



„ING – INVEST“ d.o.o.  
Danilovgrad, Crna Gora  
Inženjering i konsalting  
+382 20 665 703  
[info@inginvest.me](mailto:info@inginvest.me)  
[www.inginvest.me](http://www.inginvest.me)

OBRAZAC 1a

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

INVESTITOR:

MINISTARSTVO NAUKE CRNE GORE

OBJEKAT:

NAUČNO - TEHNOLOŠKI PARK CRNE GORE

LOKACIJA:

UP broj 12, KP broj 1345/2, 1346/2, 1349/4 i 1372/28 KO Podgorica I,  
DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica

VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:

PROJEKAT ADAPTACIJE

PROJEKTANT:

"ING-INVEST" D.O.O. PODGORICA

ODGOVORNO LICE:

Ilija Radulović, dipl.ing.arh.

GLAVNI INŽENJER:

Ilija Radulović, dipl.ing.arh.  
br.lic. UPI 107/7-575/2

Jun 2019.

## SADRŽAJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

---

### FOLDER 1/2

### OPŠTI DIO

1.1 Pdf	Opšta dokumentacija
1.2 Pdf	Projektni zadatak

### FOLDER 2/2

### DJELOVI TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

#### 2.1 FOLDER

#### AP\_ARHITEKTONSKI PROJEKAT

2.1.1 Folder	Arhitektura
2.1.2 Folder	Uređenje terena - Pejzažna arhitektura

#### 2.2 FOLDER

#### GP\_GRAĐEVINSKI PROJEKAT

2.2.1 Folder	Konstrukcija
2.2.2 Folder	Hidrotehničke instalacije
2.2.3 Folder	Saobraćaj

#### 2.3 FOLDER

#### EP\_ELEKTROTEHNIČKI PROJEKAT

2.3.1 Folder	Električne instalacije jake struje
2.3.2 Folder	CSNU i EMP
2.3.3 Folder	Transformatorska stanica TS 10/0,4kV
2.3.4 Folder	Fotonaponska elektrana
2.3.5 Folder	Električne instalacije slabe struje

#### 2.4 FOLDER

#### MP\_MAŠINSKI PROJEKAT

2.4.1 Folder	Termotehničke instalacije
2.4.2 Folder	Ventilacija i odimljavanje
2.4.3 Folder	Instalacije za gašenje požara vodom - Sprinkler instalacije
2.4.4 Folder	Instalacije za gašenje požara vodom - NOVEC 1230

#### 2.5 FOLDER

#### OP\_OSTALI PROJEKTI

2.5.1 Folder	Elaborat protivpožarne zaštite
2.5.2 Folder	Elaborat zaštite na radu
2.5.3 Folder	Elaborat energetske efikasnosti
2.5.4 Folder	Saobraćajna signalizacija I oprema

Elektronski potpis projektanta	Elektronski potpis revidenta
<b>Igor Strugar</b> Digitally signed by Igor Strugar DN: c=ME, ou=Pravno lice, o=Sienersys doo, 2.5.4.97=VATME-02764466, givenName=Igor, serialNumber=33601, sn=Strugar, cn=Igor Strugar Date: 2020.01.09 14:14:49 +01'00'	<b>Slobodan Medenica</b> Digitally signed by Slobodan Medenica DN: c=ME, ou=Pravno lice, o=ALL-ING doo, 2.5.4.97=VATME-02753294, serialNumber=30698, sn=Medenica, givenName=Slobodan, cn=Slobodan Medenica Date: 2020.01.10 09:45:44 +01'00'

INVESTITOR:

MINISTARSTVO NAUKE CRNE GORE

OBJEKAT:

NAUČNO - TEHNOLOŠKI PARK CRNE GORE

LOKACIJA:

UP broj 12, KP broj 1345/2, 1346/2, 1349/4 i 1372/28 KO Podgorica I,  
DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica

DIO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:

EP\_ELEKTROTEHNIČKI PROJEKAT

FOLDER 2.3.3.

PROJEKTANT:

"SIENERSYS" D.O.O. PODGORICA

ODGOVORNO LICE:

Igor Strugar, dipl.inž.el.

GLAVNI INŽENJER:

Igor Strugar, dipl.inž.el.  
br.lic. 310-691/2018-3

ODGOVORNI INŽENJER:

Igor Strugar, dipl.inž.el.  
br.lic.310-691/2018-32

SARADNICI NA PROJEKTU:

Nikola Pešić, spec.sci.en.

*SADRŽAJ:*

- URBANISTIČKO TEHNIČKI USLOVI

## 1. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

- TEHNIČKI OPIS
- TEHNIČKI USLOVI ZA IZVOĐENJE RADOVA
- PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETA

## 2. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

- PRORAČUN
- SPECIFIKACIJA MATERIJALA
- PREDMJER I PREDRAČUN

## 3. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

## URBANISTIČKO TEHNIČKI USLOVI

---

Na osnovu člana 4 Odluke o postavljanju, građenju i uklanjanju lokalnih objekata od opšteg interesa na teritoriji Glavnog grada – Podgorice ("Službeni list CG – opštinski propisi", broj 11/14 i 9/18) i člana 93 stav 1 Statuta Glavnog grada ("Službeni list CG – opštinski propisi", broj 8/19), a u vezi sa članom 223 stav 2 Zakona o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Sl. list CG", broj 64/17, 44/18 i 63/18), Gradonačelnik Glavnog grada, donosi

## ODLUKU

Crna Gora  
MINISTARSTVO NAUKE  
PODGORICA  
O određivanju lokacije sa elementima urbanističko tehničkih uslova za izgradnju lokalnog objekta od opšteg interesa

D: <u>04.12.2019.</u> Vrsta lokalnog objekta od opšteg interesa			
I.	Broj	Prilog	Vrijednost
<u>01</u>	<u>3625</u>		

### Član 1

Ovom odlukom određuje se lokacija za izgradnju trafostanice TS 10/0,4 kV NTP, 1x1000kVA i 10 kV kablovskih vodova za uklapanje trafostanice u 10 kV mrežu u zahvatu DUP-a Univerzitetski centar (koji je važeći i nalazi se u registru planske dokumentacije MORT-a).

### Programski zadatak za izradu glavnog projekta

### Član 2

U suterenu objekta na urbanističkoj parceli UP 12 (katastarske parcele broj 1345/2, 1346/2, 1349/4 i 1372/28 KO Podgorica I) projektovati trafostanicu TS 10/0,4 kV NTP, 1x1000kVA, a 10 kV kablovski vodovi idu trasom preko katastarske parcele broj 1349/2 KO Podgorica I.

Glavni projekat predmetnog objekta uraditi u skladu sa Zakonom o planiranju prostora i izgradnji objekata i drugih propisa, kao i važećim tehničkim normativima, standardima i normama kvaliteta.

### Osnovni podaci o objektu

### Član 3

Izgradnjom trafostanice i 10 kV kablovskih vodova stvoriće se uslovi za kvalitetno snabdijevanje električnom energijom objekta Naučno tehnološki park Crne Gore na UP 12.

### Elementi urbanističko tehničkih uslova

### Član 4

Građevinska i regulaciona linija trafostanice i 10 kV kablovskih vodova određene su granicama katastarskih parcela.

### Grafički prikaz lokacije na katastarskoj podlozi

### Član 5

Sastavni dio ove odluke su i grafički prikazi lokacije trafostanice i planiranih 10 kV kablovskih vodova.

Broj: 01-031/19-9064  
Podgorica, 29.11 2019. godine

*[Handwritten signature]*

GRADONAČELNIK  
dr Ivan Vuković



## Obrazloženje

Pravni osnov za donošenje ove odluke sadržan je u članu 4 Odluke o postavljanju, građenju i uklanjanju lokalnih objekata od opšteg interesa na teritoriji Glavnog grada - Podgorice. Ovim članom predviđeno je da je lokacija sa elementima urbanističko-tehničkih uslova mjesto na kojem se izvode radovi na izgradnji lokalnih objekata od opšteg interesa. Lokaciju određuje izvršni organ lokalne samouprave svojim aktom dok je shodno članu 93 stav 1 Statuta Glavnog grada, gradonačelnik izvršni organ Glavnog grada.

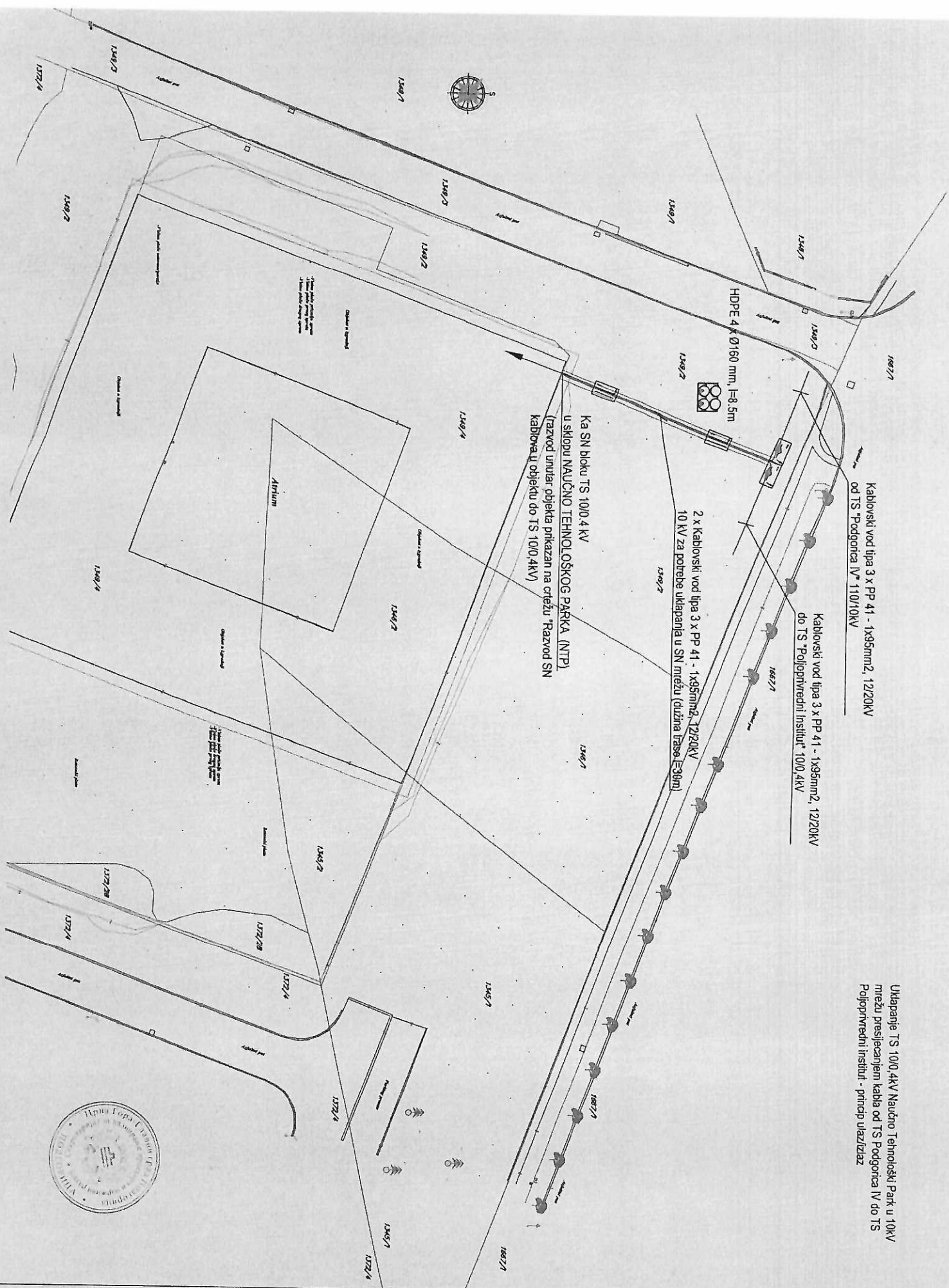
Članom 223 Zakona o planiranju prostora i izgradnji objekata propisano je da će se propisi jedinice lokalne samouprave, kojima se uređuju pomoćni objekti primijenjivati do donošenja plana generalne regulacije Crne Gore. Propisi jedinice lokalne samouprave, kojima se uređuju lokalni objekti od opšteg interesa primjenjivaće se do donošenja plana generalne regulacije Crne Gore u dijelu koji se odnosi na: vodovodnu, telekomunikacionu i kanalizacionu infrastrukturu, toplove; opštinske puteve (lokalne i nekategorisane) i prateće objekte; ulice u naseljima i trgove; parking prostore, pijace; gradska groblja; podzemne i nadzemne prolaze; javne garaže; objekte distributivne mreže naponskog nivoa do 35 kV, javnu rasvjetu; javne i zelene površine i gradske parkove, skliftove, žičare koje se grade na teritoriji jedne lokalne samouprave i objekte ruralnog razvoja (poljoprivredne, stočarstva, vinogradarstva, voćarstva).

Članom 3 Odluke o postavljanju, građenju i uklanjanju lokalnih objekata od opšteg interesa na teritoriji Glavnog grada – Podgorice, propisano je da se lokalnim objektima od opšteg interesa smatraju: vodovodna, telekomunikaciona i kanalizaciona infrastruktura, toplovodi; opštinski putevi (lokalni i nekategorisani) i prateći objekti; ulice u naseljima i trgovima; parking prostori, pijace; gradska groblja; podzemni i nadzemni prolazi; javne garaže; objekti distributivne mreže naponskog nivoa do 35 kV, javna rasvjeta; javne i zelene površine i gradski parkovi, ski-liftovi, žičare koje se grade na teritoriji jedne lokalne samouprave i objekti ruralnog razvoja (poljoprivredni, stočarstva, vinogradarstva i voćarstva).

Uvidom u plansku dokumentaciju utvrđeno se katastarske parcele na kojima je predviđena izgradnja lokalnog objekta od opšteg interesa - trafostanice NDTS 10/0,4 kV, priključnih 10 kV kablovskih nalazi u zahvatu DUP-a Prvoborac na zemljištu koje je po namjeni "djelatnosti sa poslovanjem"...

Osnovni elementi za izgradnju trafostanice TS 10/0,4 kV, 10 kV kabla i uklapanje u NN mrežu određeni su i definisani na grafičkom prilogu Urbanističko – tehničkih uslova.

Imajući u vidu prethodno navedeno, gradonačelnik je donio predmetnu odluku.



Uklapanje TS 100.4kV Naučno Tehnološki Park u 10kV mrežu presjecanjem kabla od TS Podgorica IV do TS Poljoprivredni Institut - princip ulaz/izlaz

Geometrijska  
za uklepanje  
u SN mrežu



# 1

## TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

---

## TEHNIČKI OPIS

---

## 1. OPŠTI PODACI O OBJEKTU

<b>Objekat:</b>	<b>NAUČNO - TEHNOLOŠKI PARK CRNE GORE</b>
<b>Lokacija:</b>	UP broj 12, KP broj 1345/2, 1346/2, 1349/4 i 1372/28 KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica
<b>Investitor:</b>	MINISTARSTVO NAUKE CRNE GORE
<b>Ukupna bruto površina objekta:</b>	14 195,33 m <sup>2</sup>
<b>Ukupna neto površina objekta:</b>	12 671,49 m <sup>2</sup>
<b>Spratnost objekta:</b>	<b>Su+P+2</b>
<b>Indeks izgrađenosti = 2,52</b>	Indeks izgrađenosti (max dozvoljeni) = 2,57
<b>Indeks zauzetosti = 0,49</b>	Indeks zauzetosti (max dozvoljeni) = 0,64
<b>Površina parcele UP12</b>	5 628,95 m <sup>2</sup>

## 2. OPIS LOKACIJE I OBJEKTA

Predmetni objekat se nalazi na UP broj 12, KP broj 1345/2, 1346/2, 1349/4 i 1372/28 KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica. Na predmetnoj lokaciji se nalazi postojeći objekat, na kojem su izvedeni grubi građevinski radovi. Izvedeni su konstruktivni elementi, postavljene stepenišne vertikale. Na objektu nema dodatnih instalacija i postojeće bravarije, kao ni dodatnih materijala. Projektom adaptacije je predviđena intervencija u pogledu funkcije u odnosu na postojeći projekat zgrade Tri fakulteta, kao i adaptacija kompletnog zatečenog prostora i objekta u smislu materijalizacije i instalacija.

Objekat zadržava postojeću formu, postojeći horizontalni i vertikalni gabarit, bez narušavanja glavnih elemenata postojeće izvedene noseće konstrukcije. Shodno zadatim parametrima, objekat je sačuvao svoj gabarit, i uklopljen je u postojeći ambijent Univerzitetskog kompleksa, slijedeći formu postojećeg objekta, koji je planiran u prethodnom projektu.

Postojeći objekat je adaptiran i prilagođen potrebama Naučno - tehnološkog parka Crne Gore, koji predstavlja važan dio cjelokupne državne strukture za razvoj inovativnih i tehnoloških kompanija koje imaju visok potencijal rasta i razvoja, te potencijal izvoza. Kompletan objekat je konceptualno osmišljen na način da ponudi kvalitetan i komforan prostor sa najsavremenijom infrastrukturom i stimulativnu atmosferu. Prostorije unutar objekta, su riješenje modurlanim sistemom, koji svojom fleksibilnošću omogućava lako prilagođavanje prostorima različite funkcije i namjene, zavisno od budućih korisnika prostora. Na situaciji, on je okružen pješačkim i kolskim saobraćajnicama. Kolske rampe na zapadnoj i istočnoj strani vode do garaže u suterenu, u kojoj je predviđeno 120 mjesta za potrebe ovog objekta, od čega je 5% parking mjesta za osobe sa posebnim potrebama.



Fotografija 1. Prikaz postojećeg stanja objekta na predmetnoj lokaciji

### 3. URBANISTIČKI PARAMETRI

- Urbanističko planiranje i arhitektonsko projektovanje objekta zasniva se na:
- Parametrima određenim URBANISTIČKO-TEHNIČKIM USLOVIMA
  - Parametrima određenim DUP-om "Univerzitetski centar" izmjene i dopune
  - Građevinskoj dozvoli izdatoj za izgradnju objekta namjene - univerzitetski sadržaji
  - Izvještaju komisije za primopredaju izvedenih radova na "Objektu 1" prema predmetnom DUP-u
  - Zaključku Vlade o prenamjeni sadržaja "Objekta 1"
  - Ugovoru o osnivanju "Naučno - tehnološkog parka Crne Gore" doo
  - Projektnom zadatku
  - Funkcionalnoj organizaciji objekta
  - Povezanosti pješačkih i kolskih pristupa
  - Odnosu novoprojektovanog objekta sa okruženjem
  - Važećim pravilnicima i standardima za ovu vrstu objekata

Urbanističko - tehnički uslovi definišu sljedeće uslove gradnje:

Spratnost:

**G+P+3**

Max index zauzetosti:

**0,64**

Max index izgrađenosti:

**2,57**

Glavni inženjer:  
Ilija Radulović, dipl.ing.arh.

## **NDTS 10/0,4 kV; 2x1000kVA**

### **1.1 Opšti podaci**

<b>Tip stanice:</b>	TS 10/0.42 kV 1x1000 kVA
<b>Prenosni odnos:</b>	10/0,42 kV
<b>Snaga:</b>	1x1000 kVA
<b>Konfiguracija SN bloka:</b>	Dvije vodne , jedna transformatorska i jedna mjerna ćelija (2V+1T+1Mt)
<b>Investitor:</b>	MINISTARSTVO NAUKE CRNE GORE
<b>Mjesto gradnje:</b>	UP broj 12, KP broj 1345/2, 1346/2, 1349/4 i 1372/28 KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica

Oprema transformatorske stanice 10/0,42 kV je sljedeća:

- Jedan suvi energetska transformator nazivnog prenosnog odnosa 10/0,42 kV i nazivne snage 1 000 kVA;
- srednjenaponski distribucijski sklopni blok sa 4 polja, 2 vodna polja, 1 transformatorsko polje i 1 mjerna ćelija.
- Jedan sklopni blok niskonaponskog razvoda 2500 A

Uvod srednjenaponskih i niskonaponskih kablova u transformatorsku stanicu 10/0,4 kV biće izveden kroz za to predviđene otvore.

Uklapanje u 10kV mrežu nije dio ovog projekta već projekta "Uklapanje TS 10/0,4kV 1x1000kVA "NTP" u 10kV mrežu". Ovim projektom će biti predviđeni nosači kablova za 10kV kablove u objektu pa je i trasa kablova u objektu data u grafičkim prilogima.

### **1.2 Elektro dio**

Elektro dio TS obuhvata: SN blok, jedan transformator snage 1000 kVA, jedan NN blok, elektro instalaciju i ostalu opremu: spojni i montažni materijal trafostanice i zaštitnu opremu.

#### **1.2.1 Energetski transformator**

U transformatorskoj stanici je predviđena ugradnja jednog energetskog transformatora (suvi) sljedećih tehničkih karakteristika:

-	Broj faza		<b>3</b>
-	Prividna snaga		
-	(kVA)		<b>1000</b>
-	Najviši napon u sistemu	(KV)	<b>12</b>
-	Primarni napon	(KV)	<b>10</b>
-	Sekundarni napon ( neopterećen )	(KV)	<b>0.4</b>
-	Sprega		<b>Dyn5</b>
-	Frekvencija	Hz	<b>50</b>
-	Reg. napona	(%)	<b>+ - 2x2.5</b>

-	Gubici pri 120°C	(W)	<b>10000</b>
-	struja prekidanja	le/ln (gr.vr)	<b>10</b>
		vr. konstanta	<b>0.34</b>
-	korisnost (%)		
	teret 100%		
	cosφ=0.8 na 120°	%	<b>98,52</b>
	teret 75%		
	cosφ=0.8 na 120°	%	<b>98,75</b>

**Transformator posjeduje mogućnost trajnog preopterećenja od 40% pri prinudnom hlađenju.**

Transformator je opremljen:

- kukama za dizanje
- natpisnom pločicom
- točkovima

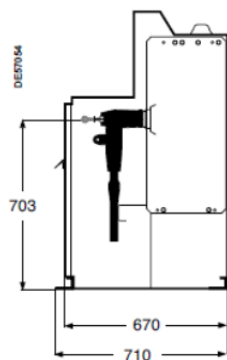
Transformator je smješten u transformatorski prostor dimenzija dovoljnih za smještaj transformatora snage do 1000 kVA. Transformator sa točkovima se postavlja na dva čelična nosača U14 koji stoje na čeličnim nosačima I12. Nakon postavljanja transformatora potrebno je točkove usidriti. Prilikom postavljanja nosača neophodno je voditi računa o razmaku između točkova na transformatoru. Hlađenje transformatora vrši se prirodnom i prinudnom cirkulacijom hladnog i toplog zraka.



**Slika 1:** Izgled transformatora

### 1.2.2 Srednjenaponsko postrojenje 10 kV

Srednjenaponski rasklopni blok 10 kV sastavljen je od modularnih, metalom oklopljenih, gasom izolovanih, tipski atestiranih ćelija za unutrašnju montažu, nazivnog napona 12 kV, nazivne struje 630 A, podnosive struje kratkog spoja (1 sec) 25kA. Rasklopni blok je slobodnostojeći, dozidni, sa vratima sa prednje strane, tipa RM6 "Schneider Electric", sa mogućnošću lakog proširenja sa desne strane (dogradnje novih ćelija) za vodne ćelije i mogućnost proširenja sa obje strane za mjernu i transformatorsku ćeliju..

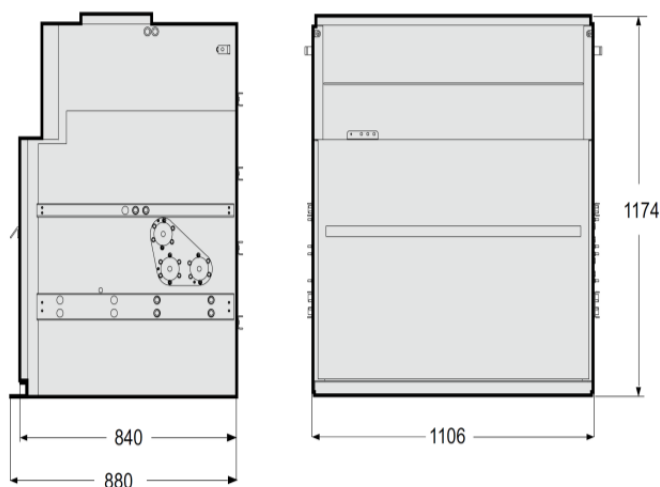


sl. Dimenzije RM6 RE blokova



RM6 1 funkcija  
DE-B  
DE-D  
DE-IC  
DE-BC

sl. Dimenzije samostalnog RM6 bloka  
proširivog sa obje strane  
(RM6 1 funkcija DE-D)



Sl. Izgled i dimenzije mjerne ćelije De-Mt (proširiva sa obje strane)

Zahvaljujući sklopki-rastavljaču izolovanim SF6 gasom, ćelije su smanjenih dimenzija, tako da je ukupna dimenzija rasklopnog bloka (DxŠxV) 2388x710x1142mm.

Vodnim i trafo ćelijama se može prići samo ukoliko je tropoložajna sklopka u toj ćeliji u položaju "uzemljeno", čime se vrata deblokiraju i može se prići kablju.

Za kontrolu prisutnosti napona koriste se indikatori napona smješteni na prednjem dijelu polja, koji sadrže i priključke za provjeru redosleda faza putem komparatora faza.

10 kV rasklopni blok se sastoji od ukupno pet ćelija: dvije vodne, jedne trafo i jedna mjerna ćelija.

Prednja strana je opremljena slijepom šemom sa signalizacijom stanja pojedinih sklopnih aparata. Vodna polja su opremljena rastavnom sklopkom sa zemljospojnikom. Transformatorsko polje je opremljeno rastavnom sklopkom sa zemljospojnikom i prekidačem sa zaštitnim relejem. Svi aparati su opremljeni signalnim sklopovima.

Vodna polja su opremljena sljedećom opremom:

- tropolna rastavna sklopka sa zemljospojnikom, nazivnog napona 12 kV, nazivne struje 630 A, s pomoćnom sklopkom 2NO+2NC
- noževima za uzemljenje

Transformatorsko polje je opremljeno sljedećom opremom:

- tropozicionim (uključeno-isključeno-uzemljen) tropolnim obrtnim sklopkama-rastavljačima, sa blokadom pogrešnog rukovanja i prekidačem naznačene struje 200A sa ugrađenim uređajem za zaštitu od preopterećenja i kratkog spoja, kao i posebnim kalemom.

Mjerni modul DE-Mt opremljeno sljedećom opremom:

- merna ćelija sa 3 naponska transformatora 10000/v3/100/V3/100/3 i 3 strujna transformatora 100-200/5A;

Rastavnim sklopkama i zemljospojnicima se upravlja ručno pomoću poluge za sklapanje koja se standardno isporučuje uz sklopni blok. Mehanizam za upravljanje nalazi se izvan gasom punjenog prostora.

Osnovni tehnički podaci srednjenaponskog sklopnog bloka:

nazivni napon	12 kV
- nazivna struja sabirnica	630 A
- nazivna frekvencija	50 - 60 Hz
- izolacija i medij za gašenje luka	SF6 gas
- nazivni pritisak gasa kod 20°C	1,4 bara
- nazivni podnosivi atmosferski udarni napon	125 kV
- nazivni jednominutni podnosivi napon 50 Hz	50 kV
- nazivna kratkotrajna podnosiva struja	25 kA/1s
- nazivna podnosiva vršna vrijednost struje	62,5 kA
- prekidna struja (vodna polja)	
nazivna	630 A
neopterećeni kabal	30 A
zemljospojna	95 A
- kapacitivna prema zemlji	52 A
- prekidna struja (transformatorsko polje)	
nazivna	200 A
neopterećeni transformator	16 A
kratkospojna	25 kA

Visoki stepen sprečavanja od mogućnosti pogrešne manipulacije postignut je nizom mehaničkih blokada i načinom upravljanja.

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

Bilo kakav eventualni nadpritisak u kućištu sklopka-rastavljača, koji može nastati u slučaju kvara, se eliminiše otvaranjem sigurnosne membrane pri čemu se gas usmerava prema zadnjem dijelu postrojenja. Ovakvi kvarovi do sada nisu registrovani, uređaj zbog svoje pouzdanosti ima oznaku »Sealed for life« (doživotno zaptiven).

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

### **Veza: razvod srednjeg napona - transformator**

U srednjenaponskom bloku vodna polja su opremljena izolovanim priključcima za naznačenu struju 630 A sa zavrtnjima M 16, pa se priključenje energetskih kablova (zavisno od tipa kabla) izvodi sa odgovarajućim kablovskim priborom – kablovske glave i adapteri. Energetski kablovi koji se priključuju na SN postrojenje mogu biti jednožilni ili trožilni, različitih tipova. Međutim, iz praktičnih razloga (usaglašavanje faznog redoslijeda), preporučljivo je da jedan od kablovskih vodova koji se uvode u postrojenje DTS, bude sa jednožilnim kablovima.

Ukoliko su svi postojeći kablovi koje treba uvesti u novo postrojenje trožilni, preporučljivo je da se neposredno prije uvođenja u transformatorsku stanicu izvede odgovarajuća prelazna kablovska spojnica i trožilni kabl pretvori u jednožilni i kao takav priključi na SN postrojenje.

Veza je ostvarena jednožilnim kablovima sa umreženim polietilenom XHE49-A 10kV, 3x(1x70/16mm) kablovskim završecima na izolatore visokog napona transformatora, a sa izlaznih kontakata u trafo čeliji 10kV rasklopnog bloka. Kabl se polaže u kablovski prostor(kanal) koji je već predviđen za tu svrhu, a pričvršćuje se obujmicama na konzolu montiranu naspram SN strane transformatora.

Na strani transformatora na kabl se montira odgovarajući kablovskim završecima. Primjena transformatora sa izolovanim priključcima i omogućava bezbjedniju kontrolu transformatora u pogonu i sprečava moguće havarije i ispadе koje uzrokuju male životinje.

Priključak 10 kV kablova za spoj na transformatorsko polje SN bloka izvodi se odgovarajućim kablovskim završecima sličnim tipa »T« adapterima sličnim tipu:

- **RICS 5123 proizvođača Raychem.**

Završetak kablova na transformatoru izvodi se kablovskim adapterima sličnim tipa:

- **RSES 5217 -R, proizvođača Raychem.**

Pri montiranju završnica i njihovih držača pridržavati se Uputstva proizvođača kablovskog pribora i uputstava proizvođača.

### 1.2.3 Niskonaponsko potrojenje 0,4 kV

Niskonaponsko postrojenje (niskonaponski blok) predstavlja niskonaponski sklopni blok koji je izveden kao prefabrikovan i ispitani panel, predviđen za učvršćenje uz otvor u podu betonskog kućišta u dijelu predviđenom za smještaj niskonaponske opreme. Konstrukcija panela sastoji se od pocinčanih profila na koje se pričvršćuje tabla od pocinčanog ili aluminijskog lima minimalne debljine 3 mm. Stepен zaštite niskonaponskog postrojenja je IP 20. NN blok transformatorske stanice povezan je na Centralni sistem nadzora i upravljanja objektom, te je na taj način omogućen nadzor i upravljanje potrošačima objekta odnosno potrošačkim grupama direktno preko NN bloka. Projektom je predviđena energetska kao i komunikaciona (preko CSNU sistema) veza NN bloka sa PV elektranom čija se izgradnja planira na krovu objekta, kao i NN bloka sa rezervnim izvorom napajanja (dizel-električni agregat).

Niskonaponski blok sastoji se od:

- Dovodnog polja +N1 ,
- Mjernog polja +N2,
- Polja razvoda i kompenzacije +N4

#### Dovodno polje +N1

Dovodno polje predstavlja vezu niskonaponske strane energetskog transformatora sa poljem razvoda. Osnovni element ovog polja je niskonaponski prekidač.

Za ugradnju je odabran prekidač tipа **MASTERPACT NW25H1 2500A**, sa sljedećim osnovnim karakteristikama:

- |   |              |
|---|--------------|
| - Naznačena struja pri 40° C                    | 2500 A       |
| - Naznačeni napon                               | 750 V        |
| - Radni napon                                   | 690 V        |
| - Broj polova                                   | 3            |
| - Naznačena moć prekidanja struje kratkog spoja | 50 kA        |
| - Standard                                      | IEC 60947-2. |

Odabrani prekidač je za fiksnu ugradnju, sa vertikalnim priključcima sa zadnje strane. Za priključke je moguće koristiti odgovarajuće adaptere za primjenu bakarnih šina širine veće od 50 mm (alternativno, kablovske priključke).

Prekidač mora biti opremljen kontrolnom jedinicom tipа **Micrologic**, čija je osnovna verzija **5.0P**.

U zavisnosti od namjene transformatorske stanice i želje mogu se koristiti različiti tipovi kontrolnih jedinica.

Upravljačka jedinica tipа **Micrologic 5.0P** obezbjeđuje osnovnu zaštitu od preopterećenja i kratkog spoja, a od mjernih funkcija mjerenje struja I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>0</sub>, I<sub>z</sub> i registrovanje maksimalnih vrijednosti mjerenih struja. Micrologic 5.0P ima mogućnost signalizacije kvara.

Pored ugrađenog prekidača u dovodnom polju montira se taster za nužno isključenje transformatora na sredjenaponskoj strani ( emergency stop ).

## Mjerno polje +N2

Obim opreme koja se montira u mjernom polju zavisi od izbora tipa upravljačke jedinice ugrađene uz prekidač u dovodnom polju +N1.

Za transformatorsku stanicu u kojoj je ugrađena kontrolna jedinica **Micrologic 5.2A**, u mjerno polje se ugrađuje PowerLogic multimetar serije PM3000 koji nudi sve mogućnosti za mjerenje koje su neophodne za nadzor električne instalacije unutar kućišta širine 4 modula (moduli od 18 mm).

Za ovu varijantu svakako treba predvidjeti ugradnju strujnih mjernih transformatora 2500/5 A u dovodnom polju.

## Polje niskonaponskog razvoda +N4

U polju niskonaponskog razvoda montiraju se bakarne sabirnice dimenzija 120 x 10 mm, na potporne izolatore minimalne visine 50 mm, na međusobnom rastojanju 185 mm.

Na tako postavljene sabirnice montiraju se prekidači tipa Compact NSX i to:

Primjenjuju se elementi sa trolnim isključenjem. Standardno moraju biti opremljene priključnim stezaljkama za kablove presjeka do 300 mm<sup>2</sup>. Na raspolaganju su i varijante: sa mogućnošću zaključavanja i ugrađenim strujnim mjernim transformatorima za kontrolu opterećenja izvoda.

Izabrani osigurački elementi imaju sledeće osnovne tehničke karakteristike:

-Naznačeni radni napon	690 V
-Naznačeni izolacioni napon	800 V
-Naznačena učestanost	50-60 Hz
-Podnosiva struja kratkog spoja (1sec.)	50 kA
-Širina	100 mm
-Osni razmak sabirnica	185 mm
-Kablovske stezaljke	do 300 mm <sup>2</sup>

Sa polja razvoda nalazi se kondenzatorska baterija za kompenzaciju reaktivne snage transformatora. Izabrani tip baterije je Varplus kapacitivne baterije 69kVAr ( 6.25 + 12.5 + 25 + 25 ), koje se smještaju u ormanu kompenzacije tipa Varset VLVAW1N

## Veza : energetski transformator-rasklopni blok niskog napona 0,4 kV

Spoj transformatora s niskonaponskim postrojenjem izvodi se pomoću sabirnica tipa KT 4X2500AL.

## 1.3 Zaštita

### Zaštita energetskog transformatora

Od unutrašnjih kvarova suvi energetski transformator je zaštićen PTC sondama i pratećim T konvertorom koji djeluje na isključenje prekidača u trafočeliji razvoda 10 kV.

Zaštita transformatora od kratkog spoja, na vezi: prekidač u trafočeliji - transformator - niskonaponske sabirnice, predviđena je pomenutim prekidačem, na koji će djelovati mikroprocesorska zaštita.

Zaštita transformatora od preopterećenja na 0,4kV strani predviđena je zaštitnim prekidačem 2500A u dovodnom polju 0,4kV rasklopnog bloka, sa mikroprocesorskom kontrolnom jedinicom koja omogućava fino podešavanje zaštite.

### Zaštita vodova 10 kV

Zaštita vodova 10 kV od preopterećenja, kratkog spoja i zemljospoja predviđena je isključivo u napojnoj TS 35/10 kV i nije predmet ovog projekta.

### Zaštita vodova niskog napona

Niskonaponski kablovski izvodi na mrežu 0,4kV, za potrebe potrošača štite se od preopterećenja i kratkog spoja odgovarajućim zaštitnim osiguračima.

### **Zaštita od previsokog napona dodira i koraka**

Zaštita od previsokog napona dodira i koraka u transformatorskoj stanici i u visoko i niskonaponskoj mreži obrađena je u okviru opisa uzemljenja TS, zatim u poglavlju Proračun uzemljenja TS i poglavlju Zaštita na radu, prema konkretnim uslovima rada.

## **1.4 Uzemljenje**

Unutar transformatorske stanice izvedena je zaštita od previsokog napona dodira izjednačenjem potencijala, tj. spajanjem svih metalnih dijelova postrojenja (koji u normalnom radu nisu pod naponom) na zaštitno uzemljenje.

Sa unutrašnjeg uzemljivačkog sabirnog prstena izvode se otcjepi prema svim metalnim konstrukcijama i blokovima sa elektroopremom. Sva metalna kućišta elektroopreme povezuju se preko predviđenih vijaka na zaštitno uzemljenje. Osim toga potrebno je na uzemljivač spojiti sljedeće elemente:

- sva vrata transformatorske stanice s fleksibilnom bakarnom pletenicom 25 mm<sup>2</sup>;
- sve kablovske glave (metalni dijelovi koji se u normalnom pogonu nalaze na nultom potencijalu);
- zaštitne plašteve kablova i ekrane energetske kablova;
- profilne nosače u transformatorskoj komori;
- sve metalne dijelove konstrukcija, nosača i pokrivnih metalnih ploča;
- noževe za uzemljenje u sklopu visokonaponskih sklopnih blokova;
- sekundarne strujne krugove mjernih transformatora;
- odvodnike prenapona;
- neutralni vodič niskonaponske mreže

Sistem sabirnog uzemljenja se povezuje preko mjernog spoja i trake Fe/Zn 25x4mm na temeljni uzemljivač građevinskog objekta. Povezanost metalnih masa potrebno je provjeriti mjerenjem i potvrditi odgovarajućim atestom. Nakon izvođenja uzemljivača potrebno je izvršiti kontrolna mjerenja i po potrebi izvršiti korekciju uzemljivača (izvršiti dodatno polaganje pocinčane trake u vidu prstena ili postavljenje dodatnih štapnih uzemljivača).

## **1.5 Električna instalacija rasvjete i opšte potrošnje**

U transformatorskoj stanici u prostoru transformatora, SN i NN bloka ugrađene su vodonepropusne svjetiljke sa fluorescentnim izvorom svjetlosti. Komandovanje se vrši preko senzora prisistva montiranih na ulaznim vratima.

## **1.6 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.

## **1.7 Natpisi i upozorenja**

### **1.7.1 Oznake sa vanjske strane transformatorske stanice**

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

### **1.7.2 Oznake unutar transformatorske stanice**

- na 10 kV sklopnom bloku (redni broj i naziv)
- na 10 kV kablovima (tipska oznaka, broj kabla, mjesto priključka drugog kraja)
- na NN kablovima (tipska oznaka, mjesto priključenja drugog kraja)
- na osiguračkim letvama (naziv izlaza)
- jednopolna šema postrojenja sa skicom uzemljenja
- tablica sa pet pravila za siguran rad
- upute za pružanje prve pomoći

## **1.8 Kvalitet isporučene opreme**

Kod isporuke opreme proizvođač je dužan dostaviti potvrde o kvalitetu opreme / fabričke ateste, ispitne listove / te uputstva za transport, montažu i korištenje opreme.

## **1.9 Puštanje transformatorske stanice u pogon**

Nakon izgradnje objekta, a prije vršenja tehničkog prijema i 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

## **TEHNIČKI USLOVI ZA IZVODJENJE RADOVA**

---

## 1.10 Tehnički uslovi za izgradnju

### 1.10.1 UVOD

Predmetni projekat se mora izvesti u skladu sa važećim Zakonom o planiranju prostora i izgradnji objekata i u duhu važećih propisa i standarda, prema kojima je i urađen ovaj projekat.

Sastavni dio ovih tehničkih uslova je i tehnički opis, te se mora postupiti po njemu pri izvođenju, montaži, ispitivanju i stavljanju u pogon.

Investitor je dužan po prijemu projekta organizovati njegovu tehničku kontrolu preko stručne komisije ili organizacije koja ispunjava uslove za djelatnost revizije projektne dokumentacije. U slučaju eventualnih primjedbi revizije komisije projektant se obavezuje da izvrši izmjene u projektu, ukoliko su primjedbe u skladu sa tehničkim propisima i Projektnim zadatkom Investitora.

Izvođač je dužan prije početka izgradnje da provjeri ovu dokumentaciju. Ukoliko nađe da su potrebne izvjesne izmjene ili odstupanja kako u pogledu materijala tako i u pogledu tehničkog rješenja obavezan je o tome konsultovati nadzornog organa, odnosno projektanta, a u slučaju većih izmjena pribaviti od njih pismena uputstva i saglasnost na predložene izmjene.

Investitor je dužan obezbijediti elektroenergetsku saglasnost od strane nadležne elektrodistribucije.

Sav materijal koji se ugrađuje u objekte mora odgovarati JUS standardima za odnosnu vrstu materijala.

Ugrađivanje i montaža pojedinih elemenata ovog objekta mora se izvesti prema tehničkom opisu i predmjeru ovog projekta, kao i prema priloženim crtežima.

Pri izvođenju radova na ovom objektu izvođač mora voditi računa da se ne oštete okolni objekti, postojeće instalacije ili uređaji.

Za ispravnost izvedenih radova izvođač garantuje najmanje dvije godine, računajući od dana tehničkog prijema. Sva oštećenja koja bi se u tom periodu pojavila zbog upotrebe lošeg materijala ili nesolidne izrade, izvođač je dužan ukloniti bez prava na nadoknadu.

Sve izmjene i dopune radova koje imaju uticaj na predračunsku vrijednost objekta moraju biti odobrene od strane investitora ili njegovog predstavnika.

Investitor, odnosno organ ili organizacija na koju se prenosi vlasništvo objekta i njegovo održavanje, dužni su trajno da čuvaju jedan primjerak tehničke dokumentacije.

Investitor je dužan organizovati stalni stručni nadzor tokom izgradnje objekta preko stručnih lica ukoliko ispunjavaju uslove predviđene Zakonom, preko organizacije koja je izradila tehničku dokumentaciju ili preko specijalizovane organizacije za ovu vrstu djelatnosti.

Oprema koju izvođač montira a ne proizvodi ima garanciju prema garantnom listu proizvođača.

Izvođač je dužan po završetku radova izvršiti ispitivanje objekta, obezbijediti sve potrebne ateste i certifikate, izvršiti tehnički prijem, a zatim objekte pustiti u rad. U tu svrhu osigurati potrebnu radnu snagu, materijal, alat, pribor, mjerne instrumente i ostalo.

Po izvršenoj izgradnji objekta mora se izvršiti tehnički prijem i predaja investitoru na korišćenje.

Bez obezbeđivanja upotrebne dozvole, investitor ne smije koristiti izvedene objekte.

### 2.1.1. TRANSFORMATORSKA STANICA

Za trafostanicu važe i sledeći uslovi:

1. Svi metalni dijelovi opreme koji nijesu u pogonu pod naponom moraju se vezati na zaštitno uzemljenje.
2. Na svim kablovskim vodovima postaviti natipsne pločice od olovnog lima u vidu obujmica sa oznakom namjene, tipa kabla presjeka i napona.
3. Trafostanica mora biti snabdjevena potrebnom opremom za rukovanje i zaštitnom opremom. Ova oprema mora biti atestirana.
4. Sav materijal i oprema koja se ugrađuje mora odgovarati važećim standardima i propisima.
5. Uzemljenje transformatorske stanice treba da se izradi prema tehničkom opisu, proračunu i crtežima. Materijal u zemlji (traka, cijevi, zavrtnji) mora da je pocinkovan toplim postupkom.

6. Svi montažni i ostali radovi moraju se izvesti u skladu sa važećim propisima JUS.
7. Prije stavljanja u rad postrojenje se mora staviti pod ispitni napon prema JUS propisima. Za određenu opremu pribaviti ateste o ispitivanju.
8. Po završenim radovima, a prije stavljanja u rad, brižljivo očistiti trafostanicu od prašine i nečistoće, a opremu za rukovanje i zaštitnu opremu postaviti na mjesto predviđeno projektom.
9. Instalaciju osvjettljenja i priključnica izvesti prema važećim propisima i standardima.
10. Po završetku radova izvršiti sva potrebna mjerenja i snimanja stvarno izvedenog stanja i za to izraditi odgovarajuću dokumentaciju koju predati investitoru.
11. Investitor je dužan da u toku cijele gradnje obezbijedi stručan nadzor nad izvođenjem radova.

### 1.11 Prilog mjera zaštite od požara

Perna važećem "Zakonu o zaštiti i spašavanju" ("Sl. list CG", br. 13/2007, 5/2008 - ispr., 86/2009 - dr. zakon, 32/2011 i 54/2016) uz projektnu dokumentaciju za ovaj investicioni objekat prilaže se izvod mjera za zaštitu od požara.

Predviđeni objekat je projektovan u duhu navedenih važećih propisa tehničkih preporuka i standarda kojima su obuhvaćene mjere za sigurnost objekta.

Za mjere navedene zaštite se navodi:

1. Sva oprema je tipska, odabrana prema važećim JUS standardima.
2. Trasa voda odabrana je na licu mjesta, pri čemu je vodjeno računa da što manje ugrožava postojeće objekte, kako je i dato opisom u projektu.
3. Sigurnosne visine i udaljenosti iznad terena ili objekta su u svim slučajevima u propisanim granicama. Opasnost od međusobnih dodira (tuširanja) provodnika u rasponima duž trase voda isključena je obzirom da je zadovoljen kriterijum električnih raspona.
4. Zaštita od atmosferskih prenapona postignuta je do zadovoljavajućeg stepena ugradnjom izolatora odnosno izolatorskih lanaca propisanog naponskog nivoa (normalna i pojačana izolacija), kao i ugradnjom katodnih ili ventilskih odvodnika prenapona, kako je dato u projektu.
5. Zaštita od preopterećenja i kratkih spojeva obezbijedjena je ugradnjom opremom (za vodove 10kV u TS 35/10kV, a za niskonaponsku mrežu u TS 10/0.4kV odgovarajućim osiguračima).
6. Opasnost od prekida faznih provodnika isključena je obzirom da provedena kontrola preko graničnih raspona pokazuje znatno veći stepen mehaničke zaštite užeta od zahtijevanog.
7. Za slučaj prolaza voda kroz šumski pojas zadovoljen je uslov da sigurnosna udaljenost od krajnjih provodnika do bilo kojeg dijela stabla iznosi najmanje 3m. Takođe se, radi sigurnosti, predviđa da se uklone i ona stabla van trase koja su sklona padu i koja bi eventualnim padom mogla ugroziti vod.
8. Stub stubne trafostanice, kao i konzole koje će se montirati na njemu će biti izradjeni od materijala otpornog na vatru, tj. od nezapaljivog materijala, čime se preventivno sprečava pojava požara.
9. Natpis na vratima ormara niskog napona STS upozorava na opasnost od električne struje.
10. U ormaru niskog napona je predviđena izolovana ručica za zamjenu osigurača.
11. 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. Navedena mjera je u nadležnosti budućeg vlasnika objekta.

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

### 1.12 Prikaz tehničkih rješenja za primjenu mjera zaštite na radu

Na osnovu i u okviru Zakon o zaštiti na radu "Sl. list CG 34/2014 i 44/2018", prilikom izgradnje ovih objekata potrebno je primjenjivati sve propisane mjere zaštite na radu i tako stvoriti uslove sprečavanja i otklanjanja opasnosti na radu. Prilikom izrade ovog projekta uočene su određene opasnosti koje se mogu pojaviti u fazi izgradnje objekta, te je neophodno preuzeti odgovarajuće mjere zaštite. Kako će se radovi odvijati u blizini napona opasnog za ljude, neophodan je veći stepen znanja, stručnosti iskustva i odgovornosti radnika. Da bi radnik bio bliže upoznat sa opasnostima pri radu u blizini opasnog napona, potrebno je da ove radove izvode stručne i osposobljene ekipe, koje u svojim organizacijama imaju interna pravila i uputstva, kako bi bilo sigurno da su neposredni izvršioci na vrijeme upoznati i obučeni za rad. Kako će se radovi izvoditi u neposrednoj blizini ili u trasi postojećeg 10kV i NN vodova ovdje je neophodno ukazati na to da radove prilikom izvođenja priključka DV10kV u trasi postojećeg 10kV voda i STS. Radove treba izvoditi pri beznaponskom stanju VN voda. Opasnosti i štetnosti koje se mogu pojaviti pri izgradnji i korišćenju predmetnih objekata ovog projekta: direktni dodir djelova pod naponom, previsoki napon dodira, struja kratkog spoja, preopterećenje, povratni napon, prenaponi. Kako je predmetni objekat projektovan prema važećim tehničkim propisima i normativima, uz poštovanje preporuka i iskustva, vodilo se računa o svim navedenim opasnostima, te su iste svedene na najmanju moguću mjeru. Sa aspekta zaštite čovjekove okoline, ovi objekti ne predstavljaju zagađivače.

ZAKLJUČAK: Iz navedenog se može zaključiti da su ovim Glavnim projektom obuhvaćene sve potrebne mjere zaštite na radu.

### 1.13 Uputstvo za upravljanje građevinskim otpadom

Otpad koji nastaje pri izgradnji elektrotehničkih instalacija spada u čvrsti otpad koji nema karakteristike opasnog otpada. Ovaj otpad prouzrokovan radovima na gradjenju elektroenergetskih objekata je u suštini osnovni građevinski otpad koji predstavlja: materijal iz iskopa, visak-otpada od građevinskih materijala (opeke, daske, beton). Ovaj materijal se po fizičko hemijskim svojstvima nipočemu ne razlikuje od ostalog građevinskog otpada i isti nema karakteristike opasnog. Nastali otpad, materijal kod pripremnih radova, ostatke ambalaže pojedinih elemenata koji se ugrađuju i slično, potrebno je pažljivo pokupiti i odvesti na za to predviđenu deponiju. Po završetku radova, cjelokupni korišćeni pojas gradilišta urediti i dovesti u prvobitno ispravno stanje, višak materijala vratiti u skladište

## **PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETA**

---

## 1.14 Popis primijenjenih tehničkih mjera i standarda

Prilikom izrade projekta, projektant je koristio sledeće tehničke propise:

- Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Sl. list CG", br. 64/2017, 44/2018, 63/2018 i 11/2019 - ispr.)
- Zakon o zaštiti i zdravlju na radu ("Sl. list CG" br. 34/14, 44/2018)
- Zakon o energetici ("Sl. list CG", br. 5/2016 i 51/2017)
- 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 - ispr.)
- 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)
- Pravilnik o načinu izrade i bližoj sadržini tehničke dokumentacije složenih inženjerskih objekata za proizvodnju, prenos i distribuciju električne i toplotne energije ("Sl. list CG", br. 02/2019. od 11.01.2019.god.)
- Pravilnik o načinu vršenja revizije složenih inženjerskih objekata za proizvodnju, prenos i distribuciju električne i toplotne energije ("Sl. list CG", br. 02/2019. od 11.01.2019.god.)
- 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) - Podgorica 2009 ) TP2ED,
- 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 ivodova ("Sl. list SRJ" br. 41/93)
- Crnogorski standardi MEST EN62305-1, MEST EN62305-2, MEST EN62305-3,
- 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 mrežu (TP-2 dopunjeno izdanje- Podgorica 2008)
- Pravilnik o snabdijevanju električnom energijom (sl. list RCG br. 13/05)
- Opšti uslovi za isporuku električne energije ("Sl. list RCG" br. 1/90),
- Katalozi opreme i pribora za TS 10/0,4 kV, kablovskog pribora, opreme i pribora za nadzemne vodove, kao i druge tehničke propise i preporuke za tipizaciju elemenata distributivnih mreža,

## 1.15 Prikaz tehničkih rješenja za primjenu mjera zaštite na radu

### 1.15.1 Opšte mjere zaštite na radu

#### 1.15.1.1 Kablovska 10 kV mreža

1. Zaštita od opasnog napona dodira predviđena je sistemom zajedničkog uzemljivača. U tu svrhu predviđeno je postavljanje trake od prohroma iznad VN kabla koja je povezana na zaštitno uzemljenje trafostanice. Na traku za uzemljenje povezane su metalne mase kablovskog pribora.
2. Zaštita od kratkog spoja i preopterećenja ostvarena je odgovarajućom opremom za zaštitu u napojnoj trafostanici čiji je sastavni dio i ovaj kablovski vod.
3. Prilikom izvođenja radova na kablovskom vodu potrebno je izvršiti isključenje visokonaponskih rastavnih sklopki, odnosno rastavljača i prekidača u pripadajućoj 10 kV ćeliji napojne trafostanice.
4. Na dionicama ukrštanja kabla sa drugim podzemnim instalacijama dokumentacijom su predviđene mjere zaštite u skladu sa tehničkim propisima.
5. Prilikom izvođenja radova obaveza Izvođača je da obezbijedi kablovske rovove i dionice kablovske trase na mjestima ukrštanja sa saobraćajnicama, u skladu sa tehničkim propisima.
6. Kablovski vod i trasa kablovskog voda, kao i kablovski pribor su obilježeni u skladu sa tehničkim propisima i preporukama.
7. Na početku i kraju kablovskog voda stavljena je oznaka mjesta drugog kraja kabla.

#### 1.15.1.2 Transformatorska stanica

Prikaz tehničkih rješenja pravila zaštite na radu izradjen je na temelju tehničkih propisa, standarda i pravila koja se odnose na ovu vrstu objekata.

Prikaz rješenja obuhvata:

1. Arhitektonsko-gradjevinski dio
2. Elektro dio
3. Protivpožarnu zaštitu
4. Specifikaciju zaštitne opreme

#### **Arhitektonsko-gradjevinski dio**

1. Obzirom da se radi o energetsom postrojenju, transformatorskoj stanici gdje ne postoji stalna posada, već se povremeno vrši nadzor i popravka, postrojenje se tretira po propisima za takvu vrstu objekta.
2. Energetsko postrojenje je locirano tako da je omogućen nesmetan prilaz objektu.
3. Kako je riječ o tipskoj transformatorskoj stanici Konstrukcija zidova i krovne ploče izvedena je tako da odgovara statističkim proračunima za tu vrstu objekata.
4. Vrata prostorije su od željeznog lima i otvaraju se na stranu izvan prostorije. Brava se otvaraju iznutra bez ključa.
5. Ispod transformatora postoji betonsko korito za ulje dimenzionisano za odgovarajući prihvat ulja.
6. Transformator je smješten u zajedničku prostoriju sa rasklopnim postrojenjem (propisi ne traže protivpožarni zid za transformatore snage do 1000 kVA).
8. Na zidovima objekta predviđeni su potrebni otvori za prirodnu i prinudnu ventilaciju, odnosno predviđeni su ventilacioni otvori za hladjenje transformatora.
9. Dimenzije pojedinih dijelova postrojenja omogućavaju pristup do transformatora. za održavanje ili eventualno gašenje požara.

## Elektro dio

1. Zaštita od opasnog napona dodira i koraka izvedena je povezivanjem svih metalnih djelova postrojenja (aparati visokog napona, gvozdena konstrukcija, vrata, žaluzine itd) na uzemljenje objekta, kao i pravilnim oblikovanjem mreže uzemljivača.
2. Zaštita od slučajnog napona dodira djelova pod naponom je riješena izradom limenih razvodnih ploča, zatvorenog tipa kao i signalnim lampicama uključenog stanja.
3. Strujni krugovi instalacije osigurani su od preopterećenja i kratkog spoja osiguračima.
4. Niskonaponska mreža koju napaja ova TS 10/0, 4 kV kao i mreža javne rasvjete zaštićena je od preopterećenja i kratkog spoja izborom odgovarajućih osigurača.
5. Na podesnom i dosta uočljivom mjestu postavljena je jednopolna šema postrojenja sa osnovnim podacima.
6. U TS je postavljena izolaciona motka i ručka za izmjenu niskonaponskih osigurača.
7. VN ćelije, kao i izvodi na NN razvodu biće odgovarajuće obilježeni.
8. Obzirom na neophodnost sprovođenja mjera sigurnosti u ovoj TS, moraju se razlikovati sledeći radovi koji se mogu pojaviti:

- Pregled i kontrola postrojenja
  - Pregled i kontrola postrojenja omogućeni su načinom i izvođenjem postrojenja.
  - VN blok je izradjen od tipskih limenih ćelija, koje su rastavljene pločama od vatrostalnog materijala.
  - Zamjena pojedinih djelova u ćelijama moguća je samo nakon isključenja.
  - Ćelije su opremljene zaštitnom izolacionom pločom koja služi kao zaštita od dodira djelova pod naponom kod radova po donjem dijelu ćelije, ili se postavlja između gornjih i donjih kontakata aparata u slučaju da je aparat blokiran.
- Pogonske manipulacije
  - Pogonske manipulacije sa rastavljačima snage na visokom naponu moguće su pomoću ručica za manipulaciju.
  - Manipulacije na niskom naponu omogućene su rastavljačem snage u dovodnom polju.

Ostale manipulacije na odvodima niskog napona nijesu preporučljive. Sve ostale manipulacije na odvodima niskog napona bez isključenja rastavljača su samo uz Uputstvo za siguran rad, jer se radi o tretmanu rada pod naponom.

- Radovi po pojedinim zonama

### I zona

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 i u 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 uključivanja 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 20 A.

### II zona

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 uključivanja
- utvrđivanje beznaponskog stanja

- uzemljenje i kratko spajanje
- ogradjivanje mjesta rada

Isključenje TS vrše se odvajanjem od napona, sa VN rastavljačima snage u dovodnoj ćeliji, odnosno svim rastavljačima preko kojih mjesto rada može doći pod napon. To su rastavljači snage u ćelijama na visokom naponu i niskonaponskim transformatorskim poljima.

I u slučaju da je TS isključena na ostalim izvorima njenog napajanja, isključenje rastavljača u TS je obavezno.

Izvođenje radova u trafo komorama omogućava se isključenjem rastavljača snage u trafo ćelijama.

#### Osiguranje protiv slučajnog uključanja

Osiguranje protiv slučajnog uključanja ili blokiranja pogona rastavljača snage omogućeno je mehaničkom blokadom. Nakon sprovedene blokade obavezno je postavljanje ploče "Ne uključuj". Ploča se postavlja iznad pogona rastavljača snage.

#### Utvrđivanje beznaponskog stanja

Vršenje ispitivanja beznaponskog stanja omogućeno je u svakom polju (ćeliji) iznad i na rastavljaču snage, odnosno na sabirnicama i ispod rastavljača snage na kablovskim priključcima. Položaj rastavljača je vidljiv i služi kao kontrola stanja rastavljača. To je omogućeno ugrađenim oknima postavljanjem na gornjem dijelu ćelije.

Dovoljno je ispitivanje sabirnica samo u jednoj ćeliji, dok je VN postrojenje pod naponom.

Provjeru beznaponskog stanja ispod rastavljača snage dozvoljeno je vršiti samo kod isključenog stanja rastavljača. U tom slučaju mora se osloboditi pristup ispitivanom mjestu. Utvrđivanje beznaponskog stanja obavlja se u načelu s indikatorom napona, neposredno prije uzemljavanja i kratkog spoja faznih provodnika na mjestu rada. Prije utvrđivanja beznaponskog stanja, potrebno je provjeriti ispravnost indikatora.

#### Uzemljenje i kratko spajanje

Odmah nakon provjere beznaponskog stanja potrebno je odgovarajućim napravama izvesti uzemljenje i kratko spajanje svih provodnika na mjestu rada i mjestima odvajanja od napona.

U ćelijama sa već ugrađenim rastavljačem za uzemljenje dovoljno je poslije isključenja glavnog rastavljača snage uključiti noževe za uzemljenje izvršena je mehanička blokada koja onemogućava isključenje pojedinih noževa kad su drugi noževi uključeni.

U ćelijama u kojima nije ugrađen, rastavljač za uzemljenje konstrukcija rastavljača je prilagodjena brzom stavljanju odgovarajućih naprava za izvođenje uzemljenja i kratkog spajanja.

#### Ogradjivanje mjesta rada

Ogradjivanje mjesta rada vrši se samo ispred postrojenja odgovarajućim natpisom.

### 1.15.1.3 Protivpožarna zaštita

Tehnološki proces eksploatacije transformatorske stanice se ne karakteriše naglašenim potencijalnim opasnostima od požara i eksplozija. 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

Mjere zaštite od navedenih i drugih potencijalnih opasnosti od požara:

- u transformatorskoj stanici i na njenim priključcima odnosno odvodima moraju se koristiti samo atestirani energetski 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 završavanja, 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 vatrootpornošću većom od 2 sata
- prema materijalima i konstrukcijama, te tehnološkom procesu koji se odvija u objektu transformatorske stanice i projektovanim mjerama zaštite od požara i eksplozija transformatorska stanica se može svrstati u objekte sa malim požarnim opasnostima
- 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 naonom, sadržaja sredstva minimalno po 5 (pet) kg. Ovi aparati moraju biti punjeni gasom, 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
- srednje naponski blok je fabrički proizveden i ispitivan, a izveden je tako da u slučaju nastanka električnog luka, kvara dolazi do prsnuća lomljive sigurnosne membrane, tako da se time sprječava daljnji porast pritiska u gasonepropusnom 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 tečnostima u saobraćaju.

#### 1.15.1.4 Specifikacija zaštitne opreme

Za primjenu mjera zaštite na radu potrebno je osigurati opremu koja je data u specifikaciji materijala i opreme.

Sastavni dio prikaza rješenja zaštitnih mjera na radu su i interni propisi i uputstva, lokalne distributivne organizacije.

Ovom tehničkom dokumentacijom predviđeno je za sva postrojenja postavljanje vidno označenih natpisa sa upozorenjima u pogledu visine napona i drugih važnih obavještenja i upozorenja, kao i postupak (uputstvo) za pružanje prve pomoći i "Zlatna pravila" za rukovanje. Tehničkom regulativom u ED predviđena je za mobilne ekipe potrebna oprema i sredstva lične zaštite koja se pri rukovanju i manipulacijama u postrojenju moraju upotrebljavati:

- gumene rukavice
- gumene čizme
- šljem
- izolovane uklopne ručke za visokoučinske osigurače
- izolovane uklopne motke

Obaveza izvođača radova na izgradnji ovog objekta je da uradi poseban elaborat o uređenju gradilišta i radu na gradilištu.

Radna organizacija koja će održavati ovaj objekat obavezna je da izvrši obučavanje radnika iz materije zaštite na radu i upozna radnike sa uslovima rada, opasnostima i štetnostima u vezi sa radom i da obavi proveru sposobnosti radnika za samostalan i bezbedan rad. Pri izvođenju radova ili remontu postrojenja, obavezno je postavljanje opomenskih tablica u pogledu:

- stanja uključenosti
- zabrana i drugih važnih upozorenja i obavještenja.

#### ZAKLJUČAK

Projektom su predviđene sve potrebne (propisane) mere za otklanjanje opasnosti u pogledu zaštite na radu.

## 1.16 Opasnosti i štetnosti koje se mogu javiti pri izgradnji i korišćenju

### elektroenergetskih postrojenja i predviđene mjere zaštite

#### 1. Slučajni dodir delova pod naponom

Zaštita od slučajnog dodira djelova postrojenja koji se nalaze pod opasnim naponom predviđena je primenom:

- postrojenja zatvorenog tipa
- zaštitne grede u trafo odeljenju
- zatvorenog razvoda visokog napona i zaštitnih prečaga u njemu
- zaštitnih prečaga na razvodnoj tabli niskog napona
- zaštitnih kućišta i limenih poklopaca
- izolovane opreme i kablova
- većih visina vješanja opreme
- većih od propisanih i minimalnih rastojanja od delova pod naponom, za sve naponske nivoe.

Opštim mjerama zaštite na radu obezbeđena je zaštita kojom se onemogućava dodir radnika sa djelovima koji su stalno pod opasnim naponom, primenom minimalne potrebne opreme za zaštitu na radu, specificirane u opštim napomenama.

Svi predviđeni kablovi su odgovarajuće konstrukcije i snabdjeveni odgovarajućim izolacijama i zaštitnim plaštevima a predviđa se i pravilno uvođenje istih u zatvorene čelije razvodnih postrojenja 10 kV, razvodnih postrojenja 1 kV, kablovske priključne kutije, stubove i ormane javnog osvetljenja.

#### 2. Dvostruki zemljospoj

U napojnoj TS 110(35)/10 kV predviđena je odgovarajuća zaštita kojom je eliminisana pojava dvostrukih zemljospojeva.

#### 3. Iznošenje potencijala

Na osnovu izvedenih proračuna u studiji Izbor načina uzemljenja neutralne tačke mreže 10 kV i izvršenih merenja u mreži ED a imajući u vidu udaljenost nove TS 10/0,4 kV od postojeće TS 110(35)/10 kV ne treba očekivati pojavu opasnih napona usled izlazećeg potencijala iz TS 110(35)/10 kV u kablovskim i nadzemnim mrežama 10 i 0,4 kV.

#### 4. Previsoki napon dodira

Opasnost od previsokog napona dodira za sve provodne djelove u TS 10/0,4 kV koji nisu pod naponom a u slučaju kvara mogu doći pod napon otklonjena je sistemom uzemljenja odnosno izjednačavanjem potencijala u TS.

#### 5. Previsoki napon koraka

Na osnovu izvršenih merenja u okviru Studije zaštite od opasnih napona u niskonaponskoj mreži nije potrebno proveravati napon koraka kod uzemljivača TS 10/0,4 kV u kablovskim ili mješovitim mrežama.

#### 6. Struja kratkog spoja

Oprema i konstrukcija u TS 10/0,4 kV izrađeni su tako da obezbeđuju takvu statičku i dinamičku čvrstoću da izdrže naprezanja koja se mogu pojaviti usled udarne struje kratkog spoja.

Vodovi 10 kV opremljeni su odgovarajućom zaštitom od kratkih spojeva.

Izvodi u TS 10/0,4 kV, ormanima i stubovima javnog osvetljenja opremljeni su odgovarajućom zaštitom od kratkog spoja.

Zaštita usponskih vodova u kablovskim priključnim kutijama predmet je projekta unutrašnjih električnih instalacija.

#### 7. Preopterećenje

Vodovi i oprema 10 kV opremljeni su odgovarajućom zaštitom od preopterećenja.

Izvodi u TS 10/0,4 kV, ormanima i stubovima javnog osvetljenja opremljeni su odgovarajućom zaštitom od preopterećenja.

#### 8. Termičko naprezanje kablova

Opasnost od termičkog naprezanja kablova je otklonjena pravilnim izborom međusobnog rastojanja i načina polaganja kablova, vodeći računa o mogućnostima strujnog opterećenja.

#### 9. Mehaničko naprezanje i oštećenje kablova

Opasnost od mehaničkog opterećenja kablova položenih u zemlji je otklonjena pravilnim izborom tipa kablova, trase i načina polaganja u zavisnosti od terena i uslova rada. Na prelazima kolovoza predviđeno je postavljanje dodatne mehaničke zaštite u vidu kablovske kanalizacije.

#### 10. Nedozvoljen i pad napona

U ovom projektu taj problem u mreži 10 kV nije obrađen već se on rešava pravilnim izborom granica napajanja u toku eksploatacije. Podnaponska zaštita u TS nije predviđena.

#### 11. Nestanak napona

Opasnost od nestanka napona (sigurnosno napajanje) nije obrađena ovim projektom, pošto je ovo distributivna mreža, već će se ista, u slučaju potrebe, otkloniti primenom uređaja za sigurnosno snabdijevanje kod samih potrošača kroz projekte unutrašnjih električnih instalacija.

#### 12. Atmosferska pražnjenja

Dokumnetacijom je predviđeno postavljanje odvodnika prenapona u visokonaponskim ćelijama na početku i kraju kablovskog voda.

#### 13. Povratni napon

Opasnost u mreži 10 kV i javnog osvetljenja se otklanja postavljanjem odgovarajućih opomenskih tablica za granice napajanja.

#### 14. Prenaponi

U gradskom području nisu predviđene zaštitne mjere, prema Propisima i preporukama ED.

#### 15. Uticaj na TT vodove

Zaštita TT vodova od uticaja elektroenergetskih postrojenja i vodova riješena je po važećim propisima.

#### 16. Uticaj vode, vlage i prašine

Opasnosti od uticaja vode, vlage i prašine otklonjene su pravilnim izborom opreme i pribora.

#### 17. Nedozvoljeni nivo osvetljenosti

Opasnost od nedozvoljenog nivoa osvetljenosti otklonjena je pravilnim izborom vrste izvora, boje svetlosti, vrste svetiljki, rasporedom svetiljki, jačine stvarne osvetljenosti i ravnomjerne osvetljenosti u skladu sa važećim tehničkim normativima.

#### 18. Buka i vibracije

Opasnosti od buke i vibracija svedene su na dozvoljeni nivo izgradnjom izolovanog temelja za transformator u TS, izborom tipa transformatora i upotrebom elastičnih podmetača ispod nosača transformatora. Obzirom na udaljenost izvora buke (transformatora) od okolnih stambenih objekata isti ne mogu biti izloženi prekomernom nivou buke i vibracija koji može biti štetan po ljudsko zdravlje.

Vodovi srednjeg i niskog napona i objekti javnog osvetljenja ne izazivaju ni buku niti vibracije koji bi bili štetni po ljudsko zdravlje.

Buka i vibracije koju mogu izazvati kontaktori i prigušnice u mreži javnog osvetljenja otklanjanju se izborom kvalitetne opreme, pravilnim pritezanjem i oslanjanjem na elastične podmetače.

#### 19. Izazivanje požara i eksplozija

Ćelije 10 kV izrađene su u klasičnoj izradi od vatrostalnog materijala sa protivpožarnim pregradama između ćelija koje služe da spreče prenošenje luka na ostale ćelije. Time je zadovoljen uslov da rastavljači snage budu međusobno odvojeni. Osim toga sve ćelije su opremljene ekspanzionim poklopcem. Svi vodovi i oprema dimenzionisani su tako da se, pri nazivnom opterećenju, neće zagrijavati iznad dozvoljene temperature za te

presjeke i opremljeni su odgovarajućom zaštitom. Skupljanje iscjednog ulja iz transformatora, u smislu protivpožarne zaštite, riješeno je u duhu postojećih propisa. Dogovorom "Elektroprivrede Crne Gore" sa Inspektoratom za protivpožarnu zaštitu o organizovanoj protivpožarnoj zaštiti u TS 10/0,4 kV, utvrđeno je da se protivpožarni aparati stavljaju u kola ekipa, a ne u TS 10/0,4 kV, obzirom na nemogućnost prilaza aparatu za gašenje požara u slučaju požara u TS.

## **20. Čistoća vazduha**

Elementi spoljne elektroenergetske mreže i javnog osvetljenja ne izazivaju aero zagađivanje.

## **21. Zagađivanje čovjekove životne sredine**

Elementi spoljne elektroenergetske mreže ne predstavljaju neposrednu opasnost za zagađivanje čovjekove životne sredine. Jedinu opasnost predstavlja ulje koje bi iscjedilo iz transformatora ali je ta opasnost otklonjena predviđenom jamom za skupljanje ulja, tako da je izbegnuto zagađivanje životne sredine i vodotoka.

### **1.17 Posebne mjere zaštite pri izvođenju objekata**

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

Obaveza izvođača radova na izgradnji ovog objekta je da uradi poseban elaborat o uređenju gradilišta i radu na gradilištu.

Razbijanje regulisanih površina (beton, asfalt) vršiti na način koji obezbeđuje 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 se pridržavati vremena i režima rada iz dobijene saglasnosti za isto. Obezbijediti zaštitu radnika od motornog saobraćaja, kao i zaštitu motornog saobraćaja od izvođenja radova ( postavljanjem prepreka i natpisa sa upozorenjem vozača).

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

Po završetku radova sve regulisane površine dovesti u prvobitno stanje .

Radna organizacija koja će održavati ovaj objekat obavezna je da izvrši obučavanje radnika iz materije zaštite na radu i upozna radnike sa uslovima rada, opasnostima i štetnostima u vezi sa radom i da obavi proveru sposobnosti radnika za samostalan i bezbedan rad.

### **1.18 Prilog mjera zaštite od požara**

Prema Zakonu o zaštiti i spašavanju 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 obezbeđuju pogonsku sigurnost objekta i svode na minimum opasnosti od mogućih havarija odnosno požara

## 1.19 Tehnički uslovi za realizaciju projekta

### 1.19.1 Opšti tehnički uslovi

Ovi tehnički uslovi sastavni su dio tehničke dokumentacije i kao takvi obavezuju investitora i izvođača pri izgradnji objekta. Izgradnja objekta ima da se vrši prema odobrenom projektu (tekstualnoj i grafičkoj dokumentaciji) i ostalim važećim propisima za ovu vrstu objekata.

Investitor je dužan da odredi stručno lice koje će vršiti nadzor nad izgradnjom objekta, preko stručnih lica ukoliko ispunjavaju uslove predviđene Zakonom, preko organizacije koja je izradila tehničku dokumentaciju ili preko specijalizovane organizacije za ovu vrstu djelatnosti.

Materijal, upotrebljen za izradu ovog postrojenja i mreže, mora biti prvoklasnog kvaliteta, nov, neupotrebljavan. Sva ugrađena oprema i čelije moraju biti snabdjevene atestima.

Sav materijal se mora kontrolisati prilikom prijema, po projektu i propisima, a pre upućivanja na gradilište.

Prilikom izgradnje, radi obezbeđenja osoblja, sve provodnike uzemljiti.

Izvođač je dužan da se pre početka radova upozna sa projektom.

Ukoliko se u toku gradnje pojave opravdane potrebe da se odstupi od projekta i izvrše manje izmene. Izvođač mora za svako odstupanje-izmenu da pribavi pismenu saglasnost nadzornog organa. Nadzorni organ će po potrebi upoznati i projektanta sa predloženom izmenom i tražiti njegovu saglasnost. Za veća odstupanja od odobrenog projekta, koja zadiru u suštinu rješenja, nadležna je Reviziona komisija koja je odobrila ovaj projekat.

U trafostanici, na podesnom i lako uočljivom mjestu, postaviti:

- Jednopolnu šemu transformatorske stanice sa osnovnim podacima o opremi,
- Uputstvo za pružanje prve pomoći povređenim od električne struje, sve u neposrednoj blizini jedno pored drugog.

Trafostanicu obavezno opremiti sledećom opremom:

- izolovanim postoljem reda 10 kV,
- opomenskim tablicama i ostalom opremom za zaštitu, rukovanje i održavanje.

### 1.19.2 Transformatorska stanica 10/0,4 kV

#### 1.19.2.1 Energetski transformator

Transformator mora imati natpisnu pločicu na kojoj su razgovetno i pouzdano ispisani svi bitni podaci. Natpisna pločica treba da je postavljena tako da se u toku pogona mogu bez teškoća i bezbedno pročitati na njoj napisani podaci.

Transformator mora biti tako dimenzionisan da u toku pogona može podneti sva očekivana naprezanja a da pri tome ne nastupe oštećenja ili pogoršanja radne sposobnosti ove naprave.

Transformator treba u postrojenju tako postaviti da ne dođe do štetnog uticaja okoline na njegov redovan pogon, radne karakteristike i vijek trajanja, kao i da se otkloni štetan uticaj ove naprave na okolinu.

Transformator mora biti tako postavljen i ugrađen da ne dođe do štetnih vibracija na susjedne djelove postrojenja i do prouzrokovanja smetnji u postrojenju i do oštećenja građevinskih konstrukcija.

Prilikom postavljanja i ugrađivanja mora se obezbediti dovoljno hlađenje i da pri tom ne prodru strana tijela koja bi ovim napravama mogla štetiti.

Mora postojati mogućnost potpunog električnog odvajanja transformatora od ostalih delova pripadajućeg električnog postrojenja u pogonu.

Uređaje za automatsku zaštitu od električnog preopterećenja i od unutrašnjih ili spoljnih kvarova treba predvideti u skladu sa veličinom i opremom transformatora.

Pored automatskog isključenja treba da postoji mogućnost ručnog pokretanja svih naprava za isključenje radi eventualnog potpunog električnog odvajanja od ostalih delova postrojenja u pogonu.

### 1.19.2.2 Razvod visokog i niskog napona

Vrata i žaluzine moraju biti od metala. Vrata se moraju otvarati napolje, a ne unutra. Otvaranje vrata sa unutrašnje strane mora biti lako izvodljivo bez upotrebe alata ili ključa.

Nije dozvoljeno u prostoriji trafostanice uvoditi djelove instalacije, vodovoda, kanalizacije i sličnih.

Sve noseće konstrukcije aparata i uređaja moraju biti od metala ili drugog nezapaljivog materijala.

Visina od poda do nezaštićenih djelova uređaja pod naponom treba da iznosi najmanje 2500 mm.

Rastojanje zaštitnih pregrada odnosno prečaga od djelova koji su postavljeni iza njih, a nalaze se pod naponom treba da iznosi najmanje 500 mm.

Na svim ulaznim vratima trafostanice postaviti natpisne tablice i tablice za upozorenje na opasnost "Visoki napon – opasno po život".

Ćelije visokog napona moraju imati zaštitnu ogradu od lima, prozor sa prednje strane.

Sve ručice za pogon rastavljača i prekidača snage moraju biti izvan ćelija ili na nepokretnom dijelu prednje strane ćelije.

Sve metalne konstrukcije (vrata, okviri, noseće konstrukcije itd) moraju biti prethodno minimizirani, odnosno zaštićeni, a potom obojeni sivom masnom lak bojom. Blokove visokog napona i razvodnu tablu niskog napona obojiti istom bojom.

Svi električni vodovi kao što su: sabirnice, vodovi za priključak aparata i opreme, moraju biti "fazovani" (složene faze) i obojeni u duhu postojećih propisa i to:

R faza žuto, S faza zeleno, T faza ljubičasto, nulti vod bijelo, a vod za uzemljenje crnom bojom sa kosim bijelim prugama.

Iznad vrata svake ćelije postaviti natpisne pločice sa oznakom namjene ćelije. Na razvodnoj tabli 0,4 kV postaviti pločice sa nazivom svakog izvoda i mjernog instrumenta.

Razvodna polja, razvodne ćelije i razvodne elemente treba obelježiti odgovarajućim natpisnim pločicama i oznakama, prema projektu i zahtevu Investitora.

Svi kablovski dovodi i odvodi visokog napona i niskog napona moraju biti označeni olovnom pločicom u vidu obujmice, prema svojoj nameni, vrsti kabla kao i nazivnog napona.

Mjerni opseg aparata - instrumenata mora biti veći za 20% od nazivnog opsega.

Sekundarna strujna kola mjernih transformatora moraju se uzemljiti neposredno na stezaljkama transformatora.

Svi metalni djelovi postrojenja, ćelije, noseće konstrukcije, komandne ručice, kućišta, aparati i svi metalni djelovi sa kojima je moguć dodir pri posluživanju, a koji normalno nisu pod naponom, moraju biti vidljivo priključeni posebnom trakom na zaštitno uzemljenje u trafostanici.

Metalne ručke, poluge i slično ne treba posebno uzemljiti ako su dobro provodno vezani sa uzemljenim aparatima. Ukoliko se radi o zupčastim prenosima - spojevima onda se ti djelovi moraju priključiti na vod zašitnog uzemljenja u TS.

Radi mogućnosti periodične provjere veličine otpornosti rasprostriranja uzemljivača, obavezno predvidjeti mogućnost odvajanja veza pomoću ispitnih spojnica.

Vodovi uzemljenja u objektu moraju biti vidljivo položeni po zidu, na držačima, na propisnom rastojanju od dijelova koji su pod naponom. Ovi vodovi moraju biti obojeni crnom bojom sa poprečnim bijelim prugama.

Sva spojna mesta uzemljenja koja leže u zemlji moraju biti zaštićena od korozije pouzdanim sredstvima.

Posle završetka svih radova proveriti mjerenjem vrijednosti otpornosti rasprostiranja uzemljivača.

Radi zaštite od nedozvoljenog napona dodira (koji pri zemljospoju ne smije biti veći od 65 V), i napona koraka (koji ne smije biti veći od 125 V), moraju se primeniti dopunske zaštitne mjere u duhu postojećih propisa odnosno prilikom posluživanja moraju se upotrebljavati gumene rukavice, čizme, izolaciono postolje i izolaciona motka, sve atestirano za napon 10kV.

### 1.19.2.3 Kablovi u trafostanici

Polaganje visokonaponskih kablova i izrada kablovskih spojnica mora se izvesti u svemu prema propisima "Elektrodistribucije" i Katalogu kablovskog pribora.

Oмотаči i armature kablova moraju se uzemljiti na oba kraja.

U trafostanici na svakom kablovskom spoju moraju postaviti obujmice sa naznakom radnog napona, tipom kabla, presjekom kabla i godinom polaganja.

Na svim kablovima mora biti izvršeno "fazovanje" (slaganje faza) kao i obilježavanje postojanim oznakama svake faze na pojedinim žilama kabla, zbog opasnosti da dođe do promene smjera obrtnog polja.

### 1.19.2.4 PROBNI RAD

U skladu sa Članom 105. Zakona o planiranju prostora i izgradnji objekta Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Sl. list CG", br. 64/2017, 44/2018, 63/2018 i 11/2019 - ispr.) za objekat trafostanice TS 10/0.4 kV 1x1000 kVA „NTP“ 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 za TS 10/0.4 kV 1x1000 kVA „NTP“ sa uklapanjem u VN mrežu **NE predviđa** se probni rad.

Odgovorni inženjer:

Igor strugar, dipl.inž. el.

# 2

## NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

---

**PRORAČUN**

---

## Parametri kratkog spoja i izbor opreme

### 2.1.1 Srednjenaponska oprema

Prema preporukama TP1b od EPCG, ćelije i opremu treba dimenzionisati na snagu trolnog kratkog spoja sa sabirnicama 10 kV od 250 MVA.

Efektivna naizmjenična komponenta struje trolnog kratkog spoja iznosi:

$$I_k'' = \frac{P_k}{\sqrt{3} * U} = \frac{250}{\sqrt{3} * 10} = 14,4 \text{ kA}$$

Udarna komponenta struje kratkog spoja zavisi od odnosa R/X. Uz pretpostavku da je učešće omskog otpora u kolu kratkog spoja oko 20% tj. R/X = 0,2, iz dijagrama na strani 574 - "Kaiser" dobija se: k=1,6

Faktor  $\mu_t$  je sačinilac opadanja koji zavisi od odnosa  $I_k/I_t$  i od sopstvenog vremena isključenja prekidača, a usvojen je prema dijagramu na strani 576 "Kaiser" za vrijeme 0.3 sek i iznosi

$$\mu_t = 0,4$$

Faktori "m" i "n" obuhvataju jednosmjernu i naizmjeničnu komponentu struje kratkog spoja. i za :

$$k = 1,6 \quad \frac{1}{\mu_t} = 2,5 \quad t_{is} = 0,3s \Rightarrow m = 0,15 \quad n = 0,77$$

pa udarna struja iznosi:

$$I_{kud} = k * \sqrt{2} I_k'' = 1,6 * \sqrt{2} * 14,4 = 32,67 \text{ kA}$$

Trajna struja kratkog spoja računa se po obrascu:

$$I_t = \mu_t * I_k'' = 0,4 * 14,4 = 5,77 \text{ kA}$$

Efektivna srednja vrijednost struje kratkog spoja je:

$$I_{kef} = I_k'' * \sqrt{m + n} = 14,46 * \sqrt{0,15 + 0,75} = 13,6 \text{ kA}$$

Sklopni blokovi RMU za 12(24) kV treba da su ispitani i atestirani za 25 kA/1s termičke struje kratkog spoja, odnosno 62,5 kA dinamičke (udarne) struje kratkog spoja, budući da je očekivana vrijednost struje kratkog spoja u mreži 12(24) kV 13,6 kA, a vrijednost udarne struje kratkog spoja 32,67 kA zaključujemo da oprema srednjenaponskog sklopnog bloka zadovoljava.

### 2.1.2 Niskonaponska oprema

Parametri kratkog spoja na 0,4 kV strani:

Ekvivalentni otpor SN mreže redukovano na 0,4 kV stranu:

$$Z_m = \frac{1,1 \cdot U_2^2}{P_k''} \cdot \left( \frac{U_1}{U_2} \right)^2 = \frac{1,1 \cdot 10^2}{250} \cdot \left( \frac{0,4}{10} \right)^2 = 0,0007 \Omega$$

Ekvivalentni otpor transformatora:

$$Z_T = \frac{u_k \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = \frac{6 \cdot 0,4^2}{100 \cdot 1,4} = 0,0068 \Omega$$

Ukupan otpor:

$$Z = Z_{0,4} + Z_T = 0,0007 + 0,0068 = 0,0075 \Omega$$

Struja trofaznog kratkog spoja na sabirnicama 0,4 kV iznosi:

$$I_k'' = \frac{1,1 \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{1,1 \cdot 0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,0075} = 33,9 \text{ kA}$$

Udarna struja kratkog spoja:

$$I_u = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,5 \cdot \sqrt{2} \cdot 33,9 \text{ kA} = 71,69$$

Trajna struja kratkog spoja iznosi:

$$I_k = \mu \cdot I_k'' = 0,8 \cdot 33,9 = 27,12 \text{ kA}$$

Efektivna vrijednost struje kratkog spoja koja je mjerodavna za termička naprezanja u kratkom spoju iznosi:

$$\frac{I_k''}{I_k} = 1,25$$

$$\kappa = 1,5 \quad m = 0 \quad T_k = 1 \text{ s} \quad n = 0,91$$

$$I_{ef} = I_k'' \cdot \sqrt{m + n} = 33,9 \cdot \sqrt{0 + 0,91} = 32,33 \text{ kA}$$

### 2.1.3 Spojevi SN razvod - energetski transformator

Nazivna struja transformatora snage 1000 (1400) kVA na 10 kV iznosi 80,92 A tako da odabrani kabl XHE\_49-A, 3x (1x70/16) mm<sup>2</sup> dopuštenog strujnog opterećenja od čak 230 A sigurno zadovoljava.

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

- kabl XHE 49-A, 3x(1x70/16) mm<sup>2</sup>
- ukupno vrijeme isključenja (rele + prekidač) u slučaju kratkog spoja:  $t = 0,075$  s
- uz pogonsku temperaturu XHE kablova 90 °C i graničnu temperaturu 250 °C faktor za određivanje dovoljne termičke čvrstoće je:  $C1 = 10,9$

$$A_{\min} = C1 \cdot I_e \cdot \sqrt{T} = 10,9 \cdot 13,6 \cdot \sqrt{0,075} = 40,59 \text{ mm}^2$$

Minimalno potreban presjek spojnog kabla dobijen je uz pretpostavku da je  $I_{ef} = 13,6$  kA, tj. da je efektivna vrijednost struje kratkog spoja jednaka subtranzijentnoj vrijednosti naizmjenične struje kratkog spoja. Iz dobijenog proračuna proizilazi da odabrani kabl zadovoljava s obzirom na termička naprezanja u kratkom spoju.

### 2.1.4 Spojevi NN razvod - energetski transformator

Nazivna struja transformatora na NN strani iznosi:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{1400}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2023,1 \text{ A}$$

Za priključak se koriste sabirnice tipa KTA2500ET51A nazivne struje 2500A

Prema podacima proizvođača struja kratkog spoja u trajanju od 1 sekunde, ukupna dopuštena struja kratkog spoja ove konfiguracije iznosi 80kA:

Budući da je to znatno više od mogućih 33,9 kA, odabrani spoj transformator - NN sklopni blok zadovoljava.

### 2.1.5 Uzemljenje trafostanice

Uzemljenje 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, to uzemljenje treba tako izvesti da ovi naponi budu u okviru dozvoljenih granica, propisanih Tehničkim propisima.

Novoprojektovana TS 10/0.4 kV 1x1000 kVA napajaja se iz TS 35/10 kV i radiće u sledećim pogonskim uslovima bitnim za izbor i proračun uzemljenja istih:

- U napojnoj TS 35/10 kV postoji odgovarajuća zaštita kojom se trajanje jednostrukog zemljospoja ograničava ispod 2 časa.
- Novoprojektovana TS 10/0,4kV je prolazna i radiće u kablovskoj podzemnoj mreži 10kV

- Niskonaponska mreža namijenjena za napajanje objekata je kablovska
- Niskonaponski izvodi su kablovski, bez provodnog plašta i omotača, tipa N2XH unutar objekta ili PP00 van objekta.
- U niskonaponskoj mreži postojeći potrošači se od previsokog napona dodira štite zaštitnim uzemljenjem sa pojedinačnim uzemljivačima.

Na osnovu analize visokonaponske i niskonaponske mreže, a imajući u vidu napred navedeno a prema Pravilniku 61/95 predviđeno je izvođenje združenog uzemljenja, tj. spajanje zaštitnog i radnog uzemljenja u ovim transformatorskim trafo stanicama 10/0,4 kV.

Uzemljenje je predviđeno prema sledećim propisima i uputstvima:

- Pravilnik o tehničkim normativima za elektroenergetska postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V (Sl. list SFRJ br.13/78 i Sl. list SRJ br.61/95) ,
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu NN mreža i pripadajućih trafostanica (Sl. list SFRJ br.13/78) i dopune pravilnika pravilnika( Sl. list SFRJ br.11/95),
- Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja (Sl. list SRJ 41/93).

Za uzemljenje treba vezati sve metalne delove koji u normalnom stanju nijesu "pod naponom", kao što su: aparati visokog napona i niskog napona, gvozdena konstrukcija, vrata, žaluzine itd.

Uzemljenje transformatorske stanice se sastoji od spoljašnjeg uzemljenja i instalacije uzemljenja u trafostanici. Za uzemljenje treba vezati sve metalne delove koji u normalnom stanju nijesu "pod naponom", kao što su: aparati visokog napona i niskog napona, transformatorski sud, gvozdena konstrukcija, vrata, žaluzine itd.

#### 1.1.1.1 Proračun otpora rasprostiranja zajedničkog uzemljivača

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

Uzemljenje trafo stanice se izvodi kao združeno zaštitno i radno, obzirom da postoje uslovi za združivanje ( u napojnim transformatorskim stanicama postoji zemljospojna zaštita).

Unutar transformatorske stanice izvedena je zaštita od previsokog napona dodira izjednačenjem potencijala, tj. spajanjem svih metalnih delova postrojenja (koji u normalnom pogonu nisu pod naponom) na zaštitno uzemljenje.

Sa sabirnog voda unutrašnjeg uzemljenja se izvode odcjepi za uzemljenje svih metalnih konstrukcija, kotla energetskog transformatora i sklopnih blokova s ugrađenom elektroopremom. Sva metalna kućišta elektroopreme povezuju se preko predviđenih vijaka na zaštitno uzemljenje. Osim toga na sistem uzemljenja potrebno je spojiti i slijedeće elemente:

- sva vrata transformatorske stanice s fleksibilnom bakrenom pletenicom 16 mm<sup>2</sup>;
- sve kablovske glave (metalni dijelovi);
- zaštitne plaštove kablova i ekrane energetskih kablova;
- profilne nosače u transformatorskoj komori;
- sve metalne dijelove konstrukcija, nosača i zaštitnih metalnih ploča;
- noževe za uzemljenje u sklopu visokonaponskih sklopnih blokova;
- kotao energetskog transformatora;
- sekundarne strujne krugove mjernih transformatora;
- odvodnici prenapona;
- neutralni provodnik niskonaponske mreže.

Povezanost metalnih masa potrebno je provjeriti mjerenjem i potvrditi odgovarajućim atestom. Sva eventualna ukrštanja traka uzemljivača s ostalim instalacijama treba izvesti u skladu s tehničkim propisima. Nakon izrade sistema uzemljenja potrebno je izvršiti kontrolna mjerenja i po potrebi izvršiti odgovarajuću korekciju uzemljivača.

**Obzirom da je uzemljenje TS izvedeno i čini dio jedinstvenog uzemljivača kablovske 10 kV mreže i uzemljenja samog objekta to proračun uzemljenja se neće davati već je neophodno izvršiti mjerenje otpora rasprostiranja istog pa ako**

**ne zadovoljava dati uslov u pogledu otpora rasprostiranja, uzemljenje proširiti dok se ne postigne otpor u granicama dozvoljenog.**

Stvarni podaci otpora rasprostiranja uzemljivača transformatorske stanice na mjestu njenog postavljanja će biti određeni mjerenjem.

## **8.6 Proračun hlađenja transformatora**

Predviđeno je hlađenje transformatora prinudnom cirkulacijom hladnog i zagrijanog vazduha. Hlađenje transformatora predviđeno je projektom MP\_MASHINSKI PROJEKAT - Ventilacija i odimljavanje, kao i ventilatorima za hlađenje transformatora koji se nalaze u sklopu transformatora.

Odgovorni inženjer,

Igor Strugar, dipl.inž.el.

## **2.1.**

---

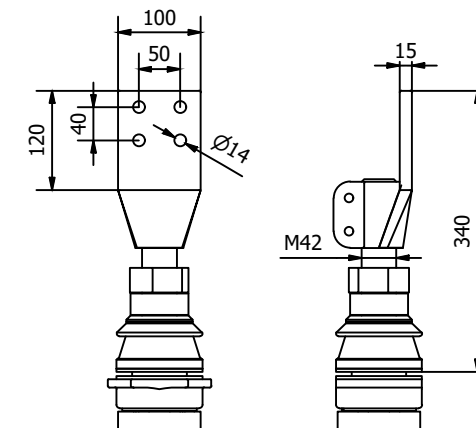
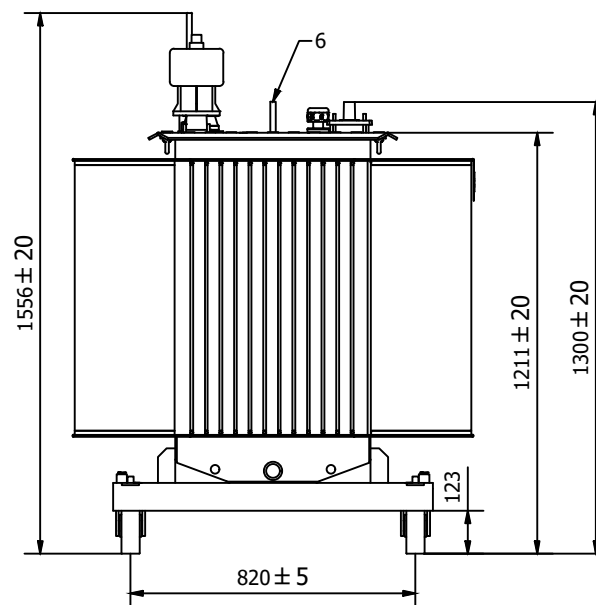
## **SPECIFIKACIJA MATERIJALA**

---

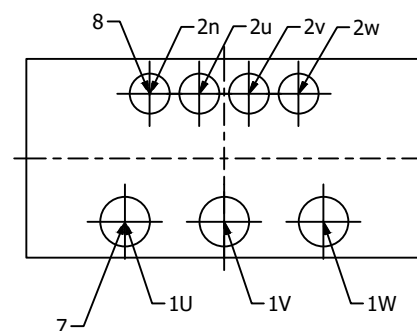





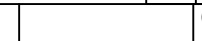
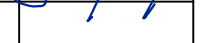




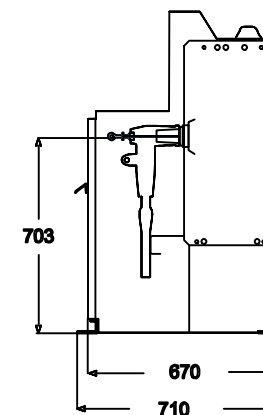
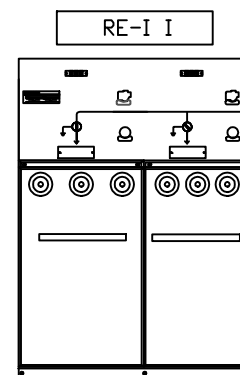
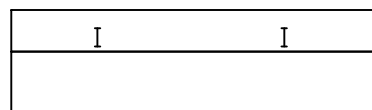
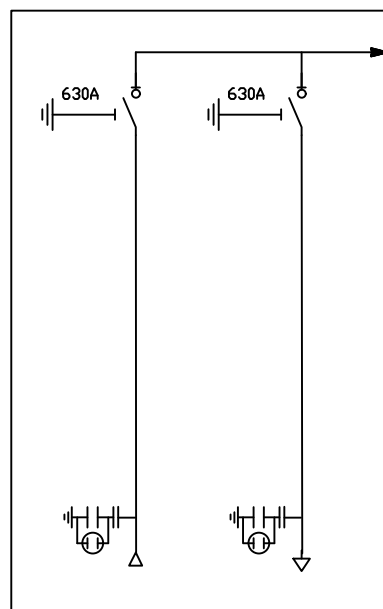
Izolator DN / LV bushing / US-Durchführungen
--


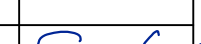
Tolerancja masy / Weight tolerance / Gewichtstoleranz  $\pm 5\%$ 

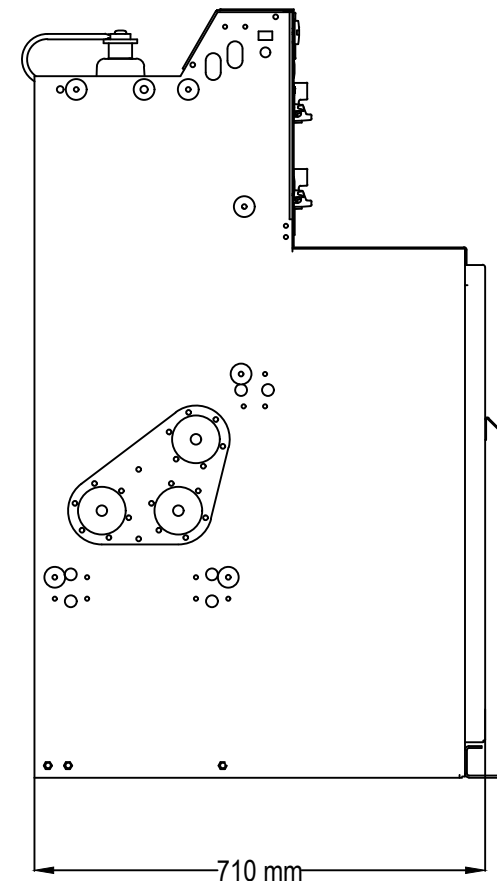
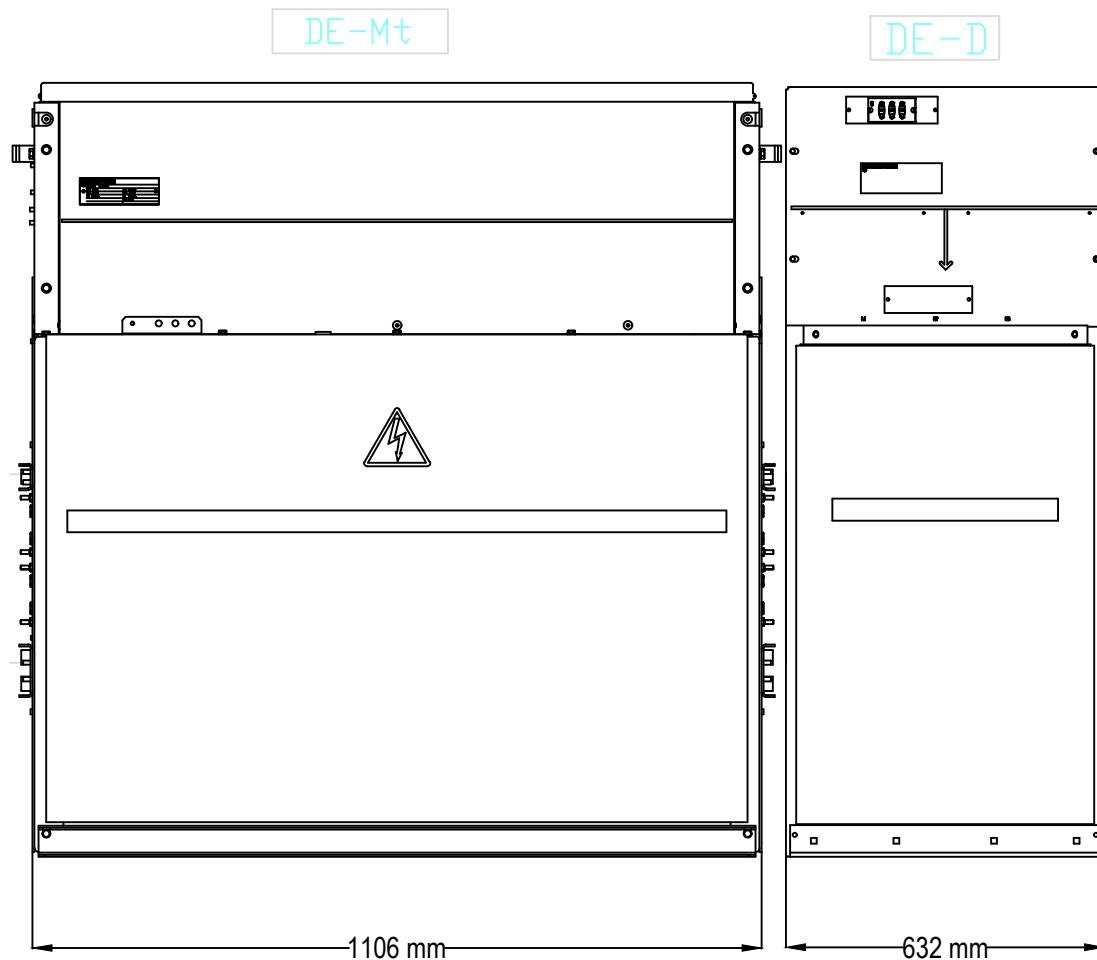
Wyposażenie / Equipment / Ausrüstung	
1	Drenažni čep A22 DIN 42551
2	Cijev za punjenje+ nadpritisni ventil
3	Terminal za uzemljenje M12
4	Glava regulacione preklopke
5	Natpisna tabla
6	Papučice za dizanje
7	SN Izolator K 180 AR-3/J DIN 42531
8	NN izolator DT 1/2000 DIN 42531
9	---
10	Odjeljak za termometar R1
11	---
12	DMCR
13	---
14	Džep za vuču
15	---
16	---
17	---


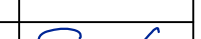

d				 <b>SIENERSYS</b> DRUŠTVO ZA INŽENJERING I PROJEKTOVANJE tel/fax +38220512542/512543 mob.tel +38267012542 Ul. Moskovska br.127, 81 000 Podgorica e-mail: office@sienersys.me web: www.sienersys.me	Naziv objekta i mjesto gradnje: TS 10/0.4 kV NTP, KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica	Glavni inženjer: Arh. Ilija Radulović, dipl.inž.		Crtež:				
c					Investitor: Ministarstvo nauke Crne Gore	Odgovorni inženjer: Igor Strugar, dipl.inž.el.		Transformator 1x1000 kVA-izgled				
b						Saradnik: Nikola Pešić, spec.sci.en.						
a												
OPIS IZMJENE		DATUM	POTPIS	Vrsta tehničke dokumentacije: Projekat adaptacije	Faza: EN	Sveska: Električne instalacije jake struje	Odgovorno lice: Igor Strugar, dipl.inž.el.		Datum: Jun 2019.	Sveska: EN 3	Broj crteža: 3	List : 1/1
												Br. strane: 81

RE-I I



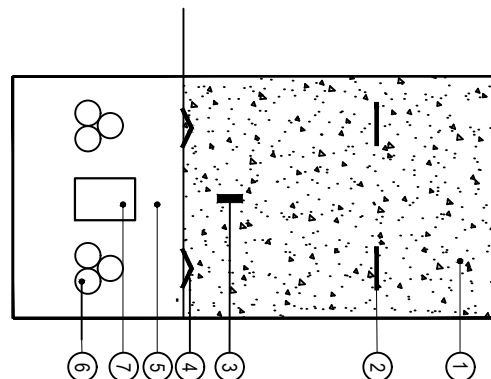
d				<div><div></div><div><b>SIENERSYS</b></div><div>DRUŠTVO ZA INŽENJERING I PROJEKTOVANJE tel/fax +38220512542/512543 mob.tel +38267012542 Ul. Moskovska br.127, 81 000 Podgorica e-mail: office@sienersys.me web: www.sienersys.me</div></div>	Naziv objekta i mjesto gradnje: TS 10/0.4 kV NTP, KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica	Glavni inženjer: Arh. Ilija Radulović, dipl.inž.	<div>Crtež:</div> <div>SN blok - izgled i dimenzija vodnog polja</div> <div></div>	<div>Datum: Jun 2019.</div> <div>Sveska: EN 3</div> <div>Broj crteža: 4</div> <div>List : 1/1</div> <div>Br. strane: 82</div>				
c					Odgovorni inženjer: Igor Strugar, dipl.inž.el.							
b					Investitor: Ministarstvo nauke Crne Gore	Saradnik: Nikola Pešić, spec.sci.en.						
a					Vrsta tehničke dokumentacije: Projekat adaptacije	Faza: EN						Sveska: Električne instalacije jake struje



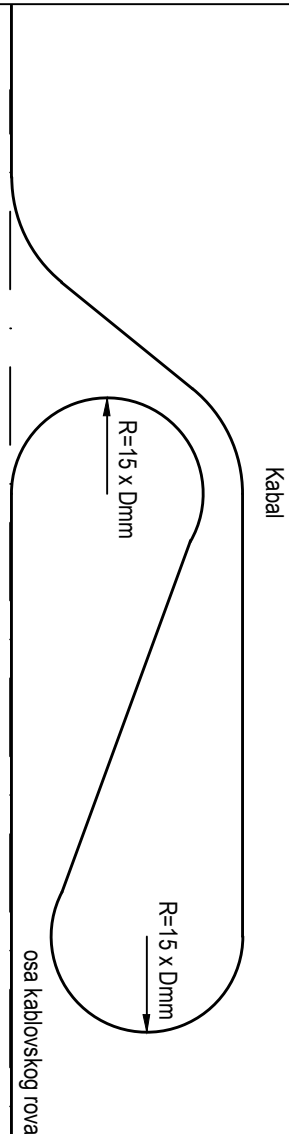
d				<div><div>Projektant / Designer:</div><div>SIENERSYS</div><div>DRUŠTVO ZA INŽENJERING I PROJEKTOVANJE</div><div>tel/fax +38220512542/512543 mob.tel +38267012542</div><div>Ul. Moskovska br.127, 81 000 Podgorica</div><div>e-mail: office@sienersys.me web: www.sienersys.me</div></div>	Naziv objekta i mjesto gradnje:	TS 10/0.4 kV NTP, KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica	Glavni inženjer:	Arh. Ilija Radulović, dipl.inž.	<div>Crtež:</div> <div>SN blok - izgled i dimenzije mjernog i transformatorskog polja</div>					
c					Investitor:	Ministarstvo nauke Crne Gore	Odgovorni inženjer:	Igor Strugar, dipl.inž.el.		<div></div>				
b							Saradnik:	Nikola Pešić, spec.sci.en.						
a														
OPIS IZMJENE				DATUM	POTPIS	Vrsta tehničke dokumentacije:	Faza:	Sveska:	Odgovorno lice:	Datum:	Sveska:	Broj crteža:	List : 1/1	
						Projekat adaptacije	EN	Električne instalacije jake struje	Igor Strugar, dipl.inž.el.	<div></div>	Jun 2019.	EN 3	5	Br. strane: 83



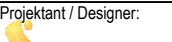
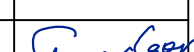
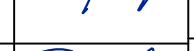




- 1 - Nabijanje zemlje iz iskopa - šljunak
- 2 - Traka za upozorenje T-E/80
- 3 - Traka Fe/Zn 25x4 mm
- 4 - Gal štitnici
- 5 - Pjesak granulacije 0-4 mm
- 6 - 10 kV kabal tipa 3x(XHE 49-A 1x240 mm<sup>2</sup>, 12/20 kV
- 7 - Opeka (postavlja se na međusobnom rastojanju od 1 metra)

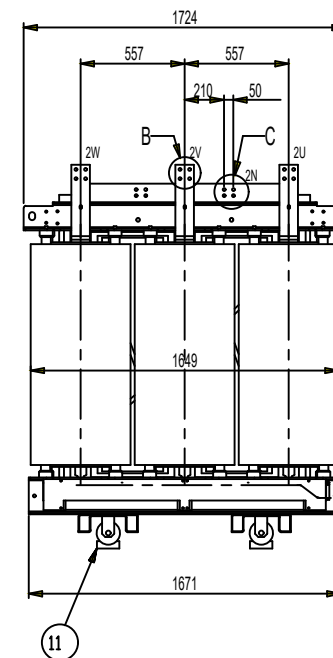
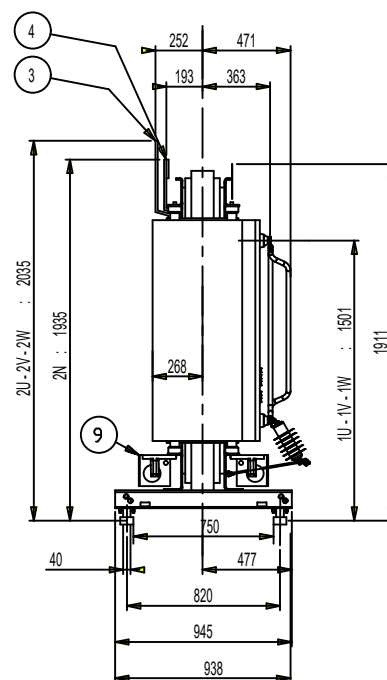
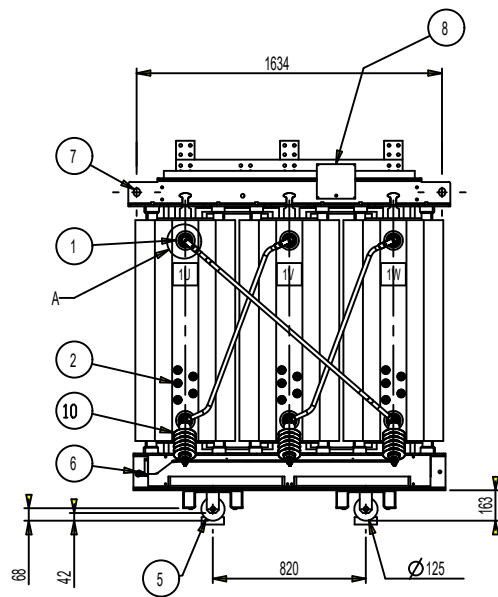


Pravičan način ostavljanja rezerve kabla u kablovskom rovu

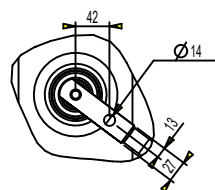
d			 <b>SIENERSYS</b> DRUŠTVO ZA INŽENJERING I PROJEKTOVANJE tel/fax +38220512542/512543 mob.tel +38267012542 Ul. Moskovska br.127, 81 000 Podgorica e-mail: office@sienersys.me web: www.sienersys.me	Naziv objekta i mjesto gradnje: TS 10/0.4 kV NTP, KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica	Glavni inženjer: Arh. Ilija Radulović, dipl.inž.	Crtež:  10 kV kabal - Polaganje dva 10 kV kabla u kablovskom rovu					
c				Odgovorni inženjer: Igor Strugar, dipl.inž.el.							
b				Investitor: Ministarstvo nauke Crne Gore			Saradnik: Nikola Pešić, spec.sci.en.				
a				Vrsta tehničke dokumentacije: Projekat adaptacije	Faza: EN	Sveska: Električne instalacije jake struje	Odgovorno lice: Igor Strugar, dipl.inž.el.		Datum: Jun 2019.	Sveska: EN 3	Broj crteža: 8



Cote MT / MV Side

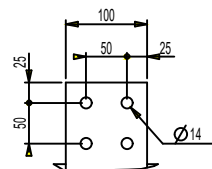


DETAIL : A



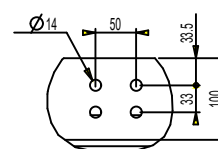
Mark 1 copper thickness : 4  
Rep 1 cuivre ep : 4

DETAIL : B

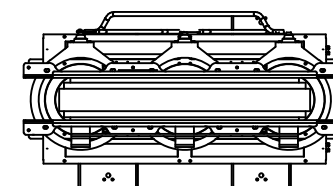




Mark 3 tin plated alu thickness : 12  
Rep 3 alu etame epaisseur : 12

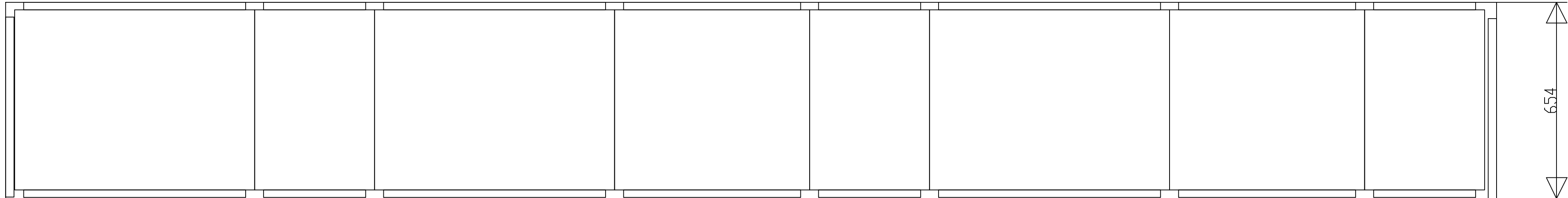
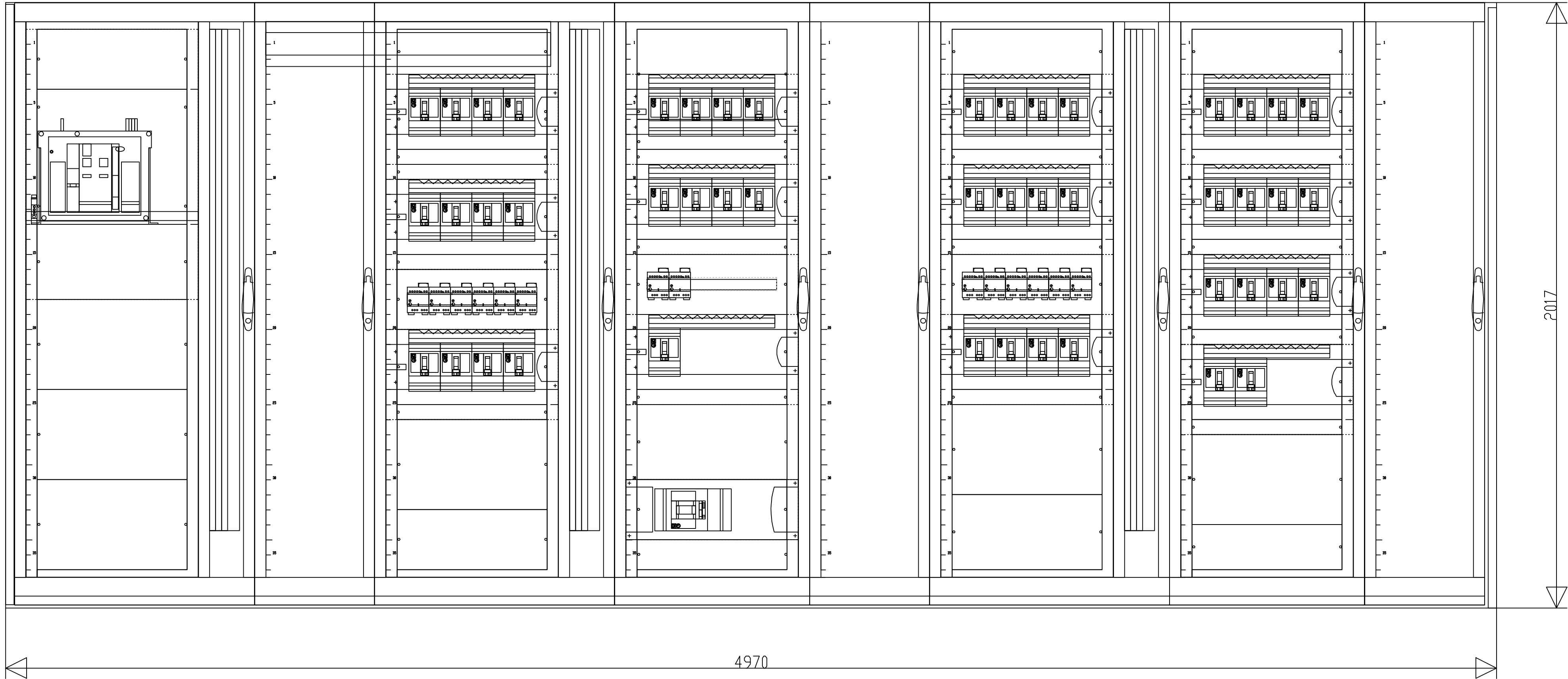
DETAIL : C



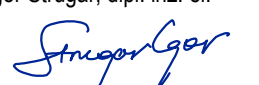


Mark 4 tin plated alu thickness : 12  
Rep 4 alu etame epaisseur : 12



d			<div>Projektant / Designer:</div> <div><b>SIENERSYS</b></div> <div>DRUŠTVO ZA INŽENJERING I PROJEKTOVANJE</div> <div>tel/fax +38220512542/512543 mob.tel +38267012542</div> <div>Ul. Moskovska br.127, 81 000 Podgorica</div> <div>e-mail: office@sienersys.me web: www.sienersys.me</div>	Naziv objekta i mjesto gradnje: TS 10/0.4 kV NTP, KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica	Glavni inženjer: Arh. Ilija Radulović, dipl.inž.	Crtež:	Izgled transformatora 1000 kVA Trihal						
c													
b													
a													
OPIS IZMJENE			DATUM	POTPIS	Vrsta tehničke dokumentacije: Projekat adaptacije	Faza: EN	Sveska: Električne instalacije jake struje	Odgovorno lice: Igor Strugar, dipl.inž.el.		Datum: Jun 2019.	Sveska: EN 3	Broj crteža: 10	List : 1/1 Br. strane: 88

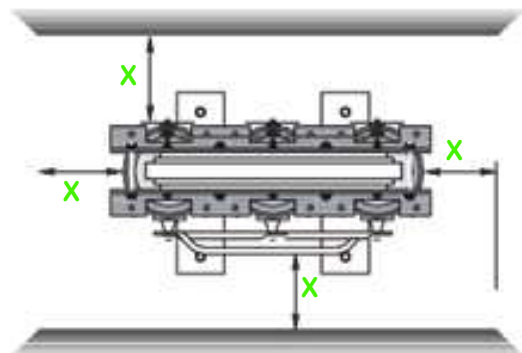


Projektant / Designer:  <b>SIENERSYS</b> DRUŠTVO ZA INŽENJERING I PROJEKTOVANJE tel/fax: +38220512542/512543 mob.tel: +38267012542 Ul. Moskovska br.127, 81 000 Podgorica e-mail: office@sienersys.me web: www.sienersys.me		Investitor: <b>MINISTARSTVO NAUKE CRNE GORE</b>	
Objekat: <b>TS 10/0.4 kV NTP</b>		Lokacija: UP broj 12, KP broj 1345 /2, 1346 /2, 1349/ 4 i 1372/ 28 KO Podgorica I, DUP "Univerzitetski centar" - Izmjene i dopune, Opština Podgorica	
Glavni inženjer: <b>Ilija Radulović, dipl. inž. arh.</b>		Vrsta tehničke dokumentacije: <b>Projekat adaptacije</b>	
Odgovorni inženjer: <b>Igor Strugar, dipl. inž. el.</b> 		Dio tehničke dokumentacije: <b>Elektrotehnički projekat</b>	
Saradnik: <b>Nikola Pešić, spec.sci.en.</b>		Prilog: <b>Dispozicija opreme u NN bloku</b>	RAZMJERA: <b>1:100</b>
Datum izrade i M.P. <b>SIENERSYS d.o.o.</b> Izvršni direktor: <b>Igor Strugar, dipl. inž. el.</b>  Podgorica, Jun, 2019		Br. priloga: <b>11</b>	Br. strane.: <b>89</b>
		Datum revizije i M.P. <b>MP.</b>	

## Connections - Trihal transformers without enclosure housing (IP 00)

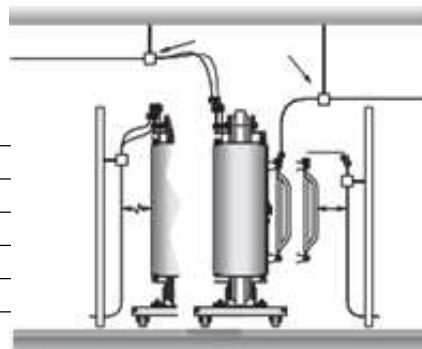
The winding resin coating and the plug-in connectors don't ensure any protection against touch when the transformer is energized. The contractor must ensure that cables and busbars are adequately supported to prevent mechanical stresses from being imposed on the transformer terminals, busbars or bushings.

### Minimum clearances required



Insulation (kV)	Dimension X (mm)	
	Fukl wall	Grid wall
7.5	90	300
12	120	300
17.5 - 24	220	300

### HV and LV connection

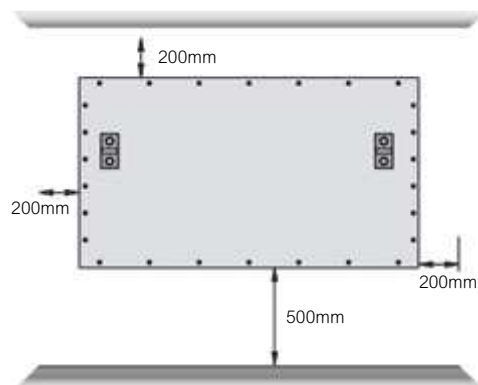


According to HD 637-1.

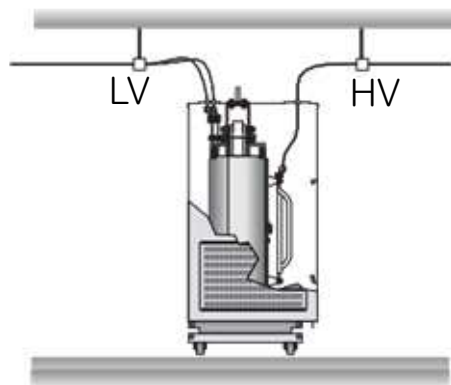
Don't take into account the access to tapping on the UV side.

## Connections -Trihal transformers with IP 31 metal enclosure

### Minimum clearances required

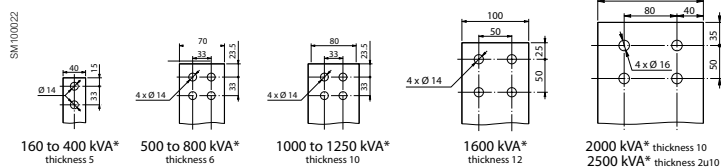


### HV and LV connection



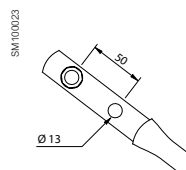
## Terminations

### LV Terminations



\*Valid for aluminium terminations.

### HV Terminations - EN 50180



Routine fittings such as bar and cable supports, flexible connectors, etc. will be supplied by the contractor, who will ensure that the transformer terminals are not subject to mechanical stresses.