

Elektronski potpis projektanta	Elektronski potpis revidenta
--------------------------------	------------------------------

INVESTITOR: **MINISTARSTVO UNUTRAŠNJIH POSLOVA**

OBJEKAT: **TRAFOSTANICA 10/0.4kV 2x1000kVA
SA UKLAPANJEM U VN INFRASTRUKTURU**

LOKACIJA: kat.parc.br.1204/1, 1189/1, 1196, 1198, 1199, 1187,
1186, KO Podgorica II, PUP Podgorica

VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: **GLAVNI PROJEKAT**

PROJEKTANT: "ING-INVEST" d.o.o. Danilovgrad

ODGOVORNO LICE: Ilija Radulović, dipl. inž.arh.

GLAVNI INŽENJER: Enes Zejnilović, spec sci ea

April 2022.

Elektronski potpis projektanta	Elektronski potpis revidenta
--------------------------------	------------------------------

INVESTITOR: MINISTARSTVO UNUTRAŠNJIH POSLOVA

OBJEKAT: TRAFOSTANICA 10/0.4kV 2x1000kVA
SA UKLAPANJEM U VN INFRASTRUKTURU

LOKACIJA: kat.parc.br.1204/1, 1189/1, 1196, 1198, 1199, 1187,
1186, KO Podgorica II, PUP Podgorica

VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: GLAVNI PROJEKAT

DIO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: **Knjiga 1 – ELEKTROTEHNIČKI PROJEKAT**

PROJEKTANT: "ING-INVEST" d.o.o. Danilovgrad

ODGOVORNO LICE: Ilija Radulović, dipl. inž.arh.

GLAVNI INŽENJER: Enes Zejnilović, spec sci ea

SADRŽAJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

KNJIGA 0 – Opšta dokumentacija

KNJIGA 1 – Elektrotehnički projekat

Sadržaj KNJIGA 1 – Elektrotehnički projekat

Sadržaj:

1.1 UVODNI DIO	5
1.2 POPIS PRIMIENJENIH TEHNIČKIH PROPISA I STANDARDA.....	6
1.3 PRIKAZ TEHNIČKIH REŠENJA ZA PRIMJENU MJERA ZAŠTITE NA RADU	7
1.3.1. Posebne mjere zaštite na radu za DTS 10/0,4 kV	7
1.3.1.1 Zaštita od direktnog i indirektnog dodira dijelova pod naponom	7
1.3.1.2 Podjela postrojenja po zonama opasnosti	7
1.3.1.3 Pravila za siguran rad	8
1.3.1.4 Prikaz projektom datih rješenja kojima se osiguravaju uslovi za siguran rad.....	8
1.3.1.5 Prikaz primjene mjera za siguran rad za potencijalna mjesta rada u DTS	9
1.3.2 Zaštita od atmosferskih prenapona	10
1.3.3. Primjena ostalih pravila zaštite na radu	11
1.3.4. Postupak kod revizije kompenzacije	11
1.3.5. Posebne mjere zaštite na radu za kablovsku mrežu	11
1.4 PRIKAZ TEHNIČKIH REŠENJA ZA PRIMJENU MJERA ZAŠTITE OD POŽARA	13
1.4.1. Posebne mjere zaštite od požara za DTS 10/0,4 kV 1.4.1.1 Lokacija DTS 10/0,4kV/kV; 2x1000 kVA 13	
1.4.1.2. Podjela transformatorske stanice na požarne sektore	13
1.4.1.3 Opasnost od požara	13
1.4.1.4. Osnovna koncepcija mjera zaštite od požara	14
1.4.2 ZAŠTITA OD VODE I PRAŠINE	15
1.4.3 ZAŠTITA OD ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA	15
1.5 TEHNIČKI USLOVI ZA REALIZACIJU PROJEKTA	17
1.6. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETA.....	19
1.7 PROBNI RAD TRAFOSTANICE	20
2. TEHNIČKI OPIS - SREDNJENAPONSKA 10kV KABLOVSKA MREŽA	21
2.1 Uvodne napomene	21
2.2 Tehnički izvještaj.....	22
2.3 Tehničke karakteristike kabla NA2XS(F)2Y (XHE 49-A)	23
2.3.1 Karakteristike kabla XHE 49-A , 12/20 kV	24
2.3.2 Dozvoljeno strujno opterećenje kablova	25
2.3.3 Isporučka transport i lagerovanje.....	25
2.3.4 Uslovi polaganja.....	26
2.3.5 Načini polaganja kablova.....	27

2.3.6 Ispitivanje kablova poslije polaganja.....	31
2.4. Kablovske završnice	32
2.5. Kablovske spojnice.....	33
2.6. T - adapteri	34
2.7 Uzemljenje kabla i kablovskog pribora.....	35
2.8 Obilježavanje kabla i trase kabla	36
2.9 Ukrštanje kabla sa saobraćajnicama i drugim objektima	37
3. TEHNIČKI OPIS - TRAFOSTANICA 10/0,4 KV, 2x1000 KVA	38
3.1. Opšti podaci	38
3.2. Građevinski dio.....	39
3.3. Dispozicija	41
3.4. Elektrotehnički dio.....	42
3.4.1 ENERGETSKI TRANSFORMATOR.....	43
3.4.2 SREDNJENAPONSKI SKLOPNI BLOK	46
3.4.3 NISKONAPONSKO POSTROJENJE.....	49
3.4.4 SPOJEVI NA SREDNJEM NAPONU	52
3.4.5 SPOJEVI NA NISKOM NAPONU.....	52
3.4.6 ZAŠTITA I UPRAVLJANJE	53
MJERENJE.....	53
3.5 UZEMLJENJE	54
3.6 ELEKTRIČNA INSTALACIJA RASVJETE I PRIKLJUČNICA	55
3.7 TRANSPORT I MONTAŽA	55
3.8. ZAŠTITNA OPREMA	55
3.9. Natpisi i upozorenja	56
3.9.1. Oznake sa vanjske strane transformatorske stanice	56
3.9.2. Oznake unutar trafostanice	56
3.10 ISPITIVANJE, PUŠTANJE U POGON I ODRŽAVANJE	56
B: NUMERIČKI DIO.....	59
1. TEHNIČKI PRORAČUNI KABLOVSKOG VODA I OPREME U TRAFOSTANICI.....	59
1.1 Provjera kabla na trajno dozvoljenu struju - prenosna moć	59
1.2 PARAMETRI KRATKOG SPOJA I IZBOR OPREME	61
1.6 PRORAČUN HLAĐENJA TRANSFORMATORA.....	65
1.7. Proračun uzemljenja	67
1.8 Analiza nivoa buke u okolini TS	68
2. SPECIFIKACIJA OPREME I MATERIJALA TS I SN KABLA.....	70

3. PREDMJER I PREDRAČUN NDTs "SAJ" 10/0,4KV 2X1000kVA SA UKLAPANJEM U SN MREŽU	93
C: GRAFIČKI DIO	125

1.1 UVODNI DIO

Sekretarijat za planiranje prostora i održivi razvoj Glavni grad Podgorica je na osnovu zahtjeva podnijetog od strane MUP-a, donijelo odluku o određivanju lokacije sa elementima urbanističko tehničkih uslova za izgradnju lokalnog objekta od opšteg interesa kojom se određuje lokacija za izgradnju trafostanice TS 10/0.4kV 2x630kVA i 10kV kablovskih vodova za uklapanje trafostanice u 10kV mrežu u zahvatu PUP-a Podgorica (koji je važeći i nalazi se u registru planske dokumentacije MORT-a), broj 01-031/19-9448 od 10.12.2019.

Sekretarijat za planiranje prostora i održivi razvoj Glavni grad Podgorica je na osnovu zahtjeva podnijetog od strane MUP-a, donijelo odluku o izmjeni odluke o određivanju lokacije sa elementima urbanističko tehničkih uslova za izgradnju lokalnog objekta od opšteg interesa kojom se određuje lokacija za izgradnju trafostanice TS 10/0.4kV 2x630kVA i 10kV kablovskih vodova za uklapanje trafostanice u 10kV mrežu (broj 01-031/19-9448 od 10.12.2019), odlukom zavedenom pod brojem 01-018/22-243 od 18.01.2022.

Urađen je glavni projekat na osnovu koga je Sekretarijat za urbanizam izdao građ dozvolu broj 08-PI-332/20-80 od 1.6.2020. i kako je u međuvremenu došlo do izmjene zakonske regulative u vidu donošenja Pravilnika o tehničkim zahtjevima eko dizajnu transformatora ("Sl list CG" broj 57/14 i 25/19) koji se primjenjuje od 1.1.2020. i došlo do promjene na lokaciji zbog izgradnje nove trafostanice TS Laković i demontaže stare TS Motel Zlatice, a nakon toga i zbog potražnje veće snage za kompleks, pristupilo se izmjeni glavnog projekta.

Predmet projektne dokumentacije je distributivna trafostanica TS 10/0,4kV 2x1000kVA sa dva transformatora instalisane snage 1000kVA, SF6 gasom izolovanim srednjenaponskim sklopnim blokom sa tri vodne, dvije trafo i jednom mjernom ćelijom, i sa dva niskonaponska bloka sa po 12 osiguračkih letvi od kojih je jedan blok opremljen i izvodom za javnu rasvjetu. Projektovano je da se predmetna oprema smjesti u AB kućicu sa unutrašnjim opsluživanjem, što je u skladu sa preporukom TP-1b za ovu vrstu objekata.

Uklapanje trafostanice u postojeću 10kV infrastrukturu je projektovano na način što je predviđeno polaganje novog 10kV kabla od TS "Autokamp" do TS "SAJ".

Projektom je predstavljena trasa na čijem su pravcu predviđene tri nove šahte. Polaganje novog 10kV kabla od TS "Autokamp" do TS "SAJ" je projektovano na kat. Parcelama br 1204/1, 1189/1, 1196, 1198, 1199, 1187 i 1186, KO Podgorica II, PUP Podgorica, Opština Podgorica. Uklapanje TS „SAJ“ u vezu sa već položenim kablovima od TS „Laković“ je projektovano na kat parceli 1204/1.

Takođe je projektom obrađen i način tretiranja postojećih 10kV kablova iz TS "Laković" na sledeći način:

- postojeći kabal TS Laković -TS Autokamp se prekida i uvlači u novu TS SAJ, a sa strane TS Laković
- TS "Laković" - TS "Masline 7" - postojeća veza se zadržava sa postojećom spojnicom i fizički se trasa izmjesti u dijelu prolaza pored TS "SAJ"

a sve u dijelu parcele kompleksa.

1.2 POPIS PRIMIJENJENIH TEHNIČKIH PROPISA I STANDARDA

Prilikom izrade projekta, projektant je koristio sledeće tehničke propise, standarde i literaturu:

- P R A V I L N I K O TEHNIČKIM ZAHTJEVIMA EKO DIZAJNA TRANSFORMATORA* ("Službeni list CG", broj 57/14 i 25/19)
- Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Sl. list CG", br. 64/2017, 44/2018 i 63/2018, 11/2019, 82/2020)
- Zakon o zaštiti i zdravlju na radu ("Sl. list CG " br. 34/14, 44/2018)
- Zakon o energetici ("Sl. list CG", br. 5/2016, 51/2017, i 82/2020)
- Zakon o zaštiti i spašavanju ("Sl. list CG", br. 13/2007, 5/2008 - ispr., 86/2009 - dr. zakon, 32/2011 i 54/2016)
- Zakon o efikasnom korišćenju energije ("Sl. list CG " br. 57/2014 i 3/2015 -isp)
- Zakon o elektronskim komunikacijama ("Sl. list CG", br. 40/2013, 56/2013 - ispr. i 2/2017)
- Zakon o standardizaciji ("Sl. list CG", br. 13/2008)
- Zakon o upravljanju otpadom (""Sl. list CG" br. 064/11 i 039/16)
- Zakon o procjeni uticaja na životnu sredinu ("Sl. list RCG", br. 80/2005 i "Sl. list CG", br. 40/2010 dr. zakon, 40/2011 - dr. zakon, 27/2013 i 52/2016)
- Zakon o upravljanju otpadom (""Sl. list CG" br. 064/11 i 039/16)
- Pravilnik o načinu izrade i sadržini tehničke dokumentacije za građenje objekta ("Službeni list Crne Gore", br. 44/18 i 43/19)
- Pravilnik o načinu vršenja revizije Glavnog projekta ("Sl. list CG", br. 18/2018)
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ("Sl. list SFRJ", br. 53/88 i 54/88 - ispr. i "Sl. list SRJ", br. 28/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju niskonaponskih nadzemnih vodova ("SL. list SFRJ" br. 6/92),
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica ("SL. list SFRJ" br. 13/78 i i dopuna pravilnika ("Sl.list SRJ br.37/95).
- Pravilnik o tehničkim normativima za uzemljenja elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000V "Sl. list SFRJ " br. 13/78 i "Sl. list SRJ" br.61/95),
- Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova ("Sl. list SRJ " br. 41/93)
- Opšti uslovi za isporuku električne energije ("Sl. list CG", br. 70/2016 od 9.11.2016)
- Crnogorski standardi MEST EN32305-1, MEST EN32305-2, MEST EN32305-3,
- Standardi za transformatore MEST EN 50588-1:2018, važeći od 09.03.2018
- Jugoslovenski standardi -gromobranske instalacije - opšti uslovi JUS IEC 1024 -1/1996
- Tehnička preporuka – Tipizacija mjernih mjesta (EPCG -Podgorica 2009) TP2ED
- Tehnička preporuka – za priključke potrošača na niskonaponsku mrezu (TP-2 dopunjeno izdanje - Podgorica 2008)
- Tehnička preporuka TP 1b
- Pravilnik o snabdijevanju električnom energijom (sl.list RCG br.13/05)
- Crnogorski standardi MEST EN32305-1, MEST EN32305-2, MEST EN32305-3,
- Standardi za transformatore MEST EN 50588-1:2018, važeći od 09.03.2018

1.3 PRIKAZ TEHNIČKIH REŠENJA ZA PRIMJENU MJERA ZAŠTITE NA RADU

1.3.1. Posebne mjere zaštite na radu za DTS 10/0,4 kV

1.3.1.1 Zaštita od direktnog i indirektnog dodira dijelova pod naponom

1.3.1.1.1 Opasnost od indirektnog dodira

Zaštita je izvedena izjednačavanjem potencijala spajanjem svih metalnih dijelova na sabirni vod unutarašnjeg uzemljenja transformatorske stanice. Oko temelja zgrade postavlja se prsten od pocinčane čelične trake u svrhu oblikovanja potencijala. Vanjsko zaštitno uzemljenje se na četiri mjesta spaja sa sabirnim vodom unutrašnjeg uzemljenja.

1.3.1.1.2 Opasnost od direktnog dodira

Visoki stepen zaštite od direktnog dodira dijelova pod naponom je jedna od osnovnih prednosti primijenjenih blokova srednjeg i niskog napona. To se postiže:

- oklopljenim sredjenaponskim postrojenjem,
- potpuno izolovanim osiguračkim ili osigurač-sklopka prugama, primjenom permanentno postavljenih izolacijskih kapa na priključcima kabla niskog napona.

Priključak na NN stranu energetskog transformatora je izveden jednožilnim PVC izolovanim kablovima koji su na vrhu NN sklopnog bloka spojeni na Cu plosnate profile za fazne provodnike i za neutralni provodnik. Prostor transformatora je dostupan samo izvana, kroz posebna vrata transformatorske komore, koja je odvojena od prostorije sklopnih postrojenja NN sklopnim blokom.

Zaštita od direktnog dodira dijelova pod naponom je izvedena nulovanjem u TN sistemu sa dodatnim izjednačavanjem potencijala spajanjem svih metalnih dijelova na zaštitno uzemljenje TS.

1.3.1.2 Podjela postrojenja po zonama opasnosti

ZONA I -

- Ovoj zoni pripada zona niskonaponskog razvoda. U njoj su dozvoljeni radovi i bez isključivanja visokog napona, ali uz Uputstvo za siguran rad. Da bi omogućili rad u I zoni opasnosti, ili razvoda NN napona, predviđamo osiguranje radnog mjesta uz sledeća pravila sigurnosti:

- Isključivanje vršimo glavnim NN rastavljačem snage, ručnom manipulacijom ili polužnim rastavljačima na NN izvodima.
- Osiguranje protiv slučajnog uključenja nije potrebno sprovesti, jer se radi o niskom naponu, odnosno radovima unutar TS gdje je pristup i manipulacija moguća i riješena samo internim propisima i uputstvima distributivne organizacije.
- Utvrđivanje beznaponskog stanja lako je izvodljivo
- Postavljanje uzemljivača vršimo na glavne NN sabirnice. Dimenzionisanje uzemljivača je izvršeno na osnovu struje zemljospoja od 10A.

ZONA II

Ova zona se naziva zona opasnosti i obuhvata prostor trafokomore i visokonaponskog bloka.

Potrebni radovi se u ovoj zoni sprovode uz osiguranje radnog mjesta sledećim mjerama sigurnosti:

- isključivanje
- osiguranje protiv slučajnog uključenja
- utvrđivanje beznaponskog stanja
- uzemljenje i kratko spajanje
- ogradjivanje mjesta rada

1.3.1.3 Pravila za siguran rad

- isklapanje - vidljivo odvajanje od napona
- osiguranje od ponovnog (slučajnog) uklopa
- provjera beznaponskog stanja
- uzemljenje i kratko spajanje
- ograđivanje od dijelova pod napona

1.3.1.4 Prikaz projektom datih rješenja kojima se osiguravaju uslovi za siguran rad

1.3.1.4.1 SN sklopni blok

- Isklapanje od napona se vrši rastavnom sklopkom u vodnim poljima, odnosno SF6m prekidačima u trafo poljima. U vodnim poljima se kompletna manipulacija vrši ručno, a u transformatorskom polju se može isklapati i tipkalom.
- Položaj sklopnih aparata je vidljiv na slijepoj šemi s pokazivačima položaja, koja je izvedena na prednjoj ploči.
- Za sprečavanje ponovnog uklopa postavlja se na vrata SN sklopnog bloka ploča s natpisom "NE UKLAPAJ - OPASNO!".
- Provjera beznaponskog stanja vrši se odgovarajućim indikatorima napona.
- Dielektričko ispitivanje kablova moguće je obaviti pomoću prikladnog priključka na donjem kontaktu rastavne sklopke. Pri tome je rastavna sklopka u vodnom polju isključena, a zemljospojnik zatvoren. Postupak ispitivanja zavisi o upotrijebljenoj vrsti kablovskih završetaka.

- Uzemljenje i kratko spajanje u vodnim poljima i transformatorskom polju vrši se uklapanjem zemljospojnika, koji su mehanički blokirani s pripadajućom rastavnom sklopkom, odnosno SF6 prekidačem.

1.3.1.4.2 NN sklopni blok

- Isklapanje kompletnog NN sklopnog bloka s napona vrši se rastavnom sklopkom u dovodnom polju s transformatora.

- Položaj ručice rastavne sklopke pokazuje da li je dovod uključen ili isključen.

- Osiguranje od slučajnog uklopa vrši se postavljanjem ploče upozorenja "NE UKLAPAJ - OPASNO!".

- Utvrđivanje beznaponskog stanja je lako izvedivo jer su vodovi lako dostupni. Uzemljenje i kratko spajanje vrši se kratkospojnikom najmanjeg presjeka 70 mm² Cu. Uzemljenje i kratko spajanje pojedinih odvoda vrši se putem odgovarajućih prenosivih kratkospojnika.

- Ograđivanje od dijelova pod naponom vrši se zaključavanjem prostorija dok u njima nema odgovornih osoba.

1.3.1.4.3 Rad u blizini napona

Kod izvođenja radova u blizini napona potrebno je sve radnike upozoriti na dijelove koji se nalaze pod naponom i točno odrediti opseg rada i područja kretanja.

U NN razvodu su osigurani elementi izolacijskog razdvajanja pojedinih odvoda u obliku izolacionih kapa za priključke kablova za odvode ili plastičnih pokrova za sabirnice i ležišta osigurača.

Kod radova u blizini SN strane energetskeg transformatora potrebne su mjere u vidu pouzdanih zaštitnih pregrada i tome slično.

1.3.1.4.4 Rad pod naponom

Rad pod naponom smatra se onaj rad pri kojem se dijelovi objekta pod naponom dodiruju prema propisanom postupku. Dopušten je samo na NN postrojenju.

1.3.1.5 Prikaz primjene mjera za siguran rad za potencijalna mjesta rada u DTS

1.3.1.5.1 Rad na priključnom srednjenaponskom kabl

- isključiti rastavnu sklopku,
- osigurati od ponovnog (slučajnog) uklopa i postaviti pločicu upozorenja,
- provjeriti beznaponsko stanje (indikatorom napona),
- uklopiti zemljospojnik.

Zona rada: prostor kablovskog priključka.

1.3.1.5.2 Rad na rastavnoj sklopki u vodnom polju i SN sabirnicama

- isključiti rastavnu sklopku u svim vodnim poljima,
- osigurati od ponovnog (slučajnog) uklopa i postaviti pločicu upozorenja,

- provjeriti beznaponsko stanje (u vodnim poljima),
- uzemljiti i kratko spojiti u transformatorskom polju i u svim vodnim poljima.

Zona rada: cijeli prostor vodnog polja (sabirnice, rastavna sklopka, kablovski završeci, zemljospojnik)

1.3.1.5.3 Rad na prekidaču u transformatorskom polju SN

- isključiti prekidač u SN trafo polju, kao i rastavnu sklopku (alternativno: prekidač u NN polju),
- osigurati od ponovnog (slučajnog) uklopa i postaviti pločicu upozorenja,
- provjeriti beznaponsko stanje (u svim poljima),
- uzemljiti i kratko spojiti - blokirati (u svim vodnim poljima).

Zona rada: cijelo transformatorsko polje (prekidači, strujni transformatori, kablovski završeci)

NAPOMENA: Radovi navedeni u točkama 3.5.2. i 3.5.3. mogu se obavljati samo uz suglasnost i nadzor proizvođača SN sklopnog bloka.

1.3.1.5.4 Rad na srednjenaponskom spojnem vodu i transformatoru

- isključiti prekidač u transformatorskom polju,
- osigurati od ponovnog (slučajnog) uklopa i postaviti pločicu upozorenja,
- provjeriti beznaponsko stanje u transformatorskom polju,
- uzemljiti i kratko spojiti u transformatorskom polju (na mjestu SN prekidača).

Zona rada: srednjenaponski spojni vod, uključujući radove na energetskom transformatoru.

1.3.1.5.5 Rad na niskonaponskom spojnem vodu, rastavnoj sklopki i sabirnicama

- isključiti prekidače u SN transformatorskom polju i rastavnu sklopku u NN odvodu,
- osigurati od ponovnog (slučajnog) uklopa i postaviti pločicu upozorenja,
- provjeriti beznaponsko stanje,
- uzemljiti i kratko spojiti u SN transformatorskom polju, a u krajnjim odvodima NN postaviti napravu za uzemljenje i kratko spajanje na mjestu NN osigurača izvedenu tako da ne premošćuje na suprotne kontakte.

Zona rada: NN spojni vod, NN rastavna sklopka i NN sabirnice.

1.3.1.5.6 Rad na niskonaponskim odvodima

- isključiti osigurač-sklopku na NN strani,
- osigurati od ponovnog (slučajnog) uklopa i postaviti pločicu upozorenja,
- provjeriti beznaponsko stanje,
- uzemljiti i kratko spojiti na mjestima NN osigurača i odvodima u kojima se radi.

Zona rada: NN odvodi u kojima su sprovedene prethodno opisane mjere.

NAPOMENA: Rad u NN odvodu uz ostale odvode pod naponom moguć je samo u slučajevima koje dopušta "Pravilnik o tehničkim mjerama za siguran rad na elektroenergetskim objektima".

U suprotnom, kod radova na rastavnoj sklopki u NN dovodu treba primijeniti pravila 1-3, što znači: isključiti sklopni aparat, osigurati od ponovnog slučajnog uklopa i provjeriti beznaponsko stanje.

1.3.2 Zaštita od atmosferskih prenapona

Za zaštitu od atmosferskih prenapona je predviđena ugradnja NN odvodnika. Zasebno

gromobransko uzemljenje nije predviđeno.

1.3.3. Primjena ostalih pravila zaštite na radu

1.3.3.1 Na ulaznim vratima se postavlja natpis za upozorenje na opasnost od el.struje

1.3.3.2 Unutar postrojenja, na slobodnom zidu se postavlja jednopolna šema transformatorske stanice, tablica s pet pravila za siguran rad, te uputstva za pružanje prve pomoći.

1.3.3.3 Srednjenaponski i niskonaponski blokovi su opremljeni natpisnim pločicama. Zaštitna oprema potrebna za primjenu mjera zaštite na radu nalazi se kod ekipe koja obavlja radove.

1.3.4. Postupak kod revizije kompenzacije

- Isključiti osigurač na dovodu
- Kontrolisati prisustvo opasnog preostalog napona

Kondenzatoru je prigraden otpornik za pražnjenje koji isprazni kondenzator na bezopasan preostali napon u vremenu manjem od 90 sekundi.

Kao dodatnu zaštitu od preostalog napona potrebno je prije rada kratkospojiti priključke kondenzatora.

1.3.5. Posebne mjere zaštite na radu za kablovsku mrežu

a. Opasnosti od električne struje

Kod ovih instalacija, u određenim uslovima, mogu da se prouzrokuju opasnosti i štete kao posledice:

- struje kratkog spoja
- struje preopterećenja
- nedozvoljenog pada napona
- slučajnog dodira djelova pod naponom
- pojave visokog napona dodira
- uticaja vlage, vode i prašine na elektro opremu
- uticaja instalacije na pojavu požara

Projektom su, a u cilju sprečavanja navedenih pojava, predviđene sledeće mjere zaštite:

1. Cjelokupna mreža, zaštićena je od kratkih spojeva i preopterećenja odgovarajućim osiguračima.

Napomena: U toku izvođenja instalacije obavezno ugraditi projektom predviđene osigurače. Tokom eksploatacije objekta "pregorele" osigurače zamjenjivati isključivo novim.

1. Cjelokupna mreža je tako dimenzionisana da padovi napona, u normalnim uslovima, ne prelaze dozvoljene vrijednosti. U vanrednim uslovima zaštita će isključiti odgovarajuće strujno kolo.
2. Sva oprema je tako odabrana da je nemoguće slučajno dodirnuti djelove pod naponom. a za zaštitu od pojave previsokog napona dodira, je primijenjen sistem zaštitnog uzemjenja sa posebnim zaštitnim vodom, sistem TN.

3. NN mreže, zaštićene su od uticaja vlage i prašine ispravnim izborom kablova i opreme u skladu sa uslovima koji vladaju na mjestu ugradnje.
4. Objekat je, od požara ili eksplozije, koje bi mogle nastati usled dejstva električnih instalacija zaštićen pravilnim izborom i dimenzionisanjem osigurača, prekidača i druge opreme.

b. Posebne mjere zaštite pri izvođenju objekata

Radovi na objektu ne mogu početi prije dobijanja katastra postojećih podzemnih instalacija od nadležnih preduzeća (Elektrodistribucija, PTT, Vodovod), svih potrebnih saglasnosti i građevinske dozvole.

Razbijanje regulisanih površina (beton, asfalt) vršiti na način koji objezbeđuje okolne površine od nepotrebnih oštećenja.

Sa posebnom pažnjom pristupiti iskopu rova na mjestima očekivanih ukrštanja, približavanja i paralelnog vođenja projektovanih vodova sa drugim podzemnim instalacijama. Na tim mjestima iskop rova se vrši ručno, bez upotrebe mehanizacije.

Pri prekopavanju saobraćajnica obavezno je pridržavati se vremena i režima rada iz dobijene saglasnosti za isto. Objebijediti zaštitu radnika od motornog saobraćaja, kao i zaštitu motornog saobraćaja od izvođenja radova (postavljanjem prepreka i natpisa sa upozorenjem vozača).

Objebijediti pješake od upada u iskopani rov, a na mjestima gdje se očekuje veća frekfencija pješaka omogućiti prelaz rova drvenim " mostovima "

Po završetku radova sve regulisane površine dovesti u prvobitno stanje.

1.4 PRIKAZ TEHNIČKIH REŠENJA ZA PRIMJENU MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

Uz projektnu dokumentaciju za ovaj investicioni objekat prilaže se izvod mjera za zaštitu od požara. Predviđeni objekat je projektovan u duhu navedenih važećih propisa kao i drugih propisa, tehničkih preporuka i standarda kojima su obuhvaćene mjere za sigurnost objekta.

Za mjere navedene zaštite se navodi:

1. Sva oprema je tipska, izradjenja od materijala otpornog na vatru, tj. od nezapaljivog materijala, čime se preventivno sprečava pojava požara.
2. Trasa kablovskog voda je odabrana na licu mjesta, pri čemu je vodjeno računa da što manje ugrožava postojeće objekte, kako je dato opisom u projektu.
3. Magistralna mreža, ogranci, koji se napajaju preko ove mreže će biti zaštićeni od kratkih spojeva i preopterećenja niskonaponskim visokoučinskim osiguračima.
4. Zaštita od atmosferskih prenapona će biti postignuta, do zadovoljavajućeg stepena, izborom tipa mreže kao i ugradnjom odvodnika prenapona odgovarajućih karakteristika.
5. Obaveza održavanja objekta u ispravnom pogonskom stanju bitno smanjuje rizik od havarija ili požara, a što se postiže redovnim godišnjim pregledom objekta i njegovim planiranim remontom, a što je u nadležnosti budućeg vlasnika objekta.

Sve naprijed navedene mjere obezbjeđuju pogonsku sigurnost objekta i svode na minimum opasnosti od mogućih havarija odnosno požara.

1.4.1. Posebne mjere zaštite od požara za DTS 10/0,4 kV 1.4.1.1 Lokacija DTS 10/0,4kV/kV; 2x1000 kVA

1.4.1.1 Lokacija DTS 10/0,4kV/kV; 2x1000 kVA

Objekat trafostanice je lociran neposredno uz pristupnu saobraćajnicu. Udaljenost trafostanice od saobraćajnice je takva da omogućava direktan pristup vatrogasnog vozila u slučaju da dođe do požara u trafostanici.

1.4.1.2. Podjela transformatorske stanice na požarne sektore

Objekat trafostanice je slobodnostojeći i čini jednu zasebnu, jedinstvenu cjelinu. Stoga je i s obzirom na njenu veličinu, sadržaj i funkciju tretiramo kao jedan zajednički požarni sektor.

1.4.1.3 Opasnost od požara

Uzroci požara u zgradi transformatorske stanice mogu biti različiti. Požar transformatorske stanice može biti uzrokovan prirodnim pojavama (udar groma), tehnološkim procesom odnosno radom

ugrađene opreme, npr. samozapaljenjem ili eksplozijom ulja u energetskom transformatoru ili gorenjem dijelova elektroopreme (sklopni aparati, kablovi s PVC izolacijom...) tokom pogona uslijed njihovog pregrijavanja ili nastanka električnog luka tokom kratkih spojeva, može biti uzrokovan nemarom, nehatom ili namjerom da se izazove šteta na građevini (eksplozija, podmetanje požara), mehaničkim djelovanjem izvana (udar vozila u građevinu) te nedostacima građevinske izrade. Transformatorska stanica je izvedena kao slobodnostojeća građevina bez drugih građevina u neposrednoj blizini pa ne postoji opasnost od prenošenja požara na susjedne objekte.

1.4.1.4. Osnovna koncepcija mjera zaštite od požara

Iz rezultata proračuna i podataka o požarnom opterećenju transformatorske stanice nijesu potrebne posebne mjere zaštite od požara.

Transformatorska stanica spada u građevine s relativno niskim požarnim opterećenjem za koje vatrootpornost upotrebljenih građevinskih materijala treba iznositi najmanje 90 minuta.

Kao potencijalni izvori za nastajanje požara mogu se identifikovati slijedeći:

- izolacije električnih kablova koje mogu biti upaljene zbog kvara na električnim postrojenjima i aparatima
- prenošenje požara sa okolnih prostora na objekat transformatorske stanice
- diverzije i potureni požari
- opasnost od nestručnog i nepažljivog manipulisanja
- dječije igre

Mjere zaštite od navedenih i drugih potencijalnih opasnosti od požara:

- u transformatorskoj stanici i na njenim priključcima odnosno odvodima moraju se koristiti samo atestirani energetske kablovi, postrojenja, uređaji i aparati. Svi električni spojevi moraju biti izvedeni propisno - čvrsto
- okolni prostor oko transformatorske stanice mora biti na dovoljnoj udaljenosti očišćen od svih gorivih materija, uključujući i nisko i visoko rastinje,
- sve ćelije transformatorske stanice moraju posjedovati odgovarajuća zabravljena vrata, a ključevi od vrata ćelija moraju se nalaziti kod lica zaduženih za manipulaciju,
- na vratima ćelija transformatorske stanice moraju se postaviti jasno uočljive oznake opasnosti od djelovanja električne struje
- svi građevinski materijali i konstrukcije koji su predviđeni za izgradnju objekta transformatorske stanice spadaju u vatrootporne materijale sa vatrootpornosti većom od 2 sata
- zbog činjenice da transformatorska stanica nema stalnu posadu na istoj se ne postavljaju sredstva i oprema za gašenje požara, zbog čega je obavezno da servisna i/ili interventna vozila budu opremljena sa najmanje dva aparata za gašenje požara na električnim instalacijama i uređajima pod naponom, sadržaja sredstava minimalno po 5 (pet) kg. Ovi aparati moraju biti punjeni plinom, održavani i čuvani propisani i ispitivani u zakonskom roku
- ugradnjom ventilacijskih vrata i žaluzina na trafo boksovima, ulaznim vratima i žaluzinom u NN i SN bloku osigurana je potrebna ventilacija za prirodno hlađenje transformatora. Na ovim otvorima se postavljaju zaštitne mreže koje sprečavaju ulaz miševa i gmizavaca, i insekata

- srednje naponski blok je fabrički proizveden i ispitan, a izveden je tako da u slučaju nastanka električnog luka, kvara dolazi do prsnuća lomljive sigurnosne membrane, tako da se time sprječava dalji porast pritiska u gasom nepropusnom kućištu sklopnog bloka
- sve manipulacije sa opremom transformatorske stanice moraju se povjeravati samo licima koja su stručno osposobljena, upoznata sa opasnostima pri radu, koja su fizički i duševno sposobna za vršenje tih poslova i koja su ovlaštena od vlasnika transformatorske stanice
- svi radnici koji vrše manipulacije sa opremom transformatorske stanice moraju biti upoznati sa pravilnom upotrebom opreme i sredstava za gašenje požara, načinom intervencije u slučaju pojave požara i moraju imati položen poseban ispit za rukovanje zapaljivim tekućinama u prometu.

Kućište građevine je izgrađeno od vatrootpornih i negorivih materijala (betonski zidovi, pod i krov, te metalna vrata, žaluzine).

Fasadni zidovi su od armiranog betona debljine 8 cm, pokrivna ploča je izrađena od armiranog betona debljine između 6 i 11 mm, a podna ploča i temeljna kada su izrađeni od armiranog betona debljine između 8 i 10 mm. Navedeni materijali imaju vatrootpornost u trajanju od najmanje 2 sata.

Prema prethodno iznijetim podacima dokazano je da je konstrukcija vanjskih i pregradnih zidova, pokrivnih ploča i ostalih građevinskih elemenata zadovoljavaju zahtjevima na vatrootpornost u najmanjem trajanju od 90 minuta.

Ostale mjere zaštite od požara koje su osigurane projektnim rješenjem i karakteristikama ugrađene opreme.

Bravarija (vrata i zidni otvori za hlađenje) je izrađena od eloksiranog aluminija i nezapaljiva je. Isto tako, kućišta i nosači elektroopreme te poklopci kablovskih kanala su izrađeni od slabo gorivih materijala.

Iznutra se vrata TS otvaraju prema van bez upotrebe ključa.

Kako je snaga transformatora manja od 1500 kVA, dovoljno je osigurati ograđen prostor dovoljne zapremine ispod transformatora, bez upotrebe čelične rešetke i sloja pijeska.

S obzirom da je zgrada transformatorske stanice smještena neposredno uz pristupnu saobraćajnicu i u ravni s istom, omogućen je pristup vatrogasnog vozila zgradi.

Odvod nastalog dima i toplote iz prostora transformatorske stanice u slučaju nastanka požara je omogućen kroz otvore na vratima za ulaz u prostor SN i NN sklopnih blokova i u trafokomoru, te kroz otvore za ventilaciju izvedene ispod stropa kućišta transformatorske stanice.

1.4.2 ZAŠTITA OD VODE I PRAŠINE

U sklopu transformatorske stanice su ugrađeni visokonaponski i niskonaponski sklopni blokovi potpuno zatvorene izvedbe tako da je mogućnost dodira dijelova pod naponom gotovo isključena. Step en zaštite je IP20. Instaliranjem ovih sklopova nivo ove zaštite nije narušen, odnosno isti zadovoljava mjestu ugradnje.

1.4.3 ZAŠTITA OD ATMOSFERSKOG PRAŽNJENJA

Za zaštitu od atmosferskih prenapona predviđeno je uzemljenjem betonske armature montažnih blokova. Zasebna gromobranska instalacije u DTS nije predviđena jer za to ne postoji tehničko niti ekonomsko opravdanje, iz razloga što:

- u DTS ne borave ljudi;
- DTS je male visine i površine, pa je vjerojatnoća direktnog udara groma zanemarljivo mala, što potvrđuje višedecenijska praksa i izvršeni proračun iza ove objekte.

1.5 TEHNIČKI USLOVI ZA REALIZACIJU PROJEKTA

Projektovani objekat se mora izvesti u skladu sa odredbama Zakona o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Službeni list CG", br. 64/2017, 44/2018 i 63/2018, 11/2019, 82/2020), kao i u duhu tehničkih propisa, standarda i preporuka, prema kojima je i rađen projekat.

Investitor je dužan, po prijemu projekta, organizovati tehničku kontrolu (reviziju) projekta i to preko stručne komisije, ili organizacije koja ispunjava uslove za djelatnost revizije predmetne projektne dokumentacije.

Investitor je dužan, prije početka izvođenja radova, obezbijediti katastre postojećih i projektovanih podzemnih instalacija duž trase napojnog voda, da bi izvođač bio upoznat sa eventualnim približavanjima, paralelnim vođenjima, ili ukrštanjima projektovanog napojnog voda sa nekom od postojećih ili projektovanih podzemnih instalacija. Izvođač i nadzorni organ (po potrebi i projektant) treba da, u takvom slučaju, provjere mogućnost rješenja u skladu sa principijelnim rješenjima iz projekta. Investitor takođe mora obezbijediti potrebne saglasnosti, kao i odobrenje za izvođenje radova.

Investitor je dužan organizovati stručni nadzor nad izvođenjem radova, imenovanjem nadzornog organa, odnosno angažovanjem ovlaštene organizacije. Sve izmjene i dopune projektnog rješenja moraju biti prethodno odobrene od nadzornog organa, kao predstavnika investitora.

Izvođač je dužan, prije početka radova, provjeriti projekat i ako nađe da su potrebne ili nužne izvjesne izmjene ili odstupanja, kako u pogledu samog rješenja, tako i u pogledu predviđene opreme i materijala, mora o tome obavjestiti investitora i pribaviti njegovu pismenu saglasnost.

Projektovani napojni vod mora biti izveden bez korišćenja kablovskih spojnica ukoliko to omogućava dužina trase.

Ugrađivanje pojedinih elemenata izvesti prema "Tehničkom opisu" i "Predmjeru radova", priloženim crtežima, kao i upustvima proizvođača. Sva oprema i materijal koji se ugrađuju moraju odgovarati standardima (JUS) za odnosnu vrstu opreme, odnosno materijala.

Pri izvođenju radova izvođač je dužan voditi računa da ne izazove oštećenja drugih podzemnih instalacija i ostalih objekata. Izvođač je dužan uskladiti svoje radove sa ostalim radovima na izgradnji predmetnog objekta, kako bi se izbjegli nepotrebni troškovi.

Za ispravnost radova izvođač garantuje najmanje dvije godine od dana predaje objekta investitoru. Sva oštećenja koja bi se pojavila u tom periodu, zbog nesolidne izrade ili lošeg materijala, izvođač je dužan otkloniti bez naknade. Oprema koju izvođač samo montira, a ne proizvodi, ima garantni rok prema garantnom listu proizvođača.

Izvođač je dužan izvršiti ispitivanje i puštanje u rad izvedene instalacije osvetljenja. U tu svrhu je dužan obezbijediti potrebnu radnu snagu i alat.

Po završenoj izgradnji objekta, što podrazumijeva i dobijanje pozitivnih izvještaja stručnih nalaza, stručni nadzor je u obavezi da sačini izvještaj za svaku fazu gradnje objekta, kao i konačan izvještaj o izvršenom stručnom nadzoru. Stručni nadzor dužan je da u konačnom izvještaju o izvršenom stručnom nadzoru, navede tačne konstatacije o izvedenim radovima na građenju objekta i da pisanu izjavu da je objekat građen u skladu sa revidovanim glavnim projektom izmjene i dopune odnosno izgrađen u skladu sa revidovanim projektom izvedenog stanja, zakonom i drugim propisima odnosno izjavu da je objekat podoban za upotrebu i da se može namjenski koristiti. Konačan izvještaj potrebno je da sadrži i elaborat originalnih terenskih podataka izvedenog stanja ovjeren od strane licencirane geodetske organizacije.

Da bi se investitoru izdala upotrebna dozvola izvedenog objekta, potrebno je da u roku od 15 dana od prijema konačnog izvještaja stručnog nadzora podnese zahtijev za upis u katastar nepokretnosti, te tek nakon upisa u katastar investitor može početi da upotrebljava objekat.

Investitor, odnosno organizacija na koju se prenosi održavanje izvedenog objekta, dužni su trajno čuvati po jedan kompletan primjerak projekta. U slučaju da pri izvođenju radova dođe do bilo kakvih odstupanja od projektnih rješenja, investitor je dužan da preko izvođača obezbijedi projekat izvedenog stanja. Ukoliko pri izvođenju objekta ne dođe do odstupanja od projektnog rešenja, stručni nadzor je dužan da potpiše izjavu da je objekat urađen u skladu sa revidovanim glavnim projektom, da je izgrađen u skladu sa u skladu sa važećim Zakonom i drugim propisima, tehničkim normativima, standardima, normama kvaliteta i pravilima struke koja važe za ovu vrstu objekata, samim tim da je objekat spreman za upotrebu.

Tehnički uslovi za realizaciju projekta su sastavni dio projekta i usvajanjem projekta postaju obavezni i za investitora i za izvođača.

1.6. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETA

1. Opšte napomene o pregledu i ispitivanjima sredstava za rad i uslova radne sredine

Instalacioni materijal i oprema, koji se koristi za izvođenje ove vrste instalacija, mora odgovarati standardima. Materijali koji ne odgovaraju JUS standardima ili strožijim ne smiju se koristiti. Pri donošenju materijala na gradilište, a prije montaže, potrebno je izvršiti pregled materijala od strane stručnog nadzora i napraviti zapisnik. Sve radove treba izvesti kvalitetno i sa stručnom random snagom.

Ugrađivanje pojedinih elemenata izvesti prema "Tehničkom opisu" i "Predmjeru radova", priloženim crtežima, kao i uputstvima proizvođača. Sva oprema i materijal koji se ugrađuju moraju odgovarati standardima (JUS) za odnosnu vrstu opreme, odnosno materijala.

Za ispravnost radova izvođač garantuje najmanje dvije godine od dana predaje objekta investitoru. Sva oštećenja koja bi se pojavila u tom periodu, zbog nesolidne izrade ili lošeg materijala, izvođač je dužan otkloniti bez naknade. Oprema koju izvođač samo montira, a ne proizvodi, ima garantni rok prema garantnom listu proizvođača.

Izvođač je dužan izvršiti ispitivanje i puštanje u rad izvedene instalacije osvjetljenja. U tu svrhu je dužan obezbijediti potrebnu radnu snagu i alat.

2. Pregledi i ispitivanja električnih instalacija

Periodični pregledi i ispitivanja elektro instalacija vrše se :

- prije puštanja u rad,
- nakon rekonstrukcije ili adaptacije,
- nakon prestanka korišćenja u trajanju duže od šest mjeseci i
- u roku od 36 mjeseci od prethodnog pregleda i ispitivanja.

Pregledi i ispitivanja elektro instalacija vrše se u cilju dokazivanja da je instalacija izrađena po projektu, u skladu sa propisima iz zaštite na radu, standardima i drugim propisima.

Ispitivanje otpora uzemljenja je obavezno, i to prije puštanja u rad trafostanice. Iako se objekat izvede u potpunosti u skladu sa Glavnim projektom, može se desiti da izmjerene vrijednosti otpora uzemljenja ne zadovoljavaju propisom definisane vrijednosti. U tom slučaju, neophodno je izraditi dodatna rešenja kako bi se te izmjerene vrijednosti dovele u opseg dozvoljenih vrijednosti.

3. Popis primjenjenih tehničkih propisa i standard

Pregled i ispitivanja izvršiti u skladu sa zahtjevima:

- Zakona o zaštiti i zdravlju na radu ("Sl. list CG" br. 34/2014 i br. 44/2018)
- Pravilnika o zaštitnim mjerama protiv opasnosti od električne struje u radnim prostorijama i na gradilištima ("Sl. list SRCG" br. 6/86 i br. 16/86)
- Pravilnika o postupku i rokovima za vršenje periodičnih pregleda i ispitivanja sredstava za rad
- Sredstava i opreme lične zaštite na radu i uslova radne sredine ("Sl. list RCG" br. 71/05)
- Jugoslovenskog standarda JUS N.B2.730
- Uputstvima proizvođača.

1.7 PROBNI RAD TRAFOSTANICE

U skladu sa Članom 105. Zakona o planiranju prostora i izgradnji objekta ("Sl. list CG", br. 64/2017, 44/2018 i 63/2018, 11/2019, 82/2020) za objekat trafostanice TS „SAJ” 10/0.4kV 2x1000kVA sa uklapanjem u VN mrežu, potrebno je definisati uslove i vrijeme trajanja probnog rada.

Nakon završetka radova na predmetnom objektu neophodno je pristupiti probnom radu i funkcionalnom ispitivanju opreme koja je ugrađena u objektu radi utvrđivanja kvaliteta opreme i izvedenih radova.

Rješenje o probnom radu izdaje nadležni elektroenergetski inspektor.

Ovim glavnim projektom izmjene i dopune za TS „SAJ” 10/0.4kV 2x1000kVA sa uklapanjem u VN mrežu, NE predviđa se probni rad.

2. TEHNIČKI OPIS - SREDNJENAPONSKA 10kV KABLOVSKA MREŽA

2.1 Uvodne napomene

Ovim dijelom projekta je obrađen način priključenja trafostanice TS "SAJ" 10/0,4kV, 2x1000 kVA u postojeću 10kV infrastrukturu.

Uklapanje trafostanice u postojeću 10kV infrastrukturu je projektovano na način što je predviđeno polaganje novog 10kV kabla od TS "Autokamp" do TS "SAJ".

Projektom je predstavljena trasa na čijem su pravcu predviđene tri nove šahte. Polaganje novog 10kV kabla od TS "Autokamp" do TS "SAJ" je projektovano na kat. Parcelama br 1204/1, 1189/1, 1196, 1198, 1199, 1187 i 1186, KO Podgorica II, PUP Podgorica, Opština Podgorica. Uklapanje TS „SAJ“ u vezu sa već položenim kablovima od TS „Laković“ je projektovano na kat parceli 1204/1.

Takođe je projektom obrađen I način tretiranja postojećih 10kV kablova iz TS "Laković" na sledeći način:

- postojeći kabal TS Laković -TS Autokamp se prekida i uvlači u novu TS SAJ, a sa strane TS Laković
- TS "Laković" - TS "Masline 7" - postojeća veza se zadržava sa postojećom spojnicom i fizički se trasa izmjesti u dijelu prolaza pored TS "SAJ"

a sve u dijelu parcele kompleksa.

Sam objekat trafostanice se planira na lokaciji predmetne parcele kat br 1204/1 u neposrednoj blizini administrativnog objekta. Trafostanica se izvodi kao zaseban slobodnostojeći objekat na nivou terena u skladu sa situacijom (list broj 1).

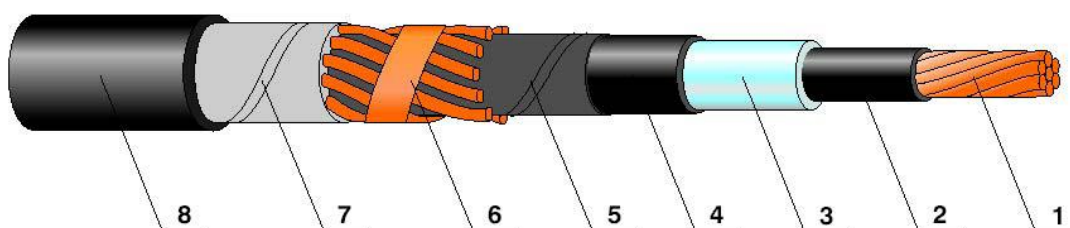
Svi izvodi se izvode kablom tipa XHE 49-A, 3x (1x 240mm²), 12/20kV.

2.2 Tehnički izvještaj

Naziv objekta	10kV kablovi za priključenje na mrežu trafostanice TS „SAJ“	
Nazivi napon	10kV (12/20kV)	
Tip kabla	XHE 49-A, 3x (1x 240mm ²), 12/20kV	
Trasa kabla	na kat. Parcelama br 1204/1, 1189/1, 1196, 1198, 1199, 1187 i 1186, KO Podgorica II, PUP Podgorica, Opština Podgorica	
Dužina trase kabla	310m	
Dužina kabla	XHE 49-A 1x240mm ² , 12/20kV	1000m
Kablovski pribor	Kablovska spojnica za 10kV kabal TRAJ-24/1x120-240-3SB, za presjeke 120 – 240mm ² proizvođača Raychem ili ekvivalent	kom 3
	Kablovske završnice za 10kV kabal tipa POLT-24D/1XI-ML-4-13 proizvođača Raychem ili ekvivalent	set 3.00
	Univerzalni T adapter za 10kV kabal tipa RICS-5143 za presjek provodnika do 240– 300mm ² proizvođača Raychem ili ekvivalent	set 3.00
	kablovske mase za zaptivanje prodora kablova kroz zid trafostanice tip RDSS proizvod Raychem ili ekvivalent.	kom 3.00

2.3 Tehničke karakteristike kabla NA2XS(F)2Y (XHE 49-A)

-Tip kabla	XHE 49-A 1x240mm ²
-Nazivni napon:	12/20 kV
-Dozvoljeno strujno opterećenje kabla, pri toplinskom otporu tla 1K m/W	480 A
-Nazivni presjek provodnika	240mm ²
-Spoljašnji prečnik kabla	37 mm
-Najmanji poluprečnik savijanja kabla	550mm
-induktivni otpor po fazi	$x = 0,088\Omega/\text{km}$
-omski otpor po fazi	$r = 0,125\Omega/\text{km}$
-Težina kabla	1600 kg/km



1	PROVODNIK	Uže od mekog ožarenog aluminijuma
2	EKRAN PROVODNIKA	Poluprovodljivi sloj na provodniku
3	IZOLACIJA	XLPE, izolacija od umreženog polietilena
4	EKRAN IZOLACIJE	Poluprovodljivi sloj oko izolacije
5	SEPARATOR	Lako bubreća provodna traka
6	ELEKTRIČNA ZAŠTITA/EKRAN	Električna zaštita od bakarnih žica
7	SEPARATOR	Lako bubreća provodna traka
8	VANJSKI PLAŠT	PVC masa

Umreženi polietilen (UPET) je jedan od najboljih materijala za energetske kablove. Njegove glavne osobine su dobre električne, mehaničke i toplotne karakteristike. Umreženi polietilen se dobija hemijskim umrežavanjem (vulkanizacijom) visokomolekularnog polietilena uz dodatak peroksida. Umrežavanjem se formira posebna molekularna struktura koja obezbeđuje ovom polietilenu visoku termičku klasu.

Dozvoljena radna temperatura energetskih kablova sa izolacijom od umreženog polietilena je 90°C, a pri kratkim preopterećenjima i do 130°C za vreme trajanja od 100h godišnje, bez uticaja na vek trajanja kablova. Maksimalno dozvoljena temperatura u kratkom spoju iznosi 250°C.

Dielektrične osobine umreženog polietilena daju mogućnost da se ova vrsta izolacionog materijala može primeniti za visoke napone. Njegova dielektrična čvrstoća dostiže 22 kV/mm na radnoj temperaturi. Faktor dielektričnih gubitaka je mali i sa promenom temperature skoro stalan. Relativna dielektrična konstanta je mala.

Zahvaljujući umrežavanju molekula, umreženi polietilen ima veliku otpornost prema hemijskim agensima u odnosu na druge termoplastične mase. Otpornost na niskim temperaturama kreće se do -70°C, a upijanje vode je neznatno.

Kablovi sa ovom vrstom izolacije primenjuju se u elektroenergetskim mrežama i razvodnim postrojenjima niskog, srednjeg i visokog napona. Oblast primene kablova sa izolacijom od umreženog polietilena veoma je široka, a kao najglavnije navodimo sledeće:

- Distributivne i industrijske mreže
- Hidro i termo centrale
- Razvodna postrojenja

2.3.1 Karakteristike kabla XHE 49-A , 12/20 kV

Nazivni presjek provodnika	Nazivni presjek el.zaštite	Debljina izolacije	Debljina plašta	Spoljni presjek aproks.	Težina kabla sa Cu provod.	Težina kabla sa AL provod
mm ²	mm ²	mm	mm	mm	kg / km	kg / km
150	25	5,5	2,2	35	2.335	1.380
240	25	5,5	2,2	39	3.310	1.790

Nazivni presjek provodnika	Električna otpornost provodnika na 20°C (DC)		Električna otpornost provodnika na 90°C (AC)		Kapacitivnost	Struja punjenja (po fazi)	Trougao induktiv	u ravni	
mm ²	Cu Ω/km	AL Ω/km	Cu Ω/km	AL Ω/km	μF/km	A/km	mH/km	mH/km	mH/km
150	0,1240	0,2060	0,1600	0,2650	0,236	0,89	0,373	0,590	0,511
240	0,0754	0,1250	0,0988	0,1620	0,417	0,79	0,312	0,540	0,451





2.3.2 Dozvoljeno strujno opterećenje kablova

Strujno opterećenje kablova je potrebno tako ograničiti, da se sva količina toplote razvijena u provodnicima kabla može slobodno prenijeti u okolni prostor. Odvođenje toplote zavisi od unutrašnjeg toplotnog otpora između provodnika i vanjske površine kabla i toplotnog otpora okoline. Unutrašnji toplotni otpor je određen konstrukcijom kabla i svojstvom ugrađenog materijala i praktično je nepromjenjiv za određeni tip kabla.

Proračun strujnog opterećenja izvršen je u skladu s IEC 60287 za 100%-tno opterećenje kablova, a na osnovi slijedećih podataka:

- dubina polaganja u zemlju: 70 cm
- specifični toplotni otpor zemlje: 1°K m/W
- specifični toplotni otpor PVC izolacije i plašta: 6°K m/W
- specifični toplotni otpor XLPE izolacije: $3,5^{\circ}\text{K m/W}$
- temperatura zemlje: 20°C
- temperatura okoline : 30°C

U narednoj tabeli tabelarno su prikazana dozvoljena strujna opterećenja za predviđeni tip kabla prema podacima proizvođača FKJ i Elka:

STRUJNO OPTEREĆENJE 10 KV KABLA (A)				
NAZIVNI PRESJEK PROVODNIKA	ALUMINIJSKI PROVODNIK			
				
mm ²	u zemlji	u zemlji	u vazduhu	u vazduhu
150 - FKJ	350	333	421	374
150 - ELKA	355	335	420	380
240 - FKJ	452	437	573	499
240 - ELKA	466	455	525	505

2.3.3 Isporučka transport i lagerovanje

Kablovi se isporučuju na drvenim ili čeličnim kalemovima prema standardu JUS N.C0.505. Rastojanje od poslednjeg sloja kablova do ivice kalema treba da iznosi $(1.5-2) D$ (D -spoljni prečnik kablova), ali ne smije da bude manji od 50 mm.

Krajevi kablova moraju biti zatvoreni na odgovarajući način, kako bi se spriječilo prodiranje vlage ili vode u kabal. Ovo naročito važi za kablove koji stoje napolju, na slobodnom prostoru. Zaptivke treba odstraniti tek pri montaži kablova. Generalno bi trebalo izbegavati lagerovanje na otvorenom prostoru naročito u dužem periodu. Kablovi su tako izloženi dejstvu atmosferilija, direktnom sunčevom zračenju, koje kod kablova koji nisu predviđeni za takve uslove rada, može da izazove

prevrijemeno starenje plašta što u eksploataciji ili pri polaganju može dovesti do njegovog oštećenja i time ugrožavanja životnog vijeka naročito sredjenaponskih kablova. Kod dužeg lagerovanja treba kalem sa kablom postaviti na čvrstu podlogu, da ne bi došlo do slijeganja i upadanja kalema i njegovog truljenja. Preporučuje se kod dužeg lagerovanja povremeno, bar jednom u par mjeseci, okrenuti kalem za 1800 tako da donji slojevi kabla budu tada okrenuti nagore vodeći računa o dozvoljenom smjeru kotrljanja. Time se sprečava opuštanje i konstantan pritisak na donje slojeve kabla ali i kalema.

Kabal se transportuje odgovarajućim prevoznim sredstvima, pri čemu osa kalema mora ležati vodoravno. Kalemi se ne smiju pomjerati u toku vožnje. Utovar i istovar kalema se mora izvesti tako da ne dođe do oštećenja kabla ili kalema i može se obaviti pomoću kranova, dizalica, viljuškara ili pomoćnih rampi. U nedostatku takvih sredstava mogu se koristiti i odgovarajući nosači ili debele drvene daske, pri čemu nagib istih ne sme biti veći od 1:4. Izbor dasaka odnosno nosača se vrši prema veličini opterećenja.

Transport kalema do mesta polaganja najbolje je obaviti pomoću kablovske prikolice, jer omogućuju utovar kalema iz bilo kojeg položaja u odnosu na prikolicu i polaganje kabla u rov direktno sa prikolice.

Kalemi sa kablom smiju se na kratkim relacijama kotrljati pod uslovom da je tlo po kome se kalem kotrlja čvrsto i ravno. Pri tome treba obratiti pažnju na dozvoljeni smjer kotrljanja označen strelicom na stranicama kalema i na učvršćenje krajeva kabla. Trebalo bi izbjegavati kotrljanje na dionicama dužim od 50 m.

2.3.4 Uslovi polaganja

2.3.4.1 Temperature polaganja

Minimalna temperatura polaganja je :

- +5 °C za kablove sa PVC izolacijom i plaštom
- +5 °C za kablove sa XPE izolacijom i PVC plaštom
- -15 °C za kablove sa XPE izolacijom i PE plaštom

Ako su kablovi bili najviše tri sata pre polaganja na nešto nižoj temperaturi, ali ne nižoj od -2°C za kablove sa PVC plaštom, odnosno -25 °C za kablove sa PE plaštom, mogu se polagati bez dodatnog grijanja. U suprotnom kabal treba da se prije polaganja zagrije držanjem u toploj prostoriji ili grijanjem odgovarajućim grijnim tijelima postavljenim na odgovarajućem rastojanju od kabla. Kalem pri tome treba povrijemeno okretati i voditi računa o tome da i najniži slojevi kabla na kalemu budu dovoljno zagrijani. Kabal se može grijati i električnom strujom gustine oko 1A/mm² uz kontrolu temperature na plaštu kabla. Razlika temperature plašta i spoljnog ambijenta ne bi trebala da bude više od 30°C. Prilikom transporta zagrijanog kabla do mesta polaganja, isti treba zaštititi šatorskim krilom ili sl., a samo polaganje izvesti brižljivo i što je moguće brže kako ne bi došlo do ponovnog rashlađenja kabla.

2.3.4.2 Dozvoljene vučne sile

Za polaganje kabla vučenjem za vodič pomoću zatezne stezaljke dozvoljene su sledeće vučne sile, definisane tako da izduženje materijala vodiča ne pređe 0,2 %:

- za Cu vodiče 50 N/mm² presjeka vodiča
- za Al vodiče 30 N/mm² presjeka vodiča
- za čeličnu armaturu 100 N/mm² presjeka armature

pri čemu se uračunava presjek električne zaštite za jednožilne kablove.

Kod vučenja zateznom čarapicom dozvoljene su dole navedene vučne sile izražene u N:

- za kablove armirane čeličnim žicama 12 D2
- za kablove armirane čeličnim trakama 3 D2
- za sve ostale kablove uključujući i signalno- komandne 5 D2

gde je D - prečnik kabla u mm.

Kod vučenja cijelog snopa, odnosno sistema kablova istovrijemeno, mora se pri prenošenju sile sa vučnog užeta na kabal voditi računa o tome da se vučna sila podjednako rasporedi na pojedinačne vučne čarapice odnosno vodiče kablova.

Preporučuje se polaganje kabla vučnom čarapicom, s tim da se dio kabla koji je bio obujmljen njome naknadno obavezno odsiječe.

2.3.4.3 Minimalni poluprečnici savijanja

Kod polaganja kablova mora se strogo voditi računa o tome da poluprečnici savijanja ne budu manji od $15xD$ (D-prečnik kablova).

Preporučuje se, ipak, da, gde god je to moguće ostvariti, poluprečnici savijanja za jednožilne srednjenaponske kablove ne budu manji od $20xD$.

Kod jednokratnog savijanja, npr. ispred kablovske glave, izuzetno se mogu dozvoliti radijusi savijanja $10xD$, ako se izvrši prethodna obrada (zagrevanje kablova na 30°C) a savijanje izvodi preko šablona.

2.3.5 Načini polaganja kablova

2.3.5.1 Polaganje direktno u kablovski rov

Trasa polaganja kabla je postavljena i prikazana na situacionom planu datom u prilogu projekta u razmjeri 1:250.

Dokumentacijom je predviđeno polaganje kabla slobodno u kablovskom rovu potrebnih dimenzija, kako je to dato nacrtom u prilogu projekta. Kablovi se se polažu sa rasporedom u trouglu, koji se formira plastičnim obujmicama postavljenim na svaki dužni metar položenog kabla.

Normalna dubina ukopavanja u budućem trotoaru iznosi:

- 1,0 m za kablove do 20 kV

Dno kablovskog rova treba izravnati i očistiti od kamenja i drugih oštih materijala i predmeta i na dnu formirati posteljicu kabla debljine 0,3 m od sitnozrnastog pijeska.

Posteljicu kabla je neophodno formirati radi mehaničke zaštite kabla i iz razloga što kablovi izolovani umreženim polietilenom (tip XHP.. i XHE..), imaju višu termičku klasu, odnosno mogućnost preopterećenja, a da tada ne dođe do isušivanja okolnog zemljišta, moraju biti u odgovarajućoj posteljici.

Ukoliko pojedine dionice trase kablovskog voda budu na kamenitom tlu, imajući u vidu zavisnost strujnog opterećenja od specifičnog otpora tla koji je funkcija sadržaja vlage i strukture tla trebalo bi na tim dionicama kabal položiti na sledeći način. Na dno rova se stavi malo obične zemlje u sloju 1 do 2 cm za popunu naravnina. Zatim se polažu betonske polucijevi dužine 1,0 m odgovarajućeg prečnika, koje se međusobno spajaju betoniranjem. Osnovna funkcija ovih polucijeva je akumulacija gravitacione vode, a obezbeđuju, osim toga

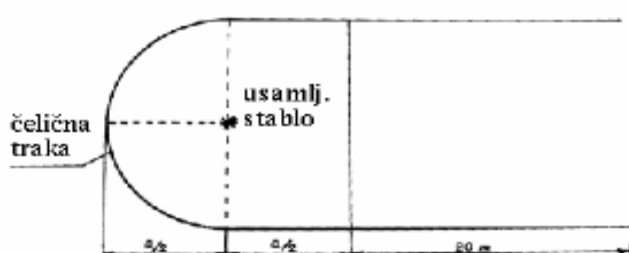
sloj malog toplotnog otpora oko kablova. Kabal se polaže takođe, po cijevi malo vijugavo kao i u prethodnom slučaju. Do visine oko 5 cm iznad završetka polucijevi nasipa se u rov krupniji granulat krečnjačkog porijekla, a iznad završetka polucijevi nasipa se u rov krupniji granulat krečnjačkog porijekla, a iznad njega se nabija sloj iskopanog tla debljine oko 25 cm.

Kada kabovska trasa prolazi kraj usamljenog stabla ili nekog neuzemljenog objekta čija je visina preko 6 m, a na rastojanju manjem od

$$\alpha = 5 \sqrt{\frac{J_g \times p_z}{2\pi E_{pz}}} \quad (\text{cm})$$

(gde je p_z – specifični otpor tla u Ωcm , E_{pz} – maksimalna probojna čvrstoća zemlje $\approx 20 \text{ kV/cm}$, J_g – struja groma u kA).

oko istog treba položiti pocinkovanu čeličnu traku kao na slici:



Traku, odnosno zaštitni vodič treba ukopati na istoj dubini na kojoj se polaže i kabal. Dodatni zaštitni vodič treba postaviti u kabalski rov isto na dubini na kojoj se polaže kabal i u sličajevima kada kabalska trasa prolazi pored ivice šume na rastojanjima manjim od vrednosti naprijed definisanoj. Dodatni zaštitni vodič se postavlja na udaljenosti oko 60 cm od kablova duž ivice šume i galvanski se spaja sa električnom zaštitom kablova i zaštitnim vodičima iznad kablova na odgovarajućim rastojanjima. Krajevi zaštitnih vodiča moraju se uzemljiti odnosno spojiti sa uzemljivačima objekata u koje se kabal uvodi.

Srednjenaponski kablovi položeni u ovakvim područjima štite se katodnim odvodnicima klase 10kA.

2.3.5.2. Postupci pri polaganju kablova

Opšte

Kablovi se polažu tako da njihove eksploatacione karakteristike ne budu ugrožene. Posebnu pažnju pri tome treba obratiti na:

- odvođenje toplote, naročito u slučajevima paralelnog vođenja i približavanja kablova stranim izvorima toplote, kod prelaska kablova kroz delove trasa različitih toplotnih vodljivosti kao i u slučajevima kad je kabal izložen direktnom dejstvu sunčevih zraka
- udarne struje kratkog spoja (naročito kod jednožilnih kablova)
- pomeranje tla (klizišta i sl.) i vibracije
- polaganje na čvrstoj, glatkoj površini, bez oštrog kamenja i eventualno stavljanje posteljice od pijeska, mršavog betona ili nekog drugog odgovarajućeg materijala
- eventualno potrebnu mehaničku zaštitu i obilježavanje trase
- zaštitu od biološkog i hemijskog dejstva u sredinama gde je to neophodno izborom kablova sa odgovarajućom otpornošću prema navedenim dejstvima

- unutrašnji prečnik uvođenica, otvora u kablovicama i cijevima kroz koje se kabal povlači i koji ne sme biti manji od $1.5D$ (D - spoljni prečnik kablova ili kablovskog snopa).

Standardne konstrukcije niskonaponskih i srednjenaponskih kablova izolovanih PVC-om i umreženim polietilenom predviđene su za direktno polaganje u zemlju, vazduh i u mirnim vodama. Za polaganje u agresivnim otpadnim vodama kao što su npr. izlivi kanalizacije u krugu hemijske industrije i sl. preporučuju se kablovi sa polietilenskim plaštovima, a kod srednjenaponskih kablova i el. zaštita od kalajisanog bakra.

Kablovi se polažu ručno ili primenom mehanizacije tj. pomoću kablovskog vozila, izvlačnih uređaja odnosno vitla vučom za vodiče ili pomoću čarapice pri čemu se mora voditi računa o dozvoljenim minimalnim prečnicima savijanja i maksimalno dozvoljenim vučnim silama kako je prethodno dato. Ručno polaganje se preporučuje samo kod kraćih trasa sa oštrim uglovima skretanja. Polaganje pomoću vozila moguće je samo na pristupačnim, pravolinijskim trasama.

Kabalski vod sačinjavaju tri jednožilna kablovska voda položena u ravni ili trouglastom snopu odnosno jedan trožilni kabal.

Snop se formira na taj način što se prilikom odmatanja kablova sa kalemova isti provlače kroz odgovarajuću matricu. Formirani snop se mora na svakih 1 do 2 m omotati samolepljivom trakom ili obuhvatiti obujmicom.

Rastojanje kod polaganja kablova u ravni iznosi 70mm (debljina cigle) u zemlji, a u vazduhu ono je jednako bar jednom prečniku kablova.

Električna zaštita i armatura kablova (ako postoji) se po pravilu uzemljuju na oba kraja. Uzemljenje samo na jednom kraju je moguće za kraće deonice pod uslovom da su predviđene neophodne mere zaštite protiv previsokog napona dodira, što se mora proveriti za svaki konkretni slučaj posebno.

Kopanje i priprema rova

Rov treba kopati onoliko pravo koliko je to moguće. Poželjno je pre kopanja markirati rov cijelom dužinom trase, kako se ne bi gubilo vrijeme tokom izvođenja radova. U toku kopanja svo kamenje ili otpad od slojeva iznad zemlje (napr. beton, asfalt, makadam i sl.) odmah se odstranjuje. Čista iskopana zemlja iz rova se ostavlja pored rova, ali na odgovarajućem rastojanju od njega kako ne bi opterećivala i obrušavala ivice rova. Dno rova pažljivo očistiti od kamenja i bili kakvih oštrih predmeta koji mogu oštetiti kabal. Dimenzije rova zavise od nazivnog napona kabla, broju i vrsti kablova u rovu. Kada se u rov postavljaju kablovice, one se moraju pažljivo poravnati.

Ako će se polaganje obaviti uz pomoć valjaka iste treba postaviti na očišćeno dno rova. Pre upotrebe valjke treba pregledati i očistiti. Površina valjaka treba da bude glatka, ne smeju imati oštrih ivica koje bi mogle oštetiti kabal.

Polaganje u rov

Kabal treba dovesti što bliže rovu, najbolje kabal - prikolicom.

Kabal se odmotava i vuče odozgo. Pri tome se kalem postavlja tako da strelica koja označava dozvoljeni smjer kotrljanja bude okrenuta u suprotnom smjeru. U svakom momentu mora biti omogućeno efikasno kočenje kalema, za šta može da posluži i najobičnija daska. Osovina koja se koristi pri odmatanju mora tijesno da naliže na rupu u kalemu i da bude dobro podmazana. Mora se spriječiti lateralno pomeranje kalema pomoću odgovarajućih graničnika sa obje strane kalema. Kalem treba da se mehanički očisti od iverica i ostalog što može uticati na neefikasnost kočenja.

Ako se kabal ne polaže uz pomoć valjaka, onda se nosi u rukama, pri čemu se radnici raspoređuju duž kablova na međusobnom rastojanju 4 do 6 m. Kod dužih trasa u tom slučaju bi radi bolje sinhronizacije posla bilo oželjno da se objezbedi dobra komunikacija napr. putem razglasa i tokivoki aparata.

Razvlačenje kablova uz pomoć mehanizacije moguće je pomoću:

- vitla koje objezbeđuje potrebnu vučnu silu sa ili bez pomoćnih valjaka
- motornih valjaka i pomoćnog vitla koje vodi početak kablova
- kombinacijom gornja dva načina za veoma teške trase ili za polaganje kablova sa malom
- dozvoljenom vučnom silom na dugačkim trasama.

Kabal vitlo mora da zadovolji sledeće zahteve:

- da postoji mogućnost fine regulacije i mjerenja vučne sile
- da može da se trenutno zaustavi u momentu prekoračenja dozvoljene vučne sile
- da se, naročito na mestima skretanja trase, kabal i vučno uže pažljivo vode preko valjaka

Između vučnog užeta i vučne stezaljke (glave) ili vučne čarapice treba da bude ugrađen antitorzioni elemenat, kako bi se sprečilo da se da se torziono naprezanje užeta prenese na kabal.

Valjci se postavljaju na rastojanjima (3 do 4) m, a ako su motorni na (20-30) m. Kod skretanja kablovske trase treba postaviti skretne (ugaone) valjke. Poželjno je na tim mestima koristiti kombinaciju horizontalnih i vertikalnih valjaka, a po mogućnosti i danser valjke koji objezbeđuju ravnomernu raspodelu opterećenja u krivini. Radijus kojim kabal prolazi na skretnoj poziciji treba da zadovolji zahteve za minimalno dozvoljeni radijus za taj kabal, uzimajući u obzir i radijalne sile kojima je kabal izložen.

Visina valjaka treba da bude što manja, kako bi bili što stabilniji.

Preporučuje se da se jedan ili više vrlo dugačkih valjaka montiranih na posebnom ramu stave između kablovskog rova i kalema radi bezbednijeg uvođenja kabla u rov.

Na dno rova se razastire posteljica debljine 10cm nakon koje se polaže kabl. Voditi računa da se kabl na svaki dužni metar poveže plastičnom obujmicom ili vezicom u snopu.

Nakon polaganja kablova izvršiti snimanje njihovog tačnog položaja radi izrade katastarske situacije. Na katastarskoj situaciji navesti sve značajnije podatke, kao što su: tip, presjek i naponski nivo kabla, namjena kabla, dužina trase i dužina samog kabla, mjesta izrade kablovske kanalizacije (sa brojem kablova), mjesta eventualnih približavanja, paralelnih vođenja i ukrštanja napojnih kablova sa drugim kablovima i ostalim podzemnim instalacijama, godinu polaganja kabla itd.

Urađena katastarska situacija se predaje investitoru i organizaciji koja će održavati izvedenu instalaciju. Nakon završenog snimanja može se pristupiti zatrpavanju kablovskih rovova.

Zatrpavanje rova kod slobodno položenih kablova se vrši prvo novim slojem pijeska debljine 20 cm, a zatim iskopom i to u slojevima od po dvadesetak santimetara, uz ručno nabijanje (JUS traži zbijenost od preko 92%). Pri zatrpavanju rova, odmah iznad drugog sloja pijeska, polaže se mehanička zaštita kabla, koju čine "gal" - štitnici, $l = 1,0$ m, ili sl. Štitnike postavljati tako da se, po dužini, međusobno preklapaju za po desetak santimetara, prekrivajući kabl u potpunosti. Preko štitnika se nasipa prvi sloj iskopa, a zatim se polaže pocinkovana čelična traka, Fe/Zn 25 x 4 mm, kao uzemljivač instalacije osvetljenja. Traka se polaže nasatice, na dubini od oko 60 cm. Nakon novog sloja iskopa, na oko 30 cm ispod gornje površine rova, polaže se traka za upozorenje da se ispod nalazi elektroenergetski niskonaponski kabl. Traka treba da je plastična, crvene boje i sa odgovarajućim natpisom. Nakon zatrpavanja rova i uklanjanja viška iskopa, postaviti oznake trase kabla. Oznake se postavljaju na mjestima promjene pravca trase, na početku i kraju kablovske kanalizacije, na mjestima približavanja, paralelnog vođenja ili ukrštanja napojnog kabla sa drugim kablovima i ostalim podzemnim instalacijama, kao i na svim onim mjestima gdje to nadzorni organ nađe da je potrebno. Oznaka trase kabla treba da je na mesinganoj pločici, ugrađenoj na nepravilnoj betonskoj kocki, ugrađenoj u podlogu terena.

Pri zatrpavanju rova potrebno je postići zbijenost od najmanje 92%, prema JUS U.B1.038.

Zaršetak kablova u vodnim čelijama u pripadajućim TS je predviđen kablovskim glavama.
 Trasu kablovskog voda i kablove u rovu obilježiti standardnim oznakama.
 Nakon zatrpavanja rovova sve regulisane površine dovesti u prvobitno stanje.

2.3.6 Ispitivanje kablova poslije polaganja

2.3.6.1 Ispitivanje nakon montaže

Posle montaže kablovske trase, a prije njenog zatrpavanja, treba izvršiti ispitivanje dielektrične čvrstoće kablovskog voda. Ispitivanje se može obaviti naizmjeničnim naponom. Visine ispitnog napona za oba slučaja date su u tabeli 1.

Nazivni napon kablova	Ispitni napon U_i (kV)			
U_0/U	naizmjenični, 50 Hz			
	$U_i = 2,5 U_0$	trajanje	$U_i = U_0$	trajanje
KV/kV	KV		KV	
12/20	30	5 minuta	12	24 h

Napon se priključuje između provodnika i električne zaštite kablova. Moguće je paralelno ispitivanje sve tri faze kablovskog voda.

2.3.6.2 Ispitivanje spoljnog plašta

Posle polaganja kablova preporučuje se i ispitivanje spoljnog plašta, naročito u područjima sa visokim izokerauničkim nivoom.

Svrha ovog ispitivanja je da se proverí ispravnost plašta, jer njegovo oštećenje može da izazove prodor vode u kabal i izazove oksidaciju električne zaštite, samim tim i povećanje redukcionog faktora kablova, a isto tako i degradaciju slabovodljivog sloja koja može dovesti do pojave površinskih pražnjenja i erozije izolacije, što vodi proboju kablova.

U područjima visokog izokerauničkog nivoa ovo ispitivanje ima za cilj da proverí i izolaciona svojstva plašta.

Preporučuje se ispitivanje plašta jednosmjernim naponom visine 5 kV u trajanju od 5 min.

Pri ispitivanju moraju biti otkaćena sva uzemljenja električne zaštite i armature kablova (ako postoji). Jedan od pokazatelja ispravnosti plašta je i preskok koji se javlja kada se neposredno posle odvajanja ispitnog uređaja, električne zaštite kratko spoje sa klemama za uzemljenje. Ukoliko do ovog preskoka ne dođe, sigurno je da dolazi do pražnjenja preko mesta kvara na spoljnjem plaštu.

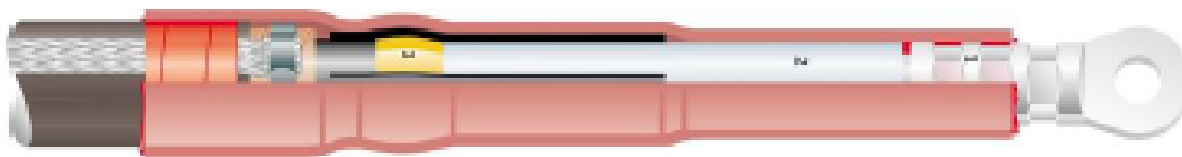
Struja odvoda kroz plašt ne sme biti veća od 0,8 mA/km.

2.4. Kablovske završnice

Na krajevima kablovskih vodova projektovane su kablovske završnice za unutrašnju montažu, POLT 24D/1XI-L16B Raychem ili ekvivalentnih karakteristika.

Montaža toplokuplajućih komponenti vrši se sa propan-butan gasnim plamenikom, koji se takodje obično koristi kod pripreme uljnog i plastičnog kabla. Pri isporuci, svi pojedinačni delovi su razvučeni do te mjere da se lako mogu navući preko pripremljenog kraja kabla. Kad se dovoljno zagriju, oni se skupe i čvrsto obuhvate kabl i zaštićuju ga od vlage, dok se istovremeno lijepak topi i popunjava sve šupljine i praznine. Raychem-ov kablovski pribor je konstruisan na sličan način kao i sam kabl, tako da može kao i on biti savijen u uzanim prostorima. Pribor može biti pušten u pogon odmah nakon završetka montaže.

Kablovske završnice postaviti u svemu prema tehničkom uputstvu proizvođača, odnosno žice električne zaštite ili pletenice za uzemljenje presaviju se preko omotača i utope u crveni lijepak za zaptivanje. Na mjestu prekida poluprovodnog sloja se omota kratka žuta traka za kontrolu el. polja. Izolaciona cijev oslojena oblogom za kontrolu el. polja i mastikom za zaptivanje vrši izolaciju i zaptivanje između kraja spoljnog omotača kabla i kablovske papučice. Pribor za bezlemno spajanje uzemljenja (u slučaju kada kabl nema el. zaštitu od Cu žica) se naručuje posebno.



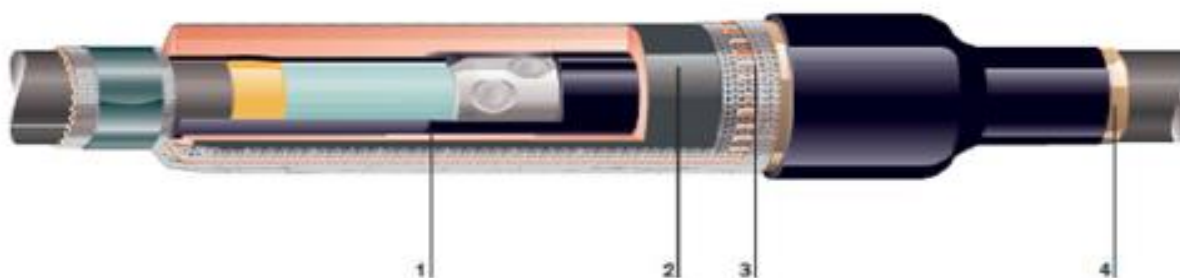
Slika 1. Kablovska završnica, Raychem

- 1 – Vodonepropusno zaptivanje
- 2 – Kompaktna i višestruka kontrola električnog polja
- 3 – Žuta traka za popunu

2.5. Kablovske spojnice

Za spajanje postojećeg kabla tipa 3x(XHE 49-A 1x240/25mm², 12/20kV) i novoprojektovanih kablova tipa 3x(XHE 49-A 1x240/25mm², 12/20kV) predviđene su toploskupljajuće kablovske spojnice 12/20kV za spajanje jednožilnih ekranizovanih kablova 12/20kV izolovanih plastičnom masom tipa POLJ 24/1x120-240 – Raychem ili ekvivalentno.

Spojница se montira tako što se na kraj ekrana nanese mastika za popunu, a kraj kabla se pokrije sa toploskupljajućom cevi za kontrolu električnog polja. Provodnici se spajaju sa čaurama sa zavrtnjima koji se isporučuju zajedno sa spojnicom. Područje spoja se pokrije krpom za kontrolu električnog polja. Toploskupljajuća cijev sa trostrukim zidom od elastomera obezbeđuje potrebnu debljinu izolacije i ekrana preko izolacije. Bakarna mrežica koja se obavije oko područja spoja obnavlja metalni ekran. Za kablove sa ekranom od žice u kompletu se isporučuje i sistem za bezlemno spajanje uzemljenja. Spoljno zaptivanje i zaštita se postiže toploskupljajućom, debelozidnom cijevi oslojenom lijepkom sa unutrašnje strane. Na kablovskim vodovima XHE 49-A projektovane su kablovske spojnice, POLJ 24/1x120-240 proizvodnje Raychem.

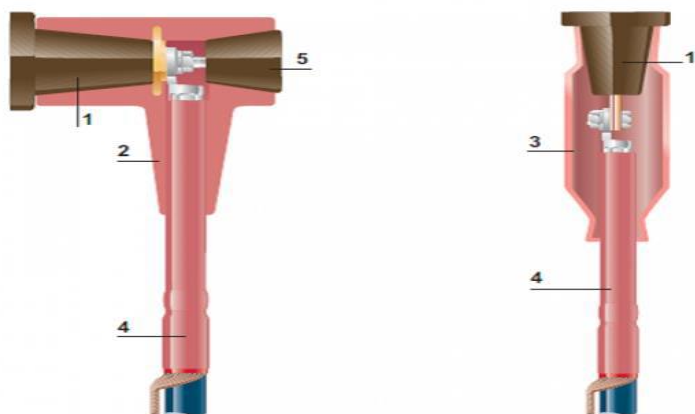


Slika 2. Kablovska spojnica, Raychem

- 1 – Kontrola električnog polja
- 2 – Izolacija i ekran
- 3 – Električna zaštita
- 4 – Spoljno zaptivanje i zaštita

2.6. T - adapteri

T - adapter RICS-5143, proizvodnje Raychem, je upotrijebljen za spajanje kablova XHE 49-A na gasom izolovana rasklopna postrojenja, sa provodnim izolatorima izrađenim prema standardu EN – 50181 tip C (1000A), do 24kV.



Slika 3. T adapter, Raychem, RICS

1 – Konus provodnog izolatora

2 – RICS adapter

3 – RCAB adapter

4 – Raychem završetak

5 – Završni čep

Izolaciono tijelo, priključni zavratanj sa navrtkom i završni čep isporučuju se kao komplet za 3 faze, zajedno sa uputstvom za upotrebu. Kablovske papučice i završetci nisu sadržani u isporuci. Za dvostruke T-veze, samo je drugi adapter izrađen posebno i sadrži priključak, izolaciono tijelo, zavrtnje za pričvršćivanje, priključni zavratanj i završni čep.

2.7 Uzemljenje kabla i kablovskog pribora

Ekran kabla i kablovske završnice treba obavezno uzemljiti vezujući je za uzemljivač postavljen u isti rov i to na sledeći način:

Žice električne zaštite ili pletenice za uzemljenje presaviju se preko omotača i utope u crveni lepak za zapitivanje i zaleme se za uzemljivač. Na mjestu prekida poluprovodnog sloja se omota kratka žuta traka za kontrolu el.polja. Izolaciona cijev oslonjena oblogom za kontrolu el. polja i mastikom za zapitivanje vrši izolaciju i zapitivanje između kraja spoljnog omotača kabla i kablovske kanalizacije između kraja spoljnog omotača kabla i kablovske papučice. Kao uzemljivač će se koristiti pocinčana traka Fe-Zn 25x4 mm položena u kablovskom rovu paralelno sa kablom i povezana na uzemljenje pripadajućih trafostanica.

Izvesti uzemljenje kablovske završnice, odvodnika prenapona 12kV i nosača, pomoću užeta $\varnothing 16\text{mm}$ vezom na traku za uzemljenje Na oba kraja kablovskog priključka treba obavezno na kratko spojiti električne zaštite kablova i uzemljiti ih.

2.8 Obilježavanje kabla i trase kabla

○ Olovne obujmice

Kabal se u rovu obilježava olovnim obujmicama na kojima je utisnut tip, presjek, napon, godina polaganja i broj kablovskog voda. Obujmice se postavljaju na svakih 40 m u pravoj liniji, a na mjestima skretanja kabla na 5 m u oba pravca skretanja.

Ove obujmice se postavljaju i na:

- ulazu i izlazu iz kablovske kanalizacije,
- na mjestima gdje se kablovski vod ukršta sa drugim podzemnim instalacijama,
- na ulazu u kablovsku spojnicu, s tim što treba staviti i godinu montaže spojnice,
- na svim ostalim mjestima gdje nadzorni organ smatra da je to potrebno.

○ Kablovske tablice

Na kraju kablovskog voda u pripadajućoj TS (na vodna polja) treba postaviti kablovsku tablicu sa naznakom tipa, presjeka i napona kabla i sa imenom objekta na kome se nalazi drugi kraj kabla.

○ Oznake na površini zemlje

Trasu kabla treba obilježiti oznakama za neregulisni teren, tj. betonskim kockama sa utisnutom mesinganom pločicom, kao što je to dato na crtežima u grafičkim priložima.

Betonske kocke se polažu u osi kablovskog rova na rastojanju od 50 m u pravoj liniji, na mjestima skretanja trase kabla i na mjestima ukrštanja sa drugim vrstama podzemnih instalacija.

○ Geodetsko snimanje trase kabla

Trasu kabla treba geodetski snimiti od strane ovlaštenog geometra ili ovlaštene geodetske kuće. Kabal se snima na posteljici od pijeska, prije nasipanja drugog sloja. Investitoru se predaje digitalna forma snimka (DWG –format), kao i štampana verzija koju je potrebno dostaviti investitoru i nadležnoj Elektrodistribuciji radi ažuriranja podataka u katastru podzemnih instalacija.

2.9 Ukrštanje kabla sa saobraćajnicama i drugim objektima

Na mjestima ukrštanja kabla sa saobraćajnicom kabal se polaže u PVC cijev \varnothing 110mm, standardne dužine 6m, na dubini 1m. U rovu treba položiti dvije/četiri ili više cijevi, pri čemu se kroz pojedinačnu cijev provlači po jedan kablovski snop, dok preostale služe za rezervu.

Prilikom ukrštanja energetskih i telekomunikacionih kablova potrebno je pridržavati se sledećeg:

- paralelno vođenje energetskog i telekomunikacionog kabla moguće je na međusobnom razmaku od najmanje 0,5m;
- ukrštanje se vrši na razmaku od najmanje 0,5m, pri čemu ugao ukrštanja treba da bude između 30° i 90° , pri čemu energetski kabal treba da bude ispod telekomunikacionog;
- ukoliko se traženi razmaci ne mogu postići energetski kabal se plaže kroz zaštitnu cijev, i tada razmak može da bude najmanje 0,3m.

Prilikom ukrštanja energetskih kablova sa cijevima vodovoda i kanalizacije, potrebno je da:

- horizontalni razmak između vodovodne ili kanalizacione cijevi treba da bude najmanje 0,40m;
- pri ukrštanju energetski kabal može da bude položen ispod ili iznad cijevi na rastojanju od najmanje 0,30m;
- nije dozvoljeno paralelno vođenje energetskih kablova ispod vodovodnih ili kanalizacionih cijevi;
- ukoliko se ne mogu postići traženi razmaci energetski kabal treba, na mjestima ukrštanja provući kroz zaštitnu cijev.

Prilikom polaganja kablova 1kV i 10kV u isti rov između njih treba postaviti cigle na međusobnom razmaku od 1m da bi se obezbjedilo da se kablovi međusobno ne dodiruju.

Energetske kablove pored zidova i temelja zgrada treba polagati na rastojanju od najmanje 0,30 m. Ako pored zgrade postoji trotoar, onda kabal mora da bude van trotoara.

3. TEHNIČKI OPIS - TRAFOSTANICA 10/0,4 KV, 2x1000 KVA

3.1. Opšti podaci

Sekretarijat za planiranje prostora i održivi razvoj Glavni grad Podgorica na osnovu zahtjeva podnijetog od strane MUP-a izdalo je Odluku o određivanju lokacije sa elementima urbanističko tehničkih uslova za izgradnju lokalnog objekta od opšteg interesa broj 01-031/19-9448, dana 20.12.2019.god. za izgradnju trafostanice TS 10/0,4kV 2x1000 kVA 10kV kablovskih vodova za uklapanje trafostanice u 10kV mrežu u zahvatu PUP-a Podgorica (koji je važeći i nalazi se u registru planske dokumentacije MORT-a).

Predmet projektne dokumentacije je distributivna trafostanica TS 10/0,4kV 2x1000kVA sa dva transformatora instalisane snage 1000kVA, SF6 gasom izolovanim srednjenaponskim sklopnim blokom sa tri vodne, dvije trafo i jednom mjernom ćelijom, i sa dva niskonaponska bloka sa po 8 osiguračkih letvi od kojih je jedan blok opremljen i izvodom za javnu rasvjetu. Projektovano je da se predmetna oprema smjesti u AB kućicu sa unutrašnjim opsluživanjem, što je u skladu sa preporukom TP-1b za ovu vrstu objekata.

Sam objekat trafostanice se planira na lokaciji predmetne parcele kat br 1204/1 u neposrednoj blizini administrativnog objekta. Trafostanica se izvodi kao zaseban slobodnostojeći objekat na nivou terena u skladu sa situacijom (list broj 1).

Mjerenje potrošnje električne energije na prostoru kompleksa je projektovano da se obračunava mjernom ćelijom, na 10kV naponu.

Svi izvodi se izvode kablom tipa XHE 49-A, 3x (1x 240mm²), 12/20kV.

Trafostanica se izvodi kao zaseban slobodnostojeći objekat.

3.2. Građevinski dio

Opšte napomene

Projektovana građevina je tipska kompaktna betonska transformatorska stanica 10/0,42kV, 2x1000kVA, sastavljena od prefabrikovanih AB elemenata. Građevinski projekat dostavlja isporučioć kućice.

Predviđena je za ugradnju transformatora maksimalne snage do 2x1000 kVA.

Sastoji se od uslovno odvojenih prostora i to:

- trafo boksova 1 i 2
- prostora za smještaj SN sklopnog bloka
- prostora za smještaj niskonaponskih sklopnih blokova NNSB-1 i NNSB-2

Prostor za smještaj transformatora (trafo boksovi 1 i 2) opremljeni su dvokrilnim vratima sa žaluzinama i fiksnom pregradom sa žaluzinom na bočnoj strani trafo boksa 1.

Prostor za smještaj SN bloka opremljen je dvokrilnim vratima sa žaluzinama.

Prostor za smještaj NNSB-1 i NNSB-2 opremljen je dvokrilnim vratima (2 komada) sa žaluzinama.

Vrata su sa žaluzinama, kao i žaluzine izrađeni su od aluminijuma, otpornog na atmosferilije.

Ispod transformatorske stanice postavljene su dvije limene posude za prihvatanje otpadnog ulja iz transformatora. Trafostanica je namijenjena za napajanje naselja, industrijskih postrojenja, sportskih objekata i sl. i trajne je namjene. Transformatorska stanica predviđena je za ugradnju na mjestu lokacije.

Konstrukcija i materijali

Transformatorska stanica je slobodnostojeća, sastavljena od gotovih tipskih betonskih elemenata koji se proizvode i montiraju u proizvodnoj hali i transportuju kao gotov proizvod do mjesta ugradnje.

Na pripremljenu podlogu vrši se betoniranje podne ploče betonom marke MB40 armirane konstruktivnom armaturom $\pm Q188$ ojačane na slobodnim rubovima šipkastom armaturom RA400/500, a u svemu prema armaturnom nacrtu.

Pripremljena podloga mora biti pravilno iznivelisana i primljena prije montaže kompaktne betonske transformatorske stanice.

Temelji KBTS su montažni, a sastoje se od podužnih AB greda povezanih međusobno poprečnim gredama što zajednički čini temeljni roštilj. Temelji se izrađuju od betona marke MB-40, armirani šipkastom armaturom RA 400/500, a prema armaturnim nacrtima.

Zidni paneli su debljine 6cm izvedeni od armiranog betona marke MB-30 u glatkoj oplati, oblika i dimenzija u svemu prema nacrtima. Zidovi se armiraju mrežastom armaturom u sredini kvaliteta MA 500/600 ojačane po rubovima šipkastom armaturom RA 400/500. U zidovima izvesti projektovane otvore i profilacije. U zidnim panelima se ugrađuju čelične pločice dimenzija 100x100x5mm, ankerisane za armaturu. Raspored je prikazan u nacrtima.

Zidni paneli se povezuju varenjem predhodno ugrađenih čeličnih pločica varovima kvaliteta I.

Po montaži zidnih AB panela i nivelaciji vrši se međusobno zavarivanje čeličnih pločica, što čini jednu kompaktnu cjelinu. Preostali dio spojeva zidnih oplata se zatvara plastičnim vodootpornim kitovima.

Krovnna konstrukcija se sastoji od savijenih nosivih čeličnih profila savijani od čeličnog lima debljine d=2mm kvalitete Č 0361 sa pokrivačem od rolovanog čeličnog lima oblika i dimenzija datim u nacrtima. Krovna konstrukcija je demontažnog karaktera, pričvršćena preko anker pločica za AB konstrukciju (zidne panele).

Projektovani materijali su savremenog trajnog karaktera (betoni marke MB 30, nosiva šipkasta armatura RA 400/500 i mrežasta armatura MA 500/560).

Objekat je slobodnostojeći projektovan za najnepovoljnije kombinacije opterećenja u najnepovoljnijim uslovima.

Proračun je urađen u skladu naših pozitivnih propisa u građevinarstvu:

- Pravilnik za beton i armirani beton BAB 87
- Pravilnik za gradnju objekata u seizmičkim područjima
- Pravilnik o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata

Izodač radova prilikom izvođenja treba da se pridržava svega navedenog u projektu, za ugrađene materijale pribavi odgovarajuću atestnu dokumentaciju i da se pridržava mjera zaštite na radu.

Unutrašnje i vanjske stijenke zidnih panela i bočni istaci su glatki beton sa završnom bojom fasadex.

3.3. Dispozicija

Transformatorska stanica je predviđena kao slobodnostojeći objekat koji se sastoji iz tri zasebne prostorije. Prostorija za smještaj srednjenaponskog postrojenja i niskonaponskog razvodnog postrojenja, i dvije prostorija za smještaj dva energetska distributivna transformatora.

Pristup razvodnom postrojenju srednjeg i niskog napona je planiran sa uže strane slobodnostojećeg objekta kroz vrata sa ugrađenim žaluzinama čime se obezbjeđuje hlađenje prostorije.

Pristup u transformatorske boksove planiran je kroz zasebna dvokrilna vrata sa ugrađenim žaluzinama čime se obezbjeđuje hlađenje prostorije predviđene za smještaj transformatora. Kako je predviđena upotreba uljnih energetskih transformatora, to će ispod svakog od transformatora biti uljna kada kapaciteta da prihvati cjelokupnu količinu ulja iz transformatora.

Uljna jama je izrađena od čeličnog lima debljine 2mm, antikorozivno zaštićena elektrostatskim nanošenjem praha („plastificiranje“) te sa spoljašnje strane zaštićena premazom na bazi bitulita koji obezbjeđuje vodonepropusnost uljne jame, sa rešetkom od vučene mreže za smještaj kamena granulacije 5-8 cm u sloju 15 cm radi sprečavanja prenošenja požara.

3.4. Elektrotehnički dio

Predmetna NDTS 10/0.4 kV je predviđena sa SN opremom, NN opremom i transformatorima snage 1000 kVA, sa karakteristikama datim u ovom projektu.

Opremu u ovom projektu NDTS 10/0.4 kV, sačinjavaju:

- transformatori snage 2x1000kVA, 10/0,4 kV
- srednjenaponsko postrojenje koji čine tri vodne, jedna mjerna i dvije trafo ćelije
- niskonaponski blok koji čini dovodno polje, polje NN razvoda i polja za kompenzaciju reaktivne snage i polje rasvjete

3.4.1 ENERGETSKI TRANSFORMATOR

U trafostanici se ugrađuje uljni transformator sledećih karakteristika:

K-ke gubitaka A0-Ck (EN 50541-1)	
Nominalna snaga	1000kVa
Nominalna frekvencija	50Hz
Mogućnost regulacije napona	+ -2x2,5%
Sprega transformatora	Dyn5
Gubici praznog hoda	770W
Gubici na 75°C	10500W
Napon kratkog spoja	4%
hlađenje	prirodno: ONAN
Max temperature ambijen	40°C
SN/NN material namotaja	Cu/Cu
sedmo-poziciona preklopka na VN strani	
Dužina	1920+-100
Širina	1020+-60
Visina	1890+100
Rastojanje među točkovima	820mm
Ukupna težina	2760kg
Težina ulja	500kg
Nivo buke	
Zvučna snaga	63db
Zvučni pritisak na 1m	54db

Oprema:

- 2 držača za podizanje
- 2 bušinga za uzemljenje na vrhu
- 1 natpisna pločica
- 4 dvosmjerna točka
- konzervator
- buholc rele
- termostata za alarm i isključenje
- regulaciona preklopka za ručnu regulaciju na strani višeg napona u beznaponskom stanju, sa sedam položaja, sa zaključavanjem, na poklopcu
- obojen standardnom bojom : prah P1, finalna boja RAL 7033
- na SN strani priključak sa tri fiksna plug in konektora, maksimalne struje 250 A, za maksimalni
- presjek kabla 95mm²
- na NN strani priključak za 4 kabla koji se mogu povezati sa V-direkt stezaljkama (detaljno opisano u daljem tekstu).
- sa kablovskom kutijom.

Hlađenje transformatora je prirodno, putem cirkulacije vazduha kroz predviđene otvore sa žaluzinama na vratima i ispod krova transformatorske stanice.

Standardi za transformator

Transformator treba da bude proizveden u skladu sa:

MEST EN 50588-1:2018 Trofazni transformatori srednjeg napona, 50Hz, najvećeg napona opreme do 36kV – 1. dio – Opšti zahtjevi

IEC/EN 60076-1 Power transformers – Part 1: General

IEC/EN 60076-2 Power transformers – Part 2: Temperature rise for liquid immersed transformers

IEC/EN 60076-3 Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air

IEC/EN 60076-4 Power transformers – Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and reactors

IEC/EN 60076-5 Power transformers – Part 5: Ability to withstand short – circuit

IEC 60076-7 Power transformers – Part 7: Loading guide for oil immersed power transformer

IEC 60076-8 Power transformers – Part 8: Application guide

IEC/EN 60076-10 Power transformer – Part 10: Determination of sound levels

IEC/EN 60296 Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear

IEC/TR 60616 Terminal and tapping markings for power transformer

EN 50386+A1 Bushings up to 1kV and from 250A to 5kA, for liquid filled transformers

EN 50180 Bushings above 1kV up to 52kV and from 250A to 3,15kA for liquid filled transformers

DIN 42551 Ventil za ispušćivanje ulja

DIN 42561 Točkovi

Uredba komisije EU br. 548/214 – Energetska učinkovitost uljnih transformatora

ISO/EN ISO 3746 Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane

Za navedene standarde postoje ekvivalentni /identični crnogorski MEST standardi:

MEST EN 60076-1:2012 Energetski transformatori - Dio 1: Opšte

MEST EN 60076-2:2012 Energetski transformatori - Dio 2: Porast temperature za transformatore izolovane tečnostima

MEST EN 60076-3:2016 Energetski transformatori – Dio 3: Step izolacije, dielektrična ispitivanja i spoljašnji vazdušni razmaci

MEST EN 60076-4:2012 Energetski transformatori – Dio 4: Uputstvo za ispitivanje atmosferskim i komutacionim udarnim impulsom energetskih transformatora i prigušnica – Energetski transformatori i prigušnice

MEST EN 60076-5:2012 Energetski transformatori – Dio 5: Izdržljivost pri kratkom spoju

MEST EN 60076-10:2017 Energetski transformatori – Dio 10: Određivanje nivoa buke

MEST EN 60296:2012 Fluidi za primjene u elektrotehnici – Nekorišćena mineralna izolaciona ulja za transformatore i razvodne aparature

MEST EN 50386:2013 Prolazni izolatori za transformatore napunjene tečnošću do 1kV i od 250A do 5kA

MEST EN 50386:2013/A1:2014

MEST EN 50180:2017 Provodni izolatori iznad 1kV do 52kV i od 250A do 3,15kA za transformatore napunjene tečnošću

MEST EN ISO 3746:2013 Akustika – Određivanje nivoa snaga i energije zvuka nastale od izvora buke uz korišćenje zvučnog pritiska – Metoda pregleda korišćenjem mjerne površine koja iznad refleksione ravni obuhvata izvor

Ostali standardi sa kojima su usklađeni transformatori:

JUS N.H1.019/87 Energetski transformatori. Označavanje stezaljki i izvoda.
(IEC 616)

JUS N.H1.005/90 Energetski transformatori. Trofazni uljni distributivni transformatori naznačenih snaga od 50 do 2500 kVA. Naznačene vrijednosti i oprema.

JUS N.H1.050/74 Energetski transformatori. Gasni rele.

JUS N.H1.551/90 Energetski transformatori. Određivanje nivoa buke transformatora i prigušnica
(IEC 551)

3.4.2 SREDNJE NAPONSKE SKLOPNE BLOK

Srednjenaponsko postrojenje 10kV se sastoji od modularnih, metalom oklopljenih, izolovanih SF6 gasom, tipski atestiranih ćelija, za unutrašnju montažu, nazivnog napona 12kV, nazivne struje 630A, podnosive struje kratkog spoja 21kA (3s). Sklopke rastavljači su izolovani gasom SF6.

Rasklopni blok je slobodnostojeći, dozidni, sa vratima sa prednje strane, tipa RM6 proizvođača "Schneider Electric" ili slični.

SN sklopni blok se sastoji od 5 ćelija, i to: 3 vodne, 1 mjerna i 2 trafo, opremljene visokonaponskim osiguračima sa udarnom iglom.

Naponi			
Nazivni napon		24kV	
Radni napon		10kV	
Nazivni kratkotrajni podnosivi napon industrijske frekvencije		25kV	
Nazivni udarni podnosivi napon		75kV	
Nazivna frekvencija		50Hz	
Podaci o kratkom spoju			
Nazivna podnosiva kratkotrajna struja Ik		25kA	
Nazivno trajanje kratkog spoja		1s	
Nazivna podnosiva vršna struja Ip		50kA	
Podaci o strujama			
Nazivna radna struja sabirnica		630A	
Dimenzije			
Visina postrojenja		1170mm	
Dubina polja (standardna)		901mm	
Samo merna je ovoliko duboka, ostale 710mm			
Ukupna širina postrojenja		3405mm	
Rastojanja od zida sa strana	≥	50mm	
Rastojanje od zida od nazad za dozidnu montažu	≥	68mm	
Širina manipulativnog prolaza			
• Preporuka za Crnu Goru (jedan niz ćelija)	≥	1200mm	

• Preporuka za nadogradnju ili zamenu ćelija	≥	1200	mm
Dubina kablovskog podruma ili kablovskog kanala (za prečnikom savijanja kabela) ≥ 600 mm			
Metalni oklop postrojenja			
Klasa odeljka		PM	
Stepen zaštite gasom izolovanih ćelija (primarni deo)		IP2X	
Stepen zaštite posude sa gasom		IP	67
Gubitak kontinuiteta u radu			
Kategorija gubitka kontinuiteta u radu: LS			
• Ćelije bez VN VU osigurača		LSC2A	

Aparature tipa RM6 su projektovane, proizvedene i ispitane u saglasnosti sa sledećim IEC standardima:

IEC 60694 Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.

Zajedničke odredbe iz standarda za visokonaponske rasklopne aparature i upravljačke aparature

IEC 60298 AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

(62271) AC metalom zaštićene rasklopne aparature za napone iznad 1 kV i do, uključujući 52 kV

IEC 60 265 High voltage switches over 1kV and below 52 kV

Visokonaponske sklopke iznad 1kV i ispod 52 kV

IEC 60129 Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches

Rastavljači naizmjenične struje i zemljospojnici

IEC 60 420 High voltage alternating current switch fuse combination

Visokonaponske sklopke naizmjenične struje u kombinaciji sa osiguračima

IEC 60056 High-voltage alternating current circuit-breakers

Srednjenaponski AC prekidači

Dovodno-odvodna ćelija

Dovodno-odvodna ćelija 10kV je slična tipu " RE- III", dimenzija(VxŠxD) 1140.5x 1217x710 mm (tri vodne ćelije), proizvodnje "Schneider Electric" ili slična. Ćelija je slobodnostojeća, izrađena od nerđajućeg čelika, zaštićena od opasnog napona dodira.

Prednja strana je opremljena slijepom šemom sa signalizacijom stanja pojedinih sklopnih aparata.

Vodna ćelija je opremljena rastavnom sklopkom sa zemljospojnikom i kapacitivnim indikatorom napona. Upravljanje rastavnom sklopkom je ručno.

U donjem dijelu ćelije se nalazi prostor za kablovske priključke, sa sigurnosnim mehanizmom koji onemogućava uključivanje rastavne sklopke kada je poklopac od kablovskog odjeljka otvoren. Gas SF6 služi i kao izolacija i kao medij za gašenje luka. Kretanjem klipa u komorama dolazi do izmjene gasa u njima prilikom svake rasklopne operacije što osigurava stalno svježi SF6 gas za gašenje luka čak i kod visoke učestalosti rasklopnih operacija. Pritisak gasa se kontroliše manometrom koji se ugrađuje na prednjoj strani sklopnog bloka, a koji je potrebno posebno specificirati kod naručivanja, jer on ne spada u standardnu opremu sklopnog bloka.

Nestanak napona signalizira se pomoću indikatora napona preko kapacitivnog djelitelja.

Mjerna ćelija

Mjerna ćelija je tipa DE - Mt, dimenzija (VxŠxD) 1174x1106x901mm, opremljena rastavnom sklopkom sa zemljospojnikom, tri VN osig-urača 6.3 A UTE ili DIN tipa.

Naponski mjerni transformatori koji se koriste u ćeliji CM su tipa VRQ2-n/S1, i to tri jednopolno izolovana transformatora primarnog napona 10000/ $\sqrt{3}$ V, a sekundarnog napona 100/ $\sqrt{3}$ V, klase tačnosti 0,5, nazivne snage 50VA sa integrisanim osiguračem 6.3A, 10kV.

Strujni mjerni transformatori koji se koriste u ćeliji su sa 1 jezgrom, 2x60/5A, klase 0,5, 10kV. Ukoliko je potrebno zamijeniti mjerne transformatore ili izvesti bilo kakve radove/prevezivanja unutar mjerne ćelije, moguće je isključenjem rastavljača u mjernoj ćeliji, taj dio postrojenja dovesti u beznaponsko stanje i normalno obaviti radove dok su izvodne ćelije sve vrijeme u funkciji i prsten se ne raskida.

Metalna struktura ćelija je otporna i na zagađenu (agresivnu) atmosferu i onemogućava pristup delovima pod naponom u slučaju kad je postrojenje u pogonu.

Opremanje ćelija, izgledi, presjeci i dimenzije dati su na priloženim crtežima.

Transformatorska ćelija

Trafo ćelija 10kV je slična tipu " DE-DD ", dimenzija (VxŠxD) 1140.5x1082x710mm, proizvodnje "Schneider Electric" ili ekvivalent. Ćelija je slobodnostojeća, izrađena od nerđajućeg čelika, zaštićena od opasnog napona dodira. Prednja strana je opremljena slijepom šemom sa signalizacijom stanja pojedinih sklopnih aparata.

Trafo ćelija je opremljena rastavnom sklopkom sa trolnim prekidačem 200A, prekidne moći 25kA, moć uključanja 62.5 kA, zemljospojnikom, kapacitivnim indikatorom napona i uređajem za isključenje sklopke u slučaju djelovanja zaštite od unutrašnjih kvarova u transformatoru. Rastavna sklopka se isključuje pri pregorijevanju jednog od osigurača i usled djelovanja zaštite od unutrašnjih kvarova u transformatoru. Upravljanje rastavnom sklopkom je ručno.

U donjem dijelu ćelije se nalazi prostor za kablovske priključke, sa sigurnosnim mehanizmom koji onemogućava uključivanje rastavne sklopke kada je poklopac od kablovskog odjeljka otvoren.

3.4.3 NISKONAPONSKO POSTROJENJE

Tehnički opis

Niskonaponsko rasklopno postrojenje (niskonaponski blok) je prefabrikovan i tipski ispitan blok predviđen za unutrašnju montažu. Izrađuje se kao slobodnostojeći panel ili ormar. Konstrukcija bloka izrađena je od dva puta dekapiranog lima debljine 2mm, zaštićenog od korozije.

Niskonaponski blok se sastoji od:

- transformatorskog (dovodnog) polja
- polja javne rasvete (samo NN blok 2)
- razvodnog polja
- polja kompenzacije

Tehničke karakteristike niskonaponskog bloka:

- | | |
|--------------------------------------|------------------|
| ▪ tip | NN-DTS 1000 |
| ▪ naznačeni napon | 400V |
| ▪ naznačena frekvencija | 50Hz |
| ▪ naznačena struja glavnih sabirnica | 1250 A |
| ▪ dimenzije Cu sabirnica | 60x10 mm |
| ▪ naznačena struja odvoda | 400 A i 630 A |
| ▪ stepen zaštite | IP 20 |
| ▪ dimenzije ŠxVxD | 1400x1700x400 mm |

Primenjeni standardi:

JUS NK5.503	Niskonaponski sklopni blokovi. Zahtevi za tipski ispitane i parcijalno ispitane sklopne blokove.
JUS NK5.012	Niskonaponske sklopke, rastavljači, rastavne sklopke i kombinacije s topljivim osiguračima. Opšti tehnički uslovi i ispitivanje.
JUS N.B2.741	Električne instalacije niskog napona Zahtevi za sigurnost. Zaštita od električnog udara.
IEC 61439-1	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies

Dovodno polje

Dovodno polje povezuje niskonaponsku stranu energetskog transformatora sa razvodnim poljem.

Elementi dovodnog polja:

- niskonaponski prekidač
- strujni mjerni transformatori
- taster za nužno-brzo isključenje transformatora
- multifunkcijski instrument za mjerenje
- utičnica

- signalizacija napona
- redne stezaljke

U dovodno polje ugrađen je kompaktni niskonaponski Tropolni zaštitni prekidač (3P), 690V, 50Hz, nazivne struje 2000A prekidne moći 66kA, $I_{cs}=100\%I_{cu}$, tip MASTERPACT MTZ2 20 H1 "Schneider Electric" + Micrologic 5.0X.

Prekidač je za fiksnu ugradnju sa vertikalnim priključcima. Opremljen je pomoćnim kontaktima i zaštitnom jedinicom.

Strujni mjerni transformatori su prenosnog odnosa 1500/5 A, klase tačnosti 0,5.

U dovodnom polju montira taster za nužno isključenje transformatora na srednjenaponskoj strani (emergency stop).

Taster je smešten na vratima polja javne rasvete u gornjem delu niskonaponskog bloka.

Dovodnom polju pripada multifunkcijski instrument montriran u gornjem delu bloka na vratima polja javne rasvete.

U dovodnom polju nalazi se i utičnica 250 V, 16 A montirana na DIN šinu.

Polje javne rasvete

Opremu polja javne rasvete čine:

- Tropolni kontaktor tipa 40A sa pomoćnim kontaktima.
- Vremenski prekidač-programabilni uklopni sat 24H/ 7 dana
- Jednopolna tropoložajna preklopka za izbor režima rada (1-0-2). Režimi rada su ručno-isključeno-automatski.
- Redne stezaljke, automatski osigurači , šina za montažu opreme i drugi pribor.

Ovom polju funkcionalno pripadaju:

- Osiguračka letva - pruga tropolna 160 A, 185 mm Fupact , tipa ISFL160,
- Redne stezaljke za priključenje izlaznih kablova, dispoziciono smešteni u polje niskonaponskog razvoda.

Razvodno polje

U polju razvoda montiraju se, na potporne izolatore minimalne visine 60 mm, bakarne sabirnice na međusobnom rastojanju 185 mm. Dimenzije sabirnica : 60 x 10 mm²

Na tako postavljene sabirnice montiraju se izolovane osiguračke letve i to:

- 8 kom. naznačene struje 400 A i 4 kom. naznačene struje 630 A
- 2 kom. naznačene struje 160 A za javnu rasvetu i kompenzaciju reaktivne energije.

Karakteristike osiguračkih letvi:

▪ standard	60947-3
▪ tip	ISFL
▪ naznačeni napon	690 V
▪ podnosiva struja kratkog spoja (1 sec.)	60 kA
▪ osni razmak sabirnica	185 mm
▪ širina	100 mm
▪ tropolno rastavljive	
▪ IP 30 sa zatvorenim nosačima osigurača	
▪ M12 ravan priključak	
▪ izrađene od negorivog materijala	

U donjem delu razvodnog polja smeštene su bakarne sabirnice neutralnog voda (N) i zaštitnog uzemljenja (PE) kao i konzola za pričvršćenje niskonaponskih kablova.

Razvodnom polju funkcionalno pripadaju i tri odvodnika prenapona za unutrašnju montažu 10kA a smešteni su u gornjem delu bloka.

Polje kompenzacije

Za kompenzaciju reaktivne snage transformatora koristi se kondenzatorska baterija od 2x20kVAr. Baterije su smeštene u donjem djelu bloka pored letvi. Baterija je trofazna 3x400 V, 50 Hz.

Polje kompenzacije se sastoji od:

- Kondenzatorskih baterija 2x20kVAr
- Kontaktora za upravljanje baterijama
- Prigušnica
- Rastavljača tipa ISFT 100A,3P
- Cilindričnih osigurača tipa STI, 1P
- Regulatora za upravljanje automatskom kompenzacijom
- Ventilatora sa filterom i termostatom

Polju kompenzacije pripada i tropolno rastavljiva osiguračka letva naznačene struje 160 A koja je smeštena u razvodnom polju.

Jednopolna šema

Jednopolna šema NN DTS je data u prilogu.

3.4.4 SPOJEVI NA SREDNJEM NAPONU

Veza transformatora sa 10 kV transformatorskom ćelijom se ostvaruje kablovima XHE 49-A 3x(1x70/16)mm², 10 kV, koji se polaže ispod poda objekta, pri čemu treba voditi računa da poluprečnik savijanja kabla ne bude manji od 500 mm.

Priključak 10 kV kabla na transformator se izvodi ekranizovanim ugaonim utičnim adapterom sličnim tipu RSES-5225, proizvodnje "Raychem".

Priključak 10 kV kablova transformatorskog polja za spoj na SN sklopni blok se izvodi kablovskim završetkom i T adapterom sličnim tipu RICS-5123, proizvodnje "Raychem".

Priključak 10 kV kablova vodnih polja za spoj na SN sklopni blok izvodi se odgovarajućim kablovskim završetcima i „T“ adapterima, tipa RICS proizvodnje "Raychem".

Prije puštanja u pogon potrebno je izvršiti ispitivanje kablova prema tehničkim propisima i odgovarajućim upustvima proizvođača.

Kabal XHE 49-A, koji se koristi za spoj energetskog transformatora i SN sklopnog bloka, proizvodi se kao jednožilni energetski kabal sa provodnikom od aluminijuma, izolacijom od umreženog polietilena i električnom zaštitom od bakarne žice i spiralne bakarne folije.

Ispod i iznad ekrana kablova postoji bubreća poluprovodna traka pomoću koje se postiže podužna vodonepropusnost ekrana u slučaju greške na plaštu.

Presjek kabla je odabran na taj način da može bez oštećenja podnijeti kratkotrajna termička naprezanja na mjestima ugradnje.

Kabal XHE 49-A je standardni proizvod prema JUS IEC 60502, sa izolacijom od umreženog polietilena i plaštom od PVC-a. Izabrani kabal ne predstavlja izvor opasnosti od požara jer navedeni izolacioni materijali ne podržavaju gorenje.

Osnovni tehnički podaci o izabranom 12kV kablovima:

- tip kabla	XHE 49-A
- naznačeni napon	12 kV
- dozvoljeno strujno opterećenje kablova (raspored u trougao) kod termičkog otpora tla 100°C	215A
- materijal provodnika	aluminijum
- naznačeni presjek provodnika	70 mm ²
- naznačeni presjek ekrana	16 mm ²
- vanjski prečnik kabla	42 mm
- najmanji radijus savijanja	1000 mm
- prečnik provodnika	10,3 mm
- dužina kabla na bubnju	1000 m
- izolacija termoplastični umreženi polietilen	

3.4.5 SPOJEVI NA NISKOM NAPONU

Veza transformatora sa NN blokom se ostvaruje pomoću jednožilnih kablova tipa:

- 4x P/MT 1x240mm², za fazne provodnike,
- 2x P/MT 1x240mm², za neutralni provodnik.

3.4.6 ZAŠTITA I UPRAVLJANJE

Transformator se od kratkog spoja štiti visokonaponskim visokoučinskim osiguračima, naznačene struje 63 A. Osigurač je odabran u skladu sa preporukama proizvođača opreme.

Zaštita transformatora na srednjenaponskoj strani djeluje na isključenje prekidača u transformatorskom polju. Na isključenje prekidača paralelno djeluju: zaštitni rele, termometar i taster za nužno isključenje.

Zaštitu energetskog transformatora od kratkog spoja vrši:

- zaštitni rele, ugrađen u SN prekidač,
- kratkospojni član ($I_{>>}$) zaštitnog uređaja integriranog u glavnom niskonaponskom prekidaču.

Zaštitu energetskog transformatora od preopterećenja vrši:

- prekostrujni član ($I_{>}$) zaštitnog uređaja integriranog u glavnom niskonaponskom prekidaču

Zaštita od unutrašnjih kvarova se ostvaruje pomoću Buchholz relea.

Niskonaponski izvodi se štite rastavnim osiguračima sa odgovarajućim patronama koje će biti odabrane u skladu sa opterećenjima pojedinih izvoda.

MJERENJE

Obračunsko merenje utrošene električne energije vršiće se na strani 10 kV preko posebnog mjernog ormara fabričke proizvodnje sa višefunkcijskim digitalnim brojilom tipa DMG1 u jednom kućištu koje ima funkciju mjerenja aktivne i reaktivne energije.

Za sve transformatore se predviđa po jedno elektronsko brojilo tipa DMG1 koje ima sledeće funkcije:

- dvotarifno trofazno dvosistemska indirektno brojilo aktivne energije sa pokazivačem dostignute maksimalne vrednosti srednje 15-to minutne aktivne snage za obračunski period, 100 V, 50 Hz, 5 A, klase tačnosti 1, sa kočnicom za sprečavanje hoda unazad, sa najmanje 5 cijelih mesta na brojčaniku (kom.1)
- dvotarifno trofazno dvosistemska indukciono indirektno brojilo reaktivne energije, 100 V, 50 Hz, 5 A, klase tačnosti 3, sa kočnicom za sprečavanje hoda unazad.

Mjerni ormari se smještaju u prostorije SN I NN bloka, kao što je dato na dispoziciji opreme u prilogu.

Kontrolno mjerenje utroška električne energije se vrši na NN strani. Za tu svrhu je u NN bloku ugrađen multifunkcionalni uređaj, zajedno sa strujnim transformatorima.

Kabal se na strani transformatora priključuje pomoću stopica Cu 240/12 mm na „zastavice“ trafoa, i završno zaštićuje izolacionom oblogom.

3.5 UZEMLJENJE

Uzemljenje trafostanice je izvedeno u skladu sa:

- Pravilnikom o tehničkim normativima za uzemljenja elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V (Sl. list SFRJ br.13/78 i Sl. list SRJ br.61/95) ,
- Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu NN mreža i pripadajućih trafostanica (Sl. list SFRJ br.13/78) i Pravilnikom o izmjenama i dopunama Pravilnika o tehničkim normativima za zaštitu NN mreža i pripadajućih trafostanica (Sl. list SFRJ br.37/95)
- Pravilnikom o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja (Sl. list SRJ 41/93).

Uslovi za dimenzionisanje uzemljenja prema dozvoljenim naponima dodira i koraka su određeni načinom uzemljenja neutralne tačke srednjenaponske mreže i vrstom primijenjene zemljospojne zaštite.

Uzemljenje trafostanice je izvedeno kao združeno zaštitno i radno, obzirom da postoje uslovi za združivanje.

Unutar transformatorske stanice je izvedena zaštita od previsikog napona dodira izjadrječenjem potencijala, tj. spajanjem svih metalnih djelova postrojenja (koji u normalnom pogonu nijesu pod naponom) na zaštitno uzemljenje.

Sva metalna kućišta elektro opreme su povezana preko predviđenih vijaka na zaštitnom uzemljenju. Sistem unutrašnjeg uzemljenja spojen je na trakasti uzemljivač oko kućice preko mjernog spoja ispod NN bloka. Osim toga, na sistem uzemljenja spojeni su sledeći elementi:

- sva vrata transformatorske stanice sa fleksibilnom bakarnom pletenicom naznačenog presjeka 16 mm²,
- sve kablovske glave (metalni djelovi),
- zaštitni plaštovi kablova
- profilni nosači u transformatorskoj komori,
- svi metalni djelovi konstrukcija.

Zaštitno uzemljenje je izvedeno u vidu tri prstena oko NDTs, spojena medjusobno i spojena sa temeljnim uzemljivačem objekta, kako je prikazano u prilogu.

Takodje je izvedeno povezivanje na traku za uzemljenje koja je biti položena u rov napojnih 10kV sistema uzemljenja ostalih trafostanica koje se napajaju iz iste 10 kV mreže.

Prvi prsten (izvodi se u okviru montaže kućišta NDTs) je izveden na rastojanju od 0,2met od trotoara kućice i dubini ukopavanja 0,5 met. Drugi prsten je predviđen na rastojanju 1,0met od prvog, sa dubinom ukopavanja 0,7met. Treći prsten je na 1,0met od drugog, a ukopan na 1,0 met. Povezanost metalnih masa potrebno je provjeriti mjerenjem i potvrditi odgovarajućim atestom. Nakon izvodjenja sistema uzemljenja potrebno je izvršiti kontrolna mjerenja o čemu će izvodjač radova priložiti odgovarajući atest.

Sve veze izvesti trakom Fe/Zn 25x4mm ili bakarnom pletenicom 16mm².

3.6 ELEKTRIČNA INSTALACIJA RASVJETE I PRIKLJUČNICA

Instalacija rasvjete se izvodi kablovima tipa PP 00 -Y 3x1,5mm², koji se polažu u kanalicama, po zidovima i plafonu objekta. Za osvjetljenje prostora u trafostanici koriste se nadgradne svjetiljke 1x 100W, IP65 (min 60 Lx).

Prekidače za uključivanje rasvjete treba montirati na visini 1,5m od gotovog poda.

U NN ormaru se nalazi monofazna šuko priključnica.

3.7 TRANSPORT I MONTAŽA

Transport opreme i transformatora se izvodi uz pomoć mehanizacije auto-dizalice i teških vozila, i shodno navedenom, a zavisno od prilika potrebno je obezbjediti pristupni put dovoljne nosivosti.

Nakon izvršene pripreme prostorije za transformatorsku stanicu, potrebno je izvršiti i sljedeće aktivnosti:

- neophodne završne građevinske radove prema zahtjevima građevinskog projekta,
- unošenje i postavljanje energetskog transformatora na temelje,
- unošenje i postavljanje ostale elektroopreme,
- postavljanje i spajanje SN i NN strane energetskog transformatora s odgovarajućim razvodima,
- postavljanje i spajanje instalacije za zaštitu energetskog transformatora,
- postavljanje i spajanje električne instalacije rasvjete i priključnica,
- postavljanje zaštitnog uzemljenja unutar transformatorske stanice,
- povezivanje svih metalnih dijelova postrojenja (koji u normalnom pogonu nisu pod naponom) i nosača aparata na zaštitno uzemljenje unutar transformatorske stanice,
- postavljanje i spajanje NN odvoda na blok NN razvoda,
- postavljanje i spajanje SN odvoda na blok SN razvoda,
- povezivanje unutrašnjeg i vanjskog zaštitnog uzemljenja preko mjernih spojeva.

3.8. ZAŠTITNA OPREMA

Prema važećim Tehničkim preporukama zaštitna oprema koja se koristi pri manipulacijama (izolacione čizme i rukavice, izolacione motke, prenosne naprave za uzemljenje) ne postavljaju se u transformatorskoj stanici, nego su njima snabdjevene ekipe koje izvode manipulacije i rad na transformatorskoj stanici.

3.9. Natpisi i upozorenja

3.9.1. Oznake sa vanjske strane transformatorske stanice

- naziv transformatorske stanice i snaga transformatora
- NN razvod, SN sklopni blok, trafo boks (na vratima)
- tablica upozorenja (POZOR - VISOKI NAPON) na ulaznim vratima

3.9.2. Oznake unutar trafostanice

na 10(20) kV sklopnom bloku (redni broj i naziv)

- na nn blokovima povezanih trafostanica
- na osiguračkim letvama (naziv izlaza)
- jednopolna šema postrojenja sa skicom uzemljenja
- tablica sa pet pravila za siguran rad
- upute za pružanje prve pomoći

3.10 ISPITIVANJE, PUŠTANJE U POGON I ODRŽAVANJE

Nakon izgradnje objekta, a prije puštanja u pogon potrebno je obaviti sljedeća mjerenja i o njima izdati izvještaje:

- izvještaj o mjerenju otpora uzemljenja
- izvještaj o funkcionalnom ispitivanju zaštite transformatora
- izvještaj o ispitivanju kablovske veze transformator – SN blok
- izvještaj o funkcionalnom ispitivanju transformatorske stanice

Osim toga potrebno je osigurati sljedeće ateste:

- Fabrički atest srednjenaponskog bloka
- Fabrički atest transformatora
- Fabrički atest niskonaponskog razvodnog bloka
- Fabrički atest niskonaponskog prekidača
- Fabrički atest strujnih mjernih transformatora

Nakon svih izvršenih ispitivanja izdaju se sertifikati koji postaju sastavni dio dokumentacije transformatorske stanice u pogonu.

Za izradu transformatorske stanice se koristi oprema vrhunske tehnologije koja zahtjeva minimum održavanja.

Rasklopno postrojenje srednjeg napona je potpuno oklopljeno i od opasno dodira zaštićeno rasklopno postrojenje.

Kontakti rastavnih sklopki kreću se u SF6 gasu pomoću pouzdanog opružnog mehanizma, čija je manipulacija moguća samo uz ispunjenje svih uobičajnih mjera predostrožnosti.

Po konstrukciji, rasklopno postrojenje srednjeg napona je samostojeće izvedbe s lako pristupačnim priključcima i elementima upravljanja. Po dizajnu i namjeni to je uređaj tipa "maintenance free", za naznačene struje do 1000A i napone 12kV. Kompletно je prefabrikovan i pripremljen za završno spajanje kablova pomoću posebnih kablovskih završetaka s odgovarajućim adapterima.

Niskonaponski sklopni blok ima sledeće karakteristike:

- dobra preglednost
- laka dostupnost svih elemenata,
- jednostavno spajanje kablova (preko kablovskih stezaljki).

Posebne pogodnosti ovog tipa uređaja dolaze do izražaja prilikom ispitivanja:

- omogućeno je ispitivanje kablova odnosno traženja greške na kablu bez nužnosti demontaže kablovskih spojeva;
- omogućeno je permanentno pokazivanje naponskog stanja kablova pojedinih odvoda kao i spoja na energetski transformator;
- omogućeno je ispitivanje rasporeda faza

Da bi postrojenje ispravno i kvalitetno radilo Investitor je dužan da izradi i sprovodi program održavanja. Prilikom izrade programa održavanja treba poštovati uputstva proizvođača opreme te zahtjeve tehničkih propisa i normi u pogledu sigurnosti (zaštite) na radu, periodičnosti i opsega pregleda, servisa, ispitivanja i kontrolnih mjerenja.

B: NUMERIČKI DIO

1. TEHNIČKI PRORAČUNI KABLOVSKOG VODA I OPREME U TRAFOSTANICI

TEHNIČKI PRORAČUN 10kV KABLA

1.1 Provjera kabla na trajno dozvoljenu struju - prenosna moć

- Provjera presjeka kabla na trajno dozvoljenu struju-prenosna moć

Trajno dozvoljena struja (strujno opterećenje) projektovanog kabla 3 x XHP 49A 1x240mm², 10 kV u zemlji pri 20°C, iznosi: 480 A.

Stvarno trajno dozvoljena struja kabla iznosi: $I = k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_c \times I_t$

gdje je:

k₁-faktor koji zavisi od termičke otpornosti tla

k₂-faktor koji zavisi od temperature zemlje,

k₃-faktor koji zavisi od broja položenih kablova u rovu.

k_c - faktor polaganja kabla kroz PVC cijevi

Ako se uzme da je termička otpornost tla 100°C/W (k₁=1), temperatura zemlje iznosi 25°C (k₂=0,96), da je na cijeloj dužini trase položena su dva kabla (k₃=0,85) i kada se kabl polaže kroz PVC cijevi duže od 6m, treba da se uvaži strujni korekcionni faktor k_c (k_c=1), uz napomenu da ostali faktori neznatno utiču na prenosnu moć kabla.

$$I_m = 1,0 \times 0,96 \times 0,85 \times 1,0 \times 480 = 391,68 \text{ A}$$

Maksimalna prenosna moć predviđenog kabla iznosi:

$$S_m = \sqrt{3} \times U \times I = 6,78 \text{ MVA}$$

Prenosna moć predviđenog kabla je veća od instalisane snage trafostanice.

- Provjera na pad napona

Pad napona se računa po obrascu:

$$u\% = \frac{100 \times S \times l}{U_n^2} (r \cos \varphi + x \sin \varphi) = \frac{100 \times 0.10 \times 310}{10^2} (0.125 \times 0.95 + 0.088 \times 0.31)$$

gdje je:

- l – dužina (km);
- S – snaga (MVA);
- Un – nominalni napon (kV);
- r – omski otpor kabla (Ω/km);
- x – induktivni otpor kabla (Ω/km);
- $\cos \varphi$ – faktor snage.

Pad napona na cijeloj dionici iznosi :

$$U\% = 0.0453\%$$

- Provjera na kratak spoj

Struja kratkog spoja na sabirnicama 10 kV se određuje prema snazi kratkog spoja koja iznosi 250 MVA, što odgovara struji kratkog spoja od 14,4 kA. ($I_k = S_k / (1,73 \times U) = 250 / (1,73 \times 10) = 14,45 \text{ kA}$) U tabeli je dat pregled dopuštena struja kratkog spoja za projektovani kabal u zavisnosti od vremena trajanja kratkog spoja, prema podacima proizvođača.

Presjek [mm ²]	vrijeme trajanja kratkog spoja [s]					
	0,1	0,2	0,5	1	2	5
Struja kratkog spoja za AL provodnike						
70	20,5 kA	14,5 kA	9,2 kA	6,5 kA	4,6 kA	2,9 kA
95	27,8 kA	19,7 kA	12,4 kA	8,8 kA	6,2 kA	3,9 kA
120	35,2 kA	24,8 kA	15,7 kA	11,1 kA	7,8 kA	5 kA
150	44 kA	31,1 kA	19,7 kA	13,9 kA	9,8 kA	6,2 kA
185	54,2 kA	38,3 kA	24,2 kA	17,1 kA	12,1 kA	7,7 kA
240	70,3 kA	49,7 kA	31,4 kA	22,2 kA	15,7 kA	9,9 kA

Maksimalno dozvoljena struja koju kabal XHP 49A 1x240mm², 10 kV može izdržati u trajanju od 1 sec iznosi 22,2 kA, uz pretpostavku da je temperatura provodnika prije nastanka kratkog spoja bila 90°C. Pri provjeri je uzeto u obzir da je zaštita u napojnoj TS 110/10kV, podešena na vrijeme manje od 1sec.

Može se zaključiti da je maksimalna dozvoljena struja kratkog spoja veća od stvarne struje kratkog spoja.

TEHNIČKI PRORAČUN TRAFOSTANICE NDTS 10/0,4kV 2x1000kVA

1.2 PARAMETRI KRATKOG SPOJA I IZBOR OPREME

- Proračun kratkog spoja i izbor opreme na SN strani:

Tehničkom preporukom TP 1-b je određeno da se oprema u postrojenju 10kV dimenzioniše prema graničnoj struji kratkog spoja od 14,44kA, što odgovara snazi trofaznog kratkog spoja od 250 MVA.

Pri kratkom spoju udaljenom od generatora, efektivna vrijednost početne struje kratkog spoja jednaka je efektivnoj vrijednosti trajne struje kratkog spoja.

$$I_k'' = I_k$$

Udarna komponenta struje kratkog spoja, zavisi od odnosa R/X (otpornosti i reaktanse ekvivalentne mreže). Uz pretpostavku da je učešće omskog otpora u kolu kratkog spoja 10%, tj. R/X=0,1, dobija se da je $\chi = 1,8$ (prema JUS IEC 909), iznosi:

$$I_{k-ud} = \chi \sqrt{2} I_k'' = 1,8 \times \sqrt{2} \times 14,44 = 36,67 \text{ kA}$$

S obzirom na to da je sklopni blok za 12 kV ispitran i atestiran za 20kA/1sek termičke struje kratkog spoja, odnosno 50kA dinamičke (udarne) struje kratkog spoja, proizilazi da zadovoljava u pogledu udarnih struja kratkog spoja.

Termička ekvivalentna struja kratkog spoja (I_{th}) se određuje na osnovu izraza:

$$I_{th} = I_k'' \sqrt{m+n}$$

gdje su m i n numerički faktori (koeficijenti) u funkciji trajanja struje kratkog spoja. Za distributivnu mrežu se (prema JUS IEC 865-1) uzima n=1.

Za vrijeme trajanja kratkog spoja od 0,1sek (vrijeme djelovanja zaštite + vrijeme inercije prekidača) i udarni koeficijent $\chi = 1,8$, koeficijent m (mjerodavan za odavanje toplote usled jednosmjernog

komponente u trofaznim i jednofaznim sistemima) iznosi 0,4 , pa je termički ekvivalentna struja kratkog spoja :

$$I_{th} = 14,44 \times \sqrt{0,4 + 1} = 16,8 \text{ kA}$$

Za vrijeme trajanja kratkog spoja od 1sek i udarni koeficijent $\chi = 1,8$, koeficijent m (mjerodavan za odavanje toplote usled jednosmjerne komponente u trofaznim i jednofaznim sistemima) iznosi 0 , pa je termički ekvivalentna struja kratkog spoja:

$$I_{th} = I_k'' = 14,44 \text{ kA}$$

Prema JUS IEC 865-1 , električna oprema ima dovoljnu termičku čvrstoću pri kratkom spoju sve dok su ispunjene relacije za ekvivalentnu kratkotrajnu struju I_{th} , gdje prema podacima proizvođača važi $I_{thr} = 20 \text{ kA}$, $T_{th} = 1 \text{ s}$, te slijedi:

$$16,8 \text{ kA} < 20 \text{ kA}$$

pa se može zaključiti da oprema zadovoljava u pogledu termičke izdržljivosti nba kratak spoj.

U trafo ćeliji u SN polju se ugrađuju visokonaponski visokoučinski osigurači 100 A, prema tehničkim preporukama i preporukama proizvođača opreme.

○ Proračun spojeva SN bloka sa transformatorom

Naznačena struja transformatora snage 1000 kVA na 10 kV iznosi 36,37A, tako da odabrani kabal XHE 49-A, 3 x (1x70/16) mm² dopuštenog strujnog opterećenja od 215A, sigurno zadovoljava.

Presjek spojnog kabla između SN razvoda i energetskog transformatora potrebno je kontrolisati s obzirom na termička naprezanja u kratkom spoju:

- kabal XHE 49-A, 3 x (1 x 70/16) mm²
- ukupno vrijeme isključenja u slučaju kratkog spoja: $T = 0,075 \text{ s}$
- uz pogonsku temperaturu XHE kablova 90° C i graničnu temperaturu 250° C , faktor za određivanje dovoljne termičke čvrstoće je : $C_1 = 10,9$

$$A_{min} = c_1 \times I_e \times \sqrt{T} \text{ mm}^2$$

$$A_{min} = 10,9 \times 14,44 \times \sqrt{0,1} \text{ mm}^2$$

$$A_{min} = 49,8 \text{ mm}^2.$$

Minimalno potreban presjek spojnog kabla dobijen je uz pretpostavku da je $I_{ef} = 14,44 \text{ kA}$, tj. da je efektivna vrijednost struje kratkog spoja jednaka početnoj vrijednosti naizmjenične struje kratkog spoja. Proizilazi da odabrani kabal zadovoljava s obzirom na termička naprezanja u kratkom spoju.

○ Proračun kratkog spoja i izbor opreme na niskom naponu

Oprema na NN strani se dimenzioniše za snagu transformatora od 1000kVA i graničnu struju kratkog spoja od 26kA.

-Nominalna struja: na strani 0,4 kV: $I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1445,09 A$

-Ekvivalentni otpor SN mreže:

$$Z_m = \frac{1,1 \cdot U^2}{P_k}$$

$$Z_m = \frac{1,1 \cdot 10^2}{250} \Omega$$

$$Z_m = 0,44 \Omega$$

-Ovaj otpor treba redukovati na 0,4 kV stranu:

$$Z_{0,4} = Z_m \cdot \left(\frac{U_1}{U_2} \right)^2$$

$$Z_{0,4} = 0,44 \cdot \left(\frac{0,4}{10} \right)^2 \Omega$$

$$Z_{0,4} = 0,0007 \Omega$$

$$Z_T = \frac{u_k \cdot U^2}{100 \cdot S_n}$$

-Ekvivalentni otpor transformatora:

$$Z_T = \frac{6 \cdot 0,4^2}{100 \cdot 1} \Omega$$

$$Z_T = 0,0096 \Omega$$

-Ukupni otpor:

$$Z = Z_{0,4} + Z_T$$

$$Z = 0,0007 + 0,0096 \Omega$$

$$Z = 0,0103 \Omega$$

-Struja troleznog kratkog spoja na sabirnicama 0,4 kV iznosi:

$$I_k'' = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z}$$

$$I_k'' = \frac{1,1 \cdot 0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,0103} \text{ kA}$$

$$I_k'' = 24,67 \text{ kA}$$

Pri kratkom spoju udaljenom od generatora, efektivna vrijednost početne struje kratkog spoja jednaka je efektivnoj vrijednosti trajne struje:

$$I_k = I_k'' = 24,67 \text{ kA}$$

Termički ekvivalentna struja kratkog spoja se određuje primjenom izraza:

$$I_{ef} = I_k'' \sqrt{m+n}$$

Za vrijeme trajanja kratkog spoja od 1 sec, faktori m i n iznose: m=0 i n=1, a udarni koeficijent je 1,5, pa je termički ekvivalentna struja kratkog spoja:

$$I_{th} = I_k'' \sqrt{0+1} = 24,67 \text{ kA}$$

-Udarana struja kratkog spoja:

$$I_u = \chi \sqrt{2} I_k''$$

gdje je χ koeficijent koji zavisi od odnosa R/x.

U ovom slučaju je $\chi = 1,5$, pa je udarna struja kratkog spoja:

$$I_u = 1,5 \cdot \sqrt{2} \cdot 24,67$$

$$I_u = 52,33 \text{ kA}$$

Na niskonaponskoj strani energetskog transformatora za naznačenu snagu do 100 kVA, mogu se pojaviti struje kratkog spoja vrijednosti do 24,67 kA. Prema navedenoj vrijednosti struje kratkog spoja izvršen je i izbor električne opreme.

Udarana struja kratkog spoja u 0,4 kV mreži iznosi 52,33kA. Niskonaponski prekidač je deklarisan i atestiran za udarnu struju kratkog spoja od 70 kA, što znači da zadovoljava.

Kako je glavna električna oprema (SN i NN sklopni blokovi) ispitani i atestirana u skladu sa važećim IEC, a energetski transformator zadovoljava zahtjeve standarda IEC 60076, to se može zaključiti da su navedeni tehnički parametri time i verifikovani.

- Proračun presjeka spojeva NN razvoda sa energetskim transformatorom

Nazivna struja transformatora na NN strani iznosi:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1.445,09 \text{ A}$$

Za vezu transformatora sa NN blokom koriste se po četiri jednožilna kabla tipa P/FT 1x240mm² za svaki fazni provodnik. Trajno strujno opterećenje za jednožilne vodove 240mm² u vazduhu, pri temp.okoline od 25°C, iznosi 618A. Trajno opterećenje kabla P/FT 1x240mm², uz faktor redukcije za temperaturu okoline (0,8) između 35°C i 40°C, trajna struja ovog priključka iznosi 472A.

Ukupna dozvoljena struja po fazi iznosi:

$$I_d = 4 \cdot 472 = 1888 \text{ A}$$

Prema podacima proizvođača, struja kratkog spoja koju podnosi odabrani kabl nazivnog presjeka 240 mm² u trajanju od jedne sekunde, uz početnu temperaturu 90°C iznosi 21,1kA.

Uzevši u obzir četiri provodnika po fazi i faktor polaganja 0,8, ukupna dopuštena struja kratkog spoja ove konfiguracije iznosi :

$$I_{dop} = 4 \cdot 21,1 \cdot 0,8 = 67,52 \text{ kA}$$

Budući da je to više od mogućih 24,67 kA, odabrana veza transformator - NN blok zadovoljava .

1.6 PRORAČUN HLAĐENJA TRANSFORMATORA

Hlađenje transformatora je predviđeno prirodnom cirkulacijom:

- hladnog vazduha kroz ventilacione otvore sa nepomičnim žaluzinama u donjem dijelu vrata trafo boksa i donjem dijelu otvora na bočnoj fasadi;
- zagrijanog vazduha kroz ventilacione otvore sa nepomičnim žaluzinama u gornjem dijelu vrata trafo boksa i gornjem dijelu otvora na bočnoj fasadi.

a) Uslovi ambijenta za koje je transformator proizveden

Transformator je proizveden u skladu sa EN 60076-1 do 10 i EN 50464-1.

Normalne granične temperature okoline, prema IEC 76-1 definisane su kao:

- temperatura okolnog vazduha između -25°C i +40°C.

Za transformatore hlađene vazduhom, prema IEC 76-2, temperaturni uslovi na predviđenom mjestu ugradnje ne bi smjeli prelaziti:

- +30°C za srednju mjesečnu temperaturu u najtoplijem mjesecu,
- +20°C za srednju godišnju temperaturu.

Srednja mjesečna temperatura je definisana kao polovina zbira srednjih max i srednjih min temperatura za posmatrani mjesec u razdoblju od više godina, a srednja godišnja temperatura, kao 1/12 zbira mjesečnih temperatura.

U slučaju navedenih uslova važe dozvoljene vrijednosti, za stacionarno stanje, pri trajnoj snazi:

- porast temperature ulja pri vrhu 60°K
- porast temperature namotaja 65°K

Ako temperaturni uslovi prelaze navedene, utvrđeni dozvoljeni porast temperature se smanjuju za iznos prekoračenja.

b) Upustva i zahtjevi proizvođača transformatora

Ventilacija prostorija za smještaj transformatora se vrši prirodnim konvekcijom toplote koju proizvodi transformator pri naznačenoj snazi. Ventilacija treba da omogući disipaciju ukupnih gubitaka transformatora.

c) Realni uslovi ambijenta

Temperature vazduha, prema podacima Hidrometeorološkog zavoda Crne Gore, su sledeće:

- 26.4°C za prosječnu mesečnu temperaturu u najtoplijem mesecu (jul)
- 14.34°C za prosječnu godišnju temperaturu,

što je u okviru normalnih temperaturnih uslova definisanih navedenim IEC propisima.

d) Klasa kućišta prema IEC 61 330

Navedenim standardom se propisuje klasa kućišta kao razlika porasta temperature transformatora u kućištu i istog transformatora van kućišta pri normalnim radnim uslovima definisanim standardom IEC 76-2 .

Primijenjena klasa kućišta, za koju će biti izvršen dalji proračun je 20, što znači da je dozvoljena razlika temperatura 20°K.

e) Podaci za proračun

Gubici transformatora

- Primijenjeni transformator je proizveden prema IEC 76, za najvišu temperaturu ambijenta 40°C , sa sledećim garantovanim smanjenim gubicima, prema podacima proizvođača:

• gubici praznog hoda:	1.100 W
• gubici zbog opterećenja:	10.500 W
ukupni gubici:	11.600 W

- Ukupni gubici uvećani za 10%: 12.760W (uvećano za 10%, IEC standard)

NAPOMENA: Hlađenje transformatora se ostvaruje prirodnom cirkulacijom vazduha kroz otvore sa nepomičnim žaluzinama.

- o Provera povećanja temperature u trafo komori

Potrebna površina ulaznog otvora za vazduh (žaluzine na vratima trafostanice), prema empirijskom obrascu iz literature, računa se po formuli:

$$S_1 = \sqrt{\frac{13,2 \times P_{u.g}^2 \times R}{t^3 \times h}}$$

gdje su:

$P_{u.g}$ – ukupni gubici transformatora (kW),

R – koeficijent otpora vazduha pri prolazu (ovaj koeficijent je min 4, a zavisi od postojanja žaluzine i mreže – u ovom slučaju je usvojeno =7,5) ,

t – dozvoljena razlika temperature ambijenta i vazduha u komori (za izabranu klasu kućišta iznosi 20K),

h – visinska razlika između sredine transformatora i otvora za izlaz vazduha (1,2m).

Ukupni gubici transformatora iznose: 12.760W (sa uvećanjem za 10% prema IEC standardu).

Površina ulaznog otvora treba da bude veća od:

$$S_1 = \sqrt{\frac{13,2 \times 12,760^2 \times 7,5}{20^3 \times 1,2}} = 1,3m^2$$

Površina izlaznog otvora treba da bude veća od: $S_2 = 1.1 \times S_1 = 1.43m^2$

Stvarne površine otvora, predviđene građevinskim projektom su:

$$S_{ul} = 1.84m^2$$

$$S_{iz} = 2.06m^2$$

Provjerom se dobija da ulazni otvori imaju veće dimenzije od minimalno potrebnih, čime se ispunjava uslov hlađenja, odnosno, dokazuje da kućište ima klasu 20.

1.7. Proračun uzemljenja

Uzemljenje trafostanice ima zadatak da u slučaju nastanka kvara ili pojave velike struje spoji konstrukciju postrojenja sa zemljom i ne dozvoli pojavu opasnog napona po čovjeka na mjestima koja su pristupačna.

Kako su za čovjeka najopasniji napon dodira i napon koraka uzemljenje treba izvesti tako da oni budu u dozvoljenim granicama definisanim tehničkim propisima.

Uzemljenje je projektovano prema sledećim propisima: Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000V ("Sl.list SFRJ br.13/73"), Pravilnikom o tehničkim normativima za zaštitu NN mreža i pripadajućih trafostanica ("Sl.list SFRJ br.13/78) i Pravilnikom o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja ("Sl.list SFRJ br.41/93).

Ovi pravilnici za 10 kV mrežu sa neutralnom tačkom uzemljenom preko male otpornosti zahtijevaju da ukupan otpor združenog uzemljenja (R_z) uključujući i uticaj uzemljivača susjednih trafostanica i objekata mora da bude:

$$R_z \leq \frac{k_d \cdot U_d}{r \cdot I_z}$$

gdje je: I_z – ukupna struja zemljospoja (20A – prema podacima „Studiji o uzemljenju neutralnih tačaka mreža 35 i 10 kV u elektroenergetskom sistemu Crne Gore“ struji zemljospoja iznosi 20A kao max dozvoljena struja zemljospoja) ograničena u napojnoj trafostanici,

$U_d = 75/t$ V - dozvoljeni napon dodira na osnovu člana 5. važećeg Pravilnika za vrijeme djelovanja zaštite od $0,075 < t < 1,153$ s. U napojnim trafostanicama TS 35/10 kV se vrijeme djelovanja zaštite podešava na vrijeme od 0,3-1 sek , a radi sigurnosti je usvojena veća vrijednost od 1.153 sek => $U_d = 75 / 1.153 = 65V$,

r – redukcionni faktor visokonaponskog 10kV voda koji napaja transformatorsku stanicu (ovo je najteži slučaj jer je $r \leq 1$) = 0,5 (čime se značajno ide na stranu sigurnosti);

k_d – sačinilac prema članu 4. Izmjene Pravilnika, koji određuje odnos napona uzemljenja trafostanice i napona dodira na mjestu dodira i ima vrijednost $k_d=2$.

Dozvoljeni otpor rasprostiranja iznosi: $R_z \leq \frac{k_d \cdot U_d}{r \cdot I_z} = \frac{2 \cdot 65}{1 \cdot 20} = 6.5\Omega$

Uzemljenje trafostanice se sastoji od spoljašnjeg uzemljenja i instalacije uzemljenja u trafostanici.

Obzirom da će uzemljenje činiti dio jedinstvenog uzemljivača kablovske 10kV i NN mreže u ovoj zoni gradnje proračun uzemljenja se neće davati već je neophodno mjerenje otpora rasprostiranja istog, pa ako ne zadovoljava dati uslov u pogledu otpora rasprostiranja, uzemljenje proširiti dok se ne postigne otpor u granicama dozvoljenog.

1.8 Analiza nivoa buke u okolini TS

Najviši dopušteni nivoi buke, za noćni period i za namjenu (spoljašnjeg) prostora su:

- 40 dB bolničke zone, oporavilišta, zone odmora i rekreacije, kulturno-istorijski lokaliteti i veliki parkovi,
- 45 dB stambeno gradska područja, ostala naselja, turističke zone, kampovi i zone vaspitno obrazovnih institucija, naučno-istraživački instituti,
- 50 dB poslovno stambena zona s objektima javne namjene, dječja igrališta, zone duž autoputa i glavnih gradskih saobraćajnica,
- sve ostale zone bez stanova - na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene nivoe zone s kojom se graniči.

U skladu sa opšte prihvaćenim preporukama, najviši dopušteni nivo buke iznosi 35 dB na 3,5 m udaljenosti od transformatorske stanice.

Prema podacima i ispitnim protokolima proizvođača opreme dokazuje se da je najviši nivo buke na udaljenosti 3,5 m od transformatorske manji od dopuštenog nivoa.