

TIPIZACIJA TRANSFORMATORSKIH STANICA 35/10(20) KV U ELEKTRI SLAVONSKI BROD

SAŽETAK

Elektra Slavonski Brod je tipizirala jedan tip transformatorskih stanica naponskog nivoa 35/10(20) kV što se do sada pokazalo kao vrlo praktična za održavanje i manipuliranje postrojenjem, a samim tim i pouzdan za opskrbu električnom energijom potrošača.

Transformatorske stanice su namijenjene za izgradnju prvenstveno na seoskom području..

Ključne riječi: transformatorska stanica, tipizacija, sklopni blokovi, numerički terminali polja, energetski transformator

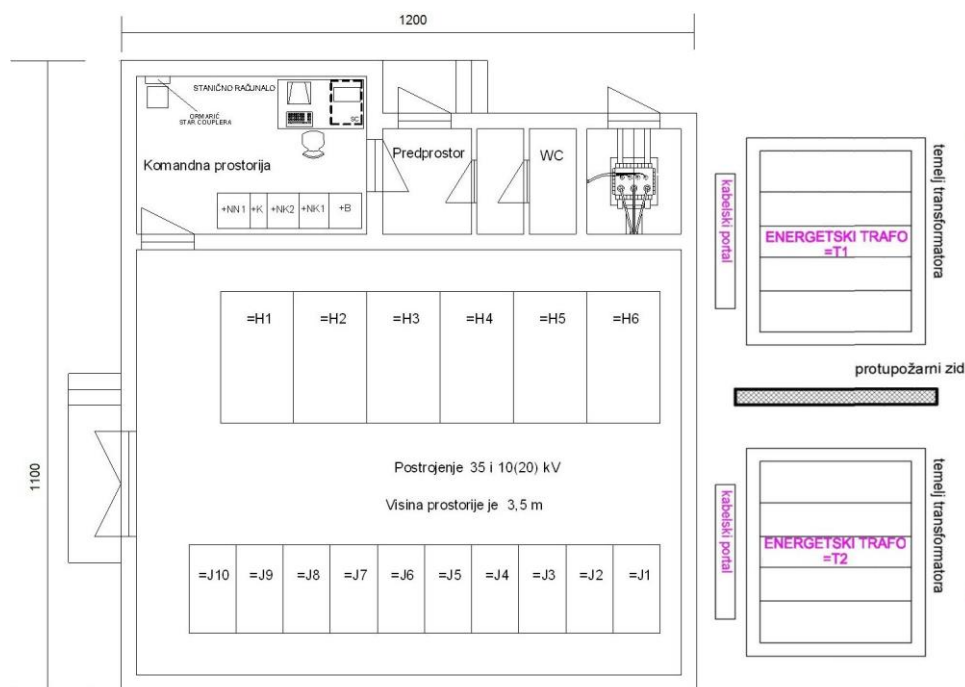
STANDARDIZATION OF POWER PLANT IN ELEKTRA SLAVONSKI BOR

SUMMARY

Elektra Slavonski Brod has standardized one type of 35/10 (20) kV power station, which until now proved to be very practical for maintenance and manipulation of the station, and therefore reliable for the supply of electricity to consumers.

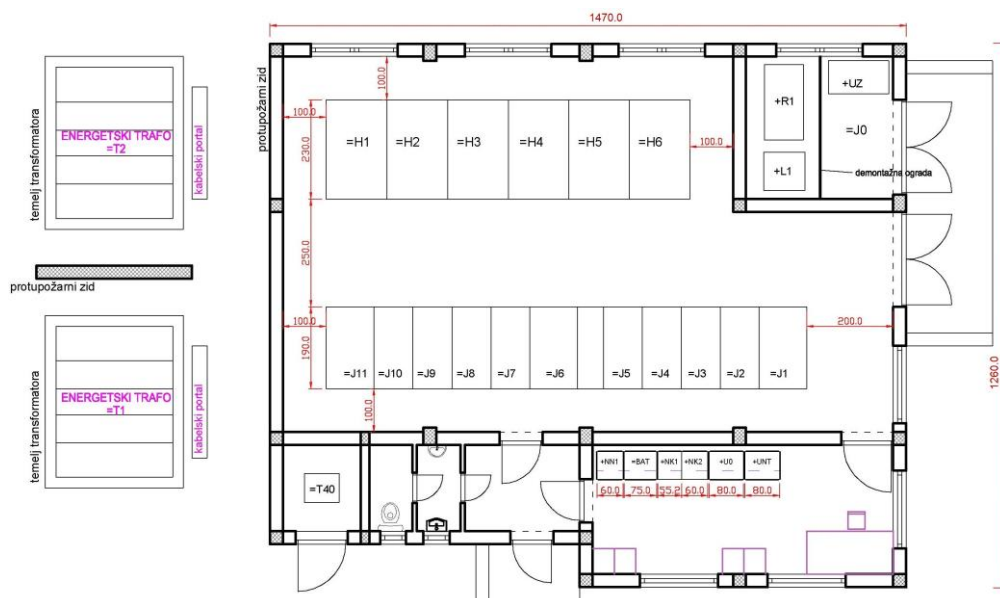
Power station are intended for construction primarily in the rural area.

Key words: power station, standardization, power block, numeric terminal, energetic transformer



Slika 2. TS 35/10(20) kV Sibinj i TS 35/10(20) kV Staro Petrovo Selo

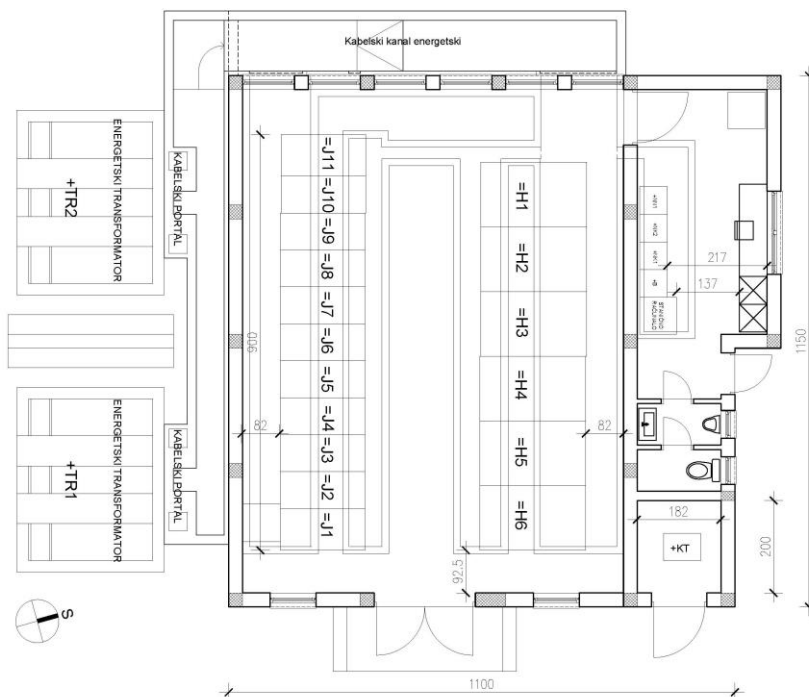
Razlika između TS 35/10(20) kV Trnjani i TS 35/10(20) kV Sibinj (Staro Petrovo Selo) je u proširenju sklopnih blokova na 35 kV strani za jedan blok. To je uzrokovalo i povećanju gabarita transformatorskih stanica. Sve tri stanice su smještene u seoskim sredinama. Ove transformatorske stanice su predviđene za kabelske ulaze. Vanjski kabelski kanal se nalazi između zgrade i energetskih transformatora. U TS 35/10(20) kV Starom Petrovom Selu je po prvi put na 10(20) kV strani u sklopu trafo polja 10(20) kV ugrađeno i mjerno polje 10(20) kV. Time se dobilo na uštedi jednog bloka koje više nije mjerno polje 10(20) kV već još jedno vodno polje 10(20) kV.



Slika 3. TS 35/10(20) kV Brod 4

TS 35/10(20) kV Brod 4 je smještena u gradskom području i planirano je da u budućnosti preraste u transformatorsku stanicu 110/20 kV te je zbog toga i većih gabarita. Ova trafostanica je i dalje zadržala osnovni koncept da se energetski transformatori nalaze sa zadnje strane zgrade, vanjski

kabelski prostor se nalazi između transformatora i zadnje strane zgrade, kućni transformator je unutar građevine u zasebnoj prostoriji. Zbog mreže 10 kV koja je isključivo kabelska pri izgradnji se u startu izvelo uzemljenje zvijezdišta 10(20) kV strane. Uzemljenje zvijezdišta je izvedeno u sklopu zidane građevine sa posebnim ulazom. Ubacivanjem uzemljenja zvijezdišta 10(20) kV unutar građevine dobilo se prostora za još jedno polje 10(20) kV. Blokovi 10(20) kV koji su ugrađeni u ovu transformatorsku stanicu su većih gabarita jer su sabirnice predviđene za nominalnu struju od 2500 A, a u ostalim za nominalnu struju od 800 A.



Slika 4. TS 35/10(20) kV Oriovac

Elektra Slavonski Brod planira izgraditi još jednu transformatorsku stanicu ovog tipa na mjestu današnje TS 35/10 kV Oriovac. Ova transformatorska stanica je tzv. H tipa koja je bila isto tipski projekt. Ova transformatorska stanica kao osnovni koncept ima otvoreno postrojenje 35 kV naponskog nivoa i 10 kV postrojenje smješteno u metalni kontejner. U metalnom kontejneru je smješten kompletni sekundarni dio postrojenja 35 kV, 10 kV, postrojenje 0,4 kV i pomoćni napon. 35 kV postrojenje je doživjelo već rekonstrukciju, ali 10 kV postrojenje nije moguće rekonstruirati u sadašnjem prostoru. Odlučeno je da se na prostoru sadašnjeg 35 kV postrojenja izgradi kompletno novo postrojenje 35 kV i novo postrojenje 10(20) kV. Ovo postrojenje će biti najzahtjevnije do sada što se tiče građevinskih radova jer je sadašnja TS 35/10 kV Oriovac smještena na brdu. Gabaritno će zgrada biti istih dimenzija kao i prve tri transformatorske stanice smještene u seoskom području. Zbog specifičnosti tla vanjski kabelski prostor će biti malo drugačije izveden od ostalih transformatorskih stanica ovog tipa.

3. IZGLED TRANSFORMATORSKIH STANICA 35/10(20) KV



Slika 5. a) TS 35/10(20) kV Trnjani



b) TS 35/10(20) kV Sibinj



Slika 6. a) TS 35/10(20) kV Staro Petrovo Selo



b) TS 35/10(20) kV Brod 4



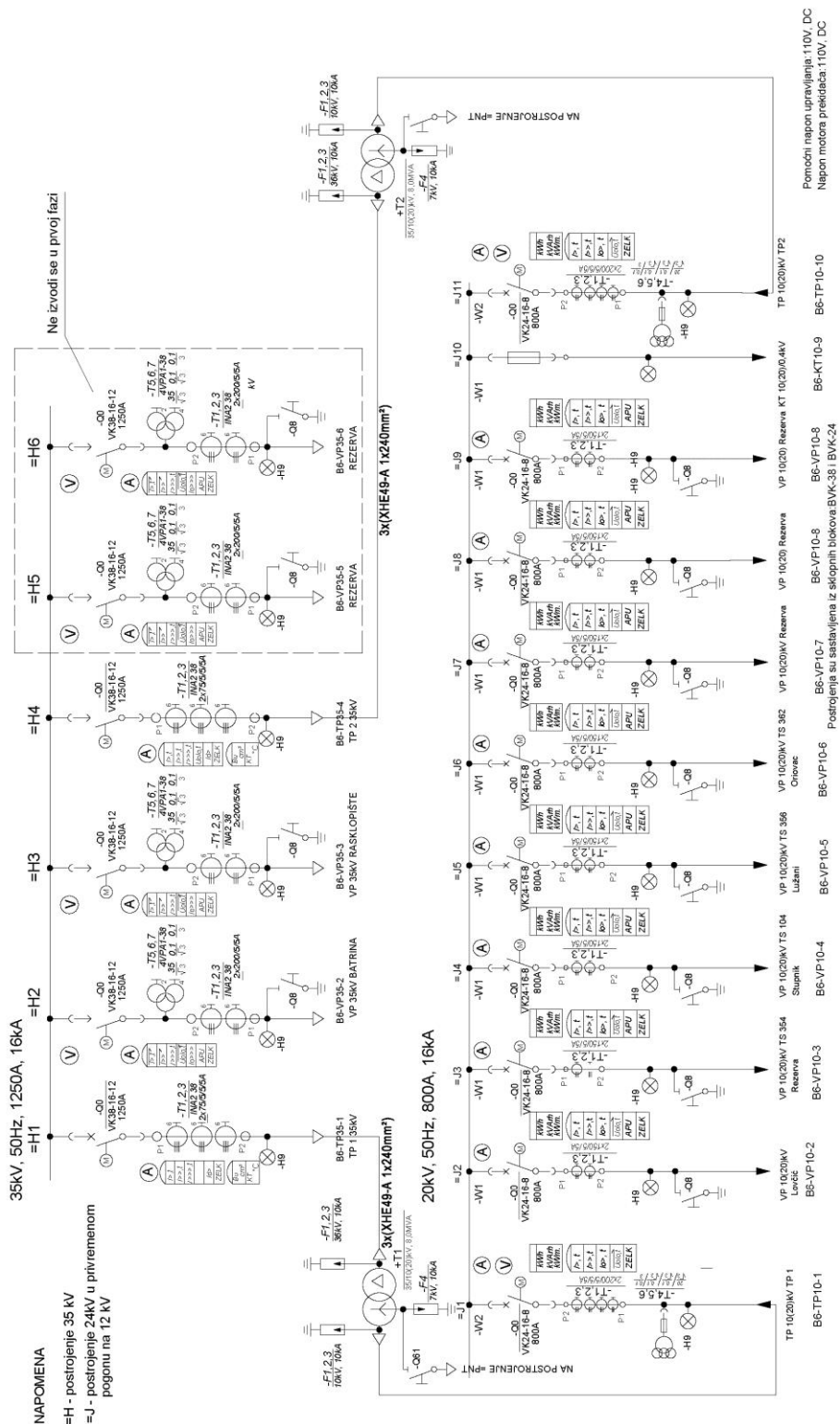
Slika 6 a) Unutrašnji izgled energetskeg postrojenja



b) Energetski transformatori

Na ovih par slika je prikazan stvarni izgled tipskih transformatorskih stanica Elektre Slavonski Brod kako van građevine tako i unutar.

4. TIPIČNA JEDNOPOLNA SHEMA TS 35/10(20) kV



Slika 7. Jednopolna shema TS 35/10(20) kV Oriovac

Na slici 5. je prikazana jednopolna shema tipskih transformatorskih stanica koja se primjenjuje u Elektri Slavonski Brod. Na shemi se vide osnovni elementi vodnog polja 35 kV s mjernim poljem 35kV, trafo polja 35 kV, vodnog polja 10(20) kV , trafo polja 10(20) kV s mjernim poljem 10(20) kV.

5. OSNOVNA KONCEPCIJA OPREME U TIPSKE TRANSFORMATORSKE STANICAMA

5.1. Transformacija

5.1.1. Energetski transformatori 35/10(20) kV

U svim transformatorskim stanicama je predviđeno da se može ugraditi dva energetska transformatora na vanjskom platou, odvojeno od zgrade transformatorske stanice zajedno s pripadajućom priključno-spojnom opremom i prenaponskom zaštitom na 35 kV i 10(20) kV strani. Predviđena je mogućnost ugradnje dva transformatora do nazivne snage 8MVA pojedinačno prijenosnog odnosa 35/10,5(21) kV, spoja Dyn5.

Temelji, tankovi za prihvatanje i odvodnju ulja i uljna jama su predviđeni za transformatore snage do 8 MVA. Ispod svakog transformatora nalazi se kada za prihvatanje ulja iz transformatora. Temelji transformatora su spojeni s uljnom jamom koja je dimenzionirana za prihvatanje ulja jednog transformatora snage 8 MVA.

Transformatori su međusobno odvojeni vatrootpornim zidom, te dovoljno udaljeni od zgrade kako ne bi došlo do neželjenih utjecaja u slučaju požara na transformatoru.

5.1.2. Spoj energetskih transformatora s postrojenjem 35 i 10(20) kV

Povezivanje transformatora 35/10(20) kV i sklopnog postrojenja 35 kV izvedeno je uz pomoć bakrenih cijevi $\phi 32/28$ mm i kabela NA2XS(F)2Y (XHE 49-A) $3 \times 1 \times 240$ mm², 35 kV. Bakrene cijevi su učvršćene na provodnim izolatorima transformatora i sa potpornim izolatorima na portalu. Spoj bakrenih cijevi i kabela je izveden pomoću kabelskih glava. Spoj između sabirnica i odvodnika prenapona koji su montirani na portalu izvedeno je pomoću bakrenih sabirnica ECU 40 x 10 mm. Od portala uz svaki energetski transformator kabel se polaže u vanjski i unutrašnji kabelski kanal.

Za uvod kabela u zgradu se koriste prodori za prolaze kabela iz vanjskog kabelskog kanala u kabelski kanal srednjenaponskog (SN) postrojenja u zgradi transformatorske stanice. Nakon uvoda u unutrašnji kabelski kanal, kabeli se spajaju na SN blok 35 kV preko kabelskog priključnog prostora sklopnog bloka pripadajućeg transformatorskog polja.

Povezivanje transformatora 35/10(20) kV i sklopnog postrojenja 10(20) kV izvedeno je uz pomoć bakrenih sabirnica ECU 40x10 mm i kabela NA2XS(F)2Y (XHE 49-A) $2 \times (3 \times (1 \times 150))$ mm², 20kV. Bakrene sabirnice su učvršćene na provodnim izolatorima transformatora i sa potpornim izolatorima na portalu. Spoj bakrenih sabirnica i kabela je izveden pomoću kabelskih glava. Spoj između sabirnica i odvodnika prenapona koji su montirani na portalu izvedeno je pomoću bakrenih sabirnica ECU 25 x 10 mm. Na sabirnice 10(20) kV je ugrađen i priključak za uzemljenje.

Za uvod kabela u zgradu se koriste prodori za prolaze kabela iz vanjskog kabelskog kanala u kabelski kanal srednjenaponskog postrojenja (ispod postrojenja 10(20) kV) u zgradi transformatorske stanice. Nakon uvoda u unutrašnji kabelski kanal, kabeli se spajaju na SN blok 10(20) kV preko kabelskog priključnog prostora sklopnog bloka pripadajućeg transformatorskog polja.

Sabirnice koje povezuju energetski transformator sa postrojenjem 35 kV su izolirane, da bi se postigao zadovoljavajući razmak između sabirnica i radi zaštite od dodira životinja sa dijelovima pod naponom.

Sabirnice koje povezuju energetski transformator sa postrojenjem 10(20) kV su također izolirane radi zaštite od dodira životinja sa dijelovima pod naponom

5.1.3. Odvodnici prenapona

Za zaštitu od prenapona korišteni su metal-oksidni odvodnici prenapona. Odvodnici prenapona su ugrađeni na zato predviđeni portal.

5.1.4. Brtvljenje kabelskih ulaza u zgradu transformatorske stanice

Za brtvljenje su upotrijebljene brtvene uvodnice na četiri mjesta u kabelskom kanalu.

5.1.5. Kućni transformator 10(20)/0.4 kV, 50 kVA, Yzn5

Kao izvor pomoćnog napona 400/230 V, 50 Hz za potrebe napajanja vlastite potrošnje transformatorske stanice koristi se jedan kućni transformator prijenosnog omjera 10(20)/0,4 kV, nazivne snage 50 kVA, grupe spoja Yzn5, napona kratkog spoja 4%, s napajanjem iz 10(20) kV postrojenja. Transformator je smješten unutar zgrade, u odvojenu transformatorsku komoru. Priključak 10(20) kV

strane transformatora izveden je spojnim vodom 10(20) kV iz sklopnog bloka polja kućnog transformatora kabelom tipa NA2XS(F)2Y (XHE 49-A) 3x(1x70/16) mm².

NN strana kućnog transformatora je spojena na pripadajući dovod ormara pomoćnog izmjeničnog napajanja (+NN1) s jednim kabelom tipa NA2XY-0 (XP00-A) 4x35 mm² 0,6/1 kV, nazivnog napona 0.6/1kV

5.2. POSTROJENJE 35 kV =H i POSTROJENJE 20 kV =J

U transformatorske stanice su ugrađeni zrakom izolirani 38 kV i 24 kV sklopni blokovi s izvlačivim prekidačem tipa BVK–38 i tipa BVK-24, proizvodnje “Končar–Sklopna postrojenja”. Postrojenje se montira u prizemlju zgrade SN postrojenja u kojim su u podu napravljeni kabelski kanali koji služe za privod SN dovodnih kabela s energetskih transformatora i za SN kabelski rasplet (za izlaze kabela za vodna polja) kao i posebni kabelski kanali za signalne i upravljačke kabele.

35 kV i 20 kV postrojenje sastoji se od ukupno 5-6 polja za 35 kV odnosno 10-11 polja za 20 kV sačinjeno od sklopnih blokova izvlačive izvedbe kao što su tip BVK 38-1250, BVK 24-800, BVK 24-2500 proizvodnje “Končar–Sklopna postrojenja”. Sklopni blokovi izvedeni su s jednostrukim sabirnicama nazivne struje 1250 A, 800 A, 2500 A.

Sklopni blokovi postrojenja 35 kV i 20 kV su postavljeni u jedan red jedan nasuprot drugog postrojenja.

Sva oprema za upravljanje, signalizaciju i zaštitu je ugrađena u poslužne ormariće sklopnih blokova koji imaju omogućen pristup sprijeda iz poslužnog hodnika najmanje širine 2500 mm.

5.2.1. Opis izvedbe sklopnih blokova 35 kV i 20 kV postrojenja

Sklopni blokovi su izvedeni s metalnim plaštem i metalnim pregradama, te se odlikuju visokom raspoloživosti i pouzdanosti u pogonu, pri čemu je osigurana maksimalna sigurnost pogonskog osoblja. Blokovi se opremaju vakuumskim prekidačima.

Blok se sastoji od pomičnog i nepomičnog dijela. Na pomičnom dijelu (kolica) je vakuumski prekidač ili mjerni naponski transformator i visokonaponski osigurač, a ostale komponente (elementi glavnog i pomoćnog strujnog kruga) ugrađene su u nepomični dio sklopnog bloka.

Kućiste bloka je podijeljeno metalnim pregradama na četiri odjeljka:

- prekidački (aparatni) odjeljak
- sabirnički odjeljak
- priključni odjeljak
- odjeljak za smještaj sekundarne opreme (poslužni ormarić).

Odjeljci su međusobno pregrađeni u stupnju zaštite IP4X. Sa gornje strane bloka su rasteretni poklopci koji se u slučaju nastanka pretlaka (zbog pojave električnog luka) otvaraju i tako rasterećuju sklopni blok.

Aparatni odjeljak predviđen je za smještaj izvlačivih kolica s prekidačem ili mjernim transformatorima, koja mogu zauzimati tri položaja: radni (pogonski), ispitni (test) i izvučeni položaj.

Radni položaj kolica je uvučeni položaj kada je ostvaren sigurni električni kontakt natičnih priključaka prekidača s kontaktima u provodnim izolatorima u sabirničkom i priključnom odjeljku, a moguć je samo uz priključenu konektorsku priključnicu sekundarnih krugova.

Ispitni (test) položaj je izvučeni položaj kolica kada nema kontakta priključaka prekidača sa sabirničkim i priključnim odjeljkom te kada se može ispitivati funkcioniranje prekidača i kada je moguće izvući konektorsku priključnicu sekundarnih krugova.

Iz sklopnog bloka se kolica mogu izvući samo po odspajanju konektorske priključnice.

Hod kolica ostvaren je vodicama i ručnim vretenastim vijčanim pogonom kod zatvorenih vrata odjeljka što osigurava potpunu zaštitu osoblja, dok je spoj kolica s uzemljenjem izveden kliznim kontaktom po sabirnici uzemljenja ispod kolica. Položaj kolica signalizira se signalnim mikrosklopama ugrađenim uz vodilice kolica.

Uz pogon za hod kolica smješten je i rotacijski stremenasti pogon trolnog zemljospojnika u priključnom odjeljku koji je mehanički povezan s vodicama kolica zbog ostvarenja mehaničkih blokada.

Aparati su pristupačni po izvlačenju kolica na posebna servisna kolica.

Sabirnički odjeljak predviđen je za ugradnju glavnih sabirnica i proteže se dužinom cijele sekcije. U njemu su smještene glavne sekcijske sabirnice koje su zbog pogonske sigurnosti i zaštite od električnog luka izvedene kao izolirane. Sabirnice su učvršćene na odgovarajućim potpornim izolatorima te imaju izolirane odcjepe u svakom polju do gornjih provodnih izolatora za priključak gornjih izvlačivih kontakata

prekidača. Odjeljak nije pregrađen između pojedinih polja, a pristupačan je s gornje strane bloka kroz poklopce za odušak.

Priključni odjeljak je predviđen za priključak VN kabela na izolirane sabirnice unutar sklopnog bloka. U sklopu odjeljka, a uz donje provodne izolatore za priključak donjih izvlačivih kontakata prekidača, smješteni su strujni mjerni transformatori za fiksnu ugradnju, potporni izolatori s ugrađenim kapacitivnim djelateljima napona za indikaciju VN napona i troljni zemljospojnici. Na dnu svakog priključnog odjeljka su limeni poklopci s otvorima za priključenje jednožilnih kabela.

Oprema priključnog odjeljka pristupačna je sa stražnje strane bloka skidanjem stražnje stijene, a s prednje strane ispod prostora za kolica skidanjem limene pregrade ili ispod bloka uklanjanjem poklopaca kabelskih priključaka.

Odjeljak za smještaj niskonaponske opreme (poslužni ormarić) nalazi se na prednjem dijelu bloka i odvojen je metalnim pregradama od drugih odjeljaka. Odjeljak je predviđen za smještaj sekundarne opreme (numeričkih terminala polja s zaštitom, indikacije napona, napajanja pomoćnim naponima, priključnih letvi, itd.) koja se montira na vrata i na temeljnu ploču odjeljka, a koja je sekundarnim fiksnim ili konektorskim (za kolica) vezama priključena na opremu polja. U svakom NN odjeljku su izvedeni i otvori za vođenje i rasplet signalno-upravljačkih kabela između susjednih sklopnih blokova.

Metalne pregrade između pojedinih odjeljaka pružaju dostatan stupanj zaštite kojim je osigurana potpuna nezavisnost odjeljaka sklopnog bloka i čime je postignuta zaštita od širenja unutarnjeg luka. Aparatni, sabirnički i priključni odjeljak imaju na vrhu (krovu) izvedene odušne poklopce za oslobađanje pretlaka unutar odjeljka u slučaju pojave luka.

Sklopni blokovi su opremljeni slijedećim osnovnim funkcionalnim mehaničkim blokadama koje potpuno onemogućavaju pogrešno rukovanje:

- Izvlačiva kolica s prekidačem ne mogu se pokrenuti iz ispitnog u radni položaj ako nije uključena NN utičnica sekundarnih krugova prekidača i ako nije isključen zemljospojnik.
- NN utičnica sekundarnih krugova se ne može izvući u radnom položaju kolica.
- Kolica se ne mogu izvući iz ispitnog položaja van sklopnog bloka dok se ne isključi NN utičnica sekundarnih krugova.
- Kolica s uklopljenim prekidačem ne mogu se pokrenuti iz ispitnog u radni položaj.
- Prekidač se ne može uklopiti u međupoložaju kolica (između ispitnog i radnog položaja).
- Kolica se ne mogu pokrenuti iz ispitnog prema radnom položaju ako je zemljospojnik uklopljen.
- Zemljospojnik se ne može uklopiti ako su kolica s prekidačem u radnom položaju.
- Izvedba postrojenja sa sklopnim blokovima s izvlačivom opremom omogućava visoku raspoloživost i pouzdanost pogona, potpunu sigurnost pogonskog osoblja (nemogućnost pogrešnog rukovanja i dodira dijelova pod naponom), brzu i jednostavnu montažu i minimalno održavanje.

Kao dodatna mjera zaštite u 35 kV i 20 kV postrojenju je ugrađena zaštita od električnog luka i njegovih posljedica (pretlak i protaljivanje) koja je u sklopnim blokovima izvedena sustavom optičkih sonde za identifikaciju električnog luka i relejnog sloga. Zaštita je vrlo brza i efikasna, jer reagira na početak stvaranja električnog luka.

Svi metalni dijelovi postrojenja su međusobno galvanski povezani. Uzemljenje izvlačivih kolica izvedeno je preko kliznog kontakta na kolicima te bakarne trake na postolju bloka. kolica su uzemljena u ispitnom i radnom položaju te u međupoložaju.

Uzemljenje sklopnog bloka izvedeno je spajanjem konstrukcije kućišta (čeličnog postolja) na uzemljenje postrojenja

5.2.1.1. Sabirnice

Postrojenje 35 kV sastavljeno je od jedne sekcije sa jednim izoliranim sustavom sabirnica nazivne struje 1250 A, nazivne struje kratkog spoja 16 kA (1sec), a postrojenje 20 kV sastavljeno je od jedne sekcije sa jednim izoliranim sustavom sabirnica nazivne struje 800 A ili 2500 A, nazivne struje kratkog spoja 16(800A) kA (1 sec) ili 25(2500A) kA (1 sec).

5.2.1.2. Prekidači

Ugrađeni su vakuumski prekidači proizvodnje "Končar" tip VK 38-16-12., "Končar" tip VK 24-25-25, "Končar" tip VK 24-8-12

Prekidači se prigraduju na izvlačiva kolica koja unutar sklopnog bloka mogu imati dva položaja, radni i ispitni, a manipulacije se vrše kod zatvorenih vrata po principu navojnog vretena. U ispitnom položaju može se provjeriti funkcioniranje prekidača bez priključenja aparata na visoki napon. Da bi se onemogućila pogrešna manipulacija, između izvlačivih kolica i fiksnog dijela bloka izvedena je mehanička blokada.

5.2.1.3. Zemljospojnici

Za potrebe održavanja postrojenja ugrađen je trolni zemljospojnik proizvodnje "Končar" tip ZG-38-16, nazivnog napona 38 kV, kratkotrajno podnosive struje kratkog spoja 16 kA, odnosno trolni zemljospojnik proizvodnje "Končar" tip ZG-24-16, nazivnog napona 24 kV, kratkotrajno podnosive struje kratkog spoja 16 kA. Upravljanje zemljospojnicima moguće je s prednje strane bloka, prikladnom ručkom s prigradenom eletromehaničkom blokadom, kada za to postoje uvjeti preko deblokadnog tipkala.

Svi zemljospojnici u sklopu sredjenaponskih sklopnih blokova su s ručnim pogonom. U svakom vodnom polju su mehanički blokirani s prekidačem u polju u cilju sprječavanja krive manipulacije.

5.2.1.4. Strujni mjerni transformatori

Ugrađeni su predviđeni strujni mjerni transformatori proizvodnje "Končar" tip INA–38, tip INA–24 pogodni za ugradnju u sklopne blokove.

Mjerni transformatori smješteni su u kabelskom odjeljku sklopnog bloka, koji je s prekidačkim odjeljkom spojen provodnim izolatorima. Kućište mjernih transformatora izvedeno je od silumina i zaliven zajedno s aktivnim dijelom epoksidnom masom, čime je postignuta odlična mehanička čvrstoća i kompaktnost transformatora.

5.2.1.5. Naponski mjerni transformatori

U vodna polja 35 kV su ugrađeni naponski mjerni transformatori proizvodnje "Končar" tip 4VPA1-38, a u trafo polja 10(20) kV su ugrađeni naponski mjerni transformatori tipa 4VPA1-24. Prijenosni omjer je $35/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3}/0,1/3$ kV za naponski nivo 35 kV, a za 20 kV naponski nivo $20/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3}/0,1/3$ kV. U jezgre za kreiranje otvorenog trokuta ugrađuje se otpornik za prigušenje ferorezonancije. Otpor toga otpornika treba iznositi 11Ω, a snaga 900 W. Sekundarni priključci naponskih mjernih transformatora izvedeni su izvan kućišta i montirani u prikladnom kućištu.

5.3. SEKUNDARNO POSTROJENJE

Prvenstveno je obrađena sekundarna oprema na razini polja i razini stanice te njena povezanost sa primarnom opremom, naglasak je dan na uvjete koje sekundarna oprema mora zadovoljiti u odnosu na primarnu opremu.

Postrojenja TS 35/10(20) kV koja su u pogonu su jednoetažno izvedbe. U normalnom pogonu upravljanje se vrši daljinski iz dispečerskog centra (DC) Elektre Slavonski Brod. U izuzetnim situacijama, omogućeno je lokalno upravljanje u transformatorskoj stanici (TS), parcijalno ili u potpunosti.

5.3.1. INTEGIRANI SUSTAV UPRAVLJANJA, NADZORA I ZAŠTITE

To je sustav koji vrši slijedeće funkcije sekundarne opreme u trafostanici:

- upravljanje i nadzor na razini polja,
- omogućava daljinsko upravljanje i nadzor iz DC-a,
- zaštitu primarne opreme,
- omogućava dohvat/analizu sustava numeričkih jedinica polja s udaljenog mjesta inženjera zaštite.

Osnovu sustava čine numerički zaštitni terminali polja sa mogućnošću komuniciranja. Organizacija sustava je hijerarhijska, podijeljena na više razina:

- razina polja,
- daljinski.

Dok je upravljanje omogućeno samo sa jednog od izabranih razina, nadzor je omogućen istovremeno na svim razinama.

Funkcije upravljanja/nadzora i zaštite su koordinirane, fizički izvedene numeričkim zaštitnim terminalima polja. Na razini polja koriste se numerički zaštitni terminali polja raznih proizvođača (ABB, Siemens, Končar).

Informacije iz postrojenja potrebne za vršenje funkcija upravljanja, nadzora, zaštite i mjerenja (procesni podaci) zahvaćaju se uglavnom samo jednom, na razini polja i kasnije obrađuju kako bi se omogućila potrebna indikacija i izračunale mjerne veličine.

Preko signalne jedinice se prihvataju i obrađuju signali koji nisu obuhvaćeni jedinicama polja. Na razini transformatorske stanice postoji:

- komunikacijska spojka zvijezda,
- industrijski PC, komunikacijska jedinica,
- oprema za daljinsku komunikaciju, modemi.

Komunikacijsko-kontrolni uređaj koristi se kao međuveza između primarne opreme i numeričkih zaštitnih terminala polja s jedne strane i staničnog računala s druge strane. Svi procesni signali i mjerenja iz numeričkih zaštitnih terminala polja se preko optičkih kabela i komunikacijsko-kontrolnog uređaja obrađuju u staničnom računalu. U obrnutom smjeru, numerički zaštitni terminali polja prihvataju komande iz staničnog računala i proslijeđuju ih na aparate.

Nadzor komunikacijskih tokova, prikupljanje i distribucija podataka te proslijeđivanje i kontrolu upravljačkih naloga vrši komunikacijsko-kontrolni uređaj. Kontrolno komunikacijski uređaj (KKU) predstavlja mjesto za proslijeđivanja signala iz numeričkih zaštitnih terminala polja na razini stanice te slanja signala u dispečerski centar, primanje upravljačkih komandi iz dispečerskog centra i proslijeđivanje u zaštitne terminale.

Kako je kompletna veza između razina polja i centralne komandne prostorije ostvarena optičkim kabelima izbjegnuto je mnoštvo signalno-upravljačkih kabela, a ujedno je i smanjena mogućnost elektromagnetskih smetnji.

Osnovne karakteristike sustava su:

- integrirani distribuirani mikroprocesorski sustav upravljanja, nadzora i zaštite,
- visoka pouzdanost i raspoloživost zahvaljujući trajnom samonadzoru,
- jednostavan i pregledan pristup podacima,
- mogućnost vremenske sinkronizacije na razini stanice,
- arhiviranje događaja i njihovo evoluiranje,
- visoka rezolucija kronologije,
- mogućnost povezivanja na nadređene centre nadzora i upravljanja,
- mogućnost povezivanja preko modemske veze na udaljena radna mjesta za naknadnu analizu i dijagnostiku (eventualno parametriranje) numeričkih jedinica polja.

5.3.2. Razvod istosmjernog napona 110V

U svim transformatorskim stanicama istosmjerni napon je 110 V=

Koncepcijski je ostvareno tehničko rješenje s tri stupnja zaštite. Sustav je smješten u tri ormara:

+BAT – baterija

+NK1 – ormar ispravljača

+NK2 – ormar baterijskog prekidača i prekidača II razine štice

Prekidači III razine štice su smješteni u poslužne ormariće polja, odnosno u ormariće koje štite.

5.3.3. Nisko naponsko 0,4 kV postrojenje

Postrojenje vlastite potrošnje 230/400 V $\approx$ napaja se preko transformatora vlastite potrošnje 10(20)/0,4 kV. Svi potrošači napajaju se sa centralnog razvoda modularne izvedbe. Sastoji se od 1 ormara (+NN1). Razvod u ormaru sastoji se od dolaza i odgovarajućeg broja strujnih krugova štićenih automatskim zaštitnim prekidačima.

Upravljanje prekidačima odvoda vrši se lokalno ručno s ormara.

Upravljanje glavnim prekidačem u dovodu s kućnog transformatora ostvareno je lokalno ručno, a samo u TS 35/10(20) kV Brod 4 s terminala polja.

Signalizacija stanja prekidača i pomoćnih strujnih krugova ostvarena je samo lokalno.

Lokalna optička signalizacija je izvedena na prednjoj stani modula razvoda, preko položaja ručica i prekidača. Signalizacija položaja glavnog prekidača 0,4 kV je izvedena na terminalu polja u polju kućnog transformatora. Mjerenje je izvedeno samo lokalno na prednjoj strani ormara +NN1 razvoda.

Na sekundarnoj strani kućnog transformatora ugrađena je nadstrujna zaštita i zaštita od preopterećenja u sklopu 0,4 kV prekidača. U svrhu zaštite od nepoželjnih prenapona ugrađeni su odvodnici prenapona spojeni između faza i zemlje

6. ZAKLJUČAK

Elektra Slavonski Brod je izabrala jedan oblik transformatorskih stanica 35/10(20) kV koje nisu zahtjevne u građevinskom smislu i pokazale su se praktične za upotrebu i održavanje. Osnovna značajka tipske trafostanice da u nju stane do 6 polja 35kV, do 11 polja 20 kV zrakom izolirani, kućni trafo do 50 kVA, pomoćno postrojenje unutar građevine te dva energetska transformatora do 8 MVA izvan građevine sa svojim portalima. U dosadašnjim transformatorskim stanicama Elektra Slavonski Brod je ugrađivala zrakom izolirana postrojenja proizvođača Končar SP, prekidače serije VK proizvođača Končar, naponske i strujne transformatore proizvođača Končar, numeričke zaštite terminale polja raznih proizvođača: ABB, Siemens, Končar. U ovaj tip građevine se mogu ugrađivati i energetska postrojenja drugih proizvođača uz vrlo male preinake.

Iz ove četiri izgrađene i jedne u pripremi transformatorske stanice može se vidjeti da se malo razlikuju, ali im koncept uvijek isti: posebna prostorija za energetska postrojenja, posebna prostorija za sekundarno postrojenje, posebna prostorija za kućni trafo i posebna prostorija za sanitarni čvor te energetski transformator na vanjskom platou neposredno uz zgradu s pripadajućim vanjskom kabelskom kanalizacijom za energetske kabele.

7. LITERATURA

- [1] Bogdan Grahovac, "TS 35/10(20) kV Trnjani-Glavni projekt", KONČAR KET, veljača 2000. g.
- [2] Zdenko Strmečki, "TS 35/10(20) kV Staro Petrovo Selo-Glavni projekt", Elektroslavonija Osijek, studeni 2005. g.
- [3] Dražen Hajling, "Rekonstrukcija TS 35/10(20) kV Oriovac –Glavni projekt", Elektra Slavonski Brod, prosinac 2017. g.