

ISSN br. 0354-8651



List Saveza energetičara  
Broj 3-4 / Godina XI / Mart 2009.  
UDC 620.9

# energija

■ ekonomija ■ ekologija



# ENERGETIKA 2009

# Uticaj snižavanja temperature vode u sekundarnom toku na smanjenje potrošnje energije u sistemu centralnog grejanja – analiza eksperimentalnih rezultata dobijenih u mernoj zgradi

## 1 Uvod

Analize potrošnje energije u Nemačkoj su pokazale da se oko 40% primarne energije troši za zagrevanje objekata [1]. Najveći sistemi u kojima se troši ova energija, sistemi daljinskog grejanja poznati su u praksi još od kraja devetnaestog veka. Njihove prednosti u odnosu na druge sisteme grejanja, uticale su da oni budu praktično dominantni vid zagrevanja objekata u većini evropskih zemalja. Visoki stepeni efikasnosti postrojenja, centralizovano skladištenje goriva, optimizacija sistema, povoljni ekonomski i ekološki aspekti, dobre su strane sistema daljinskog grejanja. Sa razvojem gasne mreži i manji sistemi centralnog grejanja postaju vrlo efikasni i ekonomični, deleći mnoge dobre karakteristike sa sistemima centralnog grejanja. Sa druge strane, ključni nedostaci sistema daljinskog grejanja su visoki investicioni troškovi, funkcionisanje u prelaznim režimima i transportni gubici toplotne energije. Različitim metodama optimizacije daljinskih sistema grejanja teži se da se uticaji opisanih nedostataka svedu na minimum [2-10].

Sa druge strane da bi se smanjili transportni gubici energije u sistemima centralnog (daljinskog) grejanja sve više se pribegava niskotemperaturnom grejanju, gde temperature u razvodnim vodovima ne prelaze 55-60°C, [1]. Opisani sistemi podrazumevaju kvalitetno izolovane savremene objekte, koji imaju niske zahteve za toplotnom energijom (80-120 kWh/m<sup>2</sup>god).

Teorijske analize uštede toplotne energije pri transportu grejnog fluida u primarnom i sekundarnom vodu sistema daljinskog grejanja, pokazale

## Rezime

*Smanjenjem temperature vode u toplovodu, primarnom i sekundarnom, značajno se mogu smanjiti gubici pri transportu toplotne energije. Ukoliko su energetske zahteve potrošača na istom nivou, definisani efekti se mogu postići uvećanjem grejnih tela u prostorijama, čime bi se obezbedilo da se identična količina toplote razmenjuje na nižoj srednjoj temperaturi grejne vode. U okviru rada na projektu NPEE243001, u odabranoj i prethodno pripremljenoj zgradi sa 14 prostorija, izvršeno je merenje potrošnje toplotne energije i svih potrebnih parametara u dve grejne sezone. U prvoj sezoni, zgrada je grejana postojećim radijatorima, a u narednoj sezoni toplotni učinak radijatora je uvećan za prosečno 16%, čime je postignuto smanjenje srednje temperature vode u sekundarnom cevovodu od 3 do 4°C. Efekti smanjenja gubitaka pri transportu toplotne energije su bili prosečno 4 W/m u sekundarnom i 0,8 do 1,6 W/m u primarnom cevovodu.*

## Influence of temperature decreasing of secondary water flow on reduction of energy consumption in district heating system – Analyses of experimental data obtained in the pilot building

*Heat transport losses of district heating system can be significantly reduced by temperature decreasing of primary and secondary water flow. If the building demands of energy consumption are on the same level, described effect could be achieved by increasing of radiator area in rooms. In the frame of the project NPEE243001 activities, the measurement of energy consumption and all additional parameters was made in the prepared pilot building including 14 rooms. During first heating season, the pilot building was heated by existing radiators capacity but in next heating season by 16% increased radiators capacity. On that way the reduction of secondary water flow temperature was achieved from 3 to 4°C. Effects of the reduction of heat transport losses were about 4 W/m in secondary and 0,8 to 1,6 W/m in primary pipe network.*

su mogućnost značajnih ušteda snižavanjem temperature vode, pri istim energetske zahtevima grejanih objekata [11]. U okviru realizacije projekta NPEE243001, u sklopu pilot zgrade sa 14 prostorija, u dve grejne sezone, merenjima su potvrđeni rezultati dobijeni u [11].

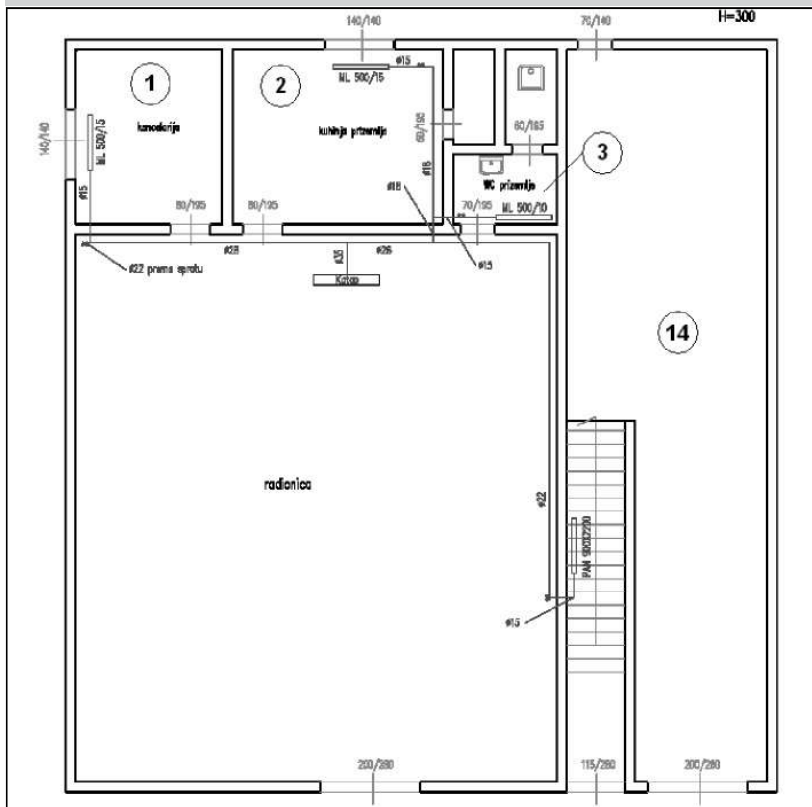
## 2 Karakteristike pilot zgrade

S obzirom na predviđene aktivnosti, bilo je od posebnog značaja izabrati mernu zgradu, pogodnu za sprovođenje istih.

Zgrada je trebalo da zadovolji sledeće zahteve:

1. Zgrada ne treba da bude velikih dimenzija, zbog predviđene zamene svih radijatora u njoj, neposredno pre naredne grejne sezone.
2. Potrebno je obezbediti slobodan, svakodnevni pristup u sve grejane prostorije i kotlarnicu-podstanicu zgrade.
3. Potrebno je izabrati zgradu sa ugrađenim meračima potrošnje

Slika 1 Prizemlje merne zgrade



toplote energije u kotlarnici-podstanci ili sa pogodnostima da se ugrade nedostajući merači.

- 4 Sve potrebne dimenzije i karakteristike omotača zgrade treba da su dostupne.
5. Potrebno je iznaći mogućnost kontrole temperature odlazne sekundarne vode iz kotlarnice-podstanice zgrade.

Nabrojani zahtevi nisu bili lako ostvarivi i očigledno je bilo da će se teško naći stambena zgrada sa više nezavisnih vlasnika stanova, koja će odgovoriti potrebama realizacije projekta. Teško je bilo zamisliti, svakodnevnim pristup svim privatnim stanovima i druge godine zamenu postojećih radijatora. Problem je rešen tako što je izabrana zgrada, upravna zgrada, firme CINI, Čačak.

Odabrana merna (pilot) zgrada sadrži 14 prostorija, u dva nivoa (prizemlje i prvi sprat), a što je prikazano na slikama 1 i 2. U negrejanom prostoru u prizemlju se nalazi električni kotao snage 24 kW, kojim se greje zgrada, a na kome je ugrađeno električno brojilo (slika 3), što je omogućavalo precizno merenje utrošene električne odnosno toplotne energije. Dalje su merene ulazne i izlazne temperature vode iz kotla, kao i temperature vazduha u pet prostorija na spratu, što je prikazano na slici 2 (slovo T u kvadratu). Takođe je merena spoljna temperatura u neposrednoj blizini zgrade.

Za mernu zgradu je izvršen proračun energetskih zahteva u grejnom periodu, koji je pokazao da je kotao od 24 kW u mogućnosti da obezbedi propisane temperature u prostorijama (20°C) samo do spoljne temperature od 1°C (SPT). Za niže SPT, temperature u prostorijama su bile niže od propisanih.

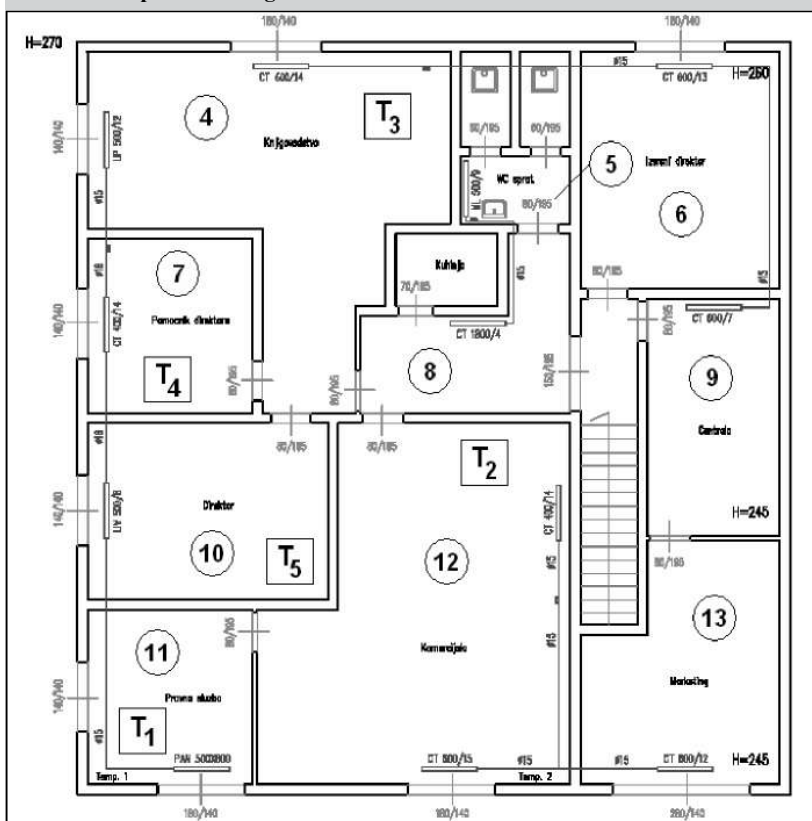
Više informacija o mernoj zgradi, mernoj opremi i sprovedenim proračunima se može naći u godišnjim izveštajima projekta NPEE243001.

### 3 Merenje u pilot zgradi tokom prve i druge grejne sezone

U toku prve grejne sezone (2006/07.), u mernoj (pilot) zgradi vršena su svakodnevna merenja potrošnje toplotne energije, temperature vode, spoljnog i vazduha u prostorijama, počev od 01.12. pa do 05.04. naredne godine. Sva merenja su sprovedena prema prethodno utvrđenoj proceduri i sačinjenom formularu. Na slici 4 je prikazan jedan od karakterističnih dijagrama, formiran na osnovu dobijenih mernih podataka, tokom prve grejne sezone.

Sa slike 4 se može videti da značajniji porasti spoljne temperature snažno utiču

Slika 2 Prvi sprat merne zgrade



Legenda uz slike 1 i 2 - 1. Kancelarija – prizemlje; 2. Kuhinja – prizemlje; 3. WC – prizemlje; 4. Knjigovodstvo; 5. WC – I sprat; 6. Izvršni direktor; 7. Pomoćnik direktora; 8. Pretkancelarijski prostor; 9. Centrala; 10. Direktor; 11. Pravna služba; 12. Komercijala; 13. Marketing; 14. Radionica – 1

**Slika 3** Grejna instalacija sa mernom opremom instaliranoj na kotlu u mernoj zgradi

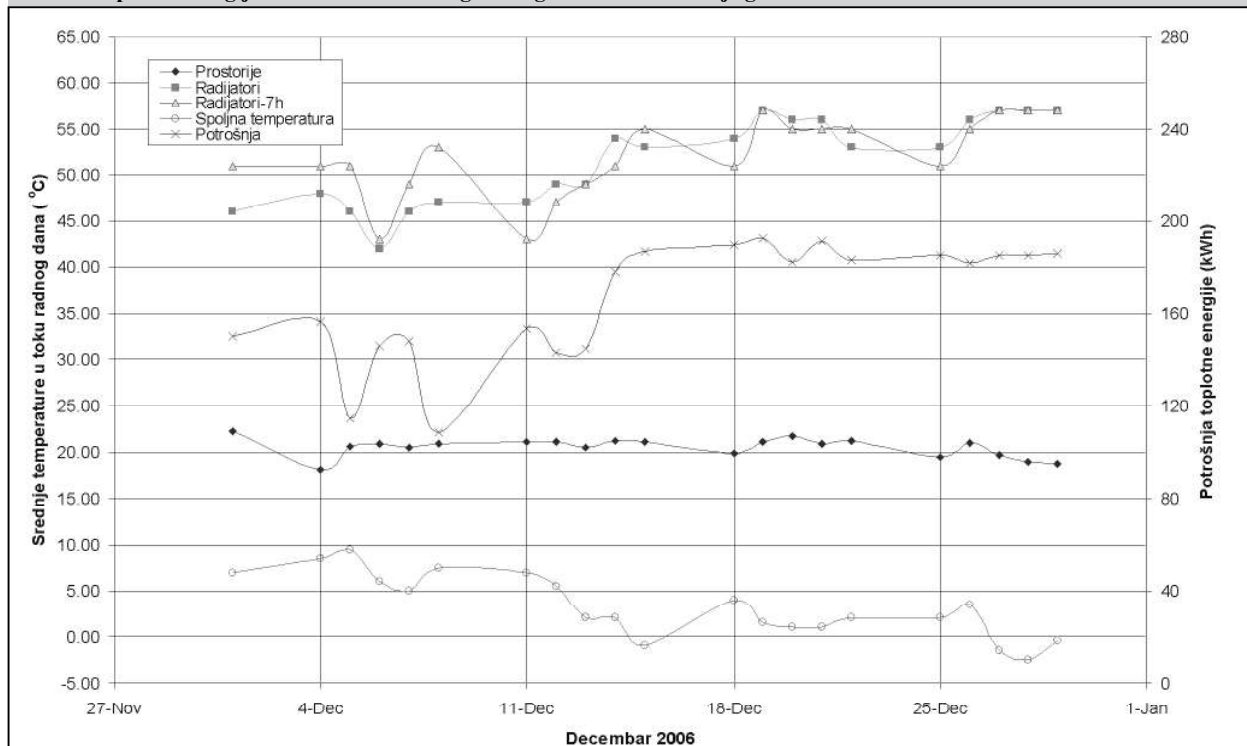


lamelasti). Zbog lakšeg sprovođenja ugradnje i kasnijeg merenja, odlučeno je da svi novi radijatori za ugradnju budu istog tipa i modela i to CINI KOMPAKT tip 600 (Toplotni učinak rebra=174,5 W). U tabeli 1 je dat realizovani plan zamene radijatora po prostorijama (veza sa slikama 1 i 2).

Jasno da zbog malog broja rebara novih radijatora, nije se moglo tačno podesiti da uvećanje toplotnog učinka radijatora bude 20%. Kako su radijatori u dva toaleta na prvom i drugom spratu merne zgrade bili značajno predimenzionisani, oni nisu menjani, kako se to iz tabele 1 vidi. Sa druge strane, ogromni panelni radijator u radionici (prostorija 14), nije mogao biti zamenjen zbog nedostatka prostora i specifičnosti ugradnje.

Ukupno ostvareno uvećanje toplotnog učinka radijatora u mernoj zgradi iznosi 16,5 %, što se takode može videti iz tabele 1.

**Slika 4** Promene srednje spoljne i unutrašnje temperature, temperature u radijatorima (srednje i u 7:00), kao i potrošnje toplotne energije u toku osmočasovnog radnog vremena u mernoj zgradi za mesec decembar 2006.



na smanjenje potrošnje energije, pošto je kotao radio u on-off režimu, prema zadatoj izlaznoj temperaturi vode iz kotla. U slučajevima niskih spoljnih temperatura (oko 0°C i niže), kotao je većinom radio neprekidno, što se odražavalo na uglavnom ujednačenu potrošnju toplotne energije. Ova činjenica je bila od posebnog značaja pred narednu grejnu sezonu.

Po završenoj grejnoj sezoni pristupilo

se zameni radijatora. Prema planu zamene radijatora u mernoj zgradi, bilo je potrebno demontirati stare radijatore i postaviti nove koji bi imali prosečno 20% veći toplotni učinak od postojećih.

Prethodno postavljeni radijatori u mernoj zgradi bili su različitih tipova, od različitih materijala, od različitih proizvođača i različitih toplotnih učinaka (od čeličnog liva, čelični, aluminijumski, panelni, rebrasti,

Po zameni radijatora u pilot zgradi, u grejnoj sezoni 2007/08. su izvršena merenja istih parametara, po identičnoj proceduri kao i prethodne grejne sezone, u istom periodu (od 01.12. do 05.04.).

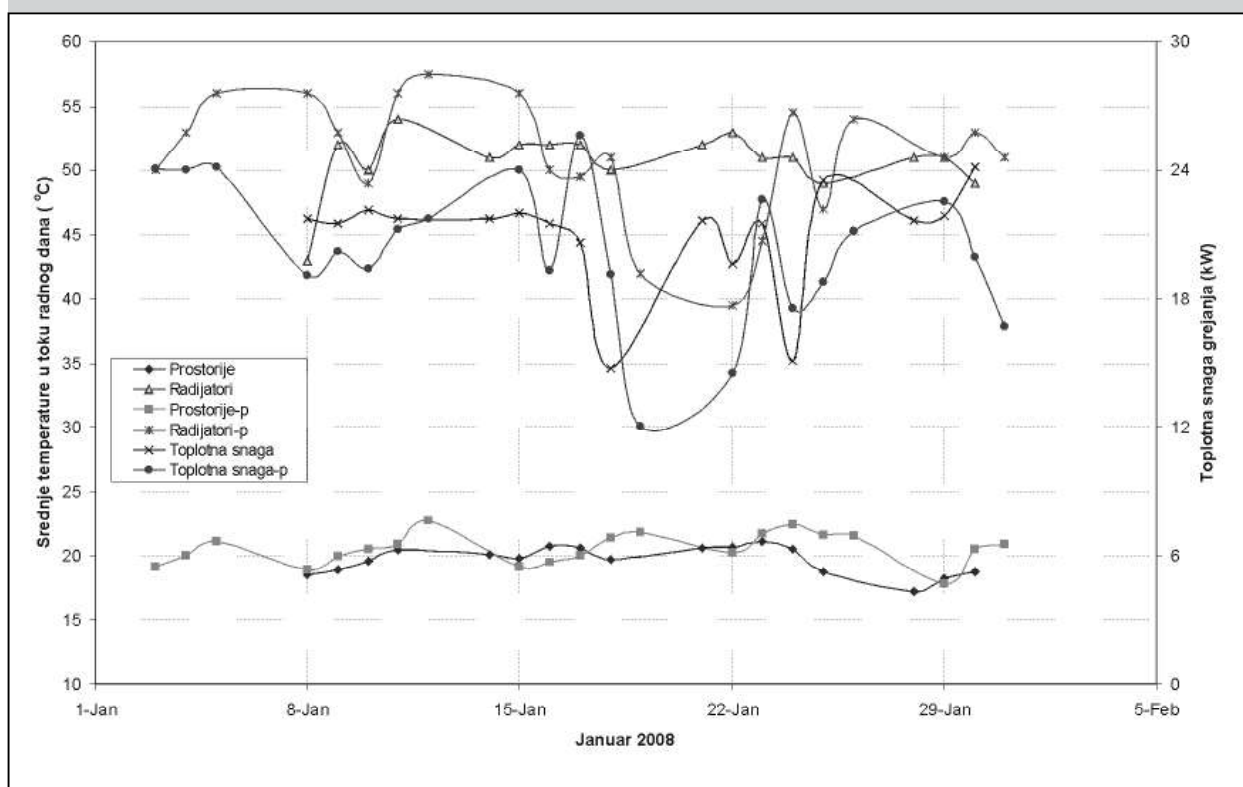
4 Analiza dobijenih rezultata i efekti zamene radijatora u pilot zgradi  
Na slici 5 su prikazani uporedni rezultati za mesec januar i to: srednje temperature u prostorijama, srednje

Tabela 1 Plan zamene radijatora u mernoj zgradi

CINI zgrada	Q Irebro	B.rebara	Qstr(W)	B.rebara (novo st.)	Q (novo st.) +20% (W)	Q novo st. (W) + uvećanje (%)
Prostorija 1	145	15	2175	15	2610	2617,5 (20,3)
Prostorija 2	145	15	2175	15	2610	2617,5 (20,3)
Prostorija 3	145	10	1450	neizmenjeno	1450	1450 (0)
Prostorija 4 rad 1	176	14	2464	17	2957	2966,5 (20,4)
Prostorija 4 rad 2	129	12	1548	11	1858	1919,5 (24)
Prostorija 5	145	9	1305	neizmenjeno	1305	1305 (0)
Prostorija 6	176	13	2288	16	2746	2792 (22)
Prostorija 7	131	14	1834	13	2201	2268,5 (23,7)
Prostorija 8	432	4	1728	13	2074	2268,5 (31,3)
Prostorija 9	176	7	1232	9	1478	1570,5 (27,5)
Prostorija 10	160	8	1280	9	1536	1570,5 (22,7)
Prostorija 11	1552	1	1552	11	1862	1919,5 (23,7)
Prostorija 12 rad 1	131	14	1834	13	2201	2268,5 (23,7)
Prostorija 12 rad 2	176	15	2640	18	3168	3141 (19)
Prostorija 13	176	12	2112	15	2534	2617,5 (23,9)
Prostorija 14	6732	1	6732	neizmenjeno	6732	6732 (0)
Ukupno prizemlje			12532		13402	13417 (7,1)
Ukupno I sprat			21817		25920	26606,5 (22)
Ukupno			34349		39322	40023,5 (16,5)

temperature u radijatorima i srednje toplotne snage za grejnu sezonu 2007. (Prostorije-p, Radijatori-p, Toplotna snaga-p) i 2008. (Prostorije, Radijatori, Toplotna snaga). Za uporedne analize interesantna je prva trećina dva januara, jer su tada spoljne temperature bili dovoljno niske, pa je kotao radio u neprekidnom režimu. U definisanom periodu unutrašnje temperature su bili približno iste, a toplotne snage kotla varirale u obe sezone oko vrednosti od 22 kW. Za ostatak januara, primetno je da kotao radi u isprekidanom (on-off) režimu

Slika 5 Uporedni rezultati za mesec januar, za grejne sezone 2007. i 2008.



i da je poređenje teško izvodljivo. Za najinteresantiji period dva januara, srednja temperatura vode u radiatorima sezone 2008. je bila značajno manja od prethodne i to za prosečno 4°C. Jasno je da se podaci menjaju, kao i spoljne temperature iz dana u dan pa je poređenje rezultata bez filtriranja podataka otežano i u slučaju meseci koji su najpovoljniji za uporednu analizu.

Prema dobijenim mernim podacima, osim kraćih perioda, nije se moglo sa dovoljnom tačnošću pratiti kretanje temperatura vode u radiatorima metodom preklapanja, uz uslov da su ostali uporedni parametri na približno istom nivou (snaga kotla i temperature u prostorijama). Pristupilo se analizi dobijenih rezultata korišćenjem selektovanih (filtriranih) podataka. Izdavanjem mernih tačaka, kada je srednja snaga kotla u toku grejnog dana bila na približnom maksimumu (neprekidni rad kotla), u tri najhladnija meseca, decembru, januaru i februaru, u dve grejne sezone, dobijeni su podaci pogodni za razmatranje.

U tabeli 2 i na slici 6 prikazani su selektovani podaci za dve grejne sezone, kada se srednja snaga kotla ( $Q_k$ ), tokom grejnog dana, kretala u opsegu od 20 do 23 kW.

Tabela 2 Selektovani merni podaci za srednju angažovanu snagu kotla između 20 kW i 23 kW

Slika 6 Selektovani, uporedni merni podaci ( $20 < Q_k < 23$  kW), za dve definisane grejne sezone

Sa ovako selektovanim podacima (uporednih 14 mernih tačaka), dolazi se do podatka da je prosečno sniženje srednje temperature vode u radiatorima bilo za 3,8°C.

Razlike između prosečnih toplotnih snaga kotla sada nema, a razlika srednjih unutrašnjih temperatura postoji i iznosi 1,0°C. Toplotna snaga kotla približno iznosi (zanemarivanje gubitaka):

$$Q_k = A_r K_r (t_{ksr} - t_{usr}) \quad (1)$$

gde su:  $Q_k$  (W) prosečna snaga kotla,  $A_r$  ( $m^2$ ) površina radijatora,  $K_r$  (W/ $m^2K$ ) koeficijent prolaza toplote radijatora,  $t_{ksr}$  (°C) srednja temperatura vode u radiatorima i  $t_{usr}$  (°C) srednja unutrašnja temperatura.

Dakle, još jedno približenje realnim efektima uvećanja površine radijatora bi se dobilo kada bi se razlika unutrašnjih temperatura dveju posmatranih grejnih sezona oduzela od razlike temperatura vode u radiatorima ( $\Delta t_{ksr} = \Delta t_{usr} - \Delta t_{usr} = 3,8 - 1 = 2,8^\circ C$ ). Ako izvršimo uprošćenju pretpostavku da 16%

uvećanja površine radijatora izaziva 16% smanjenja razlike temperatura voda-prostorije, a prema jednačini (1), došlo bi se do iznosa od  $\Delta t_{ksr} = (t_{ksr} - t_{usr}) 0,16 = (50 - 20) 0,16 = 4,8^\circ C$ .

Objašnjenje za razliku između eksperimentalno dobijenog sniženja temperature (2,8°C) i teorijskog, uprošćenog (4,8°C) se može naći u sledećem:

- U suštini radijatorska tela nisu jedine površine sa kojih se odaje toplota prostorijama. Neizolovana instalacija sekundarne mreže u prostorijama (grejanim i negrejanim), takođe odaje odrađenu količinu toplote. Kako cevna instalacija nije menjana ukupni procenat uvećanja veličine  $A_r$  u jednačini (1) je manji od 16%.

- U okviru pilot zgrade postoji radionica (prostorija 14, slika 1), koja je relativno velikih dimenzija, a u kojoj su, zbog stalnog otvaranja velikih metalnih vrata, infiltracioni gubici veoma veliki i teško predvidljivi (dnevni i mesečni).

- Uvećanjem površine radijatora, ne uvećava se linearno i toplotna snaga koju odaju. Zbog graničnih efekata razmene toplote, radijatori sa manjim brojem rebara uvek odaju veću toplotnu snagu, nego što bi se proračunom dobilo (množenje toplotnog učinka po rebro sa njihovim brojem). Prema rečenom, realni efekti uvećanja površine radijatora su nešto manji od proračunskih.

Ukoliko se pretpostavi razlika temperatura vode u sekundarnom cevovodu i vazduha u negrejanim prostorijama kao 55-10=45°C i ako se usvoji postignuto smanjenje srednje temperature vode od 2,8°C, to iznosi približno 6% od definisane razlike. Ako su ostali faktori razmene toplote u negrejanim prostorijama nepromenjeni (koeficijenti prolaza toplote, površine odavanja), to znači smanjenje transportnih gubitaka u sekundaru za 6%. Ako oni iznose kao u slučaju merne zgrade oko 1,5 W/mK (neizolovane cev, prečnika 50 mm), uštede iznose oko 4 W/m. U zavisnosti od dužine sekundarnog cevovoda u negrejanim prostorijama i njegovog stanja (izolovan, neizolovan), definisane uštede u apsolutnom iznosu mogu biti veće ili manje.

Što se primarnog cevovoda tiče, smanjenje srednje temperature u sekundaru za 2,8°C, izaziva isto smanjenje srednje temperature u primaru. Smatra se da su primar i sekundar povezani razmenjivačem toplote. Kako su protoci u primarnom vodu podstanice redovno manji od onih u sekundarnom toku, i kako su samim

tim padovi temperatura u primarnom vodu značajno veći, pad temperature od 2,8°C u sekundarnom toku izazvaće i veći prosečni pad srednje temperature u primarnom toku (logaritamska razlika temperatura). Gubici u primarnom (i sekundarnom) cevovodu  $Q_{gc}$  (W) se jednostavno izračunavaju kao:

$$Q_{gc} = L_c K_c (t_{wc} - t_{vc}) \quad (3)$$

gde su:  $L_c$  (m) dužina cevovoda,  $K_c$  (W/mK) koeficijent prolaza toplote po metru dužnom cevovoda,  $t_{wc}$  (°C) srednja temperatura vode u cevovodu i  $t_{vc}$  (°C) srednja temperatura vazduha u kanalu cevovoda (jednačina je drugačija ako se radi o predizolovanim cevima postavljenim direktno u zemlju). Ukoliko se definisana srednja razlika temperatura usvoji kao  $t_{wc} - t_{vc} = 80 - 10 = 70^\circ C$ , ušteda na transportnim toplotnim gubicima u primaru, pri ostvarenom sniženju temperature u primaru, iznosi 4%. U realnim varijantama ona bi mogla da se kreće od 3,5 do 4,5%. Ukoliko se realni gubici na primarnom cevovodu kreću od 20 do 40 W/m, ostvarene uštede iznose od 0,8 do 1,6 W/m.

## 5 Zaključak

Posle dve godine realizacije projekta, rekonstrukcija, merenja i analiza, došlo se do najvažnijeg efekta sprovedenih aktivnosti. Realno smanjenje srednje temperature vode u radiatorima uvećanjem njihove površine za 16% je postignuto i ono iznosi 2,8°C. U realnim uslovima, efekti ušteda se kreću od 4 W/m na neizolovanom sekundarnom cevovodu, do 0,8-1,6 W/m na izolovanom primarnom cevovodu.

U zavisnosti od cene energije i cene investicije zamene radijatora ili njihovog startnog uvećanja, ukoliko se radi o novim objektima, može se odrediti vreme isplativosti planiranih izmena.

## 6 Literatura

- [1] RECKNAGEL, H., SPRENGER, E., HÖNNMANN, W., *Grejanje i klimatizacija*, šesto izmenjeno i dopunjeno izdanje, Interklima, Vrnjačka Banja (2004).
- [2] ADAMO, I., CAMMARATA, G., FICHERA, A., MARLETTA, L., Improvement of a district network through thermoeconomic approach, *Renewable Energy* 10 (2-3) (1997) 213-216.
- [3] BAKER, D.K., SHERIF, S.A., Heat transfer optimization of a district

heating system using search methods, *International Journal of Energy Research*, 21 (1997) 233–252.

- [3] BENONYSSON, A., BOHN, B., RAVN, H.F., Operational optimization in a district heating system, *Energy Conversion Management* 36 (5) (1995) 297–314.
- [4] BOHN, B., On transient heat losses from buried district heating pipes, *International Journal of Energy Research* 24 (2000) 1311–1334. 2163–2173.
- [5] BOJIC, M., TRIFUNOVIC, N., GUSTAFSSON, S.I., Mixed 0–1 sequential linear programming optimization of heat distribution in a district-heating system, *Energy Building* 32 (2000) 309–317.
- [6] ÇOMAKLI, K., YÜKSEL, B., ÇOMAKLI, Ö., Evaluation of energy and exergy losses in district heating network, *Applied Thermal Engineering* 24 (2004) 1009–1017.
- [7] GUSTAVSSON, L., District heating systems and energy conservation, *Energy* 19 (1) (1994) 81–91.
- [8] MADSEN, H., SEJLING, K., SØGAARD, H.T., PALSSON, O.P., On flow and supply temperature control in district heating systems, *Heat Recovery Systems CHP* 14 (6) (1994) 613–620.
- [9] NIELSEN, H. A., MADSEN, H., Modelling the heat consumption in district heating systems using a grey-box approach, *Energy and Buildings* 38 (2006) 63–71.
- [10] Radivojević, P., Lukić, N., Uticaj sniženja temperature grejnog fluida sistema centralnog grejanja na potrošnju energije, 39 kongres KGH, Zbornik radova, Beograd, 2008., st.382-391.

## Solarne elektrane –energetska budućnost

### Rezime

*U radu su dati solarni sistemi za proizvodnju električne energije*

*Ulaganje u solarne ćelije namenjene dobijanju struje kod nas se i dalje ne isplate. Jeste da im je rok trajanja nekih 100 godina, ali uz sadašnju cenu struje isplatile bi se tek za oko 30 godina.*

*Sa druge strane investicije u kolektore za dobijanje tople vode su daleko manje, a i daleko isplativije.*

**Ključne reči:** Sunce, solarni sistemi, energija, kolektori.

### Uvod

Sve više i više građana shvata da njihovi troškovi za grejanje mogu biti smanjeni uz pomoć solarne energije, istakao je direktor BSW Karsten Kernig. Profesor Joahim Luter, iz prestižnog i instituta za solarne energetske sisteme Graunhofer, ukazuje, međutim, da je solarna industrija sada “u stepenu razvoja u kojem je bila industrija automobila oko 1920. godine”. Cena jednog kWh solarne struje mogla bi da do 2020. godine opadne za 0,23 evra dok bi privatni potrošači morali da plate 0,28 evra po kWh konvencionalne struje, prognozirala je fondacija “Fridrih Ebert”. “Obnovljivi izvori energije biće na duži rok osnova za održive globalne isporuke energije”, smatra profesor Luter.

Sunce kao fuzioni reaktor svake sekunde pretvori oko 600 miliona tona hidrogena u helijum pri čemu oslobodi ogromnu količinu energije koju pošalje u Svemir u vidu elektromagnetnog, svetlosnog, toplotnog, rentgenskog i drugih vidova zračenja. Od ukupno  $3,8 \times 10^{26}$  W energije koju Sunce zrači u kosmos, Zemlja primi  $1,7 \times 10^{17}$  W.

Kod svih proračuna solarnih kolektora, Sunčeva energija, se mora posmatrati kroz tri njene komponente zračenja i to:

1. direktno,
2. raspršeno i
3. reflektovano zračenje.

Toplotni solarni kolektori (TSK) su uređaji koji sakupljaju sunčevu energiju i pretvaraju je u toplotnu.

Postoje tri vrste TSK:

1. Ravni solarni kolektori \
2. Selektivni solarni kolektori
3. Koncentrirajući solarni kolektori

Tehnološki sistem koji koristi energiju sunca i u nekoliko faza je pretvara u električnu energiju zove se solarna elektrana.

### O energiji Sunca

Od ukupno  $3,8 \times 10^{26}$  W energije koju Sunce zrači u kosmos, Zemlja primi  $1,7 \times 10^{17}$  W. Oko 30% primljene energije Zemlja reflektuje nazad u kosmos, oko 47% zadrži kao u toplotu, oko 23% ide na proces kruženja vode u prirodi dok se ostatak „potroši“ na fotosintezu.

Različiti su interesi za eksploataciju sunčeve energije. U hladnijim krajevima ona se koristi za grejanje prostora i dobijanje tople vode te dobijanje električne energije, a u toplijim krajevima (osunčanim) za rashlađivanje prostorija, dobijanje električne energije, hidrogena.