

Organizaciona jedinica: CENTAR ZA ELEKTROENERGETSKE SISTEME Godina: 2008

Analiza opravdanosti promene prenosnog odnosa na blok transformatorima u HE Bajina Bašta

Urađeno za: PD Drinsko-limske HE, Bajina Bašta

Rukovodilac

Saša Minić, dipl. ing.

Petar Kovačević, dipl. ing.

Igor Belić, dipl. ing.

Saradnici:

Branislav Čupić, dipl. ing.

Vladimir Sovrlić, dipl. ing.

Miloš Stojković, dipl. ing.

U ovom elaboratu izvršena je analiza rada blok transformatora sa prenosnim odnosima 15.65/235 kV i 15.65/242 kV u periodu do 2025. godine za različite varijante razvoja prenosne mreže, po etapama razvoja za četiri scenarija opterećenja mreže: maksimalno stanje, zimski noćni minimum sa pumpnim angažovanjem RHE Bajina Bašta, letnji minimum i letnji minimum sa pumpnim angažovanjem RHE Bajina Bašta, uz nominalno angažovanje HE Bajina Bašta u svim stanjima. Iako to izlazi iz okvira Programskog zadatka izvršena je analiza i za blok transformatore sa prenosnim odnosom 15.65/239 kV i 15.65/245 kV da bi se onda mogao naznačiti i optimalan prenosni odnos za nove blok transformatore. Elaborat se sastoji iz sedam poglavlja.

Analiza naponskih prilika na 220 kV strani u HE Bajina Bašta izvedena je za pet vrednosti napona na pragu generatora: 14.09 kV (90% od $U_{nom}=15.65$ kV), 14.87 kV (95% od $U_{nom}=15.65$ kV), 15.65 kV (U_{nom}), 16.43 kV (105% od $U_{nom}=15.65$ kV), 17.22 kV (110% od $U_{nom}=15.65$ kV). Pored dva prenosna odnosa blok transformatora predložena Programskim zadatkom (15.65/235 kV i 15.65/242 kV), analizirani su i prenosni odnosi 15.65/245 kV i 15.65/239 kV, da bi se na taj način što je moguće bliže odredila vrednost optimalnog prenosnog odnosa blok transformatora. Pri analizi je modelovan tok snage od 102.5 MW i 33.75 Mvar kroz svaki od blok transformatora snage 108 MVA. U tab. 1 dat je pregled rezultata izvršenih analiza.

tab. 1: Pregled napona na 220 kV strani blok transformatora za snagu 102.5 MW i 33.75 Mvar na izlazu iz generatora za različite vrednosti napona na niženaponskoj strani i prenosnog odnosa blok transformatora

Blok transformator	Vrednost napona na generatoru				
	$U_{nom}-10\%$ (kV)	$U_{nom}-5\%$ (kV)	U_{nom} (kV)	$U_{nom}+5\%$ (kV)	$U_{nom}+10\%$ (kV)
	14.09	14.87	15.65	16.43	17.22
15.65/235 kV	202.05	213.85	225.78	237.64	249.68
15.65/239 kV	206.01	218.07	230.21	242.3	254.69
15.65/242 kV	207.99	220.09	232.49	244.75	257.15
15.65/245 kV	210.02	222.36	234.7	247.06	259.79

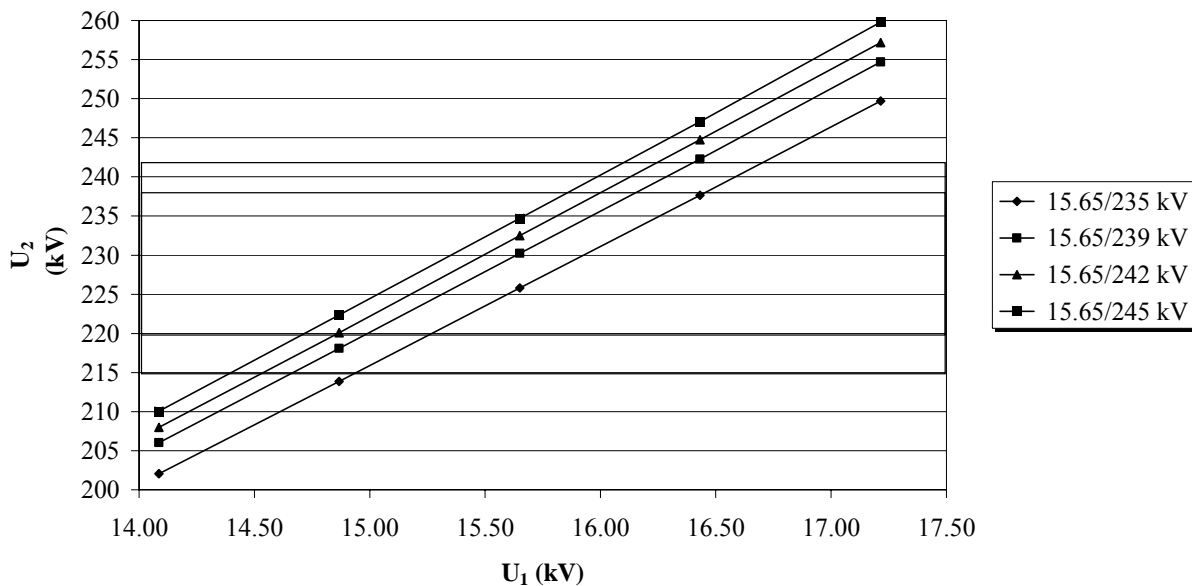
Na sl. 1 dat je grafički prikaz rezultata iz tab. 1. Na ovom grafiku osenčene su dve zone napona. Šira zona (bledo osenčena) obuhvata vrednosti napona između 215 i 242 kV, a uža zona (tamnije osenčena) - vrednosti napona između 220 i 238 kV. Prva zona je formirana na osnovu svih mogućih vrednosti napona u HE Bajina Bašta koji su dobijeni na osnovu svih proračuna tokova snaga za sva stanja koja su analizirana u ovom Elaboratu, a druga na osnovu vrednosti napona koja su se u HE Bajina Bašta javili tokom 2006. godine, a da je pri tome angažovanje HE Bajina Bašta bilo blizu nominalnog.

Broj sati u kojima se pojavljuje određena srednja satna vrednost napona u HE Bajina Bašta u toku 2006. godine dat je u tab. 2.

tab. 2: Pregled srednjih satnih vrednosti napona koji su se u HE Bajina Bašta pojavili tokom 2006. godine i broj sati tokom kojih su se pojavile ove vrednosti

Napon (kV)	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228
Broj sati	2	11	38	87	155	302	340	506	546	846	911
Napon (kV)	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	Ukupno
Broj sati	994	1270	991	790	611	221	103	26	8	2	8760

sl. 1: Grafički prikaz naponskih prilika za 220 kV strani blok transformatora za snagu 102.5 MW i 33.75 Mvar na izlazu iz generatora za različite vrednosti napona na niženaponskoj strani i prenosnog odnosa blok transformatora



Iz razloga potrebe da se sazna kakvi se naponi na 220 kV strani HE Bajina Bašta mogu očekivati u budućim stanjima analizirani su tokovi snaga za sva stanja iz Programskog zadatka, a rezultati ove analize prikazani su u posebnom poglavlju.

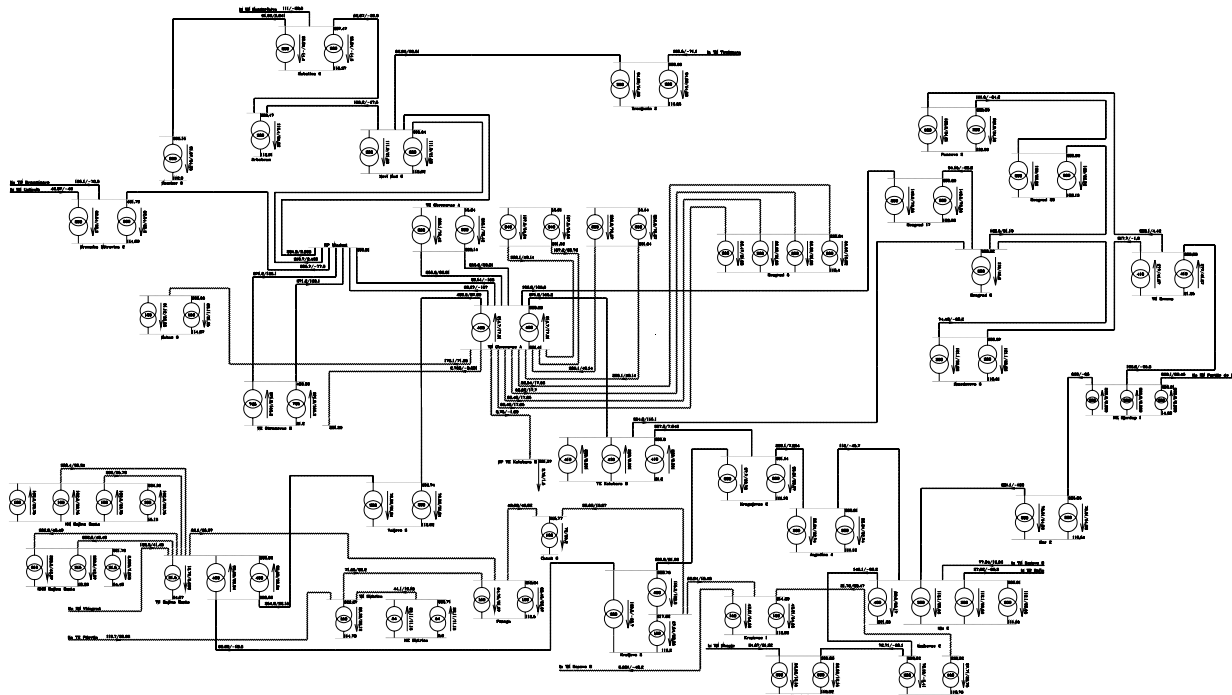
Analiza budućih naponskih prilika u HE Bajina Bašta izvršena je za nominalno opterećenje generatora u ovoj HE. Analizirana su četiri karakteristična stanja (maksimalno stanje, zimski noćni minimum uz rad RHE Bajina Bašta u pumpnom režimu, minimalno stanje i minimalno stanje uz rad RHE Bajina Bašta u pumpnom režimu) po etapama razvoja, za tri različite varijante razvoja mreže iz "Studije perspektivnog razvoja prenosne mreže Srbije do 2020 (2025) godine": Varijantu 1, 5 i 6. Karakteristike Varijante 1 su zadržavanje mreže 220 kV na području Beograda i mreže 220 kV vezane za TS 220/35 kV Bajina Bašta do 2025. godine (i kasnije). Karakteristike Varijante 5 su zamena mreže 220 kV na području Beograda mrežom 400 kV i zadržavanje mreže 220 kV vezane za TS 220/35 kV Bajina Bašta. Konačno, karakteristike Varijante 6 su zamena mreže 220 kV na području Beograda mrežom 400 kV i zamena mreže 220 kV vezane za TS 220/35 kV Bajina Bašta mrežom 400 kV.

Takođe, za stanje mreže sa početka 2006. godine analiziran je režim sa tranzitima.

Proračuni tokova snaga realizovani su sa ograničenjima vezanim za napone u mreži 400, 220 i 110 kV. Dozvoljena odstupanja u mreži 400 kV su $\pm 5\%$ od nominalne vrednosti, a u mreži 220 i 110 kV $\pm 10\%$ od nominalne vrednosti. Imajući u vidu velike varijacije napona koje se u analiziranim stanjima javljaju u mreži 220 kV, za usklađivanje napona u mreži 110 kV sa dozvoljenim ograničenjima korišćene su regulacione mogućnosti transformatora 220/110 kV. Naravno, poseban set ograničenja predstavljala su ograničenja mogućih varijacija napona, aktivnih i reaktivnih snaga u generatorskim čvorovima.

Rezultati izvršenih analiza ilustrovani su tabelarno i grafički.

sl. 2: Tokovi snaga i naponske prilike u 400 i 220 kV mreži EMS-a za blok transformator 15.65/242 kV u HE Bajina Bašta varijanta 6 u 2025. godini - pumpni režim RHE Bajina Bašta u zimskom noćnom minimumu - napon u HE Bajina Bašta 224 kV



tab. 3: Vrednosti napona u odabranim čvorištima za različite varijante razvoja, naponska ograničenja i nivoe opterećenja

Prenosni odnos blok HE Bajina Bašta	Granica napona u HE Bajina Bašta	Varijanta razvoja	Izabrana čvorišta	Naponi u izabranim čvorovima
15.65/242 kV	Gornja - 220 kV	Varijanta 1 - 2006	HE Bajina Bašta 220 kV	219.98
			HE Bajina Bašta 16 kV	14.86
			RHE Bajina Bašta 220 kV	218.76
			RHE Bajina Bašta 11 kV	10.12
			HE Đerdap 400 kV	400.01
			TS Obrenovac 400 kV	398.56
			TS Obrenovac 220 kV	219.24
			TS Kostolac B 400 kV	392.17
			TS Kosovo B 400 kV	401.38
			TS Kosovo A 220 kV	223.83
			TS Niš 2 400 kV	391.08
			TS Niš 2 220 kV	215.3
			TS Subotica 3 400 kV	391.19
			TS Sremska Mitrovica 2 400 kV	399.52
			TS Sremska Mitrovica 2 220 kV	220.98
			NE Kozloduj 400 kV	404.45
			Paks 400 kV	406.93
			TE Ugljevik 400 kV	401.9
			TS Višegrad 400 kV	397.03
			TS Višegrad 220 kV	222.39
TS Pljevlja 400 kV	401.48			
TS Pljevlja 220 kV	230.59			
TS Kruševac 1 220 kV	198.03			
TS Kraljevo 3 220 kV	197.85			

Na bazi svih izvršenih analiza doneti su sledeći zaključci:

1. Ukoliko se u revitalizovanoj HE Bajina Bašta ugradi blok transformator sa prenosnim odnosom 15.65/242 kV napon na niskonaponskoj strani će se kretati u opsegu $\pm 5\%$ od $U_{nom}=15.65$ kV za najveći broj stanja koja se mogu očekivati u mreži. Problematična su stanja sa naponima nižim od 220 kV na 220 kV strani u HE Bajina Bašta pri njenom punom angažovanju. Pojava ovakvih stanja u mreži je malo verovatna i morala bi biti posledica veće havarije, što bi uslovalo nedopustivo loše naponske prilike u mreži 220 kV na pravcu HE Bajina Bašta - TS 400/220/110 kV Niš 2. Moguća je pojava ovakvih stanja u pumpnim režimima RHE Bajina Bašta, ali ona bi bila posledica lošeg upravljanja naponskim prilikama i mogla bi se izbeći boljom regulacijom napona u mreži (pre svega održavanjem viših napona u HE Bajina Bašta, a onda i u ostalim okolnim elektranama).
2. Ukoliko se u revitalizovanoj HE Bajina Bašta ugradi blok transformator sa prenosnim odnosom 15.65/235 kV napon na niskonaponskoj strani će se kretati u opsegu $\pm 5\%$ od $U_{nom}=15.65$ kV

za najveći broj stanja koja se mogu očekivati u mreži. Pri punom angažovanju HE Bajina Bašta u tom slučaju ne bi bilo moguće postići napone ≥ 238 kV na 220 kV strani u HE Bajina Bašta, što bi smanjilo mogućnosti upravljanja mrežom. U minimalnim režimima ne bi bilo moguće puno angažovanje HE Bajina Bašta, jer bi to uslovalo izlazak iz opsega $\pm 5\%$ od $U_{nom}=15.65$ kV na niženaponskoj strani blok transformatora, ali takvo angažovanje obično nije ni potrebno (ni sa gledišta aktivne, a posebno ne sa gledišta reaktivne snage).

3. Optimalan prenosni odnos blok transformatora u HE Bajina Bašta koji bi obezbedio da se pri njenom punom angažovanju naponi na niženaponskoj strani kreću u opsegu $\pm 5\%$ od $U_{nom}=15.65$ kV za gotovo sva stanja koja se mogu očekivati u mreži je 15.65/239 kV.
4. Od predloženih prenosnih odnosa blok transformatora bolje rešenje je 15.65/242 kV jer pruža bolje mogućnosti za upravljanje naponima u delu mreže u okolini HE Bajina Bašta pri nominalnom opterećenju ove HE.
5. Imajući u vidu činjenicu da oba predložena prenosna odnosa blok transformatora zadovoljavaju za najveći broj očekivanih stanja u mreži, nema opravdanja korišćenje transformatora sa promenljivim prenosnim odnosom.

Obim elaborata: 221 strana.