

NOVI ASPEKTI SMANJENJA CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE DOBIJENE IZ KOMBINACIJE OBNOVLJIVIH IZVORA I BATERIJA ZA NJENO SKLADIŠTENJE KAO I NJIHOV UTICAJ NA FUNKCIONISANJE ENERGETSKE INFRASTRUKTURE

Branislav Tepavčević, BiH
Samir Salman, Haris Salman, Saša Đekić, BiH

KRATAK SADRŽAJ

U radu je napravljena analiza rasta proizvodnje električne energije korištenjem fotonaponskih panela (PV panela) kroz aspekt konstantnog povećanja njihove efikasnosti. Takođe, sa razvojem nanotehnologija na tržištu imamo baterije koje imaju istovremeno veći kapacitet skladištenja el. energije, manje dimenzije i manju cijenu. Ova kombinacija daje sasvim novi pogled na razvoj električnih mreža. Svjedoci smo nadolazećeg zaokreta u dosadašnjem razumjevanju razvoja izvora električne energije, prenosa električne energije i njene distribucije. Bitno je napomenuti da ćemo morati povesti računa kako da pronađemo način da se što jednostavnije i jeftinije poboljša zastarjela i loše održavana energetska infrastruktura. Cijena električne energije dobivena iz solarnih panela i baterije za spremanje električne energije su u konstantnom padu. Već su dostigli nivo da se takmiče sa cijenom plina na određenim tržištima. Najnovije analize predviđaju da će oni u SAD preuzeti proizvodnju električne energije kao vršnih elektrana u iznosu od 10 GW od prirodnog plina do 2027. godine. Druga, mnogo optimističnija predviđanja ne vide da će elektrane na plin biti bitan faktor kao proizvođači električne energije vršnih elektrana.

Ključne reči: PV elektrane, razvoj, cijena električne energije, distributivni sistem

ABSTRACT

The paper is an analysis of electricity production growth by using photovoltaic panels (PV panels) featuring constant increase of efficiency. Also, through nanotechnology development new type of batteries are emerging. The batteries feature greater storage capacity, smaller dimensions as well as lower price. Their combination gives a whole new aspects on the development of electrical networks. We are witnessing the upcoming shift in the current understanding of the development of sources of electrical power, transmission of electric energy and its distribution. It is important to note that particular care will have to be taken into account how to get as much simpler and cheaper way to improve antiquated and poorly maintained energy infrastructure. The price of electrical energy obtained from solar panels and batteries are in constant decline. However they have already reached the level to compete with the price of gas in certain markets. The latest analyses predict that they will take over from the production of electricity as the peak power in the amount of 10 GW of natural gas until 2027. of the year. The second, much more optimistic predictions do not see that the gas power plant will be an important factor as producers of electricity in peak power plant.

Key words: PV power plants, development, price of electrical energy, distribution system

brane.tep@gmail.com

UVOD

Period od 2000. do 2018. godine karakteriše rijetko viđen tehnoekonomski napredak u svim segmentima koji su povezani sa proizvodnjom električne energije korištenjem fotonaponskih generatora i vjetrogeneratora. Ovaj napredak je omogućio da energija generisana u vjetroelektranama i/ili solarnim elektranama postane značajan segment elektroenergetskih sistema u svim razvijenim državama.

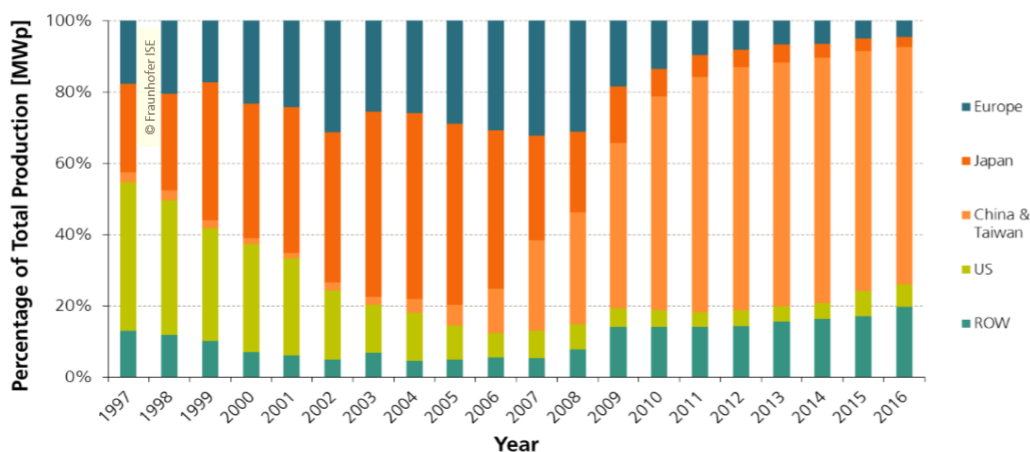
Trend je da se udio ovako generisane energije povećava iz godine u godinu. Primarni razlozi za ovakav trend su ekološka prihvatljivost i to što praktično nema operativnih troškova osim kapitalnih ulaganja u izgradnju elektrana, koji su od 2012. godine u stalnom padu. Na pad cijena su uticali ekonomika velike serije (economies of scale) koju su uspjeli postići veliki proizvođači te tehnički i tehnološki napredak u proizvodnji svih elemenata ove tehnike, a posebno u oblasti PV tehnike.

Činjenica da je generisanje energije nepredvidivo jer zavisi od meteoroloških uslova, te od dan/noć uslova za PV konverziju, nije spriječila eksplozivan rast instaliranih vjetro-elektrana i PV elektrana. Razlozi za ovakav rast su bili porast potreba za električnom energijom, visoki troškovi izgradnje novih fosilnih/nuklearnih elektrana, gašenje nuklearnih elektrana te mnogobrojni ekološki problemi koji prate termo- i nuklearne elektrane.

STATUS PV ELEKTRANA I TEHNOLOGIJE U SVIJETU

Prema Referenci 1, Fraunhofer „PHOTOVOLTAICS REPORT“ od 28. Februar 2018, status PV tehnologije karakterišu sledeći parametri:

Tehnologija fotonaponskih ćelija: Napredak u tehnologiji dobijanja i obrade silicijumuma je doveo da je danas (2018. godina) 92% instaliranih kapaciteta bazirano na silicijumumskim (mono i polikristalni silicijum) foto ćelijama, sa trendom porasta udjela polikristalnog silicijuma koji je jeftiniji za proizvodnju. Prema orjentacionim podacima proizvođači silicijumskih ćelija su Kina i Tajvan, ukupno sa 68%, ostatak pacifičkog regiona i Azije sa 24%, Evropa sa 5% te Amerika i Kanada sa 6%. Za posebne potrebe se koriste PV ćelije sa optičkim koncentradorima (sočivima) i ove ćelije nisu predmetom masovne upotrebe.



Dijagram 1: Procentualna godišnja proizvodnja solarnih panela u svijetu (1)

Efikasnost PV ćelija: Postojeće standardne komercijalne silicijumumske PV ćelije, bez optičkih koncentratora, imaju efikasnost 17% , dok je do prije 10 godina isto iznosilo 12%. Postignuta su laboratorijska rješenja sa efikasnošću 24% sa velikim mogućnostima da ova rješenja budu pretočena u standardna komercijalne fotonaponske panele. (R1). Laboratorijska rješenja sa koncentradorima svjetlosti + višeslojni PV paneli postižu efikasnost od 36 do 46%, ali ove ćelije nisu predmetom masovne upotrebe.

Povrat uložene energije (Energy Payback Time): Povećanjem efikasnosti PV ćelija, sa 12 na 17%, te smanjenjem težine vafera sa 16g/Wp na 9 g/Wp (p-peak), postignuto je da povrat energije potrošene za proizvodnju PV ćelija traje: godina dana na Siciliji, 1,5 godina ili manje na jugu Evrope do 2,5 godine na sjeveru Evrope. Za sisteme sa koncentradorima svjetlosti vrijeme povrata uložene energije je kraće od 1 godine. Invertori: Današnji invertori u potpunosti zadovoljavaju sve potrebne tehničke zahtjeve za konverziju istosmjernog napona sa PV panela na naizmjenični napon (AC) koji se isporučuje prema potrošaču. Invertore karakterizira efikasnost konverzije od 98%. Mogu da slijede frekvencu mreže po amplitudi, frekvenciji i faznom pomaku ili da funkcionišu odvojeno u uslovima energetskog ostrva. Invertori su po načinu funkcionisanja skoro identični uređajima za besprekidno napajanje koji se koriste u računarskoj tehnici dugi niz godina tako da se radi o zrejoj tehnologiji (mature technology). Dodatno, invertori su opremljeni lokalnom inteligencijom sa mogućnosti komunikacije sa okolinom.

Baterije: Cijena baterija je u stalnom padu iako su im smanjene dimenzije i povećana kapacitativnost. Sa razvojem nanotehnologija očekuje se još jedan veliki skok u razvoju ove tehnologije.

Cijena PV elektrana: Cijene elemenata PV tehnike su u konstantnom padu i sada (2018) maloprodajne cijene su: PV panel - 300 do 400 \$/kWp, invertora cca 100\$/kWp. Tenderske cijene su niže i najniža tenderska cijena je 280\$/kWp za solarnu elektranu kapaciteta 200MW u Abu Dhabi-ju. Cijene se razlikuju po državama, npr. u Njemačkoj je cijena za rezidencijalne objekte (roof-top) 1500 EUR/kWp, tenderska cijena za utility grade elektrane je 440 EUR/kWp.

PRIMJENA NANOTEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI PV ČELIJA

Da bi se predupredio opisani tempo razvoja solarnih ćelija i primjena istih većina istraživačkih centara na ovom polju pribjegava se primjeni tzv. nanotehnologije, odnosno tehnologije manipulacije materijom na nivou atoma i molekula za postizanje željenih poboljšanja. Da bi se povećala sposobnost apsorpcije sunčevog zračenja, manipulacijom materijala na nivou milijarditog dijela metra, pokušavaju se formirati pravilne strukture za koje se prethodnim računarskim simulacijama dokaže najveća efikasnost.

Nanotehnologija se može definisati kao manipulacija materijom na atomskom, molekularnom, i supramolekularnom nivou. Jedno od zasigurno najzanimljivijih otkrića na polju manipulacije nanotehnologijom i buduće primjene u elektrotehnici desilo se 2013. kada su istraživači sa Rice Univerziteta, Američkog ratnog vazduhoplovstva i izraelskog Technion Instituta proizveli novu vrstu karbonskih mikrocijevi (CNT), odnosno mikrovlakana, koje izgledom sličje tekstilnom vlaknu, ali provode toplotu i struju poput metalne žice. Odnosno, izgleda poput običnog crnog pamučnog vlakna, ali se ponaša poput metalne žice i jakog karbonskog vlakna, istovremeno. Solarne ćelije od silicijuma odavno se ističu kao faktor za budućnost obnovljivih izvora energije. Uz pomoć izrade tankih filmova vertikalnih silicijumskih nanožica postoji mogućnosti povećanja hvatanja svjetlosti na solarnoj ćeliji. Budući da je tehnika izrade ovog izvanrednog poboljšanja hvatanja svjetla relativno jednostavna, smatra se da ovaj pristup predstavlja ekonomski održiv put ka visokoj učinkovitosti i niskoj cijeni tankoslojnih solarnih ćelija. Za razliku od tipične solarne ćelije, izrađene od vrlo skupog čistog komada kristalnog silicijuma koje zahtijevaju oko 100 mikrometara debljine kako bi mogle apsorbirati veću količinu sunčeve svjetlosti, u ovom slučaju radijalna geometrija omogućava učinkovito hvatanje svjetlosti nanožicama od nekoliko silicijumskih filmova, koje su široke samo nekoliko mikrona. Zbog svojih vrhunskih foto-električnih svojstava, silicijum ostaje prvi izbor za fotonaponske poluvodničke pretvarače, ali zbog rastuće potražnje sama sirovina sada ima visoku cijenu. Zbog visokog pročišćavanja kristala silicijuma, čak i izrada najjednostavnijih silicijumskih solarnih ćelija je složen i skup proces.

Prestiž među istražnim centrima na ovom polju jeste smanjiti i količinu i zahtjeve za kvalitetom silicijuma pomoću vertikalnih polja nanostrukturiranih radijalnih „pn“ spojeva umjesto konvencionalnih planarnih pn spojeva. U radijalnom pn spoju, foto-pobuđeni elektroni, i „šupljine“, će putovati mnogo kraće do elektrode. Iako je efikasnost pretvaranja ovih solarnih nanožica samo oko pet do šest posto, treba imati na umu da je ova efikasnost postignuta bez upotrebe protivreflektivnog stakla i drugih mjera za povećavanje efikasnosti solarnih ćelija. Istraživači na ovom polju se nadaju da je moguće uz dalja poboljšanja pomjeriti efikasnost ovakve ćelije na iznad 10 procenata. Kombinujući 10-postotnu ili bolju efikasnost fotovoltnog pretvaranja sunčeve u električnu energiju sa značajno smanjenom količinom potrebnog materijala te uz mogućnost korištenja neobrađenog silicijuma, treba reći da su nanožice od silicijuma ozbiljan kandidat za masovnu proizvodnju i primjenu.

TREĆA I ČETVRTA GENERACIJA PV TEHNOLOGIJE

Perovskit, treća generacija PV elektrana: Perovskit je dobio do sada neviđen publicitet u naučnim i profesionalnim krugovima. Nazivaju ga i "superstar", "čudesni materijal" i slično. Perovskiti su materijali koji se lako sintetiziraju a njihova posebna struktura ih čini perfektnim izborom za jeftine i efikasne PV panele. Prognoze su da će perovskiti imati važnu ulogu i u drugim oblastima tehnike kao što su nova generacija baterija za vozila, razni senzori, laseri, LED diode, LED ekrani i mnogo toga drugog. Termin "perovskite" se odnosi na jedinjenje kalcijuma-titanijuma-kisika (kalcijum titanat, koji se može naći kao mineral u zemljinoj kori). Ovaj mineral karakterizira specifična kristalna struktura koja se naziva perovskitna struktura. Perovskitnu strukturu ima veliki broj materijala/minerala i uobičajeno je da se ti materijali nazivaju "Perovskiti" ili "Porodica perovskita" iako su različitog hemijskog sastava. Perovskiti posjeduju jedinstvene karakteristike kao što su superprovodljivost, feromagnetska, magnetootporna, piroelektrične, te druga svojstva što je bio razlog ogromnog

interesa za ovu klasu jedinjenja. Istraživanjima je pogodovao činjenica da rad sa perovskitom ne zahtijeva skupu opremu i procese kakvi su potrebni za procesiranje silicijuma. Ovo je otvorilo mogućnost vrlo široke konkurencije u istraživanjima a time je bitno smanjen, a možda i eliminisan, monopol na istraživanja kao i na buduću proizvodnju. Razvoj perovskitnih PV ćelija u periodu 2012 – 2018. ide u više pravaca:

a) Poboljšanje efikasnosti PV ćelija, tako da je dostignuta efikasnost (2016) od 22%. To je za silicij bilo potrebno 60 godina.

b) Testiranje višeslojnih ćelija: kombinacija silicijumskih panela sa perovskitim filmom daje efikasnost od 30%, Australijski tim je objavio podatke testiranog ćelija je efikasnost 24,6 %. (5)

c) Uporedo sa razvojem tehnologije odvija se razvoj opreme za proizvodnju sa ciljem da se postigne jeftina serijska proizvodnja i objavljeni su rezultati testova ove opreme: Modifikovana oprema za štampanje (štampanje) za serijsku produkciju - R2R (sa rolne na rolnu), (9) modifikovani jeftini ink-jet štampači gdje je korištena perovskitna emulzija (Univerzitet u Torontu).

d) Trajnost ćelija, koja treba biti minimalno 25 godina nije riješena u prvom krugu. Čini se da je tu rješenje vrlo blizu, u pitanju je sa jedne strane izbor pereskovita (jedan od preko 200 jedinjenja), izbor rastvarača, izbor dodataka, te izbora proizvodne tehnologije uključujući temperaturu grijanja perovskitnog filma (temperature su do 150 celzija) te uslova podpritiska.

e) Jedan od pravaca razvoja je korištenje drugih tipova pereskovita, a jedan od najinteresantnijih je bakarni tio cijanat (CuSCN) koji je predmetom intenzivnog istraživanja na EPFL-u (Ecole Polytechnique Federale de Lausanne) gdje su ostvareni impresivni rezultati. Ova tehnologija je dokazana i napravljeni su jeftini perovskovitni paneli sa efikasnošću većom od 20 % i nakon 1000 sati testiranja u oštrim uslovima sa maksimalnim opterećenjem su zadržali 95% efikasnost. (2).

Očekuje se da će puna komercijalizacija perovskita krenuti u periodu 2019-2021. godine (6).

Kvantne tačke (Quantum Dots - QD): Kvantne tačke predstavljaju četvrtu generaciju PV elektrana. Kvantne tačke (quantum dots) su veoma male poluvodičke čestice, nekoliko nanometara. Njihova svojstva se jako razlikuju od većih čestica istog materijala (bulk materials). Kvantne tačke su u fokusu nanotehnologija. Zavisno od sastava QD imaju izražene karakteristike kao što su magnetske, feromagnetske, fotonaponske i druge. Kod fotonaponskih QD njihove osobine zavise od njihove veličine, tako da se izborom veličine QD reguliše na koji dio spektra će reagovati PV ćelija (plava ili zelena za prečnik 5-6nm, crvena ili narandžasta za prečnik 2-3nm). Ogroman doprinos razvoju ove tehnologije je pojačan interes za displeje (TV i mobilnih telefona) koji su već u komercijalnoj ponudi – Samsung nudi televizor sa QLED tehnologijom. Već su napravljeni su prvi PV paneli bazirani na QD i postignuta je efikasnost 10%. Novija istraživanja materijala za PV panele uključuju veliki broj materijala i tehnologija ali se čini da su perovskiti i QD materijali najvažniji za buduće PV generatore.

POLITIKA IZGRADNJE PV ELEKTRANA U POJEDINIM DRŽAVAMA

U skladu sa potrebama i mogućnostima različite države formiraju svoju politiku izgradnje, podrške i podsticanja izgradnje PV elektrana.

Australija: velika zemlja sa udaljenim zajednicama, prosječna veličina PV elektrane je 5kW, ukupna instalirana snaga je 5 GW. Politika podrške PV elektranama je mijenjana.

Italija i Španija: velike fluktuacije u potrebama za elektroenergijom u ljetnjem periodu (klima uređaji), instalirana snaga u Italiji je 20GW, u Španiji je 5GW,

Japan: Nakon 2011, Fukušime, dolazi do velikih ulaganja tako da je kapacitete 25GW

Njemačka: Proklamovana politika je da se smanjuje udio fosilnih elektrana i postepeno zatvaranje nuklearki. Politikom se definiše otkupna tarifa koja će omogućiti eksplozivan rast PV kapaciteta, čak 10 GW u 2009 godini. Dodatni razlog za podršku izgradnji PV elektrana je bila činjenica da je u tom momentu Njemačka imala značajnu proizvodnju PV panela. Instalirani kapaciteti danas iznose 39GW.

Velika Britanija: PV elektrane nisu bile prioritet, Nakon 2012 privatni korisnici kupuju panele za vlastitu upotrebu tako što je švedska IKEA prodavala panele (Hanergy) – dakle kao namještaj. 2016 su instalirani kapaciteti distigli kapacitet 5GW, pretpostavlja se da je broj privatnih instalacija oko 220.000. Politika otkupnih cijena posebno tretira male generatore od 1 do 4kW. Državni plan je da do 2022 PV paneli budu instalirani kod 4 miliona domaćinstava sa ukupnom instaliranom snagom od 20 GW.

Na početku masovne izgradnje PV elektrana FIT tarife su uključivale sljedeće tri stavke: a) garantovan pristup mreži, b) dugogodišnji ugovor sa distribucijom i c) cijene su bazirane na stvarnim troškovima kupovine i izgradnje PV elektrane tako da je investitorima garantovan siguran povrat investicije. Nakon 2011. dolazi do smanjenja FIT tarifa za nove elektrane što je korespondiralo sa padom cijena PV tehnike ali i promijenjenim uslovima na tržištu. FIT tarife koje su ranije ugovorene su ostale važećim. Nakon 2012. Njemačka umanjuje

otkupnu cijenu struje iz PV elektrana tj. FIT tarifu, u skladu sa padom cijena PV panela i prodaja struje iz PV elektrana prestaje biti garantovano profitabilan biznis, nego profitabilnost postaje stvar tržišta, tj. odnosa ponude i potražnje. Za sveobuhvatniji prikaz stanja o situaciji sa PV tehnikom može se koristiti izvještaj istraživanja Fraunhofer Instituta, ISE Institut za Solarnu Energiju. "Recent Facts about Photovoltaics in Germany".

Prema referenci literature (1), PV elektrane predstavljaju značajan segment njemačkog elektroenergetskog sistema jer: godišnje proizvode 38.5 TWh, u ukupnoj potrošnji pokrivaju 6.4% potreba, tokom radnih dana (sunčanih) mogu zadovoljiti 35% potreba, a tokom sunčanih vikenda i praznika mogu zadovoljiti i do 50% potreba za električnom energijom. Kod uvođenja PV elektrana četiri velike elektroenergetske kompanije (RWE, EnBW, E.ON i Vattenfall) koje proizvode 67 % elektroenergije u Njemačkoj će ostati potpuno po strani.

Prema Ref 1, važno je uočiti da su farmeri vlasnici 21,2 posto kapaciteta PV elektrana iako je broj farmera u ukupnom broju stanovnika ispod 5%. Ovo je indikator da je njemačka država na ovaj način obezbijedila ogromnu podršku poljoprivrednicima. Iako je dio PV elektrana u ukupnoj proizvodnji još uvijek relativno nizak (ukupno ispod 10%, za obdara ispod 20% u Njemačkoj) povećanje PV kapaciteta će u Njemačkoj imati enorman uticaj na ukupnu proizvodnju elektroenergije, a time i cijenu. Prema Fraunhofer izvještaju PV su zaslužne za smanjenje cijene EUR 4,3 /MWh. Mnogobrojne analize koje se bave ovom situacijom se neće složiti u kvantifikaciji ovog uticaja – neke analize konstatuju da je uticaj PV-a daleko veći, ali svi se slažu da je uticaj značajan.

Troškove PV panela: Cijena panela je određena prvenstveno ponudom kineskih proizvođača i u ukupnim troškovima instaliranog panela je padala sa 80% na cca 25%. Prema NREL-ovim ekspertizama (Richard Keiser Report, www.keiser-analytics.com) sa cijenom od 0.3\$/W za PV panel (hardware) za obdara PV elektrane postaju vrlo konkurentne fosilnim elektranama.

Troškovi instalacije i drugi troškovi: U cijeni instaliranog PV panela dominiraju cijene jednostavne prateće opreme opreme, projektovanje i montaža, troškovi kredita, priključne takse i slično, tzv. meki troškovi (soft costs). Sa padom cijena solarnih panela udio ostalih troškova se povećao na 75% (u 2016, prema podacima Američkog ministarstva energije, DOE). Imajući u vidu cijenu radne snage meki troškovi bi u uslovima Balkana trebalo da budu mnogo niži od ovih u Americi. Ovdje je bitno napomenuti da na meke troškove država može imati odlučujući uticaj i mogućnost da olakša/oteža pristup energetsom tržištu.

Maloprodajna cijena struje (grid parity, socket parity) i rezidencijalne elektrane: Krajnji korisnik prvenstveno "vidi" cijenu struje iz utičnice (grid parity). Ova cijena uključuje troškove potrošene energije, troškove prenosa i vršno opterećenje, te spremnost da se isporuči elektroenergija. Mjera opravdanosti privatnih ulaganja u rezidencijalne elektrane je prvenstveno ušteda koja se ostvaruje potrošnjom vlastite struje. Postojeće maloprodajne (visoke) cijene na tržištima SAD-a i EU pa čak i cijene na tržištima Zapadnog Balkana koje važe kao niske uveliko ohrabruju privatna ulaganja u rezidencijalne PV elektrane. Milioni rezidencijalnih instalacija u Americi i EU su čvrst dokaz ekonomske opravdanosti rezidencijalnih elektrana.

Mjerenje energije isporučene u mrežu – prodaja struje: Rezidentni korisnik troši energiju iz mreže, koristi vlastitu energiju ali može isporučiti viškove svoje energiju u mrežu. Da bi se znalo koliko je krajnji potrošač/potrošač isporučio energije u mrežu, a koliko je potrošio energije iz mreže posebno je mjerenje neto potrošena energija (net energy metering – NEM). Politika države definiše da li distribucija kupuje struju od rezidentnih PV elektrana ili ne. U SAD-u ove politike nisu definisane na isti način pa su u nekim državama elektrodistribucija obavezna da obezbijedi NEM, a u drugim nije. U svakom slučaju NEM čini privatnu PV elektranu isplativijom.

Organizovanje kooperativa rezidencijalnih elektrana: Poseban slučaj su kooperative u kojima krajnji potrošači dijele resurse u okviru resursa koje svaki od članova kooperative ima zakupljene, tj. razmjenjuju. Organizovanje rezidencijalnih elektrana u kooperative povećava iskorištenost kapaciteta, kombinovanje sa lokalnom proizvodnjom iz drugih izvora kao što su biomasa, otpad, plinske energane i slično. Sistem kooperativa obično uključuje daljinsku kontrolu nekih potrošača unutar kooperative. Organizovanje kooperativa ima za rezultat da rezidencijalni korisnik ima na raspolaganju više energije po nižoj cijeni.

Odnosa FIT tarife i maloprodajne cijene: Odnos ovih cijena ima reperkusije na ekonomiku PV elektrana tako da nisko postavljena FIT tarifa obeshrabruje prodaju struju iz PV elektrane. U EU se FIT tarife, koje su bile bazirane na trajnim ugovorima, zamjenjuju aukcijskom prodajom struje iz PV elektrana. U uslovima viška elektroenergije u Evropi i pada cijena aukcijsko određivanje cijene će imati nepovoljan efekat po poslovanje PV elektrana.

Ljudski kapital poteban za ovladavanje izgradnjom PV elektrana: Sa stanovišta projektovanja procjena je da je to standardno projektovanja industrijskih elektroinstalacija sa mogućnošću replikacije gotovih rješenja. Instalacija PV elektrana (npr. Krovne i manje jedinice) nije zahtjevan posao, procjena je da odgovara nivou elektromontažnih poslova u industriji. Može se konstatovati da znanja projektovanja i izgradnje PV elektrana nisu ograničenje za uvođenje ove tehnologije te da eventualni nedostatak specifičnih znanja ne predstavlja opasnost za ekonomiku poslovanja PV elektrane.

Sinergijski i socio-ekonomski aspekt uvođenja PV elektrana: U sinergiji sa poljoprivredom PV elektrane mogu pozitivno djelovati na poslovanje obje strane. Mogućnost da za izgradnju nisu potrebni mnogi preduslovi koji su neophodni za sve druge vrste elektrana čini ih mogućom opcijom za privredne aktivnosti u ruralnim područjima.

ZAKLJUČAK

Obnovljivi izvori energije još uvijek nemaju značajno mjesto u svjetskoj produkciji. Sa razvojem nauke, a naročito u poslednjih 15 godina napravljen je veliki pomak na polju mogućnosti uticaja na karakteristike postojećih materijala i razvoju sasvim novih naprednijih materijala koji dosad nisu korišteni u mašinstvu i elektrotehnici. Napravljen je veliki pomak u pronalasku niza novih, kvalitetnijih i čak jeftinijih materijala za proizvodnju vjetroelektrana, fotovoltnih pretvarača (PV ćelija) i baterija za spremanje el. energije.

Vjetroelektrane i PV elektrane su već zauzele svoje malo, ali jasno vidljivo mjesto. Postojeće PV tehnologije bazirane na siliciju dostigle su nivo na kojem su PV generatori i invertori postigli cijene koje su gotovo konkurentne konvencionalnim generatorima. Međutim, uz brzi razvoj novih materijala raste očekivanje da će PV paneli zasnovani na ovim tehnologijama biti sve više prisutni na tržištu. Zbog toga se može očekivati da će PV energija postati još konkurentnija. Također se nadamo povećanoj efikasnosti panela uz smanjenje cijene.

Ostaje da se vidi koje će uticaj na rast PV biznisa imati uvođenje novih tehnologija. One uključuju mnogo različitih i naizgled nevezanih faktora. Također, cijena i performanse baterija koja bi trebalo da riješi problem intermitencije ostaje da se vidi, Internet of Things (IOT) koja će biti od pomoći kod usaglašavanja proizvodnje i potrošnje energije te uvođenje elektromobila koje će povećati potebe za elektroenergijom, a što će sve skupa biti veliki faktor rasta PV elektrana.

EU zakonski okviri za proizvodnju, distribuciju i prodaju obnovljive elektroenergije su predmetom promjena. Imajući u vidu pragmatičnost EU zakonodavaca za očekivati je da će promjene ići u pravcu da se zaštiti lokalna proizvodnja energije, da se prodaju viškovi vlastite energije, ali i kada je manjak energije da se energija kupi po minimalnoj cijeni. U tom smislu treba posmatrati zahtjeve za slobodnom trgovinom te zahtjeve za ograničenjem državne pomoći pojedinim segmentima privrede.

Očekuju se korjenite promjene na evropskom tržištu električne energije. One se prvenstveno odnose na potrošnju tokom dana kada su potrebe za energijom najveće, tj. kada se prodaje tzv. „pikovača“. Međutim, tokom dana proizvodnja iz PV panela i vjetroelektrana zadovoljavati će većinu evropskih potreba za električnom energijom. Ovo će imati za posljedicu smanjenje potražnje za „pikovačom“ iz BiH. Zbog toga će Elektroprivreda u BiH imati manje prihode i na ovu činjenicu treba obratiti posebnu pažnju.

Generalno, uvidom u prethodno izneseno mogu se iznjeti sledeće prognoze:

- a. Država će imati manje prihode od prodaje električne energije;
- b. Postoji mogućnost da kroz princip otvorenog tržišta i berzanske ponude struje čitav Balkan bude zasut jeftinom strujom iz EU;
- c. Očekuje se da će sa pojavom elektroenergetskih zadruga (na lokalnom nivou) opadati uloga Elektrodistribucije. Zbog toga će se morati korjenito transformirati i uloga elektrodistribucije jer će ona onda upravljati i dijelom lokalne proizvodnje el. Energije (iz obnovljivih izvora).
- d. Otvara se mogućnost i Elektrodistributivnim kompanijama da budi i proizvođači el. energije iz obnovljivih izvora. Ove kompanije imaju sve resurse da brzo i vrlo lako instaliraju solidne kapacitete.
- e. Izgradnja obnovljivih izvora el. energije će prvenstveno biti prilagođena potrebama potrošača tj. da se novi energetske objekat gradi što bliže mjestu potrošnje. Time će se smanjiti potreba za većim investicijama u energetske infrastrukturu.
- f. Višak struje će biti u proljeće kada prestaje potreba za grijanjem zgrada, a još nije potrebno da se koriste klima uređaji koji su znatan potrošač el. energije. Osim spremanja el. energije javlja se i pitanje: kako iskoristiti te viškove el. energije?
- g. Problem konkurencije će se zakomplikovati. Promjeniti će se komercijalni odnosi na relaciji generatori – mreža – potrošači. Razlog tome je da će se na tržištu pojaviti mnogo različitih ponuđača. Zakonska regulativa se zbog toga mora mijenjati.

- h. Pojaviti će se i problem zaštite potrošača gdje potrošači postaju i mali proizvođači, a čiji broj se svakodnevno povećavati (na milione).
- i. Reverzibilne hidroelektrane će se puniti jeftinom el. energijom u svako doba dana kada imamo viškove el energije. U slučaju potrebe za el. energijom koristit ćemo je iz reverzibilnih elektrana i plinskih elektrana koje se lako startuju.
- j. Električna vozila koriste el. energiju za punjenje svojih baterija i time povećavaju zahtjeve za el. energijom, ali bi mogla i pomoći prilikom balansiranja el. mreže. Naime, dobar primjer je Norveška koja ima mnogo električnih automobila. Njihovi vlasnici već počinju da mijenjaju svoje zastarjele automobilske baterije sa novima. Stare baterije su zadržale oko 80% svoga kapaciteta i država od njih gradi skladišne stanice obnovljivih izvora energije.

Vežano za obnovljive izvore, a posebno PV, već su ukinute izdašne FIT tarife i uvodi se berzanska prodaja PV struje što bi po logici stvari trebalo da umanji interes privatnih investitora. Za očekivati je da će svaka država u okvirima zadatih okvira imati prilagođenja u obliku "sakrivenih" mjera kojima će se zaštititi nacionalni interesi. Pravovremena promjena legislativne u BiH u pravcu koji bi uvažio promjene tehnologije i promjene zakonskih okvira u EU bi mogla biti od pomoći da se sačuvaju postojeći energetske kapaciteti, te da se omogući implementacija PV tehnologije u segmentima gdje je to moguće i ekonomski isplativo. Ovo implicitno nameće pitanja: kako se prave lokalni zakoni, ko pravi zakone, koji su lobistički uticaji – kako spoljni tako i domaći, koliko je transparentan proces pripreme zakona ta kako se prati primjena zakona?

LITERATURA

1. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>
2. <https://actu.epfl.ch/news/record-stability-for-perovskite-solar-cells-effici/>, (Michael Graetzel – EPFL); <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927796X15300103> Thin-film semiconductor perspective of organometal trihalide perovskite materials for high-efficiency solar cells
3. <https://www.rtoinsider.com/caiso-duck-curve-curtailments-42004/>
4. <http://reneweconomy.com.au/anu-charts-24-5-efficiency-perovskite-silicon-solar-cell-68353/>
5. <https://actu.epfl.ch/news/record-stability-for-perovskite-solar-cells-effici/>
6. <http://www.vermontelectric.coop/>
7. <https://electrek.co/2017/12/13/solar-batteries-to-take-10gw-natural-gas/> Izvor: www.ewea.org
8. <http://reneweconomy.com.au/solliance-sets-world-record-roll-roll-perovskites-12-6-77963/>
9. Buckley, Paul. „Micro Rake Doubles Efficiency of Polymer Solar Cells“, *Electronics EETimes Europe*, Aug. 2015.
10. Gil Shalev et al. "Enhanced Photovoltaics Inspired by the Fovea Centralis.", *Scientific Reports* **5**, Article number: 8570 (2015)
11. Sullivan, John. „Tiny Structure Gives Big Boost to Solar Power." *Princeton University*. Trustees of Princeton University © 2016, 5 Dec. 2012.
12. Chandler, David L. "Solar Cells as Light as a Soap Bubble", *MIT News*. 25 Feb. 2016.
13. Sullivan, John. "Tiny Structure Gives Big Boost to Solar Power" *Princeton University*. Trustees of Princeton University © 2016, 5 Dec. 2012.
14. Maehlum, Mathias Aarre. "The History of Solar Energy." *Energy Informative*. 14 Aug. 2013.