

# **RAZMATRANJE MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA SUNČEVE ENERGIJE NA PRIMERU TO „CERAK“**

## **CONSIDERING POSSIBILITIES OF SOLAR ENERGY USAGE IN THE HEATING PLANT „CERAK“**

**N.B. Miloradović**

*JKP „Beogradske elektrane“, Savski Nasip 11, Beograd, Srbija&Crna Gora*

**Abstract:** The heating plant “Cerak” operates as part of JKP “Beogradske elektrane” district heating system. It provides hot water for heating during winter as domestic hot water all year round. Natural gas is used as a basic fuel. The usage of solar energy could be interesting for reduction of fuel consumption during summer. Better energy efficiency might be achieved if the solar energy is used to preheat water in the return pipeline in district heating system. The heating plant “Cerak” has enough space for installation of solar collectors. The aim of the paper is to initiate a detail study of solar energy usage at the heating plant “Cerak” or similar facilities. Also, significant energy savings might be achieved in March, April and October, while the heating system is still in the operation.

**Key words:** heating plant, solar energy usage, energy efficiency, fuel consumption

### **1. UVOD**

Kada se kaže „proizvodnja kombinovane energije“, obično se misli na vezanu isporuku toplotne i električne energije. Međutim, ovaj pojam se može vezati i za izvore energije: može se istovremeno dobijati energija iz različitih izvora, u ovom slučaju - kombinovanjem energije gasa ili mazuta i sunčeve energije. Korišćenje sunčeve energije može doprineti većem stepenu korisnosti postrojenja, naročito u letnjim mesecima, ukoliko se isporučuje i potrošna topla voda. Takav je slučaj i sa toplanom „Cerak“ koja isporučuje toplotnu energiju za grejanje tokom zime i potrošnu toplu vodu tokom cele godine, u okviru sistema daljinskog grejanja JKP „Beogradske elektrane“.

Korišćenje sunčeve energije je u mnogim zemljama doživelo ekspanziju, a predviđanja su da će i u budućnosti imati sve veći značaj. U mediteranskim zemljama postoje planovi u vezi sa korišćenjem sunčeve energije za pripremu potrošne tople vode u domaćinstvima. Ovi planovi se uglavnom oslanjaju na ugradnju solarnih kolektora na krovovima kuća (vidi literaturu [1]). Srbija, kao deo regionala Južne Evrope, ima značajne dobitke sunčevog zračenja, ali zbog kontinentalne klime ima i razvijenu mrežu daljinskog grejanja u gradovima. Zbog toga je interesantno razmotriti mogućnost uključivanja primene sunčeve energije u rad toplotnih postrojenja. Centralizovani pristup ima svoje prednosti, jer se na taj način izbegavaju teškoće koje su vezane za lokalnu primenu sunčeve energije.

Toplana „Cerak“, sa resursima u daljinskom grejanju, izgradjenom distributivnom mrežom i postrojenjima koji su već u pogonu, može da poboljša svoj rad ukoliko se postave solarni kolektori koji bi dogrevali vodu u povratnom vodu magistrale daljinskog grejanja. Zbog toga što

se nalazi na periferiji Beograda, gradjevinsko zemljište toplane „Cerak“ je nedovoljno iskorišćeno i može se upotrebiti za instalaciju solarnih kolektora koji bi funkcionisali u sklopu postojećeg postrojenja.

## 2. PREDNOSTI I NEDOSTACI PRIMENE SUNČEVE ENERGIJE

Sunčeva energija kao izvor energije za grejanje i pripremu potrošne tople vode ima sledeće prednosti:

- Besplatna je i dostupna;
- Ekološki je čista (nema sagorevanja, pa ne dolazi do emisije štetnih gasova, kao što su CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i slično);
- Pripada obnovljivim izvorima energije (OIE), pa ne može doći do iscrpljivanja resursa (za razliku od uglja, nafte i gasa);
- Doprinosi održivom razvoju (pod održivim razvojem se podrazumeva razvoj društva koji je stabilan tokom dugog niza generacija, tj. energetski resursi se koriste u onoj meri koju obezbeđuje obnavljanje prirode);
- U kombinaciji sa klasičnim izvorima energije povećava energetsku efikasnost postrojenja.

Naravno, postoje ograničenja i nedostaci koji sprečavaju ozbiljnije korišćenje sunčeve energije. Oni su sledeći:

- Sunčev zračenje je izuzetno promenljivog karaktera (i po pravcu, i po intenzitetu). Toplotni dobici su promenljivi i tokom dana (visina sunca tokom dana, oblačnost, padavine), kao i tokom godine (u zimskom periodu, kada je najpotrebnije, ima ih najmanje);
- Sa padom spoljne temperature smanjuje se efikasnost solarnih uredjaja, koji pretvaraju sunčevu energiju u toplotnu, zbog povećanog odavanja toplote u okolinu;
- Tokom zimskog perioda i niskih spoljnih temperatura može doći do zamrzavanja instalacija ukoliko se ne preduzmu potrebne mere;
- Za velike sisteme potrebna je znatna gradjevinska površina;
- Trenutno nedostaju propisi i projektni parametri koji bi omogućili veće korišćenje sunčeve energije.

Prednosti centralizovane isporuke potrošne tople vode uz korišćenje sunčeve energije su sledeće:

- Zbog faktora istovremenosti potrošnje smanjuje se ukupni kapacitet konzuma (to znači da je moguće ostvariti željene parametre ukoliko se smanji snaga toplotnog izvora);
- Kod visokih zgrada nema dovoljno prostora na krovovima za instalaciju solarnih kolektora;
- Kod većine zgrada krovovi su orijentisani slučajno, a ne prema jugu, gde su najveći dobici sunčevog zračenja;
- Postojeće toplane već imaju izgradnjenu distributivnu mrežu i kotlove za dogrevanje vode, pa se time smanjuju investicioni troškovi postrojenja za centralizovano snabdevanje potrošnom toplohom vodom;
- Postojeća toplovodna mreža dimenzionisana je za zimski režim, pa voda u toplovodima može poslužiti kao ogroman rezervoar koji bi nivelišao potrošnju.

Ovom prilikom bih prikazao mesečne dobitke sunčevog zračenja za Beograd, budući da se ovaj rad odnosi prvenstveno na razmatranje mogućnosti za uštedu energije u toplani „Cerak“.

Podaci se odnose na prosek sunčevog zračenja tokom poslednjih deset godina i prikazani su u sledećoj tabeli. Oni su preuzeti iz literature [2].

TABELA 1 – Dobici sunčevog zračenja po mesecima za Beograd [kWh/m<sup>2</sup>/dan]

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Tot.
1.29	1.89	2.92	3.86	4.88	5.45	6	5.3	4.05	2.5	1.4	1.11	3.39

### 3. OSNOVNI PODACI O TO „CERAK“

Toplana „Cerak“ funkcioniše u sklopu JKP „Beogradske elektrane“ i isporučuje toplotnu energiju za grejanje i potrošnu toplu vodu potrošačima na teritoriji opština Čukarica i Rakovica u Beogradu. Ona se nalazi na periferiji Beograda, na placu čija je površina približno 8 hektara. Godina početka rada je 1985. Ova toplana kao gorivo koristi alternativno prirodni gas ili mazut. Ukupni instalisani kapacitet potrošača je 217 MW, od čega se 13,4 MW odnosi na potrošnu toplu vodu. Potrošači se snabdevaju toplotnom energijom preko dve magistrale, koje sadrže oko 4.500 m<sup>3</sup> vode.

SLIKA 1 – TO „Cerak“



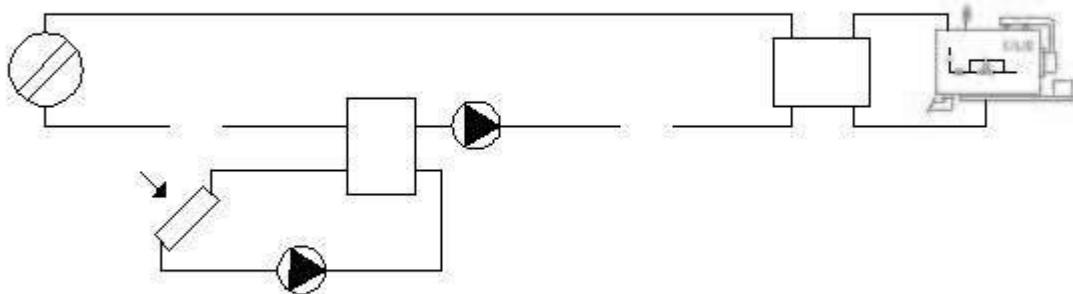
U donjem desnom uglu vidi se ravna površina sa rukometnim igralištem, na kojoj bi se mogli postaviti solarni kolektori u prvoj fazi. Ova površina je relativno blizu glavnog pogonskog objekta, što olakšava povezivanje na povratni vod magistrale, a dovoljno je daleko od njega, tako

da nije u senci. Ova slobodna površina je približno pravougaonog oblika i iznosi oko  $8.800 \text{ m}^2$ . U produžetku ove površine pojavljuje se nagib terena.

U sledećoj fazi solarni kolektori se mogu instalirati sa druge strane glavnog pogonskog objekta, bliže rezervoarima za mazut.

Povezivanje povratnog voda magistrale može se izvršiti preko pločastog izmenjivača toplote koji bi grejao vodu toplovoda pre ulaska u kotlovske jedinice. Izmenjivač toplote je neophodan, pošto su solarni kolektori predviđeni za maksimalni pritisak od 8 bara (vidi literaturu [3]), što je manje od povratnog pritiska u magistrali. Na sledećoj slici se vidi principijelno povezivanje solarnih kolektora na povratni vod magistrale toplovoda.

*SLIKA 2 – Principijelno povezivanje solarnih kolektora na toplovod*



U krug sa solarnim kolektorima uključila bi se i cirkulaciona pumpa koja bi ostvarivala protok kroz kolektore. Poseban cirkulacioni krug je neohodan, jer se tečnosti dodaje glikol zbog sprečavanja zamrzavanja instalacija.

#### 4. PRVA ANALIZA ISPLATIVOSTI UGRADNJE SOLARNIH KOLEKTORA

Kada je reč o sunčevom zračenju, treba reći da ne postoje projektni parametri za koje bi se vezalo dimenzionisanje instalacija (analogno spoljnoj projektnoj temperaturi). Zbog toga sam usvojio prosečnu vrednost iz tabele 1 za period maj-septembar, preračunatu na vrednost za jedan sat. Ta vrednost iznosi  $I = 214 \text{ W/m}^2$ . Ova vrednost je dosta niska, jer maksimum sunčevog zračenja u junu i julu za Beograd iznosi oko  $700-800 \text{ W/m}^2$ . Treba napomenuti da se ovi podaci odnose na horizontalnu površinu, a da se kolektori ugraduju najčešće pod uglom od  $40-45^\circ$  prema jugu. To povećava jačinu sunčevog zračenja za oko 40%.

Ukoliko se računa sa  $I = 214 \text{ W/m}^2$ , dobija se kapacitet od  $1,88 \text{ MW}$  za površinu od  $8.800 \text{ m}^2$  pod solarnim kolektorima u prvoj fazi. Time bi se podmirio deo energije za isporuku

potrošne tople vode u letnjem periodu, a takodje bi se mogla zagrevati voda u povratu magistrale u prelaznim periodima (mart-oktobar).

Kada je reč o stepenu korisnosti solarnih kolektora, moram istaći da on zavisi od spoljne temperature i može se pretpostaviti da za letnje mesece iznosi oko 60% (vidi literaturu [4]). Na taj način se potire povećanje sunčevog zračenja zbog nagiba kolektora, pa je vrednost za  $I = 214 \text{ W/m}^2$  realna i prihvatljiva.

Velikoprodajna cena solarnih kolektora tipa „Apricus“, koji su kineske proizvodnje, iznosi 116 \$/m<sup>2</sup>. Troškovi pokrivanja površine od 8.800 m<sup>2</sup> iznose oko 1.020.000 \$. Investicije priključivanja i instalisanja prateće opreme zanemarljive su u odnosu na ovu vrednost. Procenjena ušteda goriva samo za period maj-septembar iznosila bi oko 154.000 \$. Na osnovu prethodno navedenog možemo zaključiti da bi se investicija isplatila posle 6,6 godina. Date su samo prve, orijentacione vrednosti, a svakako da bi detaljnija analiza dala tačnije vrednosti.

## 5. ISKUSTVA IZ SKANDINAVIJE

Primena sunčeve energije za poboljšenje rada toplana već funkcioniše u nekim zemljama Evrope. Primer za to su neke toplane u Švedskoj i Danskoj. U švedskom gradu Kungälv toplana Munkegärde koristi sunčevu energiju od 2001. godine. Osnovno gorivo su drveni otpaci i mazut, a posle instaliranja 10.000 m<sup>2</sup> solarnih kolektora postignute su i odredjene uštede u energiji. Povezivanje solarnih kolektora izvršeno je preko razmenjivača topote u povratnom vodu magistrale, slično predloženom rešenju za TO „Cerak“. Toplana u Švedskoj je znatno manjeg kapaciteta. Ne raspolažemo podacima o količini vode u magistralama, ali je za akumulaciju topote postavljen rezervoar od 1.000 m<sup>3</sup> (vidi literaturu [5]).

Od 1994. godine u Danskoj funkcioniše solarna toplana Marstal (vidi literaturu [6]). U početku je površina pod solarnim kolektorima bila oko 8.000 m<sup>2</sup>, da bi do danas ta površina narasla na oko 17.000 m<sup>2</sup> (vidi literaturu [7]). Solarni kolektori su pod nagibom od 40°. Prema podacima iz 1999. godine, solarna toplana je obezbedjivala oko 13-15% potrošnje zajednice Marstal za potrošnu toplu vodu i grejanje. Kao i u švedskoj toplani Kungälv, i u pomenutoj danskoj toplani postoji akumulator topote. Solarni kolektori koji su ugradjeni u obe ove toplane su tipa ARCON, a svaki je površine 12,6 m<sup>2</sup>. Realno se očekuje da se investicija isplati za period od 6 do 8 godina (vidi lituretu [6]).

Ova iskustva iz Švedske i Danske mogu samo da podstaknu ozbiljnije korišćenje sunčeve energije u radu toplana u Srbiji, pošto mi imamo više sunčevog zračenja nego skandinavske zemlje.

## 6. ZAKLJUČAK

Toplana „Cerak“ je izuzetno atraktivna lokacija za postavljanje solarnih kolektora koji bi grejali vodu u povratnom vodu magistrale daljinskog grejanja. U krugu toplane postoji dovoljno prostora za ugradnju solarnih kolektora.

Ušteda energije bi bila značajna, pošto TO „Cerak“ isporučuje potrošnu toplu vodu tokom cele godine, pa i preko leta - kada su značajni dobici od sunčevog zračenja. Međutim, moguća je ušteda i u prelaznim periodima, kada se isporučuje toplotna energija i za grejanje.

Početne investicije se mogu smanjiti ukoliko se solarni kolektori postavljaju po fazama. Prva faza bi predvidela površinu od 8.800 m<sup>2</sup> pod solarnim kolektorima. U zavisnosti od ponašanja sistema, moguće je kasnije proširenje kapaciteta.

Zapremina vode u toplovodnoj mreži od oko 4.500 m<sup>3</sup> može da posluži kao akumulator toplotne. Posebno treba razmotriti ovu mogućnost, pošto bi se njenom realizacijom smanjili investicioni troškovi.

Ugradnjom solarnih kolektora smanjila bi se emisija štetnih gasova.

Isplativost investicije predviđa se u periodu od 6 do 7 godina.

Iskustva iz skandinavskih zemalja mogu samo da podstaknu smeliju primenu sunčeve energije u radu toplana u Srbiji, pošto naša zemlja ima znatno više sunčevog zračenja.

## REFERENCE

- [1] Pregled energetske efikasnosti u Evropskoj uniji (II), *KGH*, (2005), 1, pp. 91-96.
- [2] [http://www.apricus-solar.com/html/insolation\\_levels\\_europe.htm](http://www.apricus-solar.com/html/insolation_levels_europe.htm)
- [3] [http://www.apricus-solar.com/html/solar\\_collector\\_ap.htm](http://www.apricus-solar.com/html/solar_collector_ap.htm)
- [4] [http://www.apricus-solar.com/html/solar\\_collector\\_efficiency.htm](http://www.apricus-solar.com/html/solar_collector_efficiency.htm)
- [5] [http://main.hvac.chalmers.se/cshp/Kungalv\\_eng.htm](http://main.hvac.chalmers.se/cshp/Kungalv_eng.htm)
- [6] <http://www.opet.dk/baltic/cases/Case-9-dk.pdf>
- [7] [http://www.arcon.dk/frames/frame\\_uk.html](http://www.arcon.dk/frames/frame_uk.html)
- [8] Interni neobjavljeni materijali JKP „Beogradske elektrane“