

REVITALIZACIJA 110 KV POSTROJENJA U TS 110/35 KV „NOVI SAD 4”

D. Čomić, EPS – „Elektrovojvodina” d. o. o., „ED Novi Sad”
S. Gušavac, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

KRATAK SADRŽAJ

U radu su izloženi rezultati analize koja je imala za cilj da pokaže opravdanost pristupanja pripremnim aktivnostima za revitalizaciju 110 kV opreme u TS 110/35 kV „Novi Sad 4”. Ova transformatorska stanica je puštena u pogon 1971 godine, a tokom 1980. godine izvršeno je opremanje polja na strani 110 kV, posle koga transformatorska stanica dobija sadašnju konfiguraciju.

Tokom eksploatacije na rad samog postrojenja značajno je uticala blizina fabrike mineralnih đubriva, koja je prljala izolatore i razarala metalnu konstrukciju, što je rezultovalo povećanim brojem kvarova u postrojenju. Stoga je u radu data analiza evidentiranih kvarova u postrojenju, njihova učestanost i potrebno vreme za njihovo otklanjanje.

Na osnovu stanja opreme i značaja postrojenja izvršeno je sagledavanje opravdanosti revitalizacije dela postrojenja (na strani 110 kV).

1. UVOD

Transformatorska stanica 110/35 kV „Novi Sad 4” je instalisane snage 2x63 MVA i njoj gravitiraju najurbaniji i najgušće naseljeni delovi Novog Sada. Napaja se sa dva dalekovoda 110 kV, i to : iz TS 400/220/110 kV „Novi Sad 3” (dalekovodom broj 175) i iz „TE-TO Novi Sad” (dalekovod broj 176/3). Njena prvenstvena uloga je napajanje konzuma istočnog dela grada Novog Sada kao i njegovog centra gde se nalazi većina objekata od najvećeg političkog, kulturnog i u značajnoj meri privrednog značaja.

Pored svega navedenog, na 110 kV strani, zbog direktne veze sa „TE-TO Novi Sad” i TS 400/220/110 kV „Novi Sad 3”, dalekovodna polja, sabirnice i spojno polje imaju značaj elektroenergetskog objekta druge kategorije, što dovoljno govori o ključnom značaju ove transformatorske stanice u elektroenergetskom sistemu „ED Novi Sad”.

Važno je napomenuti da je njen konzum ujedno i najosetljiviji na moguće prekide u snabdevanju električnom energijom. Stoga se posebna pažnja mora posvetiti što je moguće većoj pouzdanosti, bezbednosti ovog objekta kao i kvalitetu isporuke i isporučene električne energije.

Planom dugoročnog razvoja (do 2020-te godine) je predviđeno gašenje obe transformacije 110/35 kV (snage po 63 MVA) i ugradnja dva transformatora 110/20 kV snage po 31,5 MVA.

Zbog nagoveštaja izmene detaljnog plana regulacije severnog dela izlaznog pravca iz Novog Sada prema Zrenjaninu, kao i prostora između temerinskog puta, auto puta Subotica-Beograd, izlaznog pravca iz Grada prema Zrenjaninu i kanala DTD, „Elektrodistribucija Novi Sad” je uslovlila obezbeđenje prostora pored TS „Novi Sad 4” (a i ugrađeno je u urbanističke dokumente) kako bi postojala mogućnost perspektivnog proširenja iste za izgradnju transformacije 3x31,5 MVA.

U današnje vreme odluke o prioritetima održavanja i obnavljanja opreme donosi se na bazi RCM (reliability-centered maintenance) metodologije održavanja koja se bazira na :

- oceni stanja opreme u postrojenju, i
- oceni značaja opreme za mrežu u celini.

Tehničko stanje opreme može se odrediti na bazi različitih veličina, kao što su: starost, prethodna iskustva sa opremom tog tipa, pokazatelji pouzdanosti, pogoršani uslovi rada opreme (zagađenje), istorijat rada, rezultati inspekcije, iskustva osoblja održavanja itd.

Definisanje značaja postrojenja i ocena posledica njegovog otkaza u osnovi definišu praktični aspekti ali takođe subjektivnost. U vezi sa tim postoje brojni različiti parametri koje treba razmotriti. Ovo uključuje: neraspoloživost postrojenja, stopu otkaza postojenja, očekivanu vrednost neisporučene energije itd.

Ako se poredi stanje svih postrojenja ovog naponskog nivoa, za razmatrano postrojenje može se reći da mu je oprema u najlošijem stanju, a na osnovu protoka energije kroz njega može se reći i da je najznačajnije od raspoloživih postrojenja. Na osnovu navedenog može se reći da ovo postrojenje ima prioritet u odnosu na obnavljanje ostalih postrojenja ovog naponskog nivoa.

2. ZNAČAJ POSTROJENJA „NOVI SAD 4”

U tabeli 2.1 dat je pregled procentualnog protoka energije kroz postojenja 110/x na području „ED Novi Sad”. U tabeli su dati srednje godišnje kao i minimalno odnosno maksimalno mesečno učešće u prenosu energije.

Tabela 2.1 – Pregled učešća u isporuci energije transformacija 110/x na području „ED Novi Sad”

TS	Prenosni odnos	Godišnje učešće	Minimalno mesečno učešće	Maksimalno mesečno učešće
Novi Sad 1	110/35	4.88	4.23	5.88
Novi Sad 2	110/35	6.52	5.74	7.31
Novi Sad 4	110/35	17.95	16.15	22.20
Novi Sad 5	110/20	11.30	10.10	12.48
Novi Sad 6	110/20	5.44	4.78	6.00
Novi Sad 7	110/20	8.03	7.15	8.53
Novi Sad 9	110/20	7.85	7.20	9.67
Futog	110/20	8.46	7.82	8.96
Bačka Palanka 1	110/35	3.48	3.11	3.87
Bačka Palanka 2	110/20	7.89	7.06	8.69
Bečej 1	110/35	8.15	7.52	8.70
Srbobran	110/35	2.51	2.36	2.63
Temerin	110/20	3.42	1.49	4.30
Žabalj	110/20	4.13	3.28	4.46

3. STANJE 110 kV OPREME I PROBLEMI U EKSPLOATACIJI

Kao što je već rečeno transformatorske stanice „Novi Sad 4” se nalazi u neposrednoj blizini fabrike mineralnih đubriva, čija je udaljenost od transformatorske stanice približno 200 metara.

Fabrika se bavi proizvodnjom NPK, NP, nitrofert, ureafert, tečnih đubriva, insekticida i pesticida. Nus-produkti ove vrste proizvodnje su mnogobrojna jedinjenja bazne osnove kao i velike količine praškastih materija koja se bez prečišćavanja izbacuju u atmosferu. Ova jedinjenja su veoma agresivna prema metalnim površinama i konstrukcijama na kojima se talože i izazivaju korodiranje materijala, kao i stvaranje loših spojeva na strujnim i mehaničkim priključcima u postrojenju. Pored ovih problema manifestuju se još kompleksniji problemi koji se tiču redukovanja puzne (strujne) staze na izolatorima koji su izloženi povećanom aerozagađenju.

Kako su čestice aerozagađenja izuzetno agresivne u više navrata se morala antikorozivnom zaštitom štiti metalna konstrukcija ograde, ormana u polju, nosača aparata, a posebno portala za prihvatanje dalekovoda, sabirnica i ostalih veza u spoljnom delu postrojenja. Oštećenje metalne konstrukcije portala je toliko bilo izraženo da se 1998 godine pristupilo njegovom peskarenju i temeljnoj zaštiti, koja se do danas pokazala kao efikasna jer posle toga nije došlo do njenog daljeg razaranja.

Poslovi koji se obavljaju na remontima 110 kV opreme iziskuju angažovanje većeg broja radnika, vozila i materijala. Poteškoće koje se javljaju prilikom redovnih remonata su manjak rezervnih delova za opremu koja se više godinama ne proizvodi. Često se pribegava skidanju ispravnih delova sa

rashodovane opreme, njihovom remontovanju i ugrađivanju u aparate koji su u pogonu. Ova praksa, kao iznuđeno rešenje, sigurno je u ovoj situaciji opravdana ali je pouzdanost tako remontovane opreme primerena navedenom načinu osposobljavanja aparata u pogonu.

Veliki problem predstavlja potreba za eventualnim skidanjem provodnika sa priključaka nekih aparata. Naime, zbog korodiranih zavrtnjeva, navrtki, stezaljki i ostale priključne i zatezne opreme, često je gotovo nemoguće odvojiti provodnike od aparata. To ima za posledicu kasniju neupotrebljivost priključne opreme, dok ove rezervne opreme ima u malim količinama. Takođe, vreme za obavljanje remonta i angažovanja ljudi se produžava, tako da se dovodi u pitanje opravdanost održavanja zastarele opreme, naročito u uslovima pogonskih greškaka.

Jednom u dve godine se vrši temeljno pranje visećih, zateznih i potpornih izolatora, kao i izolacione opreme. Pranje se vrši koristeći rastvor trihloretilena C_2HCl_3 zato što on rastvara bitumen, ulja, masti, vosak, smolu, gumu, hlorovani ugljovodnik, pa je stoga dobro rešenje i za čišćenje izolatora koji su na prethodnom remontu premazani silikonskom mašću. Posle čišćenja, izolatori i izolaciona oprema, se premazuju, odnosno prskaju silikonskim mastima, koje sprečavaju parcijalna pražnjenja i preskoke luka preko površine izolatora.

3.1. ZNAČAJNIJI POGONSKI DOGAĐAJI NA 110 KV OPREMI

Razvodno postrojenje 110 kV je izvedeno po klasičnoj koncepciji sa srednjim stubom i dva sistema glavnih sabirnica. Postrojenje 110 kV ima 5 polja, i to :

- 2 transformatorska polja (TP),
- 2 dalekovodna polja (DVP), i
- 1 spojno polje (SP).

Sva dalekovodna i transformatorska polja su opremljena sa po dva sabirnička rastavljača i jednim rastavljačem u polju (izlazni rastavljač).

Radi boljeg uvida u pogonske događaje na 110 kV opremi, koji su imali za posledicu prekid u napajanju, u periodu od 1986 godine, navodimo:

- 29.08.1986 u DV polju 176/3 nastao je kvar zbog lošeg kontakta „viljuške“ izlaznog rastavljača u fazi „0“;
- 30.11.1986 oštećeni su viseći izolatori u 110 kV postrojenju zbog preskoka luka u uslovima guste magle i aerozagađenja;
- 18.12.1986 oštećen je strujni transformator u transformatorskom polju broj 2 u fazi „4“;
- 08.01.1993 delovala je asimetrija polova prekidača u DV polju 175 u fazi „4“ zbog čega je na prekidaču zamenjen blok za isključenje;
- 07.10.1997 oštećen je prekidač u transformatorskom polju, 110 kV, broj 1, u fazi „4“;
- 20.12.1998 dolazi do proboja visećeg izolatorskog lanca u DV 110 kV, broj 176/3, pri čemu su zamenjeni izolatorski lanci u DV 110 kV, broj 176/3, DV 110 kV, broj 175, SS, 110 kV, broj 1, SS, 110 kV, broj 2, TP 110 kV, broj 1, TP 110 kV, broj 2 i strujni most u DV 110 kV, broj 176/3 i SS 110 kV, broj 1;
- 13.7.1999 zbog kvara rastavljača DV, 110 kV, broj 176/3 izvršena je zamena ležajeva rastavljača;
- 20.9.1999 nastao je kvar na rastavljaču SS110 kV, broj 1, trafo polja 110 kV, broj 1;
- 28.10.1999 pojavio se preskok luka na zateznim izolatorima pa je izvršena kompletna zamena zateznih izolatorskih lanaca u 110 kV postrojenju (SS1, SS2, DV 175 i DV 176/3);
- 2.11.2001 nastao je kvar na izlaznom rastavljaču 110 kV za DV broj 175;
- 25.2.2004 je zbog eksplozije odvodnika prenapona u transformatorskom polju broj 2 izvršena zamena odvodnika i 2 pola 110 kV prekidača transformatorskog polja;
- 8.6.2004 nastao je lom potpornog izolatora 110 kV izlaznog rastavljača 110 kV DV broj 175;
- 18.06.2005 otpala je strujna veza sa strujnog transformatora u transformatorskom polju 110 kV, broj 2;
- 11.08.2005 kod manipulacija oštećen sabirnički rastavljač sabirnica broj 2 u DV polju 110 kV, broj 176/3;
- 13.7.2006 dolazi do eksplozije 110 kV odvodnika prenapona TP110 kV, broj 1, u fazi „0“.

Takođe, u periodu od 1993 godine do danas, navodimo pogonske događaje na 110 kV opremi koji su imali za posledicu planiranu intervenciju:

- 21.01.1993 su preventivno zamenjeni blokovi za isključenje prekidača u DV polju 175 u fazama „0“ i „8“;
- 27.01.1993 su preventivno zamenjeni blokovi za isključenje prekidača u DV polju 110 kV, broj 176/3, u sve tri faze;
- 02.03.1994 dolivena je destilovana voda i izmerena otpornost vodenog otpornika;

- 14.02.1995 popravljen je grejač vodenog otpornika;
- 04.04.1996 demontirano je polužje za uključenje sabirničkog rastavljača sabirnica broj 1 u DV polju, 110 kV, broj 175, radi popravke;
- 31.05.1996 je dolivena voda i izmeren otpor vodenog otpornika (74 Ω);
- 25.11.1996 je popravljen prenosni mehanizam signalne kutije sabirničkog rastavljača sabirnica broj 2 u transformatorskom polju 110 kV, broj 2;
- 5.2.2004 izvršena zamena VOP odvodnika prenapona sa metaloksidnim u transformatorskom polju broj 1;
- 21.03.2003 zamenjeno je vodokazno staklo i dolivena destilovana voda u vodeni otpornik;
- 17.10.2003 preventivno je zamenjen pol rastavljača i membrana strujnog transformatora u fazi „8” u DV polju 110 kV broj 176/3;
- 28.10.2003 preventivno je zamenjena membrana strujnog transformatora u transformatorskom polju 110 kV, broj 2, u fazi „8”;
- 30.10.2003 su preventivno zamenjeni ležajevi u tri obrtna dela na sabirničkom rastavljaču sabirnica 110 kV, broj 1, u transformatorskom polju broj 1;
- 30.01.2004. su preventivno zamenjeni VOP metaloksidnim u transformatorskom polju 110 kV, broj 2;
- 19.3.2004 izvršena je ponovna zamena odvodnika prenapona u transformatorskom polju 110 kV, broj 1, i transformatorskom polju 110 kV, broj 2;
- 3.10.2006 preventivno je zamenjen 110 kV strujni transformator u DV polju 110 kV, broj 176/3.

3.2. OCENA STANJA OPREME 110 kV POSTROJENJA

Pored aktivnosti koje se sprovode na održavanju opreme u 110 kV postrojenju postoji i dalje nekoliko karakterističnih problema kao što su:

- proboji, preskoci i parcijalna pražnjenja na izolatorskim lancima,
- kvarovi na rastavljačima, prilikom njihovog korišćenja, što ima za posledicu ugrožavanje bezbednosti radnika koji izvode manipulacije jer su pogoni rastavljača ručni, a oprema zastarela,
- teško obezbeđenje rezervnih delova prekidača zbog starosti opreme i prestanka proizvodnje,
- uzastopni proboji na odvodnicima prenapona,
- nepouzdan rad strujnih i naponskih transformatora, i
- smanjena pouzdanost u odnosu na potrebnu za objekat ovakvog značaja.

3.2.1. Transformatori 110/35 kV, 63 MVA

Prema izvorima iz svetske literature očekivani životni vek transformatora ovakvog tipa iznosi oko 50 godina. Po tom kriterijumu životni vek oba transformatora u TS 110/35 kV „Novi Sad 4” je do 2020 godine (godina proizvodnje T1 je 1969, a T2 je 1971). Tokom eksploatacije proveravano je stvarno stanje transformatora, uzimajući u obzir:

- pogoršavanje kvaliteta ulja,
- povećanje tg δ ,
- frekvenciju kvarova na regulacionoj sklopki i motornom pogonu,
- probleme sa zaptivanjem (stanje prirubnica i ventila),
- koroziju kućišta, i
- kvarove na pomoćnoj opremi.

Na osnovu navedenih kriterijuma, avgusta 2001 godine, izvršena je regeneracija ulja sa sušenjem papirne izolacije na transformatoru T1. Kako i posle regeneracije stanje regulacione sklopke i njenog motornog pogona nije bilo zadovoljavajuće, u junu 2005 godine, izvršena je zamena regulacione sklopke, ponovno sušenje ulja i čvrste izolacije. Stanje uljnih pumpi i ventilatora je bilo takvo da se morao izvršiti generalni remont i njihovo zaptivanje. Tokom 2007 godine izvršena je i zamena ormarića za komandovanje ventilatorima i pumpama.

Stanje transformatora ET2 je zahtevalo regeneraciju ulja sa sušenjem uljne i papirne izolacije što je i izvršeno maja 2003 godine.

Nakon izvođenja gore navedenih radova, a imajući u vidu očekivani životni vek od 50 godina, očigledno da zamena, ni jednog, transformatora trenutno nije opravdana.

3.2.2. Prekidači

Nakon transformatora prekidači su najvredniji delovi postrojenja. Očekivani životni vek prekidača, prema svetskoj literaturi, iznosi oko 30 godina.

Ako se uzmu u obzir zaključci sa 41 zasedanja CIGRE, Pariz 2006, /3/, razlozi za zamenu prekidača mogu biti sledeći:

- ne zadovoljavajuće nazivne veličine prekidača (odnosi se na prekidnu struju kratkog spoja),
- povećan broj kvarova na prekidaču, i
- povećani troškovi održavanja.

Da bi se proverile nazivne veličine prekidača potrebno je izvršiti proračun subtranzijentne, tranzijentne, trajne i udarne struje kratkog spoja u ovom postrojenju.

Proračuni su izvršeni za normalno uklopno stanje i moguća uklopna stanja u TS 110/35 kV „Novi Sad 4”, dok se za perspektivno stanje 2020. godine uzima u obzir izgradnja TE „Kolubara B”, TE TO „Mentor” i TE TO „Novi Sad” sa po 450 MW, kao i ugrađen treći generator u TE „Nikola Tesla B”.

Ako se uporede karakteristike ugrađenih prekidača i dobijeni podaci proračuna struje kratkog spoja vidi se da će za stanje mreže 2007. godine prekidač zadovoljiti proračunate snage kratkog spoja u 110 kV postrojenju.

U tehničkim preporukama TP-12a, ED Srbije, tačka 7.1, je naznačena simetrična struja (snaga) prekidanja za sve prekidače, u postrojenju 110 kV, najmanje 31,5 kA (6000 MVA), pa prema tome, ako se uzmu u obzir navedene Preporuke i s obzirom da stanje kontakata prekidača i komore za gašenje luka nije kao kod novog, imajući u vidu perspektivno stanje mreže, prekidači sigurno 2020 neće zadovoljiti.

Poteškoće koje se javljaju prilikom redovnih remonata vezane za nedostatak rezervnih delova, kao i činjenica da se ovi prekidači godinama više ne proizvode, iziskuju skidanje ispravnih delova sa rashodovanih prekidača, njihovo remontovanje i ugrađivanje u prekidače koji su u pogonu. Ova praksa, kao iznuđeno rešenje, smanjuje pouzdanost tako remontovanih prekidača na nivo primeren načinu osposobljavanja, a i navedeni način remonta i održavanja iziskuje značajno veće troškove od uobičajenih. Sve ovo ukazuje na potrebu za zamenom prekidača pre 2020 godine.

3.2.3. Sabirnice, rastavljači, merni transformatori

Sabirnice u postrojenju su od užeta Cu 150 mm² i zbog uticaja aerozagađenja potrebna je njihova zamena. Naime, usled agresivnog delovanja čestica iz fabrike mineralnih đubriva došlo je do korozije i oštećenja spoljnih provodnika užeta.

Rastavljači su pretrpeli oštećenja izazvana aerozagađenjem pa iz pogonskih događaja u prethodnom periodu i nakon provere na otpornost na očekivane struje kratkog spoja pokazuje se da je potrebna njihova zamena.

Česta je pojava curenja ili eksplozije strujnih i naponskih transformatora, što je posledica toga da je jezgro mernih transformatora smešteno u kotlu na dnu samog tela transformatora, tako da se pri pojavi parcijalnih pražnjenja ili kratkih spojeva, stvara povećan pritisak ulja koji se kreće prema vrhu i ekspanzionalnoj membrani. Pri tome prolazi kroz izolaciono telo transformatora, i ako je pritisak suviše veliki i ulje ne stigne da se isprazni kroz ekspanzionu membranu, dolazi do razaranja porcelanskog tela, što ima za posledicu ugrožavanje bezbednosti ljudi u okolini i veliku štetu na okolnoj opremi.

Iz tih razloga merni transformatori novijih generacija imaju jezgro na samom vrhu aparata, tako da su opasnosti od razletanja porcelanskog materijala svedene na minimum.

Takođe, česta je pojava curenje mernih transformatora na dihtunzima, ekspanzionalnoj membrani, kapi, priključnoj kutiji primarnih veza, pokazivaču nivoa ulja itd. Svi ti problemi su nastali usled dugog perioda eksploatacije kao i relativno lošeg kvaliteta materijala i tehnologije proizvodnje koja datira iz sedamdesetih godina prošlog veka.

Stanje navedenih elemenata je takvo da je zamena najcelishodnije rešenje.

4. ODREĐIVANJE ŠTETE KOD ISPADA POSTROJENJA 110 KV U TS 110/35 KV „NOVI SAD 4”

Da bi se odredila šteta kod ispada nekog od elemenata postrojenja 110 kV, u TS 110/35 kV „Novi Sad 4”, potrebno je razmotriti štete koje nastaju pri ispadu svakog pojedinačnog elementa u postrojenju. Ovde su razmatrane štete koje nastaju pri jednostrukim ispadima elemenata postrojenja.

U proračunu je primenjen metod Monte Karlo simulacije pri čemu je za poznate parametre ispada, na osnovu generisanja brojeva određivano koja od komponenti će ispadati u dotičnoj godini. Pri tome je na osnovu generisanih slučajnih brojeva određivana i šteta zbog neisporučene električne energije čineći jednu pretpostavku a to je da je konzum ove TS pretežno domaćinstvo, a da je do 10% poslovni sektor.

Šteta zbog ne isporučene električne energije, u zavisnosti od tarifne politike i značaja konzuma, se prosečno kreće između 5 i 10 puta cena isporučene električne energije, a u našem slučaju usvojeno je da je ona 20 puta veća od cene isporučene električne energije.

Znajući štete koje ispad ovog postrojenja prouzrokuje, kod kupaca, mogu se odrediti štete koje se imaju tokom jedne godine.

Trajanja ispada postrojenja 110 kV uzeta su na osnovu procene koliko je vreme potrebno da se otkloni kvar uz uvažavanje činjenice da „ED Novi Sad” ima adekvatne ekipe za rad na otklanjanju kvarova u okviru postrojenja ovog naponskog nivoa.

Potrebno vreme za uspostavljanje napajanja električnom energijom kupaca koji se napajaju sa ove TS:

- ako dođe do oštećenja sabirnice 110 kV, ili naponskih transformatora 110 kV na sabirnicama 110 kV ili sabirničkih rastavljača 110 kV je:
 - 5' da stigne signal o ispadu,
 - 20' - 30' da dođe uklopničar u objekat (odabrano 25),
 - 10' - 15' da pregleda delove postrojenja koji su oštećeni,
 - 5' da uspostavi vezu sa dispečerom i razmene telegrame,
 - 10' da rastavi rastavljače 35 kV transformatorskih polja,
 - 30' da se izvrše manipulacije u 35 kV mreži;
- ako dođe do oštećenja 110 kV opreme iza sabirničkih rastavljača transformatora i dalekovodnih polja 110 kV je:
 - 5' da stigne signal o ispadu,
 - 25' da dođe uklopničar u objekat,
 - 10' da pregleda delove postrojenja koji su oštećeni,
 - 5' da uspostavi vezu sa dispečerom i razmene telegrame,
 - 10' da rastavi rastavljač 35 kV transformatorskog polja,
 - 5' da se izvrše manipulacije u 110 kV postrojenju.

Za svaki od elemenata postrojenja izabrani su parametri pouzdanosti i vreme ispada kao u tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Prosečni podaci za λ i vreme za otklanjanje kvara pri ispadu elementa postrojenja

Element postrojenja:	λ (1/god)	Vreme za otklanjanje kvara (min)
Sabirnice 110 kV	0,050	80
Naponski transformator na sabirnicama 110 kV	0,008	80
Sabirnički rastavljač 110 kV za T1	0,025	60
Prekidač 110 kV za T1	0,050	60
Strujni transformator 110 kV za T1	0,010	60
Odvodnik prenapona 110 kV za T1	0,001	60
Transformator 110/35 kV T1	0,050	60
Sabirnički rastavljač 110 kV za T2	0,025	60
Prekidač 110 kV za T2	0,050	60
Strujni transformator 110 kV za T2	0,010	60
Odvodnik prenapona 110 kV za T2	0,001	60
Transformator 110/35 kV T2	0,050	60
Izlazni rastavljač 110 kV za DV Novi Sad 3	0,025	0
Prekidač 110 kV za DV Novi Sad 3	0,050	0
Strujni transformator 110 kV za DV Novi Sad 3	0,010	0
Naponski transformator za DV Novi Sad 3	0,008	0
Sabirnički rastavljač 110 kV za DV Novi Sad 3	0,025	60
Izlazni rastavljač 110 kV za DV TE TO Novi Sad	0,025	0
Prekidač 110 kV za DV TE TO Novi Sad	0,050	0
Strujni transformator 110 kV za DV TE TO Novi Sad	0,010	0
Naponski transformator 110 kV za DV TE TO Novi Sad	0,008	0
Sabirnički rastavljač 110 kV za DV TE TO Novi Sad	0,025	60
Prekidač 110 kV za spojno polje	0,050	60
Sabirnički rastavljač 110 kV za spojno polje	0,025	60

U tabeli 4.1. su korišćeni prosečni podaci o pouzdanosti elemenata postrojenja. Za proračun je iz literature /1/ uzeta pouzdanost za nova i stara postrojenja.

U okviru ovih proračuna izvršeno je generisanje 10000 stanja (simulacija).

Ako je cena električne energije 4,72 dinara i pretpostavljajući da je ne isporučena električna energija 20 puta veća, za planski period od 17 godina (2009 do 2025), pri čemu nije uračunat porast opterećenja, odnosno potrošnje električne energije, dobija se za prvu godinu smanjenje troškova zbog neisporučene električne energije 12.000 €.

Pretpostavljajući za svaku od godina ovoliko smanjenje troškova neisporučene električne energije svedeno na početnu godinu ulaganja:

$$P = R \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} = 12000 \cdot \frac{(1+0.09)^{17} - 1}{0.09 \cdot (1+0.09)^{17}} = 102.523 \text{ €}.$$

gde su :

- P - ekvivalentna vrednost razlike troškova neisporučene energije za čitav razmatrani period,
- R - vrednost razlike troškova neisporučene energije za prvu godinu razmatranog perioda,
- i - stopna aktuelizacije, i
- n - trajanje razmatranog perioda.

Da bi se odredile ukupne štete zbog ispada u ovom postrojenju prepostavljeno je da je preostali životni vek postrojenja 17 godina i da diskontna stopa iznosi 9%.

S obzirom na stanje ugrađene opreme, u postrojenju 110 kV, za očekivati je da će se u narednom periodu pouzdanost značajno smanjiti i broj ispada postrojenja povećati.

4.1. Opravdanost revitalizacije

Ako se uzme da je za revitalizaciju 110 kV postrojenja potrebno 700.000 € prethodni proračun pokazuje da ekonomski gledano investicija zamene opreme u 110 kV postrojenju trenutno nije isplativa.

Međutim, ako se uzme u obzir da stanje kontakata prekidača i komore za gašenje luka nije kao kod novog, prekidači 110 kV, 2020 sigurno neće zadovoljiti.

Primenom uobičajenog kriterijuma za odluku o obnavljanju opreme zasnovanog na proceni stanja i oceni značaja koji se procenjuje na osnovu instalisane snage transformatora odnosno na osnovu protoka energije kroz opremu, pokazuje se da je obnavljanje ovog postrojenja prioritarno.

Takođe, favorizujući težinski faktor /4/ koji uvažava značaj TS 110/35 kV „Novi Sad 4” očigledno je da postojeće stanje ovog objekta zahteva revitalizaciju.

Generalno, potrebna je zamena opreme, nosača aparata, razvodnih ormana u poljima i ostalih aparata u 110 kV postrojenju, sa opremom nove generacije u cilju povećanja pouzdanosti i sigurnosti napajanja celokupnog konzuma transformatorske stanice „Novi Sad 4”, bezbednog rada osoblja, kao i nižim troškovima održavanja.

Očigledno da je značaj sadašnje TS 110/35 kV „Novi Sad 4 veoma veliki, a da će biti i ubuduće i da njena perspektiva opravdava opredeljenje za blagovremeno ulaganje u rekonstrukciju, pogotovo kada se zna da je oprema 110 kV prošla svoj životni vek te je zbog veće pouzdanosti elemenata i značaja postrojenja potrebno krenuti u njenu zamenu.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad će sigurno korisno poslužiti menadžerima u eksploataciji i planerima EES. Za objekte od posebnog značaja mora se voditi računa da ugrađena oprema bude blagovremeno zamenjena, koristeći iskustvo, zapise iz pogonskih događaja, savremena iskustva i optimizacione metode, a ne treba robovati dogmama kao što su "godine života opreme" i cena investicije.

Moderne proračunske metode, utemeljene na većem iskustvu, pomažu da se poboljša korišćenje opreme, ali odluku treba doneti za svaki pojedinačni slučaj, uvažavajući osobenost objekta i svakog u njega ugrađenog elementa.

5. LITERATURA

1. Dr Jovan Nahman: Metode analize pouzdanosti elektroenergetskih sistema, knjiga, Beograd, 1992,
2. N. Rajaković, D. Tasić, G. Savanović: Distributivne i industrijske mreže, knjiga, Beograd, 2004,
3. Zaključci 41 Zasedanje CIGRE, Pariz 2006,
4. S. Gušavac, S. Đukić: Ocena značaja nadzemnog voda, CIGRE 2007, Vrnjačka Banja, 2007.

Ključne reči: Pogonski događaji, pouzdanost, štete kod ispada, opravdanost revitalizacije.