

# **SOLARNA ENERGIJA I / ILI KOGENERACIJA NA TO "CERAK"**

## **SOLAR ENERGY AND / OR COGENERATION IN THE HEAT PLANT "CERAK"**

**N. B. Miloradović, spec. dipl. inž., Mr M. B. Petrović, dipl. maš. inž., B. B. Bogdanović,  
dipl. maš. inž.**

**JKP "Beogradske elektrane", Savski nasip 11, Beograd**

**Apstrakt:** U cilju poboljšanja energetske efikasnosti TO "Cerak", koja radi u okviru JKP "Beogradske elektrane", poređene su mogućnosti korišćenja kogeneracije (iz prirodnog gasa kao osnovnog goriva) i primene solarne energije za zagrevanje potrošne tople vode u letnjem periodu. Navedene su prednosti i nedostaci oba načina za efikasnije iskorišćenje energije, kao i mogućnost usklađivanja ova dva načina transformacije energije. Obe navedene mogućnosti razmatrane su ili se razmatraju u okviru projekata Nacionalnog programa energetske efikasnosti (NPEE). U zavisnosti od priliva sredstava za finansiranje, postoji mogućnost da TO (toplana) "Cerak" postane CHP (kombinovana toplana) "Cerak". Zbog vrednosti investicija, kogeneraciju i primenu solarne energije ne treba posmatrati samo odvojeno, kao nešto što se isključuje, već treba ispitati i mogućnost njihovog zajedničkog korišćenja.

**Ključne reči:** energetska efikasnost, kogeneracija, solarna energija, kombinovana toplana.

**Abstract:** In order to increase energy efficiency of the heat plant "Cerak", which works as a part of municipal district heating company "Beogradske elektrane", possibilities of cogenerate utilization (combined production of electricity and heat energy from natural gas as a basic fuel) and application of solar energy for heating tap water in summer period where compared. Benefits and lacks of both approaches for efficient use of energy as well as possibillities for combination of those two transformation process are aduced. Those approaches are considered during the realisation of the project of National Program for Energy Efficiency (NPEE). In dependence of financial sources, there is open possibility that the heat plant "Cerak" could become CHP (combined heat plant) "Cerak". By reason of financial investments, cogeneration and application of solar energy should not be separately examined, therefore its necessary to find the possibility for its common utilization.

**Key words:** energy efficiency, cogeneration, solar energy, combined heat plant.

### **1. Uvod**

U okviru projekata Nacionalnog programa energetske efikasnosti (NPEE), za toplanu „Cerak“, koja radi u sastavu JKP „Beogradske elektrane“, razmatrane su ili se razmatraju mogućnosti poboljšanja rada, tj. načini na koje se postojeće stanje može unaprediti uvodjenjem kogeneracije

(kombinovane proizvodnje toplotne i električne energije iz prirodnog gasa kao osnovnog goriva), kao i korišćenjem sunčeve energije za zagrevanje potrošne tople vode.

Rukovodilac projekta NP EE 404-57B – „Analiza primene gasnih turbina i gasnih motora za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije u toplani Cerak u Beogradu“ bio je prof. dr Milan Petrović, sa Mašinskog fakulteta u Beogradu. Projekat je završen 2004. godine.

U sklopu VII javnog poziva NPEE za obnovljive izvore energije (OIE), zajedno su konkursali Laboratorija za termotehniku i energetiku Instituta za nuklearne nauke “Vinča” i JKP „Beogradske elektrane“ sa projektom br. 273024 – „Istraživanje i razvoj supstitucije fosilnih goriva sunčevom energijom i biomasom u proizvodnji sanitарне tople vode u JKP Beogradske elektrane na TO Cerak“. Rukovodilac projekta je dr Vukman Bakić iz Instituta za nuklearne nauke “Vinča”. Početak realizacije projekta očekuje se u julu 2006. godine.

## 2. Karakteristike TO „Cerak“

Toplana „Cerak“ otpočela je sa radom 1985. godine. U sklopu JKP „Beogradske elektrane“, ona snabdeva potrošače toplotnom energijom na teritoriji opštine Čukarica i Rakovica u Beogradu. Toplotna energija isporučuje se za grejanje tokom grejne sezone - od oktobra do aprila, a za potrošnu toplu vodu isporučuje se ograničenom broju potrošača tokom cele godine.

Kao osnovno gorivo koristi se prirodni gas, a moguće je prebacivanje pogona na rad sa mazutom.

Postojeće stanje karakterišu tri vrelovodna kotla (2x58 MW + 116 MW) i dva manja parna kotla, ukupne instalisane snage od oko 245 MW. Instalisana snaga toplotnog konzuma početkom 2006. godine bila je 217 MW, od čega se oko 13 MW odnosi na potrošnu toplu vodu.

Potrošači se toplotnom energijom snabdevaju putem dve magistrale toplodalekovoda, preko toplotnih podstanica sa razmenjivačima toplove. Projektovani temperaturni režim toplovoda je 150°C/75°C za spoljnju projektnu temperaturu. Temperaturni režim „kliza“ u zavisnosti od spoljne temperature, dok su podstanice sa konstantnim protokom. Postoji namera JKP „Beogradske elektrane“ da se predje na rad sa promenljivim protokom i nižim projektnim temperaturnim režimom.

Ukupna zapremina vode u obe magistrale iznosi oko 4.500 m<sup>3</sup>. Snabdevanje toplane vodom vrši se preko gradskog vodovoda, da bi se potom voda hemijski pripremila u samoj toplani.

Toplana se nalazi na periferiji grada, na placu čija je ukupna površina oko 8 ha.

## 3. Primena kogeneracije na TO „Cerak“

Detaljna analiza primene kogeneracije na TO „Cerak“ data je u literaturi [1]. Kao optimalno rešenje odabrana su dva gasna motora JEMBACHER JMS 616 GS-N.LC. Električna snaga takvog postrojenja je 4.350 kW, a toplotna – 4.472 kW. Vrednost investicije, u trenutku kada je analiza radjena, iznosila je 1.640.000 \$US. Period otplate zavisi od odnosa cena prirodnog gasa i električne energije i kreće se u rasponu od 3 do 6 godina.

Na ovom mestu istaći ćemo sledeće:

- Komunalni sistemi za daljinsko grejanje nisu najpogodniji primer za primenu kogeneracije. Najbolji rezultati postižu se u industrijskim postrojenjima, gde je potrošnja toplotne energije približno konstantna tokom cele godine. Potrebe za grejanjem u komunalnim sistemima zavise od promene spoljne temperature, pa je potrebno vršiti detaljnu analizu opterećenja postrojenja za svaki sat, kako bi se izabralo optimalno

rešenje (što je i radjeno, videti literaturu [1]). Na osnovu te analize predloženo je rešenje manjeg kogeneracionog postrojenja, koje bi radilo na TO „Cerak“ i isporučivalo toplotnu energiju za potrošnu toplu vodu tokom cele godine, uključujući i letnji period bez grejanja.

- Primena kogeneracije dovodi do poboljšanja energetske efikasnosti celokupnog postrojenja. Prirodni gas, kao osnovno gorivo, racionalnije se koristi, a on je pri tom i ekološki kvalitetno gorivo.
- Proizvodnja električne energije u postrojenju koje prvo bitno proizvodi samo toplotnu energiju dovodi do povećane potrošnje goriva u samoj toplani.
- Povećana potrošnja goriva dovodi do povećanja emisije štetnih gasova (prvenstveno CO<sub>2</sub>), što nepovoljno utiče na zaštitu životne sredine. Prema Kyoto protokolu, državama potpisnicama je ograničena količina štetnih gasova koju mogu da emituju i ukoliko je prekorače, moraju da uplaćuju sredstva u određeni fond. Naša zemlja još nije ratifikovala Kyoto protokol. Ostaje nerazjašnjeno kako će se regulisati povećana emisija CO<sub>2</sub> toplane, odnosno preduzeća „Beogradske elektrane“, a smanjena emisija proizvodjača električne energije iz drugih izvora (npr. Termoelektrane u Obrenovcu, a zbog smanjene proizvodnje električne energije za udeo koji bi proizvodila TO „Cerak“).
- Rentabilnost postrojenja zavisi od odnosa cena prirodnog gasa i električne energije. U ovom trenutku taj odnos nije povoljan. Cena prirodnog gasa je tržišna, vezana za cenu sirove nafte, i procene su da će u budućnosti cene ovih energenata rasti. Osim toga, reč je o energentima koji pripadaju kategoriji iscrpljivih izvora energije. Cenu električne energije propisuje Ministarstvo rudarstva i energetike i ona u ovom trenutku ne prati trend povećanja cena primarnih energenata. Cena prirodnog gasa na svetskom tržištu gotovo je utrostručena u periodu od 2001. godine, a i dalje se nastavlja trend povećanja cena (vidi literaturu [2]). Zbog toga se dovodi u pitanje investiranje u kogeneraciju na prirodni gas. Možda bi se rentabilnom pokazala kogeneracija na ugalj, ali u ovom trenutku u TO „Cerak“ svakako neće doći do njene primene.
- Godišnji broj radnih sati kogeneracionog postrojenja uslovjava rentabilnost investicije. U slučaju odabranog manjeg kogeneracionog postrojenja, ono bi radilo preko cele godine.
- Električna energija dobijena iz kogeneracije mogla bi se trošiti za sopstvene potrebe postrojenja, a višak bi se isporučivao potrošačima.
- Dugoročno gledano, nedostatak kogeneracije predstavljaju zavisnost od uvoznog gasa i nepredvidivost cene ovog energenta na svetskom tržištu.

#### 4. Korišćenje sunčeve energije na TO „Cerak“

Toplana „Cerak“ je veoma interesantna za primenu sunčeve energije, budući da tokom leta isporučuje potrošnu toplu vodu i ima zнатне neiskorišćene površine na placu, na kome je moguća instalacija solarnih kolektora.

Osnovna ideja o korišćenju sunčeve energije za zagrevanje potrošne tople vode podrazumeva postavljanje solarnih kolektora koji bi preko izmenjivača toplice zagrevali povratni vod magistrale koja isporučuje sanitarnu toplu vodu potrošačima.

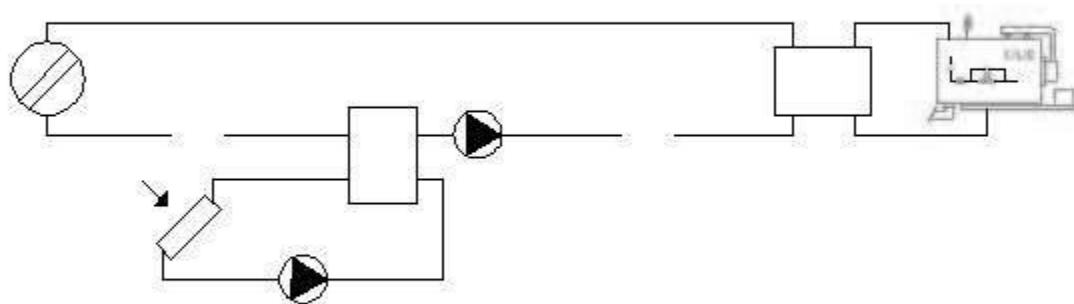
U okviru pomenutog projekta NPEE i saradnje Instituta u Vinči i JKP „Beogradske elektrane“ vršiće se istraživanja koja bi dala odgovor na pitanje o isplativosti ovakve investicije, dok bi

rezultati ovih istraživanja pružili osnovu za izradu glavnih projekata. Predviđeno je da ovaj projekat traje tri godine.

Prednosti primene sunčeve energije za zagrevanje potrošne tople vode jesu sledeće:

- Ova energija je besplatna i dostupna, ekološki čista (ne dolazi do emisije štetnih gasova nastalih sagorevanjem, pre svega CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>), i pripada obnovljivim izvorima energije (OIE), te doprinosi održivom razvoju;
- U kombinaciji sa klasičnim izvorima energije, ona povećava energetsku efikasnost postrojenja;
- Postavljanje solarnih kolektora u toplani, a ne po krovovima zgrada potrošača, ima svojih prednosti, jer su krovovi slučajno orijentisani, a ne prema jugu, dok se u toplani može ostvariti pravilna orijentacija. Osim toga, po krovovima nema dovoljno mesta za instalaciju solarnih kolektora, naročito ukoliko je reč o visokim zgradama. Održavanje solarnih kolektora na zemljištu toplane mnogo je lakše nego u slučaju kada su kolektori instalirani po krovovima zgrada;
- Može se koristiti postojeća instalacija po podstanicama i stanovima za isporuku PTV, što znatno doprinosi smanjenju investicija;
- Prema Kyoto protokolu, cena emitovanog CO<sub>2</sub> znatno je nepovoljnija u letnjim mesecima, što u velikoj meri doprinosi atraktivnosti upotrebe sunčeve energije u letnjem periodu.

**SLIKA 1 – Principijelno povezivanje solarnih kolektora na toplovod**



Naime, proširivanje kapaciteta je moguće u skladu sa prilivom sredstava. Na primer, u prvoj fazi bi se mogla koristiti zaravnjena površina iza glavnog pogonskog objekta, veličine 8.800 m<sup>2</sup>.

## 5. Zajednička primene kogeneracije i sunčeve energije

Primena sunčeve energije može doprineti boljoj energetskoj efikasnosti svakog postrojenja. Međutim, u slučaju kogeneracije, ukoliko se toplota dobija i od sunca, postavlja se pitanje: šta raditi sa toplotom dobijenom iz postupka kogeneracije. Iako je teorijski moguće vršiti sprezanje kogeneracije i primene sunčeve energije, do realizacije takvog postrojenja nije došlo nigde u praksi.

Toplota kogeneracije je otpadna toplota iz postupka dobijanja električne energije. U komunalnim sistemima, broj radnih časova postrojenja za kogeneraciju zavisi od potreba koje diktira potrošnja toplove. Ukoliko se potreba za toplotnom energijom podmiruje korišćenjem sunčeve energije, postrojenje za kogeneraciju ne bi radilo ili bi radilo sa smanjenim kapacitetom. Zbog toga se dovodi u pitanje rentabilnost celokupne instalacije. Ovo je prva procena, a svakako je za ozbiljnije zaključke potrebna detaljna analiza i izbor novog optimalnog rešenja. U svakom slučaju, sprezanje kogeneracije i korišćenja sunčeve energije može da dovede do smanjenja potrošnje primarnog goriva i emitovanja štetnih gasova u atmosferu.

## 6. Zaključak

TO „Cerak“ je atraktivna za investiranje u postrojenja za primenu kogeneracije i korišćenje sunčeve energije zbog isporuke potrošne tople vode. Ukoliko poredimo ova dva načina rada, solarno postrojenje je dugoročno isplativije, jer koristi obnovljive izvore energije - besplatnu i dostupnu sunčevu energiju.

Primena kogeneracije u komunalnim sistemima dovodi do povećanja potrošnje primarne energije, odnosno prirodnog gasa, iako je stepen iskorišćenja takvog postrojenja bolji nego pri postojanju toplane za isporuku isključivo toplotne energije. U vezi sa tim dolazi i do povećanja emisije štetnih gasova u atmosferu. Prema Kyoto protokolu, ukoliko se posmatra samo letnji period, cena emitovanog CO<sub>2</sub> u atmosferu je tolika da nesporno daje prednost solarnom postrojenju. Isplativost postrojenja za kogeneraciju zavisi od cene prirodnog gasa i električne energije. U ovom trenutku taj odnos nije povoljan, a procene su da će u budućnosti cena prirodnog gasa rasti. Zbog toga ulaganje u solarno postrojenje predstavlja racionalnije rešenje.

Zajednička primena kogeneracije i sunčeve energije zahteva novo optimalno rešenje, koje bi omogućilo i precizno određivanje rentabilnosti takvog postrojenja.

## REFERENCE

- [1] Dr Milan Petrović, Analiza primene gasnih turbina i gasnih motora za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije u toplani Cerak u Beogradu, projekat NP EE 404-57B, 2004, Beograd.
- [2] <http://www.energyshop.com/es/homes/gas/gaspriceforecast.cfm>
- [3] Dr Milan Petrović, Cogeneration – Technology, Economy and Implementation, prezentacija na Prvom sajmu energetike, 07.10.2005., okrugli sto u organizaciji SEEA, 2005, Beograd.
- [4] Hubert Chelmowski, Poredjenje odvojene i spregnute proizvodnje električne i toplotne energije, prezentacija u Privrednoj komori Srbije, 21.03.2006. u organizaciji Društva termičara SCG i Ministarstva rudarstva i energetike Republike Srbije, 2006, Beograd.

- [5] Nenad Miloradović, Razmatranje mogućnosti korišćenja sunčeve energije na primeru TO „Cerak“, CD sa radovima, 12. Simpozijum termičara SCG, 2005, Sokobanja.
- [6] <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>
- [7] <http://edition.cnn.com/SPECIALS/1997/global.warming/stories/treaty/>