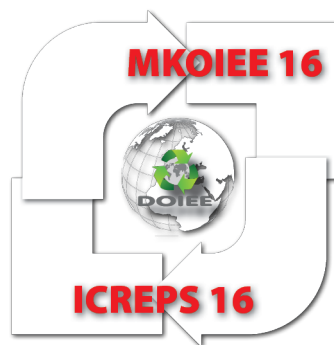


Četvrta međunarodna konferencija
o obnovljivim izvorima
električne energije

The 4th International Conference
on Renewable Electrical
Power Sources



ZBORNİK RADOVA PROCEEDINGS



17. i 18. oktobar 2016.
Beograd, Sava centar



ZBORNİK RADOVA
pisanih za 4. Međunarodnu konferenciju o
obnovljivim izvorima
električne energije

Sava centar
17. i 18. oktobar 2016.

PROCEEDINGS
4th International Conference
on Renewable Electrical
Power Sources

Sava Center
17 and 18 October 2016

Izdavač
Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i
tehničara Srbije (SMEITS)
Društvo za obnovljive izvore
električne energije

Publisher
Union of Mechanical and Electrotechnical
Engineers and Technicians of Serbia (SMEITS)
Society for Renewable Electrical
Power Sources

Predsednik Društva za
obnovljive izvore
električne energije
pri SMEITS-u
Dr Zoran Nikolić, dipl. inž.

President to the Society
for Renewable Electrical
Power Sources
within the SMEITS
Zoran Nikolić, Ph. D.

Urednik
Prof. dr Zoran Stević

Editor
Prof. Zoran Stević, Ph. D.

Za izdavača
Vladan Galebović

For Publisher
Vladan Galebović

Štampa
Graphic studio d.o.o.,
Beograd

Printing
Graphic studio d.o.o.,
Beograd

Tiraž
150 primeraka

Circulation
150 primeraka

ISBN
978-86-81505-80-9

CIP - Каталогизacija u publikaciji - Narodna biblioteka Srbije, Beograd

502.171:620.9(082)(0.034.2)

MEĐUNARODNA konferencija o obnovljivim izvorima električne energije (4 ; 2016 ; Beograd)

Zbornik radova [Elektronski izvor] / Četvrta međunarodna konferencija o obnovljivim izvorima električne energije MKOIEE '16, 17. i 18. oktobar 2016. Beograd = The 4th International Conference on Renewable Electrical Power Sources ; [organizator Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), Društvo za obnovljive izvore električne energije]. - Beograd : Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije - SMEITS, 2016 (Beograd : Graphic studio). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemska zahteva: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Tiraž 150. - Abstrakti. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-81505-80-9

1. Савез машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије (Београд). Друштво за обновљиве изворе електричне енергије

а) Енергетски извори - Одживи развој - Зборници

COBISS.SR-ID 226526732

GENERALNI POKROVITELJ
GENERAL PATRON
ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ

PROGRAMSKI POKROVITELJI
PROGRAMM SUPPORTERS



Republika Srbija,
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Ministarstvo rudarstva i energetike



Elektrotehnički fakultet, Beograd



Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd



Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju,
Beograd



Institut tehničkih nauka
Srpske akademije nauka, Beograd

POKROVITELJI
SPONSORS



BOSCH
Tehnologija za život

Robert Bosch, Beograd



Inženjerska komora Srbije, Beograd

VIESSMANN

Viessmann, Beograd

–weishaupt–

Weishaupt, Beograd

ZODAX[®]

Zodax, Beograd

**MEĐUNARODNI PROGRAMSKI ODBOR
INTERNATIONAL PROGRAMME COMMITTEE**

Prof. Viorel Badescu	Romania
Prof. dr Pellumb Berberi	Albania
Prof. dr Alla Denysova	Bulgaria
Prof. dr Aleksandar Gajić	Serbia
Prof. dr Branko Kovačević	Serbia
Rastislav Kragić	Serbia
Dr Aleksandar Ivančić	Spain
Prof. dr Miroljub Jeftić	Serbia
Prof. Vladimir Krstić	Canada
Prof. Nikolay Mihailov	Bulgaria
Prof. dr Stefka Nedeltcheva	Bulgaria
Mr Dušan Nikolić	Australia
Dr Zoran Nikolić	Serbia
Elena Ponomareva	Ukraine
Dr Mila Pucar	Serbia
Prof. dr Nikola Rajaković	Serbia
Prof. dr Valerij Sitnikov	Ukraine
Prof. dr Velimir Stefanović	Serbia
Prof. dr Zoran Stević	Serbia (<i>the Committee Chairman</i>)
Prof. dr Zoran Stojiljković	Serbia
Prof. dr Michael Todorov	Bulgaria
Dr Zhongying Wang	China
Dr Wanxing Wang	China
Dr Xuejun Wang	China
Dr Ruiying Zhang	China

**ORGANIZACIONI ODBOR
ORGANIZING COMMITTEE**

Rastislav **Kragić**
Zoran **Nikolić** (*predsednik Odbora*)
Ilija **Radovanović**
Zoran **Stević**
Žarko **Ševaljević**
Dragomir **Šamšalović**
Vladan **Galebović**

**ORGANIZATOR
ORGANIZER**

Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS),
Društvo za obnovljive izvore električne energije

Union of Mechanical and Electrotechnical Engineers and Technicians of Serbia (SMEITS),
Society for Renewable Electrical Power Sources

Kneza Miloša 7a/II, 11000 Beograd
Tel. +381 (0) 11 3230-041, +381 (0) 11 3031-696, tel./faks +381 (0) 11 3231-372
office@smeits.rs • www.smeits.rs

PLANIRANJE SOLARNIH PARKOVA – ISKUSTVA NEMAČKE I SRBIJE

PLANNING ASPECTS OF SOLAR PARKS – EXPERIENCE OF GERMANY AND SERBIA

Dejan DOLJAK^{1*}, Aleksandar DEDIĆ², i Milan MILENKOVIĆ¹

¹ Geografski institut “Jovan Cvijić”, SANU, Beograd, Srbija

² Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija
d.doljak@gi.sanu.ac.rs

Solarna energija predstavlja čist, besplatan i praktično neograničen izvor energije. Tehnička i tehnološka rešenja kojima trenutno raspolažemo dovoljna su da se prikupi mnogo više električne energije, od one koju trošimo. Solarni parkovi, odnosno fotonaponske elektrane su postrojenja namenjena za proizvodnju velike količine električne energije koja se, uglavnom, isporučuje u elektro mrežu. Za razliku od solarnih sistema koji koncentrišu sunčeve zrake, fotonaponske elektrane, pored direktnog koriste i difuzno zračenje, kao važan izvor energije za oblasti na većim geografskim širinama. Stoga, ne začuđuje činjenica da je Nemačka među prvim zemljama u svetu po proizvodnji električne energije dobijene od Sunca sa instalisanim fotonaponskim kapacitetom od 39,7 GW. Iako je potencijal globalnog zračenja u Srbiji oko 30% veći od Nemačke, ukupan fotonaponski kapacitet, od svega 10 MW, je neuporedivo manji. Troškove koje iziskuje eksploatacija solarne energije, mogu se lakše prevazići uz dobro osmišljene mere i instrumente. U ovom radu je prikazano nekoliko uspešnih projekata u Nemačkoj, poput solarnog parka Finstervalsde, koji mogu obezbediti bolju osnovu za planiranje sličnih projekata u Srbiji. Suština ovog rada je da pruži uvid u dosadašnje rezultate Srbije na polju solarne energije, kao i da odgovore na pitanja koja se tiču održivog planiranja solarnih parkova.

Ključne reči: *solarna energija, fotonaponski sistemi, solarni park, Nemačka, Srbija*

Solar energy is a clean, free and virtually unlimited source of energy. Technical and technological solutions that are available right now are sufficient to collect much more electrical energy than we consume. Solar parks or photovoltaic power plants are facilities that produced large amounts of electricity which is mainly supplied to the electrical network. Unlike concentrated solar power systems, photovoltaic power station apart from direct radiation is using diffuse radiation, as an important source of energy for areas at higher latitudes. Therefore, it is not surprising that Germany is top-rated country in the world by production of electricity from the sun, with an installed PV capacity of 39.7 GW. Although the potential of global solar radiation in Serbia is about 30% greater than Germany, the total PV capacity

of only 10 MW, is much smaller. Expenses for exploitation solar energy, can be overcome much more easier with well designed incentive measures and instruments. This paper describes some successful projects in Germany, such as a solar park Finstervald, which can provide a planning solution for similar projects in Serbia. The essence of this paper is to provide overview of current results of solar energy sector in Serbia, as well as to answer the questions that are related to sustainable planning solar parks.

Keywords: solar energy, photovoltaics, solar park, Germany, Serbia

1 UVOD

Imajući u vidu da energetska sektor učestvuje sa 60% u ukupnoj emisiji gasova sa efektom staklene bašte [1], zemlje širom sveta okrenule su se politici podsticanja primene energije iz obnovljivih izvora. Evropska Unija nastoj da do 2020. godine smanji emisiju gasova sa efektom staklene bašte za najmanje 20%, kao i da istovremeno poveća učešće obnovljivih izvora energije u bruto finalnoj potrošnji energije za 20% i poboljša svoju energetska efikasnost za isti procenat [2].

Solarna energija, kao jedan od obnovljivih izvora, ima potencijal da zadovolji narastajuću potrošnju za električnom energijom i odgovori na probleme sa kojima se suočava moderno društvo. Direktnim pretvaranjem sunčeve energije u električnu struju, putem fotonaponskog efekta u solarnim ćelijama, moguće je dobiti oko 20 puta više struje od one koju svet danas troši. Najveći porast ovih sistema u protekloj deceniji odigrao se na Evropskom kontinentu, oko 70% globalnog fotonaponskog kapaciteta instalirano je u Evropi [3]. Nemačka je, sa ukupnim fotonaponskim kapacitetom od 39,7 GW [4], zadržala vodeću poziciju u Evropi i drugo mesto u svetu, nakon što ju je Kina 2015. godine pretekla. U Srbiji su fotonaponski sistemi tek u fazi povoja, budući da je ukupan kapacitet ovih sistema tek blizu 10 MW [5]. Osim nekoliko fotonaponskih elektrana na zemlji i krovnih sistema instaliranih na javnim objektima, privatnim kućama i kompanijama, Srbija se može pohvaliti jednim inovativnim rešenjem koje je dobilo međunarodno priznanje i postalo sastavni deo urbanog mobilijara brojnih trgova širom Srbije, a reč je o javnom solarnom punjaču mobilnih telefona „Strawberry tree”.

U nastavku rada osvrnućemo se na iskustvo Nemačke i prikazati primere nekoliko velikih fotonaponskih elektrana koje su instalirane na zemlji. Na taj način moguće je peuzeti dobre modalitete u planiranju fotonaponskih elektrana na zemlji i implementirati ih u planska i strateška dokumenta, kako bi razvoj ovih sistema u Srbiji bio održiv.

2 ISKUSTVO NEMAČKE

2.1 Stanje i potencijali obnovljivih izvora energije

Nemačka je u septembru 2010. godine usvojila „Energiewende”, plan koji ima za cilj da postojeći energetska sistem transformiše u novi energetska sistem zasnovan na obnovljivim izvorima energije, energetska efikasnosti i održivom razvoju.

U skladu sa tim, potrebno je većinu, ako ne i sve elektrane na uglj izbaciti iz upotrebe. Ključan deo ovog plana predstavlja zatvaranje svih nuklearnih elektrana do 2022. godine.

Godine 2012. obnovljivi izvori obezbeđuju 22,93% ukupne proizvodnje električne energije, odnosno 12,38% ukupne potrošnje energije u Nemačkoj [6]. Iako je Nemačka očito već nadmašila nacionalni cilj postavljen u EU Direktivi 2009/28/EC za 2013/2014. godinu (učešće od 9,46 %), prema Nacionalnom akcionim planom za obnovljive izvore energije [7] procenjeno je da bi učešće obnovljivih izvora energije do 2020. godine moglo da bude 19,6% bruto finalne potrošnje, odnosno 38,6% ukupne proizvodnje električne energije.

Za dosadašnji uspeh zaslužan je „Zakon o obnovljivim izvorima energije” (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) koji je stupio na snagu aprila 2000. godine kao zamena za „Zakon o napajanju elektro mreže energijom iz obnovljivih izvora” (StromEinspG) iz 1991. godine. Njime je uspostavljena pravna obaveza o priključivanju fotonaponskih sistema na elektro mrežu i otkupu proizvedene električne energije po tačno određenom iznosu i vremenskom periodu (20 godina). H. Wirth [8] navodi da je podsticajna otkupna cena za električnu energiju proizvedenu putem krovnih fotonaponskih sistema koji su počeli sa radom maja 2016. godine, bez obzira na njihovu veličinu, 12,31 c€/kWh. Visina naknade za slobodnostojeće fotonaponske sisteme zavisi od ugovora. U krugu licenciranja Federalne mrežne agencije (Bundesnetzagentur) sa graničnim datumom do 1. aprila 2016. godine, slobodnostojeći fotonaponski sistemi male snage (<10 MW) imali su srednju vrednost feed-in tarife od 7,41 c€/kWh. Slobodnostojeći fotonaponski sistemi, preko 10 MW, se više ne stimulišu preko podsticajnih tarifa.

Prosečno godišnje globalno zračenje u Nemačkoj kreće se u intervalu od 951 do 1.257 kWh/m², dok prosečno godišnje trajanje sijanja Sunca iznosi od 1.300 do 1.900 sati [9]. Preko 1,5 miliona fotonaponskih sistema instaliranih širom Nemačke generišu oko 35,1 milijardi kWh električne energije godišnje, što predstavlja 6% ukupne potrošnje električne energije u Nemačkoj [10]. Ukupna instalisana snaga fotonaponskih sistema u Bavarskoj iznosi 11.395 MW_p, na drugom mestu je Baden-Virtembergu sa 5.247 MW_p, a slede ih Severna Rajna-Vestfalija (4.329 MW_p), Donja Saksonija (3.560 MW_p) i Brandenburg (3.067 MW_p) [11].

2.2 Planiranje solarnih parkova u Brandenburg

Prema stanju iz avgusta 2009. godine, u pet planskih regiona Brandenbura, evidentirano je ukupno 81 planskih projekata i dva u Berlinu. Planovi uključuju izgradnju solarnih elektrana ukupne snage 572 MW_p na površini od preko 3.000 ha, pri čemu se, trenutno, ne sprovodi 21 projekat [12].

Od realizovanih projekata ističe se „Solarni park Finstervalde I” nominalne snage oko 42 MW_p, koji obuhvata 100 ha nekadašnjeg površinskog kopa u regionu Lužica. Prema urbanističkom planu građevinsko područje iznosi oko 70% ukupne površine, a pokrivenost zemljišta modulima oko 30% [13]. Indeks zauzetosti parcele (GRZ) postavljen u BNP iznosi 0,3. Na taj način smanjeno je betoniranje zemljišta, osim za površine na kojima se nalaze izmenjivači struje i transformatori. Betonom je

prekriveno manje od 1% ukupne površine. Konstrukcija za postavljanje redova modula obezbeđena je nosećim elementima od drvenih greda. Razmak između redova modula iznosi najmanje 10 m, a visina modula najmanje 1 m, što omogućava korišćenje ovog prostora za ispašu ovaca [13].

Izmenama i dopunama Pripremnog plana za korišćenje zemljišta (Flächennutzungsplan) prenamenjena je zona poljoprivrenih površina u površine posebne namene za izgradnju solarnog parka Finstervalde II i III. Urađen je Obavezujući plan korišćenja zemljišta (Bebauungsplan) u kome su dati osnovni urbanistički pokazatelji i mere za prevenciju i smanjenje negativnih uticaja na životnu sredinu. Tekstualno je određena maksimalna visina fotonaponskih sistema do 3,5 m, kao i korišćenje transparentne ograde (maksimalne visine 2,50 m) uz formiranje zelenih pojaseva izvan solarnog parka kako bi se izbegli ili smanjili negativni uticaji, naročito u zaštićenim predelima [14]. Određene su i mere koje se odnose na otklanjanje barijera za kretanje životinja, mere zaštite mesta za okupljane ždralova u jugozapadnom delu planskog područja, formiranje sistema otvorenih površina i cvetnih traka sa živicom radi poboljšanja staništa za Poljsku ševu i Prepelicu. Za pričvršćivanje fotonaponskih sistema koriste se zemljani ankeri, pa se očekuju minimalni uticaji na zemljište u pogledu betoniranja. Dva nova dela stastoje se od 171.888 fotonaponskih modula od kristalnog silicijuma, ukupne nominalne snage 40 MWp, koji pokrivaju površinu od 95 ha. Zajedno sa prvim delom ovaj fotonaponski park, nominalne snage 82 MW, jedan je od najvećih u Nemačkoj [15].

Dobar primer izgradnje fotonaponskog parka uz istovremenu zaštitu prirode i unapređenja stanja životne sredine predstavlja solarni park Lieberose. Lokacija na kojoj je izgrađen ovaj solarni park nalazi se na mestu nekadašnjeg vojnog poligona u opštini Turnvol-Prajlak nedaleko od grada Kotbus. Solarni park obuhvata istočni deo Evropskog rezervata za ptice „Čeona morena Šprivald-Liberoza”. Na površini od 220 ha, instalirano je oko 900.000 fotonaponskih modula, čija ukupna nominalna snaga iznosi 70,8 MW [16]. Godišnja proizvodnja ove elektrane dovoljna je da podmiri potrebe oko 20.000 domaćinstava za električnom energijom čime sprčava emisiju oko 48000 tona ugljen-dioksida [16]. Zbog nasleđenog zagađenja, početni radovi na izgradnji solarnog parka su podrazumevali otklanjanje zaostale municije i buradi sa hemijskim supstancama, koji su pretili da kontaminiraju zemljište i podzemne vode. Akcijom čišćenja prečišćeno je i vraćeno u prirodno stanje 380 ha zemljišta [17]. Zbog veličine solarnog parka, kao i zbog održavanja istorijske rute koju koriste jeleni, prvobitno razvojno područje je podeljeno na dva odvojena dela, stvarajući tako koridor za divlje životinje. Pored toga, odgovarajućim uklanjanjem zemljišta ispod ograde od 10 cm, i izborom materijala koji ne mogu da povrede sisare, omogućen je neometan prolaz za manje sisare i vodozemce, i izbegnuto razušavanje njihovih staništa. Stvaranjem novih staništa na dve površine od po 54 ha omogućeno je očuvanje staništa za određene vrste ptica. Postavljanje novih kućica za ptice i gnezda za različite vrste ptica i slepe miševе, kao i postavljanje kamenih oblutaka radi formiranja potencijalnih mesta za razmnožavanje Belorepku, Pupavca, itd. predstavljaju još neke od mera za poboljšanje biodiverziteta na području solarnog parka. Kako bi se sagledali uticaji tokom izgradnje i rada solarnog parka, kao

efekti planiranih mera upostavljen je program praćenja, odnosno beleženja populacije ptica. Početni rezultati su pokazali da je primena kompenzacionih mera imala uspeha u nadoknadi izgubljenih gnezda za Stepsku trepteljku, vrstu ptice koja je visoko ugrožena (druga kategorija Crvene liste) u Brandenburgu [17].

3 ISKUSTVO SRBIJE

3.1 Stanje i potencijali obnovljivih izvora energije

U Srbiji se, kao i u mnogim drugim Balkanskim zemljama, proizvodnja električne energije, uglavnom, oslanja na spaljivanje lignita u termoelektoranama i radom velikih hidroelektrana [18]. Prema Nacionalnom akcionom planu učešće obnovljivih izvora energije u sektoru električne energije do 2020. godine iznosiće 36,6%, odnosno 12,1% bruto finalne potrošnje energije. Srbija će prvenstveno povećati proizvodnju električne energije iz velikih i malih hidroelektrana, kao iz vetroelektrana ukupne snage od 500 MW. U Strategiji razvoja energetike Republike Srbije [19], tehnički iskoristiv potencijal za konverziju energije Sunca u električnu energiju određen je na osnovu trenutno raspoloživog kapaciteta elektroenergetskog sistema i iznosi 540 GWh/godišnje, odnosno 0,046 Mtoe/godišnje.

U Srbiji je podsticajna otkupna cena za solarnu energiju drastično opala u odnosu na 2010. godinu. Za samo četiri godine visina podsticajne otkupne je sa 23 c€/kWh pala na vrednost od 16,25 do 20,66 c€/kWh u zavisnosti od instalisane snage i načinu instalacije (na objektu ili zemlji) [20]. Nova podsticajna regulativa iz 2016. godine još više je oborila cene, naročito za solarne elektrane na zemlji, koja sada iznosi 9 c€/kWh [21].

Prosečna vrednost energije sunčevog zračenja na teritoriji Srbije kreće se od 1.200 kWh/m²/godišnje u severozapadnim delovima, do 1.550 kWh/m²/godišnje na krajnjem jugoistoku, dok u centralnom delu iznosi oko 1.400 kWh/m²/godišnje. Broj sunčanih sati je među najvećim u Evropi i kreće se u intervalu od 1.550 do 2.200 časova godišnje.

Fotonaponske elektrane polako zauzimaju svoje mesto u novom energetsom sistemu Srbije. Počev od 2012. u rad je pušteno desetak fotonaponskih elektrana na zemlji, od kojih se posebno ističu: „Matarova” (2 MW) u opštini Kuršumlija, „Solaris 1” (999 kW) i „Solaris 2”(999 kW) u opštini Kladovo, „Prima Energy” (996 kW) u Tancošu kod Beočina, „Sajan” (536 kW) u opštini Kikinda, „Danica” (73,6 kW) u opštini Prokuplje, „Vrbovac” (10 kW) kod Blaca, itd.

3.2 Solarni park „Sajan”

U naselju Sajana, nedaleko od Kikinde završena je prva faza (536 kW) fotonaponske elektrane, planirane snage oko 1 MW. Za potrebe realizacije ovog projekta opština Kikinda je 2013. godine, donela Plan detaljne regulacije za izgradnju fotonaponske elektrane u K.O. Sajana, na osnovu koga su izdvojene najvažnije stavke [22]:

- Površina, od 9,11 ha, obuhvaćena planskim dokumentom podeljena je na dve urbanističke celine. Prvu celinu, koja obuhvata 14,5% planskog prostora, čine

saobraćajnice sa komunalnim površinama, a drugu, kompleks fotonaponske elektrane podeljen na dve podceline.

- Fotonaponska elektrana može da se gradi kao jedinstven kompleks koji će biti realizovan kroz faznu izgradnju kao dve ili više zasebnih elektrana, u zavisnosti od potreba i zainteresovanosti potencijalnih investitora. Prva podcelina (FN1) obuhvata parcelu površine 5 ha i namenjena je za izgradnju prve faze elektrane maksimalne snage do 1 MW, dok je druga podcelina (FN2) predviđena za izgradnju zasebne elektrane ili za proširenje kompleksa elektrane FN1.
- Parcele na kojima se planira izgradnja fotonaponske elektrane obuhvataju pretežno poljoprivredno zemljište koje se, zbog lošijeg kvaliteta, ne obrađuje.
- Primarna namena ovog prostora je fotonaponska elektrana, dok sekundarna namena može biti edukacija i deo turističke ponude.
- Ukupan kapacitet solarne elektrane od 3 MW određen je prema raspoloživim površinama i odabranoj tehnologiji, uz mogućnost izgradnje solarne elektrane veće snage ukoliko tehnologija bude napredovala, a Elektrodistribucija izda odobrenje za njeno priključenje.
- Indeks zauzetosti parcele, bez saobraćajnica, iznosi 70%.
- Noseća konstrukcija za fotonaponske module je od metala.
- Za povezivanje fotonaponske elektrane na elektrodistributivnu mrežu potrebno je izgraditi elektroenergetski vod kapaciteta 20 kV.
- Obavezno je ograđivanje kompleksa fotonaponske elektrane transparentnom ogradom maksimalne visine 2,2 m i formiranje sigurnosne zone između građevinske i regulacione linije (ograde) minimalne širine 10 m, u okviru koje su planirane servisne saobraćajnice koje omogućavaju pristup mehanizacije u fazi izgradnje, kao i pristup interventnih vozila u slučaju kvarova i akcidenata.
- Izgradnja službenog prostora za parkiranje vozila planirana je u okviru ograđenog dela kompleksa.

Južno od planirane fotonaponske elektrane nalazi se područje Sajanskog pašnjaka koje predstavlja očuvano stanište zaslaničenih i vlažnih livada. Zbog prisustva strogo zaštićenih vrsta ptica puput: poljske ševe, velike strnadice, žute pliske, sive vetruške, obične vetruške, gavrana, sokola lastavičara, vivka, kao i zaštićene biljne vrste kaćunak, ovaj prostor je prvenstveno namenjen za zaštitu [22].

4 ZAKLJUČAK

Postrojenja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, kao što su fotonaponske elektrane, osim niza ekoloških prednosti, mogu povećati sigurnost i nezavisnost energetskog sistema jedne zemlje. Zahvaljujući velikodušnim podsticajima, većinu današnjih fotonaponskih instalacija čine sistemi na objektima koji su povezani na elektromrežu. Međutim, usled pada ukupnih troškova za fotonaponske sisteme i promenom podsticajnih mehanizama, poslednjih godina učešće fotonaponskih sistema montiranih na zemlji zauzima značajno mesto u ukupno instalisanom kapacitetu. Fotonaponski sistemi montirani na zemlji čine 60% od ukupnog instalisanog kapaciteta fotonaponskih sistema u Nemačkoj [23]. U Srbiji, takođe

prednjače fotonaponski sistemi montirani na zemlji (6 MW) u odnosu na krovne instalacije (3,95 MW). Imajući u vidu da je zemljište ograničen resurs, razvoj ovih sistema u budućnosti mora biti pažljivo planiran. Na osnovu prethodno prikazanih primera planiranja u Nemačkoj i Srbiji, moguće je izdvojiti sledeće preporuke, koje će uticati na održiv razvoj fotonaponskih elektrana:

- Sagledati potencijal i usmeriti investicije prema degradiranim površinama, deponije, kamenolomi, rudnici, napušteni vojni poligoni, brownfield lokacije, kao i druge kontaminirane površine ili površine koje nisu obradive;
- Koristiti spiralne ankere kao osnovu za postavljanje noseće konstrukcije, da bi se pokrivanje zemljišta svelo na najmanju moguću meru (< 5 %);
- Planirati koridore i otvore na ogradi koji omogućavaju neometano kretanje sisara i vodozemaca;
- Omogućiti komplemetarno korišćenje prostora dimenzionisanjem pravilnog razmaka između panela i tla;
- Lokacije održavati redovnom kosidbom ili ispašom ovaca, bez sintetičkih đubriva ili pesticida;
- Smanjiti vizualna opterećenja upotrebom vizuelno nenametljive ograde (npr. ograda zelene boje), zelenih zasada i prirodnih materijala, ukopavanjem kablova, izbegavanjem čistih i svetlih boja (boje fotonaponskog sistema treba da se uklupe u sliku predela), kao i smanjenjem rizika od refleksije;
- Izbegavati velike i jake sisteme za rasvetu, koristiti „hladne” lampe (fluorescentne ili UV) kako bi se zaštitile životinje koje privlači svetlost;
- Planirati površine za kompenzaciju izgubljenih staništa za pojedine vrste ptica (npr. Belorepku, Pupavca, Stepsku trepteljku, Poljsku i Šumsku ševu, itd.); i
- Lokalno stanovništvo mora da bude uključeno kroz čitav planski proces kako bi projekat bio društveno prihvatljiv.

5 LITERATURA

- [1] ***, *Energy, Climate Change and Environment: 2014 Insights*. OECD/IEA, 2014
- [2] ***, *Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy*. European Commission, 2010
- [3] ***, *The First Decade: 2004-2014 – 10 Years of Renewable Energy Progress*. REN21 Secretariat, 2015
- [4] ***, *Renewables 2016 Global Status Report*. REN21 Secretariat, 2016
- [5] ***, *Registar povlašćenih proizvođača električne energije 28.04.2016*. Ministarstvo rudarstva i energetike, 2016
- [6] ***, *IEA World Energy Balances*. OECD/IEA and World Bank, 2013
- [7] ***, *National Renewable Energy Action Plan in accordance with Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources*. BMUB, 2010

- [8] **Wirth, H.**, *Recent Facts about Photovoltaics in Germany*. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Freiburg, Germany, 2016.
- [9] ***, *Erneuerbare Energien: Zukunftsaufgabe der Regionalplanung*. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2011
- [10] ***, *Renewable Energy Sources in Figures: National and International Development, 2014*. Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, 2015.
- [11] ***, *Bundesländer-Übersicht zu Erneuerbaren Energien: Installierte Leistung Photovoltaik (2015, in MWp)*. Agentur für Erneuerbare Energien, 2016
- [12] ***, *Erarbeitung von Grundlagen zur regionalplanerischen Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen am Beispiel der Region Lausitz-Spreewald*. Bosch & Partner GmbH, 2009
- [13] **Dubiel, R.**, Fachbeitrag: Praxisbeispiel „Solarpark Finsterwalde. 1. Fachgespräch „Standortplanung, Umweltprüfung und Eingriffsregelung“ Praxiserfahrungen – Methodische Anforderungen. ARGE Monitoring PV-Anlagen, Hanover, Germany, 2005.
- [14] ***, *Fortschreibung des Landschaftsplanes zur 2. Änderung des Flächennutzungsplanes für den Bereich „Solarparks“*. GUP Dr. Glöss Umweltplanung, 2012
- [15] ***, *NIBC infrastructure partners and DIF acquire 40MW of German solar photovoltaics (pv) plants from Q-Cells SE*. NIBC, 2011
- [16] ***, *Factsheet Solar Park Lieberose*. Juwi, 2011
- [17] **Peschel, T.**, Solar parks – Opportunities for Biodiversity. *Renews Special* (2010), 45, str. 1-35.
- [18] ***, *Status of RES(-E) Deployment in the Balkans*. IEE BETTER Project Report, 2013
- [19] ***, *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine*, („Službeni glasnik RS“, broj 101/2015)
- [20] ***, *Energija u Srbiji*. Ministarstvo rudarstva i energetike, 2010
- [21] ***, *Uredba o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoefikasne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije*, („Službeni glasnik RS“, broj 56/2016)
- [22] ***, *Plan detaljne regulacije za izgradnju fotonaponske elektrane u K.O. Sajan*, (Sl. list opštine Kikinda, br. 12/2013 i br. 13/2013)
- [23] ***, *Results from the PV GRID research in Germany*. BSW-Solar, 2013