

# **ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARSKÉ ŽUPANIJE PULA**

Služba za zdravstvenu ekologiju / Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša

## **IZVJEŠTAJ O PRAĆENJU KAKVOĆE ZRAKA NA AUTOMATSKIM POSTAJAMA**

**za razdoblje od 1. siječnja do 31. prosinca 2004. godine**

Izvještaj izradili:

Silvana Mladinov, dipl. ing.

Željko Stipić, dipl.ing.

Voditelj Službe:

Aleksandar Stojanović, dr.med., spec.epidemiolog

Pula, ožujak 2005.

## KAZALO

	str.
1. UVOD .....	1
1.1. Lokacija mjernih stanica .....	1
2. METODE MJERENJA .....	4
3. OBRADA I ANALIZA PODATAKA O KRETANJU ONEČIŠĆENJA ATMOSFERE SAKUPLJENIH TIJEKOM MJERNOG RAZDOBLJA OD 1. SIJEČNJA DO 31. PROSINCA 2004. GODINE .....	5
3.1. Preporučene i granične vrijednosti kakvoće zraka .....	5
3.2. Koncentracija sumpordioksida .....	6
3.3. Koncentracija dušikdioksida .....	10
3.4. Koncentracija lebdećih čestica .....	13
3.5. Koncentracija ozona .....	15
3.6. Koncentracije ugljik monoksida .....	17
3.7. Meteorološka praćenja .....	18
3.8. Kategorizacija područja s obzirom na rezultate mjerenja onečišćenja zraka za razdoblje od 1. siječnja do 31. prosinca 2004. godine .....	18
4. ZAKLJUČAK .....	22
5. UPOTREBLJAVANE KRATICE .....	23
LITERATURA .....	27

## 1. UVOD

Na području Istarske županije kakvoća zraka prati se na pet automatskih mjernih stanica. Izgradnjom TE Plomin 2 definirana je obveza praćenja kakvoće zraka.

Sustav mjerenja kakvoće zraka TE Plomin sastoji se od četiri imisijske stanice i to na slijedećim lokacijama:

1. Ripenda Verbanci
2. Sv. Katarina
3. Plomin grad
4. Klavar

te jedne meteorološke stanice na lokaciji Štrmac.

U Puli automatska mjerna stanica postavljena je na Fiželi (Stoja).

Uzimajući u obzir postojeću regulativu, obilježja prostora, emisiju i procjenu utjecaja na okoliš na imisijskim stanicama prate se slijedeći pokazatelji:

**Tablica 1.** Mjerna mjesta i pokazatelji praćenja onečišćenja zraka

	CO/CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	Sunčevo zračenje	Čestice	Ozon	Smjer i brzina vjetra	Temperatura	Relativna vlažnost
<b>Ripenda</b>		+	+		+		+	+	+
<b>Sv.Katarina</b>		+	+			+	+		+
<b>Plomin grad</b>		+	+				+	+	+
<b>Klavar</b>					+		+	+	+
<b>Štrmac</b>				+			+	+	+
<b>Pula-Fižela</b>	+	+	+		+		+	+	+

### 1.1. Lokacija mjernih stanica

#### 1.1.1. Ripenda Verbanci

Stanica je smještena 3 - 4 km SSW u odnosu na TE Plomin, na nadmorskoj visini 290 m.

Prethodna mjerenja su pokazala da je Ripenda najreprezentativnija lokacija za mjerenje utjecaja TE Plomin na kakvoću zraka.

#### 1.1.2. Sv.Katarina

Stanica je smještena u smjeru Pazina i prema unutrašnjosti Istre, a na udaljenosti od oko 10 km WNW od TE Plomin, na nadmorskoj visini 346 m.

#### 1.1.3. Plomin grad

Stanica je smještena ispod samog grada Plomina, ENE 2 km od TE Plomin, na nadmorskoj visini 170 m.

#### 1.1.4. Klavar

Stanica je smještena SE 200 m od TE Plomin, na nadmorskoj visini 5 m.

#### 1.1.5. Štrmac

Stanica je smještena S 4 km od TE Plomin, na nadmorskoj visini 310 m.

#### 1.1.6. Pula - Fižela

Stanica je smještena na lokaciji Fižela, udaljena oko 2,5 km od Centra grada (Kaštel) i oko 1 km od tvornice cementa, na 25 m nadmorske visine.

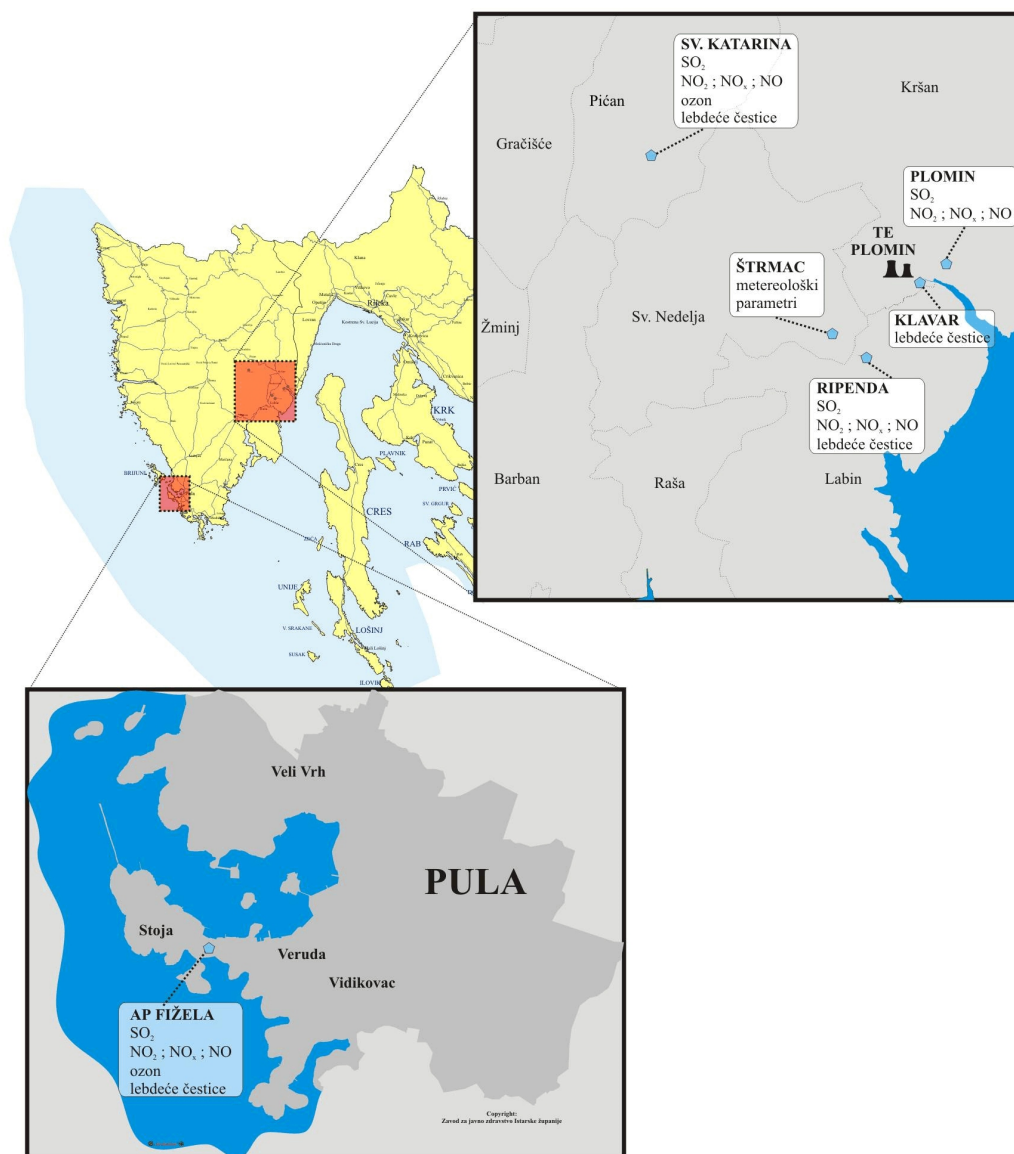
Stanice za mjerenje kakvoće zraka kontejnerskog su tipa. Unutar kontejnera smještena je oprema za analizu, prikupljanje i slanje podataka u centralnu jedinicu.

Komunikacija između stanica za mjerenje kakvoće zraka i centralne jedinice uspostavlja se putem mobilne telefonije.

Centralna jedinica opremljena je računalom i pisačem a programska podrška joj omogućava obradu i prikaz podataka u skladu s hrvatskim zakonodavstvom.

Od siječnja 2002. godine centralna jedinica je smještena i u Zavodu za javno zdravstvo Istarske županije.

Svi podaci s pojedinih mjernih stanica prikupljaju se u sustavu, uprosjećuju na satne vrijednosti i vizualiziraju. U centralnoj jedinici moguće je dobiti trenutne podatke za svaku stanicu.



Slika 1. Područje praćenja kakvoće zraka i lokacija automatskih postaja

## 2. METODE MJERENJE

Sustav za uzorkovanje plinovitih uzoraka opremljen je sukladno međunarodnim standardima. Uzorak se unosi sustavom usisa. Sistem predstavlja širom svijeta prihvaćen princip uzorkovanja posebno osjetljivih komponenata.

Koncentracije SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, CO, čestica i ozona mjere se automatskim uređajima koji registriraju satne vrijednosti koncentracija.

Za automatske uređaje primjenjuju se metode mjerenja u skladu s hrvatskim i ISO standardima. Obzirom da iste ne pokrivaju sve parametre primjenjuju se automatski uređaji temeljeni na provjerenim metodama.

**Tablica 2.** Metode mjerenja

	<b>Metoda mjerenja</b>
SO <sub>2</sub>	UV fluorescencija
NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	Kemiluminscencija
Čestice	Mjerenje oscilacije membrane i apsorpcija β zračenja
Ozon	UV apsorpcija
CO <sub>2</sub> i CO	Infracrvena apsorpcija

Osnovni detekcijski princip analizatora MLU100A i APSA 360 Horiba za mjerenje SO<sub>2</sub> je UV fluorescencija koja predstavlja dokazani princip za detekciju niskih koncentracija SO<sub>2</sub>.

Osnovni detekcijski princip analizatora MLU200A i APNA 360 Horiba za mjerenje koncentracije NO, NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> u zraku je na principu kemiluminiscencije.

Analizator MLU400 ozona je mikroprocesorski kontroliran UV fotometar kojim se apsorpcija mjeri pri 254 nm u UV području.

Instrument za mjerenje lebdećih čestica TEOM 1400A ujedinjuje sposobnost kvalitetnog uzorkovanja s principom mjerenja. Interna vaga kojom se mjeri trenutna koncentracija lebdećih čestica sakupljenih na filter papiru radi na principu promjene frekvencije oscilatorskog dijela.

Osnovna metoda mjerenja analizatora za određivanje lebdećih čestica FH 62 I-R je apsorpcija β zračenja.

Meteorološke se stanice sastoje od kombiniranih senzora za određivanje smjera i brzine vjetra odnosno temperature i relativne vlažnosti, te senzora za insolaciju sunčevog zračenja.

### **3. OBRADA I ANALIZA PODATAKA O KRETANJU ONEČIŠĆENJA ZRAKA SAKUPLJENIH TIJEKOM MJERNOG RAZDOBLJA OD 1. SIJEČNJA DO 31. PROSINCA 2004. GODINE**

#### **3.1. Preporučene i granične vrijednosti kakvoće zraka**

Temeljni propis koji određuje mjere, način organiziranja i provođenja zaštite i poboljšanja kakvoće zraka je Zakon o zaštiti zraka ("Narodne novine" br. 48/95).

Za upravljanje kakvoćom zraka na nekom području potrebno je stalno pratiti koncentracije onečišćujućih tvari znakovite za izvore onečišćenja zraka tog područja i usporediti izmjerene vrijednosti s vrijednostima koje služe za ocjenu kakvoće zraka.

Zakon o zaštiti zraka (članak 22.) predviđa vrijednosti na dvije razine; preporučene (PV) i granične vrijednosti (GV) kakvoće zraka. One omogućavaju svrstavanje područja u kategorije po stupnju onečišćenosti zraka (članak 21.) i planiranje mjera za zaštitu i poboljšanje kakvoće zraka u cilju zaštite zdravlja i kakvoće življenja stanovnika, te prirodnim i ljudskim radom stvorenih vrijednosti.

PV (preporučene vrijednosti) su razine koncentracije onečišćujućih tvari ispod kojih se utjecaj na zdravlje ljudi ne očekuje ni pri trajnoj izloženosti.

GV (granične vrijednosti) su razine koncentracija ispod kojih se ne očekuje štetno djelovanje na zdrave osobe, ali pri dugotrajnoj izloženosti njihovom utjecaju postoji rizik mogućeg utjecaja na osjetljive skupine, biljke pa i materijalna i kulturna dobra.

Uredbom o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka ("Narodne novine" br. 101/96 i br. 2/97) propisane su brojčane vrijednosti PV i GV, te razdoblje praćenja i vrijeme usrednjavanja.

Brojčane vrijednosti PV i GV temelje se na smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije, smjernicama i graničnim vrijednostima Europske zajednice, a dopunjene su propisima Njemačke, Švicarske, Austrije, Međunarodne unije organizacija za istraživanje šuma.

S obzirom na kolebanja u intenzitetu emisija kao i na utjecaj promjena vremenskih prilika na razine onečišćenja zraka, preporučene i granične vrijednosti se izražavaju kao:

- aritmetička sredina (C) i najveća izmjerena koncentracija ( $C_{max}$ ) ili
- medijan ( $C_{50}$ ) i ona koncentracija od koje je samo 2% ili 5% vrijednosti više ( $C_{98}$ ,  $C_{95}$ )

za razdoblje praćenja od godinu dana ili tijekom sezone loženja.

Tablice s preporučenim i graničnim vrijednostima iz Uredbe o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka dane su u prilogu.

Na temelju usporedbe rezultata mjerenja tijekom najmanje godinu dana s PV i GV prema članku 21. Zakona o zaštiti zraka, područja se po stupnju onečišćenosti zraka mogu svrstati u tri kategorije:

I kategorija - čisti ili neznatno onečišćeni zrak (nisu prekoračene preporučene vrijednosti kakvoće zraka PV)

II kategorija - umjereno onečišćen zrak (prekoračene su PV, a nisu prekoračene granične vrijednosti kakvoće zraka GV)

III kategorija - prekomjerno onečišćeni zrak (prekoračene su granične vrijednosti kakvoće zraka GV)

### 3.2. Koncentracija sumpordioksida

Koncentracija sumpordioksida prati se na četiri mjerne postaje.

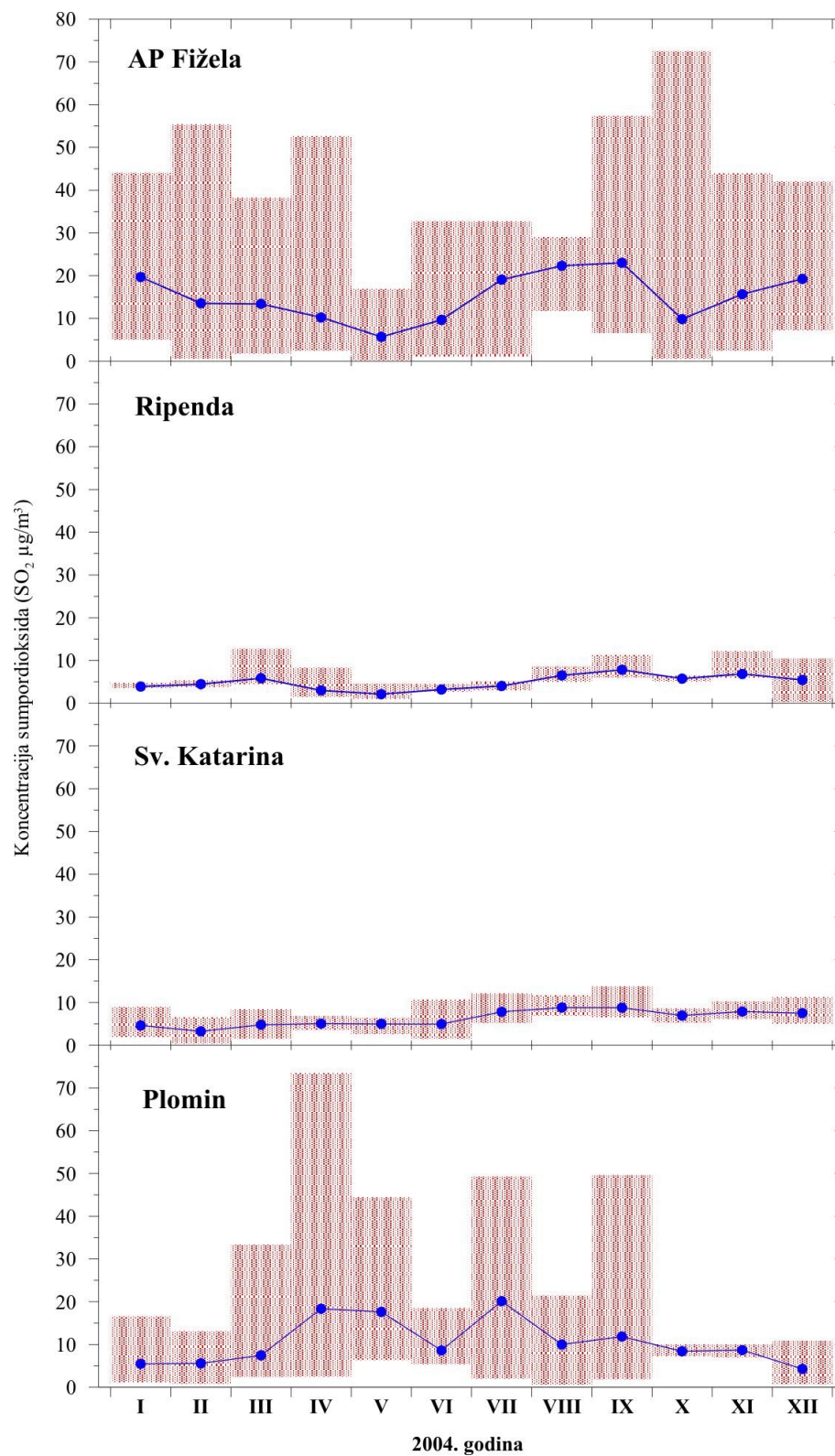
Sveukupni rezultati mjerenja 24-satnih koncentracija sumpordioksida prikazani su u tablici 3.

**Tablica 3.** Sveukupni podaci koncentracije sumpordioksida zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	SO <sub>2</sub>					
		N	$\bar{C}$	C50	C95	C98	Cmax
Ripenda	01	364	4,90	4,91	8,38	9,34	12,73
Sv. Katarina	02	362	6,27	6,43	9,93	11,13	13,78
Plomin	03	347	10,75	8,32	32,71	44,48	73,47
Pula-Fižela	05	350	14,91	12,03	37,59	44,41	72,52

Godišnji tijek srednjih mjesečnih koncentracija te maksimalne i minimalne srednje dnevne koncentracije za pojedina mjerna mjesta prikazani su na slici 2.





**Slika 2.** Kretanje srednjih mjesečnih koncentracija sumpordioksida uz prikaz raspona srednjih dnevnih koncentracija na mjernim postajama Pula-Fižela, Ripenda, Sv.Katarina, Plomin

Na mjernoj postaji Ripenda srednja godišnja koncentracija sumpordioksida iznosila je  $4,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Raspon srednjih dnevnih koncentracija bio je od  $0,27$  do  $12,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Najviše izmjerene srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $4,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u lipnju do  $12,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u ožujku i nisu prelazile  $PV_M$  ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

98% vrijednosti bilo je ispod  $9,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje godišnje koncentracije  $\text{SO}_2$  nisu prelazile preporučene vrijednosti kakvoće zraka i niže su u odnosu na prethodno mjerno razdoblje.

Na mjernoj postaji Sv.Katarina srednja godišnja koncentracija sumpordioksida iznosila je  $6,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srednje 24-satne koncentracije kretale su se u rasponu od  $0,40$  do  $13,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Najviše izmjerene srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $6,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u svibnju do  $13,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u rujnu. Najviša srednja dnevna koncentracije nije prelazila  $PV_M$  ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

98% vrijednosti bilo je ispod  $11,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje godišnje koncentracije  $\text{SO}_2$  nisu prelazile preporučene vrijednosti kakvoće zraka.

Srednja godišnja koncentracija sumpordioksida na mjernoj postaji Plomin iznosila je  $10,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Raspon srednjih dnevnih koncentracija bio je od  $0,57$  do  $73,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Najviše izmjerene srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $10,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u listopadu i studenom do  $73,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u travnju. Najviša srednja dnevna koncentracija nije prelazila  $PV_M$  ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

98% vrijednosti bilo je ispod  $44,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednja godišnja koncentracija sumpordioksida na mjernoj postaji Pula-Fižela iznosila je  $14,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Raspon srednjih dnevnih koncentracija bio je od  $0,12$  do  $72,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Najviše izmjerene srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $16,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u svibnju do  $72,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u listopadu. Najviša srednja dnevna koncentracija nije prelazila  $PV_M$  ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

98% vrijednosti bilo je ispod  $44,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Tablica 4.** Učestalost pojava visokih koncentracija sumpordioskida ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red.br.	Učestalost koncentracija većih od $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Sumpordioksid	
		Broj dana	%
Ripenda	01	0	0,00
Sv. Katarina	02	0	0,00
Plomin	03	0	0,00
Pula-Fižela	05	0	0,00

Tablica 5. prikazuje sveukupne podatke satnih koncentracija sumpordioksida na mjernim postajama Ripenda, Sv.Katarina, Plomin i Pula-Fižela.

**Tablica 5.** Sveukupni podaci satnih koncentracija sumpordioksida u zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	$\text{SO}_2$					
		N	$\bar{C}$	C50	C95	C98	Cmax
Ripenda	01	8644	4,90	4,81	8,44	10,07	100,12
Sv. Katarina	02	8346	6,37	6,22	11,30	13,90	38,31
Plomin	03	6785	10,74	7,74	33,92	50,00	229,58
Pula-Fižela	05	8117	15,13	8,57	48,59	68,59	197,20

**Tablica 6.** Učestalost pojava visokih koncentracija sumpordioskida ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	Učestalost satnih koncentracija većih od $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Sumpordioksid	
		Broj uzoraka	%
Ripenda	01	0	0,00
Sv. Katarina	02	0	0,00
Plomin	03	0	0,00
Pula-Fižela	05	0	0,00

Na mjernim postajama, iako kratkotrajno, zabilježene su visoke koncentracije sumpordioksida.

Na postaji Ripenda najviša izmjerena srednja satna koncentracija iznosila je  $100,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a na Plominu  $229,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

98% srednjih satnih vrijednosti niže je od  $10,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u Ripendi,  $13,90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u Sv.Katarini i  $50,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u Plominu.

Na postaji Plomin najviša izmjerena srednja satna koncentracija iznosila je  $229,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ali nije prelazila  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 3.3. Koncentracija dušikdioksida

Koncentracija dušikdioksida pratila se na četiri mjerne postaje: Ripenda, Sv.Katarina, Plomin i Pula-Fižela.

Sveukupni podaci mjerenja 24-satnih koncentracija prikazani su tablici 7.

**Tablica 7.** Sveukupni podaci koncentracije dušikdioksida u zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Ripenda	01	364	4,08	2,50	11,31	18,45	29,63
Sv. Katarina	02	361	5,74	4,53	11,38	15,30	37,08
Plomin	03	346	2,87	2,01	8,75	10,48	13,30
Pula-Fižela	05	352	14,93	12,35	36,26	44,37	74,98

Na mjernoj postaji Ripenda srednja godišnja koncentracija iznosila je  $4,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Raspon srednjih dnevnih koncentracija bio je od  $0,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $29,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najviša koncentracija izmjerena je u veljači.

98% vrijednosti bilo je ispod  $18,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje godišnje koncentracije dušikdioksida nisu prelazile preporučene vrijednosti kakvoće zraka.

Na mjernoj postaji Sv. Katarina srednja godišnja koncentracija iznosila je  $5,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najviša izmjerena vrijednost bila je  $37,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a izmjerena je u siječnju.

98% vrijednosti bilo je niže od  $15,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje godišnje koncentracije dušikdioksida nisu prelazile preporučene vrijednosti kakvoće zraka.

Na mjernoj postaji Plomin srednja godišnja koncentracija iznosila je  $2,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najviša izmjerena vrijednost bila je  $11,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a izmjerena je u siječnju.

98% vrijednosti bilo je ispod  $10,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje godišnje koncentracije dušikdioksida nisu prelazile preporučene vrijednosti kakvoće zraka.

Na mjernoj postaji Pula-Fižela srednja godišnja koncentracija iznosila je  $14,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Raspon srednjih dnevnih koncentracija bio je od  $0,54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $74,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

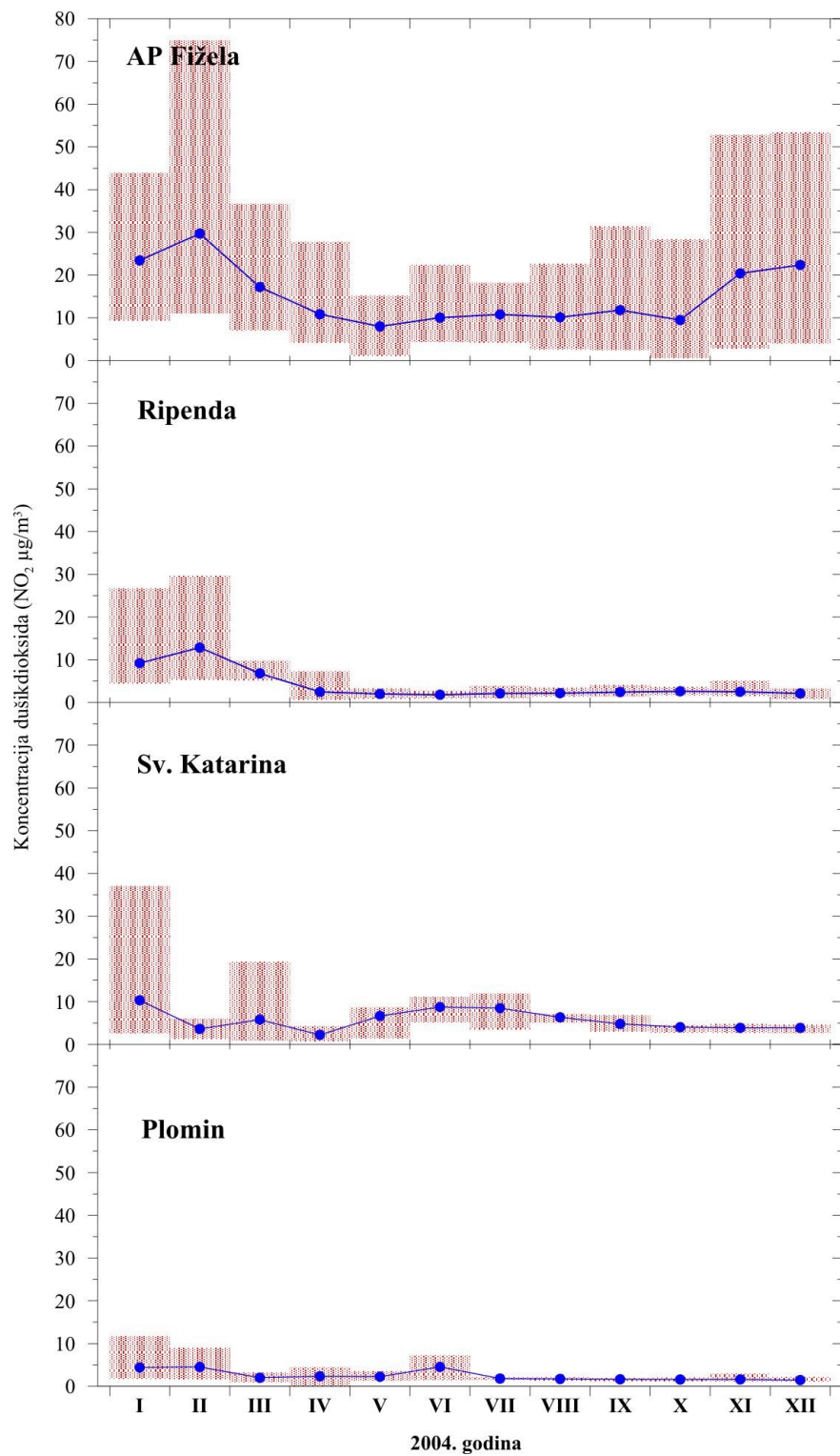
Najviša srednja dnevna vrijednost izmjerena je u veljači.

Učestalost pojava koncentracija viših od  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bila je 0,57% tj. 2 dana u razdoblju praćenja.

Na slici 3. prikazano je kretanje srednjih mjesečnih koncentracija dušikdioksida uz raspon srednjih dnevnih koncentracija.

**Tablica 8.** Učestalost pojava visokih koncentracija dušikdioksida ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	Učestalost koncentracija većih od $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Dušikdioksid	
		Broj dana	%
Ripenda	01	0	0,00
Sv. Katarina	02	0	0,00
Plomin	03	0	0,00
Pula-Fižela	05	2	0,57



**Slika 3.** Kretanje srednjih mjesečnih koncentracija dušikdioksida uz raspone srednjih dnevnih koncentracija na postajama Pula-Fižela, Ripenda, Sv. Katarina i Plomin

Sveukupni podaci srednjih satnih koncentracija prikazani su u tablici 9.

**Tablica 9.** Sveukupni podaci srednjih satnih koncentracija dušikdioksida u zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Ripenda	01	8120	4,23	2,58	13,00	19,60	58,47
Sv. Katarina	02	8073	5,82	4,79	13,06	15,67	116,30
Plomin	03	8149	2,43	1,78	6,54	8,26	22,85
Pula-Fižela	05	8326	14,97	8,21	47,20	61,56	104,65

Najviša srednja satna vrijednost izmjerena je na postaji Sv.Katarina i iznosila je  $116,30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Koncentracije više od  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nisu izmjerene tijekom 2004. godine.

### 3.4. Koncentracija lebdećih čestica

Koncentracija lebdećih čestica pratila se na tri mjerne postaje.

Sumarni podaci kretanja koncentracija prikazani su u tablicama 10. i 11. i na slici 4.

**Tablica 10.** Sumarni podaci koncentracija lebdećih čestica u zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Ripenda	01	363	18,74	15,39	35,30	46,07	185,11
Klavar	04	360	28,52	22,58	79,78	94,86	123,86
Pula-Fižela	05	365	20,31	18,79	37,32	40,42	50,13

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica u Ripendi bila je  $18,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $4,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $185,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najviše izmjerene srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $21,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u svibnju do  $185,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u lipnju.

Učestalost pojava koncentracija viših od  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bila je 0,55% tj. dva dana tijekom razdoblja praćenja od godine dana.

98% srednjih dnevnih koncentracija bilo je ispod  $46,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na mjernoj postaji Klavar srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica iznosila je  $28,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $123,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Najviše srednje dnevne koncentracije bile su u rasponu od 23,43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  u lipnju do 123,86  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  u ožujku.

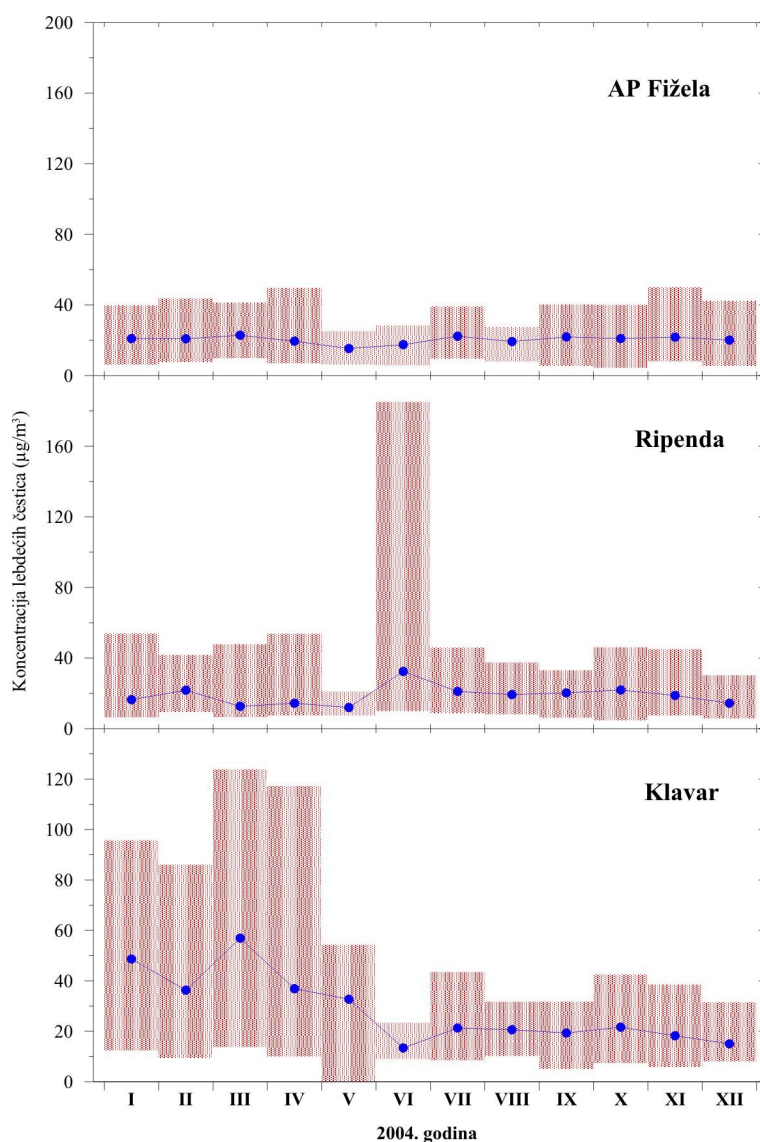
Učestalost pojava koncentracija ukupnih lebdećih čestica viših od 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bila je 0,28% tj. u jednom danu tijekom razdoblja praćenja od godine dana.

98% srednjih 24-satnih koncentracija bilo je ispod 40,42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na mjernoj postaji Pula-Fižela srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica bila je 20,31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od 4,25 do 50,13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

98% srednjih dnevnih koncentracija bilo je ispod 40,42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Slika 4.** Kretanje srednjih mjesečnih koncentracija lebdećih čestica uz raspon srednjih dnevnih koncentracija na postajama Pula-Fižela, Ripenda i Klavar



**Tablica 11.** Sumarni podaci srednjih satnih koncentracija lebdećih čestica u zraku ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Ripenda	01	7726	19,59	15,22	41,76	54,26	510,37
Klavar	04	8148	29,00	21,05	83,89	108,61	458,97
Pula-Fižela	05	8618	20,34	17,00	47,00	63,00	293,00

Na postaji Ripenda najviša satna koncentracija iznosila je  $510,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Učestalost pojava koncentracija viših od  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iznosila je 0,12% tj. devet dana tijekom 2004. godine.

Na postaji Klavar najviša srednja satna koncentracija iznosila je  $458,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a izmjerena je u ožujku.

Na postaji je učestalost koncentracija viših od  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iznosila 0,02% tj. u dva uzorka tijekom razdoblja praćenja od godine dana.

Na mjernoj postaji Pula-Fižela najviša satna koncentracija lebdećih čestica iznosila je  $293,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i nije prelazila  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 3.5. Koncentracija ozona

Koncentracija ozona pratila se na postaji Sv. Katarina.

Sveukupni podaci mjerenja prikazani su u tablici 12. i slici 5.

**Tablica 12.** Sveukupni podaci koncentracije ozona u zraku  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Sv.Katarina	02	359	64,68	62,09	106,17	114,15	139,53

Srednja godišnja koncentracija ozona iznosila je  $64,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Maksimalne srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $57,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u svibnju do  $139,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u srpnju.

Koncentracije ozona tijekom razdoblja praćenja u 2004. godini niže su u odnosu na 2003. godinu.

Učestalost pojava koncentracija viših od  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  je 4,46% tj. šesnaest dana tijekom mjerne godine.

**Tablica 13.** Učestalost pojava visokih koncentracija ozona  
Godina 2004.

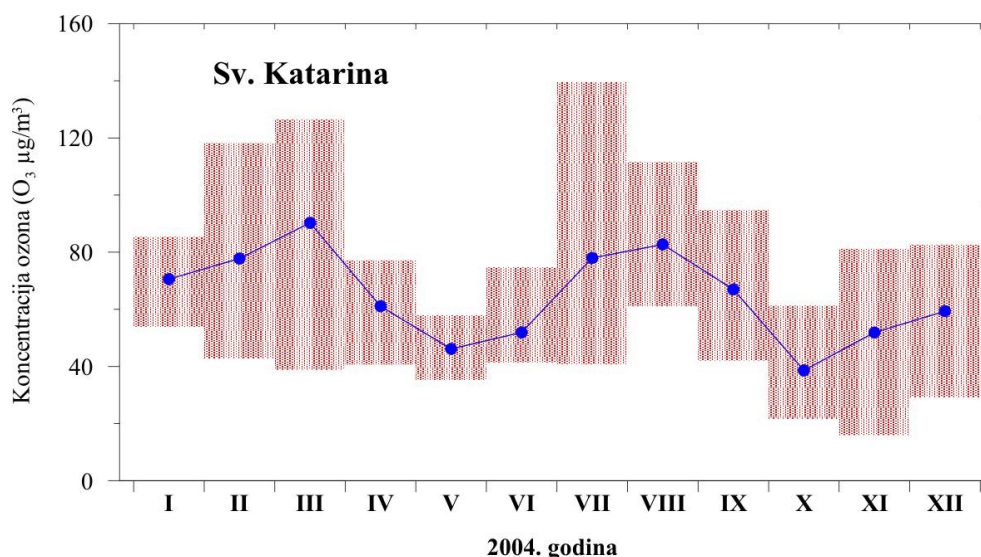
Mjerno mjesto	Red. br.	Učestalost koncentracija ozona viših od			
		$110 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Broj dana	%	Broj dana	%
Sv.Katarina	02	16	4,46	0	0,0

**Tablica 14.** Sveukupni podaci srednjih satnih koncentracije ozona u zraku  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Sv.Katarina	02	8532	64,78	61,96	113,08	124,74	174,97

Maksimalna srednja satna koncentracija ozona iznosila je  $174,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i nije prelazila vrijednost  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

98% srednjih satnih koncentracija bilo je ispod  $124,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Slika 5.** Kretanje srednjih mjesečnih koncentracija ozona uz raspon srednjih mjesečnih koncentracija na postaji Sv. Katarina

### 3.6. Koncentracija ugljik monoksida

Koncentracija ugljik monoksida pratila se na postaji Pula-Fižela i to devet mjeseci tijekom 2004. godine.

Sveukupni podaci mjerenja prikazani su u tablici 15. i slici 6.

**Tablica 15.** Sveukupni podaci koncentracije ugljik monoksida u zraku  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Pula-Fižela	05	270	534,71	377,98	1258,53	1408,83	2873,28

Srednja godišnja koncentracija ugljik monoksida iznosila je  $534,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Maksimalne srednje dnevne koncentracije kretale su se u rasponu od  $386,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u srpnju do  $2873,28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u rujnu.

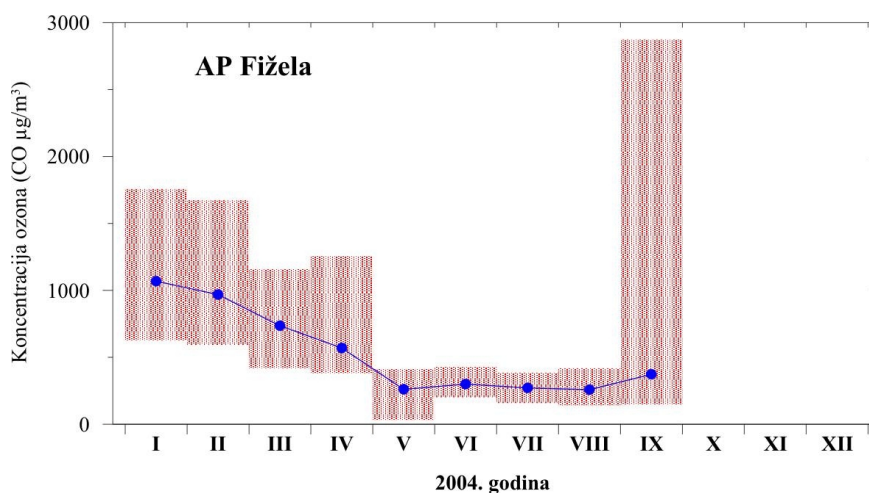
Tijekom razdoblja praćenja nisu izmjerene koncentracije više od  $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PV<sub>98</sub>).

**Tablica 16.** Sveukupni podaci koncentracije ugljik monoksida u zraku  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  Godina 2004.

Mjerno mjesto	Red. br.	N	C	C50	C95	C98	Cmax
Pula-Fižela	05	6441	528,15	392,70	1295,92	1747,53	5812,02

Maksimalna srednja satna koncentracija ugljik monoksida iznosila je  $5812,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tijekom razdoblja praćenja nisu izmjerene srednje satne koncentracije više od  $15000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Slika 6.** Kretanje srednjih mjesečnih koncentracija ugljikmonoksida uz raspon srednjih mjesečnih koncentracija na postaji Pula-Fižela

### **3.7. Meteorološka praćenja**

Meteorološka praćenja vrše se na svim postajama. Prate se smjer i brzina vjetera, temperatura zraka i relativna vlažnost.

### **3.8. Kategorizacija područja s obzirom na rezultate mjerenja onečišćenja zraka za razdoblje od 1. siječnja do 31. prosinca 2004. godine**

Na temelju usporedbe rezultata mjerenja tijekom protekle godine dana s PV i GV, područja se po stupnju onečišćenosti zraka mogu svrstati u 3 kategorije:

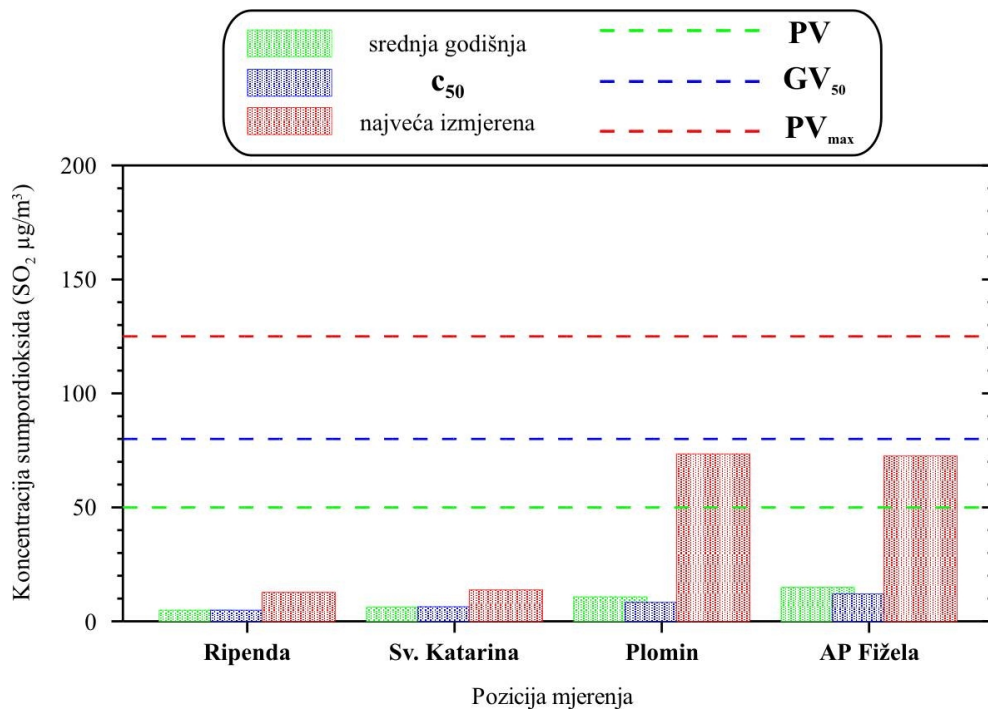
- I kategorija - područja u kojima nisu prekoračene PV
- II kategorija - područja u kojima nisu prekoračene GV (kakvoća zraka između PV i GV)
- III kategorija - područja u kojima su prekoračene GV.

U područjima I kategorije treba poduzimati mjere sprječavanja kako zbog izgradnje i razvoja područja ne bi došlo do prekoračenja PV. U zaštićenim područjima, prirodnim rezervatima i rekreacijskim područjima, PV ne bi nikada smjele biti dostignute.

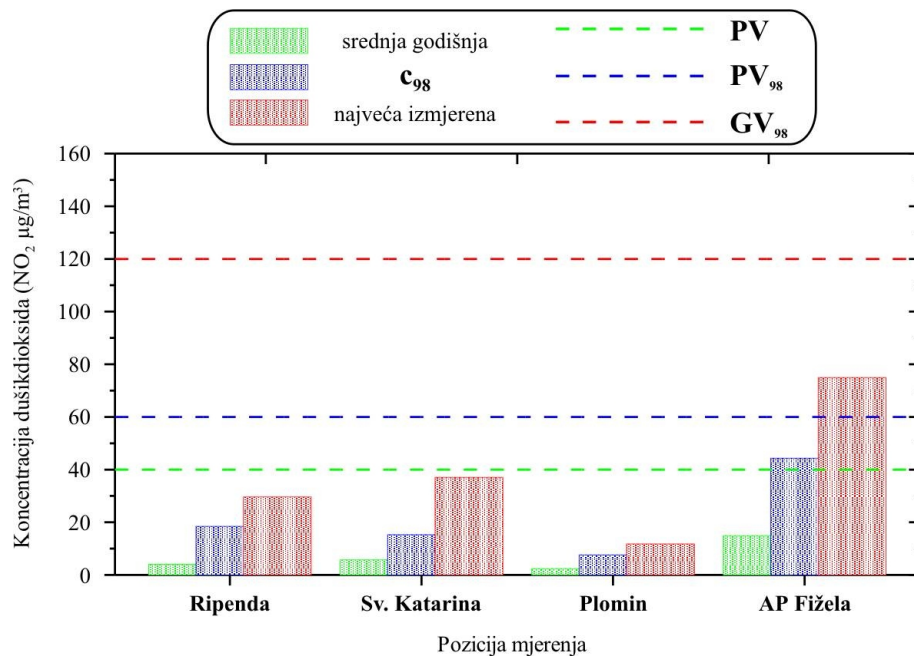
U područjima II kategorije potrebno je izraditi registar izvora onečišćenja zraka, katastar emisija, utvrditi kritične izvore, te razraditi program za postepeno unapređivanje kakvoće zraka. Konačni cilj za ovo područje je postizanje PV.

U područjima III kategorije treba odmah identificirati dominantan izvor, dajući prednost onim akcijama koje će imati najveći učinak, kao i onima koje se mogu najlakše, najbrže ili s najmanje troškova provesti.

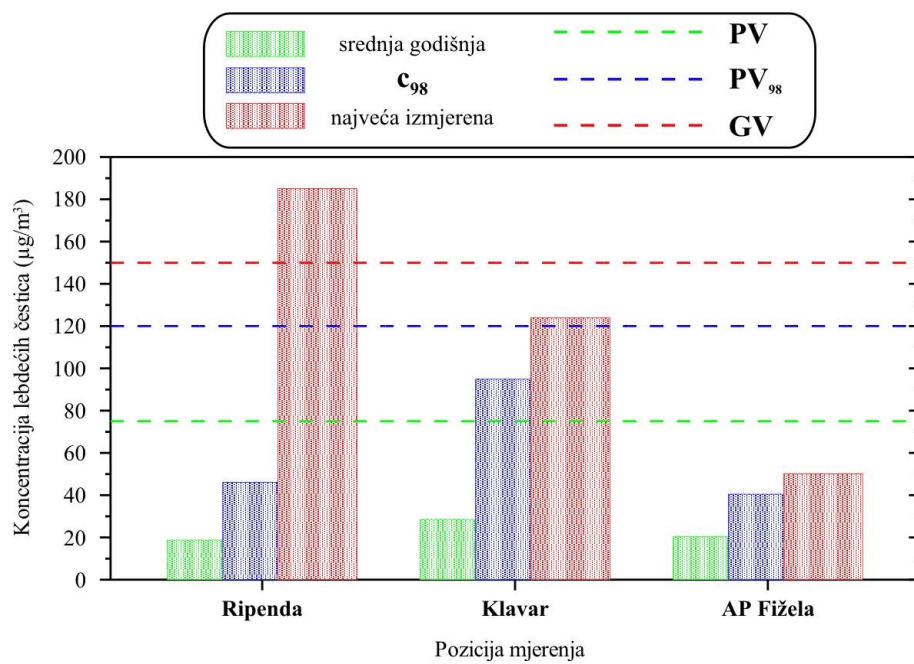
**Grafički prikaz rezultata mjerenja tijekom 2004. godine i usporedba s preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka**



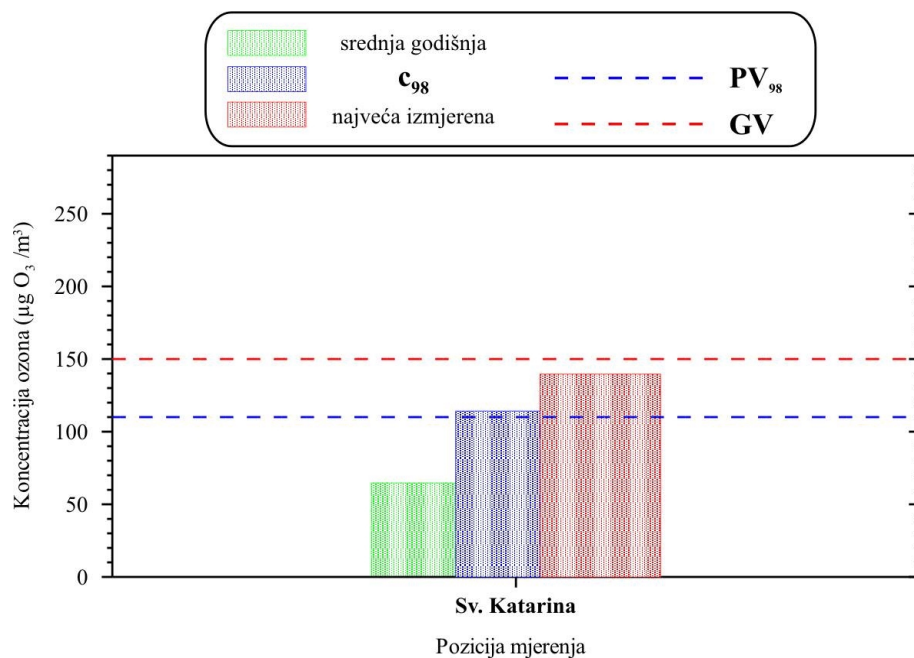
Slika 7.



Slika 8.



Slika 9.



Slika 10.

**Tablica 17.** Kategorizacija područja zastupanih postajama  
s obzirom na stupanj onečišćenja zraka u 2004. godini

Naselje	I kategorija	II kategorija	III kategorija	Kritični pokazatelj
Ripenda	01 01 01			SO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> lebdeće čestice
Sv.Katarina	02 02	02		SO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> ozon
Plomin	03 03			SO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub>
Klavar	04			lebdeće čestice
Pula-Fižela	05 05 05			SO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> lebdeće čestice

## 4. ZAKLJUČAK

Sustav nadzora kakvoće zraka na automatskim postajama zasniva se na informacijskom sustavu koji je namijenjen stalnom nadzoru kretanja onečišćujućih tvari u okoliš.

Informacijski sustav obuhvaća automatska mjerenja onečišćujućih tvari u zraku na pet mjernih postaja i to: sumpordioksida, dušikovih spojeva, lebdećih čestica i ozona, te meteoroloških pokazatelja na jednoj mjernoj stanici.

Svi podaci o mjerenjima s pojedinih mjernih stanica prikupljaju se u sustav zajedničkog nadzora i vizualizacije svaki sat. Podaci se u procesnom računalu obrađuju u dnevne, mjesečne i godišnje izvještaje u pisanom ili grafičkom obliku u skladu s hrvatskim zakonodavstvom.

Također je u centralnoj jedinici moguće dobiti trenutne podatke za svaku stanicu.

Obrađeni podaci uspoređeni su s preporučenim i граниčnim vrijednostima kakvoće zraka te je izvršena kategorizacija područja s obzirom na onečišćujuću tvar.

Na osnovu rezultata mjerenja sumpordioksida, dušikdioksida i lebdećih čestica zrak se može svrstati u I kategoriju na svim područjima zastupanim mjernim stanicama.

Tijekom razdoblja praćenja 2004. godine koncentracije ozona bile su niže u odnosu na prethodno mjerno razdoblje.

Srednja godišnja koncentracija ozona iznosila je  $64,68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Učestalost pojava koncentracija viših od  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PV<sub>98</sub>) bila je 4,46% tj. šesnaest dana tijekom mjerne godine. Koncentracije ozona iznad  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (GV<sub>98</sub>) nisu izmjerene tijekom 2004. godine.

Mjerenja su pokazala da su koncentracije ozona obrnuto proporcionalne s koncentracijom dušikovih oksida tj. uz više koncentracije ozona izmjerene su niže koncentracije dušikovih oksida i obrnuto.

Iako se na osnovu dobivenih rezultata zrak na postaji Sv.Katarina može svrstati u drugu (II) kategoriju s obzirom na taj polutant, saznanja upućuju da je područje u prirodnim okvirima.

Prednost praćenja kakvoće zraka putem automatskih postaja potvrđuje se u mogućnosti bilježenja maksimuma koji su prisutni u kratkom vremenskom trajanju u koncentracijama višim od dozvoljenih.

Tijekom 2004. godine izmjerene su satne koncentracije za sumpordioksid, dušikdioksid i ozon bile niže u odnosu na 2003. godinu i nisu prelazile propisane vrijednosti.

Satne koncentracije lebdećih čestica više od  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zabilježene su na postaji Ripenda i Klavar ali je učestalost bila 0,12% i 0,02% tj. devet odnosno dva uzorka tijekom razdoblja praćenja 2004. godine.



## 5. UPOTREBLJAVANE KRATICE

C = srednja 24-satna koncentracija za navedeno razdoblje (aritmetička sredina)

C<sub>95</sub> = koncentracija od koje je 5% izmjerenih vrijednosti više

C<sub>98</sub> = koncentracija od koje je 2% izmjerenih vrijednosti više

C<sub>50</sub> = medijan

C<sub>max</sub> = najveća 24 satna koncentracija u navedenom razdoblju

N = broj dana kad su vršena mjerenja

G<sub>VM</sub> = najveća mjesečna količina taložne tvari

PV = preporučene vrijednosti

GV = granične vrijednosti

**Tablica 1.** Preporučene (PV) i granične vrijednosti (GV) kakvoće zraka za sumpordioksid (SO<sub>2</sub>) u ovisnosti o koncentraciji i načinu mjerenja lebdećih čestica (µg/m<sup>3</sup>)

	Razdoblje praćenja	Parametar	SO <sub>2</sub>	1) Dim	2) ULč	3) ISO/TP	Vrijeme usrednjavanja
PV	Cijela godina	PV <sub>4</sub> )	50	50	75	50	24 sata
		PV <sub>M</sub> )	125	125	120	70	24 sata
			350		300	200	1 sat
GV	Cijela godina	GV <sub>50</sub> )	80	40-80	> 150		24 sata
			120	<40	< 150		
		GV <sub>98</sub> )	250	150-250	> 350		24 sata
			350	< 150	≤ 350		
Razdoblje loženja (1.10.-31.03.)	GV <sub>50</sub>	130	60-130	> 200		24 sata	
		180	< 60	≤ 200			

- 6) Dim = Masena koncentracija Lč ekvivalentna smanjenju refleksije filter papira zbog sakupljanja crnih čestica. Koncentracija Lč smije se mjeriti kao dim samo u naseljima gdje prevladavaju crne čestice (loženje drvom i ugljenom) dok u ostalim područjima treba određivati neposredno masenu koncentraciju Lč ako je njihova koncentracija veća od dvostruke koncentracije dima.
- 7) ULč = Ukupne lebdeće čestice mjerene gravimetrijski u uzorcima sakupljenim iz velikih volumena zraka (600-2000 m<sup>3</sup>).
- 8) ISO-TP = čestice koje dopiru u toraks (50% čestica aerodinamičkog promjera 10µ) sakupljene uređajem prema specifikaciji Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO/TR:7708) mjerene gravimetrijski
- Ako se koncentracija Lč mjeri na temelju apsorpcije B-zračenja, ovisno o karakteristikama ulaznog otvora uređaja, rezultati mjerenja se uspoređuju s PV odnosno GV za ULč ili sa PV za ISO/TP.
- 9) Aritmetička sredina izmjerenih vrijednosti
- 10) Maksimalna izmjerena vrijednost
- 11) Vrijednost ispod koje se nalazi 50% izmjerenih vrijednosti
- 12) Vrijednost ispod koje se nalazi 98% izmjerenih vrijednosti
- 13) Ne smije se prekoračiti uzastopno više od 3 dana, ali treba nastojati da se ova vrijednost uopće ne prekoračuje.

**Tablica 2.** Preporučene (PV) i granične (GV) vrijednosti kakvoće zraka za plinovite onečišćujuće tvari ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Razdoblje praćenja	Tvar	PV		GV		Vrijeme usrednjanja
		$\overline{\text{PV}}$	PV <sub>98</sub>	$\overline{\text{GV}}$	GV <sub>98</sub>	
1 godina	Dušikdioksid	40	60	60	120	24 sata
					200	1 sat
1 godina	Ugljikmonoksid	1000	5000	2000	8000	24 sata
					15000	1 sat
1 godina	Ozon		110		150	24 sata
					180	1 sat
1 godina	Amonijak	30	100	70	250	24 sata
					1000	1 sat
1 godina	Suporovodik <sup>1)</sup>			2	5	24 sata
					10	1 sat
1 godina	Merkaptani <sup>1)</sup>			1	3	24 sata
					5	1 sat
1 godina	Metanol <sup>2)</sup> (Formaldehid)			30	70	24 sata
					100	1 sat
1 godina	Fenoli <sup>1)</sup>			50	100	24 sata
					200	1 sat
1 godina	Klorovodik <sup>1)</sup>			100	200	24 sata
					300	1 sat
1 godina	Plinoviti fluoridi <sup>1)</sup>			1	3	24 sata
					5	1 sat

<sup>1)</sup> Za tvari koje potječu iz posebnih izvora, pa se redovito ne očekuju u vanjskom zraku, kao i za one za koje je mjerodavna granica mirisa, daju se vrijednosti samo na jednoj razini.

<sup>2)</sup> Odnosi se na zrak zatvorenih prostora (koncentracije u vanjskom zraku su redovito zanemarive).

**Tablica 3.** Preporučene (PV) i granične (GV) vrijednosti kakvoće zraka za lebdeće čestice i njihove sastojke, te za živu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Razdoblje praćenja	Tvar	PV		GV		Vrijeme usrednjavanja
		$\overline{\text{PV}}$	PV <sub>98</sub>	$\overline{\text{GV}}$	GV <sub>98</sub>	
1 godina	Lebdeće čestice	75	120	150	350	24 sata
1 godina	Olovo u Lč	1		2		24 sata
1 godina	Kadmij u Lč	0.01		0.04		24 sata
1 godina	Mangan u Lč	1		2		24 sata
1 godina	Sulfati u Lč			50	100	24 sata
1 godina	Natrij-fluorid u Lč			100	200	24 sata
1 godina	Živine pare i anorganski spojevi	0.01		1 <sup>1)</sup>		24 sata

<sup>1)</sup> Odnosi se samo na zrak u prostorijama. Zbog opasnosti pretvorbe i prodiranja u vodu i tlo ne mogu se dati GV za vanjski zrak.

## LITERATURA

1. Zakon o zaštiti zraka ("Narodne novine" br. 48/95)
2. Uredba o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka ("Narodne novine" br. 101/96 i br. 2/97)
3. Dino Škopac, Hrvatska elektroprivreda, Monitoring kakvoće zraka TE Plomin