhod jug, jugovzhod in jugozahod do zahod-severozahod (glej rožo onesnaženja v prilogi). Pri tej hitrosti vetra je roža onesnaženja za inhalabilne delce zelo podobna roži onesnaženja za ogljikov monoksid, dušikove okside in ozon.

- V Smedeli je pri hitrostih vetra pod 1 m/s večina onesnaženja z inhalabilnimi delci prihajala iz smeri zahod-jugozahod, močnejše je izražena tudi smer sever-severozahod do sever-severovzhod, ostale smeri so manj izrazite. Roža onesnaženja pri tej hitrosti vetra ne kaže sorodnosti z drugimi rožami onesnaženja.

Pri hitrostih vetra nad 1 m/s je večina onesnaženja z inhalabilnimi delci prihajala iz smeri sever-severozahod do sever-severovzhod (glej rožo onesnaženja v prilogi). Roža onesnaženja za inhalabilne delce precej spominja na rožo onesnaženja za dušikove okside in ogljikov monoksid.

Meritve onesnaženosti zraka z inhalabilnimi delci na merilnih mestih Ankaran, Kavarjola, Božiči, Bonifika severozahod, Bonifika severovzhod in Brageți niso bile podrtje z meritvami smeri in hitrosti vetra.

9.6 LAHKOHLAPNE ORGANSKE SNOVI

Meritve onesnaženosti zraka z lahko hlapanimi organskimi snovmi benzenom, toluenom in ksilenom (BTX) so bile izvedene v Semedeli. Rezultati meritev so prikazani v tabeli (Tabela 25). Meritve so bile izvedene z mobilno postajo HMZ. Meritve BTX so bile predvidene tudi v Dekanih, žal pa nam HMZ zaradi težav z merilno opremo rezultatov meritev ni posredoval.

Tabela 25: Povprečne mesečne, maksimalne polurne in maksimalne dnevne koncentracije lahko hlapanih organskih snovi na merilnem mestu Semedela v avgustu 2000 (v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka).

	Benzen	Toluen	m-, p-ksilen	o-ksilen
Cp	5,3	15,1	10,9	3,9
Cm1/2	26,0	102,9	85,7	25,0
Cm24	7,0	21,5	15,0	5,3
MIV1/2	-	1000	-	-
% pod	91%	91%	91%	91%

LEGENDA:

% pod	Odstotek upoštevanih podatkov
Cp	Povprečna mesečna koncentracija v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cm1/2	Maksimalna 1/2 -urna koncentracija v mesecu v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cm24	Maksimalna 24-urna koncentracija v mesecu v $\mu\text{g}/\text{m}^3$
MIV1/2	Mejna imisijska koncentracija

9.6.1 Ocena stopnje onesnaženosti zraka z lahko hlapanimi organskimi snovmi

Iz rezultatov meritev (Tabela 25) je razvidno, da v času izvajanja meritev onesnaženost zraka s toluenom ni presegla predpisane mejne koncentracije. Mejnih koncentracij za benzen in ksilen slovenska zakonodaja ne predpisuje.

Če rezultate meritev onesnaženosti zraka z BTX v Semedeli primerjamo z drugimi tovrstnimi meritvami v Sloveniji (Ljubljana Bežigrad: januar, februar in junij 1999 in Hoče 1-19. 4 1999) lahko ugotovimo, da so se imisijske koncentracije BTX v Semedeli gibale v podobnem koncentracijskem območju kot pri ostalih obravnavanih meritvah v Sloveniji.

Če primerjamo rezultate meritev onesnaženosti zraka z benzenom v Semedeli z meritvami drugod v Evropi in ZDA, lahko ugotovimo naslednje:

Povprečna koncentracija benzena v celotnem opazovalnem obdobju ($5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka) je bila zelo podobna povprečni koncentraciji v velikih mestih v ZDA ($5,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zraka), najvišje izmerjene polurne koncentracije so bile nekoliko nižje od koncentracij, ki so jih izmerili ponekod v velikih evropskih mestih (npr. London 1989), večina polurnih povprečnih koncentracij pa se je gibala v koncentracijskem območju, ki je značilno za suburbana področja v Evropi in ZDA.

Odvisnost stopnje onesnaženosti zraka od smeri vetra:

- Roži onesnaženja za benzen in toluen v Semedeli sta si zelo podobni. Pri hitrostih vetra pod 1 m/s je večina onesnaženja prišla iz jugovzhoda od smeri jug-jugozahod do smeri zahod-severozahod, pri hitrostih nad 1 m/s pa je glavnina onesnaženja prišla iz smeri jug-jugovzhod do smeri jug, močnejše je izražena še smer jugozahod do smer zahod (glej rožo onesnaženja v prilogi).

9.7 FORMALDEHID

Meritve onesnaženosti zraka s formaldehidom smo izvedli v Dekanih in v Bertokih. Izmerjene imisijske koncentracije so bile pod mejo detekcije uporabljene merilne metode (0,1 – 0,2 µg/ml formaldehida v 10 ml vzorčevalne raztopine).

Na podlagi opravljenih meritev lahko ugotovimo, da v času izvajanja meritev zrak v Dekanih in Bertokih ni bil prekomerno onesnažen s formaldehidom.

9.8 OSTALE OBLIKE ONESNAŽEVANJA

V okviru dela, ki smo ga opravili v okviru preliminarnega monitoringa onesnaženosti zraka in v okviru dela, ki smo ga opravili znotraj nekaterih drugih nalog, ki jih izvajamo za naročnike v Kopru smo evidentirali še en problem onesnaževanj zraka, ki ni bil zajet v okvir meritev – to so prašne usedline.

Po do sedaj zbranih podatkih se večja količina prašnih usedlin pojavlja predvsem na območju Ankarana in na širšem območju Srmina. Po izjavah prizadetih je vsaj na eni lokaciji je problem sedimentiranega prahu tako pereč, da povzroča celo spremembe v barvi fasade.

10 PREDLOGI ZA NADALNJE DELO

Glede na ugotovljeno stanje onesnaženosti zraka predlagamo naslednje oblike nadaljnjega dela:

1. Vzpostavitev trajnih meritev onesnaženosti zraka z ozonom najmanj na dveh lokacijah in sicer:
 - v Dekanah in
 - v Semedeli
2. Ponovne meritve onesnaženosti zraka z lahkihlapnimi organskimi snovmi v Dekanah. Meritve se izvedejo po spremenjenem programu in po posebej prilagojenih metodah, ki bo zajel poleg BTX še nekatere druge lahkihlapne organske snovi.
3. Analiza odziva prebivalstva na epizode prekomerne onesnaženosti zraka v Dekanah in Semedeli
4. Izdelava katastra virov onesnaževanja zraka za širše območje Kopa
5. Vzpostavitev merilne mreže za prašne usedline – preliminarni monitoring za ugotovitev stanja
6. Vzpostavitev občasnih meritev onesnaženosti zraka po naslednjem razporedu:
 - Koper (Semedela): dušikovi oksidi, inhalabilni delci in BTX vsaka tri leta, ogljikov monoksid in žveplov dioksid vsakih pet let

Nadaljevanje dela v predlagani smeri bi omogočilo:

- Sprotno obveščanje prebivalcev o prekomerni onesnaženosti zraka
- Hitro ukrepanje ob epizodah prekomerne onesnaženosti zraka
- Pravočasno ukrepanje ob spremembah v stopnji onesnaženosti zraka
- Izdelavo sanacijskega programa za zmanjšanje onesnaženosti zraka

11 LITERATURA

Kvaliteta življenja v koprski občini. Strokovno poročilo. Inštitut za geografijo, september 1998

IPCS Environmental Health Criteria 150, Benzene. WHO 1993

Mesečni bilten HMZ R Slovenije letnik 1996, 1997, 1998, 1999, št. 1- 10. 2000

B. Kross. Air Pollution. Zapiski s predavanj. Politehnika Nova Gorica, fakulteta za znanosti o okolju. Nova Gorica 1996

Cooper CD, Alley FC. Air Pollution Control, A design Approach. Second edition. Waveland Press, Illinois 1996

12 PRILOGE