

ANALIZA RADA RAZLIČITIH HIBRIDNIH SOLARNIH PRIJEMNIKA NA GODIŠNJEM NIVOU

Bojić, M., Blagojević, M., Janković, R.¹

SAŽETAK:

Simuliran je na godišnjem nivou rad četiri hibridna ravna solarna prijemnika različitih konstrukcija korišćenjem specijalno razvijenog softvera. Njihov rad se pratio zavisno od promene sledećih konstrukcijskih parametara: 1) koeficijenta apsorpcije hibridnog solarnog prijemnika; 2) koeficijenta efikasnosti fotoćelijskog panela; 3) ugla nagiba hibridnog solarnog prijemnika. Analiza rezultata pokazuje da se najviše korisne toplote dobija pomoću hibridnog solarnog prijemnika sa jednim staklom i fotoćelijskim panelom na apsorberu, dok se najviše električne energije dobija pomoću hibridnog solarnog prijemnika sa providnim fotoćelijama na njegovom pokrивnom staklu.

Ključne reči: *hibridni solarni prijemnik, električna energija, korisna toplota*

1. UVOD

Hibridni solarni prijemnik uobičajno se sastoji (prikazan na slici 1) iz staklene obloge (1), fotoćelijskih (PV) panela (2), apsorbera (3), cevi kroz koje protiče voda koja se zagreva (4) i izolacije (5). Ovaj prijemnik je sastavni deo instalacije koja radi na sledeći način (slika 2). Sunčevi zraci prolaze kroz staklenu oblogu solarnog prijemnika (1) i padaju na fotoćelijski panel koji je postavljen na apsorberskoj ploči. Jedan deo energije sunčevog zračenja se

¹ Dr Milorad Bojić, redovni profesor, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Email: bojic@kg.ac.yu; mr Mirko Blagojević, asistent, Mašinski fakultet u Kragujevcu, mirkob@kg.ac.yu; Ratko Janković, saradnik, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Email: bojic@kg.ac.yu.

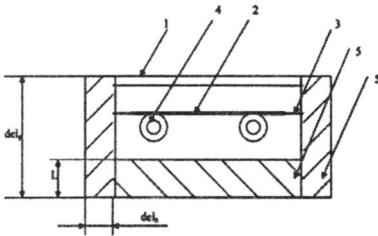
pretvara u električnu energiju, dok se drugi deo troši na zagrevanje vode. Na apsorberskoj ploči su zavarene cevi kroz koje protiče voda. Apсорberska ploča predaje toplotu cevima, a cevi vodi. Ova voda izlazi iz prijemnika i dovodi se bojleru (3) gde greje potrošnu vodu pomoću spiralnog grejača (2). Iz spiralnog grejača voda se vraća u solarni prijemnik gde se obnavlja proces zagrevanja te vode. Ukoliko spiralni grejač nije zagrejao potrošnu vodu na željenu temperaturu, ona se dogreva pomoću električnog grejača (4) koji se nalazi u sklopu ove instalacije.

U okviru ovog rada prikazani su rezultati simulacije rada četiri hibridna ravna solarna prijemnika različitih konstrukcija korišćenjem specijalno razvijenog softvera /1/ koji se bazira na energetskejoj jednačini:

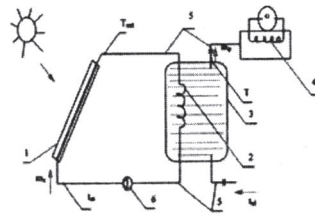
$$Q_u = Q_{zra} - Q_{gub} - Q_{el} \quad (1)$$

koja za važi za stacionaran proces i drugim jednačinama iz /2, 3/. Ovde je:

Q_u – raspoloživa energija solarnog zračenja za zagrevanje vode u kolektoru,



Slika 1: Šematski prikaz hibridnog solarnog prijemnika



Slika 2: Instalacija za zagrevanje potrošne vode

Q_{zra} – ukupna energija solarnog zračenja koju apsorbuje kolektor,
 Q_{gub} – gubici energije sa kolektora prema okolini usled konvekcije, zračenja i kondukcije,
 Q_{el} – električna energija koja nastaje u fotonaponskim ćelijama.

2. ANALIZA RADA HIBRIDNIH SOLARNIH PRIJEMNIKA

U okviru ovog rada izvršena je analiza rada četiri hibridna ravna solarna prijemnika različitih konstrukcija označenih kao PV/ $T_{N=1}$, PV/ $T_{N=0}$, PV/ $T_{N=PV}$, i PV/ $T_{N=S,PV}$.

Hibridni ravni solarni prijemnik PV/ $T_{N=1}$ ima PV-panel je postavljen na ploči apsorbera i staklenu oblogu na nekom rastojanju iznad panela. Hibridni ravni solarni prijemnik PV/ $T_{N=0}$ ima PV-panel je postavljen na ploči apsorbera ali nema staklenih obloga iznad panela. Hibridni ravni solarni prijemnik PV/ $T_{N=PV}$ ima jednu staklenu oblogu na kojoj su postavljene PV-ćelije. Hibridni ravni solarni prijemnik PV/ $T_{N=S,PV}$ ima providni PV-panel koji je postavljen na nekom

rastojanju iznad apsorbera, i staklenu oblog koja je postavljena na nekom rastojanju iznad panela.

Tabela 1: Parametri hibridnih ravnih solarnih prijemnika

Površina prijemnika (m ²)	2
Keficijent emisije fotoćelijskog panela (-)	0,90
Koeficijent emisije ploče apsorbera (-)	0,90
Koeficijent emisije stakla (-)	0,88
Koeficijent kondukcije za toplotnu izolaciju (W/mK)	0,023
Debljina toplotne izolacije (mm)	50
Referentna temperatura fotoćelijskih panela (°C)	25
Koeficijent apsorpcije fotoćelijskog panela (-)	0,92
Koeficijent apsorpcije ploče apsorbera (-)	0,92
Temperaturski koeficijent fotoćelijskog panela (%°C)	0,40
Efikasnost fotoćelijskog panela (-)	0,10

Rad prijemnika se pratio u zavisnosti od: koeficijenta apsorpcije, efikasnosti fotoćelijskog panela i ugla nagiba hibridnog ravnog solarnog prijemnika.

Kod hibridnih ravnih solarnih prijemnika kod kojih je fotoćelijski panel postavljen na ploču apsorbera ($PV/T_{N=0}$, $PV/T_{N=1}$) koeficijent apsorpcije se odnosi na fotoćelijski panel, dok se kod hibridnih ravnih solarnih prijemnika kod kojih fotoćelijski panel nije postavljen na ploču apsorbera ($PV/T_{N=P}$ i $PV/T_{N=S,P}$) se odnosi na ploču apsorbera.

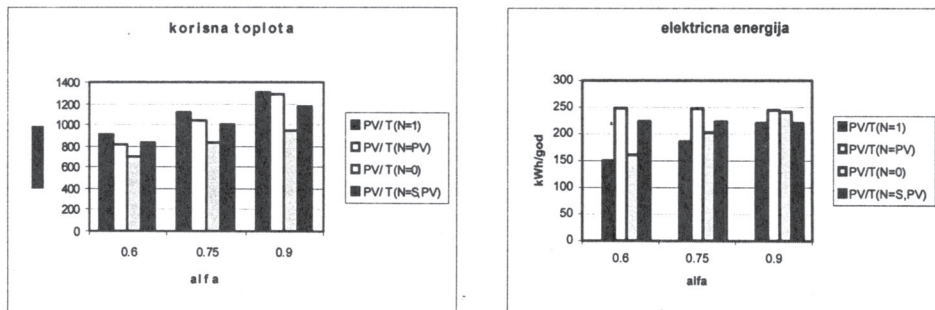
Uzeto je u obzir da su kod ispitivanih solarnih prijemnika fotoćelijski panel i apsorber neselektivni. Vrednosti najvažnijih parametara analiziranih solarnih prijemnika su date u tabeli 1.

Simulacijom energetskog ponašanja ovih hibridnih solarnih prijemnika na godišnjem nivou pomoću softvera iz /1/ izračunava se korisna toplota i električna energija koje se dobijaju na ovim solarnim prijemnicima. Analiza rezultata koji su prikazani na slikama 3, 4 i 5 pokazuje da se najviše korisne toplote dobija pomoću hibridnog solarnog prijemnika $PV/T_{N=1}$ (sa jednim staklom i fotoćelijskim panelom na apsorberu), dok se najviše električne energije dobija pomoću hibridnog solarnog prijemnika $PV/T_{N=P}$ (sa providnim fotoćelijama na njegovom pokrivnom staklu). Detalji vezano za uticaj koeficijenta apsorpcije, efikasnosti fotoćelijskog panela i ugla nagiba hibridnog ravnog solarnog prijemnika.

2. 1. Uticaj koeficijenta apsorpcije

Analizirane su tri vrednosti koeficijenta apsorpcije ($\alpha = 0,60; 0,75; 0,90$). Rezultati su prikazani na slici 3. Sa slike se vidi da što je veći koeficijent

apsorpcije, prijemnici daju veću količinu korisne toplote i ukupne energije. Kada je u pitanju električna energija, situacija je nešto složenija.

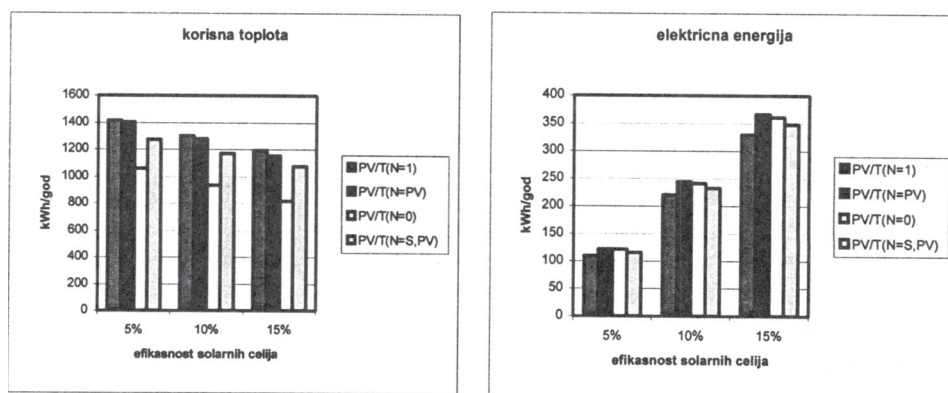


Slika 3: Zavisnost korisne toplote i električne energije od koeficijenta apsorpcije

Naime, ukoliko se fotoćelijski panel nalazi na apsorberu, tada se povećanjem koeficijenta apsorpcije povećava i količina proizvedene električne energije. Ako fotoćelijski nije na apsorberu, proizvedena električna energija skoro da i ne zavisi od koeficijenta apsorpcije.

2. 2. Uticaj efikasnosti fotoćelijskog panela

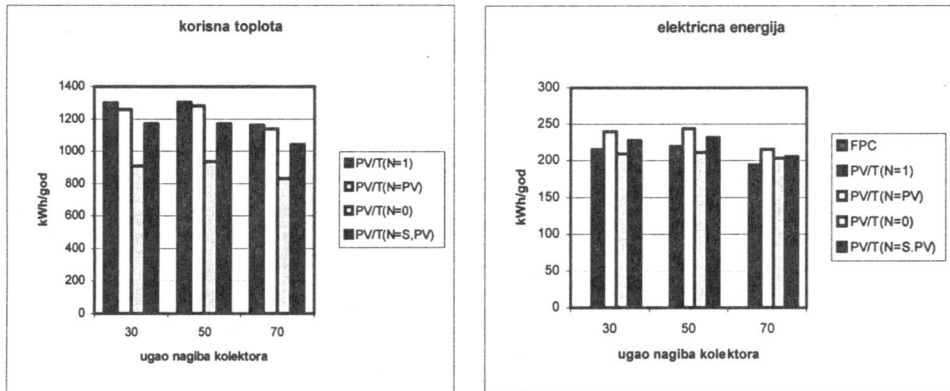
Razmatrane su tri vrednosti stepena efikasnosti fotoćelijskog panela (5%; 10%; 15%). Rezultati su prikazani na slici 4. Očigledno je da što je veći stepen efikasnosti, prijemnik tokom godine daje manju količinu toplote, veću količinu električne energije dok dobijena ukupna energija ostaje na istom nivou.



Slika 4: Zavisnost korisne toplote i električne energije od stepena efikasnosti fotoćelijskog panela

2. 3. Uticaj ugla nagiba ravnog solarnog prijemnika

Analizirana su tri različita ugla nagiba ispitivanih hibridnih ravnih solarnih prijemnika (30°; 50°; 70°).



Slika 5: Zavisnost korisne toplote i električne energije od ugla nagiba

Rezultati su prikazani na slici 5. Vidi se da postoji ugao nagiba za koji dobijamo maksimalnu količinu toplote i električne energije. Optimalni ugao nagiba prijemnika za Kragujevac (44° geografske širine) je 54°, što i pokazuju obavljena istraživanja u okviru ovog rada.

3. ZAKLJUČAK

Za četiri različita tipa hibridnih ravnih solarnih prijemnika izračunava se dobijena električna energija, korisna toplota i ukupna energija na godišnjem nivou i to za različite vrednosti koeficijenta apsorpcije, efikasnosti fotoćelijskog panela i ugla nagiba hibridnog solarnog prijemnika. Na osnovu dobijenih rezultata, zaključuje se: 1) da se sa porastom koeficijenta apsorpcije, povećava se i dobijena količina korisne toplote kao i dobijena količina ukupne energije; 2) da se sa povećanjem stepena efikasnosti fotoćelijskog panela, smanjuje dobijena količina toplote, dok se uvećava dobijena količina električne energije; 3) da za svaku lokaciju postoji onaj ugao nagiba kada se dobija maksimalna količina toplote i električne energije.

4. ZAHVALNOST

Rad je jedan od rezultata istraživanja u okviru projekta EE271003 "Razvoj i ispitivanje hibridnog solarnog prijemnika sunčeve energije za toplotno i elektri-

čno pretvaranje” koji finansira Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije.

5. LITERATURA

- [1] Simulacija rada hibridnog solarnog prijemnika sa rezultatima, Elaborat projekta 271003: „Razvoj i ispitivanje hibridnog solarnog prijemnika sunčeve energije za toplotno i električno pretvaranje” Mašinski fakultet, Kragujevcu, Kragujevac, februar 2005.
- [2] M. Bojic, S. Kalogirou, K. Petronijević: *Simulation of a Solar Domestic Water Heating System Using a Time Marching Model*, Renewable Energy, 2002,27: 441-452
- [3] M. Bosanac, B. Sorensen, I. Katić, H. Sorensen, B. Nielsen, J. Badran: *Final report EFP project: Photovoltaic/Thermal Solar Collectors and Their Potential in Denmark, 2000*

ANALYSIS OF ANNUAL OPERATION OF HYBRID SOLAR COLLECTORS

ABSTRACT:

This paper shows the simulation results of annual operation of 4 hybrid solar collectors as a function of the following construction parameters: 1) absorptivity of hybrid solar collector; 2) efficiency of photovoltaic panel; 3) inclination angle of solar collector. The obtained results show that the hybrid solar collector with one glass and with photovoltaic panel located on absorber surface generates the largest amount of heat. Hybrid solar collector with transparent photovoltaic cells located on glass of solar collector generates the largest amount of electricity.

Key words: *hybrid solar collector, electrical energy, heat*