

PROVJERA MOGUĆNOSTI PLASMANA SNAGE I ENERGIJE PLANIRANIH FOTONAPONSKIH POSTROJENJA u BOSNI I HERCEGOVINI / VERIFICATION OF THE POSSIBILITY OF POWER AND ENERGY PLACEMENT OF PLANNED PHOTOVOLTAIC PLANTS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Prof.dr Saša Đekić
Internacionalni univerzitet Travnik
BiH
sasa.b.dekic@gmail.com

Izvorni naučni rad

SAŽETAK : Vlade u regionu intenzivno pokušavaju da decentralizuju proizvodnju u energetsom sektoru podsticanjem izgradnje elektrana iz obnovljivih energetske resursa. U takvim okolnostima, priključenje proizvodnih jedinica mora biti striktno praćeno provjerom mogućnosti plasmana proizvedene snage i energije u planiranoj tački priključenja još u samom procesu planiranja investicije, odnosno pri izradi studije opravdanosti izgradnje. Mrežnim kodeksom i Pravilnikom o priključenju definisana je procedura izdavanja uslova za priključenje na elektroprenosnu mrežu u BiH, uz obavezu izrade Elaborata. U predmetnom radu daće se prikaz potrebnog načina sagledavanja mogućnosti priključenja i plasmana proizvedene snage i energije u određenoj tački priključenja još u fazi planiranja investicije i izrade studije opravdanosti izgradnje elektrane, prije nego se dođe do faze realizacije investicije u kojoj se radi navedeni Elaborat. Za ove svrhe koristiće se prikaz studijskog pristupa planiranja na primjeru jedne fotonaponske elektrane (u daljem tekstu FNE), instalisane snage 80 MW, planirane za priključenje na mrežu naponskog nivoa 110 kV.

Ključne riječi: fotonaponske elektrane, obnovljivi izvori energije, priključenje

SUMMARY Governments in the region are intensively trying to decentralize production in the energy sector by encouraging the construction of power plants from renewable energy resources. In such circumstances, the connection of production units must be strictly monitored by checking the possibility of delivery the produced power and energy in the planned connection point already in the investment planning process itself, that is, during the construction justification study. The Network Code and the Connection Rulebook define the procedure for issuing conditions for connection to the electricity transmission network in BiH, with the obligation to prepare the Elaborate. The subject paper will present the necessary way of looking at the possibility of connection and placement of produced power and energy at a certain point of connection already in the phase of investment planning and preparation of the justification study for the construction of the power plant, before the phase of investment realization enable preparation of Elaborate. For these purposes, the presentation of the study approach to planning will be used on the example of a photovoltaic power plant (hereinafter referred to as FNE), with an installed capacity of 80 MW, planned to be connected to the 110 kV voltage network.

Key words: photovoltaic power plants, renewable energy sources, connection

1. UVOD

Vlade u regionu intenzivno nastoje da decentralizuju proizvodnju u elektroenergetskom sektoru, pre svega podsticanjem korišćenja obnovljivih izvora energije (OIE) u velikim proizvodnim pogonima, ali i podsticanjem građana da proizvode električnu energiju. Tokom aktuelne energetske krize, cijene struje na berzama dostigle su do sada nezabilježene vrijednosti, a elektroprivrede u BiH i regionu na sve načine pokušavaju da smanje potrošnju građana, kojima se struja obračunava po regulisanim tarifnim cijenama, a sve u cilju izvoza i prodaje viškova na inostranim tržištima. U prilog tome građani se potstiču na izgradnju malih fotonaponskih elektrana na svojim objektima, čija bi osnovna namjena bila proizvoditi električnu enegiju za vlastite potrebe i smanjiti potrebu domaćinstava za električnom energijom, koju bi preuzimali iz elektroenergetskog sistema, na minimum. Bosna i Hercegovina ima veliki potencijal za izgradnju novih proizvodnih objekata, kako velikih elektrana tako i DG. U Strategiji razvoja energetike BiH do 2035. godine data je lista potencijalnih kapaciteta za proizvodnju električne energije, gdje su prepoznati projekti u hidroelektranama i vjetroelektranama instalisane snage veće od 10 MW. Ostali oblici proizvodnje iz OIE, uključujući i male hidroelektrane, solarne fotonaponska elektrane date su kao zbirni planirani kapaciteti.

Detaljniji prikaz planiranih investicija, uključujući i proizvodne objekte manje snage od 10 MW navodi se u dokumentima energetskih strategija koji se donose na entitetskim nivoima. U ovakvim okolnostima rada elektroenergetskog sistema (EES) prilikom priključenja svakog novog proizvodnog objekta potrebno je izvršiti sistematičnu analizu mogućnosti priključenja istog u željenoj tački priključenja kao i povratnog uticaja koji novi izvor čini na EES. U predmetnom radu daće se prikaz potrebnog načina sagledavanja mogućnosti priključenja i plasmana proizvedene snage i energije u određenoj tački priključenja na primjeru jedne fotonaponske elektrane (u daljem tekstu FNE), instalisane snage 80 MW, planirane za izgradnju na području opštine Tomislavgrad. Pri čemu je priključenje FNE planirano na mrežu naponskog nivoa 110 kV.

Za potrebe izrade analize mogućnosti plasmana snage i energije FNE snage 80 MW, na području opštine Tomislavgrad, prikupljeni su i selektovani tehnički podaci o svim DV na predmetnom području kao i TS 110/x kV, te postojećim TS 400/x kV i TS 220/x kV. Na osnovu istih formirane su baze osnovnih tehničkih podataka kao i pripadajućih elektroenergetskih parametara predmetnih vodova i elemenata opreme TS, uvažavajući preopterećenja u tri stepena reagovanja. Na osnovu ispred navedenog izvršeno je modelovanje TS 110/x kV i pripadajućih konektivnih dalekovoda 110 kV naponskog nivoa na elektroprenosnom području TJ Mostar i okolnim TS 110/x kV Operativnog područja Mostar za područje obuhvata projekata, primjenom CASE specijalizovanog softverskog paketa. Radi pravilnog proračuna predmetnom modelu dodate su i 110 kV glavne veze i vodovi drugih regija kao i interkonekcije sa susjednim državama, te transformacije 400/x kV i 220/x kV koje su od značaja za predmetni proračun. Nakon toga, izvršeni su proračuni tokova snaga na ovom području, za različite scenarije, maksimalnog i minimalnog opterećenja sistema pri radu FNE ili bez rada FNE. U dijelu Prikaz modela i rezultata proračuna izneseni su u najkraćem mogućem obimu konkretni rezultati proračuna izvedenih na formiranom modelu. Zaključci do kojih se došlo izloženi su detaljnije kroz diskusiju u dijelu Zaključci.

2. ELEKTROENERGETSKI SISTEM PREDMETNOG PODRUČJA

Područje Jugozapadne BiH u pogledu eksploatacije elektroprenosnih vodova i postrojenja organizovano je u okviru kompanije Elektroprenos BiH - Operativnog područja Mostar i pripada Terenskoj jedinici Mostar. TJ Mostar je teritorijalno najveća teritorijala jedinica u komaniji Elektroprenos BiH i pokriva područje od Neuma na jugu do Glamoča na Sjeverozapadu BiH. U nadležnosti TJ Mostar nalazi se oko 1330 km dalekovoda različitih naponskih nivoa i to: 220 kV dalekovoda u dužini 525 km, 110 kV dalekovoda u dužini 669 km, kao i veći broj EEO i to: TS 400/220/110/35/10kV Mostar 4, RP 220 kV Mostar 3 i RP 220 kV Jablanica i sledeće TS 110/35/10 kV: TS 110/35/10 kV Mostar 1, TS 110/35/10 kV Mostar 2, TS 110/35/10 kV Mostar 5, TS 110/35/10 kV Mostar 6, TS 110/10 kV Mostar 7, TS 110/35/10 kV Mostar 9, TS 110/10 kV Čitluk, TS 110/20/10 kV Čitluk 2, TS 110/35/10 kV Grude, TS 110/10 kV TS Široki Brijeg, TS 110/35/10 kV Posušje, TS 110/35/10 kV Čapljina, TS 110/10 kV Neum, TS 110/35/10 kV Ljubuški, TS 110/35/10 kV Stolac, TS 110/35/10 kV Tomislavgrad, TS 110/35/10 kV Livno, TS 110/20/10 kV Kupres, TS 110/35/10 kV Jablanica, TS 110/35/10 kV Konjic, TS 110/20/10 kV Uskoplje, TS 110/35/10 kV Rama i TS 35/10 kV Glamoč i EVP 110/25 kV Konjic. Čvorište sa najvećim instalisanim kapacitetom je TS 400/220/110/35/10 kV Mostar 4 sa mrežnim transformatorima 400/231/10,5 kV (2x400/400/100 MVA) i 220/115/10,5 kV (2x150/150/50 MVA). Zbog havarije na oba energetska transformatora 220/115/10,5 kV privremeno je instaliran jedan zamjenski transformator a nabavka novog energetskog transformatora je u toku.

Specifičnost predmetnog područja ogleda se u tome da su na istom izgrađene postojeće vjetroelektrane. VE Mesihovina, instalisane snage 50,6 MW, povezana je sa EES pomoću priključnog DV 2x110 kV, realizovanog po principu "ulaz-izlaz" sa postojećeg DV 110 kV Tomislavgrad – Posušje. VE Jelovača, instalisane snage 36 MW, povezana je sa EES pomoću priključnog DV 2x110 kV, realizovanog po principu "ulaz-izlaz" sa postojećeg DV 110 kV HE Rama – Tomislavgrad. Vjetroelektrana Podveležje, instalisane snage 48 MW, locirana je na oko 10 km istočno od grada Mostara. Priključenje VE Podveležje izvedeno je na novoizgrađenu TS 110/35 kV Podveležje. TS 110/35 kV Podveležje povezana je sa EES pomoću priključnog DV 2x110 kV, realizovanog po principu "ulaz-izlaz" sa postojećeg DV 110 kV HE Jablanica – Mostar 2. Pored toga, očekuje se i porast instalisanih kapaciteta VE na premetnom području u perspektivnom stanju mreže.

Interkonekcija prenosne mreže 400, 220 i 110 kV predmetog područja prema Republici Hrvatskoj i Crnoj Gori odvija se dalekovodima: DV 400 kV Mostar 4 – Konjsko, DV 400 kV Trebinje – Lastva, DV 220 kV Mostar 4 – Zakućac, DV 220 kV Trebinje – Perućica, DV 220 kV Trebinje – Plat. Veza sa susjednim sistemima po 110 kV naponu ostvarena je preko: DV 110 kV Grude – Imotski (HR), DV 110 kV Ljubuški – Vrgorac (HR), DV 110 kV Čapljina – Opuzen (HR), DV 110 kV Neum – Opuzen (HR), DV 110 kV Neum – Ston (HR), DV 110 kV Trebinje – Komolac (HR), DV 110 kV Bileća – Nikšić (CG), DV 110 kV Trebinje – Herceg Novi (CG) i DV 110 kV Livno – Buško Blato.

3. PRIKAZ MODELA I REZULTATA PRORAČUNA

Prema prikupljenim podacima iz razvojnih dokumenta za potrebe izrade predmetnog rada, počevši od Studije elektroenergetskog sektora u BiH, MODUL 4 Prenosna mreža, Zadatak 2: Tehnički aspekti prenosne mreže BiH - Analiza integracije vjetroelektrana u elektroenergetski sistem i tržišna pravila te dokumenta Dugoročni plan razvoja prenosne mreže 2021-2031., u pogledu tretiranja opterećenosti 110 kV dalekovoda na predmetnom području, prethodno, trenutno i perspektivno stanje, iz navedenih dokumenata uočava se sledeće. Kao najopterećeniji 110 kV dalekovodi predmetnog područja iz navedenih dokumenata, pri odstupanju od normalnih uklopnih stanja i većinom za stanja tokova snaga prije izgradnje VE u predmetnom regionu, prepoznati su sledeći dalekovodi. DV 110 kV Mostar 4 – Široki Brijeg i DV 110 kV Široki Brijeg – Grude. DV 110 kV Mostar 4 – Široki Brijeg, izveden provodnicima Al/Fe 240/40 mm² (6 km) i Cu 95 mm² (10.8 km), ukupne dužine 16.8 km, izgrađen 1955. godine, a rekonstruiran 1988. i 1999. godine, visoko se opterećuje već pri punoj raspoloživosti grana, a preopterećuje se pri pojedinačnim ispadima DV 110 kV HE Jablanica – TS Jablanica, Jablanica – Rama ili Rama – Tomislavgrad pri suhoj hidrologiji. Ispadom razmatranog voda postoji opasnost od preopterećenja DV 110 kV Čapljina – Opuzen, a zatim i daljnjih preopterećenja u mreži. DV 110 kV Široki Brijeg – Grude, s vodičima Al/Fe 240/40 mm² i Cu 95 mm², dužine 15.5 km, dozvoljene trajne struje u normalnom pogonu od 380 A, izgrađen 1955. godine, na granici je preopterećenja pri vlažnoj hidrologiji i izvozu snage, kada iz pogona ispadne DV 110 kV HE Jablanica – Jablanica. Moguća izgradnja VE i njihov značajan angažman rasterećuju razmatrani vod. U slučaju zamjene dionice Cu 95 mm² s Al/Fe 240/40 mm² i povećanja njegove prijenosne moći na $I_t=645$ A mogući problemi se otklanjaju. Osim pomenutog voda najopterećeniji 110 kV vodovi u predmetnom dijelu sistema su 110 kV dalekovodi Grude – Imotski (34 % I_t), Mostar 4 – Čitluk (69 % I_t), Čitluk – Ljubuški (53 % I_t), Ljubuški – Čapljina (34 % I_t), Mostar 1 – Mostar 6 (58 % I_t) i Mostar 2 – HE Jablanica (61 % I_t). Visoko su opterećeni vodovi koji iz TS Mostar 4 napajaju područja Š.Brijega, Gruda, Posušja i Tomislav Grada, zatim Čitluka, Ljubuškog i Čapljine, te vodovi unutar Mostara, te između Mostara i Jablanice. Kao što je ispred navedeno, predmetna zapažanja iznose se kroz dokumente koji oslikavaju prethodna uklopna stanja i mogu se vezati većinom za stanja tokova snaga prije izgradnje VE u predmetnom regionu. Izgradnjom VE na području Hercegovine opasnost od preopterećenja razmatranih voda se otklanja ukoliko su iste visoko angažovane.

Na Slici 1. dat je grafički prikaz rezultata proračuna tokova snaga po DV 110 kV predmetnog područja uz prikaz naponskih prilika na sabirnicama naponskog nivoa 110 kV na TS 110/x kV pri prosječenom maksimalnom opterećenju koje se može dobiti za prethodni desetogodišnji period. Na datom grafičkom prikazu rezultata proračuna detaljno su dati naponi po sabirnicama izraženi po modulu i faznom stavu kao i rezultati proračuna tokova aktivnih i reaktivnih snaga.

Tabela 1. TS na području od interesa sa prikazanim dostignutim i prognoziranim vršnim opterećenjem (Izvor: Knjiga II Dugoročni plan razvoja prenosne mreže 2021 – 2030.)

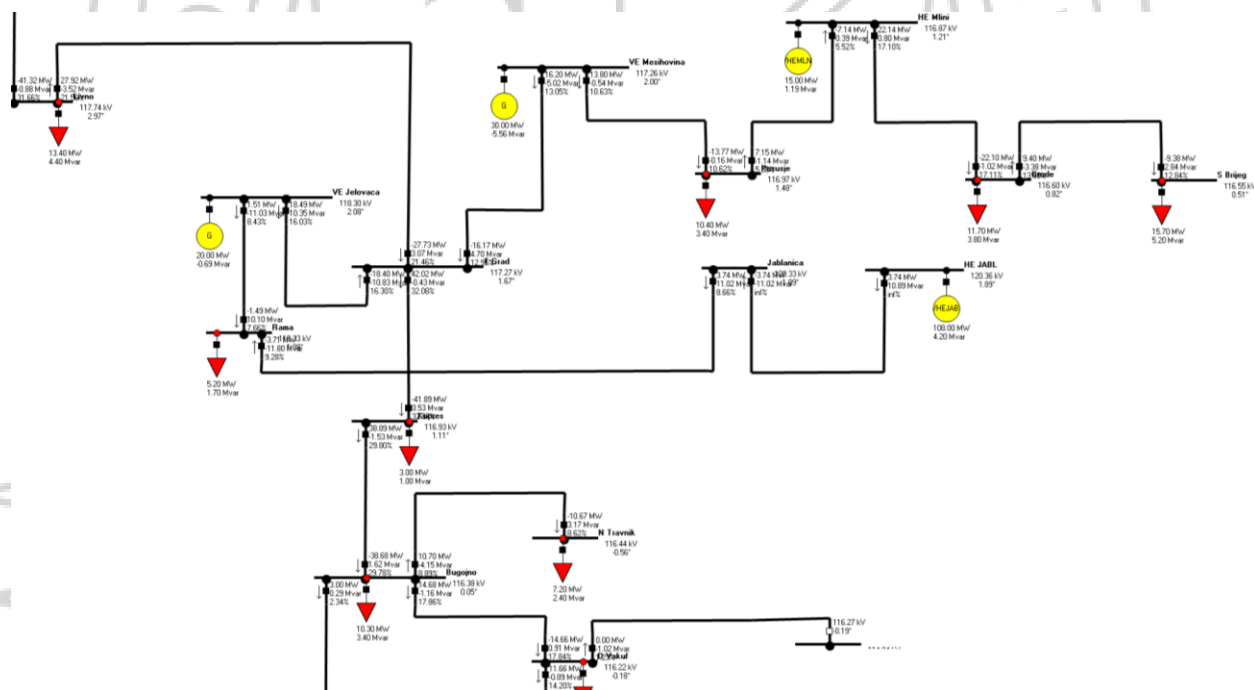
Re d. br	Naziv objekta	Instalisa na snaga transfor		Registrovano			2020 (Pmax)	Prognozirano vršno opterećenje							
				vršno opterećenje TS				Pmax (MW)							
		201	201	201	202	2024		202	202	202	202	202	202	203	
		S	(M			(MW									
1	Kupres	T 20	3,14	2,52	3,56	3,13	3,3	3,39	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8	
2	Livno	T 20	12,0	13,9	12,9	13,11	13,5	13,64	13,7	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	
3	Ljubuški	T 20	16,9	15,3	14,9	15,88	16,3	16,52	16,6	16,8	17,0	17,1	17,3	17,5	
4	Mostar 1	T 20	7,02	7,24	6,97	7,22	1,8	1,88	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	
5	Mostar 2	T 40	21,1	23,1	24,6	23,4	24,8	25,38	25,8	26,4	26,9	27,4	28,0	28,5	
6	Mostar 4	T 20	2,48	2,43	2,33	2,44	2,5	2,54	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	
7	Mostar 5	T 20	8,35	8,52	8,64	8,59	8,8	8,94	9,0	9,1	9,2	9,3	9,3	9,4	
8	Mostar 6	T 40	25,7	29,4	28,0	28,3	30,0	30,65	31,2	31,8	32,5	33,1	33,8	34,5	
9	Mostar 7	T 40	22,7	21,6	22,8	22,84	24,2	24,73	25,2	25,7	26,2	26,7	27,3	27,8	
10	Mostar 9 (Buna)	T 20	3,18	3,48	3,28	3,35	3,4	3,48	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,7	
11	Rama	T 20	5,46	4,03	4,74	4,79	4,9	4,99	5,0	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	
12	Stolac	T 20	6,31	5,93	6,07	6,16	6,3	6,41	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,8	
13	Široki Brijeg	T 20	20,7	19,8	21,2	21,0	22,3	22,76	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16,8	
14	Široki Brijeg 2	T 20							8,0	8,1	8,3	8,4	8,6	8,8	
15	Tomislav grad	T 20	11,52	11,18	10,90	11,31	11,6	11,77	11,89	12,01	12,13	12,25	12,37	12,50	
16	Grude	T 20	13,9	13,3	12,8	13,62	14,4	14,75	15,0	15,3	15,6	15,9	16,2	16,6	
17	Ljubuški	T 20	16,9	15,3	14,9	15,88	16,3	16,52	16,6	16,8	17,0	17,1	17,3	17,5	

Na datom grafičkom prikazu rezultata proračuna detaljno su dati naponi po sabirnicama izraženi po modulu i faznom stavu kao i rezultati proračuna tokova aktivnih i reaktivnih snaga. U tekstu koji slijedi izdvojeni su samo osnovni podaci za TS 110/x kV Tomislavgrad, TS 110/x kV Kupres i TS 110/x kV Livno, sa prikazanim vodovima od interesa koji se stiču u ovim čvorištima.

- Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Tomislavgrad iznosi 117.27[kV] /1.67[deg].
- Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Livno iznosi 117.74[kV] /2.97[deg].
- Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Kupres iznosi 116.93[kV] /1.11[deg].

Tok snage po 110 kV povezanim vodovima iznosi:

- DV 110 kV Livno – Tomislavgrad _ P= 27,92 MW, opterećenost voda 21,46%
- DV 110 kV Jelovača – Tomislavgrad _ P=18,49 MW, opterećenost voda 16.03%
- DV 110 kV Mesihovina – Tomislavgrad _ P=16,20 MW, opterećenost voda 13%
- DV 110 kV Tomislavgrad – Kupres _ P=42,02 MW, opterećenost voda 32.08%
- DV 110 kV Kupres - Bugojno _ P=38,89 MW, opterećenost voda 29.80%



Slika 1. Grafički prikaz rezultata proračuna tokova snaga po DV 110 kV područja od interesa uz prikaz naponskih prilika na sabirnicama naponskog nivoa 110 kV na TS 110/x kV, za

prosječno maksimalno opterećenje koje se može dobiti za prethodni desetogodišnji period, bez priključene predmetne FNE

Na Slici 2. dat je grafički prikaz proračuna tokova snaga po DV 110 kV predmetnog područja uz prikaz naponskih prilika na sabirnicama naponskog nivoa 110 kV na TS 110/x kV pri maksimalnom opterećenju dostignutom 2021. i priključenom FNE, snage 80 MW. Na datom grafičkom prikazu rezultata proračuna detaljeno su dati naponi po sabirnicama izraženi po modulu i faznom stavu kao i rezultati proračuna tokova aktivnih i reaktivnih snaga. U tekstu koji slijedi izdvojeni su samo osnovni podaci za TS 110/x kV Tomislavgrad, TS 110/x kV Kupres i TS 110/x kV Livno, sa prikazanim vodovima od interesa koji se stiču u ovim čvorištima.

Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Tomislavgrad iznosi 117.01[kV] /8.71[deg].

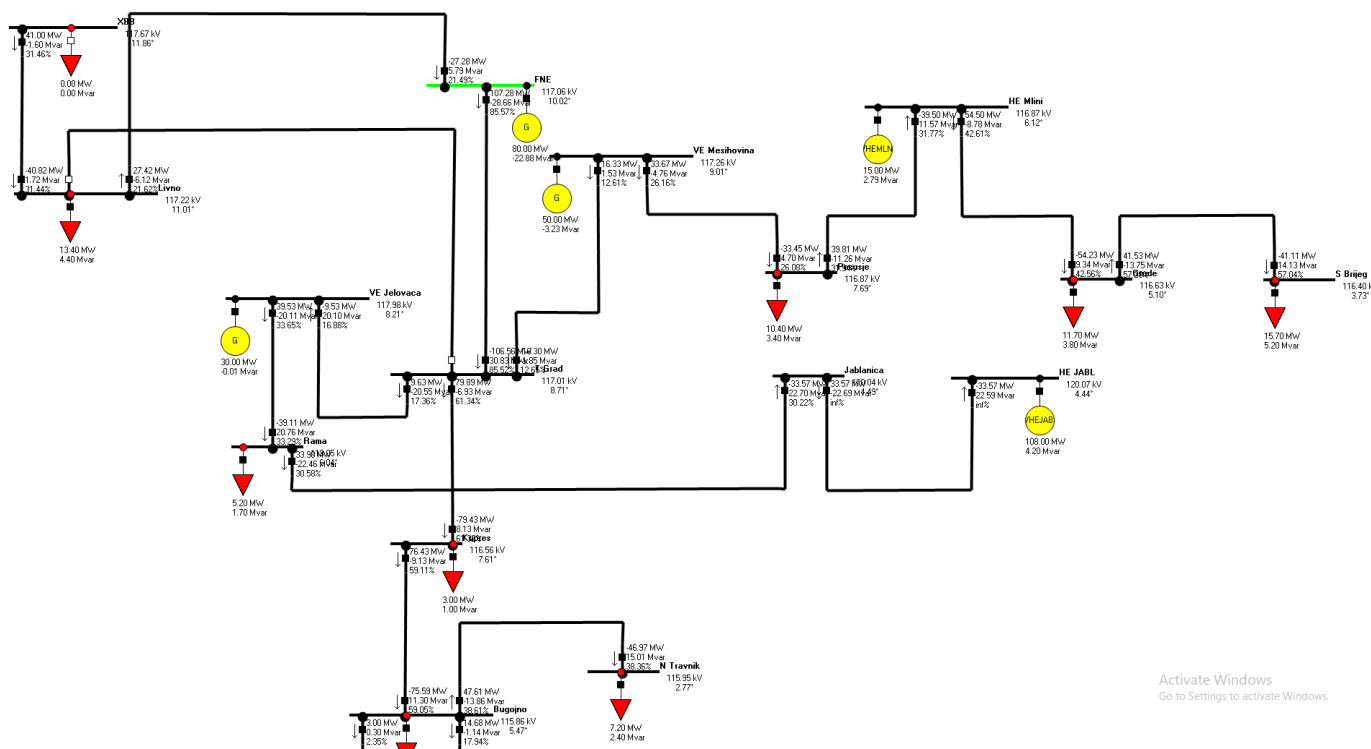
Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Livno iznosi 117.22[kV] /11.01[deg].

Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Kupres iznosi 116.56[kV] /7.61[deg].

Tok snage po 110 kV povezanim vodovima iznosi:

- DV 110 kV Livno – FNE „SELINE“ _ P= 27,42 MW, opterećenost voda 21.62%
- DV 110 kV FNE „SELINE“ – Tomislavgrad _ P= 107,28 MW, opterećenost voda 85.87%
- DV 110 kV Jelovača – Tomislavgrad _ P=9,53 MW, opterećenost voda 16.88%
- DV 110 kV Mesihovina – Tomislavgrad _ P=16,33 MW, opterećenost voda 12.61%
- DV 110 kV Tomislavgrad – Kupres _ P=79,89 MW, opterećenost voda 61.34%
- DV 110 kV Kupres - Bugojno _ P=76,43 MW, opterećenost voda 59.11%

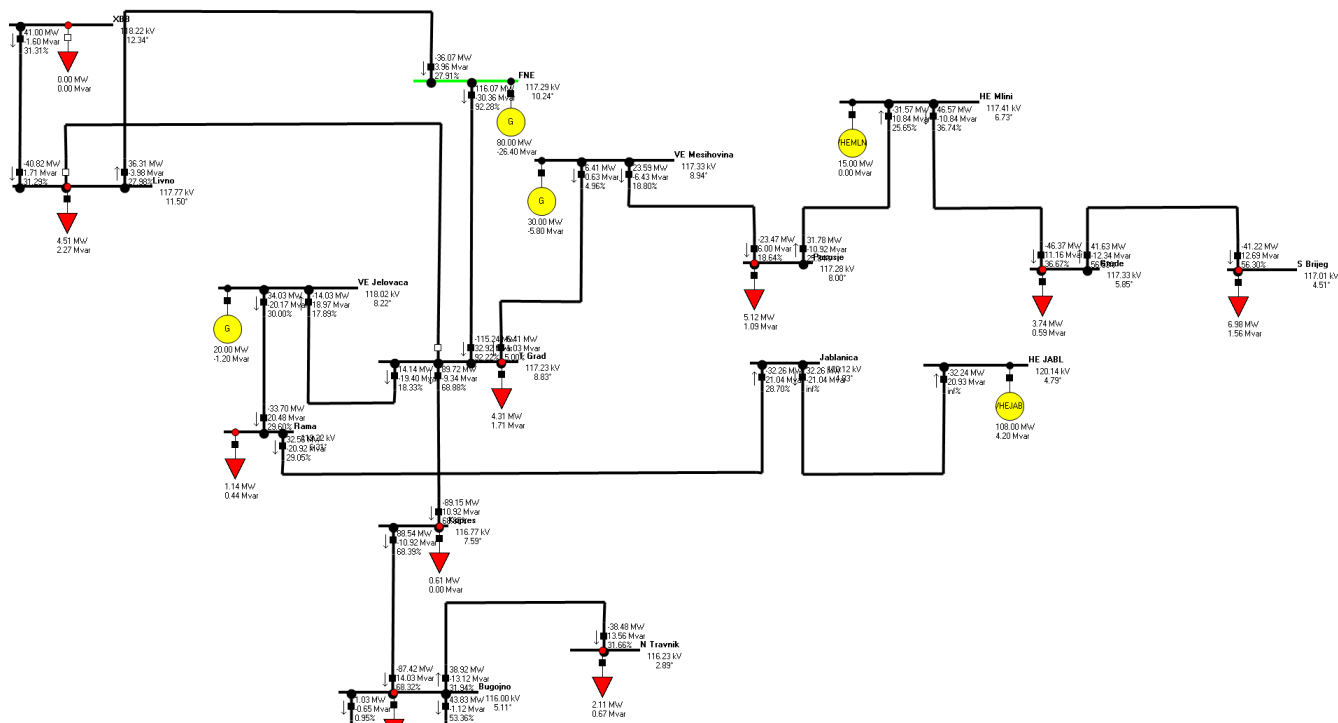
26. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
 "ENERGETSKA TRANZICIJA EUROPE I ODRŽIVA MOBILNOST S IZAZOVIMA NA STANJE U BOSNI I HERCEGOVINI"
 26. INTERNATIONAL CONFERENCE
 "EUROPE'S ENERGY TRANSITION AND SUSTAINABLE MOBILITY WITH CHALLENGES TO THE SITUATION IN BOSNIA AND HERZEGOVINA"



Slika 2. Grafički prikaz rezultata proračuna tokova snaga po DV 110 kV područja od interesa uz prikaz naponskih prilika na sabirnicama naponskog nivoa 110 kV na TS 110/x kV, za maksimalno opterećenje 2021., sa priključenom FNE snage 80 MW

Na Slici 3. dat je grafički prikaz proračuna tokova snaga po DV 110 kV predmetnog područja uz prikaz naponskih prilika na sabirnicama naponskog nivoa 110 kV na TS 110/x kV pri minimalnom opterećenju registrovanom 14.07.2019. sa priključenom FNE snage 80 MW. Na datom grafičkom prikazu rezultata proračuna detaljno su dati naponi po sabirnicama izraženi po modulu i faznom stavu kao i rezultati proračuna tokova aktivnih i reaktivnih snaga. U tekstu koji slijedi izdvojeni su samo osnovni podaci za TS 110/x kV Tomislavgrad, TS 110/x kV Kupres i TS 110/x kV Livno.

Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Tomislavgrad iznosi 117.23[kV] /8.83[deg].
 Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Livno iznosi 117.77 [kV] /11.50[deg].
 Napon na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV Kupres iznosi 116.77[kV] /7.59[deg].



Slika 3. Grafički prikaz proračuna tokova snaga po DV 110 kV predmetnog područja uz prikaz naponskih prilika na sabirnicama naponskog nivoa 110 kV na TS 110/x kV pri minimalnom opterećenju registrovanom 14.07.2019. sa priključenom FNE snage 80 MW

3. ZAKLJUČAK

Prema prikupljenim podacima iz razvojnih dokumenta za potrebe izrade predmetnog rada, počevši od Studije elektroenergetskog sektora u BiH, MODUL 4 Prenosna mreža do Dugoročnog plana razvoja prenosne mreže 2021-2031., ista navedena u dijelu Literatura, u pogledu tretiranja opterećenosti 110 kV dalekovoda na predmetnom području, prethodno, trenutno i perspektivno stanje, uočava se sledeće. Posmatrajući prikaz rezultata proračuna datih za tokove snaga predmetnog TJ Mostar OP Mostar u dokumentu Dugoročni plan razvoja prenosne mreže 2021-2031., Elektroprenos BiH, 2021., pri maksimalnom opterećenju sistema dostignutom 09.02.2021. u 12:27h., uočava se mala opterećenost dalekovoda 110 kV. Opterećenje niti jednog od 110 kV dalekovoda ciljanog područja ni u takvim uslovima rada ne prelazi 36%. Konkretno, dalekovod 110 kV Kupres – Tomislavgrad opterećen je oko 36%, dalekovod 110 kV Livno – Tomislavgrad opterećen je oko 23% i dalekovod 110 kV Jelovača – Tomislavgrad opterećen je oko 15%. Iz istog već proističe da izgradnja i priključenje predmetne solarne fotonaponske elektrane planirane snage ne bi trebala dovesti do ugrožavanja termičke stabilnosti predmetnih dalekovoda, odnosno pripadajućih im provodnika i opreme. Kao što se vidi iz prikazanih rezultata proračuna ni nakon priključenja FNE snage 80 MW uz postojanje još jedne FNE sličnih karakteristika na bliskom dijelu sistema, u ovom slučaju prema saznanjima o mogućim potencijalnim drugim FNE na dijelu

vezanom za TS Livno, ni u jednom od simuliranih slučajeva ne dolazi do termičkih preopterećenja dalekovoda u sistemu, ni za ovako prikazane uslove, niti dolazi do značajnijeg porasta napona na sabirnicama 110 kV TS 110/x kV u razmatranom sistemu.

Pregledom dubinskih postavki modela primjećeni su povišeni naponi posebno na 400 kV i 220 kV naponskom nivou u elektroprenosnom sistemu BiH, nego što je to slučaj na 110 kV. Varirajući opterećenje na čvorovima sistema lako se dolazi do zaključka da su naponi značajno viši u sistemu tokom vikenda u odnosu na radne dane. S tim da su naponske prilike značajno više u odnosu na nominalne i bliže maksimalno dozvoljenim vrijednostima na širem predmetnom području. Napon na krajevima transformatora, odnosno čvorovima na koje je transformator priključen, se može regulisati promenom položaja otcjepa na transformatoru. Da bi se u realnosti ovakva regulacija napona vršila transformator mora da ima automatski regulator napona.

Prema podacima prikupljenim za potrebe izrade predmetnog rada u velikom broju TS postoje funkcionalno ispravni automatski regulatori napona na transformatorima. Korišteni softverski paket CASE omogućava uvažavanje manuelne i automatske regulacije napona na modelu primjenom manualnog podešavanja regulatora napona na transformatoru manualnim podešenjem regulacione preklapke, odnosno automatskim prepodešenjem regulacionih preklapki transformatora 110/x kV, radi održanja napona u okviru zadatih vrijednosti, npr. na vrednosti u opsegu 0.95 do 1.05 r.j. Automatska regulacija napona na transformatorima u modelu može da se vrši kako na lokalnom nivou tako i sistemski. Pored toga, predmetni softverski paket pruža mogućnost regulacije naponskih prilika u razmatranom sistemu regulacijom pomoću generatora na sledeći način. Generator tokom proračuna tokova snaga i naponskih prilika održava napon na određenoj vrijednosti, odnosno u određenom opsegu na čvoru na koji je vezan ili čak i na čvoru na koji generator nije vezan. To je udaljena ili sekundarna naponska regulacija. Na šta autor ovom prilikom samo ukazuje jer regulacija naponskih prilika elektroprenosne mreže nije predmet razmatranja predmetnog rada niti priključenje predmetne fotonaponske elektrane na 110 kV naponskom nivou može značajnije uticati na isto. Iz rezulta proračuna jasno je da rad FNE pozitivno utiče na regulaciju napona injektiranjem/apsorbovanjem reaktivne snage, što doprinosi poboljšanju naponskih prilika elektroprenosnog sistema na promatranom regionu, u domenu koliko je to moguće za predmetnu snagu, tip elektrane i naponski nivo priključenja.

Što se priključenja predmetne elektrane tiče, kroz provedenu analizu, čiji su rezultati prikazani u datom radu samo u uskom opsegu, plasman snage i energije fotonaponske elektrane snage 80 MW moguć je putem svakog od dalekovoda 110 kV Livno – Tomislavgrad, Jelovača – Tomislavgrad, ili Tomislavgrad – Kupres, na način da se izvrši svodenje istog u 110 kV razvodno postrojenje koje bi se izgradilo na lokaciji predviđenoj za priključenje elektrane, po principu ulaz-izlaz. Plasman snage i energije predmetne fotonaponske elektrane isključivo pozitivno djeluje na EES. FNE pozitivno utiče na regulaciju napona injektiranjem/apsorbovanjem reaktivne snage, što doprinosi poboljšanju naponskih prilika elektroprenosnog sistema na promatranom regionu, u domenu koliko je to moguće za predmetnu snagu, tip elektrane i naponski nivo priključenja.

LITERATURA

- [1] EIHP i drugi, Studija elektroenergetskog sektora u BiH, MODUL 4, 2008.
- [2] Elektroprenos BiH, Dugoročni plan razvoja prenosne mreže 2021-2031., 2021.
- [3] Parsons Brinckerhoff, Uticaj solarnih elektrana na EES BiH, 2014.
- [4] NOS BiH, Mrežni kodeks, 2019.

