

Luka Užar mag.ing.el.
LUKA-TEST d.o.o.
luka.uzar@luka-test.hr

IZGRADNJA I UPORABA MALE HIDROELEKTRANE ORLJAVA 8 – PRIMJER IZ PRAKSE

SAŽETAK

U referatu je opisan primjer iz prakse izgradnje male hidroelektrane Orjava 8 instalirane snage 110 kW. Dan je osvrt na zakonsku regulativu koju je bilo nužno zadovoljiti da bi se ishodovali bitni dokumenti poput lokacijske i građevinske dozvole, energetske odobrenje, koncesijski uvjeti za korištenje vode, elektroenergetska suglasnost i priključenje na mrežu te ugovor o otkupu električne energije. Isto tako, prikazan je način financiranja projekta te mogućnosti iskorištenja različitih Fondova.

Kako se radi o elektrani koja je izgrađena prenamjenom postojećeg mlina, navedena su tehnička rješenja te prednosti i nedostaci takva zahvata.

Elektrana se nalazi u ruralnom području gdje je bilo nužno izgraditi priključak na distributivnu mrežu te obnoviti postojeću branu na vodotoku. Elektrana je u trajnom pogonu od 14. lipnja 2017. te su opisana iskustva iz pogona i održavanja.

Ključne riječi: hidroelektrana, Orjava, turbina, generator, pretvarač, trafostanica, banka, fond.

CONSTRUCTION AND USE OF SMALL HYDRO POWER PLANT ORLJAVA 8 - EXAMPLE FROM PRACTICE

SUMMARY

The paper describes a practical example of constructing a small hydroelectric power plant Orjava 8 with an installed capacity of 110 kW. A review was made of legislation that was necessary to satisfy essential documents such as location and construction permits, energy permits, concession terms for water use, electricity approval and connection to the grid, and electricity purchase agreement. It also shows how the project is financed and how different Funds can be used.

As it is a power plant that was built by the conversion of an existing mill, the technical solutions and advantages and disadvantages of such an operation are outlined.

The power plant is located in a rural area where it was necessary to build a connection to the distribution network and to renew the existing dam on the watercourse. The power plant has been in operation since 14 June 2017 and describes the experience in operation and maintenance.

Key words: hydro power plant, Orjava, turbine, generator, converter, substation, bank, fund.

1. UVOD

Istraživanje malih vodotoka za izgradnju malih hidroelektrana (mHE) u Hrvatskoj započelo je još 1980. godine. Izradom „Metodologije i smjernica za projektiranje i izgradnju malih hidroelektrana“ razrađena su osnovna načela i kriterij za realizaciju programa njihove izgradnje, a izradom „Katastra malih vodnih snaga u R. Hrvatskoj“ preliminarno je za 63 vodotoka, od ukupno njih 134 analiziranih, utvrđeno da na njima postoji gotovo 700 poteza korištenja (lokacija) koji bi se mogli iskoristiti za izgradnju postrojenja snage 50 do 5.000 kW[3].

Međutim, od tih potencijalno pogodnih poteza korištenja pokazalo se da je znatno manji broj stvarno iskoristivih jer izgradnja ovakvih zahvata traži ispunjenje i niza preduvjeta:

- da su usklađeni sa zatečenim i planiranim uvjetima korištenja prostora i vodotoka
- da nisu u suprotnosti s uvjetima zaštite prirodnih osobitosti lokacije i vodotoka
- da nisu u suprotnosti s uvjetima zaštite zatečene kulturno-povijesne baštine
- da su ekonomski isplativi.

Lokacija nekadašnjeg Mlina Čosić na rijeci Orljavi u mjestu Brodski Drenovac na području grada Pleternice u Požeško-slavonskoj županiji označena u prostornom planu „Orljava 8“ ispunjavala je sve nužne preduvjete za izgradnju male hidroelektrane.

Mlin je izgrađen 1889. godine kao tzv. *ketoški mlin*. Gradili su ga ljudi koji su u to vrijeme imali najveće količine žitarica u selu, a da ne plaćaju naknadu za usluge drugom mlinu izgradili su svoj. Prvi među graditeljima bio je Karla Stehno koji je kasnije doživio nesreću i smrtno stradao dok je radio u mlinu. Čosić je za to vrijeme radio u mlinu kao učenik da bi kasnije oženio Karlovu udovicu te postao i vlasnikom. Od tada dolazi naziv „Mlin Čosić“.

Nakon drugog svjetskog rata mlin je nacionaliziran i vraćen vlasnicima tek devedesetih godina. Bio je u pogonu do 1991. godine kada je sa početkom ratnih zbivanja razorena brana, iako rata na tom području nije bilo.

Povratkom iz Njemačke supružnici Ljiljana Šoch i Ivan Ložnar kupuju mlin 2003. godine u poprilično zapuštenom stanju te kreću sa obnovom cijelog imanja.

Priprema i izgradnja mHE Orljava 8 počinje 2010 godine pribavljanjem potrebne dokumentacije i dozvola, nakon čega slijedi građenje objekta, priključenje na elektroenergetsku mrežu, a završava ishodašenjem uporabne dozvole i rješenja o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije.

2. PRIPREMNI RADOVI - ZAKONSKA REGULATIVA

Da bi se započelo sa izgradnjom mHE Orljava 8, bilo je potrebno pribaviti dokumentaciju sljedećim redoslijedom:

- ishoditi lokacijsku dozvolu
- ishoditi ugovor o koncesiji za korištenje voda
- dokazati pravo građenja na parceli zahvata
- ishoditi odobrenje za izgradnju proizvodnog elektroenergetskog objekta
- ishoditi građevinsku dozvolu.

Radi upisa projekta u Registar projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača (OEIKPP), ispitivanja potencijala obnovljivih izvora energije, te uređenja imovinsko pravnih odnosa na zemljištu u vlasništvu Republike Hrvatske potrebno je bilo od Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva ishoditi prethodno energetska odobrenje za izgradnju postrojenja.

Zahtjev je dostavljen Ministarstvu, ali u zakonskom propisanom roku nije bilo odgovora. Poslana je požurnica nakon koje dolazi odgovor da je područje ispitivanja zauzela druga tvrtka sa sjedištem u Velikoj Gorici. U tom trenutku postalo je jasno da je ta tvrtka upisana u Registru na svim lokacijama na rijeci Orljavi koji su planirani za izgradnju malih hidroelektrana.

Na takav odgovor Ministarstva uložena je žalba jer tvrtka koja je zauzela lokacije ispitivanja hidropotencijala, koje su u privatnom vlasništvu, nema u svom vlasništvu ili pravo služnosti niti na jednoj

čestici koja je predmet ispitivanja. Kasnije je sporna tvrtka izbačena iz Registra i nastavljen je proces pribavljanja dokumentacije.

Prethodno energetska odobrenje izdano je 02. lipnja 2010. godine prema Pravilniku o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije (NN br. 67/2007) te se pristupilo ispitivanju hidropotencijala.

Napravljene se geodetske izmjere odabrane pozicije nakon čega je izrađen izvještaj o provedenom preliminarnom ispitivanju hidropotencijala.

Prema tada važećoj Uredbi o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN br. 64/2008 i 67/2009) nije bilo potrebno ishoditi Rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš. Planirana snaga elektrane je 155 kW dok Uredba propisuje da je Ocjena o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš obvezna za hidroelektrane instalirane snage 5.000 kW i veće.

Na osnovu Idejnog projekta, a na temelju Zakona o energiji (NN br. 68/01 i 177/04) izdana je 28. studenog 2012. godine Prethodna elektroenergetska suglasnost od HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega.

Kako je zahvat predviđen u dokumentima prostornog uređenja, ostvaren je osnovni preduvjet za izdavanje Lokacijske dozvole te ju je 14. siječnja 2013. izdao Upravni odjel za gospodarstvo i graditeljstvo Požeško-slavonske županije.

Na temelju pravomoćne lokacijske dozvole, Uprava za industrijsku politiku, energetiku i rudarstvo Ministarstva gospodarstva izdala je dana 20. svibnja 2013. godine Energetska odobrenje za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije iz grupe 1.b. na temelju čega se može raditi obavljanje ispitivanja hidropotencijala za predmetnu lokaciju.

Nije bilo potrebno posebno dokazivati pravo građenja jer je investitor ujedno i vlasnik čestice na kojoj se namjerava graditi.

Pristupilo se izradi Glavnog projekta na temelju kojeg je Upravni odjel za gospodarstvo i graditeljstvo Požeško-slavonske županije dana 15. travnja 2014. godine izdao Potvrdu glavnog projekta.

Po ishođenju lokacijske dozvole pokrenut je postupak dobivanja koncesije za korištenje vodnih snaga radi proizvodnje električne energije. Odluku o davanju koncesije donijelo je Ministarstvo poljoprivrede 17. kolovoza 2015. godine na temelju pribavljenog stručnog mišljenja Hrvatskih Voda. Koncesija je dodijeljena na trideset godina.

Prethodno rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije dobiveno je 31. kolovoza 2015. godine od Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA). Kao preduvjet za izdavanje Rješenja potrebno je bilo imati energetska odobrenje i potvrdu glavnog projekta.

Temeljem Zakona o tržištu električne energije (NN br. 22/13, 95/15, 102/15) sklopljen je 15. listopada 2015. godine Ugovor o otkupu električne energije s Hrvatskim operatorom tržišta energije d.o.o. (HROTE). Neke od glavnih odrednica ugovora su:

- Nositelj projekta obvezao se ukupnu proizvedenu električnu energiju proizvedenu u Postrojenju i isporučenu u elektroenergetsku mrežu za vrijeme važenja Ugovora prodati isključivo HROTE-u.
- Instalirana oprema ne smije biti starija od dvije godine.
- Tijekom pokusnog rada električnu energiju isporučenu u elektroenergetsku mrežu HROTE će platiti Nositelju projekta koji je stekao status povlaštenog proizvođača za Postrojenje, po cijeni od 60 % od referentne cijene važeće u mjesecu u kojem je električna energija isporučena.
- S danom pravomoćnosti rješenja o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača Nositelj projekta steći će pravo na poticajnu cijenu za električnu energiju isporučenu iz Postrojenja u elektroenergetsku mrežu, u visini poticajne cijene propisane Tarifnim sustavom za tip 1.b.1. hidroelektrane instalirane snage do uključivo 300 kW u iznosu od 1.07 kn/kWh.
- Visina tarifne stavke biti će umanjena sukladno metodologiji iz Programa državnih potpora za obnovljive izvore energije.
- Tijekom važenja Ugovora poticajna cijena odnosno ukupan iznos tarifne stavke godišnje se korigira primjenom Indeksa potrošačkih cijena u prethodnoj kalendarskoj godini prema službenim podatcima Državnog zavoda za statistiku.

- Ugovor je sklopljen na određeno razdoblje do četrnaest godina, koje se računa od dana početka stjecanja statusa povlaštenog proizvođača električne energije.

Ugovor o priključenju mHE Orljava 8 na elektroenergetsku mrežu sklopljen je 29. rujna 2016. sa HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega. Ugovorom je definirano da sve troškove priključenja Postrojenja na elektroenergetsku mrežu snosi investitor prema stvarnom trošku.

Elektroenergetsku suglasnost izdao je 10. veljače 2017. HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega i njome je definiran način pogona elektrane, mjesto priključenja te je jedan od preduvjeta za privremeno priključenje elektrane za potrebe pokusnog rada.

Pokusni rad elektrane započeo je 01. ožujka 2017. tijekom kojeg se ispituje sposobnost elektrane za primjereni paralelni pogon s mrežom, a provodio se prema usuglašenom Planu i programu ispitivanja u pokusnom radu koji je odobrio HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega.

Uspješno okončanje pokusnog rada dokazuje se Konačnim izvješćem o provedenim ispitivanjima u pokusnom radu kojim voditelj ispitivanja elektrane jednoznačno utvrđuje spremnost Elektrane za primjereni paralelni pogon s mrežom.

Preduvjet za priključak, tj. trajni paralelni pogon Elektrane s distribucijskom mrežom bio je suglasnost HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega na Konačno izvješće. HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega je nakon suglasnosti s dostavljenim Konačnim izvješćem izdao Dozvolu za trajni pogon elektrane s distribucijskom mrežom. Ovim dokumentom HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega potvrdio je da nema zapreka za izdavanje uporabne dozvole Elektrani te je u tom smislu ovaj dokument uvažen i na tehničkom pregledu Elektrane (ovo je bio nužan, ali ne i dovoljan preduvjet za izdavanje uporabne dozvole elektrani).

Ugovor o vođenju pogona na sučelju elektrane sa mrežom sklopljen je 13. veljače 2017. godine s HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega kojim su utvrđeni postupci i radnje pogonskog osoblja s tehničkog i energetskog gledišta u području vođenja pogona, popravka i održavanja, s ciljem postizanja što veće sigurnosti proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

Ugovorom o korištenju mreže sklopljenim 20. veljače 2017. godine s HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega uređeni su međusobni odnosi u svezi s korištenjem elektroenergetske distribucijske mreže. Sastavni dio Ugovora je elektroenergetska suglasnost. Ugovorom su definirani razina kvalitete opskrbe električnom energijom, razina dopuštenog negativnog povratnog utjecaja na mrežu, uvjeti pristupa obračunskom mjernom mjestu i uvjeti očitavanja, preduvjeti za korištenje mreže, uvjeti korištenja mreže, pokusni rad u svrhu provedbe ispitivanja, prikupljanje mjernih podataka i vođenje pogona.

Na temelju Konačnog izvješća o ispitivanju paralelnog pogona HEP-ODS d.o.o., Elektra Požega izdao je dana 4. svibnja 2017. godine Dozvolu za trajni pogon elektrane s distribucijskom mrežom. Izdavanjem dozvole elektrana stječe pravo na trajni pogon s distribucijskom mrežom pod uvjetima definiranim u izdanoj elektroenergetskoj suglasnosti i sklopljenim ugovorima koji reguliraju korištenje distribucijske mreže, opskrbu električnom energijom, otkup električne energije i vođenje pogona na sučelju elektrane i distribucijske mreže.

Pravomoćnu Uporabnu dozvolu izdao je 05. svibnja 2017. Upravni odjel za gospodarstvo i graditeljstvo od Požeško-slavonske županije.

Temeljem pravomoćne Uporabne dozvole HERA je dana 14. lipnja 2017. godine izdala Rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije. Rješenje je izdano na razdoblje od 25 godina.

3. FINANCIRANJE PROJEKTA

Izgradnja mHE Orljava 8 financirana je bankovnim kreditom, sredstvima iz Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost te vlastitim sredstvima.

Ukupna investicija iznosi 3,5 mil. kn. Banka je sudjelovala s iznosom od 1,7 mil. kn što čini 49 % od ukupne investicije. Fond je sudjelovao sa iznosom od 0,7 mil. kn što čini 20 % ukupne investicije te vlastita sredstva u iznosu od 1,1 mil. kn što je 31 % ukupne investicije.

U nastavku su navedene bitnije stavke investicijskog troška:

- troškovi projektiranja 100.000 kn

• priključak na distributivnu mrežu	510.000 kn
• isporuka i puštanje u pogon postrojenja (turbina, generator, pretvarač, upravljanje)	1.400.000 kn
• građevinski radovi na ugradnji difuzora	470.000 kn
• isporuka i ugradnja fine rešetke	100.000 kn
• vrijednost zgrade za smještaj postrojenja (prema procjeni sudskog vještaka)	400.000 kn
• uređenje postojećeg mlinskog kanala	100.000 kn
• uređenje strojarnice staroga mlina	150.000 kn
• hidraulika za podizanje i spuštanje zapornica	100.000 kn
• ostalo	170.000 kn

Budući da je maksimalna snaga turbine 110 kW specifična cijena po kW instalirane snage postrojenja iznosi 31.800 kn/kW. Očekivani povrat investicije je 7 godina uz godišnju proizvodnju od 500.000 kWh.

Početak zatvaranja financijske konstrukcije projekta izgradnje mHE Orjava 8 započeo je prijavljivanjem na IPARD program ruralnog razvoja u 2013. godini. U to vrijeme nije bila ishodovana potvrda glavnog projekta te Projekt nije prošao na natječaju.

Projekt je prijavljen na javni natječaj koji je 2014. godine objavio Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost za subvencioniranje obnovljivih izvora energije te je isti i prošao. Ugovor o zajedničkom financiranju Projekta sklopljen je 20. listopada 2015. godine. Prema pravilima Fonda opravdani troškovi iznose 1.792.978 kn od čega Fond sudjeluje sa sredstvima subvencije u iznosu od 717.191 kn, što predstavlja 40 % ukupno opravdanih troškova.

Hrvatska banka za obnovu i razvitak (HBOR) odbila je financirati ostatak potrebnih novčanih sredstava sa obrazloženjem da se radi o obnovljivom izvoru energije koji ima ugovorenu povlaštenu cijenu otkupa električne energije te bi se kredit sa povlaštenim kamatama smatrao dvostrukim poticajem.

Zatraženo je financiranje Projekta odobravanjem kredita kod komercijalnih banaka, što nije bilo jednostavno. Neke od banaka odbile su financirati projekt s puno odugovlačenja, prvenstveno zbog neiskustva sa projektima ovakvog tipa te su smatrale da im je to preveliki rizik.

Kod banke koja je pristala financirati Projekt jedan od osnovnih preduvjeta je bio izrada tehničkog *due diligence* projekta te dodatno postavljanje neovisnog nadzora, koji banka mora odobriti, uz već odabrani nadzor prema Zakonu o gradnji. Zajedno sa ostalim troškovima odobravanja kredita ukupni troškovi rastu do 200 000 kn. Kredit je odobren uz promjenjivu kamatu od 5.50 % na rok od devet godina.

Postojeća brana, vlasništvo Hrvatskih Voda, bila je u vrlo lošem stanju te je bilo nužno pristupiti njezinoj obnovi. U ljeto 2013. godine brana je obnovljena. Iznos investicije je oko 2 mil. kn i u cijelosti su ga financirale Hrvatske vode.

4. TEHNIČKO RJEŠENJE SMJEŠTAJA POSTROJENJA I PRIKLJUČKA NA MREŽU

Glavni dijelovi mHE Orjava 8 su brana na glavnom toku rijeke Orjave, privodni i odvodni kanal, fina rešetka na ulazu u turbinski prostor, zapornica turbinskog prostora, zapornica za ispust vode iz privodnog kanala, niskotlačna (propelerna) turbina, difuzor, asinkroni generator i AC-DC-AC pretvarač za regulaciju i priključak na elektroenergetsku mrežu.

Osnovni tehnički podatci elektrane su:

• nazivni protok turbine	6 m ³ /s
• neto pad	2,3 m
• nazivna snaga turbine	101 kW
• nazivni faktor korisnosti turbine	0,75
• raspon brzine vrtnje	60 – 270 min ⁻¹
• maksimalna snaga turbine	110 kW

- nazivna snaga generatora 110 kW
- nazivi napon generatora 400 V
- nazivna struja generatora 193 A
- sinkrona brzina vrtnje 1000 min⁻¹

Prema raspoloživim podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda o protoku rijeke Orljave na mjernoj postaji Frkljevci koja je smještena oko 9,7 km uzvodno od elektrane, srednji godišnji protok rijeke iznosi 7,85 m³/s. Između lokacije elektrane i mjerne postaje nema značajnijih pritoka.

Budući da se novo postrojenje ugrađuje u postojeću građevinu staroga mlina, turbinski prostor je zadanih gabarita te nije bilo moguće ugraditi veću turbinu koja bi odgovarala srednjem protoku rijeke Orljave.

Osnovni funkcionalni sklopovi mHE Orjava 8 [1] su:

- turbina s vertikalnim vratilom, aksijalnog tipa (propelerna) smještena u postojeću otvorenu vodenu komoru staroga mlina (Slika 1.). Iz komore voda neposredno ulazi u radijalno privodno kolo turbine sa zakretnim lopaticama pogonjenim hidrauličkim agregatom



Slika 1. Vodena komora staroga mlina i nova turbina

- gornji ležaj turbine (radijalno aksijalni) izveden je s dva kotrljajuća bačvasta ležaja podmazivan mineralnim mazivom
- glavni vodeći ležaj (radijalni) je klizni samopodmazujući ležaj. Za podmazivanje se koristi voda koja protječe kroz ležaj. Materijal izrade je THORDON composite
- turbina je preko remenskog prijenosa plosnatim remenom vezana na osovinu generatora (Slika 2.)
- Turbinska regulacija ostvaruje se zakretanjem lopatica u privodnom kolu kako bi se osiguralo optimalno strujanje vode na ulazu. Privodne lopatice imaju i dodatnu zaštitnu funkciju prekida strujanja vode kroz turbinu u slučaju pobjega turbine.

Regulacijom momenta generatora preko pretvarača mijenja se brzina vrtnje generatora i turbine čime se osigurava maksimalno iskorištenje energije vode pri različitim protocima koji se mogu pojaviti zbog promjenjivog toka rijeke.

Regulacija brzine vrtnje odvija se u zatvorenoj petlji, a vođena je signalom iz sonde za mjerenje razine vode. Lopatice privodnog kola upravljaju se preko hidrauličkog aktuatora.

- Generator je asinkroni kavezni (Slika 2.). Momentno upravljanje generatorom ostvareno je preko pretvarača na strani generatora. Sinkronizacija generatora na mrežu i regulacija faktora $\cos\phi$ osigurana je pretvaračem na mrežnoj strani.
- Pretvarač je 4Q (četverokvadrantni) (Slika 3.) i omogućava smjer energije u mrežu. Sadrži dva upravljiva mosna spoja s IGBT poluvodičkim elementima, jedan na mrežnoj strani, a drugi na strani generatora.



Slika 2. Remenski prijenos i generator

- Referentna brzina vrtnje za pretvarač dobiva se iz uređaja automatskog upravljanja (PLC-a) kojemu je ulazna veličina neto pad na lokaciji dobiven iz senzora. Osim regulacije turbine s ciljem povećane učinkovitost u iskorištenju energije vode, korištenje IGBT učinske tehnologije pretvarača donosi dodatne prednosti – ostvaruje se potpuna automatizacija hidroelektrane, uključujući sinkronizaciju na mrežu, zaštitu elektrane, mogućnost regulacije $\cos\phi$. Spoj generatora na mrežu preko pretvarača smanjuje i utjecaj mHE na mrežu u smislu ograničenja doprinosa generatora struji kratkog spoja.



Slika 3. Smještaj upravljačke opreme

Budući da je lokacija mlina u potencijalno poplavnom području, upravljački ormari i pretvarač smješteni su na drveni međukat strojarnice kako bi se izbjeglo oštećenje opreme zbog eventualnog prodiranja vode rijeke Orljave u strojarnicu. Iz istog razloga generator je smješten na postolje visine 1,5 m (Slika 2.)

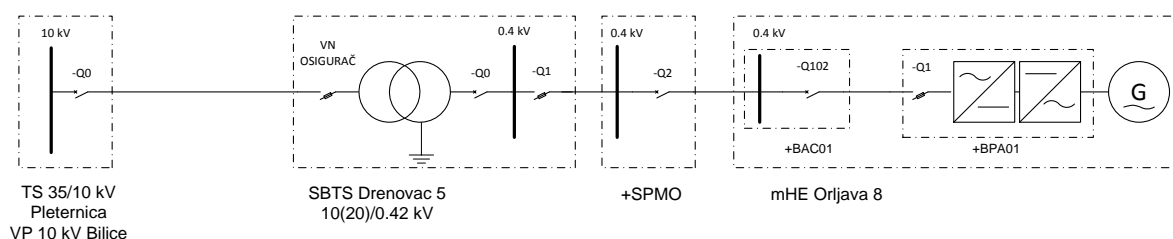
4.1 Priključenje na mrežu

Mjesto priključenja elektrane na mrežu je postojeći zračni dalekovod (VP Bilice) napajan iz TS 35/10 kV Pleternica. Priključak je izveden tako da je izgrađena nova stupno-betonska trafostanica (SBTS) 10(20)/0,42 kV Drenovac 5 snage 250 kVA smještena na parceli staroga mlina i priključni zračni dalekovod od krajnjeg stupa do nove SBTS u duljini oko 1,2 km (Slika 4.). Ukupna dužina zračnog voda sada iznosi 21,2 km.

Niskonaponski priključak elektrane ostvaren je izgradnjom samostojećeg priključnog mjernog ormara (SPMO) koji se nalazi pored SBTS. Sam SPMO opremljen je trolnom osigurač-sklopkom u odlazu prema mreži, strujnim mjernim transformatorima, brojiлом za poluizravno mjerenje i četveropolnim prekidačem za odvajanje u odlazu prema elektrani.

Uz SPMO ugrađen je samostojeći ormar za smještaj opreme za daljinsko vođenje priključka koji se sastoji od daljinske stanice, besprekidnog napajanja, radiouređaja za komunikaciju (TETRA) i daljinskog upravljanja prekidačem za odvajanje, signalizaciju položaja i alarmnu signalizaciju priključka elektrane.

Mjesto razgraničenja vlasništva između Elektrane i HEP-a su kableske priključnice za priključak niskonaponskog kabela iz Elektrane na četveropolni prekidač za odvajanje u SPMO.



Slika 4. Jednopolna shema priključka elektrane na mrežu

4.2 Utjecaj elektrane na mrežu

Kako je Elektrana spojena na kraju dugačkog dalekovoda, prisutni su samo pozitivni utjecaji na elektroenergetski sustav kao što su:

- smanjenje gubitaka za oko 1,2 % na zračnom dalekovodu
- neznatan utjecaj na poboljšanje naponskih prilika na kraju voda
- sva radna snaga potroši se prije napojne TS 35/10 kV Pleternica
- spoj elektrane na mrežu preko pretvarača ne proizvodi flikere prilikom rada
- vrijednost faktora ukupnoga harmonijskog izobličenja napona (THD) uzrokovanog priključenjem elektrane na mjestu priključenja iznosi 0,7 % što je značajno manje nego dozvoljenih 2,5 %
- nema povećanja iznosa nesimetričnosti napona na obračunskom mjernom mjestu (OMM) uslijed rada elektrane
- potezne struje prilikom priključenja pretvarača nisu relevantne. Dodatno, prilikom priključenja elektrane porast snage koju elektrana plasira u mrežu nije trenutni (skokovit) već je postupan
- elektrana ne emitira harmonike bliske frekvenciji 283,3 Hz pa nema utjecaja na mrežno tonfrekventno upravljanje (MTU).

5. POGON I ODRŽAVANJE

Elektrana je automatizirano postrojenje koje ne zahtjeva posebne uvjete korištenja u normalnom radu. Intervencije stručnih osoba potrebne su smo u slučajevima kvara pojedinih komponenti.

Ukoliko se dogodi ispad Elektrane zbog kvara u elektroenergetskoj mreži, nakon što se normalizira stanje, Elektrana se automatski sinkronizira.

Ugrađena oprema zahtjeva minimalno održavanje koje se izvodi prema preporukama proizvođača i zahtjevima tehničkih propisa i normi u pogledu zaštite na radu.

Osnovne radnje održavanja su [1]:

- praćenje rada postrojenja
- periodička kontrola zapornih elemenata
- periodičko i interventno čišćenje fine rešetke na ulazu u turbinski prostor
- periodičko podmazivanje ležaja turbine i generatora
- periodičko održavanje hidrauličkog agregata privodnih lopatica i zapornica
- vizualni pregled kablskih spojeva
- periodičko čišćenje ili zamjena filtera na ventilatorima pretvarača
- periodičko čišćenje plosnatog remena
- periodičko pritezanje vijčanih spojeva
- pregled odvodnika prenapona.

Za praćenje rada postrojenja omogućen je daljinski pristup PLC-u i ekranskom prikazu preko mobilne mreže s bilo kojeg računala ili pametnog mobitela s dozvolom za pristup. Na taj način nije potrebno fizički dolaziti na elektranu.

Periodičnost čišćenje fine rešetke na ulazu u turbinski prostor ovisi prvenstveno o protoku rijeke Orljave. Ukoliko protok nema većih oscilacija čišćenje je dovoljno obavljati jednom na dan.

Prilikom većih kiša ili topljenja snijega rijeka Orjava ima bujični karakter što predstavlja problem jer sa sobom nosi dosta komunalnog otpada, granja i većeg drveća te zahtjeva stalnu prisutnost osobe koja bi očistila rešetku. Primjer ekstremnog nakupljanja smeća na finoj rešetki prikazan je na Slici 5.



Slika 5. Ekstremno nakupljanje smeća na finoj rešetki

Nedostatak Elektrane je taj što nema postavljenu grubu rešetku za zaustavljanje krupnijeg otpada i automatsku čistilicu za otklanjanje sitnijeg otpada s fine rešetke. Njihovo se postavljanje razmatra i to će vjerojatno uskoro biti učinjeno.

Ležaj turbine i generatora podmazuje se jednom tjedno mineralnim mazivom s nekoliko stiskova standardnom mazalicom.

Remen se od sitne prašine čisti pamučnom krpom jednom tjedno kako se ne bi stvarala povišena buka i vibracije.

6. ZAKLJUČAK

Izgradnja mHE Orljava 8 sa stanovišta ruralnog razvoja je hvale vrijedan pothvat. Zapušteni stari mlin obnovljen je te je dobio novu ulogu u proizvodnji električne energije. Cijelo imanje je uređeno i funkcionalno za današnji način života.

Obnova brane na vodotoku pozitivno utječe na očuvanje korita rijeke Orljave te omogućuje iskorištenje energetskeg potencijala vode.

Elektrana pridonosi politici smanjenja emisija štetnih plinova te pozitivno utječe na prilike u elektroenergetskom sustavu.

Ugraditi novu opremu u staru strojarnicu pitanje je koje se nametalo prilikom izgradnje, a nameće se i danas. Stara strojarnica mlina je sa građevinskom stajališta još uvijek u dobrom stanju i upotrebljiva što smanjuje troškove izgradnje ali je zadanih gabarita koji ne omogućavaju ugradnju turbine koja bi mogla iskoristiti potencijal lokacije.

Prilikom ishođenja građevinske dozvole za izgradnju zračnog priključnog dalekovoda pojavio se problem dobivanja suglasnosti vlasnika čestica za postavljanje stupova zbog neusklađenosti podataka katastarskog i zemljišnoknjižnog stanja. Takav problem znatno može usporiti projekt te dovesti čak i do odustajanja od izgradnje. Nužno je potrebno ubrzati usklađenje katastra i gruntovnice kako ovo ne bi bilo zapreka za sve buduće projekte.

Predlaže se intenzivnije poticati ovakve projekte izgradnje malih hidroelektrana iz razloga što u Hrvatskoj postoje inženjerski kapaciteti za projektiranje i provedbu projekta. Isto tako, postoje domaće tvrtke koje su u mogućnosti proizvesti značajan dio opreme postrojenja što može utjecati na pozitivniju ekonomsku sliku cijelog društva.

Iz javno dostupnih podataka sa internet stranica HROTE-a gdje je na dan 26.07.2019. sklopljeno i u pogonu samo 5.78 MW (16.5 %) od planiranih 35 MW ugovora o otkupu električne energije iz malih hidroelektrana nazali se još jedan argument za intenzivnijim poticajima izgradnje ovakvih objekata kako bi se dostigli ciljevi iz Tarifnog sustava.

Prema Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 100/2015) koji se primjenjuje od 01.01.2016. godine postoje dvije vrste poticaja:

- **poticanje tržišnom premijom** putem javnog natječaja na temelju kojeg povlašteni proizvođači električne energije primaju tržišnu premiju od HROTE-a uz tržišnu cijenu koju ostvare na tržištu električne energije,
- **poticanje zajamčenom otkupnom cijenom** putem javnog natječaja za postrojenja do 500 kW (prije Izmjena iz 2019. godine 30 kW), na temelju kojeg povlašteni proizvođači električne energije imaju pravo na zajamčenu otkupnu cijenu od HROTE-a.

Navedeni sustav poticaja još nije zaživio u praksi – Vlada dosad nije objavila niti jedan natječaj za sklapanje ugovora s HROTE-om za tržišnu premiju odnosno zajamčenu otkupnu cijenu.

7. LITERATURA

- [1] V. Vrzić, „GLAVNI PROJEKT - ELEKTROSTROJARSKI“, Knjiga ES01, Komperg d.o.o., Zagreb, prosinac 2013.
- [2] Elektroprojekt d.d., Hrvatska elektroprivreda „MALE HIDROELEKTRANE“, Hrvatska elektroprivreda, Služba za informiranje javnosti, Zagreb, 1993.
- [3] Elektroprojekt d.d. „MALE HIDROELEKTRANE“, Hrvatska elektroprivreda, HEP-Proizvodnja d.o.o., Zagreb, srpanj 2005.
- [4] L. Užar „ELABORAT UTJECAJA ELEKTRANE NA MREŽU“, Broj dokumenta: EL-16-103-01, LUKA-TEST d.o.o., siječanj 2017.
- [5] https://files.hrote.hr/files/PDF/Sklopljeni%20ugovori/Dostizanje_ciljeva_TSa_HR_26_07_2019.pdf