

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE NA SVETOJ GORI

Zoran Nikolić,¹ Mila Pucar,² Predrag Dakić¹

SAŽETAK:

U ovom radu su prikazani neki obnovljivi izvori energije koji se nalaze na Svetoj gori, kao jedinstvenom području naseljenom isključivo pravoslavnim monasima. Mada još ima protivljenja nekih monaha uvođenju električne energije na Svetu goru, činjenica je da savremena tehnika dobija sve veći značaj. U većim stanovištima monaha kao što su manastiri postoje uglavnom dizel-agregati pojedinačne snage ispod 100 kW svaki, kao osnovni izvori električne energije, ali se primenjuju i dodatni energetske izvori. Manja stanovišta monaha poseduju uglavnom nekoliko solarnih fotonaponskih kolektora pojedinačne snage oko 50 W sa akumulatorskim baterijama ali i dodatne energetske izvore kao što su termalni kolektori ili aerogeneratori. U ovom radu su prikazani neki energetske izvori i energetska rešenja na Svetoj gori, uslovljena prvenstveno potrebama monaha koji tu žive.

Ključne reči: *Sveta gora, fotonaponski moduli, termalni kolektori, obnovljivi izvori*

1. UVOD

Sveta gora Atonska (Agion Oros) jedno je od najsvetijih i najpoštovanijih mesta pravoslavlja, a nalazi se u Grčkoj, na poluostrvu Atos na Halkidiku oko 150 km istočno od Soluna. Okružena je Egejskim morem i naseljena isključivo pravoslavnim monasima. Poluostrvo je dugačko oko 50 km i široko između 5 i 9 km sa

¹ Dr Zoran Nikolić, Predrag Dakić, Institut tehničkih nauka SANU, Knez Mihailova 35, Beograd.

² Dr Mila Pucar, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd.

površinom od 321 km² i uglavnom je obraslo šumom. Poznato je da se manastir Hilandar nalazi na oko 40° severne geografske širine i da uglavnom ima sunčanu, mediteransku klimu. Podaci preuzeti sa interneta [1] prikazuju srednje vremenske podatke i to prosečne više i niže temperature za to područje. Na osnovu ovih parametara može se pronaći i srednja godišnja temperatura od oko 15°C. Prosečne mesečne padavine ukazuju da je godišnji prosek ispod 4 cm. Sve to ukazuje da na ovim prostorima vlada mediteranska klima sa puno sunčanih dana.

Poznato je [2] da je grčka država ponudila Svetoj gori krajem šezdesetih godina prošlog veka priključak na njen elektroenergetski sistem. Svetogorci su to odbili sa motivacijom da bi sa svetovnom energijom dolazila i “negativna energija” na Svetu goru. Pošto napredak civilizacijskih tokova nisu mogli da zaustave, boravišta monaha razvijala su energetski sistem prema sopstvenim potrebama i sklonostima. Interesantno je navesti da i danas ima monaha koji u novoobnovljenim skitovima, kao što je, na primer, na brdu Samarija, ne žele električnu energiju kao ni ugodnosti koje ona donosi sa sobom.

Energetski izvori na Svetoj gori razvijaju se u skladu sa potrebama monaha, a koje se mogu sagledati preko:

- zagrevanja prostorija, vode za pranje i kupanje, pripremanje hrane;
- rashlađivanje hrane i prostorija u letnjem periodu;
- osvetljenja;
- napajanja električnih aparata i uređaja.

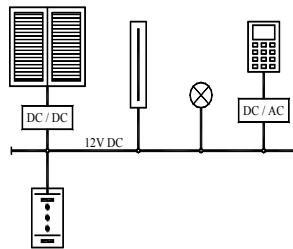
Potrebe monaha u velikim stanovištima kao što su manastiri, kojih ima 20 na Svetoj gori, uglavnom su velike, tako da potrebe za energijom podmiruju dizel-električni agregati pojedinačnih snaga više desetina kW. Manje naseobine monaha kao što su skitovi ili kelije napajaju obnovljivi izvori energije sa dopunjavanjem preko malih dizel ili benzinskih agregata snaga do nekoliko kW. Posebna rešenja će biti detaljnije objašnjena.

2. MALE ENERGETSKE POTREBE

Termalni kolektori su česti u Grčkoj. Normalno je da su našli primenu i na Svetoj gori. Jedan kolektor koristi se za potrebe hilendarske kuhinje. Sličan kolektor koristi se i pored radničke kućice za kupanje tokom letnjeg, toplog perioda vremena.

Napajanje navigacionih svetala u luci manastira Esfigmen obavlja se pomoću fotonaponskih modula i akumulatorske baterije. Danju se puni akumulatorska baterija, a noću se uključuje ekonomična i štedljiva sijalica visokog stepena iskorišćenja i dugog veka trajanja.

Napajanje radio linka kojim se održava radio veza između našeg i susednih manastira i kopna obavlja se preko sistema koji se napaja iz akumulatorske ba-



Slika 1: Jedopolna šema solarnog sistema za napajanje potrošača u vinogradarskoj kući

terije i solarnih panela. Događa se da u vreme slave, i obično doba sa manjim brojem sunčanih dana i većeg broja hodočasnika u manastiru dolazi do prekida telefonskih linija uglavnom zbog brzog pražnjenja akumulatorskih baterija. Sistem se brzo stavlja u pogon posle nekoliko sati dopunjavanja akumulatora pomoću mobilnog agregata i ispravljača koji se dovozi iz manastira.

Za više standarde življenja uglavnom jedne ali i do četiri osobe posle požara u manastiru napravljen je sistem alternativnog dobijanja električne energije.

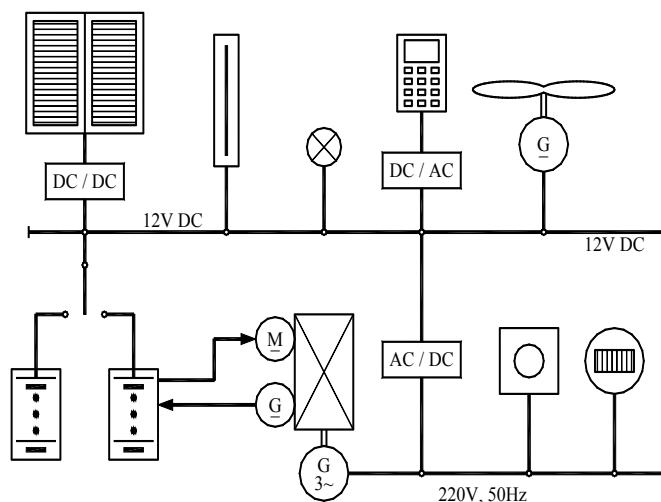
U vinogradarskoj kućici u takozvanom “Dobricinom vinogradu”, udaljenom oko 2 km od manastira, postoji sistem solarnog napajanja akumulatorskih baterija. Interesatno je napomenuti da se kućica koristi u letnjem periodu, kada postoji dovoljno sunčanih dana za dopunjavanje baterija.

Kako posle požara 2004. godine nije bilo smeštajnih kapaciteta, to je ova kućica adaptirana za 3 do 4 osobe. Zbog toga je na njoj postavljeno nekoliko fotona-ponskih modula snage 55 W maksimalno, svaki. Za sada je napravljena instalacija 12 V DC koja napaja nekoliko malih halogenih sijalica i fluo sijalica preko ugrađenog invertora. Koriste se štedne, fluorescentne svetiljke snage 8 W koje u sebi poseduju pretvarač za dobijanje višeg naizmjeničnog napona. Napon 220 C AC dobija se preko invertora kojim se uglavnom dopunjavaju neki mobilni telefoni i napaja radio sa CD plejerom. A akumulatorske baterije sa gelom imaju napon 12 V a petočasovi kapacitet 250 Ah.

Pored kuće postoji benzinski agregat izlazne snage 2 kVA pri 3000 min⁻¹ koji prvenstveno napaja punjač akumulatorskih baterija maksimalnom strujom od 40 A ako se ukaže potreba.

3. SREDNJE ENERGETSKE POTREBE

Kelija u Megali Jovanjici se nalazi sa druge strane poluostrva od manastira i vinogradarske kuće. Tu živi izuzetno preduzimljivi keliot Otac Pantelejmmon koji je



Slika 2: Jedopolna šema kombinovanog sistema za solarnim modulima 12 x 55 W, aerogeneratorom 150 W i dizel-agregatom 7,5 kW u keliji svetog Nikole

iza kuće, u brdu, napravio energanu od solarnih panela i benzinskog agregata. Interesantno je napomenuti da je Otac Pantelejmon prvobitno posedovao samo dva solarna modula u bašti sa kojima je dopunjavao radio stanicu i imao skromno osvetljenje. Danas je to napušteno jer su potrebe znatno narasle, tako da je danas u funkciji sistem solarnih panela od 6 x 2 komada maksimalne snage 55 W, svaki. Ispod panela se nalazi benzinski agregat koji uključuje kada nema dovoljno solarne energije ili kad su uključeni jači potrošači. Posедуje baterije 12 V, 450 Ah kao i inverter 12 V DC/220 V AC sa kojim se prevazilazi problem pada napona do kuće.

Za potrebe manastira Hilandar, sveti Sava je u Kareji, monaškom centru Svetogore, verovatno posle smrti svetog Simeona podigao mlčanicu u kojoj se predavao molitvama i postu. Konceptija rešenja elektrifikacije Isposnice [3] uslovljena je specifičnim zahtevima i ograničenjima koje diktira poseban karakter ovoga objekta, kao i konfiguracija terena na kome je smeštena, ali je izvedeno tehničko rešenje slično onom u Megali Jovanjici. Interesantno je napomenuti samo i da postoji sistem toplovodnog, solarnog grejanja sa potrebe kuhinje i kupatila u letnjem periodu, sa cirkulacionom pumpom koja se napaja preko prigradene solarne ćelije.

Još prilikom obnove starog Hilandara, sveti Sava se pobrinuo da se u Kareji sagradi konak za boravak igumana i članova bratstva kada tamo dolaze zbog raznih poslova. Sadašnji konak manastira Hilandar nalazi se nekih 300 m iznad Isposnice svetog Save. U osnovi ima dimenzije 13 x 23 m i poseduje četiri nivoa. I u ovom objektu je slično rešenje sem što je energana dislocirana, jer postoje ne-

što veće potrebe za napajanje snažnijih potrošača kojih ima više, tako da je dizel agregat jače dimenzionisan.

Nešto dalje od Hilendarskog konaka a iza Skita svetog Andreje, nalazi se kelija svetog Nikole. Interesantno je električno rešenje autonomnog sistema koji objedinjuje solarne ćelije, aerogenerator i mali dizel-agregat.

Energetski sistem je napravljen tako da se cela kelija greje pomoću gasa koji se drži uskladišten u dva rezervoara postavljena u dvorištu. Pored toga, postoji i energetski sistem sa električnom energijom sa dva naponska nivoa. Naponski nivo 24 V jednosmerno i 220 V naizmjenično. Ekološki električni sistem na naponskom nivou 24 V jednosmerno, koristi se za osvetljenje i svakodnevne minimalne potrebe. Za ovu namenu postavljene su u podrumu stacionarne akumulatorske baterije na naponskom nivou 24 V, petočasnog kapaciteta 490 Ah. Dopunjavanje ovih akumulatora obavlja se za vreme letnjih sunčanih dana preko solarnih ćelija, a za vreme zimskih vetrovitih dana preko aerogeneratora. Dizel-agregat snage 7,5 kW sa električnim startovanjem i rezervarom za 5 časova rada uključuje se samo kada se očekuje veća potrošnja električne energije, a to je uoči slava. Pored toga, dizel-agregat se stavlja u pogon i kada se akumulatorske baterije nedovoljno dopunjavaju preko solarnih ćelija ili aerogeneratora. Za tu namenu postoji i snažan punjač akumulatorskih baterija postavljen neposredno uz akumulatorske baterije.

4. VEĆE ENERGETSKE POTREBE

U manastirima, sa velikim potrebama za energijom, nalazi se više energetskih izvora. Manastiri imaju veliku površinu, sa puno prostorija i velike su potrebe za grejanjem prostora, vode kao i za kuhinju. Pored toga, javlja se i velika potreba za osvetljenjem i napajanjem električnom energijom raznih električnih i elektronskih uređaja, kojih je sve više. Zbog toga je i napajanje manastira rešeno kompleksno. Zagrevanje prostorija obavlja se uglavnom drvima, čega ima u izobilju na Svetoj gori. Slično je i sa vodom za grejanje, kao i za pripremu hrane u kuhinjama. No neki manastiri, kao što je Hilandar, poseduju toplovodno grejanje [4] kojim se sa jednog mesta centralizovano vrše grejanje prostorija i vode za kupatila. Kotlova za grejanje vode ima dve vrste. Jedni su na drva, a drugi na naftu. Interesantno je navesti da obe vrste trebaju asistenciju električnih pumpi za cirkulaciju vode, tako da se moraju kombinovati sa električnim napajanjem. U principu, ovi kotlovi imaju snagu od više stotina kW. U Hilandaru postoje dva kotla. Jedan je na drva a drugi na naftu. Snaga svakog iznosi po 250 kW.

Potrebe za električnom energijom uglavnom se obezbeđuju iz dizel agregatskih stanica. U skoro svim manastirima postoje agregati koji rade i remete mir monaha dan i noć. U nekim naprednijim manastirima, kao što je Hilandar na pri-

mer, napravljeno je i rešenje sa akumulatorskim napajanjem tako da se napajanje u noćnim časovima obavlja nečujno. Ovo rešenje je opisano detaljnije u radu [5].



Slika 3: Obnovljivi sistem napajanja na keliji svetog Nikole

Sveta gora poseduje određenu autonomiju u duhovnom, verskom kao i u ekonomskom pravcu. To znači da postoje carinske i poreske olakšice na uvoz robe i usluga, postoje značajne carinske olakšice [6], i nema plaćanja poreza na dodatnu vrednost (VAT). Kao energetski izvor, nafta na Svetoj gori ima znatno nižu cenu nego u svetovnoj Grčkoj. Oslobođena svih poreza, sa cenom ispod 0,30 \$/l, predstavlja relativno jeftin, mada i zagađujući izvor energije, tako da danas svaki manastir, kao i veći skitovi, poseduje električnu energiju proizvedenu pomoću dizel-električnih agregata. Ovi agregati stvaraju buku, zagađuju nedirnutu i čistu prirodu, ali daju potrebnu električnu energiju.

Neki manastiri kao Grigorijat [7] imaju hidroagregat koji koriste za nečujno generisanje električne energije.

U manastirima ima čisto obnovljivih enegetskih izvora samo u ostacima, i to na mestima gde su se zadržali po inerciji. Na krovu Južne male, u manastiru Hilandar i danas postoji solarni kolektor za dogrevanje vode za potrebe kuhinje. Za svrhu osvetljenje pevnice u Katolikonu, kao izuzetno važnom potrošaču, postoji sistem napajanja nezavistan od dizel-agregatskog napajanja. Sastoji se od 8 solarnih fotonaponskih panela, postavljenih na Južnoj Mali [8], koji napajaju stacionarne akumulatore velikog kapaciteta a sijalice snage 5 x 3 W napajaju se preko invertora 12 V DC/220 V AC.

5. ZAKLJUČAK

Po svojim specifičnostima, Sveta gora predstavlja jedinstveno područje za primenu obnovljivih izvora električne energije. Različite potrebe, specifičnosti, kao i želje uslovljavaju raznovrsna rešenja u primeni obnovljivih izvora energije. Najčešće se primenjuju sistemi fotonaponskih kolektora snage 55 W za dopunjavanje akumulatorskih baterija. Znatno su zastupljeni i termalni kolektori za zagrevanje vode. Na jednom mestu primenjuje se u mala hidrocentrala za pravljenje električne energije, mada ima više primera korišćenja vodenica. U manjoj meri koristi se energija vetra. Nova tehnička rešenja sa gorivnim ćelijama usloviće, verovatno, i primenu ovih izvora sve dok se Sveta gora ne priključi na elektroenergetski sistem Grčke.

6. LITERATURA

- [1] http://weather.yahoo.com/climo/GRXX0019_c.html
- [2] Z. Nikolić, J. Vasiljević, S. Škrnjug i V. Šiljkut, "Elektrifikacija manastira Hilandara i doprinos Elektrodistribucije - Beograd", Elektrodistribucija, vol. 28, broj 2, 2000, 147-160.
- [3] Z. Nikolić i M. Branković, "Alternativni izvori električne energije u Manastiru Hilandaru", Zbornik radova sa skupa "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene u Jugoslaviji", Podgorica, CANU vol. 50, Odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 6, 1998, 223-228.
- [4] Z. Nikolić, V. Andrić i D. Novaković, "Manastir Hilandar iznutra i izbliza", Novi glasnik VJ, Beograd, vol. VIII, mart – april 2000, 69 – 78.
- [5] Z. Nikolić, V. Šiljkut, N. Borovac, T. Pavlović i Z. Kocić, "Solarno napajanje isposnice svetog Save u Kareji", Zbornik radova sa skupa "Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene u zemlji", Podgorica, CANU vol.58, Odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 7, 2002, 36-42.
- [6] I. Janković, "Međunarodnopravni položaj Svete gore Atonske", predavanje održano 25. 11. 2004. u Društvu prijatelja Svete gore Atonske, Beograd
- [7] Z. Nikolić, S. Škrnjug i Ž. Živković, "Autonoman sistem napajanja električnom energijom manastira Hilandara", Flogiston, broj 8, Beograd 1998, 137-157.
- [8] Z. Nikolić, "Elektrifikacija manastira Hilandara i Hilandarskih poseda na Svetoj gori", Četvrta kazivanja o Svetoj gori, Beograd, u štampi.

RENEWABLE ENERGY SOURCES ON HOLY MOUNT

ABSTRACT:

This paper shows some renewable energy sources on Holy Mount as unique area inhabited exclusively by orthodox monks. Although some of them are still against electrification of Holy Moun, the fact is that slowly but surely contemporary technique is getting ever more important. In larger communities of monks, like monasteries, there are mostly diesel aggregates of under 100 kW of power each as main sources of electricity, but additional sources of energy are also used. Smaller communities of monks mostly have several solar photovoltage collectors of approx. 50 W each, with storage battery, but also additional sources of energy like thermal collectors and wind-generators. This paper shows some renewable energy sources and their solution for Holy Mount, primarily conditioned by the needs of monks living there.