



## UTICAJ TERMOENERGETSKIH OBJEKATA NA KVALITET VAZDUHA

### THE COMBUSTION PLANTS AIR QUALITY IMPACT

G. H. Kanevče\* i Lj. P. Kanevče\*\*

*Makedonska akademija nauka i umetnosti, Skopje, Makedonija\**  
*Univerzitet "Sv. Kliment Ohridski", Tehnički fakultet Bitola, Bitola, Makedonija\*\**  
*kanevce@osi.net.mk*

**Abstract:** In this paper the environmental impact of the combustion plants for electrical and thermal energy production is analysed. Particularly, the influence of the combustion plants on the air quality on the local and global scales by the present and future activities is presented. The emission factors values for SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> and dust of the boilers operating in Macedonia are estimated. In the paper the total as well as the specific emissions of pollutants from the combustion plants in Macedonia for the period 2001- 2030 are presented. The measures for the reduction of the emissions of the pollutants are analysed through the selected examples.

**Key words:** combustion plants, air pollution, emission factors.

#### 1. UVOD

Danas u svetu oko 80 % primarne energije se dobija sagorevanjem fosilnih goriva. Najveći deo od toga se transformiše u električnu ili toplotnu energiju u termoenergetskim objektima. Isti imaju značajno mesto u ekonomskom i socijalnom razvoju, odnosno, u poboljšanju kvaliteta života, međutim u isto vreme su i veliki zagađivači životne sredine.

Ekološke komponente na koje deluju energetske objekti mogu da se grupiraju u tri celine: vazduh, voda i tlo. Posredno preko njih iste utiču na floru i faunu i posebno na zdravlje i kvalitet života ljudi. Svaka od navedenih celina se sastoji od većeg broja ekoloških komponentata na koje deluju pojedinačne aktivnosti povezane sa procesom proizvodnje energije.

Svakako da detaljna analiza ekoloških uticaja pojedinih aktivnosti procesa proizvodnje energije na svaku od ekoloških komponentata može i treba da se sprovede za svaki energetski objekat posebno. U ovom radu se analizira ukupni uticaj energetskih objekata na ekološki najopterećeniju komponentu – vazduh.



## 2. UTICAJ NA KVALITET VAZDUHA

Termoenergetski objekti na fosilna goriva su zagađivači vazduha kako česticama i gasovima ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ) sa direktnim negativnim uticajem na živi svet i materijale u njihovoj okolini tako i gasovima ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ) sa globalnim negativnim dejstvom preko efekta staklene bašte.

Najracionalniji način za određivanje uticaja postojećih objekata na kvalitet vazduha i na okolni prostor predstavlja matematičko modeliranje u kombinaciji sa odgovarajućim monitoring sistemom. Za modeliranje disperzije polutanata emitovanih iz odžaka termoenergetskih postrojenja danas u svetu se koristi veliki broj različitih modela različitog stepena složenosti i tačnosti što, pre svega, zavisi od njihove namene.

Međutim, osnovni princip usvojene politike zaštite životne sredine u svetu je da se zagađenje ograniči na samom izvoru do stepena koji je tehnološki primenljiv i finansijski održiv za samu kompaniju. Emisija polutanata se meri i održava u granicama dozvoljenih vrednosti delovanjem na izvor polutanata i sistem za prečišćavanje.

Proračun emisije polutanata zahteva poznavanje procesa sagoravanja i karakteristika objekta i primenjenog sistema za prečišćavanje. Danas se koristi veći broj modela i programskih paketa za detaljan proračun i analizu procesa sagorevanja, strujanja i prenosa toplote i mase u ložištima. Emisija navedenih polutanata može i relativno lako da se meri ili procenjuje preko standardnih emisionih faktora zavisno od vrste goriva, objekta, ložišta, sistema za prečišćavanje i drugih faktora povezanih sa projektnim i eksploatacionim karakteristikama.

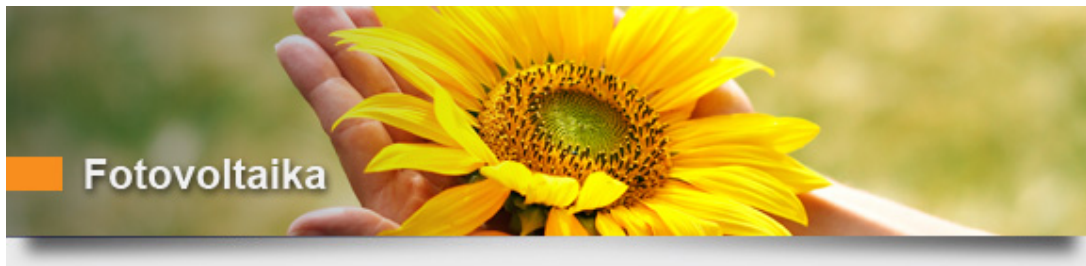
U Tabeli 1. dati su emisioni faktori za osnovna goriva koja se koriste u termoenergetskim objektima u Makedoniji izraženi po jedinici energije sagorenog goriva a dobijeni na osnovu sopstvenih merenja i literaturnih podataka [1,2]. Među gasovima koji dovode do globalnog zagrevanja zemlje preko efekta staklene bašte daleko najviše je zastupljen ugljendioksid i zbog toga njihov ukupni efekt se izražava preko  $\text{CO}_2$  ekvivalentno. Za proračun ekvivalentne vrednosti ugljendioksida korišćena je vrednost konverzionog faktora 21 za  $\text{CH}_4$  i 310 za  $\text{N}_2\text{O}$ . Uključena je i emisija  $\text{CH}_4$  u rudnicima lignita.

Tabela 1. Emisioni faktori [g/MJ]

Gorivo	$\text{CO}_2$ -ekv.	$\text{SO}_2$	$\text{NO}_x$
Lignit	150,7	1,26	0,117
Mazut	76,9	1,39	0,075 - 0,135
Ulje za loženje	73,6	0,20	0,062
Prirodan gas	55,9	-	0,050 - 0,070

Emisija  $\text{SO}_2$  je za lignit iz REK Bitola, za mazut sa 2,8% sumpora i ulje za loženje sa 0,4% sumpora.

Emisija  $\text{NO}_x$  se odnosi na postrojenja čija je toplotna snaga veća od 30 MW. Vrednost za lignit se odnosi na REK Bitola. Donja vrednost za mazut se odnosi na tangencijalno postavljene gorionike sa niskom produkcijom  $\text{NO}_x$  a gornja vrednost za normalno postavljene standardne gorionike. Vrednosti za prirodan gas su za gorionike sa



niskom produkcijom  $\text{NO}_x$ . Niža vrednost je u slučajevima kada se koristi dopunska recirkulacija dimnih gasova.

Emisija čestica je od značaja pri sagorevanju ugljeva i u velikom stepenu zavisi od vrste ložišta i sistema za prečišćavanje. Na primer, emisija iz odžaka od REK Bitola, posle elektrofiltra, iznosi 0,045 g/MJ toplotne energije, a emisija iz odžaka kotlova fabrike šećera "Četvrti noemvri" Bitola, gde lignit sagoreva u sloju na stepenastoj mehaničkoj rešetki i praktično nema prečišćavanja dimnih gasova, iznosi 2,35 g/MJ energije sagorenog lignita.

### **3. SMANJENJE EMISIJE**

U svetu, no i u Makedoniji, sve drastičnije se nameće potreba za smanjenjem emisije štetnih materija. Kada je reč o termoenergetskim objektima, posebne mere se preduzimaju za smanjenje emisije  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$  i čestica. Postoji veći broj mera za smanjenje emisije navedenih polutanata i iste su sistematizovane i analizirane sa različitih aspekata od strane većeg broja autora. U nastavku su navedene neke od osnovnih mera.

#### **3.1 Energetska efikasnost**

Poboljšanje energetske efikasnosti u industriji, razvoj i primena novih tehnologija sa niskom specifičnom potrošnjom energije, smanjenje potrošnje energije za grejanje preko efikasnije izolacije objekata i regulacije grejanja i sl. predstavljaju delove mera za smanjenje specifične potrošnje primarne energije, najefikasnije mere za smanjenje emisije štetnih materija.

#### **3.2 Promena strukture primarnih izvora energije**

Obzirom na ekonomsku isplativost, na svetskom tržištu primarne energije fosilna goriva su zastupljena sa 85% i to nafta sa 38 %, ugalj sa 24% i prirodni gas sa 23%. Imajući u vidu otkrivene rezerve, i u budućnosti se očekuje njihovo korišćenje u značajnom iznosu [3]. Njihovo relativno i apsolutno učešće će, u najvećem stepenu, zavisiti od razvoja tehnologija sagorevanja bez emisije ugljendioksida.

Postoje različita scenarija razvoja nuklearne energije[4], od toga da će relativno učešće nuklearne energije sve značajnije rasti u narednom periodu, pre svega u Kini, Indiji i sl., do toga da će se do šezdesetih godina ovoga veka u potpunosti ugasiti nuklearni reaktori.

Obnovljivi izvori energije, sunčeva, geotermalna, energija vetra, biomase i hidro energija će imati sve značajnije mesto u budućnosti, posebno u zemljama Evropske Unije [5]. Obnovljivi izvori energije po definiciji ispunjavaju zaheve održivog razvoja, te se razvojem novih tehnologija povećavaju mogućnosti i za njihovu širu primenu.

#### **3.3 Efikasnost termoenergetskih objekata**

Ekonomski najisplativiji metod za smanjenje emisije štetnih materija iz termoenergetskih objekata, i za sada jedinstven kada se radi o ugljendioksidu, je povećanje energetske efikasnosti objekata. Sa povećanjem koeficijenta korisnog dejstva objekta istovremeno se smanjuje potrošnja goriva a time i emisija polutanata. Oko 40 procenata proizvedene električne energije u svetu se dobija od uglja. Današnje savremene termocentrale na ugalj imaju termički koeficijent korisnog dejstva u opsegu 30 do 37 procenata. Nova generacija termocentrala na ugalj, koja je u razvoju, ima efikasnost od 42 procenta. Treba da se



napomene da, sa povećanjem termičkog koeficijenta korisnog dejstva za samo jedan procent, ukupna emisija polutanata se smanjuje za oko tri procenta.

Kogenerativni sistemi sa svojom visokom efikasnošću će svakako imati posebno mesto u razvoju novih termoenergetskih sistema.

U ovu grupu mera spadaju i gorionici za sagorevanje ugljene prašine sa niskom produkcijom NO<sub>x</sub> koji se široko koriste. Katalitičko sagorevanje pri niskim temperaturama je jedna od tehnologija koja se razvija za smanjenje stvaranja polutanata u samom procesu sagorevanja gasova.

Novе tehnologije koje se razvijaju za korišćenje uglja u termocentralama, kao što su sagorevanje u fluidizovanom sloju, FB, ili integrirana gasifikacija sa kombinovanim ciklusima, IGCC, dostižu koeficijent korisnog dejstva od 40 do 44 procenta sa tendencijom daljeg porasta i do 50 procenata. Današnji objekti sa fluidizovanim slojevima obezbeđuju odstranjivanje SO<sub>2</sub> u procentu većem od 90% i stvaranje NO<sub>x</sub> pod 400 mg/m<sup>3</sup>. Otstranjivanje čvrstih čestica kod oba sistema je jednostavnije nego kod klasičnih termoenergetskih objekata.

### 3.4 Primena sistema za prečišćavanje dimnih gasova

Prečišćavanje dimnih gasova je posebno značajno kod termoenergetskih objekata na uglj. Čestice koje sadrže dimni gasovi se prečišćavaju sa isključivo visokom efikasnošću, a sve šira je i upotreba sistema za desumporizaciju dimnih gasova sa zadovoljavajućim efektom.

### 3.5 Efekat primene određenih mera

Za ilustraciju efekta nekih od gore navedenih mera data su dva primera.

Ako se uporedi emisija kogenerativnih postrojenja sa kombinovanim ciklusom na prirodan gas (CCC), sa godišnjom proizvodnjom od 1200 GWh električne energije i 600 GWh toplotne energije [6], sa zbirom emisija za REK Bitola za deo koji odgovara navedenoj količini električne energije i toplane na mazut za proizvodnju odgovarajuće količine toplotne energije, dolazi se do vrednosti koje su date u tabeli 2. Od vrednosti u tabeli jasno može da se sagleda efekat promene osnovnog izvora energije sa istovremenim povećanjem koeficijenta korisnog dejstva.

Tabela 2. Emisija polutanata [kt/god]

	CO <sub>2</sub> -ekv.	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PM
Lignit + Mazut	2122	2,067	21,774	0,627
CCC-Prirodan gas	580	0,680	-	-
Redukcija	73%	67%	100%	100%

Drugi primer se odnosi na značaj efikasnosti sistema za prečišćavanje. Isključivanjem dela filtra bloka u REK Bitola sa učinkom jednakim 2,5% od ukupnog kapaciteta filtra za taj blok, emisija čestica se povećava od 30 g/s na 280 g/s, odnosno skoro 10 puta.

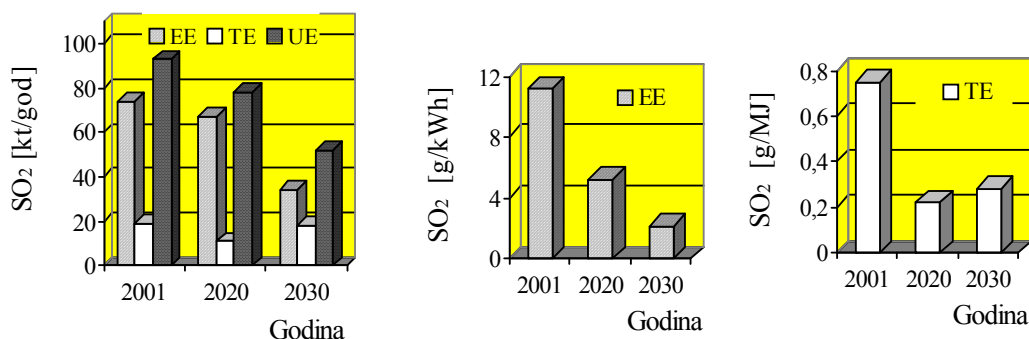
## 4. POSTOJEĆA I OČEKIVANA EMISIJA POLUTANATA

Emisija polutanata iz termoenergetskih objekata za proizvodnju električne i toplotne energije

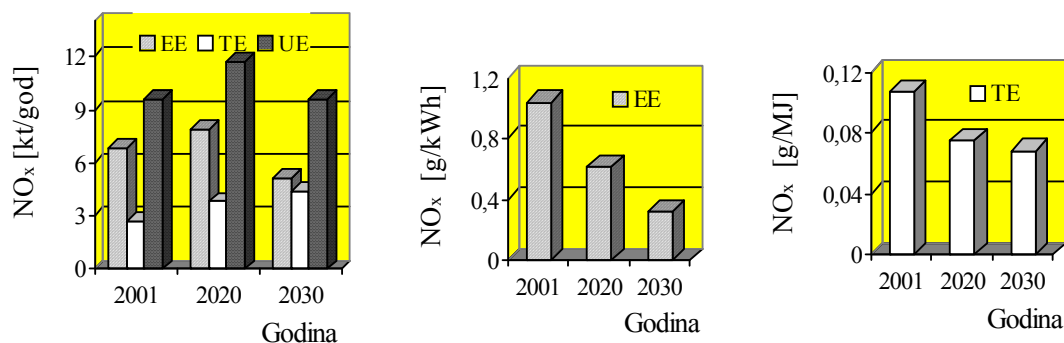


proračunata je na osnovu emisijih faktora i sadašnje i očekivane proizvodnje električne i toplotne energije. Pri tome je uzeta u obzir i očekivana promena strukture energetske izvora, očekivano poboljšanje energetske efikasnosti i efikasnosti termoenergetskih objekata i primena tehnologija sa nižom emisijom polutanata. Proračuni su sprovedeni za proizvodnju električne energije od 6622, 12945 i 16301 GWh godišnje [7] i za potrošnju primarne energije za proizvodnju toplotne energije od 25400, 50900 i 64300 TJ godišnje [1] za 2001, 2020 i 2030 godinu respektivno.

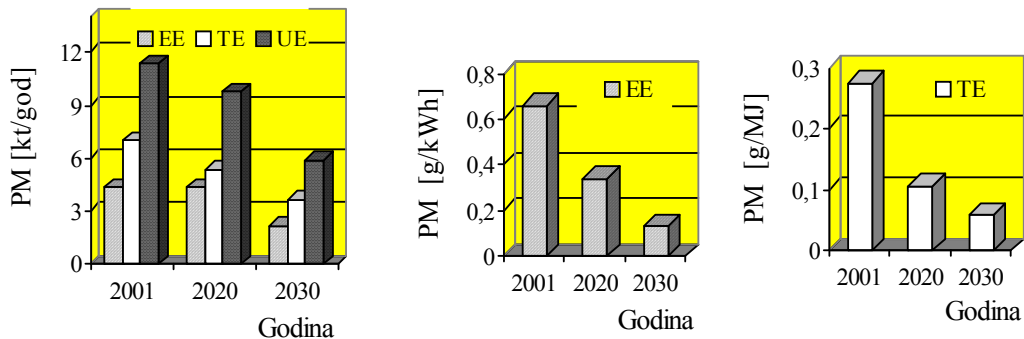
Na sl.1 je prikazana emisija SO<sub>2</sub> iz termoenergetskih objekata za proizvodnju električne energije (EE), toplotne energije (TE) i ukupno (UE) kako i specifične emisije SO<sub>2</sub> iz objekata za proizvodnju električne i toplotne energije. Odgovarajuće emisije NO<sub>x</sub>, čestica i CO<sub>2</sub> - ekvivalentno prikazane su na slikama 2, 3 i 4.



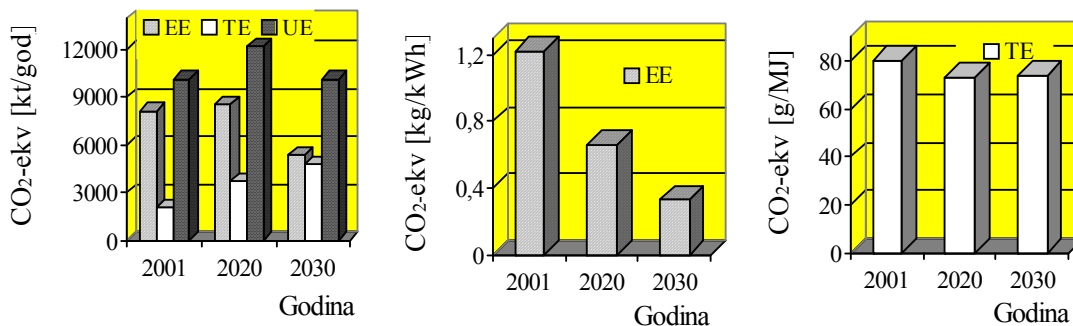
Slika 1. Emisija SO<sub>2</sub> iz termoenergetskih objekata za proizvodnju električne energije (EE), toplotne energije (TE) i ukupno (UE)



Slika 2. Emisija NO<sub>x</sub> iz termoenergetskih objekata za proizvodnju električne energije (EE), toplotne energije (TE) i ukupno (UE)



Slika 3. Emisija čestica (PM) iz termoenergetskih objekata za proizvodnju električne energije (EE), toplotne energije (TE) i ukupno (UE)



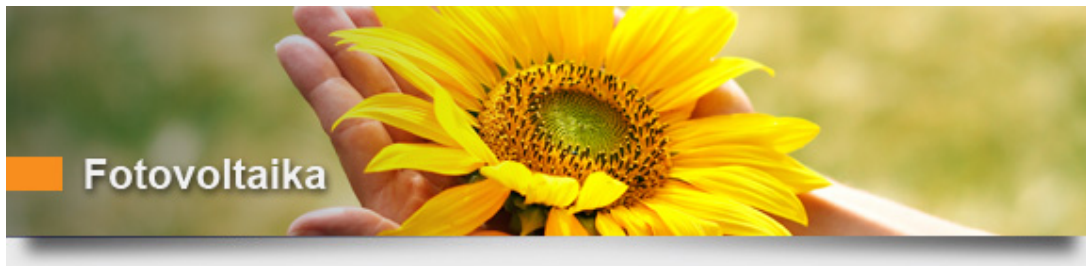
Slika 4. Emisija CO<sub>2</sub> ekvivalentno iz termoenergetskih objekata za proizvodnju električne energije (EE), toplotne energije (TE) i ukupno (UE)

## 5. ZALJUČAK

U radu je analiziran uticaj termoenergetskih objekata na životnu sredinu sa posebnim osvrtom na uticaj na kvalitet vazduha.

Može da se zabeleži da će, sa očekivanim razvojem energetike u Makedoniji, emisija SO<sub>2</sub> i čestica opadati blagodareći pre svega korišćenju mazuta sa manjom kolčinom sumpora i ugrađivanju efikasnijih uređaja za prečišćavanje kod objekata koji koriste ugalj za proizvodnju toplotne energije. Emisija NO<sub>x</sub> i CO<sub>2</sub> – ekvivalentno će u početku rasti sa porastom proizvodnje energije da bi potom opadala sa smanjenjem korišćenja lignita za proizvodnju električne energije.

Specifične emisije svih polutanata kako iz termoenergetskih objekata za proizvodnju



električne energije tako i iz termoenergetskih objekata za proizvodnju toplotne energije neprekidno će opadati zahvaljujući promeni strukture izvora energije, povećanoj efikasnosti novih termoenergetskih objekata i primeni tehnologija sa nižom emisijom polutanata.

## REFERENCE

- [1] Pop - Jordanov J., Bosevski T., Kanevce G., Undertaking Inventory of GHG Emissions from Sources and Removals by Sinks in Macedonia, Energy Sector, ICEIM-MANU, Skopje, 2001.
- [2] U.S. Environmental Protection Agency, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume I: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42., Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, North Carolina, 1995.
- [3] EIA, International Energy Outlook 2005, U.S. Department of Energy, Washington, DS, July 2005, <http://eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>
- [4] World Energy Council, Global Energy Scenarios to 2050 and beyond, WEC/IIASA Scenarios, <http://www.worldenergy.org/wec-geis/edc>
- [5] International Network for Sustainable Energy, European and National Sustainable Energy Visions 2050, INFORSE Vision 2050 for EU-25, 16.12.2004, <http://www.inforse.org/europe/vision2050.htm>
- [6] Čerepnalkovski I., Sistem za celogodišno simultano generiranje električna energija i toplina za greenje i ladenje, *Zbornik na trudovi, Megjunarodno sovetovanje za toplifikacioni i kogenerativni sistemi vo urbani sredini i industrija*, ZEMAK, Ohrid, Oktomvri 04-05, 2000, Vol. 1, pp. 27-48.
- [7] Todorovski M., Boševski T., Ažurirana verzija na strategijata za razvoj na elektroenergetski sistem, *Zbornik na trudovi, Megjunarodno 4E sovetovanje*, ZEMAK, Struga, Oktomvri 03-04, 2002, Vol. 1, pp. 9-18.

