



Broj rada: R-6.05

DOI broj: [10.46793/CIREĐ24.R-6.05JD](https://doi.org/10.46793/CIREĐ24.R-6.05JD)

OPTIMIZACIJA FOTONAPONSKE ELEKTRANE ZA VLASTITE POTREBE

OPTIMIZATION PHOTOVOLTAIC POWER PLANT FOR SELF-CONSUMPTION

Jasmina DŽAFEROVIĆ, JP Elektroprivreda BiH.d.d. Sarajevo, Bosna i Hercegovina

KRATAK SADRŽAJ

Tendencija porasta instalisane snage u fotonaponskim elektranama (FNE) u svijetu je izuzetno izražena, posebno u posljednjem desetljeću. Najveći doprinos ovakvoj situaciji u svijetu je na strani razvoja postojećih i novih tehnologija za proizvodnju električne energije iz solarne energije, kao i značajan pad cijena opreme za FNE. Jedna od ključnih prednosti korištenja potencijala solarne energije je to da oprema FNE ima veoma male troškove održavanja i veoma dug vijek trajanja-preko 25 - 30 godina za proizvodnju električne energije, te činjenica da se energije proizvodi u periodima najveće potrošnje. Prilikom projektovanja fotonaponske elektrane, u svrhu maksimiziranja proizvodnje električne energije, potrebno je detaljno sagledati: položaj panela, konfiguraciju sistema u svrhu minimiziranja utjecaja zasjenjenja fotonaponskih modula, efikasnost panela, efikasnost pretvarača, gubitke u kablovima uzrokovana smanjenjem efikasnosti uzrokovane povećanjem temperature fotonaponskih panela. Izgradnja solarnih fotonaponskih elektrana za vlastite potrebe na području FBiH definisana je zakonskim/podzakonskim aktima: Finansijski parametri koje će biti potrebni uzeti za isplativost investicije su: · na osnovu analize tržišta, investicija za solarnu fotonaponsku elektranu na krovu postojećeg objekta za vlastite potrebe · tarifni stavovi · naknada za podsticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji za 2023. godinu. novčani tok i interna stopa rentabilnosti

Ključne reči: fotonaponska elektrana, obnovljivi izvori, finansijska isplativost, novčana i energetska ušteda

ABSTRACT

The tendency to increase the installed power in photovoltaic power plants (FNE) in the world is extremely pronounced, especially in the last decade. The biggest contribution to this situation in the world is on the side of the development of existing and new technologies for the production of electricity from solar energy, as well as a significant drop in the prices of FNE equipment. One of the key advantages of using the potential of solar energy is that the FNE equipment has very low maintenance costs and a very long service life - over 25 - 30 years for the production of electricity, and the fact that energy is produced in periods of peak consumption. When designing a photovoltaic power plant, in order to maximize the production of electricity, it is necessary to look in detail: the position of the panels, the configuration of the system in order to minimize the influence of the shading of the photovoltaic modules, the efficiency of the panels, the efficiency of the converter, the losses in the cables of the causes, the decrease in efficiency caused by the increase in the temperature of the photovoltaic panels. The construction of solar photovoltaic power plants for own needs in the territory of FBiH is defined by legal/sub-legal acts: The financial parameters that will need to be taken for the profitability of the investment are: · based on market analysis, investment for a solar photovoltaic power plant on the roof of an existing building for own needs · tariff lines · compensation for encouraging the production of electricity from renewable sources and in efficient cogeneration for the year 2023. cash flow and internal rate of return

Key words: photovoltaic power plants, renewable energy sources, financial profitability, money and energy saving

1. UVOD

Prosječna količina sunčeve energije koja godišnje dopijeva na Zemljinu površinu iznosi oko 1500 kWh/m², s tim da u južnim dijelovima SAD-a, Australiji i većem dijelu Afrike ta energija doseže u prosjeku oko 2200 kWh/m², a u Sjevernoj Europi i Kanadi oko 1100 kWh/m². Snaga sunčevog zračenja na zemljinoj površini u vedrom danu je cca. 1 kW/m². Ukoliko se izvrši poređenje procijenjenih vrijednosti solarnog zračenja u zemljama srednje i sjeverne Europe, gdje godišnji prosjeci iznose 1000 do 1150 kWh/m², dolazi se do zaključka da u prosjeku Bosna i Hercegovina ima oko 15% više potencijala solarne energije u odnosu na srednju Europu, te 30% više od sjeverne Europe (Holandija, Danska, Velika Britanija).

Dozračena solarna energija u vremenu po jedinici površine naziva se insolacija.

Insolacija se sastoji iz tri komponente:

- intenzitet direktnog sunčevog zračenja, - I_D
- intenzitet difuznog sunčevog zračenja, - I_d
- intenzitet reflektirajućeg sunčevog zračenja - I_r

Pod direktnim sunčevim zračenjem podrazumijeva se zračenje kod kojeg elektromagnetni talasi prelaze put od Sunca do prijemne površine, relativno neometani na tom putu i formiraju sa normalom na datu površinu upadni ugao. Intenzitet direktnog sunčevog zračenja koje dopjeva pod pravim uglom na ravan na površini Zemlje je direktno normalno zračenje.

Difuzno sunčevo zračenje nastaje odbijanjem sunčevih zraka od molekula troatomnih gasova sadržanih u vazduhu, zatim od zagađivača u atmosferi, oblaka isl.

Treću komponentu insolacije čini reflektujuće zračenje (I_r) nastalo refleksijom sunčevih zraka od okolnih objekata, asfaltiranih i vodenih površina, te usljed refleksije tla.

Udio intenziteta direktnog zračenja u ukupnoj insolaciji varira od cca. 95% za idealno vedar dan, pa do 0% u uslovima kada je nebo prekriveno gustim oblacima. Tada se sva dozračena energija sunčevog zračenja iskazuje u obliku difuznog zračenja i iznosi cca 15-20% od energije dozračene tokom vedrih dana.

Tendencija porasta instalisane snage u fotonaponskim elektranama (FNE) u svijetu je izuzetno izražena, posebno u posljednjem desetljeću. Najveći doprinos ovakvoj situaciji u svijetu je na strani razvoja postojećih i novih tehnologija za proizvodnju električne energije iz solarne energije, kao i značajan pad cijena opreme za FNE.

Jedna od ključnih prednosti korištenja potencijala solarne energije je to da oprema FNE ima veoma male troškove održavanja i veoma dug vijek trajanja-preko 25 - 30 godina za proizvodnju električne energije, te činjenica da se energije proizvodi u dnevnom periodu.

Globalna energetska politika usmjerena je ka efektivnijem prijelazu sa fosilnih goriva na čistije izvore energije te ispunjenju obaveza smanjenja emisije stakleničkih plinova. Očekuje se da će ove promjene donijeti značajne koristi za krajnje potrošače, kako iz ekološke perspektive tako i ekonomske. Energetski paket Europske Unije poseban značaj daje korištenju energije iz obnovljivih izvora a što igra ključnu ulogu u promoviranju sigurnosti, održive energije po prihvatljivim cijenama, tehnološkog razvoja i inovacija, istovremeno pružajući ekološke, socijalne i zdravstvene koristi. Nadalje, nastoji se kreirati moderan dizajn tržišta električne energije sa karakteristikama fleksibilnosti, tržišne orijentiranosti i većeg udjela obnovljivih izvora energije.

Okvirna energetska strategija Bosne i Hercegovine do 2035. godine daje kontekst i smjer razvoja energetike u Bosni i Hercegovini bazirajući smjernice na politikama održivog razvoja koje u balansu imaju sigurnost snabdijevanja, konkurentnost cijena, te politiku dekarbonizacije, odnosno čistije energije. Efikasno korištenje resursa predstavlja pitanju ka ispunjavanju preuzetih obaveza i politika Europske Unije te pozicioniranje energetike kao pokretača stabilnosti i održivog razvoja ekonomije. Mapiranjem respoloživih prirodnih resursa i kapaciteta iz domena obnovljivih izvora energije, uzimajući u obzir uvjete njihovog iskorištenja te stepen razvoja a posljedično i pad cijena tehnologija, dolazi se do zaključka da fotonaponske elektrane danas imaju značajan potencijal iskorištenja.

Fotonaponske elektrane predstavljaju sisteme u kojima se, posredstvom fotonaponskog efekta, vrši konverzija energije sunčevog zračenja u istosmjernu električnu energiju, pri čemu ne dolazi do emisije štetnih gasova te u tom segmentu nemaju štetni utjecaj na okolinu. Osnovni dio ovog sistema čini fotonaponska ćelija koja predstavlja pn-spoj poluprovodničkih materijala, najčešće silicija (Si) u slučaju konkretne primjene koja je predmet ovog projekta, pri čemu su najzastupljenije monokristalne Si ćelije te polikristalne Si ćelije. U svrhu postizanja odgovarajuće snage, fotonaponske ćelije spajaju se u povezane nizove u obliku fotonaponskih modula ili solarnih panela. Nekoliko panela spojenih u seriju čine string, a više stringova spojenih paralelno čine fotonaponski generator. Fotonaponski efekat nastaje uslijed sudara čestice svjetlosti (fotona) odgovarajuće talasne dužine odnosno frekvencije sa valentnim elektronom sadržanim u poluprovodničkom materijalu pri čemu foton predaje elektronu energiju veću od energije vezivanja kojom je elektron vezan za atom u nekoj od

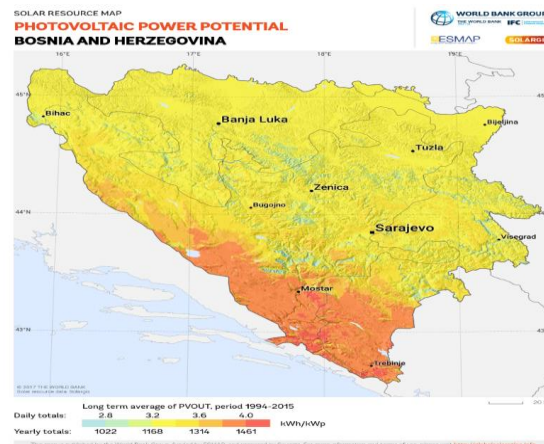
atomskih veza. Energija fotona ovisi o njegovoj talasnoj dužini odnosno o frekvenciji a ista se troši da bi elektron prešao iz valentne u vodljivu zonu dok se preostali dio pretvara u kinetičku energiju slobodnog elektrona. Fotonaponska elektrana se priključuje preko invertora, elektroničkog uređaja koji istosmjerni napon fotonaponskih modula pretvara u izmjenični napon regulirane vrijednosti i frekvencije, sinhronizovan sa naponom mreže.

2. TEHNIČKI OPIS

Prilikom projektovanja fotonaponske elektrane, u svrhu maksimiziranja proizvodnje električne energije, potrebno je detaljno sagledati:

- položaj panela sa aspekta nagiba te orijentacije u odnosu na azimut u svrhu postizanja optimalnog upadnog ugla sunčevog zračenja na površinu fotonaponskih modula odnosno postizanja što većeg sunčevog zračenja na fotonaponskim modulima,
- konfiguraciju sistema u svrhu minimiziranja utjecaja zasjenjenja fotonaponskih modula,
- efikasnost panela,
- efikasnost pretvarača,
- gubitke u kablovima uzrokovane padom napona,
- smanjenje efikasnosti uzrokovane povećanjem temperature fotonaponskih panela.

Kada je u pitanju sunčeva radijacija na području Bosne i Hercegovine, na osnovu mape solarnih resursa prikazane na slici ¹, zaključuje se da Bosna i Hercegovina posjeduje značajan potencijal za iskorištenje sunčeve energije za potrebe proizvodnje električne energije u fotonaponskim elektranama. U najvećem dijelu Bosne i Hercegovine, sunčeva radijacija iznosi oko 1300 kWh/m² dok je na dijelu površine uz granicu koja prati obalu Jadranskog mora veća od 1600 kWh/m².



Slika 1 - Potencijal iskorištenja sunčeve energije za proizvodnju električne energije iz fotonaponskih elektrana na području BiH¹

U svrhu optimiziranja proizvodnje električne energije iz fotonaponske elektrane, veoma je važno pravilno odrediti položaj te rastojanje između pojedinih redova fotonaponskih modula budući da zasjenjenje koje se može dobiti od drugih nepokretnih objekata iz okoline ili jednog reda fotonaponskih panela na drugi može značajno utjecati na smanjenje proizvodnje električne energije. Prije same izgradnje fotonaponske elektrane moguće je snimanjem zasjenjenja pomoću specijaliziranih uređaja odrediti mjesta na lokaciji na kojima se ima pojava sjene u određenom periodu te na osnovu tako dobijenih rezultata projektovati i konfigurirati fotonaponsku elektranu. Kada je u pitanju određivanje potrebnog rastojanja između redova fotonaponskih modula potrebno je sagledati zasjenjenje koje kreira svaki od redova pri čemu je ovo zasjenjenje najveće u trenutku kada sunce dostiže najnižu tačku na nebu. Ipak, za određivanje optimalnog rastojanja između modula potrebno je, sagledavajući konfiguraciju terena, pomiriti više utjecajnih faktora poput raspoloživosti podne/krovne površine, nagiba konstrukcije na koju se montiraju fotonaponski paneli, konfiguracije i tipa fotonaponskih modula, očekivanog prihoda od proizvedene električne energije i dr. Ukoliko je i mali dio fotonaponskog modula pod utjecajem zasjenjenja, dolazi do smanjenja efikasnosti cijelog fotonaponskog panela. Fotonaponski panel se sastoji od niza serijski spojenih fotonaponskih ćelija te kada dođe do zasjenjenja samo jedne ćelije, doći će do svođenja izlazne struje cijelog sistema spojenog u seriju na razinu struje koja prolazi kroz ćeliju na kojoj se prikuplja najmanje svjetlosti. Utjecaj zasjenjenja može se smanjiti dodavanjem premsne diode ili dodavanjem nekoliko dioda

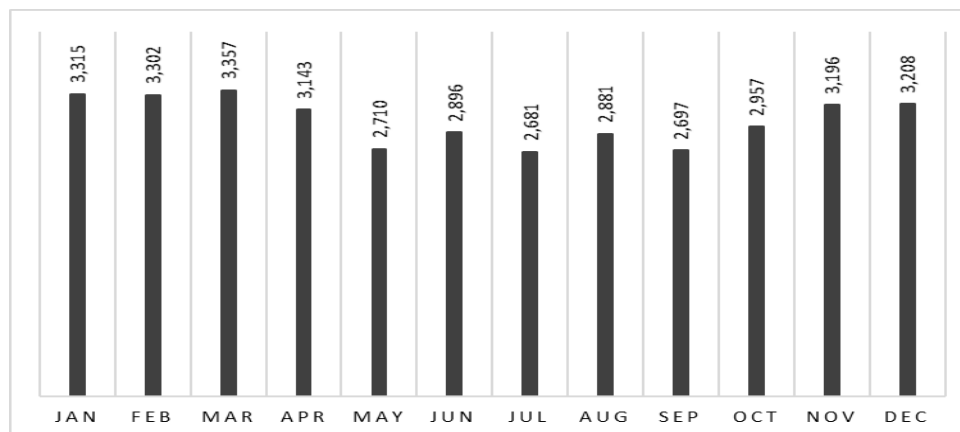
¹ ESMAP. 2020. *Global Photovoltaic Power Potential by Country*. Washington, DC: World Bank.

unutar jednog modula, po jednu za svaku grupu od nekoliko ćelija. Može se koristiti i blokirajuća dioda za paralelno spojene nizove, a koja u tom slučaju sprječava povratnu struju kroz module koji ne funkcioniraju. Prilikom projektovanja fotonaponskih elektrana potrebno je predvidjeti odgovarajuću zaštitu od atmosferskih i induciranih prenapona. Svi metalni dijelovi postrojenja trebaju biti uzemljeni.

2.1 ANALIZA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA LOKACIJI UGRADNJE FOTONAPONSKE ELEKTRANE

Posmatrano mjerno mjesto pripada kategoriji potrošnje 0.4 kV II tarifna grupa a kod koje se obračunska snaga ne utvrđuje mjerenjem, a mjerenje utrošene električne energije vrši se u dvije tarife. Priključna snaga na posmatranom mjernom mjestu iznosi 10 kW. U svrhu određivanja potrebne instalisane snage solarne fotonaponske elektrane, analizira se mjesečna dinamika potrošnje električne energije u periodu 01.01.2021.-31.12.2021. godine, a koja je prikazana na slici 2, kao i raspoloživost krovnih površina za instalaciju iste.

Kako je potrošač priključen na 0.4 kV distributivnu mrežu JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo, pripada kategoriji potrošnje 0.4 kV II tarifna grupa, električna energija obračunava se prema manjoj tarifi (MT) radnim danima od 22 do 7 sati, a subotom i nedjeljom cijeli dan u toku zimskog računanja vremena, odnosno radnim danima u periodima od 23 do 8 sati, a subotom i nedjeljom cijeli dan u toku ljetnog računanja vremena. U ostalim satima električna energija obračunava se prema većoj tarifi (VT). Na datom mjernom mjestu ima se ručno očitavanje brojila, odnosno na raspolaganju se nemaju 15-min očitavanja snage te će se stoga procjena iskorištenja električne energije iz solarne fotonaponske elektrane dati sa nešto većom vjerovatnoćom pogreške.



Slika 2 - Mjesečna dinamika potrošnje električne energije u periodu 01.01.2021.-31.12.2021. godine (kWh)

Budući da se solarna fotonaponska elektrana planira koristiti za pokrivanje vlastite potrošnje, pri procjeni snage elektrane važno je sagledati režim rada za sve dane u sedmici budući je Mrežnim pravilima distribucije operatora distributivnog sistema JP Elektroprivreda BiH d.d. - Sarajevo definisano da krajnji kupac koji proizvodi električnu energiju za vlastite potrebe mora usklađivati proizvodnju električne energije sa svojom potrošnjom i ne smije isporučivati električnu energiju u distributivnu mrežu. To znači da se na invertoru ograničava proizvodnja električne energije iz solarne fotonaponske elektrane na način da ista ne prelazi vrijednost potrošnje električne energije. U slučaju usklađivanja zakonske legislativne sa legislativom iz regiona i Evropske Unije te prepoznavanja prosumera (istovremenog potrošača i proizvođača električne energije) kao tržišnog učesnika, u ovisnosti od opredjeljenja za neto mjerenje ili neto obračun ili pak neki drugi model kupcu će se vršiti mjerenje. Novi zakon o OIE usvojen, te da će se primjenjivati od maja 2024, pri čemu će biti moguće ostvariti naknadu po shemi neto mjerenja. Pri tome se ne zna način obračuna mrežarine. Međutim, ovaj način će dodatno doprinijeti isplativosti FNE. Investitoru bi se omogućilo plasiranje viška električne energije proizvedene u solarnoj fotonaponskoj elektrani u distributivnu mrežu te preuzimanje iste u naznačenom periodu kada je potrošnja veća od proizvodnje ili bi se ovisno o modelu izvršila finansijska valorizacija električne energije isporučene u sistem. Ovim projektom u konačnici se predlaže izgradnja solarne fotonaponske elektrane za vlastite potrebe na posmatranom mjernom mjestu snage 10 kW.

Za posmatrano mjerno mjesto se konstatuje da se električnom energijom snabdijeva u okviru usluge javnog snabdijevanja. Pored troškova za snabdijevanje, za utrošenu električnu energiju imaju se i troškovi za mrežarinu, te troškovi po osnovu naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije koji se iskazuju po utrošenom kWh. Dakle, izgradnjom solarne fotonaponske elektrane za vlastite potrebe, izvjesno je smanjenje troškova za električnu energiju po osnovu obračuna utrošene električne

energije u dijelu snabdijevanja, mrežarine, te poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije. Isto je potrebno uzeti u obzir prilikom procjene isplativosti investicije. Regulatorna agencija će donijeti pravilnik za način obračuna mrežarine.

2.2 PODACI O LOKACIJI TE FOTONAPONSKOJ ELEKTRANI

Pregledom odabrane krovne površine objekta u BiH zaključuje se da se na raspolaganju za montažu predmetne fotonaponske elektrane ima dostatna površina krova za solarnu fotonaponsku elektranu od 10 kW.

Na osnovu raspoloživih podataka o dimenzijama odabranih krovnih površina, kreira se pretpostavka mogućnosti montaže fotonaponskih modula direktno na krovu, prateći nagib i orijentaciju pojedinih krovnih površina. Ukupan broj panela prema ovom Idejnom projektu iznosio bi 22, snage od po 540 Wp, odnosno ukupna instalisana snaga fotonaponskih panela 11,88 kWp. Prema predloženom rješenju fotonaponski moduli zauzimaju površinu od 58 m². Uzimajući u obzir orijentaciju pojedinih dijelova krova i druge utjecajne faktore koji utječu na proizvodnju električne energije iz ove solarne fotonaponske elektrane, biraju se dva invertora snage 5 kW i 5 kW, svaki za po jednu odabranu krovnu površinu. Sa ovakvim prijedlogom rješenja proizvodnja električne energije iz solarne fotonaponske elektrane u toku godine bila bi veća od 4 kW u tek 10% vremena, dok maksimalna snaga ne bi prelazila 7.4 kW.

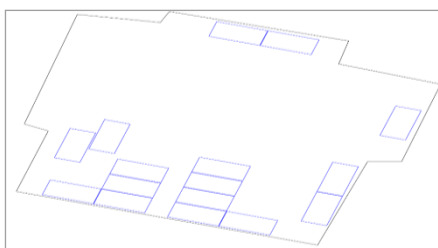
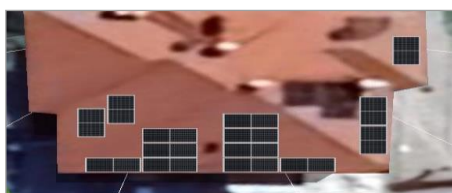
Uvažavajući prethodno navedeno, u tabeli 1 predlaže se idejno rješenje za izgradnju solarne fotonaponske elektrane snage 10 kW na krovu postojećeg objekta u vlasništvu Investitora.

Tabela 1 - Osnovni podaci o fotonaponskoj elektrani

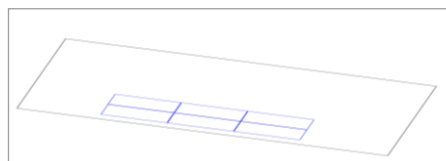
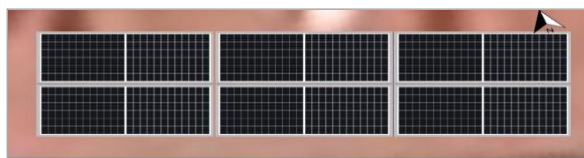
Naziv proizvodnog objekta	SE FNE
Nagib	prati nagib krova
Azimut	prati orijentaciju krovne površine
Broj fotonaponskih panela	15
Snaga fotonaponskih panela (kWp)	11,88
Invertor (kW)	2x5
Tip	Fiksna, bez praćenja po nagibnoj osi
Predviđena godišnja proizvodnja (kWh)	13 707
Način rada	Paralelni rad sa mrežom

Predloženo rješenje instalacije solarne fotonaponske elektrane za vlastite potrebe na krovu objekta Investitora prikazano je na slikama 3a-3b.

Zbog različite orijentacije krovova na kojima su raspoređeni FN paneli, ocijenjeno je da je potrebno implementirati optimizatore za FN panele.



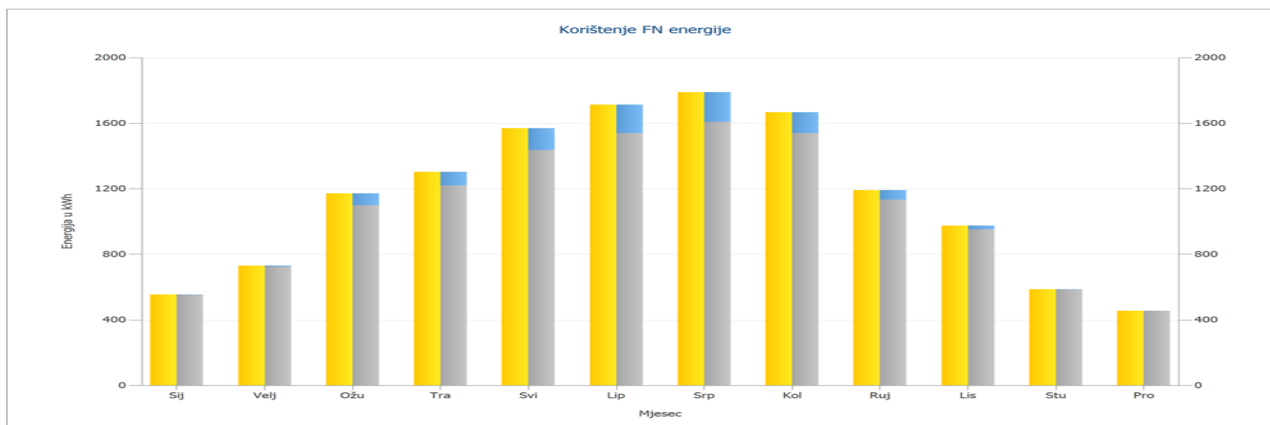
Slika 3a - Prijedlog rješenja instalacije solarne fotonaponske elektrane



Slika 3b - Prijedlog rješenja instalacije solarne fotonaponske elektrane

3. PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ FOTONAPONSKE ELEKTRANE I PROCJENA DOBITI

Za procjenu proizvodnje električne energije iz predložene konfiguracije fotonaponske elektrane korišteni su specijalizirani softverski alati. Uzimajući u obzir degradaciju panela (smanjenje efikasnosti fotonaponskih modula za 2% nakon prve godine rada, odnosno linearno smanjenje efikasnosti na način da ista nakon 25 godina iznosi 84.8%) proizvodnja električne energije u prvoj godini eksploatacije procjenjuje se na oko 13 707 kWh. Podaci o proizvodnji razloženi po mjesecima prikazani su na slici 4.

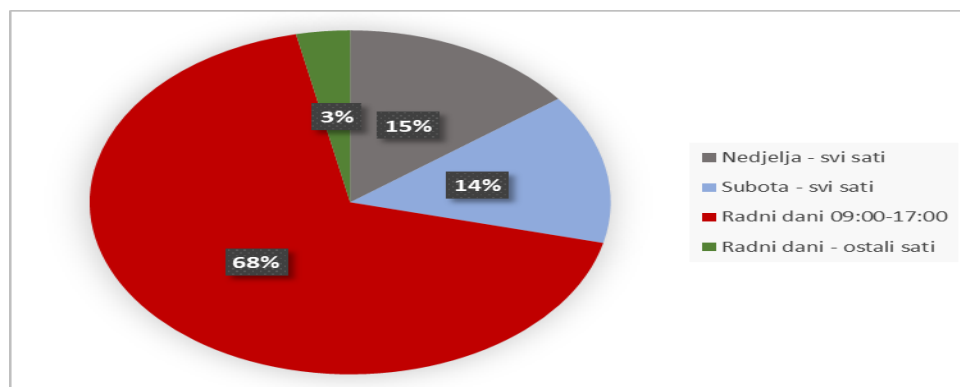


Slika 4 - Procjena proizvodnje električne energije iz fotonaponske elektrane po mjesecima u godini

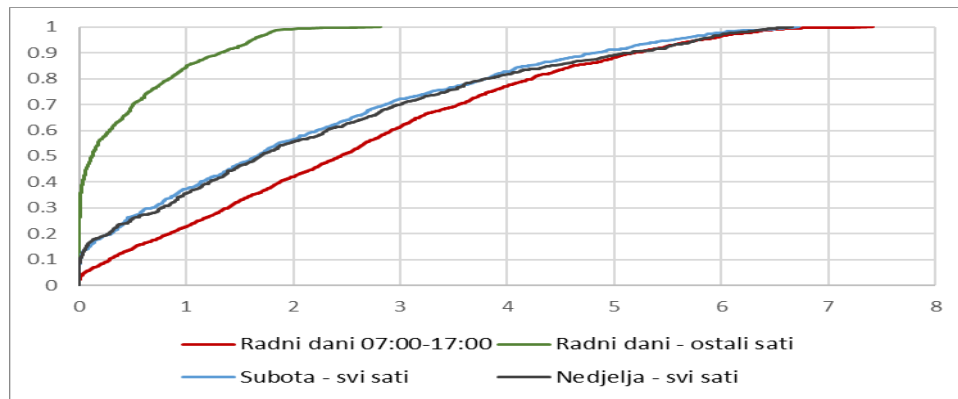
Budući da je primarna namjena izgradnje solarne fotonaponske elektrane korištenje proizvedene energije za vlastite potrebe, u nastavku se daje prikaz proizvedene električne energije po karakterističnim periodima. Na slici 5 dat je grafički prikaz proizvodnje električne energije iz predmetne solarne fotonaponske elektrane u karakterističnim periodima:

- radni dani 09:00-17:00;
- radni dani - ostali sati;
- subota – svi sati;
- nedjelja – svi sati.

Vjerovatnoća ostvarenja snage solarne fotonaponske elektrane za definisane periode prikazana je na slici 6.



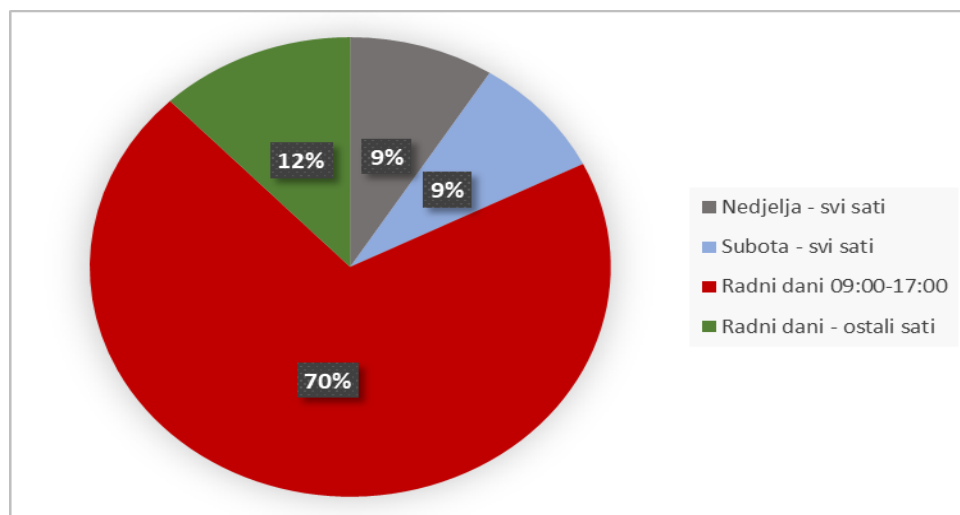
Slika 5 - Grafički prikaz proizvodnje električne energije iz predmetne solarne fotonaponske elektrane u karakterističnim periodima



Slika 6 - Vjerovatnoća ostvarenja snage solarne fotonaponske elektrane za definisane periode

Dakle, 68% proizvodnje električne energije ostvaruje se radnim danima u periodu 09:00-17:00. Pri tome, 80% vremena ostvarena snaga elektrane procjenjuje se na vrijednost manju od 4 kW. Subotom se proizvede 14% ukupne energije solarne fotonaponske elektrane, također snage manje od 4 kW u 80% vremena. Ostalih 18% proizvodnje odnosi se na radne dane- ostale sate, te nedjelju.

Procjena energijske ušteda u potrošnji električne energije razložena na karakteristične periode prikazana je na slici 7.



Slika 7 - Grafički prikaz procjene ušteda u karakterističnim periodima

Zaključuje se da se 70% ukupnih potencijalnih ušteda odnosi upravo na period radnih dana od 09:00-17:00.

Ukoliko se napravi usporedba sa proizvodnjom električne energije iz proizvodnog miksa JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo, sa pretpostavljenom maksimalnom iskorištenom proizvodnjom električne energije iz predmetne fotonaponske elektrane, dolazi se do procjene izbjegnutih emisija CO₂ od cca 6,4 tCO₂/god, što predstavlja dodatni doprinos u segmentu zaštite okoliša i klime.

3.1 PROCEDURA ZA IZGRADNJU SOLARNE FOTONAPONSKE ELEKTRANE ZA VLASTITE POTREBE

Izgradnja solarnih fotonaponskih elektrana za vlastite potrebe na području FBiH definisana je sljedećim zakonskim/podzakonskim aktima:

1. Zakon o električnoj energiji u FBiH;
2. Zakon o korištenju obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije;
3. Mrežna pravila distribucije Operatora distributivnog sistema Javnog preduzeća Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo (za područje djelovanja Javnog preduzeća Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo);

4. Zakoni iz domena građenja

Za realizaciju predmetne investicije, nakon izrade Idejnog projekta, ispred Investitora stoje sljedeći koraci:

- ishodovanje izmjene postojeće elektroenergetske saglasnosti za dato mjerno mjesto (mjerna mjesta) kod nadležnog Operatora distributivnog sistema za rješenje definisano Idejnim projektom;
- ishodovanje potrebne dokumentacije za građenje;
- nabavka opreme i materijala, izvođenje radova i montaže, projektna i izvedbena dokumentacija;
- ispitivanje elektrane, atesti, probno puštanje u pogon;
- puštanje u pogon.

○ TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA ISPLATIVOSTI INVESTICIJE

Posmatrano mjerno mjesto pripada kategoriji potrošnje 0.4 kV II tarifna grupa te se konstatuje da se električnom energijom snabdijeva u okviru javnog snabdijevanja od strane javnog snabdjevača JP Elektroprivreda BiH d.d. – Sarajevo. Pored troškova za snabdijevanje, za utrošenu električnu energiju imaju se i troškovi za mrežarinu, te troškovi po osnovu naknade za poticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije koji se iskazuju po utrošenom kWh.

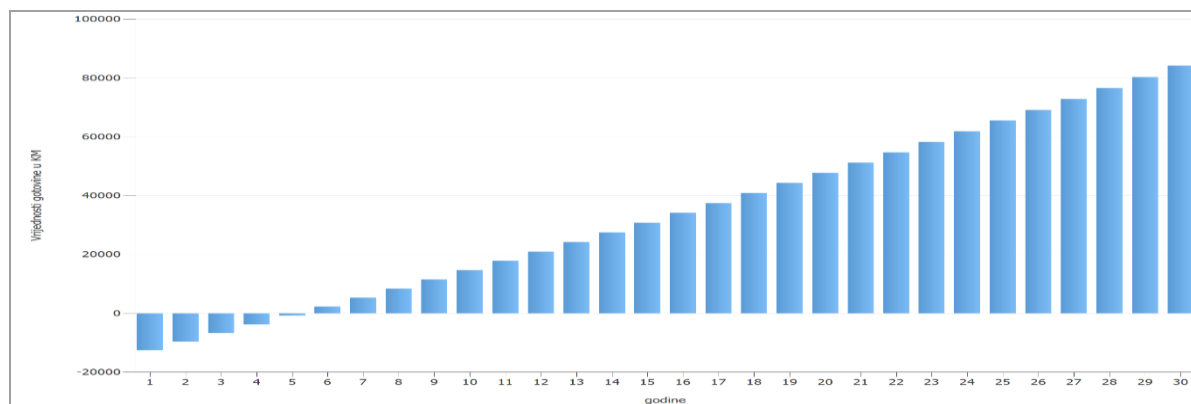
Za potrebe izrade tehno-ekonomske analize, utvrđuju se sljedeće pretpostavke:

- na osnovu analize tržišta, investicija za solarnu fotonaponsku elektranu na krovu postojećeg objekta za vlastite potrebe procjenjuje se na 1,300 KM/kWp;
- tarifni stavovi za javno snabdijevanje za 0.4 kV II tarifnu grupu definisani su Odlukom o davanju saglasnosti JP Elektroprivreda BiH d.d. - Sarajevo na prijedlog cijene usluge javnog snabdjevača za pružanje univerzalne usluge (broj: 01-07-304-01/18, od 27.02.2018. godine);
- naknada za podsticanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i u efikasnoj kogeneraciji za 2022. godinu (utvrđena od strane Vlade Federacije BiH) iznosi 0.0042 KM/kWh.

Dakle, procijenjena vrijednost predmetne investicije iznosi cca 15.600,00 KM.

Prilikom izračuna projekcije ušteda u pogledu smanjenja troškova za električnu energiju posmatra se period životnog vijeka fotonaponskih panela od 25 godina. Ušteda u troškovima za električnu energiju, uslijed iskorištenja vlastite proizvodnje električne energije te posljedično smanjenja preuzimanja električne energije iz mreže, računa se uz pretpostavku zadržavanja cijena za snabdijevanje na postojećem nivou (najpesimističniji scenario budući da se trenutno imaju izrazito niske cijene snabdijevanja u okviru univerzalne usluge), te nepromijenjenih troškova po osnovu mrežarine te poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije. Troškovi održavanja predmetne solarne fotonaponske elektrane predviđaju se na vrijednost od oko 100 KM/god.

Uvažavajući prethodno navedeno kao i sadašnju vrijednost pri procjeni i mjerenju povrata ulaganja (pp stopa 1%), pozitivan godišnji tok novca procjenjuje se u 6. godini eksploatacije solarne fotonaponske elektrane u slučaju iskorištenja cjelokupnog potencijala solarne fotonaponske elektrane (koji je izvjestan u slučaju uvođenja sistema neto mjerenja/obračuna u zakonsku legislativu). Novčani tok prikazan je na slici 8. Interna stopa prinosa procjenjuje se na oko 17%.



Slika 8 - Simulacija akumuliranog novčanog toka za scenario potpunog iskorištenja potencijala solarne fotonaponske elektrane

Ekvivalentna cijena ušteda za oko 60% je veća od trenutno važeće referentne cijene za scenario iskorištenja cjelokupnog potencijala elektrane.

Nakon prikupljanja ponuda za opremu, radove i usluge moguće će biti napraviti finalnu finansijsku konstrukciju realizacije predmetne investicije.

Uzimajući u obzir da je iskorištenje proizvedene energije na mjestu proizvodnje najefikasnije, izmjene legislativne kako u domenu sistema poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i efikasne kogeneracije tako i u domenu razvoja tržišta te novih prilika koje se u skladu sa paketima Europske Unije otvaraju za krajnje potrošače/proizvođače a koji bi u narednom periodu trebali biti inkorporirani i u bh zakonodavstvo, socijalni doprinos koji bi predmetna solarna fotonaponska elektrana imala, predlaže se izgradnja solarne fotonaponske elektrane za vlastite potrebe na krovu postojećeg objekta Investitora snage 10 kW.

4. NADZOR I ODRŽAVANJE

U toku eksploatacije elektrane, pouzdanost opreme treba održavati i ispitivati u skladu sa uputama proizvođača, putem preventivnog održavanja barem jedanput godišnje. Potrebno je redovno kontrolisati momente pritezanja vijčanih spojeva, spojna mjesta kablova i sabirnica, kontrolisati i obnavljati antikorozivnu zaštitu, vršiti ispitivanja zaštitnog vodiča i vodiča za izjednačavanje potencijala, vršiti mjerenje otpora rasprostiranja uzemljenja kao i izolacijskog otpora, vršiti ispitivanja efikasnosti zaštite i dr. Potrebno je vršiti kontrolu mehaničke otpornosti nosivih i zateznih elemenata konstrukcije, mehaničke i antikorozivne zaštite, toplinskog djelovanja struje na spojne elemente i izolatore i dr. U pogledu sigurnosti, potrebno je redovno vršiti vizuelnu kontrolu opreme.

Čišćenje fotonaponskih elektrana se u pravilu provodi jednom godišnje kako bi se odstranila prvenstveno prašina i spriječila slabija proizvodnja energije koja se s istim pojavljuje. Čišćenje podrazumijeva odstranjivanje prašine, ptičjeg izmeta, čađi i sličnih nakupljenih tvari na solarnim panelima koji gomilanjem sprječavaju dotok sunčeve energije. Čišćenje je najbolje provesti u rano proljeće kako bi se paneli pripremili za nadolazeću sezonu najvećeg sunčevog zračenja. Prirodni utjecaj kiše, rose i vjetrova nikako nije dovoljan za efikasno čišćenje modula, ali svakako doprinosi istom. Čišćenje snijega se ne provodi, nego se pričekava njegovo otapanje. U slučaju vremenskih nepogoda, može nastati oštećenje zaštitnog stakla koje štiti ćelije modula te je u takvim slučajevima potrebno zamijeniti cijeli modul. Modul može raditi i s oštećenim staklom, ali tada je proizvodnja slabija. Za nadzor rada fotonaponske elektrane predlaže se instalacija specijaliziranih uređaja koji omogućavaju uvid u proizvodnju elektrane u realnom vremenu te stvaranje indikacija o potencijalnim nepravilnostima u radu.

5. ZAKLJUČAK

Dakle, procijenjena vrijednost predmetne investicije iznosi cca 15.600,00 KM.

Prilikom izračuna projekcije ušteda u pogledu smanjenja troškova za električnu energiju posmatra se period životnog vijeka fotonaponskih panela od 25 godina. Ušteda u troškovima za električnu energiju, uslijed iskorištenja vlastite proizvodnje električne energije te posljedično smanjenja preuzimanja električne energije iz mreže, računa se uz pretpostavku zadržavanja cijena za snabdijevanje na postojećem nivou (najpesimističniji scenario budući da se trenutno imaju izrazito niske cijene snabdijevanja u okviru univerzalne usluge), te nepromijenjenih troškova po osnovu mrežarine te poticanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije. Troškovi održavanja predmetne solarne fotonaponske elektrane predviđaju se na vrijednost od oko 100 KM/god.

Uvažavajući prethodno navedeno kao i sadašnju vrijednost pri procjeni i mjerenju povrata ulaganja (pp stopa 1%), pozitivan godišnji tok novca procjenjuje se u 6. godini eksploatacije solarne fotonaponske elektrane u slučaju iskorištenja cjelokupnog potencijala solarne fotonaponske elektrane (koji je izvjestan u slučaju uvođenja sistema neto mjerenja/obračuna u zakonsku legislativu). Interna stopa prinosa procjenjuje se na oko 17%.

Očekuje se da će cijena električne energije rasti te da će biti moguće ostvariti i prihode na osnovu viškova električne energije koji e isporučuju u mrežu. Prema tome, moguće je ostvariti i brži povrat investicije.

LITERATURA

- [1] ESMAP. 2020. Global Photovoltaic Power Potential by Country. Washington, DC: World Bank.
- [2] Zakon o električnoj energiji FBiH, august 2023.
- [3] Zakon o korištenju obnovljivih izvora energije i efikasne kogeneracije, oktobar 2023.
- [4] PV Sol softver za analizu
- [5] „Solarna energetika i održivi razvoj“ J. Radosavljević, Tomislav Pavlović, Miroslav Lambić, Beograd, 2019.