

OBDOBJE VELIKIH KONCENTRACIJ ŽVEPLOVEGA DIOKSIDA V ZASAVJU JANUARJA 1997

Episode of High SO₂ Concentrations in the Zasavje Region in January 1997

Anton Planinšek*

UDK 504.3:551.51(497.4 Zasavje)

Povzetek

V termoelektrarnah v Sloveniji kurimo premog z veliko vsebnostjo žvepla. Posledice tega so velike emisije SO₂ na enoto oddane energije. Zaradi razgibanega reliefa so na pobočjih nad termoelektrarnama Trbovlje in Šoštanj ob neugodnih vremenskih razmerah izjemno velike koncentracije SO₂. V članku je opisana tridnevna epizoda z velikimi koncentracijami v okolici termoelektrarne Trbovlje v obdobju med 15. in 17. januarjem. Takrat je nad našimi kraji nastalo območje visokega zračnega pritiska. V plasti zraka med 600 m in 1300 m nadmorske višine je nastala močna temperaturna inverzija. Dimni plini iz termoelektrarne so se ujeli v to plast in v veliki koncentraciji prispeli do pobočij. Na merilnem mestu Dobovec je največja urna koncentracija 8,7-krat preseгла kritično vrednost, najvišja dnevna pa 7,7-krat. Tako velike koncentracije že ogrožajo zdravje ljudi. Ob temperaturnih inverzijah lahko koncentracije delno zmanjšamo tako, da zmanjšamo proizvodnjo elektrike, prava rešitev pa je zmanjšanje emisije s čistilno napravo ali prenehanjem kurjenja premoga s tako veliko vsebnostjo žvepla.

Abstract

Thermal power plants in Slovenia are burned with high-sulphur-content domestic coal. The consequence is huge SO₂ emissions per unit of energy. Due to the complex terrain in the surroundings of the Šoštanj and Trbovlje power plants, extremely high SO₂ concentrations appear in the case of unfavourable weather conditions. A three-day episode in the period from January 15 to January 17, 1997 with high SO₂ concentrations in the surroundings of the power plant Trbovlje is described in this article. During that time high air pressure area was spread over Slovenia. A strong temperature inversion originated in the layer between 600 m and 1300 m altitude. Plume gases from the power plant were trapped in this layer and touched the slopes of the hills, causing high SO₂ concentrations. At the Dobovec monitoring station, the highest hourly average concentration exceeded the critical value by 8.7 times and the daily average concentration exceeded the critical value by 7.7 times. Such high concentrations threaten the health of local population. They can be partly avoided during the case of the presence of the temperature inversions by the reduction of energy production. The real solution to the problem is emission reduction by means of cleaning devices or to stop burning high-sulphur-content domestic coal.

Velike koncentracije SO₂ v naseljih smo pri nas v veliki meri že odpravili, ostajajo pa velike emisije iz termoelektrarnih objektov, ki čezmerno onesnažujejo zrak z SO₂. Zelo velike emisije so posledica uporabe premoga z veliko vsebnostjo žvepla in majhno kurilno vrednostjo. V bloku 4 termoelektrarne Šoštanj že odstranjujejo SO₂ iz dimnih plinov s čistilno napravo, vendar je to še premalo. Koncentracija v okolici velikih virov emisije je odvisna tudi od vremenskih razmer. Včasih dosežejo dimni plini ogrožena območja naravnost iz dimnika, drugič pa zaradi

njihove akumulacije v stabilni plasti zraka vplivajo na pobočja po bolj zapletenih poteh. V tem prispevku bomo opisali obdobje s preveliko koncentracijo SO₂ v okolici termoelektrarne Trbovlje januarja 1997. Podobno stanje je bilo decembru 1996 (1).

Merilna mesta

Merilna mesta v okolici so predstavljena na sliki 1, opis merilne opreme pa v preglednici 1. V mestih v dolini so

Preglednica 1. Lokacije merilnih postaj v Zasavju in meritve leta 1996 (EIS TET in ANAS)**Table 1. The locations of monitoring stations in the Zasavje region and the results of 1996 measurement**

kraj location	NV	GKKx	GKKy	T	SV	HV	RV	SO ₂	O ₃	NO _x	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

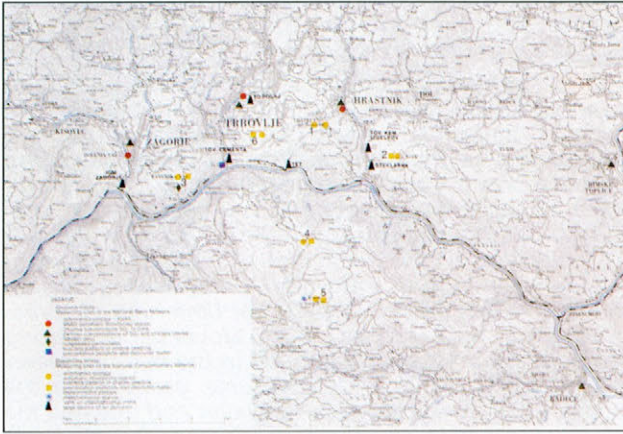
NV	nadmorska višina (m)	SO ₂	žveplov dioksid
GKKx	Gauss-Krüegerjeva koordinata x	O ₃	ozon
GKKy	Gauss-Krüegerjeva koordinata y	NO _x	dušikovi oksidi
T	temperatura zraka	SLD	skupni lebdeči delci
SV	smer vetra		
HV	hitrost vetra		
RV	relativna vlažnost zraka		

Legend:

NV	Altitude (m)	SO ₂	Sulphur dioxide
GKKx	Gauss-Krüeger coordinate x	O ₃	Ozone
GKKy	Gauss-Krüeger coordinate y	NO _x	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 Republike Slovenije, Vojkova 1b, Ljubljana

merilna mesta avtomatskih postaj Hidrometeorološkega sistema ANAS in 24-urnih koncentracij dima in indeksa onesnaženja s kislimi plini. Na pobočjih okoliških hribov so merilna mesta ekološko-informacijskega sistema TE Trbovlje (EIS TET). Pri analizi vremenskih razmer smo si pomagali tudi s podatki vertikalnega profila temperature. Te vsak dan meri Hidrometeorološki zavod z radiosondami, ki jih spušča v atmosfero v Ljubljani.



Slika 1. Merilna mesta za onesnaženost zraka v Zasavju
Figure 1. Air pollution monitoring stations in the Zasavje region

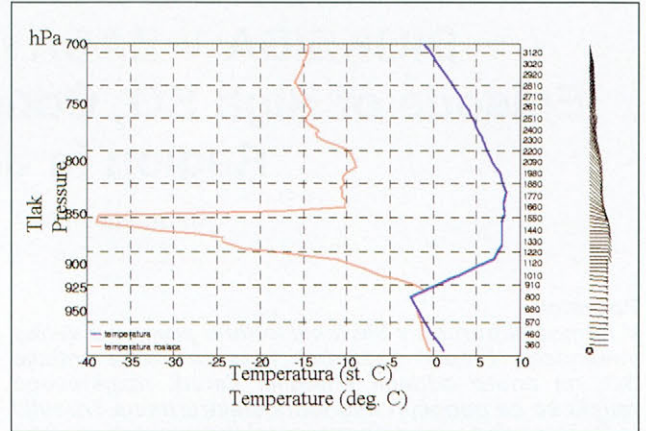
Merilno mesto Dobovec je na severnem pobočju Kuma, južno od elektrarne, Kovk je na vrhu hriba vzhodno od Hrastnika, Ravenska vas pa na hribu med Trbovljami in Zagorjem. Merilno mesto Kum je na vrhu Kuma.

Situacija med 15. in 17. januarjem

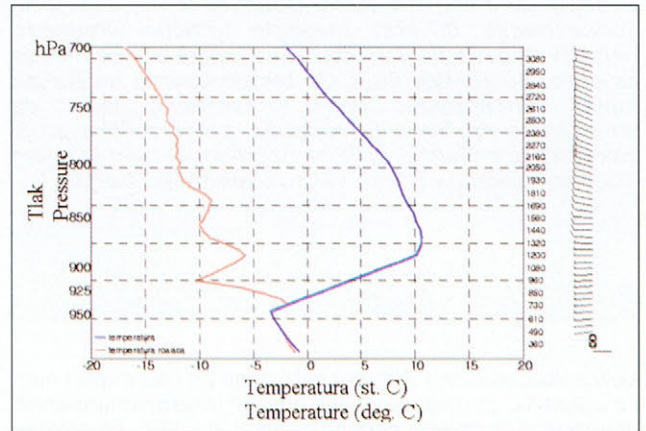
Med 12. in 18. januarjem je bilo nad zahodno, srednjo in južno Evropo območje visokega zračnega pritiska. V višjih legah in na Primorskem je bilo toplo, po nižinah pa se je zadrževala megla ali nizka oblačnost. Zgornja meja nizke oblačnosti je bila večinoma med 600 in 1400 m nadmorske višine. Ves čas je bila izrazita temperaturna inverzija. 16. januarja so sredi dneva na Rogli in Voglu, to je na 1500 m nadmorske višine, izmerili 12 stopinj Celzija, v nižinah pa so bile temperature okoli ledišča. To se vidi tudi po podatkih vertikalnega temperaturnega profila za 15., 16. in 17. januar, ki so predstavljeni na slikah 2, 3 in 4.

Termoelektrarna Trbovlje je postavljena na nadmorski višini 200 m. Dimnik je visok 360 m, kar pomeni, da izpušča dimne pline na nadmorski višini 560 m. Kadar je atmosfera zelo stabilna, to je ob prisotnosti temperaturne inverzije, se dim dvigne le nekaj deset metrov nad dimnik. Veter v inverzni plasti je šibek. Dimni plini se naberejo v tanki plasti, kot je to videti na sliki 5, ki je bila posneta ob neki drugi priložnosti. Takšen oblak dimnih plinov potuje zelo počasi in se dotika pobočij. Dnevni in nočni vetrovi se spreminjajo, zato potuje v različnih smereh. Ponoči se plini iz oblaka vključijo v pobočne vetrove, ki pihajo po pobočjih in dolinah navzdol in prinesejo zelo onesnažen zrak tudi v nižje ležeče predele. Ob več dni trajajoči inverziji se koncentracija SO_2 v oblaku povečuje kljub kemičnim spremembam, ki SO_2 spremenijo v sulfat, ta se pa potem useda na tla.

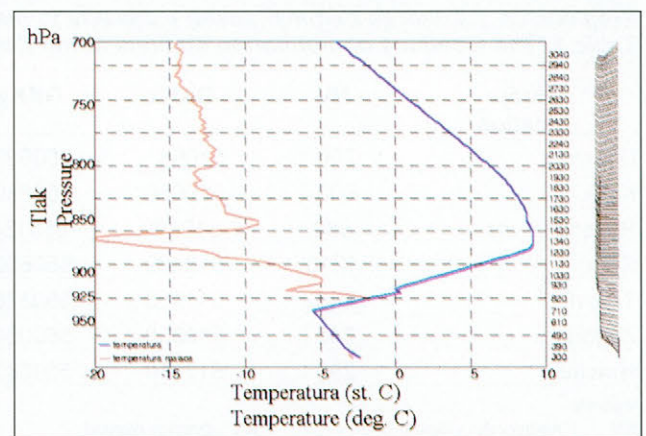
Temperaturna inverzija se med 15. in 18. januarjem 1997 ni razkrojila; največji gradient je bil na višini dviga dimnih plinov. Termoelektrarna je normalno delovala. Zaradi tega so bile koncentracije SO_2 na pobočjih nad TET zelo velike, prav tako pa v zasavskih mestih. Največje urne in 24-urne



Slika 2. Radiosondažni podatki za Ljubljano 15. januarja 1997 ob 6. uri
Figure 2. Vertical distribution of temperature and dew point for Ljubljana, 15 Jan., 1997 at 6 a.m.



Slika 3. Radiosondažni podatki za Ljubljano 16. januarja 1997
Figure 3. Vertical distribution of temperature and dew point for Ljubljana, 16 Jan., 1997 at 6 a.m.



Slika 4. Radiosondažni podatki za Ljubljano 17. januarja 1997
Figure 4. Vertical distribution of temperature and dew point for Ljubljana, 17 Jan., 1997 at 6 a.m.

Preglednica 2. Največje urne in 24-urne koncentracije SO₂ v obdobju med 16. in 18. januarjem 1997**Table 2. Maximum hourly and 24-hour SO₂ concentrations in the period from January 16 - 18th**

merilno mesto monitoring location	največja urna koncentracija maximum hourly concentration (µg/m ³)	največja 24-urna koncentracija maximum 24-hour concentration (µg/m ³)
Dobovec	6072	1916
Kovk	3000	1067
Ravenska vas	2578	698
Kum	100	42
Trbovlje	1806	536
Zagorje	914	264
Hrastnik	1930	649

vrednosti na merilnih mestih sistema EIS TET v tem obdobju so našteje v preglednici 2.

Vpliv emisij iz termoelektrarne pa seže tudi v širšo okolico. To nam kažejo meritve na merilnih mestih mreže 24-urnih koncentracij dima in indeksa onesnaženosti zraka s kislimi plini, izraženega kot koncentracija SO₂ v µg/m³. Zelo velike koncentracije smo izmerili na merilnem mestu Rimske Toplice v Šmarjeti pri Rimskih Toplicah. Takrat so bile koncentracije večje tudi v Laškem in Radečah. Prenos SO₂ iz dimnika v okolico poteka predvsem prek mehanizma vstopanja dimnih plinov, ki se naberejo v oblaku nad dolino, v pobočne vetrove, ki se ponoči spuščajo po pobočjih v doline in tečejo po njih navzdol.

Primerjava 24-urnega indeksa onesnaženosti zraka s kislimi plini v Trbovljah, Zagorju in Hrastniku kaže na precejšnje razlike med izmerjenimi vrednostmi. Vzrok za to je drugačna merilna metoda, ki ni specifična za SO₂ in jo lahko navzočnost bazičnih snovi v zraku močno moti. Poleg tega se razlikujejo tudi merilna obdobja, saj potekajo meritve 24-urnih koncentracij 24-urnega indeksa



Slika 5. Primer nastanka oblaka dimnih plinov iz dimnika termoelektrarne Trbovlje (foto: arhiv HMZ)

Figure 5. A cloud of plume gas above the Trbovlje Power Plant

vrednost (350 g/m³) in kritično vrednost (700 g/m³) so zelo presegle tudi koncentracije na Kovku in v Ravenski vasi. Podobno velja tudi za 24-urne koncentracije. Tem izjemno velikim koncentracijam je bilo izpostavljeno nekaj sto ljudi. Na rastline zaradi letnega časa tako velike koncentracije ne vplivajo tako hudo kot med časom vegetacije. V naseljih v dolini so koncentracije velike delno zaradi emisije v samih naseljih, delno pa tudi zaradi vpliva iz termoelektrarne. Kritične vrednosti so bile presežene v vseh treh zasavskih mestih, zvečane koncentracije pa so se pojavile celo v dolini Savinje. Kritična koncentracija je ogrožala več tisoč ljudi.

Sklep

V termoelektrarni Trbovlje zaradi tehnologije ne morejo zmanjšati emisije tako zelo, da ob izredno neugodnih vremenskih razmerah ne bi kritično onesnaževala zraka v okolici. Obdobja več dni trajajoče temperaturne inverzije se pojavljajo pozimi. Kratkoročno je edini ukrep za preprečitev prekomernega onesnaževanja prenehanje obratovanja elektrarne. Glede dolgoročne rešitve pa lahko ponovimo ugotovitve iz opisa situacije leta 1996: "Edina rešitev za preprečitev prevelikih koncentracij je postavitve razžveplovalne naprave. Sedanji opremi v termoelektrarni

Preglednica 3. 24-urni indeks onesnaženosti zraka s kislimi plini, izražen kot koncentracija SO₂ v g/m³, za obdobje med 16. in 18. januarjem 1997**Table 3. 24-hour index of air pollution with acid gases, expressed as SO₂ concentrations in g/m³, for the period from Jan 16 - 18th**

dan day	Trbovlje	Hrastnik	Zagorje	Radeče	Rim. Toplice	Laško
16 - 17	140	124	113	78	395	150
17 - 18	63	202	42	65	203	161
18 - 19	70	78	77	34	111	-

onesnaženosti zraka s kislimi plini od 7. ure do 7. ure naslednjega dne, podatke meritev sistema ANAS pa dobimo kot polurne povprečke, iz katerih izračunamo dnevno koncentracijo (od polnoči do polnoči). Tudi lokacije obeh merilnih sistemov ne sovpadajo.

Koncentracije SO₂ so bile največje na pobočjih nad dolino Save. Takšne vrednosti po normah Svetovne zdravstvene organizacije že zelo ogrožajo zdravje ljudi. To velja tako za izjemno veliko urno koncentracijo na Dobovcu, ki je trajala zelo dolgo, kar kaže tudi 24-urna koncentracija. Mejno urno

Trbovlje se izteka življenjska doba; termoelektrarna bo delovala le še nekaj let. Če bo na tej lokaciji obratovala nova elektrarna, bi bilo smiselno zgraditi najprej razžveplovalno napravo in čistiti dimne pline iz obstoječega bloka, dokler bo obratoval."

Literatura

- Planinšek A., 1997: Velike koncentracije žveplovega dioksida v Zasavju decembra 1996, Ujma št. 11., str. 74, Ljubljana.
- Arhiv HMZ.