

VELIKE KONCENTRACIJE ŽVEPLOVEGA DIOKSIDA V ZASAVJU DECEMBRA 1996

High SO₂ Concentrations in the Zasavje Region in December 1996

Anton Planinšek* UDK 504.3:551.51(497.4 Zasavje)

Povzetek

Koncentracije žveplovega dioksida (SO₂) v slovenskih mestih so se v zadnjih petnajstih letih zelo zmanjšale. Najpomembnejši vzrok za to so manjše emisije. To smo dosegli s širjenjem daljinskega ogrevanja ter vedno večjim deležem zemeljskega plina pri ogrevanju in energiji v tehnoloških procesih. Poleg tega je vlada v zadnjih letih sprejela uredbe o vsebnosti žvepla v gorivu, ki dopuščajo bistveno manjše količine kot prejšnji predpisi. Tudi cena kurilnega olja je postala primerljiva s ceno premoga, zato se je uporaba premoga zmanjšala.

Velike emisije SO₂ spuščajo v zrak le še iz termoelektrarn in toplarn. Koncentracije na merilnih mestih v okolici termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje vsak mesec presegajo mejne in tudi kritične vrednosti. Ob uporabi domačega premoga v termoelektrarni-toplarni Ljubljana se to občasno dogaja tudi v Ljubljani. Tako visokih koncentracij, ki se niso zmanjšale toliko časa, kot se je dogajalo v okolici Trbovelj decembra 1996, pa v Sloveniji že nekaj let ni bilo.

Abstract

SO₂ concentrations in Slovenian towns have decreased considerably in the last fifteen years, primarily due to the reduction of SO₂ emissions. This was achieved by the spread of remote heating in towns and the increased use of natural gas for heating and technological processes. The government also adopted new regulations on sulphur content in fuels, which considerably reduce the admissible sulphur content. In last years the price of heating oil has become comparable to that of coal, and, consequently, the use of coal for heating has decreased. The largest SO₂ sources in Slovenia are still thermal power plants. SO₂ concentrations at the monitor stations in the vicinity of the Šoštanj and Trbovlje power plants exceed the admissible and critical values of SO₂ concentrations practically every month. This also occasionally occurs in Ljubljana, where a combined heat/power plant uses domestic coal with high sulphur content. Therefore, prolonged high SO₂ concentrations have not appeared in Slovenia for several years. The episode discussed was the consequence of high SO₂ emissions from the power plant and disadvantageous weather conditions marked by strong temperature inversion.

Velike koncentracije snovi, ki onesnažujejo zrak v okolici velikih virov, se pojavljajo posebnih vremenskih razmerah. V okolici termoelektrarne Trbovlje so štiri merilna mesta za merjenje SO₂, ki dobro pokrijejo celotno območje. Merilniki zaznajo večino primerov, ko se v okolici pojavijo velike koncentracije. Na podlagi redne obdelave podatkov in priprave rednih mesečnih poročil, v katerih opišemo tudi vzroke za nastanek velikih koncentracij, smo ugotovili, v kakšnih razmerah se pojavijo velike koncentracije SO₂ v okolju. Na posameznih merilnih mestih se pojavljajo največkrat, kadar piha zmerno močan veter od dimnika termoelektrarne proti merilnem mestu. Zaradi oblike reliefa je veter nad dolino Save na višinah, na katerih poteka prenos dimnih plinov v okolico, dokaj kanaliziran v smeri vzhod - zahod. V takšnih pogojih lahko koncentracija SO₂ preseže kritično vrednost za dvakrat do trikrat. Največja je, kadar je nad dolino temperaturna inverzija. V plasti zraka, kjer ta nastane, in pod njo je veter šibek. Dimni plini se naberejo kot oblak na višini, do katere se lahko zaradi mehanske in toplotne energije dvignejo, nato pa ga šibek veter nosi po bližnji okolici. Nekatera merilna mesta so na višini dimnega dviga, na teh pobočjih pa tudi živijo ljudje. Temperaturna inverzija lahko pozimi traja več dni skupaj, zato je lahko tudi koncentracija SO₂ več dni velika. Decembra 1996 je velika koncentracija SO₂ trajala več dni zaradi temperaturne inverzije.

Merilna mesta

V Zasavju merijo z avtomatskimi merilniki v državnem sistemu ANAS (Trbovlje, Zagorje in Hrastnik) in Ekološko informacijskem sistemu termoelektrarne Trbovlje (EIS

Preglednica 1. Lokacije merilnih postaj v Zasavju in meritve leta 1996 (EIS TET in ANAS)

Table 1. The locations of monitor stations in the Zasavje region and the measurements performed at these locations

Kraj/location	NV	GKKx	GKKy	T	SV	HV	RV	SO ₂	O ₃	NOx	SLD
Dobovec	700	510681	550590	x	x	x	x	x			
Kovk	600	510936	550880	x	x	x	x	x	x	x	
Ravenska											
vas	580	510892	550180	x	x	x	x	x			
Kum	1210	510489	550600	x	x	x	x	x			
Trbovlje	265	511153	550370	x	x	x	x	x			x
Zagorje	240	510908	550000	x	x	x	x	x			
Hrastnik	290	511110	550683	x	x	x	x	x			

legenda/legend:

NV	nadmorska višina (m)	SO ₂	žveplov dioksid
GKKx	Gauss-Krüegerjeva koordinata x	O ₃	ozon
GKKy	Gauss-Krüegerjeva koordinata y	NOx	dušikovi oksidi
T	temperatura zraka	SLD	skupni lebečci delci
SV	smer vetra		
HV	hitrost vetra		
RV	relativna vlažnost zraka		
NV	altitude (m)	SO ₂	sulphur dioxide
GKKx	Gauss-Krüeger coordinate x	O ₃	ozone
GKKy	Gauss-Krüeger coordinate y	NOx	nitrogen oxides
T	air temperature	SLD	total suspended matter
SV	wind direction		
HV	wind speed		
RV	relative humidity		

* Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod RS, Vojkova 1b, Ljubljana

Preglednica 2. Koncentracija SO₂ decembra 1996, izračunane iz polurnih meritev avtomatskih postaj
Table 2. SO₂ concentrations measured in December 1996, based on half-hour averages of continued measurements

merilni sistem/ measuring system	postaja/ station	% pod/ % data	Cp	urne vrednosti hourly values			24-urne vrednosti 24-hour values		
				maks/ max	>MIV/ >MIV	>KIV/ >KIV	maks/ max	>MIV/ >MIV	>KIV/ >KIV
ANAS	TRBOVLJE	95	65	403	1	0	178	2	0
	HRASTNIK	89	40	598	3	0	158	1	0
	ZAGORJE	93	55	581	11	0	160	3	0
	KOVK *	78	104	917	60	4	514	6	4
EIS	DOBOVEC	100	174	6021	85	54	967	11	7
TET	KUM	100	35	1114	7	3	200	1	0
	RAVENSKA VAS	99	111	1078	45	6	383	13	2

legenda/legend:

% pod. odstotek upoštevanih podatkov / percentage of data considered

Cp povprečna mesečna koncentracija SO₂ v µg/m³ / average monthly SO₂ concentration (µg/m³)

maks maksimalna 24-urna oz. urna koncentracija v mesecu v µg/m³
maximum 24-hour or hourly concentration (µg/m³)

>MIV število primerov s preseženo mejno imisijsko vrednostjo MIV
appearances of concentrations above the admissible value (MIV)

>KIV število primerov s preseženo kritično imisijsko vrednostjo KIV
appearances of concentrations above the critical value (MIV)
(urna vrednost za SO₂: MIV = 350µg/m³, KIV = 700µg/m³)
(average hourly SO₂ value: MIV = 350µg/m³, KIV = 700µg/m³)
(24-urna vrednost za SO₂: MIV = 125µg/m³, KIV = 250µg/m³)
(average 24-hour SO₂ value: MIV = 350µg/m³, KIV = 700µg/m³)

* manj kot 85 % dobrih meritev, informativna vrednost / less than 85 % useful measurements

TET), ki ga sestavljajo centralna enota, šest merilnih ekološko-meteoroloških postaj in emisijska postaja. Štiri merilne postaje so po radijskih zvezah povezane s centralno enoto in posredujejo podatke vsake pol ure. Te potem prenesejo s centralne enote na Elektroinštitut Milan Vidmar, ki nadzoruje obratovanje EIS TET in obdelovanje podatkov, in na Hidrometeorološki zavod RS. Podatki o lokacijah merilnih postaj in meritve, ki so tam potekale leta 1996, so predstavljene v preglednici 1.

Merilno mesto Dobovec je na severnem pobočju Kuma, južno od elektrarne, Kovk je na vrhu hriba vzhodno od Hrastnika, Ravenska vas pa na hribu med Trbovljami in Zagorjem. Merilno mesto Kum je na vrhu Kuma.

Razmere začetek decembra 1996

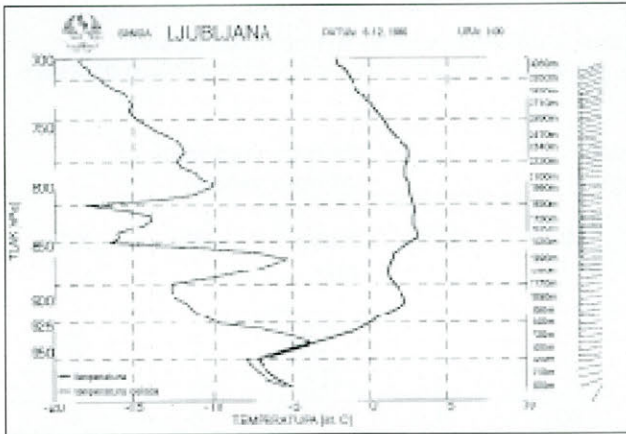
Decembra 1996 je bilo v okolici termoelektrarne Trbovlje preseženih 197 mejnih in 67 kritičnih urnih vrednosti koncentracije SO₂ (urna mejna vrednost koncentracije SO₂ je 350 (g/m³, kritična pa 700 (g/m³). Večino preseženih kritičnih vrednosti so izmerili na Dobovcu, in sicer 54 primerov. Podatki o koncentracijah SO₂ na preostalih merilnih mestih v Zasavju so v preglednici 2.

Območje okrog Dobovca je bilo najbolj obremenjeno 6. decembra. Povprečna 24-urna koncentracija je znašala 967 µg/m³, kar je skoraj štirikrat presežena kritična vrednost (24-urna mejna vrednost koncentracije SO₂ je 125 (g/m³, kritična pa 250 (g/m³). Tega dne je največja povprečna urna koncentracija med 7. in 8. uro dosegla vrednost 6021 µg/m³; kritična koncentracija je bila presežena osem in polkrat. Tako velika koncentracija po merilih Svetovne zdravstvene organizacije že škodljivo deluje

na zdravje ljudi. V Ravenski vasi ta dan koncentracija ni preseгла kritične vrednosti. Podatkov z merilnega mesta Kovk za ta dan na žalost ni bilo.

Obdobje velikih koncentracij v Zasavju je trajalo od 3. do 9. decembra. Kritične vrednosti koncentracij na Dobovcu so bile presežene vsak dan. Na Kovku ni bilo meritev do 6. decembra, v zadnjih treh dneh tega obdobja pa kritične vrednosti koncentracije niso bile presežene, le dvakrat je bila za malenkost presežena mejna vrednost. V Ravenski vasi so bile vse to obdobje velike koncentracije, ki so občasno presegle kritično vrednost. Največja urna koncentracija je bila 8. decembra 1078 (g/m³). Vse dni je bila presežena mejna vrednost 24-urne koncentracije, 8. decembra celo kritična (383 (g/m³). Na Kumu je bila 3. decembra v zgodnjih jutranjih urah trikrat presežena celo kritična urna vrednost koncentracije (1114 (g/m³). To se je zgodilo po prehodu fronte, ko je za kratek čas zapihal severni veter. Od postaj v dolini je koncentracija SO₂ preseгла mejno vrednost le v Zagorju, in to trikrat 9. decembra in po enkrat 7. in 8. z najvišjo urno vrednostjo 557 g/m³.

V obdobju velikih koncentracij SO₂ v Zasavju med 3. in 9. decembra je bilo nad našimi kraji območje visokega zračnega pritiska s šibkimi vetrovi. Ob takšnem vremenu nastane pozimi pri nas temperaturna inverzija, ki ima bazo nekaj sto metrov nad tlemi, njena debelina lahko doseže tudi nekaj sto metrov. Na slikah 1 do 3 so predstavljeni vertikalni profili temperature zraka in temperature rosišča za dneve 5., 6. in 7. decembra, ki so jih izmerili z radiosondo, spuščeno iz Ljubljane ob 7. uri zjutraj (ob 6. uri GMT). Ob stabilnem vremenu podatki iz Ljubljane dokaj dobro veljajo tudi za območje Zasavja nad nadmorsko višino 600 m. Iz slik zaporednih dni lahko vidimo, da se višina tempe-



Slika 1. Radiosondažni podatki za Ljubljano 6. decembra 1996

Picture 1. Vertical crosssection of temperature and dew point for Ljubljana on 6 Dec., 1996

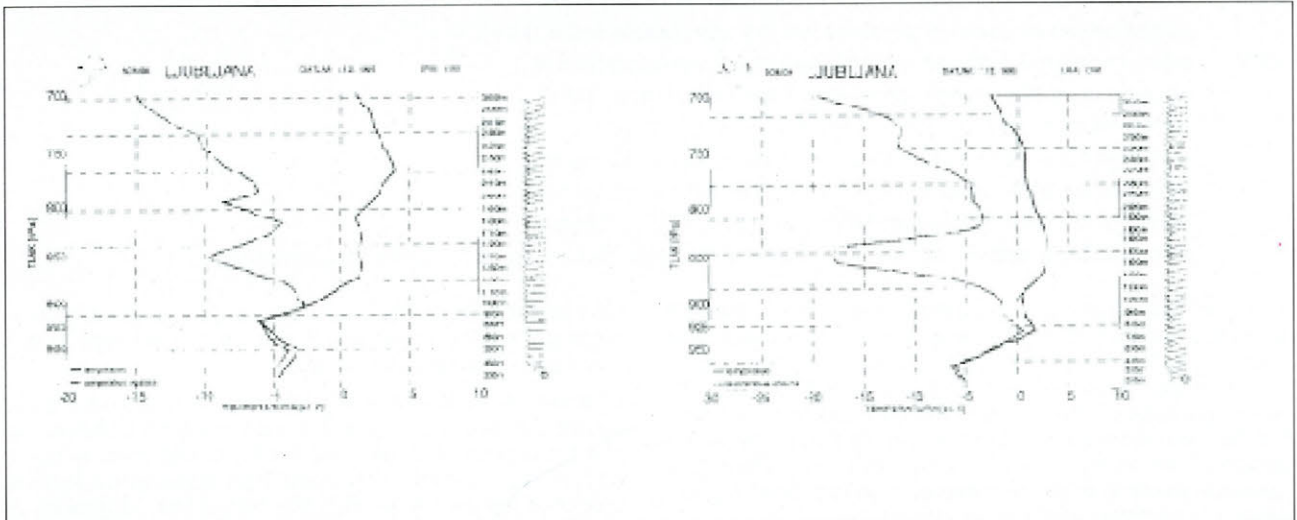
raturne inverzije in njena debelina spreminjata. Vse omenjeno obdobje je bila nad tem območjem temperaturna inverzija. 6. decembra, ko so bile na Dobovcu največje koncentracije, se je inverzna plast razprostirala od nadmorske višine 520 m do 1000 m, temperaturna razlika v tej plasti pa je znašala okoli 9°C. Emisijska koncentracija SO₂,

razmeroma majhen. V primeru tako močne temperaturne inverzije pa se šibak dimni dvig še zmanjša in dimni plini, ki izhajajo v ozračje na nadmorski višini 560 m, ostanejo v tanki plasti. Šibki vetrovi jih le malo razredčijo, zato se je na Dobovcu, ki leži na nadmorski višini 700 m, pojavila tako velika koncentracija.

V dneh, ko so bile velike koncentracije okoli termoelektrarne Trbovlje, je koncentracija SO₂ presegla kritične vrednosti tudi v okolici termoelektrarne Šoštanj, in sicer na Velikem vrhu 5. in Zavodnjah 5. in 9. decembra. To ne preseneča, saj nastanejo velike koncentracije na obeh lokacijah na podoben način. V Ljubljani se koncentracije niso zvečale, ker je termoelektrarna-toplarna Ljubljana kurila premog z majhno vsebnostjo žvepla, koncentracije v dimniku pa so bile okrog 300 mg/m³.

Sklep

Kadar je koncentracija SO₂ v okolici termoelektrarne Trbovlje velika, ta zmanjša emisijo, vendar zaradi tehnologije le do neke mere. V Sloveniji nimamo veliko rezervnih virov električne energije, pa tudi možnosti za nujen uvoz so omejene. Pojavijo se lahko razmere, ko se zaradi velikih koncentracij emisije iz termoelektrarne ne bo dalo zmanjšati. Edina rešitev za njihovo preprečitev je izgradnja razžvepvalne naprave. Sedanji opremi v termoelektrarni Trbovlje se izteka življenjska doba; termoelektrarna bo delovala le še nekaj let. Če bo na tej



Slika 2. Radiosondažni podatki za Ljubljano 5. in 7. decembra 1996

Picture 2. Vertical crosssection of temperature and dew point for Ljubljana on 5 Dec., 1996 and 7 Dec., 1996

ki jo merijo v dimniku TET, je bila okoli 12 000 mg/m³. Termoelektrarna zaradi tehnoloških značilnosti ne more zmanjšati proizvodnje za več kot 35 %, kar pomeni, da je bila pri tako veliki emisijski koncentraciji v zrak izpuščena velika količina SO₂.

Dimnik TET je bil projektiran za dva bloka termoelektrarne. Njegov premer na vrhu je 6 m, zato so vertikalne hitrosti pri obratovanju enega bloka majhne. Tudi dimni dvig je

lokaciji obratovala nova elektrarna, bi bilo smiselno zgraditi najprej razžvepvalno napravo in čistiti dimne pline iz obstoječega bloka, dokler bo obratoval.

Literatura

1. Arhiv HMZ.
2. Mesečno poročilo EIS TET, December 1996, EIMV.
3. Mesečno poročilo EIS TET, December 1996, EIMV.
4. Mesečno poročilo EIS TE-TOL, December 1996, EIMV.