

SOLARNI SISTEMI U TOPLANAMA SRBIJE

Marin A. IVOŠEV¹

SAŽETAK:

Oblast ovog rada obuhvata konkretne primere poboljšanja *energetske, ekološke i ekonomske* (ne)efikasnosti industrijskih postrojenja. Postiže se iskorišćenjem sunčeve energije za zagrevanje napojne vode vrelovodnih i parnih kotlova.

Osnovu *problema* na koje ukazuje ovaj rad čine veliki tehnološki gubici vode u toplanama Srbije i potrebni troškovi za nadoknadu ovih fizičkih i termičkih gubitaka.

Osnovu *rešenja* ovog problema čine odgovori na sledeća pitanja: (1) koliki su fizički i toplotni gubici vode u toplanama Srbije, (2) šta je teorijska i praktična osnova rešenja smanjenja toplotnih gubitaka u toplanama ugradnjom solarnih sistema, (3) šta ovu tehnološku inovaciju čini različitom od ostalih solarnih sistema, (4) kakve su tehničke mogućnosti izgradnje ovakvih solarnih sistema, (5) koliko ovakvo postrojenje poboljšava ukupnu energetska efikasnost sistema, (6) koji je ekološki učinak ove inovacije i (7) gde se praktično može koristiti ovakav tehnološki izum.

Konkretne mogućnosti realizacije ovakvih postrojenja i obračun energetske, ekonomske i ekološke efekata, za 2008. godinu, dat je na primeru „ENERGETIKE” DOO Kragujevac.

Ključne reči: *solarna energija, energetska i ekološka efikasnost, toplane Srbije*

1. UVOD

U teorijskoj osnovi ovog rada stoji solarno zagrevanje napojne vode, parnih, vrelovodnih i toplotnih generatora toplote (kotlova). Konkretna mogućnosti ugradnje ovakvog solarnog sistema je prikazana na primeru „Energetika” DOO Kragujevac. To je lokalna termoelektrana – toplane – energana, instalisane snage 315 MW.

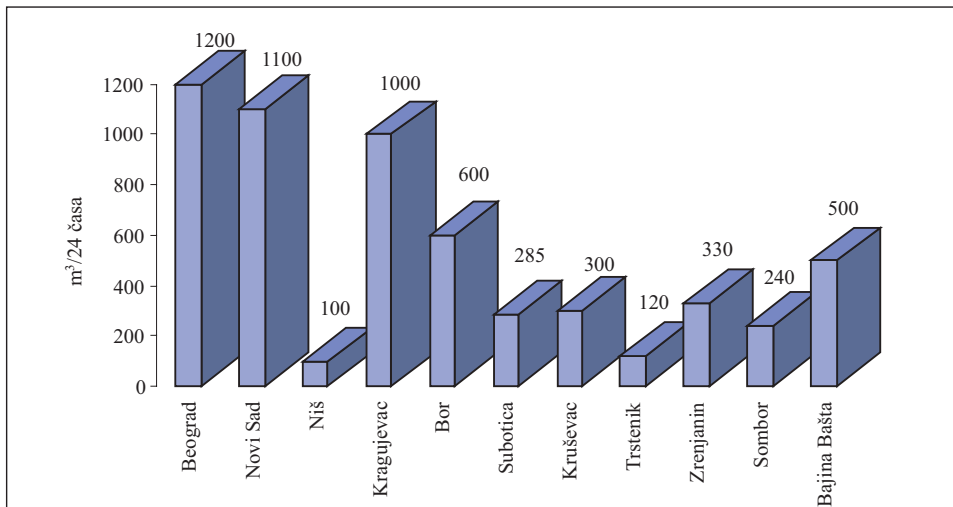
Praktično rešenje ovog problema se sastoji u ugradnji solarnih kolektora u cirkulacioni sistem napajanja kotlova. To znači da ovi uređaji vrše zagrevanje napojne

¹ M. A. Ivošev, doktor tehničkih nauka, „ENERGETIKA” DOO, Kragujevac, Srbija, marin.ivosev@gmail.com

vode (posledice fizičkih gubitaka u svim energetske sistemima gde se vrši proizvodnja toplote) i smanjuju količinu potrebne energije za njenu termičku pripremu.

2. KOLIČINE GUBITAKA VODE U TOPLANAMA SRBIJE

Značajni gubici vode, na razvodnoj mreži, u toplanama Srbije iznose: u Beogradu oko 1.200 m³, Novom Sadu 1.100 m³, Kragujevcu 1.000 m³, Nišu 100 m³, Boru 600 m³, Subotici 285 m³, Kruševcu 300 m³, Trsteniku 120 m³, Jagodini 80 m³, Zrenjaninu 330 m³, Somboru 240 m³, Bajinoj Bašti 600 m³, na dan /1/. Iznos apsolutnih gubitaka vode u toplanama Srbije ilustruje slika 1. Sve navedene gubitke vode treba fizički nadoknaditi, a hemijski i termički ponovo pripremiti. Finansijski iznos svih ovih gubitaka vode daje Poglavlje 3.



Slika 1. Odnos apsolutnih iznosa gubitaka vode u toplanama Srbije

3. FINANSIJSKA ŠTETA ZBOG FIZIČKIH GUBITAKA VODE

A. TOPLOTNI GUBICI

Obračunu finansijskih iznosa navedenih gubitaka prethode sledeće pretpostavke: prosečna spoljna temperatura tokom grejne sezone od + 4 °C /2/, srednja temperatura vrele grejne vode 80 °C, temperatura hladne vode iz vodovodskog sistema 16 °C i potrebna količina toplote za zagrevanje vode 4186 J/kg °C.

Na osnovu navedenih podataka, toplotni gubici, izraženi numerički, iznose 4,3 E + 14 J/god, ili 119.000.000 kWh /god. Za navedenu količinu toplote je ekvivalentna količina od 61.500.000 kg uglja donje toplotne moći od 12.000 kJ/kg. Za

pretpostavljenu cenu toplote od 4,5 din/kWh /2/, finansijski gubici, izraženi preko toplotnih gubitaka, iznose oko 536.000.000 din/god.

B. FIZIČKI GUBICI

Zbog fizičkih gubitaka omekšane vode i njene jedinične cene (nezagrejane) 66 din/m³/2/, ovi finansijski gubici iznose oko 100.000.000 din/god.

C. FINANSIJSKI IZNOS NAVEDENIH GUBITAKA

Toplotni i fizički gubici vode svih toplanu Srbije, prikazani finansijski, iznose oko 636.000.000 dinara godišnje (ili oko 7.000.000 € godišnje).

Mogu li se svi ovi gubici eliminisati?

Teorijski da.

U praksi nije realna priča o eliminaciji svih ovih gubitaka. Realno je (1) fizički smanjiti ove gubitke vode, odnosno (2) energetske ublažiti posledice ovih gubitaka. Jedan od praktičnih primera ublažavanja posledica daje ovaj rad.

4. PRIMER „ENERGETIKA” DOO KRAGUJEVAC

Za 183 dana grejanja, ukupan iznos ovih fizičkih gubitaka u 2007. godini, iznosi 183.000 m³/god. Za ovaj iznos zapreminskih (težinskih) gubitaka, konstantu 4.118 J/kg °C i srednju temperaturnu razliku na koju je trebalo zagrejati vodu (sa 16 na 90°C), potrebna je ukupna količina toplote iznosi 5.6 E + 13 J/god., ili 15.746.337 kWh/god. Za prosečnu cenu toplote od 5 din/kWh /2/, to iznosi 78.731.683 dinara godišnje. Ovoj cifri se dodaju i fizički gubici hemijski pripremljene hladne vode (po ceni od 66 dinara/m³), što iznosi 12.078.000 dinara godišnje.

Ukupno, to je 90.810.000 dinara, ili 984.146 €/godišnje.

U praksi je realno računati da je stepen energetske efikasnosti izvora toplote (kotlova) 0.7% i da se 10% gubi u razvodu fluida i kod korisnika /3/. Ako se sve ovo uzme u obzir, a gubici u iznosu od 5.6 E + 13 J/god, prevedu na količinu uglja donje toplotne moći 12.000 kJ/kg, to onda iznosi 6.809.000 kg uglja godišnje ili 8,7% od ukupne količine uglja (78.000.000 kg) koja se potrošila u toj godini zbog postojanja gubitaka vode.

5. EKOLOŠKI ASPEKTI NAVEDENIH GUBITAKA

Ekološki aspekti navedenih gubitaka se mogu identifikovati preko koncentracija opasnih i štetnih produkata sagorevanja, koji se nepotrebno stvaraju zbog navedenih prekomernih fizičkih gubitaka vode, odnosno toplote. Njih ilustruje ta-

bela 1. U njoj su sistematizovani podaci o količinama sumpor-dioksida (SO_2), ugljen-dioksida (CO_2), pepela i ukupnih produkata sagorevanja.

Tabela 1. Količine produkata sagorevanja kao posledica fizičkih gubitaka vode /4, 5, 6/

	jed. Mere	spec. težina	Toplane Srbije	„Energetika” DOO
Godišnja količina uglja	kg/god	γ kg/m ³	61500000	6809000
SO_2	nm ³ /kg		0.008	0.008
	nm ³ /god	2.8	492.000	54.472
	kg/god		1.377.600	152.522
CO_2	nm ³ /kg		0.6	0.6
	nm ³ /god	1.8	36.900.000	4.085.400
	kg/god		66.420.000	7.353.720
PEPEO	kg/kg		0.25	0.25
	kg/god		15.375.000	1.702.250
UKUPNO PRODUKATA SAGOREVANJA	nm ³ /kg		5	5
	nm ³ /god		307.500.000	34.045.000
	kg/god			

Ako bi se dao prikaz i količina azotovih oksida (NO_x), zatim prikaz ekoloških taksi, kao konkretni materijalni troškovi po osnovu Uredbe Vlade RS iz 2005 godine, bila bi upotpunjena veoma loša ekološka slika, koja proističe samo iz tabele 1.

6. TEHNIČKO REŠENJE PROBLEMA

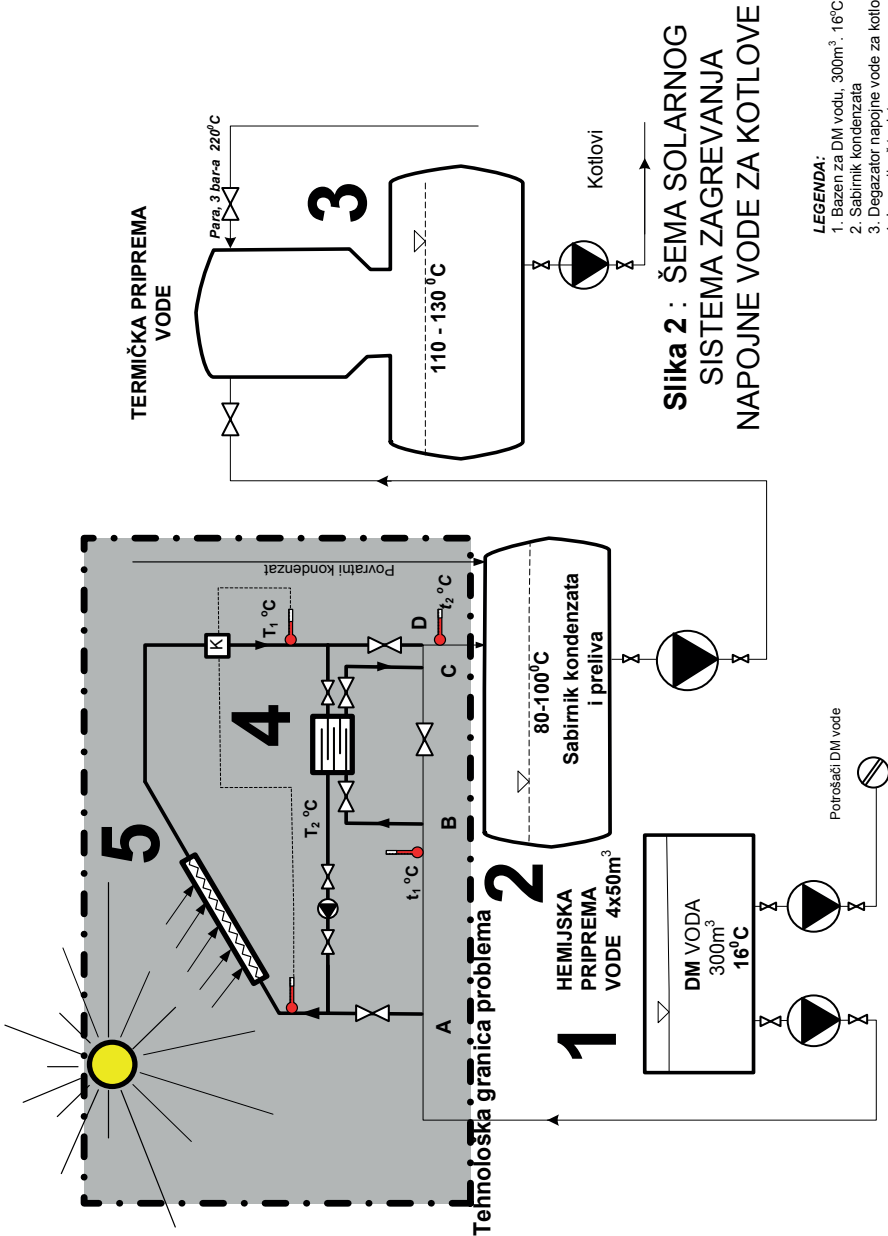
Predstavljeno je na slici 2. U postojećim sistemima napajanja kotlova, ovaj otvoreni ciklus počinje u Hemijskoj pripremi hladne vode (1). Ova voda se, sistemom pumpi, transportuje u Sabirnik kondenzata (2), gde se meša sa delom povratnog kondenzata i zagreva na višu temperaturu. Iz Sabirnika kondenzata, transport vode ide do Degazatora (3), gde se vrši finalna termička priprema vode na temperature između 110 i 130⁰C.

Ovo tehničko rešenje čini zagrevanje napojne vode, pre ulaska u Sabirnik kondenzata (2). Sa slike 2 se dá uočiti da solarna instalacija ima dve mogućnosti zagrevanja napojne vode. Direktnim prolazom kroz solarne kolektore, ili posredno zagrevanje preko pločastog izmenjivača toplote, zimi, zbog mogućnosti zamrzavanja instalacije.

Praktično ovo rešenje je analogno klasičnom zagrevanju vode, protočnim električnim bojlerima u kuhinjama. To za ovaj naš slučaj čini tehnološku inovaciju, jer

se solarni sistemi u praksi još ne koriste u industrijske svrhe i na principu otvorenih hidrauličkih sistema zagrevanja vode.

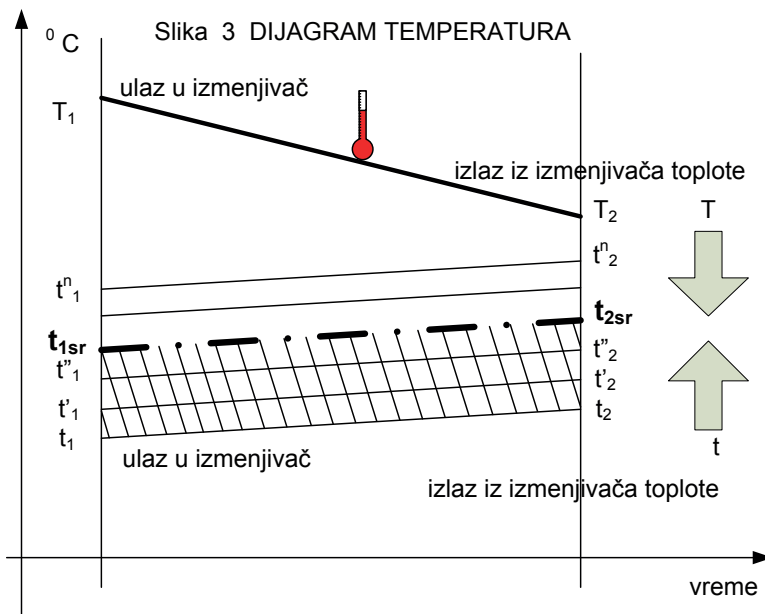
Stepen apsorpcije ovakvih solarnih sistema je veći od klasičnih zatvorenih.



m.a.ivošev, 2009.

Upoređenje energetske efikasnosti konvencijalnih solarnih sistema sa sistemom u ovom radu može se prikazati i slikom 3. Srednja logaritamska temperatura grejanog fluida kod klasičnih solarnih sistema povećava se, vremenom, od iznosa t_1-t_2 do $t_1^n-t_2^n$, zbog njenog zagrevanja. Smanjenje srednje logaritamske razlike između T_1-T_2 i t_1-t_2 , takođe se dešava tokom vremena, znači, ujedno smanjenje i energetske efikasnosti apsorpcije kolektora.

U slučaju otvorenih solarnih sistema parametri temperatura t_1 i t_2 ostaju konstantni, a takođe i srednja logaritamska temperaturna razlika između grejne i grejane vode ($t_{1sr}-t_{2sr}$).



8. ZAKLJUČAK

Velike tehnološke gubitke toplote, nastale kao posledica fizičkih gubitaka hemijski i termički pripremljene vode, za dopunu instalacija vrelovodnih i parnih kotlova, moguće je ublažiti ugradnjom instalacija za solarno zagrevanje ove vode. Ovakva šema korišćenja solarnih kolektora je izvesna novina, kako u teorijskoj oblasti tako i u praktičnom delu. Nije dovoljno istražena, ali je evidentno da je ovakva tehnološka šema korišćenja efikasnija od klasičnih.

Svi navodi ukazuju na mogućnost da se ovakva solarna postrojenja mogu uspešno koristiti u svim toplinama i termoelektanama. U osnovi svih dosadašnjih navoda, stoje ekonomski, energetski i ekološki aspekti opravdanosti njihove izgradnje i eksploatacije.

9. IZVORI INFORMACIJA

- /1/ Poslovno udruženje toplana Srbije („TOPS”), Pokazatelji daljinskog grejanja u toplanama članicama poslovnog udruženja „Toplane Srbije”, decembar, 2006. godina.
- /2/ Interni podaci „Energetike” DOO Kragujevac, 2008. godina
- /3/ Marin A. Ivošev, Upravljanje energetske sistemima na čvrsta goriva promenljivog kvaliteta uz ekološka ograničenja, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, NOVI SAD, 2005.
- /4/ Miloš Gulič, Metode termičkog proračuna ložišta kotla, Nolit, Beograd 1986.
- /5/ ***JUS M. E 6.110 – granične vrednosti emisija produkata sagorevanja
- /6/ Marin A. Ivošev, „Ekološki aspekti sagorevanja energenata na primeru Zastava energetike”, Magistarski rad, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2000. godina

SOLAR SYSTEMS IN DHCs AND POWER PLANTS

ABSTRACT:

Area of this paper contents concrete examples of *energy, environmental and economic* improvement of (un)efficiency of industrial plants. It could be achieved by using Sun energy for heating of feeding water for hot water and steam boilers.

Base of *the problem*, at which this paper indicates, represents huge technological water loses in Serbia's DHCs and necessary costs for compensation of physical and thermal loses.

Base of *solution* for this problem, represents following questions: (1) how much physical and thermal loses in Serbia's DHCs are, (2) what are theoretical and practical basic solutions for reduction of thermal loses by installment of solar systems, (3) what this technological innovation make different than other solar systems, (4) what are technical possibilities for construction of these kind of solar systems, (5) how much this kind of plants improves total efficiency of system, (6) which is environmental effect of this innovation and (7) where practically could be used this technological innovation.

Concrete possibilities for realization of this kind of plants, and calculation of energy, environmental and economic effects, for 2008, are given on „ENERGETIKA” DOO Kragujevac example.

Keywords: *Solar energy, energy and environmental efficiency, Serbian DHCs*

