

Perspektive solarnog daljinskog grejanja (SDG) u Srbiji

Perspectives of solar district heating (SDH) in Serbia

Nenad MILORADOVIĆ, Beogradske elektrane, Beograd

Ključne reči:
solarno daljinsko grejanje (SDG);
urbano planiranje; toplotni prijemnici
sunčeve energije (TPSE);
distributeri toplotne energije

Solarno daljinsko grejanje (SDG) primenjuje toplotne prijemnike sunčeve energije (TPSE) u okviru sistema postojećeg daljinskog grejanja. Preduslov za primenu je isporuka potrošne tople vode tokom leta odnosno toplotne energije tokom cele godine. TPSE mogu se instalirati u okviru građevinskog placa toplane (što je najjeftinije), po krovovima korisnika (zgrada) ili na slobodnim površinama duž toplovođa. Ukoliko se instaliranje vrši na placu toplane, reč je o solarnom polju TPSE koji se nalaze u redovima na određenom rastojanju. Vršene su procene i analize za nekoliko konkretnih lokacija, a mogućnosti primene su znatno veće. Da bi došlo do realizacije, potrebno je usaglašavanje više učesnika: lokalne gradske samouprave, lokalnih distributera toplotne energije i lokalnih proizvođača i dobavljača opreme i izvođača radova. Primena SDG podrazumeva razvoj tehničkih rešenja, urbano planiranje i nove poslovne modele koji mogu da dovedu do šire realizacije u našim uslovima.

Key words:
solar district heating (SDH);
urban planning; thermal solar panels;
heat distributors

Solar district heating (SDH) uses thermal solar panels within the existing district heating systems. A prerequisite for this use is the sanitary hot water supply during summer or the heating supply during the entire year. Thermal solar panels may be installed within the heating plant's site (the cheapest option), on building roofs or on free surfaces along the pipelines. If they are installed within the plant site, it is the solar field of thermal solar panels installed in rows at some distance. Estimates and analyses have been performed for several locations, but possibilities for application are much wider. Successful implementation requires the coordination of several participants: the local city government, local heat distributors, manufacturers and distributors of solar equipment, and contractors. SDH applications include the development of technical solutions, urban planning and new business models that may lead to wider use in the local conditions.

Uvod

Solarno daljinsko grejanje (SDG) je u poslednjih dvadesetak godina doživelo ekspanziju u Evropi, našlo je primenu i u sistemima daljinskog grejanja, a i u sistemima daljinskog hlađenja. Zemlje koje prednjače u primeni SDG su Danska i Švedska. SDG je kod nas još u povoju i jedino su rađene pojedine studije opravdanosti. I u svetu, osim skandinavskih zemalja koje imaju oko 30% manje sunčevog zračenja nego mi, a već koriste značajne izgrađene kapacitete, ovo je nova oblast delovanja. Srbija ima značajan potencijal za korišćenje SDG jer postoji mreža daljinskog grejanja u više od 50 gradova, a povoljna je i jačina sunčevog zračenja, tako da ovakva postrojenja mogu raditi profitabilnije nego na Severu Evrope.

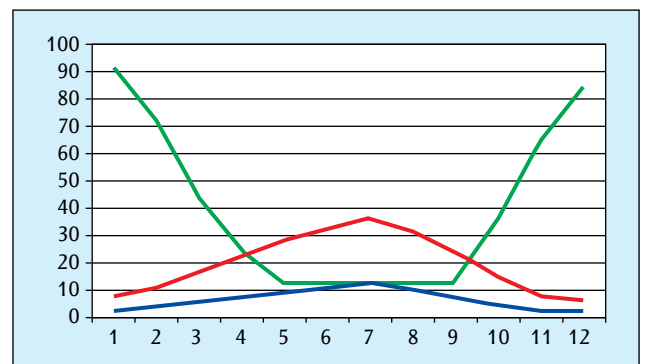
Sistem daljinskog grejanja u Beogradu i Srbiji zasnovan je na korišćenju fosilnih goriva: pre svega prirodnog gasa, ali i mazuta (kao tečnog goriva), ponegde i uglja (čvrstog goriva). Prvi koraci u pravcu primene obnovljivih izvora energije za daljinsko grejanje u Srbiji su načinjeni u Beogradu i to primenom biomase: peleta i briketa. Solarna energija kao besplatni energent treba da nađe svoje mesto kod nas i u sistemima daljinskog grejanja.

Preduslov za primenu

Instalacija toplotnih prijemnika sunčeve energije (TPSE) može se odvijati u okviru toplane – na zemljištu (što je najjeftinije), zatim na krovovima zgrada (u tome prednjače

Nemačka i Austrija), ali mogu se postavljati i duž toplovođa: kao ograde za saobraćajnice ili natkriveni parking-prostori.

Za uspešnu primenu SDG potrebno je više učesnika: lokalna gradska uprava, lokalni distributeri toplotne energije i lokalni proizvođači, dobavljači opreme i izvođači. Pošto sunčevog zračenja ima najviše leti, radi racionalnog korišćenja poželjna je i neophodna potrošnja toplotne energije i tokom leta: u vidu potrošne tople vode, plivačkih bazena ili daljinskog hlađenja. SDG obuhvata tehnička rešenja, urbano planiranje (jer se radi o velikim površinama) i razvoj novih poslovnih modela koji mogu da dovedu do šire primene. Može se reći da je SDG kao čista energetska tehnologija „zrela“ za širu primenu, pa čak i u našim uslovima.



Slika 1. Potrošnja toplotne energije tokom godine (zeleno) i dobitak sunčevog zračenja (plavo i crveno)

Pogledom na sliku 1 može se zaključiti da povećanje potrošnje toplotne energije tokom leta iz sunčeve energije (kao obnovljivog izvora energije) ostvaruje veću uštedu fosilnih energenata tokom grejne sezone. SDG ne može raditi samostalno, već zbog pouzdanosti isporuke toplotne energije u svim klimatskim uslovima mora se kombinovati sa postrojenjem koje već koristi fosilna goriva, eventualno biomasu. Ali u znatnoj meri SDG može da doprinese uštedi pomenutog goriva čija cena konstantno raste. Osim ekonomskog motiva bitan je i ekološki motiv, jer SDG znatno doprinosi i uštedi emisije gasova sa efektom staklene bašte – nema sagorevanja i svih onih problema vezanih za produkte sagorevanja.

Tehnička rešenja

Toplotni prijemnici sunčeve energije (TPSE) su ključna komponenta solarnog daljinskog grejanja. Postoje različiti tipovi TPSE koji se primenjuju u SDG: to su ravni pločasti prijemnici, vakuumski prijemnici, a odnedavno počeli su da se koriste i solarni koncentratori. Sistemi skladištenja toplote mogu biti dnevni ili sezonski (koji su ukopani u zemljište). Veoma je važan i sistem automatske regulacije, pošto se sistem cirkulacije uključuje prema zadatim temperaturama. Takođe, bitna je i hidraulička regulacija sistema jer solarno polje TPSE sadrži veliki broj hidrauličnih jedinica. Solarni deo postrojenja puni se tečnošću protiv zamrzavanja, najčešće propilen-glikolom, te je zbog toga potreban razmenjivač toplote

koji razdvaja tečnosti od solarnog kruga postrojenja i postojećeg sistema daljinskog grejanja. Solarni deo postrojenja može da radi na atmosferskom pritisku, ali može da bude i sa natpritiskom zbog hidrauličnih gubitaka u mreži solarnog polja i velikog pada pritiska zbog broja TPSE u polju.

Tehnologija primene SDG je poznata i osvojena, sve komponente su dostupne na tržištu, a jedino su najnovija tehnologija solarni koncentratori, koji su tek odnedavno našli primenu u SDG.



Slika 2. Solarna toplana Marstal u Danskoj sa ravnim pločastim TPSE (foto: Erik Christensen)

Ekskluzivni zastupnik i uvoznik za Srbiju ENERGY NET D.O.O. ENERGYNET

GREE

GREE
N^o1 proizvođač klima uređaja u svetu!

80.000 zaposlenih
Devet proizvodnih baza
Preko 500 laboratorija
Godišnja proizvodnja uređaja:
60.000.000. rezidencijalnih
5.500.000 komercijalnih

ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI

gree.rs | energynet.rs

DAIKIN

SAVRŠEN K^oMFOR
za sva godišnja doba

- Grejanje
- Klimatizacija
- Primenjeni sistemi
- Rashlada

elcomtrade

Ovlašćeni DAIKIN dilera:
ELCOM TRADE d.o.o. | Bulevar Arsenija Čarnojevića 52a, Novi Beograd
Tel: +381 11 3018 118, 3018 119 | www.elcomtrade.com

Generalni pokrovitelj 47. Međunarodnog kongresa o KGH



Pokrovitelj izložbe 47. Međunarodnog kongresa o KGH



Ravni pločasti TPSE mogu biti i većih dimenzija, npr. 14 m². Oni su našli primenu ne samo u SDG, već i u velikim solarnim postrojenjima koja nisu povezana na sistem daljinskog grejanja, a imaju znatne potrebe za toplotnom energijom tokom cele godine, kao što su hoteli, plivački bazeni, pivare, mlekarne (za postupke pasterizacije i sterilizacije mleka) i fabrike za preradu ribe. Vakuumski TPSE takođe imaju znatnu primenu, a njihova pogodnost je da manje zavise od orijentacije i nagiba, a i cene njihovih proizvođača u Kini su povoljne. Razlog njihove manje zavisnosti od orijentacije leži u modifikatoru upadnog ugla (IAM) i pasivnom praćenju putanje Sunca kako tokom dana, tako i tokom godine. Njihova dimenzija je manja i veći vakuumski TPSE imaju površinu od oko 5 m².

Solarni koncentratori takođe mogu doći u obzir za primenu u SDG-u. Prva solarna toplana sa koncentradorima instalirana je 2012. godine i otpočela sa radom u SDG – to je toplana u Alborgu u Danskoj. Ona koristi parabolična korita danskog proizvođača. Tanjirasti koncentratori takođe mogu biti interesantni za primenu u SDG-u, kao i linijski Frenelovi koncentratori. Ipak, treba napomenuti da koncentratori samo povećavaju gustinu energije, a ne povećavaju njenu količinu. Za primenu koncentratora neophodan je veliki broj vrdih dana tokom godine.

Novi poslovni modeli

Iako na prvi pogled može izgledati previše „utopistički“, SDG može u Srbiji zaživeti relativno brzo. Obično se misli da nema dovoljno para, da treba uzeti kredit koji bi se otplaćivao i slično. Ovde je reč o poslovnom modelu koji u grubim crtama izgleda ovako:

Investitor izgradi solarno postrojenje u okviru postojeće toplane i isporučuje toplotnu energiju lokalnom distributeru po ceni koja je nešto niža od cene energije iz prirodnog gasa. Lokalni distributer toplotne energije onda može da isporučuje toplotnu energiju korisnicima po neznatno nižoj ceni nego ako se troši samo prirodni gas. Posle izvesnog vremena (nekoliko godina) lokalno preduzeće – distributer toplotne energije (ili sami vlasnici stanova) mogu da otkupe solarno postrojenje od kompanije investitora ili da nastave da plaćaju za toplotnu energiju iz solarnog postrojenja. Vek ovakvog postrojenja je oko 20 godina, a cena fosilnih goriva raste po stopi od 6% godišnje.

Ovakav poslovni model je zatvoren i svaki od učesnika ima svoje mesto i dobija po nešto, u zavisnosti od toga koliko se angažuje. Investitor snosi finansijski i tehnološki rizik, ali

ubira profit, distributeri daljinskog grejanja smanjuju troškove za energente i potrošnju prirodnog gasa, krajnji korisnici dobijaju nešto niži račun za utrošenu toplotnu energiju, zapošljavaju se lokalni proizvođači i izvođači, lokalna samoprava dobija čistiji vazduh. Čak i distributeri gasa mogu biti zadovoljni, jer onaj isti gas koji ne prodaju sada, prodaće kasnije po većoj ceni ili ga plasirati negde drugde. Ovakav poslovni model ima šanse da zaživi i u Srbiji. Zasnovan je na dugoročnoj stabilnoj saradnji više aktera. Dobit je pristojna i zagarantovana za sve učesnike, pregovori oko detalja ovog poslovnog modela imaju šanse za uspeh jer svako može samo da dobije, a rizici su minimalni.

Osnovni izvori profita u ovom modelu su:

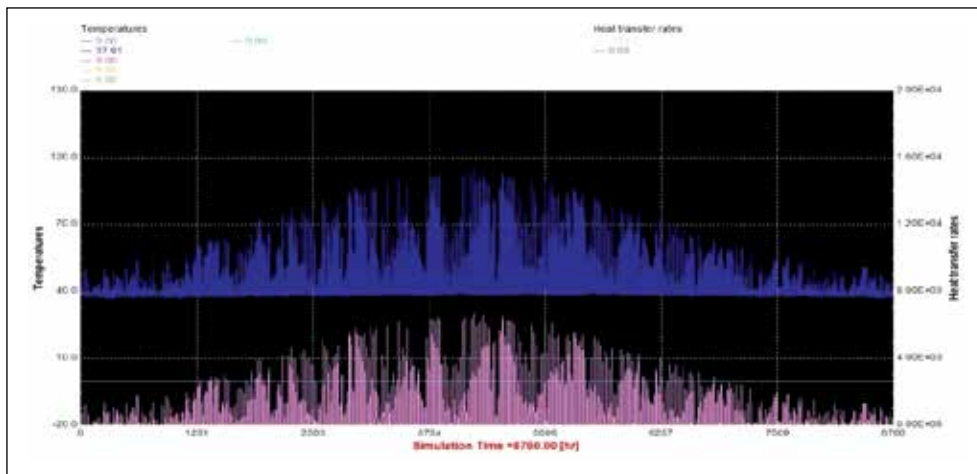
1. sunčeva energija koja je besplatni energent,
2. porast cene fosilnih goriva na svetskom tržištu,
3. trgovina i cena emisije uštedjenih gasova sa efektom staklene bašte.

Aktivnosti u Srbiji i procena investicija

Koreni SDG u Srbiji datiraju iz osamdesetih godina dvadesetog veka kada je u Beogradu izgrađen aktivno-pasivni solarni sistem Istraživačko-opitni centar Cerak 2 pod pokroviteljstvom JNA. Izgrađen je objekat koji je 30% energije za grejanje podmirivao pasivnim (velike staklene površine na južnoj strani) i aktivnim sistemima i bio je priključen na sistem daljinskog grejanja toplane Cerak u Beogradu. To je bio jedan od prvih sistema u Evropi koji je po pripremljenom projektu ispitivanja bio opremljen brojnim davačima, i u to vreme najsavremenijom mernom opremom, uključujući i solarimetre za relevantna merenja sunčevog zračenja, kao i opremom za monitoring (sredstva obezbeđena od strane SSNO-a). Sprovedena su dugotrajna ispitivanja i monitoring (2,5 godine) u sinergiji sa originalno razvijenim modelom dinamičkih simulacija ponašanja objekta i tehničkih sistema [5, 6 i 7]. Krajem osamdesetih godina vršena su merenja i dinamičke simulacije primenom tadašnje računarske tehnologije, ali su tokom devedesetih, zbog dešavanja u bivšoj Jugoslaviji, promenjeni namena i vlasništvo objekta, te je aktivni solarni sistem razmontiran.

U Srbiji su u oblasti SDG do sada urađene studije opravdanosti za pojedine lokacije. Urađene su za TO Cerak u Beogradu – JKP Beogradske elektrane (u okviru Nacionalnog programa energetske efikasnosti Ministarstva nauke Republike Srbije) i TO Kotež u Pančevu – JKP Grejanje (preko Stalne konferencije gradova i opština Srbije – SKGO i KfW-a), a vršene





Slika 4. Rezultati simulacije u programu TRNSYS: Temperature na izlazu iz TPSE i korisna energija iz solarnog polja za TO Batajnica u Beogradu za vakuumske TPSE tokom cele godine



Slika 3. Današnji izgled nekadašnjeg Istraživačko-opitnog centra Cerak 2 u Beogradu (pogled sa jugoistočne strane)

su i procene i analize za TO Batajnica u Beogradu – JKP Beogradske elektrane.

Rezultati Studija opravdanosti su ohrabrujući, a cena investicija se otplaćuje u roku od 5 do 8 godina. Radi bolje ilustracije o redu veličina investicija može se koristiti približni podatak da je za nominalnu snagu od 1 MW toplotne energije potrebno oko 1.430 m² TPSE (podatak za Dansku i Švedsku) [1], a cena takvog solarnog postrojenja po sistemu „ključ u ruke“ iznosi oko 230 €/m² TPSE (u slučaju velikih ravnih pločastih TPSE) [2]. U tom slučaju red veličine investicije za 1 MW postrojenja SDG iznosi 328.900 €. Ako iz 1 MW dobijamo 8.760 MWh/god., onda ispada cena toplotne energije iz SDG svega 37,54 €/MWh. Ukoliko bi to poredili sa cenom prirodnog gasa donje toplotne moći od $H_d = 34,2 \text{ MJ/m}^3$ i kursom od 1 evro = 123 RSD, dobijamo da ova cena toplotne energije iz SDG odgovara ceni prirodnog gasa od 43,87 RSD/m³. Ovi podaci važe ukoliko bi postrojenje SDG radilo u Skandinaviji, ali Srbija dobija oko 30% više sunčevog zračenja nego Danska ili Švedska, pa bi ovakvo postrojenje radilo rentabilno ukoliko je cena prirodnog gasa veća od 30,71 RSD/m³, što kod nas i jeste slučaj.

Ovakva solarna postrojenja mogu da rade profitabilno i u Skandinaviji gde je manje sunčevog zračenja nego kod nas, a razlog je taj što je tamo veća cena prirodnog gasa. Cena prirodnog gasa konstantno raste i SDG je vremenom sve isplati-

vije. Ovde je prikazana samo gruba računica i vrednosti treba shvatiti samo kao orientacione.

Zaključak

Solarno daljinsko grejanje (SDG) je u poslednjih dvadesetak godina doživelo ekspanziju u Evropi, našlo je primenu i u sistemima daljinskog grejanja, a i u sistemima daljinskog hlađenja. Za njegovu primenu kod nas potrebna je isporuka PTV-a iz toplana tokom cele godine.

U evropskoj praksi možemo naići na različita tehnička rešenja i gotovo sva se mogu implementirati u našim uslo-

vima. Za uspeh SDG potrebna je saradnja više učesnika i to: lokalne gradske samouprave, lokalnog distributera toplotne energije i lokalnih proizvođača i dobavljača opreme i izvođača radova.

Sa novim poslovnim modelom SDG može relativno brzo da zaživi i u našim uslovima. Nisu potrebna novčana sredstva od strane lokalne gradske samouprave ili lokalnih distributera daljinskog grejanja. Investitor je taj koji snosi tehnološki i finansijski rizik, ali ubira profit. U Srbiji, zbog svog povoljnog položaja na jugu Evrope i razvijene mreže daljinskog grejanja postrojenja SDG-a mogu raditi profitabilnije nego u zemljama koje su severnije, a već imaju znatnu primenu SDG.

Cena prirodnog gasa konstantno raste tokom vremena i primena SDG je sve isplativija. U radu su prikazani procena troškova i cene toplotne energije iz 1 MW postrojenja SDG. Jednostavnim upoređivanjem sa stvarnim kapacitetima toplana mogu se grubo proceniti troškovi za već postojeće toplane sa isporukom PTV-a u Srbiji.

Literatura

- [1] **Dalenback, J.**, *Large-Scale Solar Heating, State of the Art, Policy and Market*, SDH Plus, Braedstrup, September, 27, 2012.
- [2] **Grydehoj, H., F. Ulbjerg**, *District heating – a precondition for efficient use of solarheating*, DBDH 2/2005, Danish Board of District Heating, 2005, pp. 22–23.
- [3] **With, J.**, *Solar energy hand in hand with district heating*, DBDH 1/2005, Danish Board of District Heating, 2005, pp. 26–27.
- [4] **Miloradović, N.**, *Solarno daljinsko grejanje*, predavanje u Inženjerskoj komori Srbije u Beogradu, 27. juna 2013.
- [5] ***** Projekat – Ispitivanje i monitoring hibridnog aktivno-pasivnog sistema opitno-demonstracione solarne kuće na Ceraku**, Laboratorija za termodinamiku i termotehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu – LTT i VTI, Beograd, 1980–1983.
- [6] ***** Projekat – Optimizacija komponenata i sistema opitno-demonstracione solarne kuće na Ceraku primenom računara**, Laboratorija za termodinamiku i termotehniku Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu – LTT i VTI, Beograd, 1983.
- [7] **Todorović, S. Marija**, *About experimenting, evaluation and optimization of solar thermal systems*, pp. 31–40, International conference “Solar 85”, Proceedings, Belgrade, 1985.