

Nikša Fabris
HEP ODS d.o.o. „Elektrodalmacija“ Split
niksa.fabris@hep.hr

Mirko Matić
HEP ODS d.o.o. „Elektrodalmacija“ Split
mirko.matic@hep.hr

Andrea Lelas
HEP ODS d.o.o. „Elektrodalmacija“ Split
andrea.lelas@hep.hr

Josip Letica
HEP ODS d.o.o. „Elektrodalmacija“ Split
josip.letica@hep.hr

PLANIRANJE PRIJELAZA NA 20 KV NAPON DOBRO POVEZANIH MREŽA POGONA PLOČE, METKOVIĆ I VRGORAC

SAŽETAK

Prilikom planiranja prijelaza na 20 kV napon složenih SN mreža potrebno je osigurati niz uvjeta kako bi se u procesu prijelaza omogućilo neprekidno i pouzdano napajanje postojećih korisnika.

Izdvojeno područje obrade DP „Elektrodalmacija Split“ su pogoni Ploče, Metković i Vrgorac, sa pripadajućim pojnim točkama.

Prijelaz SN mreže ovog područja je složen jer se zbog dobre povezanosti mora sagledavati i koordinirati prijelaz SN mreže odnosno sva tri pogona istodobno. Dodatni problem čini rasprostranjenost SN mreže na geografski velikom području. Da bi ispunili zahtjeve niza složenih radnji prikupljeni su potrebni podaci te je napravljena detaljna analiza kojom će prilikom prijelaza na 20 kV napon pouzdanost napajanja korisnika mreže ostati zadovoljavajuća. Izgradnjom TS 110/(10)20 kV „Ploče“ i pripadajućeg 20 kV KB raspjeta, suprotno dosadašnjim iskustvima, redosljed prijelaza na 20 kV napon širi se iz grada prema vangradskoj mreži.

Spremnost kompletno obrađene mreže prikazana je u referatu.

Ključne riječi: planiranje prijelaz na 20 kV napon, dobro povezane mreže, etapnost, redosljed prijelaza

PLANNING OF THE TRANSITION TO 20 KV VOLTAGE LEVEL WITHIN COHERENT DISTRIBUTION AREAS PLOČE, METKOVIĆ AND VRGORAC

SUMMARY

Transition to 20 kV voltage level in case of MV grids requires series of preconditions in order to achieve un-interruptible and reliable connection of the existing users.

A separate processing parts of distribution area “Elektrodalmacija Split” are sections Ploče, Metković and Vrgorac.

MV grid transition for this area is complex task since good connectivity requires coordination of transition for all three distribution sub-areas together. Additional issue arises from fact that the MV grid encompasses geographically wide area. In order to fulfill the stipulated conditions, the necessary data is collected and the detailed analysis executed, which is planned to result in a satisfying and reliable supply for all the users during the transition to 20 kV voltage level. Once SS 110/(10)20 kV „Ploče“ and corresponding 20 kV cable grid are constructed, transfer to 20 kV voltage level is executed from the urban towards the sub-urban/rural areas, in contrast to the previous experiences.

Readiness of the grid is fully described in paper.

Key words: planning the transition to 20 kV voltage level, coherent distribution areas, transition in stages, order transition

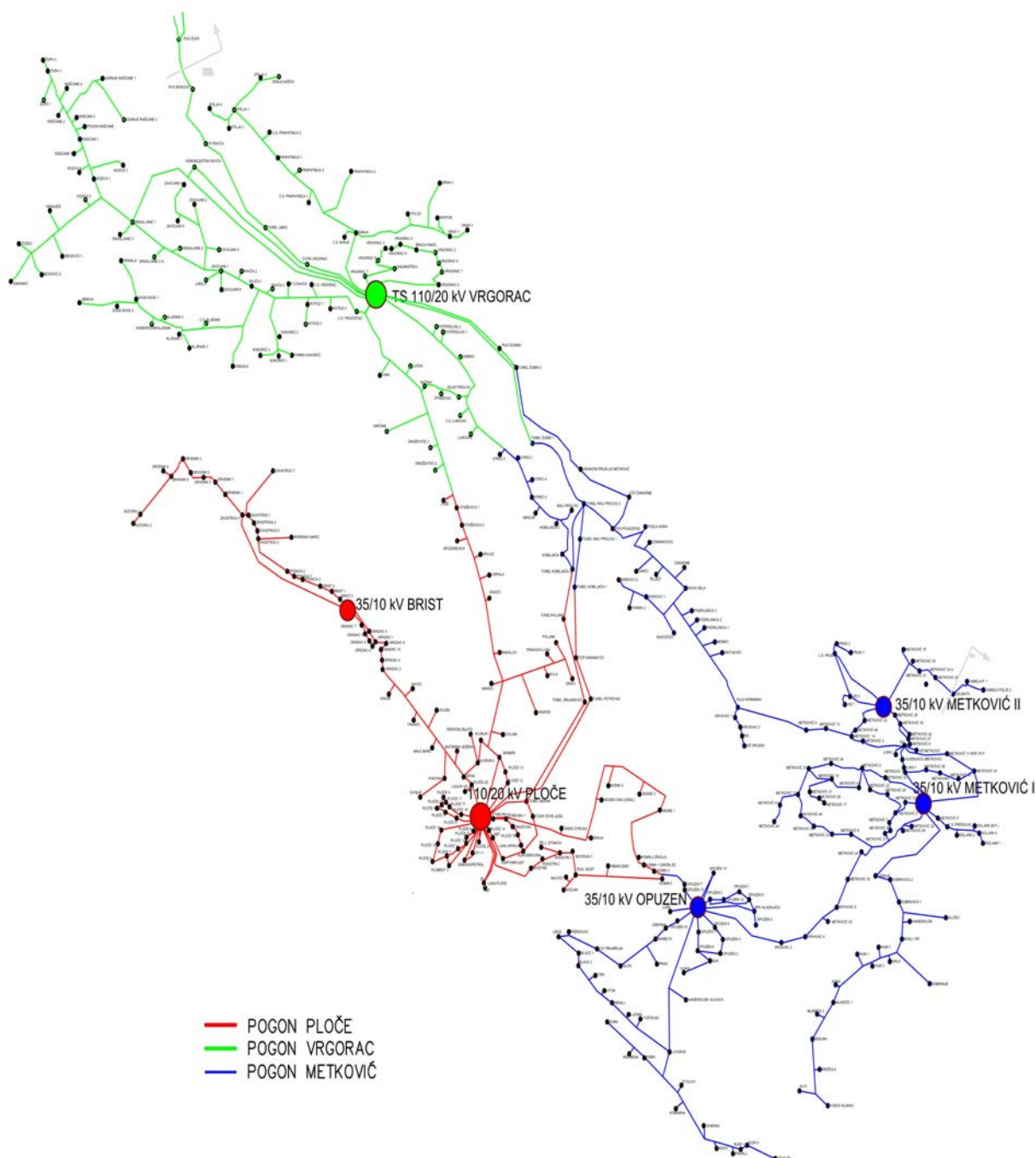
1. UVOD

Razmatranje prijelaza promatranog područja na 20 kV napon potaknuto je izgradnjom trafostanice 110/20(10) kV PLOČE i pripadajućeg kablaskog raspjeta. Nakon završetka ovih aktivnosti, uže područje grada Ploča će u potpunosti biti spremno za prijelaz na 20 kV napon. Preostali dio mreže pogona Ploče čini rasplet iz TS 35/10 kV BRIST i izvodi povezane strukture sa trafostanicama 110/20(10) kV VRGORAC, te kablaski rasplet u trasi autoceste.

Povezanost SN mreže ovih trafostanica s pojnim trafostanicama na području pogona Ploče i Metković razlog je uključenja u razmatranje i planiranje prijelaza SN mreže ovih pogona na 20 kV napon.

Pogon Vrgorac prostorno je širok i karakterizira ga relativno duga zračna mreža, a napaja se iz nove TS 110/(10) 20 VRGORAC.

Pogon Metković napaja se iz tri TS 35/10 kV METKOVIĆ I, METKOVIĆ II i OPUZEN kod kojih je u većoj ili manjoj mjeri potrebna rekonstrukcija.



Slika 1. Izdvojeno područje obrade DP Elektrodalmacije po pogonima

2. ODABIR KRITERIJA ZA PRIJELAZ

Planiranje prijelaza mreže na 20 kV napon zahtijevalo je prikupljanje podataka o postojećoj mreži, posebice pripremljenosti pojedinih dijelova mreže za prijelaz na 20 kV te potrebnim investicijskim ulaganjima. Prilikom donošenja odluke razradilo se više mogućnosti i na kraju se donijela konačna odluka o redoslijedu prijelaza. Glavni čimbenici koji su se uzeli u obzir pri odlučivanju bili su pripremljenost mreže, povezanost pojedinih dijelova i financijska ulaganja.

Trafostanica SN/NN koje su spremne za prijelaz na 20 kV napon je 60%, a vodova je spremno 55%. Dinamika prijelaza uvelike ovisi da li je mreža zračna ili kabelska. Dok se kod zračne mreže veliki dio rekonstrukcije može odvijati relativno brzo i kroz održavanje pogona, zamjena KB mreže zahtjeva duži period od izrade projekata, dobivanja dozvola do samih izvođenja radova. U tablici I. prikazana je pripremljenost mreže po pojnim točkama. U zgradama su izraženi iznosi bez auto-puta kako bi stvarno stanje bilo vjernije prikazano.

Tablica I. Pripremljenost mreže po pojnim točkama

POJNA TOČKA	TRAFO				SN POSTROJENJE				KB			ZV		ukupan broj stupova	broj stupova koji nisu spremni	potrebna rekonstrukcija (%)
	spreman	potrebna rekonstrukcija	ukupno	potrebna rekonstrukcija (%)	spreman	potrebna rekonstrukcija	ukupno	potrebna rekonstrukcija (%)	DULJINA (km)			20 kV	10 kV			
									20 kV (bez auto puta)	10 kV	potrebna rekonstrukcija (%)					
POGON PLOČE																
Ploče	61	23	84	27	63	21	84	25	103,46(58,15)	1,58	2(3)	51,21	0	371	0	0
Brist	22	10	32	31	27	5	32	16	29,74	7,15	19	0	0	0	0	0
POGON VRGORAC																
Vrgorac	33	77	110	70	37	73	110	66	92,66(11,32)	2,66	3(19)	24,53	107,92	1819	1347	74
POGON METKOVIĆ																
Metković I	30	19	49	39	46	3	49	6	11,65	4,1	26	18,27	6,73	238	111	47
Metković II	30	30	60	50	51	9	60	15	49,69(8,18)	18,63	73(44)	9,23	8,15	186	115	62
Opuzen	27	23	50	46	41	9	50	18	30,04	15,67	35	14,91	7,85	225	115	51
UKUPNO	203	182	385		262	123	385		317,24(77,65)	49,8		118,16	130,64	2839	1688	60
UDIO (%)	53	47	100		69	31	100		86(61)	14(39)		48	53	100	60	

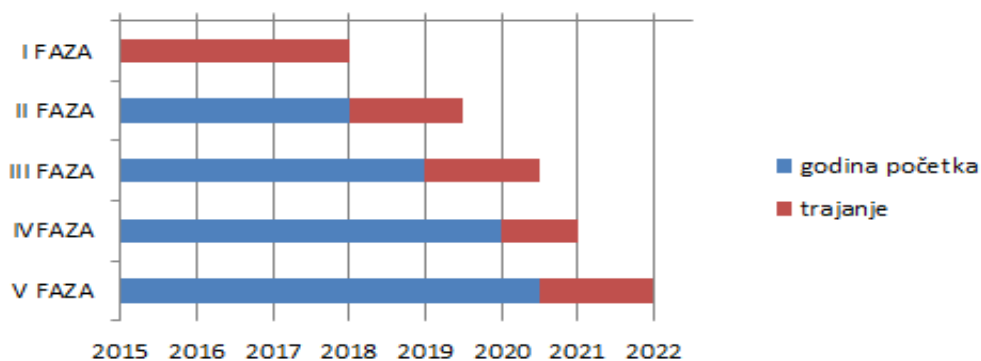
3. STRATEGIJA PRIJELAZA NA 20 kV NAPON

Prijelaz obrađenog područja podijeljen je u pet faza:

- I faza – Obuhvaća SN mrežu područja Pogona Ploče (rasplet iz TS 110/20(10) PLOČE i TS 35/10 kV BRIST), izvode povezne strukture sa TS 110/20(10) kV VRGORAC i KB rasplet u sklopu autoceste.
- II faza – Obuhvaća SN mrežu ostalog dijela pogona Vrgorac napajanu iz TS 110/20(10) kV VRGORAC, dio zračnog voda napajanog iz TS 35/10 kV METKOVIĆ II i tri trafostanice 20(10)/0,4 kV pogona Imotski.
- III faza – Obuhvaća ostali dio SN mreže napajan iz TS 35/10 kV METKOVIĆ II.
- IV faza – Obuhvaća SN mrežu napajanu iz TS 35/10 kV METKOVIĆ I.
- V faza – Obuhvaća SN mrežu napajanu iz TS 35/10 kV OPUZEN.

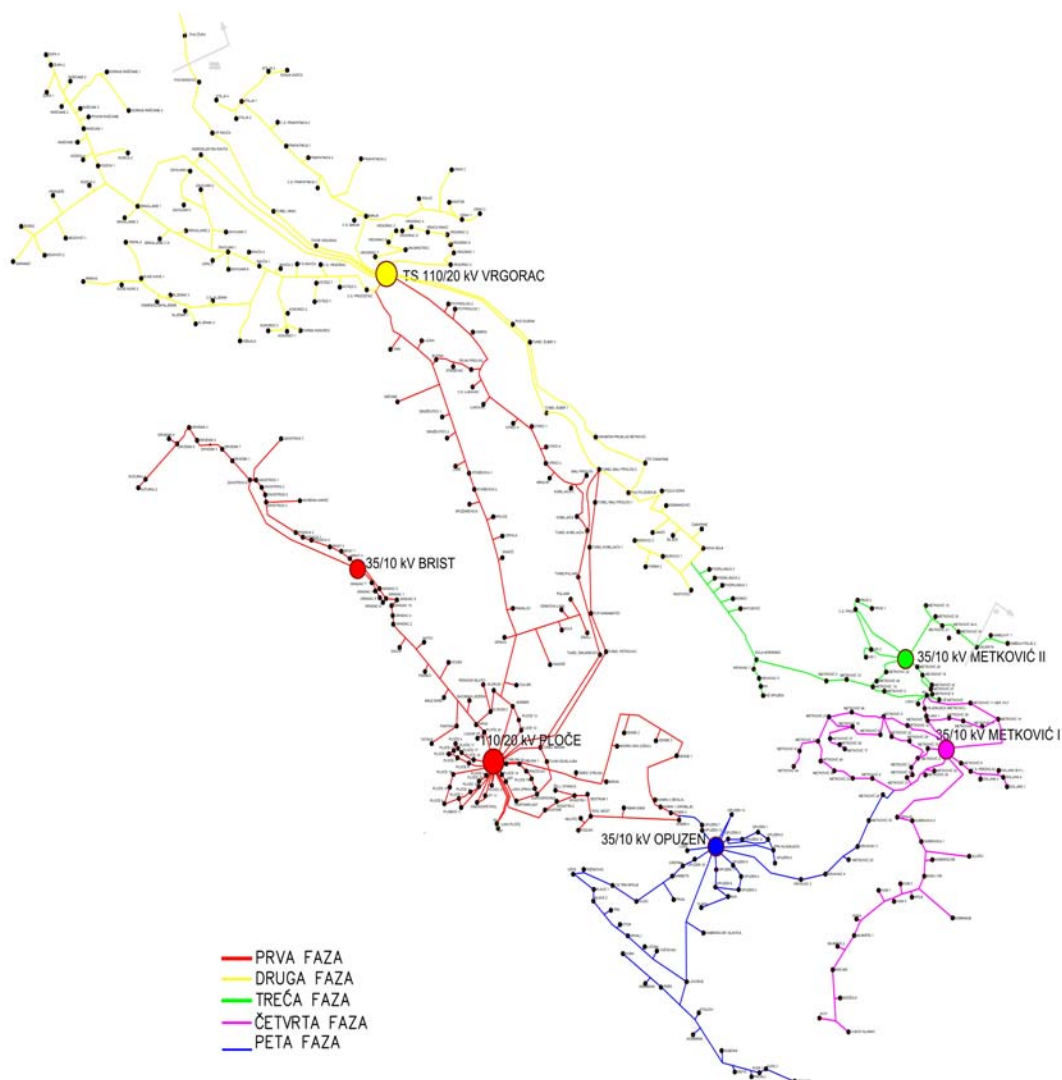
Prva faza koja je već započela, trebala bi biti završena do kraja 2017. godine. Ostali pogoni već sada kreću sa pripremama koliko su u mogućnosti. Financijska sredstva osiguravat će se iz godine u godinu kako budu tekli prijelazi iz faze u fazu. Prva faza započela je 2015. god i trajala je najduže zbog izgradnje TS 110/(10)20 kV PLOČE i 20 kV KB raspjeta. Predviđeno vrijeme prijelaza svake sljedeće faze je godina

i pol, osim četvrte faze kod koje su osjetno manja ulaganja. Prema predviđanju dinamike promatrano područje bi do kraja 2021. godine u potpunosti prešlo na 20 kV napon.



Slika 2. Predviđena dinamika fazama prijelaza na 20 kV napon

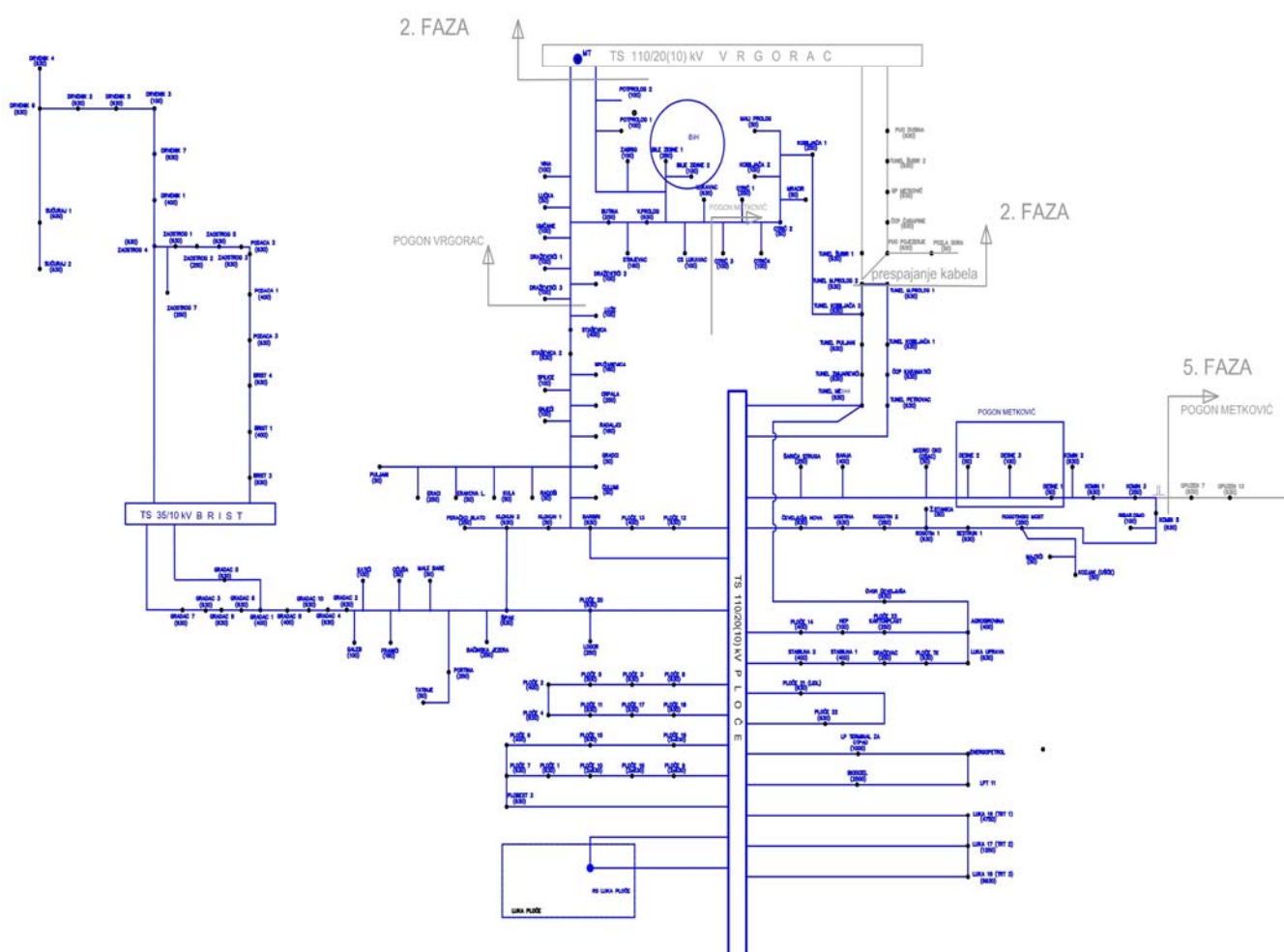
Prijelaz iz faza u velikom dijelu podudara se i prostorno sa pogonima, odnosno pojnim točkama. Prema ovom planu praktički bi sa samo dva međutransformatora riješila prijelaz svih pogona na 20 kV napon. Jedan međutransformator bi cijelo vrijeme stajao na izvodu iz TS 110/20(10) kV ZAGVOZD, dok bi drugi premještali iz faze u fazu, počevši od prve faze sa pogonom Vrgorac, a kasnije u pogon Metković.



Slika 3. Podjela područja po fazama prijelaza na 20 kV napon

3.1. I FAZA

Izgradnjom TS 110/20(10) kV PLOČE i KB raspeta mreža Ploča je u velikom postotku spremna za prijelaz na 20 kV napon i to je bio glavni kriterij koji je presudio u odabiru. Prva faza obuhvaća cijeli pogon Ploče kojem pripadaju TS 110/20(10) kV PLOČE i TS 35/10 kV BRIST, dva izvoda iz TS 110/20(10) kV VRGORAC i nekoliko TS 20(10)/0,4 kV koje pripadaju pogonu Metković. Osim ova dva izvoda, iz Ploča prema Vrgorcu u sklopu autoceste položena su dva 20 kV kabela. Odvajanje na autocesti izvršit će se vrlo jednostavno u TS 20(10)/0,4 kV Tunnel Mali Prolog koji ima četiri vodna polja tako da će ostati osiguran kriterij napajanja n-1. U TS 110/20(10) kV VRGORAC ugradit će se međutransformator koji će odvojiti prvu fazu od ostale mreže Vrgorca. Nakon završetka prve faze ovaj MT će nam poslužiti u svim ostalim fazama kako bi povećali sigurnost napajanja prilikom pripremanja mreže za prijelaz na 20 kV napon.



Slika 4. Shema veza prve faze prijelaza na 20 kV napon

Između pogona Ploče i pogona Metković odnosno trafostanice 35/10 kVA OPUZEN fizički će se odvojiti mreža, tako da će dvije stanice TS 20(10)/0,4 kV Opuzen 7 i TS 20(10)/0,4 kV Opuzen 13 ostati kabelski radijalno napajane do završetka pete faze. Prikaz opreme koju je potrebno zamijeniti, cijena opreme i radova dan je u tablici II.

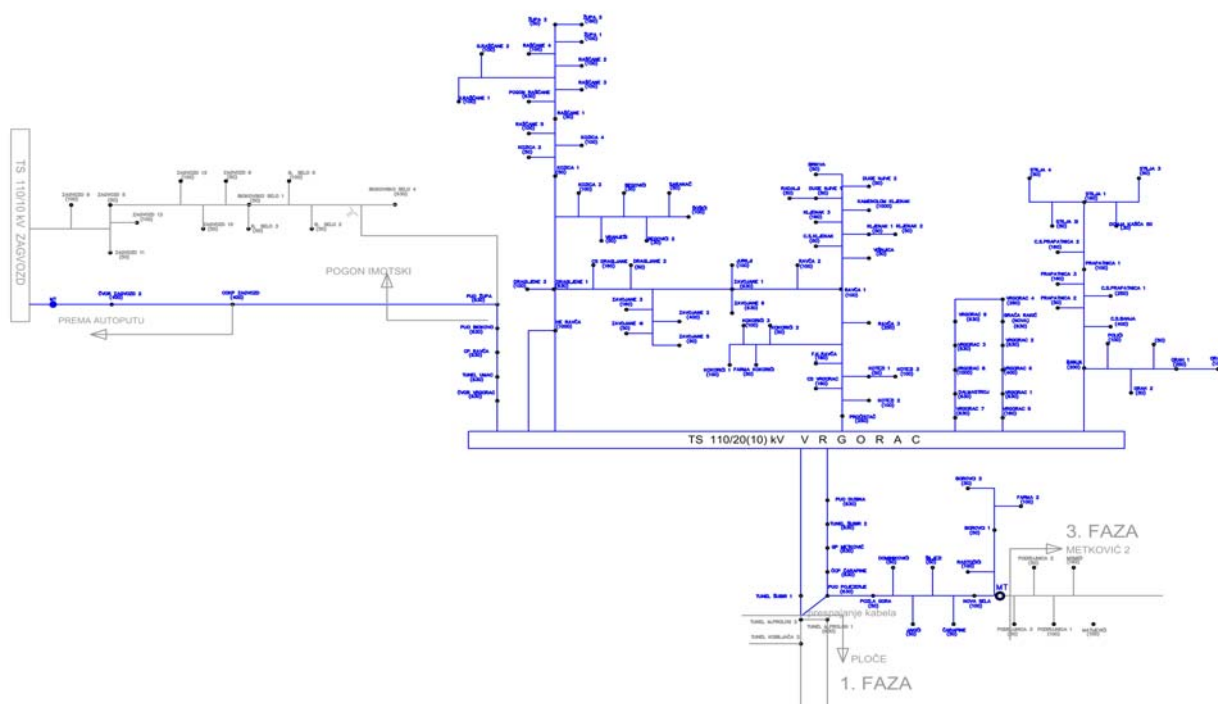
Osim troškova koji se odnose na rekonstrukciju 20 kV mreže (kabeli, zračni vodovi, SN oprema) uzeli su se u obzir troškovi MT i rekonstrukcija TS 35/10 kV BRIST.

Tablica II. Tehnički i ekonomski parametri prve faze

RB	Tekstualni opis	Jedinica mjere	Količina	Cijena stavke (kn)	Ukupna cijena stavke (kn)
1	transformator 20(10)/0,4 kV (1000 kVA)	kom	2	92.000	184.000
2	transformator 20(10)/0,4 kV (630 kVA)	kom	11	66.000	726.000
3	transformator 20(10)/0,4 kV (400 kVA)	kom	1	51.000	51.000
4	transformator 20(10)/0,4 kV (250 kVA)	kom	9	43.000	387.000
5	transformator 20(10)/0,4 kV (100 kVA)	kom	14	28.000	392.000
6	transformator 20(10)/0,4 kV (50 kVA)	kom	10	23.000	230.000
7	transformator 20(10)/0,4 kV ukupno	kom	47		1.970.000
8	SN blok 20 kV	kom	19	52.000	988.000
9	SN oprema 20 kV	kom	20	17.000	340.000
10	KB 20 kV	m	8757	300	2.627.100
11	rekonstrukcija zračne mreže (stup)	kom	147	2.000	294.000
12	međutransformator 20/10 kV	kom	1	781.000	781.000
13	rekonstrukcija TS 35/10 kV "BRIST"		1	1.500.000	1.500.000
UKUPNO					8.510.000

3.2. II FAZA

U drugoj fazi na 20 kV napon prijelazi ostali dio pogona Vrgorac, dio zračne mreže napajan iz TS 35/10 kV METKOVIĆ II i tri trafostanice pogona Imotski. Dva 20 kV kabela autoputa koja su u prvoj fazi prebačena na napajanje iz TS 110/20(10) kV PLOČE, ponovno se prespajaju u prvobitni položaj i napajaju iz TS 110/20(10) kV VRGORAC. Na izvod između pogona Metković i pogona Vrgorac ugradit će se MT. Pogon Imotski sa Vrgorcem vezan je preko dva izvoda. Trafostanice 110/20(10) kV ZAGVOZD i VRGORAC povezane su kvalitetnim 20 kV dalekovodom presjeka 95 mm² na čelično-rešetkastim stupovima u dužini od cca 9 km. Pošto su dosadašnja iskustva ukazala na sigurnost napajanja preko ovog voda, mrežu možemo odvojiti radikalno. Na izvod koji ide iz TS 110/20(10) kV ZAGVOZD prema autoputu, prije TS 20(10)/0,4 kV Čvor Zagvozd 2 ugradili smo MT koji će tu ostati do daljnjega.



Slika 5. Shema veza druge faze prijelaza na 20 kV napon

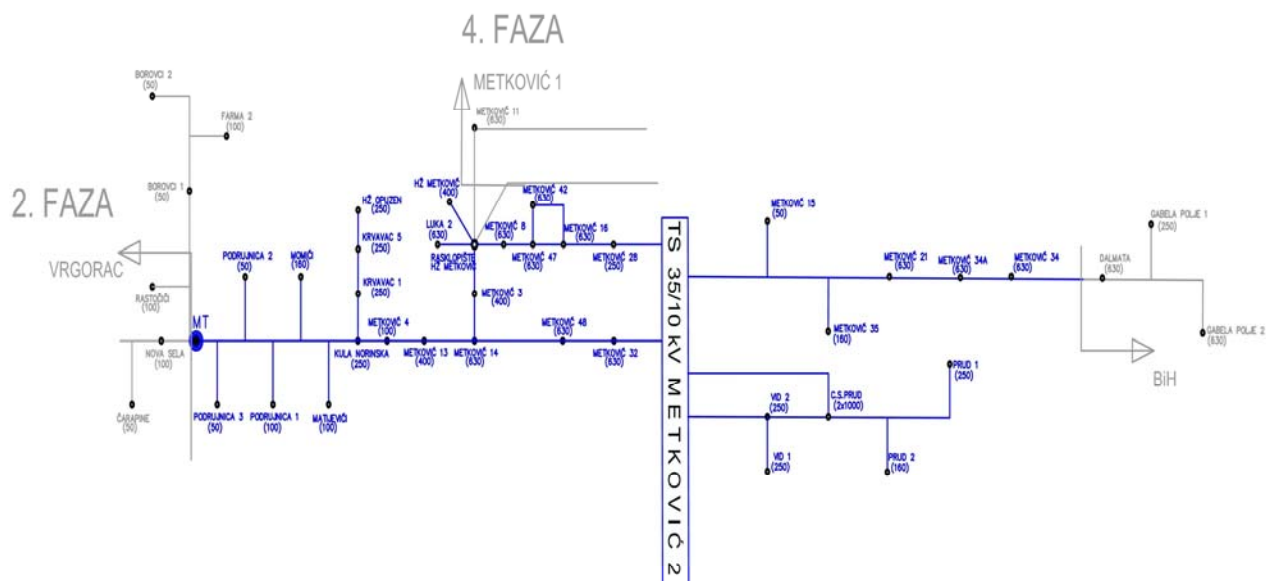
Iako je prostorno pogon Vrgorac poprilično velik i oprema zastarjela, pretpostavlja se da će prijelaz biti nesmetan i u dogovorenom vremenu jer je mreža pretežno zračna. Prikaz opreme koju je potrebno zamijeniti i cijena opreme i radova dan je u tablici III.

Tablica III. Tehnički i ekonomski parametri druge faze

RB	Tekstualni opis	Jedinica mjere	Količina	Cijena stavke (kn)	Ukupna cijena stavke (kn)
1	transformator 20(10)/0,4 kV (630 kVA)	kom	5	66.000	330.000
2	transformator 20(10)/0,4 kV (400 kVA)	kom	3	51.000	153.000
3	transformator 20(10)/0,4 kV (250 kVA)	kom	6	43.000	258.000
4	transformator 20(10)/0,4 kV (160 kVA)	kom	5	35.000	175.000
5	transformator 20(10)/0,4 kV (100 kVA)	kom	17	28.000 n	476.000
6	transformator 20(10)/0,4 kV (50 kVA)	kom	28	23.000	644.000
7	transformator 20(10)/0,4 kV (30 kVA)	kom	2	19.000	38.000
8	transformator 20(10)/0,4 kV ukupno	kom	66		2.036.000
9	SN blok 20 kV	kom	3	52.000	156.000
10	SN oprema 20 kV	kom	58	17.000	986.000
11	KB 20 kV	m	2707	300	812.100
12	međutransformator 20/10 kV	kom	1	780.000	780.000
13	rekonstrukcija zračne mreže (stup)	kom	1300	2.100	2.730.000
UKUPNO					7.500.100

3.3. III FAZA

U trećoj fazi na 20 kV napon prijelazi dio pogona Metković koji se napaja iz TS 35/10 kV METKOVIĆ II. Veza između trafostanica 35/10 kV METKOVIĆ I i METKOVIĆ II bit će odvojena u rasklopištu HŽ Metković do kraja IV faze. Iz TS 35/10 kV METKOVIĆ II napajaju se tri trafostanice koje su u vlasništvu elektroprivrede BiH koja će se na vrijeme obavijestiti o potrebnim postupcima rekonstrukcije.



Slika 6. Shema veza treće faze prijelaza na 20 kV napon

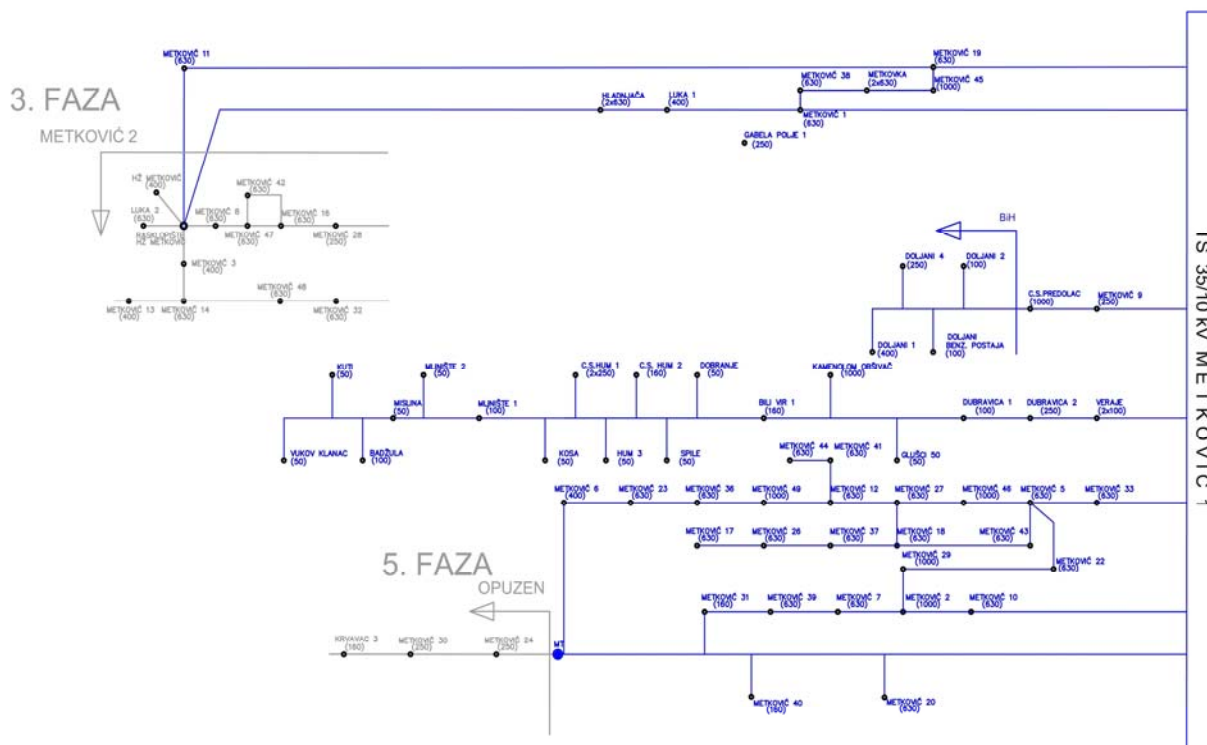
Prikaz opreme koju je potrebno zamijeniti, cijena opreme i radova dan je u tablici broj IV.

Tablica IV. Tehnički i ekonomski parametri treće faze

RB	Tekstualni opis	Jedinica mjere	Količina	Cijena stavke (kn)	Ukupna cijena stavke (kn)
1	transformator 20(10)/0,4 kV (1000 kVA)	kom	2	92.000	184.000
2	transformator 20(10)/0,4 kV (630 kVA)	kom	9	66.000	594.000
3	transformator 20(10)/0,4 kV (400 kVA)	kom	3	50.000	126.000
4	transformator 20(10)/0,4 kV (250 kVA)	kom	4	42.000	112.000
5	transformator 20(10)/0,4 kV (160 kVA)	kom	3	35.000	69.000
6	transformator 20(10)/0,4 kV (100 kVA)	kom	1	28.000	28.000
7	transformator 20(10)/0,4 kV (50 kVA)	kom	3	23.000	69.000
8	transformator 20(10)/0,4 kV ukupno	kom	25		1.182.000
9	SN blok	kom	6	52.000	312.000
10	SN oprema	kom	0	17.000	0,00 kn
11	KB 20 kV	m	18630	300	5.589.000
12	rekonstrukcija zračne mreže (stup)	kom	8	2.000	16.000
13	rekonstrukcija TS 35/10kV "METKOVIĆ II"		1	1.501.000	1.501.000
UKUPNO					8.600.000

3.4. IV FAZA

U četvrtoj fazi na 20 kV napon prijelazi mreža napajana iz TS METKOVIĆ 1. MT će se premjestiti na vod između TS 35/10 kV METKOVIĆ 1 i TS 35/10 kV OPUZEN. Kako je TS 35/10 kV METKOVIĆ 1 uvelike spremna za prijelaz na 20 kV napon, troškovi ove faze znatno su manji od ostalih faza pa je i predviđeno vrijeme prijelaza kraće.



Slika 7. Shema veza četvrte faze prijelaza na 20 kV napon

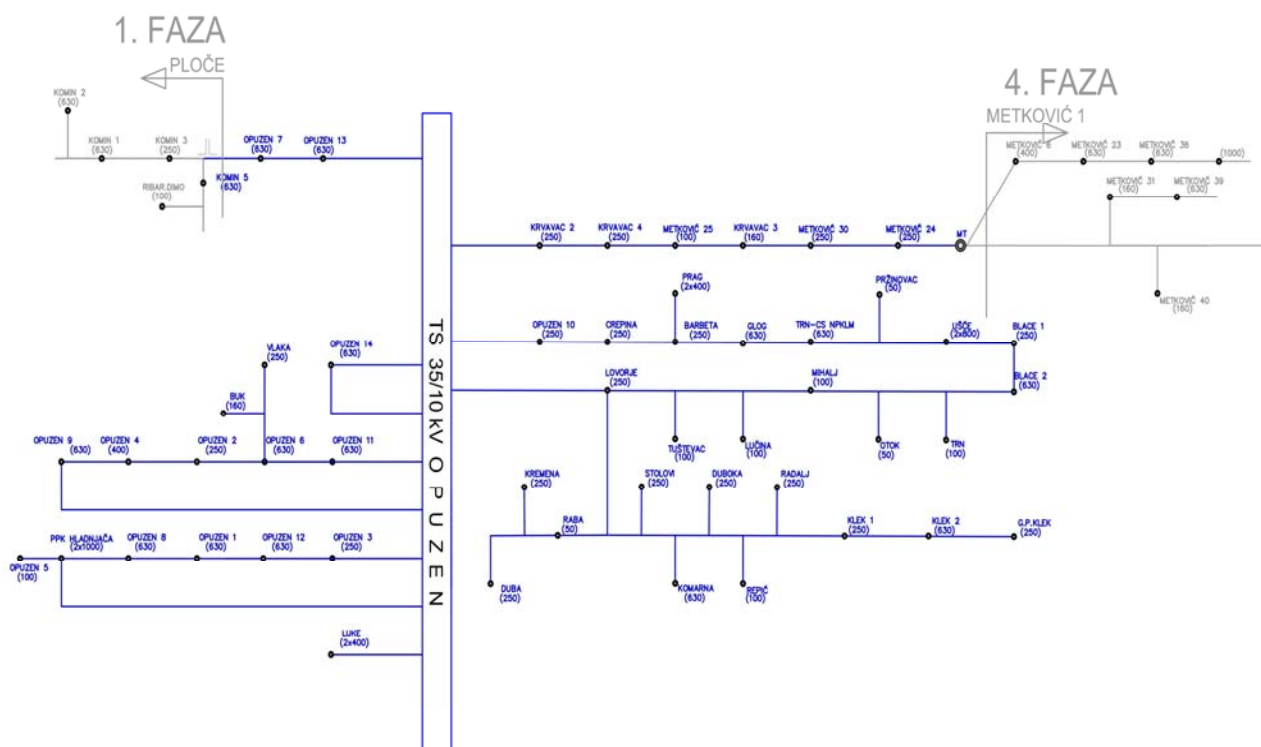
Prikaz opreme koju je potrebno zamijeniti, cijena opreme i radova dan je u tablici V.

Tablica V. Tehnički i ekonomski parametri četvrte faze

RB	Tekstualni opis	Jedinica mjere	Količina	Cijena stavke (kn)	Ukupna cijena stavke (kn)
1	transformator 20(10)/0,4 kV (630 kVA)	kom	10	66.000	660.000
2	transformator 20(10)/0,4 kV (250 kVA)	kom	3	43.000	129.000
3	transformator 20(10)/0,4 kV (160 kVA)	kom	2	35.000	70.000
4	transformator 20(10)/0,4 kV (100 kVA)	kom	3	28.000	84.000
5	transformator 20(10)/0,4 kV (50 kVA)	kom	3	23.000	69.000
6	transformator 2(10)0/0,4 kV ukupno	kom	21		1.012.000
7	SN blok 20 kV	kom	3	52.000	156.000
8	SN oprema 20 kV	kom	0	17.000	0
9	KB 20 kV	m	4104	300	1.231.200
10	rekonstrukcija zračne mreže (stup)	kom	111	2.000	222.000
11	rekonstrukcija TS 35/10 kV "METKOVIĆ I"		1	38.800	38.800
UKUPNO					2.660.000

3.5. V FAZA

U petoj fazi na 20 kV napon prijelazi mreža napajana iz TS 35/10 kV OPUZEN. Nakon što cijela mreža bude prespojena uklanja se MT smješten na izvodu prema TS 35/10 kV METKOVIĆ I. Ponovo se spaja veza sa pogonom Ploče, te je završen proces prijelaza na 20 kV napon.



Slika 8. Shema veza pete faze prijelaza na 20 kV napon

Prikaz opreme koju je potrebno zamijeniti, cijena opreme i radova dan je u tablici VI.

Tablica VI. Tehnički i ekonomski parametri pete faze

RB	Tekstualni opis	Jedinica mjere	Količina	Cijena stavke (kn)	Ukupna cijena stavke (kn)
1	transformator 20(10)/0,4 kV (1000 kVA)	kom	1	92.000	92.000
2	transformator 20(10)/0,4 kV (630 kVA)	kom	4	66.000	264.000
3	transformator 20(10)/0,4 kV (400 kVA)	kom	5	51.000	215.000
4	transformator 20(10)/0,4 kV (250 kVA)	kom	4	43.000	112.000
5	transformator 20(10)/0,4 kV (160 kVA)	kom	1	35.000	35.000
6	transformator 20(10)/0,4 kV (100 kVA)	kom	5	28.000	140.000
7	transformator 20(10)/0,4 kV (50 kVA)	kom	4	23.000	92.000
8	transformator 20(10)/0,4 kV ukupno	kom	24		950.000
9	SN blok 20 kV	kom	6	52.000	312.000
10	SN oprema 20 kV	kom	2	17.000	34.000
11	KB 20 kV	m	15627	300	4.688.100
12	rekonstrukcija zračne mreže (stup)	kom	115	2.000	230.000
13	rekonstrukcija TS 35/10 kV "OPUZEN"		1	1.285.900	1.285.900
UKUPNO					7.500.000

4. ZAKLJUČAK

U pravilu se mreže planiraju za prijelaz na 20 kV napon kod 80 % pripremljenosti što kod pogona Vrgorac i Metković s cca 60% pripremljenosti nije slučaj. Međutim, nakon izgradnje TS PLOČE i pripadajućeg raspjeta, a uvažavajući međusobno dobru povezanost mreža odlučili smo se na pripremu cijelog područja za prijelaz na 20 kV.

Određivanje prioriteta prijelaza složenih distributivnih mreža na 20 kV napon zahtjeva sagledavanje više kriterija, međutim u ovom su radu primijenjena tri osnovna: spremnost mreže kao osnovni kriterij, iznos ulaganja i međusobna povezanost transformatorskih područja. Imajući u vidu navedene kriterije došli smo do zaključka da će Pogon Ploče iako se radi o isključivo gradskom konzumu zbog sveukupne spremnosti mreže biti prvi u mogućnosti prijeći na 20 kV napon. Sljedeći je Pogon Vrgorac kod kojega je prednost pripremljenost pojne točke (TS 110/(10)20 kV VRGORAC), i što se radi o pretežno dugoj zračnoj mreži koja će se lakše pripremiti, a efekti prijelaza su značajni. Prijelaz mreže Pogona Metković je prema pojnim točkama podijeljena u tri etape, gdje je etapnost određivala isključivo međusobna povezanost mreža.

Kod planiranja nastojalo se tijekom prijelaza ne umanjiti pouzdanost napajanja potrošača, što je kod povezanih mreža uglavnom riješeno ugradnjom međutransformatora (MT). Zbog racionalnosti predviđeno je da se MT po završetku pojedine etape prebaci na novu lokaciju. Kod nekih mreža, gdje je to bilo moguće izvršena su prespajanja (auto cesta), a neke manje mreže ostale su radijalne do završetka etape prijelaza.

U radu je obrađena i opisana predložena dinamika prijelaza gdje se uz godišnja ulaganja od cca 5,5 mil. kuna očekuje u slijedećih šest godina odnosno do kraja 2021 godine završetak prijelaza na 20 kV predmetnog područja pogona Ploče, Vrgorac i Metković s ukupno 385 TS SN/NN i SN vodova duljine više od 600 km.

5. LITERATURA

Ĺ [1] Interna pogonska i tehnička dokumentacija HEP ODS DP Elektrodalmacija Split