

# EKOLOŠKI HIBRIDNI SISTEMI MALIH SNAGA ZA NAPAJANJE STAMBENIH OBJEKATA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

*Zoran Kocić, Miodrag Antić\**

**Ključne reči:** *energija vetra, solarna energija, solarni moduli, vetrogenerator*

## **SAŽETAK:**

U radu su obrađeni hibridni sistemi malih snaga (do 3 kW), koji se koriste za napajanje stambenih objekata električnom energijom. Oni energiju sunčevog zračenja (preko solarnih modula) i energiju vetra (preko vetrogeneratora) pretvaraju u električnu energiju. Dat je princip rada ovakvih sistema kao i blok šema njihovog povezivanja i korišćenje u postojećim električnim instalacijama stambenih objekata udaljenih od elektrodistributivne mreže, kao i onih koji su priključeni na elektrodistributivnu mrežu (koji koriste električnu energiju iz hibridnih sistema i iz elektrodistributivne mreže). Naglašen je energetska i ekološka značaj korišćenja ovih sistema.

## **1. - UVOD**

Nagli rast industrijske proizvodnje, koji je omogućio i porast životnog standarda, uzrokovao je i veliki porast potrošnje električne energije. Predviđanja naučnika su bila da količina električne energije dobijena u hidroelektranama i termoelektranama neće biti dovoljna za podmirenje potreba za električnom energijom. Zato se krenulo u istraživanja i razvoj novih tehnologija za korišćenje i drugih vidova obnovljivih izvora energije, kao što su: energija sunčevog zračenja, energija vetra, energija bio-masa i dr. Posebno značajno je korišćenje solarne energije i energije vetra, jer se dobijanjem električne energije iz solarnih ćelija i vetrogeneratora ne zagađuje životna sredina.

U zemljama koje imaju dosta sunčanih sati u toku godine, kao što je slučaj s afričkim zemljama, korišćenje energije sunčevog zračenja (kao obnovljivog i neiscrpnog izvora energije) za dobijanje električne energije korišćenjem solarnih sistema malih snaga, kojim bi se napajali stambeni objekti, postaje realnost i neophodnost. Ako su te zemlje još i

---

\* Dipl.ing.el. Zoran Kocić, Direktor razvoja Eİ Profesionalna elektronika Niš, Bul. Svetog Cara Konstantina 80–84, 18000 Niš.

Dipl.fiz. Miodrag Antić.

retko naseljene, onda je to i najekonomičniji način snabdevanja stambenih objekata električnom energijom.

Međutim, kada se radi o zemljama udaljenim od ekvatora, koje imaju manji broj sunčanih sati godišnje, rentabilniji za korišćenje su hibridni sistemi malih snaga, koji za dobijanje električne energije koriste energiju vetra i sunčevog zračenja.

Pošto su energije vetra i sunčevog zračenja obnovljivi i neiscrpnj izvori energije, orijentacijom na njihovo korišćenje rešava se trajna proizvodnja električne energije.

## **2. - HIBRIDNI SISTEMI ZA NAPAЈANJE STAMBENOG OBJEKTA UDALJENOG OD ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE**

Autonomni hibridni sistem za napajanje stambenog objekta udaljenog od elektrodistributivne mreže (Slika 1) treba da omogući napajanje objekta električnom energijom tokom cele godine. Sastoji se od:

- solarnih modula, u kojima se vrši pretvaranje energije sunčevog zračenja u električnu energiju;
- vetrogeneratora, koji pretvara energiju vetra u električnu energiju;
- regulatora punjenja akumulatora, koji omogućuje punjenje akumulatora električnom energijom generisanom u solarnim modulima;
- akumulatora u kojima se akumulira električna energija generisana u solarnim modulima i u vetrogeneratoru, i
- invertora koji jednosmerni napon (12 ili 24 V) pretvara u naizmjenični mrežni napon ~ 220 V, 50 Hz.

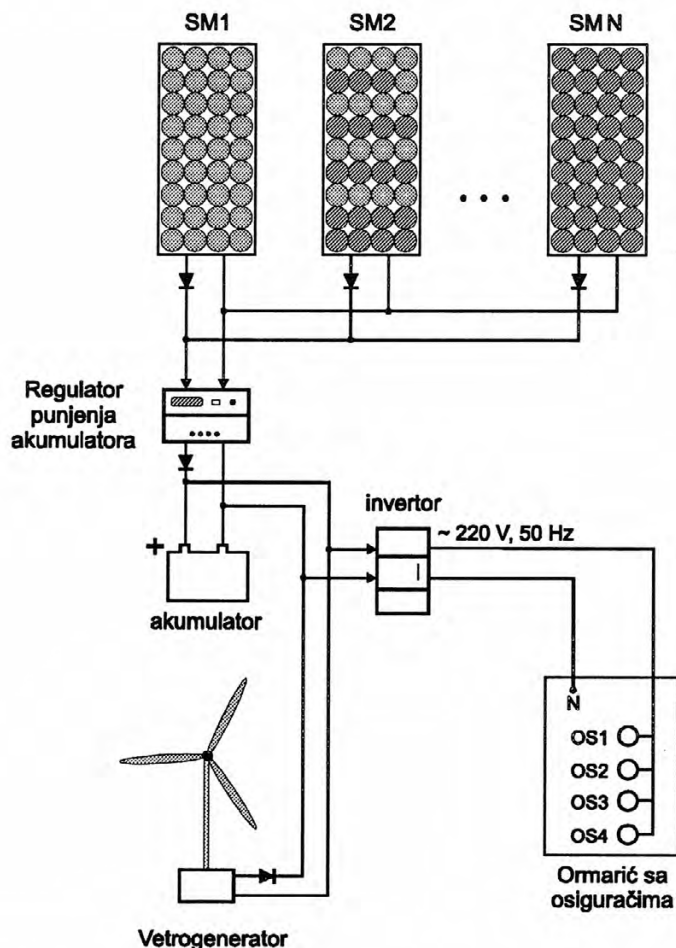
Električna energija koja se generiše u solarnim modulima se preko regulatora punjenja akumulatora akumulira u akumulatorima ili se direktno preko invertora koristi za napajanje potrošača.

Danas se proizvode vetrogeneratori koji na svom izlazu daju napon od 12 V, pri čemu je struja, odnosno, snaga koju mogu da daju proporcionalne jačini vetra. Takav vetrogenerator se direktno (preko diode) vezuje na akumulator, odnosno na ulaz invertora. Električna energija koja se u njemu generiše akumulira se u akumulatoru ili se preko invertora koristi za napajanje potrošača.

Ako se koristi inverter sa ulaznim jednosmernim (nominalnim) naponom od 24 V, onda se moraju koristiti dva akumulatora koji se vezuju na red. Onda bi se koristila dva regulatora punjenja akumulatora i dva vetrogeneratora (istih karakteristika), pri čemu se po jedan regulator punjenja akumulatora i vetrogenerator vezuju na jedan akumulator.

Kada se u solarnim modulima i u vetrogeneratoru generiše više električne energije od one koja je potrebna za napajanje potrošača (pri povoljnim vremenskim uslovima), onda se višak energije akumulira u akumulatorima. Ako je potrebna veća količina električne energije od one koja se generiše u solarnim modulima i vetrogeneratoru za napajanje uključenih potrošača u stambenom objektu, dodatna količina električne energije do potrebne se uzima iz akumulatora. Kada se akumulatori isprazne, inverter će prestati da radi.

Za autonomno napajanje stambenog objekta potreban je sistem veće instalisane snage (2–3 kW) kako bi se omogućilo neprekidno napajanje potrošača u stambenom objektu. Ovdje se ne računa sa većim potrošačima u stambenom objektu, kao što su bojler na struju, štednjak, TA peći i dr. Za grejanje stambenog objekta, dobijanje tople vode i spremanje hrane koriste se drugi izvori energije (plin, mazut, ugalj i dr.). Korisnik sistema mora voditi računa da istovremeno ne uključi veliki broj potrošača, kako ne bi prekoračio snagu invertora, što bi dovelo do izbacivanja osigurača, odnosno, automatskog isključenja sistema.



Slika 1. - Hibridni sistem za autonomno napajanje stambenog objekta

### 3. - NAPAJANJE STAMBENOG OBJEKTA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM IZ HIBRIDNOG SISTEMA I IZ ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Kada je stambeni objekat u blizini elektrodistributivne mreže i na nju priključen, on se može napajati iz hibridnog sistema, pri čemu se dopuna vrši iz elektrodistributivne mreže u slučaju potrebe. Na Slici 2 prikazana je blok šema povezivanja hibridnog sistema na postojeću električnu instalaciju, za šta je potrebna dorada u ormariću sa osiguračima i brojilom. Ovde je, u odnosu na prethodni sistem, dodat uređaj za optimalno korišćenje električne energije generisane u hibridnom sistemu. Uređaj poseduje:

mikrokontroler sa A/D konvertorima, LC displejem i tastaturom preko koje se unosi podatak o snazi invertora, odnosno o maksimalno dozvoljenoj struji invertora;

strujne senzore (SS1, SS2, SS3 i SS4) preko kojih se mere struje kroz potrošačke nivoe;

sklopke (SK1, SK2, SK3 i SK4) preko kojih mikrokontroler priključuje potrošačke nivoe na napajanje iz invertora ili iz elektrodistributivne mreže (čiji se napon dovodi na sklopke preko osigurača OS7).

Formirana su četiri potrošačka nivoa, koji su priključeni na osigurače OS1, ..., OS4. Njima su dodeljeni prioriteti, tako da prvi nivo ima najviši prioritet, a četvri najniži. Na prvom nivou su potrošači koji zahtevaju neprekidno napajanje (frižider, zamrzivač, telefaks, PC računar) i za njegovo napajanje je potrebna najmanja snaga (do 500 W). Na drugom nivou su usisivač, osvetljenje, TV, mikser. Na trećem nivou su mikrotalasna peć i pegla, a na četvrtom bojler. Kada kroz potrošački nivo ne protiče struja, mikrokontroler ga prebacuje na napajanje iz elektrodistributivne mreže. Mikrokontroler preko strujnih senzora meri struju kroz potrošačke nivoe i određuje koji će biti priključen na inverter, ali tako da inverter bude maksimalno opterećen (tj. da struja iz invertora bude približna maksimalnoj, ali ne i veća od nje), a ostale nivoe prebacuje na napajanje iz elektrodistributivne mreže.

Kada dođe do kvara u distributivnoj mreži, pa nema mrežnog napona, mikrokontroler će priključiti na napajanje iz invertora potrošačke nivoe sa najvišim prioritetom, a ostale koji preopterećuju inverter na napajanje iz elektrodistributivne mreže (odnosno, neće biti napajani električnom energijom).

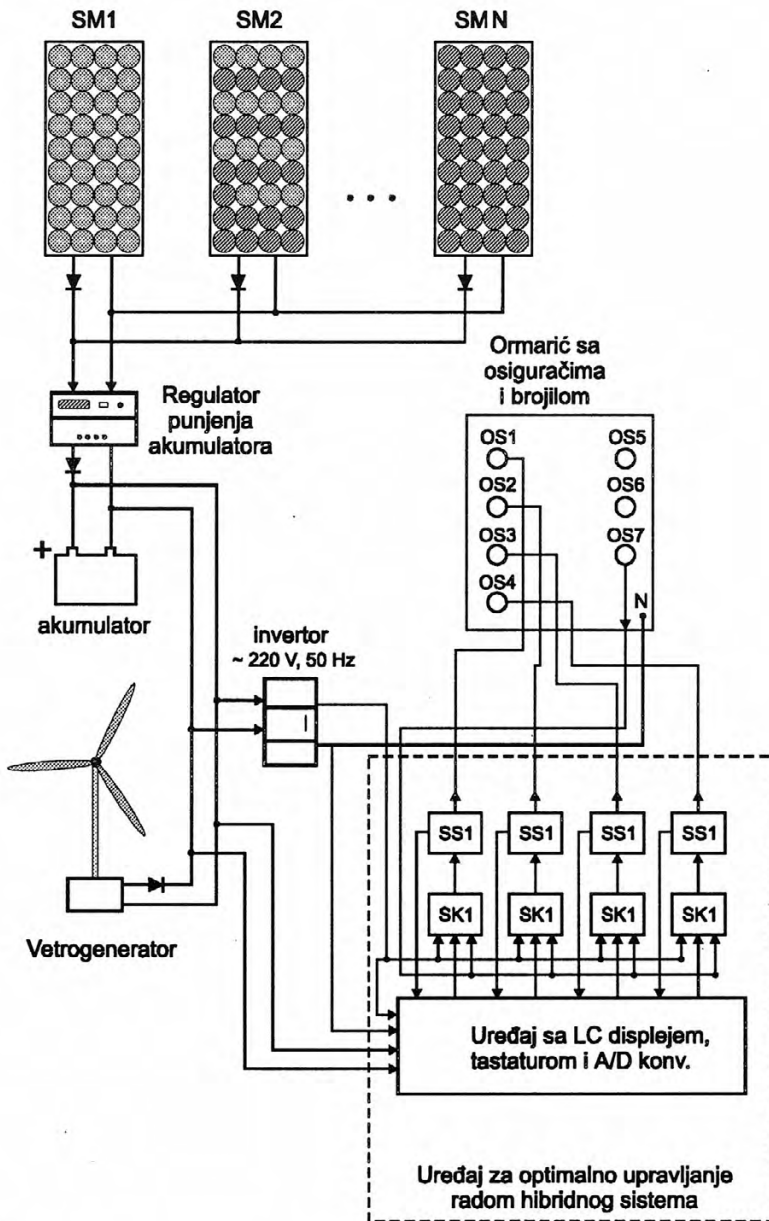
Ovakav način korišćenja hibridnih sistema bio bi najmasovniji, jer se hibridni sistem može instalirati na krovu svakog stambenog objekta.

### 4. - PROJEKTOVANJE SISTEMA

Kada se projektuje autonomni hibridni sistem za napajanje stambenog objekta, neophodno je izračunati ukupnu jednodnevnu prosečnu potrošnju električne energije u stambenom objektu:

$$W_p = \sum P_i \cdot t_i$$

gde je  $P_i$  – snaga, a  $t_i$  – vreme uključenosti u toku dana  $i$ -tog potrošača.



Slika 2. - Blok shema povezivanja hibridnog sistema na postojeću električnu instalaciju stambenog objekta

Ovu količinu električne energije treba da generišu u toku dana solarni moduli i vetrogenerator zajedno:

$$W_p = W_{sm} + W_{vg}$$

Broj solarnih modula se računa na osnovu njihove snage, prosečne insolacije sunčeve energije u toku zimskog perioda i količine energije koju treba da generišu ( $W_{sm}$ ). Broj solarnih modula, odnosno njihova ukupna snaga definiše karakteristike regulatora punjenja akumulatora. Snaga vetrogeneratora se definiše na osnovu prosečne vetrovitosti terena u toku godine, kao i na osnovu planirane energije koju vetrogenerator treba da generiše ( $W_{vg}$ ). Kapacitet akumulatora treba da omogući dvodnevno napajanje stambenog objekta (ako su akumulatori prethodno napunjeni) kada solarni moduli i vetrogenerator ne generišu električnu energiju.

Snaga invertora treba da je veća od ukupne snage svih potrošača u stambenom objektu (ako korisnik ne želi da vodi računa o broju uključenih potrošača), ili bar da je veća od polovine ukupne snage. Takođe, treba planirati i prostoriju u kojoj bi bili smešteni akumulatori, regulator punjenja akumulatora i inverter.

Kod projektovanja hibridnog sistema za napajanje stambenog objekta koji koristi i električnu energiju iz elektrodistributivne mreže, može se instalirati i manja snaga solarnih modula i vetrogeneratora (zavisno od ekonomske moći vlasnika objekta), a da se kasnije vrši nadogradnja sistema (povećanje broja modula i kapaciteta akumulatora). Karakteristike regulatora punjenja akumulatora i invertora (njegova snaga) treba da su takve da omoguće nadgradnju sistema, a da se pri tom ne vrši njihova zamena. Uređaj za optimalno upravljanje radom hibridnog sistema se ne bi menjao ni prilikom nadgradnje sistema.

## 5. - ENERGETSKI I EKOLOŠKI ZNAČAJ MASOVNOG KORIŠĆENJA HIBRIDNIH SISTEMA MALIH SNAGA ZA NAPAJSANJE STAMBENIH OBJEKATA

Masovnim korišćenjem hibridnih sistema malih snaga za napajanje stambenih objekata može se proizvoditi velika količina električne energije, čime bi se umanjio ili otklonio njen nedostatak. Pošto su energije vetra i sunčevog zračenja obnovljivi i neiscrpnii izvori, njihovim korišćenjem se rešava trajna proizvodnja električne energije.

Prednosti korišćenja hibridnih sistema malih snaga su:

- ne zagađuju životnu sredinu, jer su energije vetra i sunčevog zračenja ekološki čiste energije;
- ne oduzima nam se ništa od životnog prostora, što nije slučaj sa izgradnjom velikih centrala (bilo koje vrste);
- ne menja nam se mikro klima, što je slučaj sa termoelekttranama, nuklearnim elekttranama, pa čak i hidrocentralama koje uzrokuju povećanje nivoa podzemnih voda i povećanje vlažnosti vazduha u okolini akumulacionih jezera.

## 6. - ZAKLJUČAK

U radu su obrađeni hibridni sistemi malih snaga (do 3 kW) za napajanje stambenih objekata električnom energijom. Preko solarnih modula i vetrogeneratora, koji ulaze u sastav sistema, vrši se pretvaranje solarne energije i energije vetra u električnu energiju.

Razmatrano je korišćenje ovih sistema za napajanje stambenih objekata udaljenih od elektrodistributivne mreže.

Korišćenje ovih sistema za napajanje stambenih objekata je od posebnog značaja jer se:

- ne zagađuje životna sredina, pošto su energije vetra i sunčevog zračenja ekološki najčistije;
- korisnicima ne oduzima ništa od životnog prostora, pošto se solarni moduli i vetrogeneratori instaliraju na krovove zgrada;
- zbog njih se ne menja mikro klima (što je slučaj sa svim vrstama elektrana).

Masovnim korišćenjem hibridnih sistema proizvodila bi se velika količina električne energije, čime bi se ublažio ili otklonio njen nedostatak.

## LITERATURA

- [1] GWU Solar, *Fotovoltaik Manual*, Minhen, 1999.
- [2] Z. Todorović: "Solarni generatori u primeni", Beograd, 1989.
- [3] T. Pavlović, B. Čabrić: "Fizika i tehnika solarne energetike", IRO „Građevinska knjiga”, Beograd, 1999.
- [4] Z. Todorović: "Fotonaponski solarni električni sistemi", KIZ Centar, Beograd, 1989.

## ECOLOGICAL SMALL POWER HYBRID SYSTEMS FOR POWER SUPPLY OF THE HOUSING OBJECTS

### ABSTRACT:

**This paper reviews small power hybrid systems (up to 3 kW), used for power supply of the housing objects. They transform the energy of the Sun radiation (through solar modules) and the wind energy (through wind generator) into electric energy. The mode of operation of these systems is described, as well as the block diagram of their connection and the use in existing electric installations of the housing objects distant from electric distribution network (using electric energy from hybrid systems and from electric distribution network). The emphasis is on ecological significance of using these systems.**