

SOLARNA ELEKTRANA UMEMSTO NUKLEARNE

*Petar Rakin**

Ključne reči: *ćelije na bazi kristalnog silicijuma, nuklearne elektrane, solarne elektrana*

SAŽETAK:

Autor je svojevremeno za račun KRUŠIKA iz Valjeva analizirao opravdanost ulaska u proizvodnju solarnih baterija i njihovo korišćenje za izgradnju solarne elektrane umesto nuklearne. Rad sa navedenim naslovom objavljen je 1986 godine u "Primenjenoj nauci". Autor ovog puta aktuelizuje ranije vršenu analizu na bazi najnovijih saznanja i namera. Zaključak je opravdanost gradnje solarne elektrane umesto nuklearne.

1. UVOD

Verovatno nijedna oblast u savremenom tehnološkom razvoju nije toliko oprečno ocenjivana kao što je to oblast razvoja tehnologija proizvodnje i primene solarnih ćelija - proizvoda koji omogućuje direktno pretvaranje energije sunca u električnu energiju. Te ocene se kreću od potpunog odbacivanja pa do krajnjih oduševljenja tim fenomenom, koji će po ovim poslednjim značiti prekretnicu u razvoju energetike uopšte.

2. SOLARNA ĆELIJA

Ako se dve različite strane materije koja ima fotonaponsko svojstvo, spoje električnim provodnikom u njemu se javlja električna struja, čiji intenzitet, pored niza drugih faktora, zavisi od intenziteta svetla koje pada na ozračenu stranu materije. Takav sklop materijala i električnih kontakata na njemu gde se javlja naponska razlika pri ozračavanju sunčevim zracima, zove se "fotonaponska ćelija" ili direktnije "sunčana ćelija" ili, kako je to već kod nas prihvaćeno, "solarna ćelija".

U kojoj meri, kojim procentom će raspoloživa energija sunca, koja padne na određenu površinu solarne ćelije, biti pretvorena u električnu, zavisi od kvaliteta solarne

* Dr Petar Rakin, IHIS, Batajnički put 23, 11080 Zemun.

ćelije, koji se opšte definiše "stepenom korisnosti ili efikasnosti" ili, što je isto, "stepenom konverzije" sunčanog zračenja u električnu energiju.

Stepen konverzije od svega nekoliko procenata, a izuzetno visoka cena takvih ćelija, koja je po tzv. "vršnom vatu" (električna snaga u vatima pri najjačem ozračenju - kod nas se često koristi i originalni engleski izraz "pik Vat") bila i preko 1.000 dolara. davala je izgleda njihovom korišćenju samo, eventualno, u vasijskim istraživanjima za napajanje energijom veštačkih satelita, gde je, obzirom na ukupne troškove, takva cena ćelija bila beznačajna. Izvesna povećanja u stepenu konverzije kod ćelija, koja su u međuvremenu postizana i sniženja troškova izrade, dala su mogućnost primene solarnih ćelija, odnosno baterija (slično kao kod hemijskih izvora struje, gde više ćelija čine bateriju i ovde se za skup više ćelija usvojio izraz "solarna baterija" ili "solarni-ili fotonaponski modul") i za zemaljske potrebe. Sada je postalo moguće napajanje niza potrošača na nepristupačnim mestima (npr. telekomunikacioni releji i sl.), gde je skoro nemoguće dovlačenje električnih vodova, sa akumulatorskim baterijama koje se pune pri sunčanom vremenu solarnim baterijama. Međutim, i u ovim slučajevima ovakva rešenja se prihvataju samo ako su konkurentna nekom drugom mogućem rešenju (npr. dizel agregat).

Prekretnica u razvoju solarnih baterija nastala je "naftnom krizom". Izuzetno poskupljenje energije uslovalo je intenzivan rad naučnika na raznim poljima sa ciljem da se nađu drugi energetski izvori ili povoljniji načini korišćenja postojećih izvora. Strah čovečanstva da će doći do energetskog kolapsa kad se ubrzo iscrpe "neobnovivi" izvori energije - fosilna goriva, postao je izlišan jer se ono ponovo okrenulo energiji sunca, shvatajući da je ona neiscrpna i u bilo kom vidu da se troši da je "obnoviva". Prosto se nametnulo shvatanje da se moraju naći načini da se ta ogromna energija koja u svakom momentu obasipa zemlju koristi racionalno, tj. da troškovi korišćenja te energije moraju biti uporedljivi ili čak povoljniji u odnosu na klasične načine proizvodnje energije.

To je i razlog što su posle "naftne krize" istraživanja na fotonaponskoj konverziji sunčevog zračenja značajno intenzivirana. Stotinama i stotinama miliona dolara je utrošeno samo u SAD, ali u svetu ta suma prevazilazi sigurno milijarde dolara. Da pre dvanaestak godina, ili nešto više, nije došlo ponovo do pada cene nafte, fotonaponska konverzija sunčanog zračenja bi bila praktično jedina alternativa čovečanstva za proizvodnju električne energije, jer bi troškovi takve proizvodnje već danas bili tako niski da bi sigurno bili konkurentni istim u današnjim termoelektranama. Taj period intenzivnih istraživanja i to što su se ogromna državna sredstva usmeravala za razvoj tehnologija proizvodnje solarnih ćelija uslovalo je da je niz ozbiljnih naučnih institucija smatralo da će alternativni izvori energije, ili preciznije - "obnovivi" izvori energije biti jedina alternativa za obezbeđenje potrebne energije čovečanstva u 2050-toj godini. Da to nisu maštanja dokumentovalo se da se još sa stanjem tehnike u toj oblasti pre nekih petnaestak godina moglo proizvesti količina električne energije potrebne čovečanstvu 2050-te godine, korišćenjem samo četvrtine površine Sahare prekrivene sa solarnim baterijama. Kada će u pojedinim zemljama nastupiti vreme gde je to jedina alternativa (jer druge nisu ekonomski opravdane), zavisi od stepena razvoja tehnike i, naravno, tehnologije proizvodnje solarnih baterija. Za SAD se planiralo da to bude već 2035-te godine kada će se sve potrebe zadovoljiti iz obnovivih izvora (direktno korišćenje toplotne energije sunca, fotonaponska konverzija sunčanog zračenja i proizvodnja električne energije korišćenjem energije vetra,

što je opet, u stvari, energija sunca). Mnoga skromnija predviđanja, gde bi to bilo od nekoliko procenata pa do nekoliko desetina procenata od ukupno potrebne energije, opravdala su velika ulaganja u razvoj metoda i uređaja za korišćenje obnovivih izvora energije. To je urodilo plodom i solarne baterije su postale pristupačne i za široku potrošnju, a čvrsto se verovalo da će već danas, pre početka idućeg stoleća, njihova primena biti ekonomski opravdana i za solarne elektrane, tj. proizvodnja velike količine električne energije za visokonaponsku mrežu.

Na žalost, došlo je do značajnog smanjenja državnih sredstava već polovinom prošle decenije u SAD, koje su nesumnjivo bile najangažovanije u ovim istraživanjima. Težište istraživačkih napora se prenosi na Japan i Evropu.

Jedno vreme šira primena solarnih modula je bila prosto rezervisana samo za zemlje Afrike i Azije, za obezbeđenje najnužnijih energetske potrebe stanovništva koje nije imalo pristupa nikakvim komercijalnim vidovima energije. Danas se sve više traži primena u zemljama samih proizvođača. Za divno čudo, u Evropi i u ne naročito bogatoj suncem Švajcarskoj, instalisanje sopstvenih solarnih mini elektrana postaje nacionalni trend. Tu doprinose i države koje subvencioniraju izgradnje tih mini elektrana, a proizvedenu energiju plaćaju privatnim proizvođačima po ceni "vršne energije". Niz velikih firmi, gradeći velelepne poslovne zgrade i stambene oblakodere - oblažu ih solarnim panelima snage od po nekoliko stotina vati pa i do 1MW.

Sve veći obim proizvodnje uslovio je značajna sniženja cena solarnih ćelija. Polovinom prošle decenije cena po 1 Wp solarnog modula je iznosila oko 10US\$. Danas je ta cena snižena na oko 5\$/Wp. Sve to uslovljava da se nalaze sve šire primene solarnim sistemima koji se grade za razne potrebe (nevodnjavanje, punjenje akumulatora, telekomunikacije, železnica, saobraćaj, osvetljavanje i dr.).

Primena solarnih ćelija je vrlo interesantna i za našu zemlju, naročito ako se ima u vidu da će se uskoro raspolagati sa domaćim solarnim baterijama, ali to zahteva poseban prikaz i na dalje se time na ovom mestu nećemo baviti.

3. SOLARNE ELEKTRANE

Ovog puta interesuje nas samo primena solarnih baterija za tzv. "velike energetske" potrebe. Sve više u svetu narasta shvatanje da je dalji razvoj čovečanstva uslovljen načinom proizvodnje električne energije¹⁾. To i jeste razlog što su za nas nadalje posebno interesantna istraživanja na usavršavanju tehnologije u smislu sniženja troškova proizvodnje, kako bi se što pre stiglo do momenta kada će proizvodnja električne energije u elektranama fotonaponskom konverzijom biti konkurentna "klasičnim" načinima proizvodnje.

Počeli smo ponovo da verujemo u ćelije na bazi kristalnog silicijuma. Naši partneri iz Rusije nam predlažu intenziviranje rada na razvoju tehnologije proizvodnje fotonaponskog silicijuma²⁾. Danas se on praktično ne proizvodi, jer se za potrebe proizvodnje solarnih ćelija koristi otpadni silicijum iz proizvodnje integralnih kola. Ali eksplozivni razvoj proizvodnje poluprovodnika uslovio je praktično nedostatak slobodnog silicijuma za dalji razvoj proizvodnje fotonaponskih ćelija³⁾. Zajedno sa našim partnerima idemo u razvoj jeftine proizvodnje fotonaponskog silicijuma. Naši programi su takvi da

pre kraja naredne decenije možemo očekivati proizvodnju jeftinih solarnih ćelija pa čak i sa cenom ispod 1\$/Wp.

Sve do sada izneto ukazuje da će se pre kraja prve decenije narednog veka, tačnije već njenom polovinom, moći započeti gradnja solarne elektrane koja će se završiti na bazi prosečnih troškova po jednom instalisanom vršnom vatu od svega 2 dolara.

Pri razmatranju mogućnosti primene solarnih baterija za izgradnju solarnih elektrana polazi se od prethodno datih pretpostavki, koje bi mogle zameniti nuklearne elektrane. Kompletno razmatranje je započeto pre više od desetak godina⁴⁾, a u prošloj je doživelo novi impuls, bazirano na vrlo detaljnoj analizi stvarnih mogućnosti, kao i na konkretnim ponudama firmi koje su već danas spremne da sa nama uđu u čvrste aranžmane, koje ćemo dalje obrazlagati.

Poseban momenat u našim razmatranjima jeste to da raspoložemo značajnim naučnoistraživačkim potencijalima za razvoj tehnologije proizvodnje solarnih ćelija, kao i značajnim mogućnostima naše mašinogradnje. Danas samo u Beogradu postoji 6 istraživačkih laboratorija koje ili imaju izvesnih iskustava u ovakvim istraživanjima ili imaju opremu i ovladane naučne metode rada za uključivanje u ovu oblast. Ovo bi naravno bilo nedovoljno da ne računamo na partnerstvo sa renomiranim ruskim istraživačkim institucijama i najboljim svetskim proizvođačima opreme.

Sledeće što nas je opredeljivalo u planiranju gradnje solarne elektrane je vrlo dug period gradnje nuklearne elektrane. Naime, smatra se da od momenta kad se donese odluka do njenog normalnog rada mora proteći bar 12 godina a i više. To vreme je uzeto i za gradnju solarne elektrane.

Interesantno je pitanje snage solarne elektrane koja bi bila ekvivalentna snazi nuklearne od na primer 1.000 MW (megavata). Imajući u vidu da i nuklearna elektrana ne radi punim kapacitetom tokom cele godine, za naše geografsko područje smatra se da faktor 2,5 u potpunosti odgovara. Drugim rečima s obzirom na to da solarna elektrana proizvodi električnu energiju samo tokom dana i to najintenzivnije kada je sunce najviše na horizontu, njena snaga bi morala da bude 2,5 veća da bi u toku godine proizvela otprilike istu količinu energije koju bi proizvela nuklearna elektrana od 1.000 MW.

Predviđa se da se razvoj velikoserijske proizvodnje fotonaponskog silicijuma i velikoserijske proizvodnje solarnih ćelija na bazi kristalnog silicijuma dovede do tog nivoa da se mogu projektovati tipska proizvodna postrojenja od po 100 MW godišnje proizvodnje. Bez obzira na to što će cene solarnih ćelija u tim postrojenjima postepeno snižavati do kraja decenije na po 1US\$/Wp, praktično će već započeti gradnja elektrane.

Izgradnju prve solarne elektrane kod nas treba shvatiti kao snažan podsticaj razvoja nekoliko industrijskih grana kod nas. Slobodno se može reći da će njenim završetkom naša zemlja biti osposobljena da se pojavi na svetskom tržištu nudeći izgradnje istih elektrana potpuno konkurentno sa najboljim svetskim proizvođačima.

Prateća industrija, naročito elektronskih uređaja (invertori, upravljački sistemi na bazi procesorske tehnike i dr) moći će da se uključi u značajno šire zahvate, koji će se javljati kod nas u to vreme kao posledica već višeg tehničkog razvoja zemlje. Ni u kom slučaju se ne sme ispustiti iz vida da će bazna industrija solarnih ćelija i prateće industrijske grane, bez obzira što će biti na visokom tehnološkom nivou, zaposliti veliki broj nove radne snage. Međutim, za razliku od industrije koja će opremiti solarnu

elektranu i kasnije proizvoditi baterije za nove elektrane, i koja će zapošljavati značajan broj radnika, solarna elektrana će raditi praktično bez radne snage, potpuno automatizovano sa minimalnim troškovima održavanja ili, bolje reći, sa minimalnim troškovima upravljanja.

Zanemarujući ovog momenta aktivnosti koje će dovesti do osposobljenosti naših stručnjaka da projektuju potrebne proizvodnje solarnih ćelija i modula i projektuju samu elektranu planirano je da se uradi sledeće:

- U 2006. godini počće da radi prva velikoserijska proizvodnja solarnih modula projektovanih na 100 MW godišnje. U toj godini za potrebe elektrane daće prvih 10 MW i 10 MW za tržište;

- U 2007. godini za elektranu će se proizvesti 20 MW modula, a za tržište opet 10MW;

- U 2008. godini za elektranu 30MW, a za tržište 20MW. Međutim u ovoj godini će početi da radi druga fabrika od 100 MW koja će te godine dati za elektranu 50 MW;

- U 2009. godini 50 MW za elektranu i 25 MW za tržište, a druga fabrika za elektranu 75 MW;

- U 2010. godini prva fabrika trebalo bi da da za elektranu 70 MW, za tržište 30 MW; druga za elektranu 100 MW, a treća počinje da radi i daće u toj godini samo 50 MW za elektranu;

- U 2011. godini, prva daće za elektranu 70 MW, za tržište 30 MW, druga 100 MW za elektranu i treća 75 MW za elektranu;

- U 2012, 2013, 2014, 2015, 2016. i 2017. godini sve tri fabrike dawaće po 100 MW za elektranu. U ovim godinama za tržište će da radi četvrta elektrana i nju više nećemo ovde razmatrati.

Na način kako je rečeno, izgradnja naše solarne elektrane bi trajala 12 godina i na kraju te poslednje godine bilo bi ugrađeno punih 2.500 MW. Takva solarna elektrana bi po svojoj proizvodnji, kako je to već rečeno, odgovarala jednoj nuklearnoj elektrani od 1.000 MW.

Posebno je interesantno što će takva solarna elektrana raditi već od prve godine njene gradnje i proizvoditi električnu energiju punim kapacitetom ugrađenih baterija. Do kraja 12-te godine tj. do momenta kada se izgradi u punoj snazi kako je planirano, ona će proizvesti oko 12 milijardi kilovatčasova.

Od te 12-te godine pa nadalje ova elektrana će godišnje proizvoditi oko 3,75 milijardi kilovatčasova, i to nezavisno od toga kakvi će biti te godine vodotokovi, kakva cena nafte na svetskom tržištu, kakvo stanje kod nas u eksploataciji uglja. Ova količina električne energije će se praktično dobijati besplatno, jer troškovi održavanja i upravljanja takvom elektranom biće zanemarljivi u odnosu na proizvedenu količinu električne energije.

4. ZAKLJUČAK

Ovde se, za sada, završava ovo razmatranje, jer podatke koje smo dobili prosto ne smemo da saopštimo. Kad se uzme dobit od proizvedene struje u toku izgradnje elektrane, troškovi su takvi da se danas sa time ne može izgraditi ni jedna ozbiljnija termoelektrana.

Molimo zainteresovane da sa nama organizovano pristupe tačnoj analizi, jer su nesagledive koristi za ovu zemlju ako se u ovakav posao ude što pre.

LITERATURA

- [1] M. Zoglaner, "Renewable Energy Supply in the field of competitive markets - the current situation is leading to effective strategies for sustainability", *2nd World Conference and Exhibition of Photovoltaic Solar Energy Conversion*, July 1998 Vienna, Austria.
- [2] Y.S. Tsoo, J.M.Gee, P. Menna, D.S. Strebkov, "ENVIRONMENTALLY BENIGN SILICON SOLAR CELL MANUFACTURING" *2nd World Conference and Exhibition of Photovoltaic Solar Energy Conversion*, July 1998 Vienna, Austria.
- [3] T. Jensen, "Sand ist alle, Die Solarindustrie bangt um ihren wichtigsten Rohstoff: Silizium", *PHOTON*, Mai - Juni 1996
- [4] P. Rakin, "Solarne elektrane umesto nuklearnih", *Primenjena nauka br. 5, 1986*.

SOLAR POWER PLANT INSTEAD OF NOCLEAR PLANT

ABSTRACT:

Some time ago Author of this paper have, analized possibility of starting with production of sollar batteries and their use for construction of solar power station instead of nuclear. He did this work for the purpose of one our firm from Valjevo. Article with this topic was published in 1986. in Rewieu "Primenjena nauka".