© Copyright Savaprojekt d.d.

3/1.3.1 TEHNIČNI OPIS

KAZALO

1 SPLOŠNO O PROJEKTU 3

1.1 IZHODIŠČA ZA IZDELAVO PROJEKTNE DOKUMENTACIJE 4
1.2 NAČRTI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE 4

2 TRANSFORMATORSKA POSTAJA TP4 5

2.1 TEHNIČNI PODATKI 6
2.2 SN RAZVOD 7
2.2.1 POSTAVITEV 20 KV SREDNJENAPETOSTNIH CELIC 7
2.2.2 SN KABELSKI RAZVOD 8
2.2.3 ZAŠČITA SN KABELSKEGA RAZVODA 8
2.3 TRANSFORMATOR V TP4 8
2.3.1 ZAŠČITA TRANSFORMATORJEV 9
2.4 NN OMARA GLAVNEGA RAZVODA 0,4KV =SBM-0/4.P.1 9
2.4.1 LASTNA RABA 10
2.4.2 MERITVE 10
2.5 INTERNE INŠTALACIJE 11
2.5.1 SPLOŠNA RAZVETLJAVA 11
2.5.2 MALA MOČ 11
2.5.3 STRELOVODNA ZAŠČITA 11
2.5.4 OZEMLJITEV (ZDRUŽENA) 11
2.5.5 GALVANSKE POVEZAVE 13
2.6 PROTIPOŽARNA ZAŠČITA 14
2.7 AVTOMATSKO JAVLJANJE POŽARA 14
2.8 CENTRALNI NADZORNI SISTEM CNS 14
2.9 KOMUNIKACIJSKO OMREŽJE 14
2.10 TRANSPORT, MONTAŽA, OZNAKE 14
2.10.1 TRANSPORT IN MONTAŽA 14
2.10.2 OZNAKE, PREGLEDI IN PREIZKUSI 15

3 TRANSFORMATORSKA POSTAJA TP2 – PREDELAVA 16

4 TEHNIČNI IZRAČUN 17

4.1 IZRAČUN KRATKOSTIČNIH RAZMER 17
4.1.1 KRATEK STIK NA SN STRANI 17
4.1.2 KRATEK STIK NA NN STRANI 18
4.2 ZAŠČITNI UKREPI 21
4.2.1 ZAŠČITNA OZEMLJITEV TP 21
4.2.2 ZDRUŽENA OZEMLJITEV TP 21
4.3 DIMENZIORNIRANJE SN OPREME 21
4.3.1 SN KABELSKA POVEZAVA – TRANSFORMATORSKI CELICI 21
4.3.2 DIMENZIONIRANJE OSTALIH SN APARATOV IN NAPRAV 22
4.4 DIMENZIORNIRANJE NN OPREME 23
4.4.1 NN POVEZAVA NN STRAN TRANSFORMATORJA – DOVODNO NN POLJE 23
4.4.2 HLAJENJE TRANSFORMATORJA 24

© Copyright Savaprojekt d.d.

4.4.3 IZRAČUN POTREBNE VELIKOSTI VHODNIH IN IZHODNIH ODPRTIN HLAJENJE TRANSFORMATORJA 25
5 KABELSKA KANALIZACIJA 25
5.1 IZVEDBA KABELSKE KANALIZACIJE 25
5.1.1 IZKOP JARKA 26
5.1.2 PODLOGA ZA CEVI 26
5.1.3 POLAGANJE IN ZASIPANJE CEVI 26
5.1.4 SPAJANJE PLASTIČNIH CEVI 26
5.1.5 UVOD CEVI V KABELSKI JAŠEK 27
5.1.6 IZVEDBA KABELSKIH JAŠKOV 27
5.2 UVLEČENJE KABLOV IN MONTAŽA 27
5.3 KRIŽANJE Z OSTALIMI KOMUNALNIMI VODI 28
6 KONČNE DOLOČBE - ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE 28
7 PROJEKTNA DOKUMENTACIJA 30
8 PRILOGE 31
INTERNI STANDARD OZNAČEVANJA KABLOV – FRAPORT D.O.O. (ELEKTRONSKA POŠTA IZ DNE 19.12.2023) 31

© Copyright Savaprojekt d.d.

1 SPLOŠNO O PROJEKTU

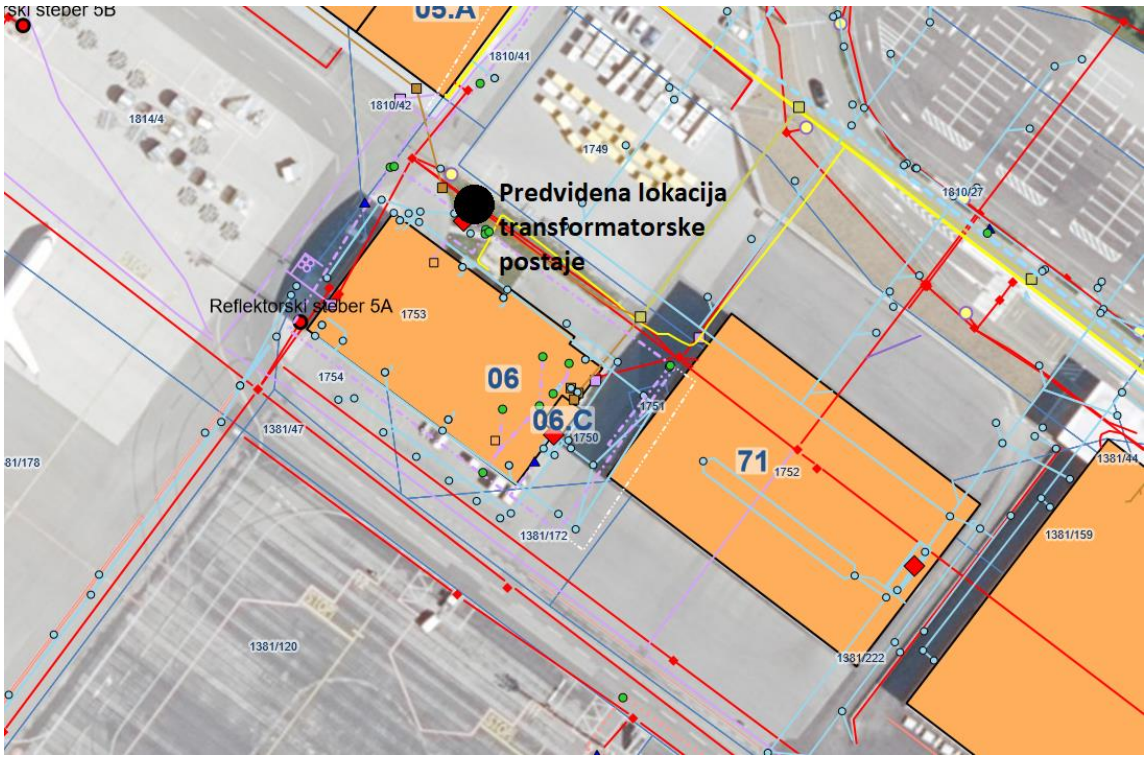
Investitor Fraport Slovenija d.o.o. namerava zaradi bodoče elektrifikacije namenske delovne opreme za sprejem in odpravo letal zgraditi novo transformatorsko postajo TP4. Lokacija nove TP4 je predvidena na zračni strani letališča, natančneje na severni strani glavne letališke ploščadi, v neposredni bližini objekta št.6.

Predvideva se, da bo zaradi planiranih investicij v zgoraj navedeno namensko opremo, na glavni letališki ploščadi aktivnih približno 91 delovnih električnih vozil (do leta 2030). Naenkrat naj bi se jih polnilo okoli 40. Vsa vozila se bodo polnila preko 32A vtičnic.

Objekt transformatorske postaje bo tipske betonske izvedbe, razdeljen na tri smiselne sklope: SN prostor, transformatorski prostori ter NN prostor. Ohišje omogoča vgradnjo 2 transformatorjev po 1000 kVA. Predvideni transformatorji so oljne izvedbe moči 1000 kVA. S projektom se predvidi tudi dobava in vgradnja 1000 kVA transformatorja s transformacijo napetosti 20/0,4 kV. Nova transformatorska postaja se bo napajala z električno energijo iz obstoječe TP2. Priključena bo preko kabelske povezave NA2XS(F)2Y 3x1x150/25mm^2. Transformatorska postaja TP4 se bo priključila direktno na TP2, ki se napaja iz razdelilne postaje RP-Brnik, iz katerega se napaja celotno elektroenergetsko omrežje investitorja. Srednje napetostno omrežje je sestavljeno iz štirih transformatorskih postaj in je zazankano.

Za potrebe srednje napetostne povezave se bo v večjem obsegu uporabilo obstoječo kabelsko kanalizacijo, ki poteka od TP2, skozi novi potniški terminal po glavni letališki ploščadi. V manjšem obsegu pa bo potrebno od najbližje točke obstoječe kabelske kanalizacije do mikrolokacije nove TP4 zgraditi novo kabelsko kanalizacijo. Predvideti je potrebno tudi novo kabelsko kanalizacijo od TP4 do mikrolokacije v sosednjem objektu SOLE3 (objekt 71 na sliki), kjer se bodo v bližnji prihodnosti postavile polnilnice električnih vozil.

Za potrebe električnih polnilnic je predvidena vgradnja transformatorja moči 1.000 kVA.



Slika 1: Lokacijski prikaz (Vir: Projektna naloga TP4)

© Copyright Savaprojekt d.d.

1.1 IZHODIŠČA ZA IZDELAVO PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Pri izdelavi projektne dokumentacije je bilo upoštevano:

- ''Projektna naloga za izdelavo projektne dokumentacije za izvedbo transformatorske postaje 4'' izdelane s strani investitorja Fraport Slovenija
- geodetski načrt tangiranega območja,
- pridobljene projektne pogoje pristojnih soglasodajalcev,
- zahteve upravljavca, ter
- dogovori z investitorjem.

1.2 NAČRTI S PODROČJA ELEKTROTEHNIKE

Projekt novogradnje transformatorske postaje TP4 na zračni strani letališča, v neposredni bližini obstoječega objekta 06, na letališču Brnik, sestavlja sledeči načrt s področja elektrotehnike:

- SPK 3/1 – Načrt transformatorske postaje TP4 in SN kablovoda

© Copyright Savaprojekt d.d.

2 TRANSFORMATORSKA POSTAJA TP4

Predvidena je nova transformatorska postaja tipske izvedbe, ta je zasnovana armiranobetonska z montažnim ohišjem, tip: SAVA4 modularna, dimenzij 7,5 m x 4,1 m.

Kompaktna armiranobetonska transformatorska postaja je namenjena za transformacijo moči. Z dodatnim prisilnim hlajenjem bo zagotovljeno, da se lahko vgradi transformator oljne izvedbe do vključno 2 × 1000 kVA in 20 kV napetosti.

Oljna jama je iz vodotesnega betona C 25/30, s kovinsko rešetko in nasutjem iz gramoza, za sprejem izolacijske hladilne tekočine iz transformatorja in zadušitev možnega požara v primeru okvare transformatorja.

Armiranobetonska talna plošča je hkrati strop kletnega dela ter tla transformatorske postaje z odprtinami v plošči za uvod kablov in dostop v kletni del postaje. Na talno ploščo se postavljajo VN in NN naprave.

Armirano betonske zunanje in predelne stene se postavljajo na talno ploščo in s svojo razporeditvijo omogočajo sestavo transformatorske postaje z ločenim posluževalnim prostorom ter z dvema transformatorjema.

V stenah so odprtine za vrata, ventilacijska okna in odprtine pod stropom za prezračevanje postaje, ki so zaprte s prezračevalno mrežico ter odprtine pod stropom v predelni steni za povezavo med NN in VN prostori s kabli. Vrata in okna so iz gladkega eloksiranega aluminija s fiksnimi žaluzijami. Kljuke na zunanjih straneh so zaščitene proti vdoru meteorne vode.

Streha je iz vodotesnega betona C 30/37 z robnim vencem, ki je namenjen odteku meteorne vode in daje strehi potrebno vizualno višino. Na zgornjem delu, je streha izvedena v naklonu (1,5 – 2 %) kot simetrična dvokapnica.

Armiranobetonski elementi transformatorske postaje so med sabo povezani z varjenjem in so preko vgrajene armature galvansko povezani ter ozemljeni.

Postaja bo samostojen objekt, v njej bodo trije ločeni - pregrajeni prostori in sicer:

- transformatorski prostor,
- srednje napetostni,
- nizko napetostni prostor.

Načrt zajema naslednje postavke:

- postavitev 20 kV stikališča,
- postavitev energetskega transformatorja,
- postavitev NN stikališča,
- postavitev izmenične in enosmerne lastne rabe,
- vodenje in zaščita
- SN kabelska in NN zbiralčna povezave znotraj TP,
- gradbene instalacije ter
- ozemljitev.

© Copyright Savaprojekt d.d.

2.1 TEHNIČNI PODATKI

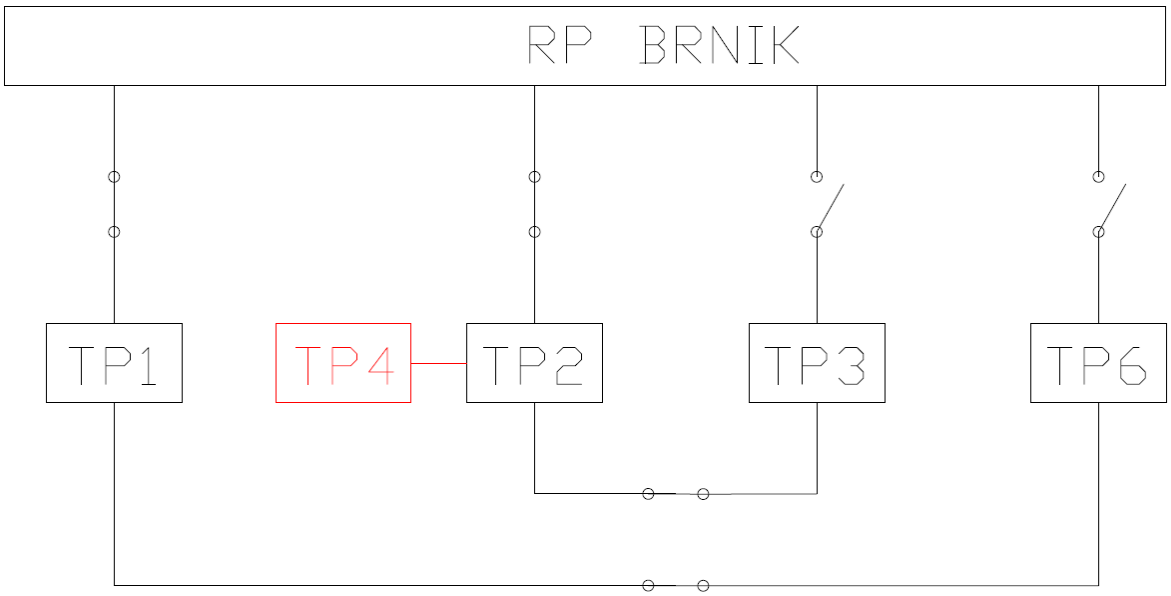
1.	Naziv:	Montažna betonska transformatorska postaja 20/0,42 kV, 2 x 1000 kVA
2.	Tip:	Sava 4M
3.	Vrsta postaje:	končna
4.	Dimenzije:	dolžina: 7430 mm širina: 4100 mm višina: 2630 mm
5.	Transformacija:	20.000 ± 2 x 2,5 % / 420 V
6.	Moč transformatorja:	1 x 1.000 kVA (do 2x 1.000 kVA)
7.	SN postroj:	24 kV Siemens SF6
8.	NN postroj:	tipski NN blok
9.	Meritev:	U, I - NN stran transformatorja - interne
11.	Zaščita:	I>> - SN postroj - NN izvodi I> - NN stran transformatorja - kontaktni termometer
12.	Ohišje:	tip Sava 4M /SF6 CGP d.d., Krško

© Copyright Savaprojekt d.d.

2.2 SN RAZVOD

Za potrebe priključitve električnih polnilnic se predvidi nova transformatorska postaja 2 x 1000 kVA in sicer transformatorska postaja TP4 (v nadaljevanju TP4).

Transformatorska postaja TP4 se bo priključila na interno 20 kV SN omrežje transformatorske postaje TP2, ki je sestavljeno iz štirih transformatorskih postaj (TP1, TP2, TP3 in TP6) in je zazankano. Shema je prikazana na sliki 2. Obstoječi SN kablovod je izveden s tremi enožilnimi SN kabli 20 kV, tipa NA2XS(F)2Y 1x150/25 mm^2.



Slika 2: Shema SN omrežja (Vir: Projektna naloga TP4)

Predvideni SN kablovod se bo uvlekel deloma po obstoječi kabelski kanalizaciji, ki poteka od TP2, skozi novi potniški terminal in po glavni letališki ploščadi. V manjšem obsegu pa bo potrebno zgraditi novo kabelsko kanalizacijo, ki bo potekala od najbližje obstoječe kabelske kanalizacije do mikrolokacije nove TP4.

2.2.1 POSTAVITEV 20 KV SREDNJENAPETOSTNIH CELIC

Za srednjenapetostno stikališče se uporabi SN stikalni blok, 24 kV “SF6” blok tipa 8DJH, proizvajalca “Siemens”. SN blok v TP4 za potrebe električnih polnilnic je sestavljen iz dveh vodnih ozemljitvenih celic in dveh transformatorskih celic (T). Izklopilne tuljave so predvidene (230V AC). Vse celice so opremljene s kapacitivnimi delilniki napetosti s prikazovalniki prisotnosti napetosti v kabelskem delu. SN blok je sestavljen v skladu z enopolno shemo.

Tehnični podatki srednjenapetostnega stikalnega bloka 8DJH so:

- nazivna napetost opreme: 24 kV
- nazivni tok: 630 A
- nazivni termični kratkotrajni tok: 16 kA
- frekvenca: 50Hz

Za izolacijo električnih elementov in za gašenje obloka pri preklopnih manipulacijah je v celicah uporabljen plin SF6.

Ohišje SN bloka se z izoliranim vodnikom (rumeno-zelen) poveže z ozemljitvijo transformatorske postaje. Del odprtine za uvod kablov nad katero ni predvidena postavitev SN bloka se pokrije s pokrovom iz rebraste

© Copyright Savaprojekt d.d.

Al pločevine. Pri montaži SN bloka je potrebno upoštevati navodila proizvajalca SN bloka za montažo! Priključna SN kabelska povezava iz TP2 do predvidene TP4 se bo izvedla preko elektro kabelske kanalizacije.

Dimenzija stikalnega bloka je:
- širina 1480 mm
- višina 1460 mm
- globina 775 mm

2.2.2 SN KABELSKI RAZVOD

V smeri predvidene TP4 se izvede nova SN kabelska povezava s kablom tip NA2XS(F)2Y 1x150/25 mm^2, katera se v večjem obsegu položi v obstoječi kabelski kanalizaciji do najbližjega obstoječega kabelskega jaška, v manjšem obsegu pa se naredi nova kabelska kanalizacija in pred TP4 postavi nov kabelski jašek dimenzij 2 m x 1,6 m. Kabel se v novi transformatorski postaji priključi na dovodno celico (TP4 = C02).

Srednje napetostna povezava med transformatorjem TR1 in transformatorsko celico C03 bo izvedena s tremi enožilnimi kabli, tip NA2XS(F)2Y 1 x 70/16 mm^2, 20 kV. Kabli se v SN celici C03 priključijo preko kabelskih končnikov za SN celico, tip CHE-I 24kV, 70-240, "Cellpack". Prav tako se za priključitev transformatorja moči uporabijo kabelski končniki, tip tip CHE-I 24kV, 70-240, "Cellpack".

2.2.3 ZAŠČITA SN KABELSKEGA RAZVODA

V celicah (C03 in C04) so za potrebe zaščite vgrajene VN varovalke. V primeru napake na kabelski povezavi zaščitni rele izklopi pripadajoči odklopnik oz. pride do tripolnega izklopa VN varovalke.

2.3 TRANSFORMATOR V TP4

Za potrebe transformacije se v enem izmed ločenih prostorov tlorisnih dimenzij 2110 mm x 1910 mm, predvidi distribucijski transformator prestave 21/0.42 kV, moči 1000 kVA oljne izvedbe proizvajalca “Kolektor ETRA”. Oba prostora morata biti opremljena z žaluzijami (rešetkami) za prezračevanje oziroma odvajanje toplote.

Tehnični podatki transformatorja, tip 8HTIM 1000 so:

- nazivna moč: 1000 kVA
- nazivna primarna napetost: 20 kV
- izolacijska napetost: 24 kVA
- primarna regulacija napetosti: ± 2X2,5 %
- nazivna sekundarna napetost: 0,4 kV
- nazivna frekvenca: 50 Hz
- vezalna skupina: Dyn5
- napetost kratkega stika : 6 %
- hlajenje: ONAN
- stopnja zaščite: IP00
- obratovalni/klimatski razred po IEC: IEC 600076-11:2008
- skupna masa: 3300 kg

© Copyright Savaprojekt d.d.

Transformator bo postavljen na nosilce iz vlečenih jeklenih profilov, položenih preko odprtine v podestu, ki so z vijaki pritrjeni na v betonirane C profile.

Hlajenje transformatorja je zračno z naravno cirkulacijo zraka, ki je dosežena s posebnimi odprtinami (režami) v sprednjih in stranskih stenah. Dodatno so predvidene vstopne žaluzije na aluminijastih vratih ter ventilator z termostatom za primere, če izhodne odprtine ne bi zadostovale (izredne razmere). Ventilator dodatno izpihuje vroč zrak iz zgornjega dela TP. Glede na dnevna in letna gibanja temperatura okolja ter ciklične dnevne obremenitve transformatorja, lahko transformator obremenimo tudi z večjo močjo od nazivne v skladu z veljavnimi standardi. Vsi dostopi do transformatorja so zaščiteni. Tik za vhodnimi vrati transformatorske komore je nameščena mehansko-pregradna zaščita.

Predvidene odprtine (reže) ustrezajo hlajenju transformatorja nazivne moči do 1000 kVA (po izračunu iz poglavja 4.4.3).

2.3.1 ZAŠČITA TRANSFORMATORJEV

Koncept zaščite transformatorja je podan na enočrtni shemi TP.

Vsak posamezni energetski transformator je termično zaščiten z RIS2 zaščitnim relejem, ki v primeru napak transformatorja preko pripadajočega odklopnika na NN strani ter zaščitnega releja/odklopnega ločilnika na SN strani odklopil energetski transformator.

Pred atmosferskimi prenapetostmi bo transformator zaščiten na nizkonapetostni strani z nizkonapetostnimi prenapetostnimi odvodniki, ki se vgradijo na nizkonapetostni razvod.

2.4 NN OMARA GLAVNEGA RAZVODA 0,4KV =SBM-0/4.P.1

Nizkonapetostni prostor se nahaja v ločenem prostoru, ki je od srednje napetostnega prostora ločen s steno. Novo mrežno NN stikalo bloka je predvideno za nazivni parameter 1 x 1000 kVA transformatorja.

Stikalni blok bo nazivnega toka 1600A in bo izdelan kot verificiran stikalni blok, skladno s standardom SIST EN 61439-1. Stikalni blok =SBM-0/4.P.1 bo izdelan v kategoriji notranje delitve 3b. Opremljen bo z modularnimi odklopniki na dovodih in s kompaktnimi odklopniki na odvodih.

Dovod iz transformatorja na stikalni blok bo potekal skozi pripravljen prehod in bo izveden od zgoraj. Nizkonapetostna povezava bo izdelana z zbiralčnim sistemom nVent FleXbus 960. Odvodi iz NN stikalnega bloka bodo kabelski in bodo izvedeni iz zato predvidenih odsekov od spodaj.

V dovodnem polju bo vgrajen analizator električne energije.

Osnovni tehnični podatki NN stikalnega bloka:

1	Nazivna napetost:	400 V AC
2	Izolacijska napetost:	690 V AC
3	Frekvenca:	50 Hz
4	Nazivni tok horizontalnih zbiralnic:	1600 A
5	Nazivni zdržni tok kratkega stika Icw:	50 kA (1s)
6	Nazivni udarni tok kratkega stika Iu:	100 kA
7	Sistem mreže:	TN-C

© Copyright Savaprojekt d.d.

8 Mehanska zaščita: IP 30

NN blok ima naslednje okvirne dimenzije:
- širina 1920 mm
- globina 450 mm
- višina 2200 mm

Predlagana zgradba stikalnega bloka je razvidna iz priloženih risb št. 31-104-01-0.

2.4.1 LASTNA RABA

Lastna raba pomeni zagotovitev z viri za neprekinjeno obratovanje TP. Za potrebe lastne porabe (napajanje vseh porabnikov v novi TP), je predvidena uporaba napetosti 3×400/230 V AC (50 Hz). Za ta namen je predviden razdelilec lastne rabe, ki se namesti v prostor NN postroja – splošna raba. Dovod na omaro =SBM-83.P.1 napajanje je predvideno iz =SBM-0/4.P.1, polja 1, NN polja za primere izpade polja. V primeru izpada izmenične napetosti je v omari = SBU-83.P.1 vgrajen UPS za neprekinjeno napajanje zaščite in izklopnih tuljav.

Razvod lastne rabe v TP4 sestavlja:

- omara izmenične lastne rabe =SBM-83.P.1 (230/400 V AC),
- omara nujne lastne rabe =SBU-83.P.1 (230 V AC),

Tehnični podatki za omaro lastne rabe =SBM-83.P.1:

- nazivna napetost: 230/400 V AC,
- mere omare (v x š x g): 650 x 1400 x 250 mm,
- Usmernik 230 V AC/24 V DC

Tehnični podatki za omaro nujne lastne rabe =SBU-83.P.1:

- nazivna napetost: 230 AC V, 50Hz
- izhodna delovna moč naprave cos fi 1: 3 kW
- ločen dovod (usmernik in bypas)
- mere omare (v x š x g): 327 x 190 x 399 mm.

2.4.2 MERITVE

Na NN postroju so za potrebe internega obračunavanja, predvidene meritve porabe električne energije na dovodnih poljih ter na posameznih NN izvodih. Vgradijo se mrežni analizatorji toka, napetosti, moči in harmonskega popačenja »Circutor«, CVM-C10-ITF-485, s komunikacijskimi vmesniki za neposredno odčitavanje.

© Copyright Savaprojekt d.d.

2.5 INTERNE INŠTALACIJE

Interne instalacije se napajajo iz NN razdelilne samostoječe omare =SBM-83.P.1, nameščene NN prostoru. Le ta pa se bo napajala iz NN razvoda (=SBM-0/4.P.1).

2.5.1 SPLOŠNA RAZVETLJAVA

Ob upoštevanju varčevanja z električno energijo naj bo splošna razsvetljava v objektu generalno izvedena z LED svetilkami. Za primer nujnih nočnih intervencij, remontnih del ali podobno ima transformatorska postaja lastno razsvetljavo 230 V, 50 Hz. V stikališču in transformatorskem prostoru se montirajo varčne svetilke v zaščiti IP44. Na terenu je potrebno tovarniško izdelano instalacijo le povezati in priključiti na napetost.

Svetilke so nameščene tako, da:
- je zamenjava sijalk v svetilki varna tudi, ko je transformatorska postaja v obratovanju;
- uporaba lestev ali drugih pripomočkov, na katere bi vzdrževalec stopal pri menjavi žarnic, ni potrebna;
- osvetljenost prostorov je taka, da so lahko čitljivi vsi napisi, oznake in navodila.

Tako naj bo razsvetljava v SN, NN in TR prostoru izvedena nadometno, ki se montirajo direktno v/na strop. Vklop razsvetljave je s stikali ob vhodih v prostor. Celotna instalacija za razsvetljavo v stavbi bo izvedena nadometno v izolacijski cevi predvsem s kabli FROR ter FG7OR-J.

2.5.2 MALA MOČ

Za potrebe čiščenja in servisiranja prostorov je v vsakem prostoru predvideno zadostno število enofaznih vtičnic 230 V, 16 A, podometne izvedbe, ki se namestijo na višino 0.5 m od gotovih tal. Tokokrogi male moči bodo ločeni od tokokrogov za razsvetljavo.

Instalacijo vtičnic in porabnikov izvedemo s kablom, ki se uvleče v instalacijsko cev. Vse vtičnice so z zaščitnim kontaktom in po specifikaciji tudi z zaščitnim pokrovom.

2.5.3 STRELOVODNA ZAŠČITA

Po Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS št. 140/2021) je potrebno TP opremiti s sistemom za zaščito pred delovanjem strele z zaščitnim nivojem najmanj IV.

2.5.4 OZEMLJITEV (ZDRUŽENA)

Namen ozemljitve v električnih obratovalnih prostorih je:
a.) zavarovanje oseb, ki prihajajo v dotik s postrojem
b.) zaščita opreme pred uničenjem
c.) kvalitetnejši obratovalni pogoji

Omenjene zahteve pri razdelilni postaji izpolnimo na ta način, da se izvede zaščitna ozemljitev na katero bodo vezani vsi kovinski deli SN in NN naprav v TP, ki normalno niso pod napetostjo, vendar v primeru okvare lahko pridejo pod napetost, kot so: nosilci distribucijskega transformatorja, kovinska oprema v TP, kovinska ohišja SN stikalnih celic, kovinska ohišja prostostoječih omar, srednje napetostni in nizkonapetostni odvodniki prenapetosti nameščeni v TP, kovinski opleti - električna zaščita energetskih kablov, sekundarni tokokrogi merilnih transformatorjev.

© Copyright Savaprojekt d.d.

S priključitvijo nevtralne točke nizkonapetostnega navitja transformatorja združimo zaščitno ozemljitev TP in obratovalno ozemljilo nizkonapetostnega omrežja.

Dimenzioniranje zaščitne ozemljitve pri TP:

Prehodna upornost ozemljitve zaradi vgradnje prenapetostnih odvodnikov mora biti po priporočilu SIST EN 50423-3-21:2009 manj kot 10 Ω.

Izvedba zaščitne ozemljitve pri TP:

Za temeljno ozemljilo se za objekt predvidi valjanec in križne sponke iz nerjavnega jekla, da ne pride do razjedanja (korozije) materiala. Uporabi se naj valjanec tip RH1*H4, 30 x 3,5 mm in križna sponka tip KON01. Na prehodih valjanca iz betona v zemljo naj se prehod zaščiti pred korozijo s premazi kot npr. katran, bitumen ali pa se zalijejo s plastično maso. Temeljno ozemljilo se poveže s celotno armaturo objekta preko ustrezne sponke.

Zunanja ozemljitev se izdela v obliki dveh potencialnih obročev ter dveh krakov iz valjanca in križnih sponk iz nerjavnega jekla. Oddaljenost obročev od temelja TP in globina polaganja morata biti takšni, da se doseže ugodnejše oblikovanje potenciala. Prvi potencialni obroč se položi 1 m od temelja TP in globini 0,3 m, drugi pa v oddaljenosti 0,5 m od prvega obroča in globini 0,8 m. Obroča za zunanjo potencialno ozemljitev se povežeta s kraki ter s pripravljenimi kraki za povezavo na temeljno ozemljilo TP postaje. Z zunanjo potencialno ozemljitvijo se iz nerjavnega jekla poveže tudi zunanje nadometne strelovodne odvode, ki se priključijo preko merilnih stikov in vse kovinske mase v zemlji (npr. ograjo okoli TP), ki so oddaljene manj kot 20 m, razen tistih za katere je to z drugimi predpisi prepovedano (katodna zaščita).

S pripravljenimi kraki iz nerjavnega jekla pa se preko dveh stikov vertikalno poveže tudi temeljno ozemljilo TP z notranjo zaščitno ozemljitvijo - zbiralko, ki služi v glavnem za izenačitev potencialov. Notranja ozemljitev se izdela s pocinkanim valjancem Fe-Zn 25 x 4 mm, ki se položi v obliki potencialnega obroča ali polobroča v kabelskem prostoru, pod SN in trafo prostorom in NN prostorom. Valjanec se na stene razdelilne postaje pritrdi z zidnimi nosilci M8 x 80 mm, ki se v stene privijačijo s pomočjo PVC zidnih vložkov 8 mm. Zidni nosilci se montirajo 40-60 cm pod talno ploščo ter pod kabelskimi policami, na medsebojni razdalji maksimalno 80 cm. Za priključitev ostalih ozemljitvenih povezav znotraj kletnega (kabelskega) prostora s pocinkanim valjancem Fe/Zn 25 x 4 mm, pa se uporabi križne sponke s prigrajenima vijakoma M12, tip Z-KG-M12, ali podobne.

Zaradi nevarne napetosti dotika bodo vsi kovinski deli SN in NN naprav v TP, ki v normalnem obratovalnem stanju niso pod napetostjo, medsebojno povezani in ozemljeni. Za povezave kovinskih delov z zbiralko za izenačitev potencialov se glede na termično obremenitev uporabi kabel minimalnega prereza 16 mm^2 baker ali 35 mm^2 aluminij vendar se glede na kriterij elektromagnetne združljivosti priporoča bakren kabel čim večjega prereza vsaj 95 mm^2.

Na ozemljitev bo potrebno vezati:

- vse konstrukcije električnih aparatov v SN postroju bodo povezane s kovinskimi okovji celice, le-te pa bodo potem povezane na ozemljilo,
- prav tako bo potrebno povezati nosilce transformatorja,
- premostiti bo potrebno vsa vrata in okvirje oken z zaščitnim vodnikom,
- sekundarne kroge tokovnih merilnih transformatorjev,
- ohišja odklopnikov, ločilnikov in odvodnikov prenapetosti,
- kovinske plašče kablov, armature kablov,
- zaščitne mreže in pregrade.

Pri čemer naj povezave vrat in okvirjev oken iz komandnega ter SN prostora, potekajo v kabelski prostor podometno in v ustrezni PVC cevi.

© Copyright Savaprojekt d.d.

Za izvedbo 10 ohmske ozemljitvene upornosti, je potrebno pri podani specifični upornosti tal 300 m glede na način izvedbe ozemljitve, cca. 72 m nerjavnega valjanca RH1*H4, 30 x 3,5 mm.

Zaščitni ukrepi pred nevarnostmi zaradi previsokih napetosti dotika:

Pri odvajanju toka strele v zemljo lahko zunaj objekta nastanejo previsoke napetosti dotika. Te nevarnosti se zmanjšajo na sprejemljivo raven, če je:

- verjetnost gibanja oseb ali njihovo zadrževanje v bližini odvodov zelo majhna,
- naravni sistem kovinskih mas sestavljen iz številnih povezanih paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo objekta z zagotovljeno dobro električno prevodnostjo.

Zaščitni ukrepi pred nevarnostmi zaradi previsokih napetosti dotika:

Previsoka napetost koraka se zmanjša na sprejemljivo raven, če je:

- verjetnost gibanja oseb ali njihovo zadrževanje v bližini odvodov v razdalji manj kot 3 m zelo majhna.

V projektu je predvidena medsebojna povezava odvodov, zunanje ozemljitve s temeljnim ozemljilom in armaturo TP ter še notranje ozemljitve. Pri TP je predvidena potencialna zunanja ozemljitev, zgrajena iz dveh potencialnih obročev na oddaljenosti 1 m in 1,5 m od sten TP, v vogalih TP se izdelajo ozemljitveni kraki. Z navedenimi ukrepi so zagotovljene številne paralelne poti z dobro električno prevodnostjo, ki zmanjšujejo nevarnosti previsoke napetosti dotika in koraka.

Na predvideno potencialno zunanjo ozemljitev TP, se s kraki naj povežeta tudi valjanca (tip RH1*H4, 30 x 3,5 mm), ki bosta potekala vzporedno z ograjo okoli TP (vsak na svoji strani z razdaljo 1 m od ograje ter globini 0.6-0.8 m). Na omenjena valjanca se morajo priključiti vsi kovinski deli ograje.

2.5.5 GALVANSKE POVEZAVE

Vsi kovinski deli električnih postrojev in naprav, ki normalno niso pod napetostjo in ne pripadajo obratovalnim tokokrogom, ob okvari pa bi lahko prišli pod napetost neposredno ali preko električnega loka, so ozemljeni.

Zaščitna ozemljitev transformatorske postaje zajema ozemljilo zaščitne ozemljitve, na katerega se vežejo:

- ozemljitev, ki bo položena pri predvideni TP v kanalizaciji SN kablov,
- nevtralna točka energetskega transformatorja,
- vsi kovinski deli, ki normalno niso pod napetostjo, pri okvarah pa lahko pridejo pod napetost neposredno ali preko električnega obloka (stikalni aparati, transformatorski kotel, različni kovinski elementi na TP),
- odvodniki prenapetosti v TP,
- ekrani srednje napetostnih kablov,
- PEN vodnik NN kabelskega razvoda,
- temeljno ozemljilo TP.

© Copyright Savaprojekt d.d.

2.6 PROTIPOŽARNA ZAŠČITA

Transformatorska postaja je grajena tako, da ustreza Tehničnim predpisom za specialno protipožarno zaščito elektroenergetskih postrojev (Ur. list RS, št.71/93).

Transformatorska postaja je samostojen objekt. Transformator je v svojem prostoru ločen od SN in NN postroja. Pod transformatorjem se nahaja betonsko korito za zajetje eventualno iztečenega olja, ki je dimenzionirano na vso količino olja transformatorja.

Ohišje transformatorske postaje je iz negorljivega materiala (beton). Vsa vgrajena oprema je preizkušena in ustreza domačim in tujim standardom.

2.7 AVTOMATSKO JAVLJANJE POŽARA

V novi transformatorski postaji je predvideno avtomatsko javljanje požara, ki se naveže na najbližjo točko obstoječe požarne centrale v pritličju objekta »SOLE 1.«

Tlorisni razpored in vezava je razvidna iz priloženih risb.

2.8 CENTRALNI NADZORNI SISTEM CNS

V novi transformatorski postaji je predviden centralni nadzorni sistem, ki se naveže na najbližjo točko obstoječega sistema v prvem nadstropju objekta »SOLE 1.«

Tlorisni razpored in vezava je razvidna iz priloženih risb.

2.9 KOMUNIKACIJSKO OMREŽJE

V novi transformatorski postaji je predviden komunikacijski sistem, ki se naveže na najbližjo točko obstoječega sistema v objektu »SOLE 1.« Trasni potek je razviden v situaciji.

Komunikacijska omara KO-TP4 je stenske izvedbe in se jo namesti v prostoru NN.

2.10 TRANSPORT, MONTAŽA, OZNAKE

2.10.1 TRANSPORT IN MONTAŽA

Nakladanje, transport in razkladanje je možno z vsemi transportnimi sredstvi, nosilnosti več kot 7 ton. Ker so vsi elementi elektro postroja opremljeni z dvižnimi kljukami, je za nakladanje najprimernejše avtodvigalo, manj uporaben pa je viličar. Razkladanje posameznih elementov je možno tudi brez mehanizacije, vendar ga ne priporočamo.

© Copyright Savaprojekt d.d.

Po postavitvi ohišja transformatorske postaje (navodila poda dobavitelj postaje) se v kletnem prostoru postavijo korita za zbiranje olja pod transformatorjem in zbirni ozemljilni vod, ki se preko ločljivega spoja priključi na potencialni obroč okoli postaje.

Nato montiramo elektro opremo SN in NN blok skozi vhodna vrata stikališča, energetski transformator skozi vrata transformatorskega prostora. Še prej je potrebno na zid ali tla pričvrstiti vse nosilce kablov, kabelskih zaključkov in podpornih izolatorjev za zbiralčne povezave. Namestimo tudi nosilce in vodila transformatorja.

SN in NN blok po postavitvi pritrdimo nad kabelske kanale s posebnimi sidrnimi elementi. Po izvedbi vseh potrebnih SN in NN povezav postroja in energetskega transformatorja se montirajo in priključijo svetilke in vežejo vsi kovinski deli postroja in nosilci, ki normalno niso pod napetostjo, na zbirni ozemljitveni vod. Ob koncu se priključijo SN in NN priključni kabli. V nekaterih variantah je potrebno misliti na njihovo montažo že pri montaži SN in NN bloka.

Na zid se montirajo pomožni konstrukcijski elementi kot nosilec elementov, nosilci zaščitnih lesenih letev, namesti se gumijasta ali druga ustrezna preproga. Izvršijo se še ostala drobna dela za dokončno ureditev notranjosti in okolice transformatorske postaje.

2.10.2 OZNAKE, PREGLEDI IN PREIZKUSI

Oznake:

Vse naprave imajo napisno tablico z osnovnimi podatki na vidnem mestu. Vrata prostorov, kjer so električne naprave, imajo oznako za nevarnost pred električno napetostjo. Na vidnih mestih so postavljeni napisi, ki označujejo namen posameznih polj, celic, prostorov in naprav.

Vsi prostori, v katerih so električne naprave, se zaklepajo tako, da ni možen dostop nepoklicanim osebam. Na SN kablih, ki prihajajo v TP, je označen kraj in mesto, kjer je ta kabel priključen na drugem koncu.

V postaji je obešena enopolna shema TP na ustrezno mesto, v zastekljenem okvirju. Na ustreznem mestu na vratih so nalepke za varno obratovanje in prvo pomoč v slovenskem jeziku.

Na zunanji strani TP je potrebno narediti oznako TP ter montirati opozorilno ploščico.

Pred začetkom obratovanja je za TP potrebno izdelati meritve in izdati potrdila.

Pregled in meritve ozemljitev:

Pregled in meritve ozemljitev se izvajajo po 8. členu Pravilnika o zaščiti NN omrežij in pripadajočih TP.

Meritve ozemljitvene upornosti ozemljitvenega sistema objekta, potrebne za izračun ozemljitvene napetosti pri zemeljskem stiku, se izdelajo z merilnikom ozemljitvene upornosti ali po UI metodi, pri kateri med izvajanjem meritve ne sme biti presežena dovoljena napetost dotika.

Ozemljitveno upornost obratovalne, zaščitne in združene ozemljitve je treba izmeriti, pregledati in izdelati oceno ustreznosti pred začetkom obratovanja, nato pa najmanj vsakih pet let.

Ozemljitveno upornost strelovodne zaščite RP je treba izmeriti, pregledati in izdelati oceno ustreznosti pred začetkom obratovanja, nato pa najmanj vsakih pet let.

© Copyright Savaprojekt d.d.

Pregled, preizkus in meritve sistema zaščite pred strelo (LPS)

Pregled, preizkus in meritve LPS je potrebno izvesti po njegovi končani izvedbi ali po njegovih spremembah, rekonstrukcijah in popravilih ter periodično, skladno z 7. in 9. členom Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele. Redne preglede sistema zaščite pred strelo je treba izvesti vsaki 2 leti pri zaščitnih nivojih I in II ter vsaka 4 leta pri zaščitnih nivojih III in IV.

Pregled je potrebno izvesti skladno z dodatkom E7 standarda SIST EN 62305-3. Ob vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vnesti ugotovljene in izmerjene vrednosti. Iz zapisnika mora biti razvidno, da je vgradnja LPS brezhibna, oziroma katera opravila so potrebna, da bo brezhibna. V zapisniku morajo biti navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Zapisnik mora podpisati izvajalec pregleda. Podan mora biti rok naslednjega pregleda.

3 TRANSFORMATORSKA POSTAJA TP2 – PREDELAVA

Za potrebe priključitve nove transformatorske postaje TP4, se predvidi predelava obstoječih SN stikalnih blokov v TP2. Obstoječi SN blok je sestavljen iz dveh vodnih ozemljitvenih celic in treh transformatorskih celic. Za potrebno nove TP4 moramo dodati še eno vodno ozemljitveno celico.

Ker obstoječi blok ne omogoča priklopa nove SN zanke, se gre v kompletno zamenjavo SN bloka. Predviden je nov stikalni blok 24 kV »SF6«, tipa 8DJH, proizvajalca Siemens. Sestavljen je iz treh vodnih ozemljitvenih celic in treh transformatorskih celic. Izklopilne tuljave so predvidene (230V AC). Vse celice so opremljene s kapacitivnimi delilniki napetosti s prikazovalniki prisotnosti napetosti v kabelskem delu. SN blok je sestavljen v skladu z enopolno shemo.

Tehnični podatki srednjenapetostnega stikalnega bloka 8DJH so:

- nazivna napetost opreme: 24 kV
- nazivni tok: 630 A
- nazivni termični kratkotrajni tok: 16 kA
- frekvenca: 50Hz

Za izolacijo električnih elementov in za gašenje obloka pri preklopnih manipulacijah je v celicah uporabljen plin SF6.

Ohišje SN bloka se z izoliranim vodnikom (rumeno-zelen) poveže z ozemljitvijo transformatorske postaje. Del odprtine za uvod kablov nad katero ni predvidena postavitev SN bloka se pokrije s pokrovom iz rebraste Al pločevine. Pri montaži SN bloka je potrebno upoštevati navodila proizvajalca SN bloka za montažo!

Dimenzija stikalnega bloka je:

- širina 2220 mm
- višina 1460 mm
- globina 775 mm

© Copyright Savaprojekt d.d.

4 TEHNIČNI IZRAČUN

4.1 IZRAČUN KRATKOSTIČNIH RAZMER

Projektirana transformatorska postaja se vključi v 20 kV omrežje napajano iz RP-BRNIK in TP TP2, preko projektiranega 20 kV kablovoda do nove TP4.

Kratkostična moč na 20 kV zbiralkah v RTP po podatkih znašala : Sk" = 500 MVA (pri izračunu se upošteva kratkostična moč Sk" = 500 MVA). Upošteva se čas izklopa kratkega stika t = 0,2 s. Omejena kratkostična moč v srednje napetostnem omrežju napajanem iz RTP FRAPORT v bližnji prihodnosti ne bo presežena.

4.1.1 KRATEK STIK NA SN STRANI

Izračun kratkostičnih razmer na SN strani se nahaja v nadaljevanju. Kratkostična moč na zbiralkah v RTP znaša, kot je navedeno zgoraj 500 MVA vsa vgrajena SN oprema v projektirani transformatorski postaji, pa je po podatkih proizvajalca opreme dimenzionirana za kratkostično moč 692 MVA.

• Izračun skupne kratkostične impedance 20 kV omrežja

$\underline{Z}_v = R_v + jX_v$

$Z_v = \sqrt{R_v^2 + X_v^2} = \sqrt{(l \cdot r)^2 + (l \cdot x)^2}$

Pri tem pomeni:
Z_v (Ω) – kratkostična impendanca omrežja
R_v (Ω) – ohmska komponenta impendance omrežja
X_v (Ω) – induktivna komponenta impendance omrežja
r (Ω/km) – ohmska upornost vodnika na kilometer
x (Ω/km) – induktivna upornost vodnika na kilometer

$\underline{Z}_{20} = \underline{Z}_q + \underline{Z}_v$

$Z_{20} = \sqrt{R_{20}^2 + X_{20}^2} \cong 1{,}005 \cdot X_{20} \Rightarrow X_{20} = \frac{Z_{20}}{1{,}005}$

$R_{20} \cong 0{,}1 \cdot X_q$

$\frac{R_{20}}{X_{20}} \Rightarrow \kappa = 1{,}75$ (po D. Kaiser 1971, str. 574

$\underline{Z}_{20} = (R_{20} + jX_{20})$

Pri tem pomeni:
Z_{20} (Ω) – skupna kratkostična impedanca omrežja
R_{20} (Ω) – skupna ohmska komponenta impendance omrežja
X_{20} (Ω) – skupna induktivna komponenta impendance omrežja

• Izračun začetnega simetričnega toka kratkega stika – 20 kV omrežje

$I_k'' = c \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{20}}$

Pri tem pomeni:
I_k'' – začetni simetrični tok kratkega stika
c – konstanta, za distribucijska

• Izračun udarnega toka kratkega stika – 20 kV omrežje

$i_u = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k''$

Pri tem pomeni:
i_u – udarni tok kratkega stika
κ – faktor odvisen od razmerja R/X

© Copyright Savaprojekt d.d.

• Izračun trajnega toka kratkega stika – 20 kV omrežje

$I_{th} = I''_k$

Pri tem pomeni:

I_{th} – trajni tok kratkega stika

• Izračun temperaturno ekvivalentnega kratkotrajnega toka – 20 kV omrežje

$I_{the} = I''_k \cdot \sqrt{(m + n)}$

Pri tem pomeni:

I_{the} – temperaturno ekvivalentni kratkotrajni tok

m, n – faktorja vplivanja enosmerne (faktor m=0,1) in izmenične komponente (faktor n=1) udarnega toka kratkega stika

Rezultati izračuna za napetostni nivo 20 kV so zbrani v spodnji tabeli:

Napetostni nivo:	U_n =	**20**	kV
Kratkostična moč na zbiralkah v TP:	S_k'' =	**500**	MVA
Skupna kratkostična impedanca omrežja:	Z_{20} =	**0,880**	Ω
Ohmska komponenta kratkostične impedance:	R_{20} =	**0,088**	Ω
Induktivna komponenta kratkostične impedance:	X_{20} =	**0,876**	Ω
Razmerje *R*/*X*:	*R*/*X* =	**0,10**	
Določitev faktorja *κ,* ki je odvisen od razmerja R_{20}/X_{20}:	*κ* =	**1,75**	
Začetni simetrični tok kratkega stika:	I_K'' =	**14,434**	kA
Udarni tok kratkega stika:	I_u =	**35,722**	kA
Trajni tok kratkega stika:	I_{th} =	**14,434**	kA
Temperaturno ekvivalentni kratkotrajni tok:	I_{the} =	**15,138**	kA

4.1.2 KRATEK STIK NA NN STRANI

Nizkonapetostna oprema je dimenzionirana za nazivno moč transformatorja 1 x 1000 kVA, vključenega v 20 kV omrežje.

• Impedanca SN omrežja preračunana na NN stran

$$Z_{q0,4} = Z_{20} \cdot \frac{U_{2n}^2}{U_n^2}$$

Pomen oznak:

$Z_{q0,4}$ – impedanca SN omrežja preračunana na NN stran

Z_{20} – kratkostična impedanca omrežja 20kV

U_{2n} – sekundarna nazivna napetost

U_n –primarna nazivna napetost

$$Z_{q0,4} = \sqrt{R_{q0,4}^2 + X_{q0,4}^2} \cong 1{,}005 \cdot X_{q0,4} \Rightarrow X_{q0,4} = \frac{Z_{q0,4}}{1{,}005}$$

© Copyright Savaprojekt d.d.

$R_{q0,4} = 0,1 \cdot X_{q0,4}$

$\underline{Z}_{q0,4} = R_{q0,4} + jX_{q0,4}$

$Z_{q0,4} = \sqrt{R_{q0,4}^2 + X_{q0,4}^2}$

• Impedanca transformatorja preračunana na NN stran

$$Z_{tr} = \frac{u_k \cdot U_{2n}^2}{100 \cdot S_n}$$

Pomen oznak:
Z_{tr} – impedanca transformatorja na NN strani
u_k – napetost kratkega stika transformatorja v %
S_n – nazivna moč transformatorja

$$u_{r\%} = 100 \cdot \frac{P_{Cu}}{S_n}$$

Kjer pomeni:
$u_{r\%}$ – ohmska komponenta napetosti kratkega stika transformatorja v %
P_{cu} – izgube v navitju transformatorja v kW zaradi obremenitve

$$u_{x\%} = \sqrt{u_{k\%}^2 + u_{r\%}^2}$$

Kjer pomeni:
$u_{x\%}$ – induktivna komponenta napetosti kratkega stika transformatorja v %

$$R_{tr} = \frac{u_{r\%} \cdot U_{2n}^2}{100 \cdot S_n}$$

$$X_{tr} = \frac{u_{x\%} \cdot U_{2n}^2}{100 \cdot S_n}$$

$\underline{Z}_{tr} = R_{tr} + jX_{tr}$

$Z_{tr} = \sqrt{R_{tr}^2 + X_{tr}^2}$

Kjer pomeni:
R_{tr} – ohmska komponenta impedance transformatorja v Ω
X_{tr} – induktivna komponenta impedance transformatorja v Ω

• Impedanca do mesta kratkega stika NN stran

$\underline{Z}_{0,4} = \underline{Z}_{q0,4} + \underline{Z}_{tr}$

$Z_{0,4} = \sqrt{R_{0,4}^2 + X_{0,4}^2}$

$\frac{R_{0,4}}{X_{0,4}} \Rightarrow \kappa$ (po D. Kaiser 1971, str. 574)

Kjer pomeni:
$Z_{0,4}$ – impedanca do mesta kratkega stika na NN strani

• Začetni simetrični tok kratkega stika

$$I_k'' = c \cdot \frac{U_{2n}}{\sqrt{3} \cdot Z_{0,4}}$$

Kjer pomeni:
I_k'' – kratkostični izmenični tok
c – konstanta za distribucijska omrežja je 1,1

• Izračun udarnega toka kratkega stika

© Copyright Savaprojekt d.d.

$i_u = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I''_k$
Kjer pomeni:
i_u – udarni tok kratkega stika
κ – faktor odvisen od razmerja R/X

• Izračun temperaturno ekvivalentnega kratkotrajnega toka

$I_{the} = I''_k \cdot \sqrt{(m + n)}$
Kjer pomeni:
I_{the} – temperaturno ekvivalentni kratkotrajni tok
m, n – faktorja vplivanja enosmerne (faktor m=0,1) in izmenične komponente (faktor n=1) udarnega toka kratkega stika.

Rezultati izračuna za napetostni nivo 0,4 kV so zbrani v spodnji tabeli:

Skupna kratkostična impedanca omrežja:	Z_{20} =	**0,880**	Ω
Impedanca omrežja na NN strani:	Z_q =	**0,388**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Ohmska komponenta kratkostične impedance:	R_q =	**0,039**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Induktivna komponenta kratkostične impedance:	X_q =	**0,386**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Kratkostična napetost transformatorja ob nazivnem toku:	u_k =	**6,0**	%
Impedanca transformatorja na NN strani:	Z_{tr} =	**6,615**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Izgube zaradi obremenitve transformatorja:	P_{Cu} =	**7,6**	kW
Ohmska komponenta kratkostične napetosti:	u_r =	**0,750**	%
Induktivna komponenta kratkostične napetosti:	u_x =	**5,953**	%
Ohmska komponenta impedance transformatorja:	R_{tr} =	**0,827**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Induktivna komponenta impedance transformatorja:	X_{tr} =	**6,563**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Impedanca do mesta kratkega stika na NN strani:	$Z_{0,4}$ =	**7,003**	Ω
Ohmska komponenta impedance do mesta KS na NN strani:	$R_{0,4}$ =	**0,865**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Induktivna komponenta impedance do mesta KS na NN strani:	$X_{0,4}$ =	**6,949**	$\cdot 10^{-3}$ Ω
Razmerje $R_{0,4}/X_{0,4}$:	$R_{0,4}/X_{0,4}$ =	**0,125**	
Določitev faktorja κ, ki je odvisen od razmerja $R_{0,4}/X_{0,4}$:	κ =	**1,694**	
Začetni simetrični tok kratkega stika:	I_K'' =	**36,310**	kA
Udarni tok kratkega stika:	I_u =	**88,573**	kA
Temperaturno ekvivalentni kratkotrajni tok:	I_{the} =	**38,082**	kA

© Copyright Savaprojekt d.d.

4.2 ZAŠČITNI UKREPI

Zaščitna ozemljitev transformatorske postaje se izvede na vseh srednje in nizkonapetostnih kovinskih delih, ki običajno niso pod napetostjo, vendar pa v primeru napak lahko pridejo pod napetost. Izvesti je potrebno združeno zaščito s priključitvijo nevtralne točke nizkonapetostnega navitja transformatorja in obratovalne ozemljitve nizkonapetostnega omrežja.

4.2.1 ZAŠČITNA OZEMLJITEV TP

Prehodna upornost zaščitne (Rzašč) ozemljitve TP zaradi vgradnje odvodnikov prenapetosti ne sme presegati 10 Ω. Potrebna dolžina valjanca za izvedbo 10 ohmske ozemljitve pri podani specifični upornosti tal ρ = 300 Wm (za vlažna prodnata tla) znaša:

$$l = k_t \cdot \frac{\rho}{R_{zašč}} = 2{,}4 \cdot \frac{300}{10} = 72m$$

Pomen oznak:
l – dolžina valjanca
k_t – faktor za tračna ozemljila
ρ – specifična upornost tal je 150 Ωm
$R_{zašč}$ – upornost zaščitne ozemljitve v transformatorski postaji

4.2.2 ZDRUŽENA OZEMLJITEV TP

Skupna združena ozemljitev TP mora ob upoštevanju TN sistema napajanja zadostiti pogoju:

$$Rzdr \leq \frac{U_d}{I_z} = \frac{U_d}{r \times I_k}$$

$$Rzdr \leq \frac{405V}{150A} = 2{,}7\Omega$$

4.3 DIMENZIORNIRANJE SN OPREME

Srednje napetostna oprema je po podatkih proizvajalca dimenzionirana in preizkušena za kratkostično moč 650 MVA v 20 kV omrežju in popolnoma ustreza kratkostičnim razmeram, ki nastopajo v SN omrežju podjetja Fraport Slovenija, d.o.o..

4.3.1 SN KABELSKA POVEZAVA – TRANSFORMATORSKI CELICI

Za povezavo med SN priključki transformatorja in transformatorsko celico se uporabijo trije enožilni kabli, tip NA2XS(F)2Y 1 x 70/16 mm^2, 12/20 kV. Nazivni tok (In) omenjenega kabla je 231 A, faktor polaganja za polaganje kablov v zraku ob zidu je 0,89. Dopustna obremenitev kabla je tako 205,59 A. Podatki so iz kataloga kablov tovarne ELKA, d.d.

Pri izračunu upoštevamo moč transformatorja 1000 kVA, kar je tudi inštalirana moč transformatorja.

$$I_{\mathrm{n}} = \frac{S_{\mathrm{n}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\mathrm{n}}} = 28{,}90\mathrm{A} \; < \; 205{,}59\ \mathrm{A}$$

© Copyright Savaprojekt d.d.

4.3.2 DIMENZIONIRANJE OSTALIH SN APARATOV IN NAPRAV

Stikalna tehnika je v elektroenergetiki ključnega pomena, zato je potrebno stikalne naprave in aparate dimenzionirati na nazivne tokove, ki so definirani glede na porabnike ter pričakovane tokove okvar, ki jih dobimo s pomočjo izračunov opravljenih v poglavju.

ODKLOPNIKI

V tem primeru izberemo na osnovi največjega obratovalnega toka prvo večjo vrednost za nazivni tok, ki je podana v standardni lestvici nazivnih tokov za odklopnike:

… 630 – 1250 – 1600 – 2000 – 2500 – 3150… A.

Ker pričakujemo vrednosti nazivnih tokov SN dovodnih celic do 400 A, izberemo nazivno vrednost toka odklopnika $\boldsymbol{I_r}$ **= 630 A**.

• **Nazivni kratkotrajni zdržni tok:**

Nazivni kratkotrajni zdržni tok I_{thr} je tisti, ki ga naprava ali aparat zdrži 1 s, ne da bi se prekomerno zviševala temperatura. Določimo ga tako, da najprej izračunamo ekvivalentni kratkotrajni tok I_{the} (enačba 9.10). Glede na ekvivalentni kratkotrajni tok izberemo iz lestvice nazivnih kratkotrajnih zdržnih tokov prvo naslednjo večjo vrednost za odklopnik ($\boldsymbol{I_k}$ **= 16 kA**):
…6,3 – 8 – 10 – 12,5 – 16 – 20 – 25 – 31,5 – 40 – 63 – 80 – 100… kA.

Stikalni aparat ima zadostno kratkostično toplotno odpornost, če za temperaturno ekvivalentni kratkotrajni tok velja:

$$I_{the} \leq I_{thr} \quad \Longrightarrow \quad 15{,}138 \text{ kA} \leq 16 \text{ kA}$$

kjer so:
I_{thr} – nazivni kratkotrajni zdržni tok (16 kA), pri nazivnem trajanju kratkega stika (1 s).

• **Nazivni zdržni temenski tok:**

Nazivni zdržni temenski tok I_{dyn} določimo kot 2,5-kratnik kratkotrajnega zdržnega toka, istočasno pa mora biti večji od izračunanega udarnega toka i_u:

$$I_{dyn} = 2{,}5 \cdot I_{thr} = 2{,}5 \cdot 16 \text{ kA} = 40 \text{ kA}$$

$$I_{dyn} > i_u \quad \Rightarrow \quad 40 \text{ kA} > 35{,}722 \text{ kA}$$

• **Nazivna kratkostična izklopna in vklopna zmogljivost:**

Nazivno kratkostično izklopno zmogljivost določimo iz lestvice standardnih vrednosti za nazivne kratkostične izklopne zmogljivosti, in sicer kot prvo večjo vrednost izračunanega izklopnega toka:

$$I_K \leq I_i \quad \Longrightarrow \quad 14{,}434 \text{ kA} \leq 16 \text{ kA}$$

Pravilo je, da je pri odklopnikih nazivna kratkostična izklopna zmogljivost enaka kar nazivnemu kratkotrajnemu zdržnemu toku $\boldsymbol{I_{thr}}$ **= 16 kA**.

© Copyright Savaprojekt d.d.

Nazivno kratkostično vklopno zmogljivost določimo kot 2,5-kratnik kratkostične izklopne zmogljivosti. Sočasno moramo upoštevati, da mora biti nazivna kratkostična vklopna zmogljivost večja od izračunanega udarnega toka i_u:

$I_v = 2{,}5 \cdot I_i = 2{,}5 \cdot 16 \text{ kA} = 40 \text{ kA}$ $\quad I_v > i_u \quad \Rightarrow \quad 40 \text{ kA} > 35{,}722 \text{ kA}$

MERILNI INSTURMENTI TRANSFORMATORJI

Merilni transformatorji obratujejo tik pod kolenom magnetilne krivulje, s tem pa nam varujejo merilne instrumente pri povečanih tokih. Nasprotno pa mora zaščita zaznati dovolj velik tok, da bi se pravilno in pravočasno odzvala. Pri izbiri le teh moramo še posebej upoštevati razmere v primeru kratkostičnih okvar. Zaradi udarnega toka bi prišlo do poškodovanja primarnega navitja, začetni izmenični simetrični kratkostični tok pa bi povzročil prekomerno segrevanje navitja. Zato izberemo ustrezni kratkotrajni zdržni tok, ki mora biti večji od izračunanega ekvivalentnega kratkotrajnega toka I_{the} in temenski zdržni tok, ki mora biti večji od izračunanega udarnega toka i_u.

$I_N = 400\ A \quad \Rightarrow \quad I_{th} = 40 \cdot I_N = 40 \cdot 400 = 16 \text{ kA}$

$I_{the} \leq I_{th} \quad \Rightarrow \quad 15{,}138 \text{ kA} \leq 16 \text{ kA}$

4.4 DIMENZIORNIRANJE NN OPREME

NN blok =SBM-0/4.P.1 je dimenzioniran glede na izveden kratkostični izračun ($I_K'' = 36{,}310$ kA) na NN strani in po tehniški dokumentaciji proizvajalcev.

Kljub temu, da bi ustrezala odklopna zmogljivost za vrednost kratkostičnega toka 36,310 kA, pa naj bo zaradi večje kompaktnosti (robustnosti) nizkonapetostni blok vgrajen za vrednost kratkostičnega toka 50 kA.

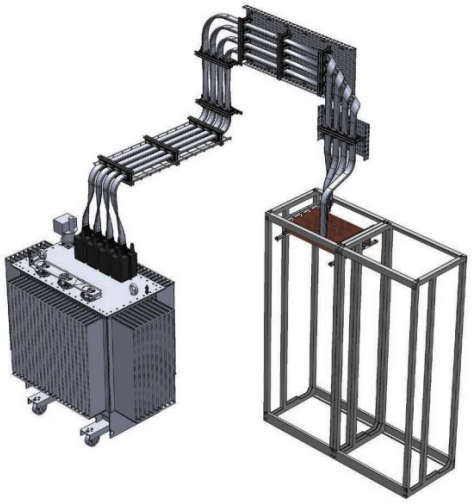
4.4.1 NN POVEZAVA NN STRAN TRANSFORMATORJA – DOVODNO NN POLJE

Za povezavo med NN priključki transformatorja in NN blokom se uporabi sistem zbiralk tipa nVent FleXbus 960 zbiralk. Zbiralke izberemo glede na sekundarni nazivni tok transformatorja (I_{2n}), ter dopustni tok (I_{dop}) zbiralk. Nazivni tok (I_n) omenjenih zbiralk v zraku je 1760 A.

- določitev sekundarnega nazivnega toka (I_{2n}) transformatorja:

$$I_{2\mathrm{n}} = \frac{S_{\mathrm{n}}}{\sqrt{3} \cdot U_{2\mathrm{n}}} = 1445{,}08 \text{ A} < 1760{,}00 \text{ A}$$

© Copyright Savaprojekt d.d.



Slika 31: Prikaz povezave med TR in NN blokom



Slika 4: Priključitev v NN bloku



Slika 5: Povezava med TR in NN blokom

4.4.2 HLAJENJE TRANSFORMATORJA

Zaradi izgub transformatorji sproščajo toplotno energijo. Pogoj za dobro odvajanje toplote in hlajenje transformatorjev je naravna cirkulacija zraka. Izračun hlajenja je opravljen po tehniški dokumentaciji proizvajalcev za suhe zračne (AN hlajenje) transformatorje velikosti 1000 kVA.

Pri izračunu upoštevamo naslednje podatke:

- izgube praznega teka; $P_{Fe} =$ 693 W
- izgube zaradi obremenitve; $P_{Cu} =$ 7600 W
- višina prostora; H = 2,4 m
- faktor oblike prostora; $\tau = 5$
- temperaturna razlika (vroči klimatski pogoji); $\theta 2 - \theta 1 = 20$ K

© Copyright Savaprojekt d.d.

- skupna izmerjena površina neto vhodnih odprtin v TP; **S_1 = 1,17 m²**; (1,41 m x 0,52 m) stranska + 2x(0,67m*0,33m) spredaj

- skupna izmerjena površina neto izhodnih odprtin v TP; **S_2 = 1,17 m²**; ; (1,41 m x 0,52 m) stranska + 2x(0,67m*0,33m) spredaj

4.4.3 IZRAČUN POTREBNE VELIKOSTI VHODNIH IN IZHODNIH ODPRTIN HLAJENJE TRANSFORMATORJA

• Skupne izgube transformatorja:

$P_{izg} = P_{Fe} + P_{Cu} = 8.293$ W

• Potrebne vhodne odprtine (neto izračun)

$$S_1 = 4{,}25 * P_{izg} * \sqrt{\frac{\tau}{H * \theta^3}} = 4{,}25 * 8{,}293 * \sqrt{\frac{5}{2{,}4 * 0{,}2^3}} = 0{,}568\ m^2$$

• Potrebne izhodne odprtine (neto izračun)

$$S_2 = S_1 \cdot 1{,}10 = 0{,}625\ m^2$$

Iz izračuna je razvidno, da bodo dejanske odprtine v transformatorski postaji večje od izračunanih in omogočajo naravno hlajenje transformatorja moči 1000 kVA. Vendar se bomo na podlagi zelo majhnih razlik za zagotavljanje nemotenega obratovanja vseeno odločili za vgradnjo ventilatorja (z termostatom), ki bo v primeru povečanega segrevanja dodatno hladil prostor.

5 KABELSKA KANALIZACIJA

5.1 IZVEDBA KABELSKE KANALIZACIJE

Pred pričetkom izvajanja gradbenih del za izvedbo SN in NN omrežja je potrebno z upravljalcem in izvajalcem določiti traso obstoječega in novo projektiranega elektro omrežja ter ostalih komunalnih inštalacij. V kolikor bo pri izvajanju del prišlo do odstopanj trase, je to potrebno uskladiti z ostalimi komunalnimi vodi.

Za polaganje SN energetskih kablov je potrebno v manjšem obsegu zgraditi kabelsko kanalizacijo s PE-HD cevmi za kabelsko kanalizacijo rdeče barve:

- PE-HD cev za kabelsko kanalizacijo 5x200 mm,
- PE-HD cev za kabelsko kanalizacijo 2x50 mm.

Za polaganje NN energetskih kablov je potrebno zgraditi kabelsko kanalizacijo s PE-HD cevmi za kabelsko kanalizacijo rdeče barve:

- PE-HD cev za kabelsko kanalizacijo 8 x 160 mm.

© Copyright Savaprojekt d.d.

5.1.1 IZKOP JARKA

Izmere jarka so odvisne od mesta vgraditve, števila in načina vgraditve cevi, tako da je globina jarka od zgornjega sloja cevi do pločnika najmanj 60 cm, do cestišča pa min. 80 cm (priporočljivo vsaj 100 cm). Širina jarka je odvisna od števila cevi v jarku, razmaka med cevmi in širine prostora ob strani za manipulacijo s cevmi. Razmik med cevmi se zagotovi z uporabo distančnikov, ki so postavljeni na vsake 1,5 m oz. 3,0 m v primeru ob betoniranja.

5.1.2 PODLOGA ZA CEVI

Na dno izkopanega jarka položimo 10 cm peska granulacije 4 do 8 mm. Pesek izravnamo in ustrezno nabijemo. V posebnih primerih, kjer je nevarnost, da bo pesek izprala talna voda, izberemo podlogo z mešanico cementa in peska v razmerju 1:20, prav tako je treba s tako mešanico obbetonirati cevi. V kolikor podlogo delamo v zemljišču z majhno nosilnostjo, je treba podlogo armirati v višini 10 cm.

5.1.3 POLAGANJE IN ZASIPANJE CEVI

Na nabito in znivelirano plast peska položimo cevi. Pred polaganjem v jarek je potrebno cevi pregledati, če niso poškodovane. Vgraditi se smejo le cevi, ki so nepoškodovane. Prav tako je treba pred polaganjem cevi med njimi odstraniti vse ostre predmete, ki bi lahko poškodovali cevi.

Po položitvi prvega sloja cevi zasujemo s peskom granulacije največ 8 mm, ki ga nabijemo s ploščatim lesenim nabijačem med cevi. Plast peska med cevmi je debela 3 cm. Polaganje naslednjih slojev cevi je treba izvesti na enak način kot prvega. Nad zadnjim slojem cevi nasujemo še 10 cm peska. Če je razdalja med temenom cevi in nivojem zemljišča manjša od 50 cm v pločniku in manjša od 80-100 cm v cestišču, je potrebno cevi obbetonirati oz. jarek zapolniti z betonom. Kabelsko kanalizacijo nato zasujemo z izkopanim materialom z nabijanjem v slojih po 20 cm.

V območju povoznih površin je potrebno doseči zbitost predpisano s projektom zgornjega ustroja!

V višini 30 cm nad kabelsko kanalizacijo se postavi opozorilni trak, ki opozarja na energetski kabel.

Kabelska kanalizacija se izvede iz plastičnih cevi za delovni tlak p= 6 bar rdeče barve. Cevi morajo kratkotrajno vzdržati tlak 8 barov.

V primeru križanja z glavno cesto in površinami, kjer je možen tovorni promet, se cevi obvezno obbetonirajo!

5.1.4 SPAJANJE PLASTIČNIH CEVI

Spajanje plastičnih cevi izvedemo s plastičnimi spojkami. Spoj mora biti vodotesen, kar dosežemo z uporabo gumijastih tesnil.

© Copyright Savaprojekt d.d.

5.1.5 UVOD CEVI V KABELSKI JAŠEK

Uvod cevi v kabelski jašek izvedemo s plastičnimi uvodnicami, pritrjenimi za uvod cevi v jašek. Uvodnice postavimo neposredno v stransko steno jaška ali pa jih predhodno zabetoniramo v t.i. uvodni betonski blok, ki ga med betoniranjem jaška vgradimo v stransko steno.

Zagotovljena mora biti vodotesnost med uvodnico in cevjo. Teme cevi mora biti vsaj 50 cm pod stropom kabelskega jaška.

5.1.6 IZVEDBA KABELSKIH JAŠKOV

Na mestih odcepov ali lomov ali zaradi velikih razdalj je potrebno zgraditi betonske kabelske jaške, ki služijo za spajanje kablov, uvlačenje kablov v cevi ter eventualno namestitev kabelskega pribora in opreme. Dimenzija jaška je odvisna od števila cevi in preseka kablov.

Če se jašek nahaja v zelenici ali na pločniku, se opremi z litoželeznim lahkim pokrovom z napisom ELEKTRIKA oz. če se jašek nahaja na voznih površinah, se opremi z litoželeznim težkim pokrovom (400 kN) in enakim napisom. Kabli se v jaških montirajo na za to vgrajene nosilce. Notranjost jaškov je potrebno obdelati s finim ometom. Na steni jaška se montirajo nosilne konzole za kable in vzpenjalna železa.

V terenu z visoko talno vodo se odprtina za odtok vode ne izdela.

5.2 UVLEČENJE KABLOV IN MONTAŽA

Pred polaganjem kablov je potrebno preveriti dolžine kablov, ker lahko med izvedbo pride do odstopanj. V kabelskih jaških je potrebno pustiti rezervo v dolžini kabla.

Pred uvlačenjem kablov v kabelsko kanalizacijo se morajo izvršiti priprave, ki omogočajo normalne delovne pogoje:

- ograditev delovnega mesta in postavitev prometnih znakov,
- odstranjevanje pokrova z jaška,
- kontrola škodljivih vplivov,
- prezračevanje,
- čiščenje jaška in odstranjevanje vode ter
- kontrola prehodnosti cevi.

Pred pričetkom del v kabelskem jašku je potrebno pustiti jašek odprt najmanj 30 minut, s tem da sta odprta tudi sosednja dva jaška. Z indikatorjem ugotavljamo prisotnost škodljivih in vnetljivih plinov.

Če se ugotovi prisotnost omenjenih plinov, se z delom lahko prične, ko so le-ti na primeren način odstranjeni, vendar je treba potem še večkrat kontrolirati njihovo prisotnost.

Preden se uvleče kabel v cev, je treba povleči pomožno vrv, kontrolirati stanje kanalizacijskih cevi in jih očistiti, nato se potegne vlečno vrv ter se jo spoji s kabelsko nogavico oz. z vlečno kljuko. Za vlečenje pomožne vrvi lahko uporabljamo kabelske palice, ki so na koncih opremljene s kljukami in navoji za spajanje, elastični jekleni trak ali jekleno žico premera 5-6 mm.

© Copyright Savaprojekt d.d.

5.3 KRIŽANJE Z OSTALIMI KOMUNALNIMI VODI

V kolikor se novo NN, SN in TK omrežje križa s šibkotočnimi instalacijami, vodovodom, kanalizacijo, plinovodom ali cestami, je potrebno zagotoviti minimalne odmike:

a) pri približevenju:

- instalacije šibkega toka	1,0 m oz. 0,5 m z zaščito
- kanalizacija, voda	1,0 m oz. min 0,5 m
- plin	1.0 m

b) pri križanju:

- instalacije šibkega toka	0,5 m oz. min 0,3 m z zaščito
- kanalizacija, voda	min 0,5 m
- plin	0,5 m oz. min 0,3 m

Splošni pogoji:
- globina vkopavanja 1-1,2 m,
- fiksiranje cevi: na razdaljah 1,5m (3m v primeru obbetoniranja) se postavijo distančniki med cevmi,
- dodaten zaščitni ukrep s cevmi: pri vseh križanjih se kabli položijo v zaščitne cevi, pri križanju s TK vodi tudi kabli tel. omrežja.

6 KONČNE DOLOČBE - ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE

- Te končne določbe so dopolnitev projekta in so kot takšne obvezne za izvajanje.
- Kablovsko omrežje, energetsko, krmilno signalno omrežje mora biti izvedeno pod strokovnim vodstvom v skladu z veljavnimi IEC in VDE normami.
- Tehnične spremembe in dopolnitve se lahko vršijo samo s soglasjem nadzornega organa in projektanta, za spremembo, ki bi eventualno vplivala na obratovanje, pa je potrebno soglasje upravljalca omrežja.
- Pri polaganju kablov v skupni rov se je potrebno držati danih navodil glede razmestitve kablov:
  - na 40 cm od energetskih se polagajo signalni vodi
  - na 10-20 cm od krmilnih vodov se polagajo telekomunikacijski vodi
  - telekomunikacijski vodi morajo biti na min. 50 cm od energetskih NN kablov, na 100 cm pa od 10 kV kabla.
- Krivljenje kablov mora biti pravilno izvedeno, da se ne bi poškodovala izolacija. Radij krivine ne sme biti manjši od 15-kratnega polmera kabla.
- Polaganje kablov se mora predpisano izvesti v sloju peska 20 cm (10 cm kot posteljica in 10 cm nad kablom) in dobro zaščititi z ščitniki, oziroma po priloženih detajlih.
- Na prometnih prehodih (cestah) se kabli polagajo v energetsko kabelsko kanalizacijo, narejeno iz PVC cevi, fi-110mm in fi-160mm - rdeče barve.
- Po celi trasi mora biti kabel položen z blagimi krivinami (kačasto) zaradi eventualnih malih posedanj in pomikov.
- Kabli se ne smejo polagati pri temperaturi nižji od +5st.C
- Pripravo končnih spojk in kabelskih končnikov je potrebno izvesti v skladu z VDE in IEC normami.
- Medsebojno križanje kablov jakega toka je potrebno izvesti z razmakom 30 cm v PVC cevah.
- Izven kabelskih cevi se kabli ne smejo križati.
- Kabelski končniki za 1kV v transformatorski postaji se izvedejo kot kabelske glave.

© Copyright Savaprojekt d.d.

- Kabli v rovu se obeležijo z objemkami, na katerih je natisnjen tip, presek, napetost kablov, leto polaganja in število kablovskih protokolov. Objemke se postavljajo na razmiku 5 m. Enake objemke se postavljajo tudi na vhodu in izhodu iz kabelske kanalizacije, na vhodu in izhodu iz kabelskega jaška, na mestih, kjer se kabelski vod križa z drugimi kabelskimi kanalizacijami, na vhodu kabla v kabelsko spojko, s tem da se obeleži leto montaže na vseh tistih mestih, kjer nadzorni organ in izvajalec soglašata, da je to potrebno.
- Na reguliranem terenu se postavljajo naslednje oznake:
  - kabelska oznaka za kabel v rovu z oznako napetosti,
  - kabelska oznaka za križanje z vodovodno instalacijo označena s strelo,
  - oznaka za križanje s telefonom s črkami Telekom,
  - oznaka za konec kabelske kanalizacije (smerni kamen EK).
- Kabelske oznake za regulirani in neregulirani teren se postavljajo:
  - v osi trase nad kablom na vsakih 30-40 m, nad spojko, nad točko križanja in nad zaključki kabelske kanalizacije.
- Zasutje z zgornjo plastjo zemlje, peskom in polaganje se izvede po pregledu nadzornega organa in snemanju trase za načrt izvedenih del.
- Zaščita pred previsoko napetostjo dotika se izvede po pogojih iz elektroenergetskega soglasja pristojne elektro distribucije.
- Krmilno signalni vodi morajo imeti izolacijsko trdnost 1kV, pri polaganju pa se je potrebno držati navodil kot za energetske vode. Končnike v omarah izvesti preko kovinskih tesnilk s predhodnim odstranjevanjem zgornje antikorozijske plasti in kovinske zaščitne plasti. Konec formirati z lepljenjem zaščitnega traku na mestu preseka in bandažiranjem.
- Na mestih križanja ostalih komunalnih vodov, kot so vodovod, kanalizacija in podobno, je potrebno kable položiti v PVC cevi rdeče barve dolžine 1,5 m iz ene in druge strani križanja
- Vsi eventualni zunanji razdelilci morajo odgovarjati predvideni zaščiti pred prahom in vlago.
- Razdelilce je potrebno opremiti z oznakami iz projekta in enopolno shemo izvedenega stanja, ki jo izdela izvajalec del po dokončanju del. Varovalke morajo biti označene z namembnostjo tokokrogov in jakostjo varovalnega vložka.
- Izvajalec je dolžan, da ugotovi brezhibnost dobavljenih kablov in naprav pred vgradnjo.
- Izvajalec je dolžan, da v smislu obstoječih predpisov ukrene vse potrebno za varnost prometa na gradbišču in varnost mimoidočih.
- Izvajalec del je dolžan, da izvrši vse, kar predvidevajo predpisi o higiensko tehnični zaščiti delavca pri takšnih delih.

© Copyright Savaprojekt d.d.

7 PROJEKTNA DOKUMENTACIJA

Po končanih gradbeno-montažnih delih je potrebno izdelati izvršilno (izvedbeno) projektno dokumentacijo. Dokumentacija izvedenih del (PID) je domena naročnika in ni predmet tega projekta.

Izvajalec mora poskrbeti za vris vodov v podzemni kataster! Vse kable je potrebno obeležiti!

Sestavni del projektne dokumentacije so rezultati električnih meritev!

Pri kvalitativnem prevzemu zgrajenega objekta mora izvajalec predati kompletno projektno dokumentacijo!

Krško, januar 2024

Sestavila:

M. Vodopivec, univ. dipl. inž. el.

© Copyright Savaprojekt d.d.

8 PRILOGE

INTERNI STANDARD OZNAČEVANJA KABLOV – FRAPORT D.O.O. (ELEKTRONSKA POŠTA IZ DNE 19.12.2023)

OZNAČEVANJE GLAVNIH ENERGETSKIH KABLOV MED TRAFO POSTAJO IN RAZDELILNIKI TER MED RAZDELILNIKI

Za označevanje se uporabijo trajne in odporne ter obstojne oznake (npr. plastificirana oznaka z možnostjo pritrditve na kabel z vezicami ali druga enakovredna izvedba)!

- Izvajalec mora v vsakem jašku na energetski kabel namestiti po dve oznaki. Eno blizu vstopne cevi in drugo blizu izstopne cevi.
- Oznake morajo biti nameščene na vsaki strani prehoda skozi steno.
- Oznake morajo biti nameščene na vsakem razcepu kabelskih tras (PK polic npr.) in sicer pred razcepom in za razcepom.
- Oznake morajo biti nameščene pri izvoru in ponoru kabla.

Tip kabla in presek (material), dolžina, (leto polaganja)
IZVOR: št. objekta (iz načrta poimenovanja objektov naročnika), (ime objekta), ime razdelilnika - izvor, mesto priklopa, št. merilnega mesta
PONOR: št. objekta (iz načrta poimenovanja objektov naročnika), (ime objekta), ime razdelilnika - ponor

Primer:

NA2XY-J 4 x 300 mm2 (AL), 530 m, (2018)
IZVOR: 11 (TP-2), SBAb-0/2.P.3, polje 3, MM 221
PONOR: 5 (TNT), SBAb-1/1.P.10

OZNAČEVANJE ENERGETSKIH KABLOV OD RAZDELILNIKA DO KONČNEGA PORABNIKA

Za označevanje se uporabijo trajne in odporne ter obstojne oznake (npr. plastificirana oznaka z možnostjo pritrditve na kabel z vezicami ali druga enakovredna izvedba)!

- Izvajalec mora v vsakem jašku na energetski kabel namestiti po dve oznaki. Eno blizu vstopne cevi in drugo blizu izstopne cevi.
- Oznake morajo biti nameščene na vsaki strani prehoda skozi steno.
- Oznake morajo biti nameščene na vsakem razcepu kabelskih tras (PK polic npr.) in sicer pred razcepom in za razcepom.
- Oznake morajo biti nameščene pri izvoru in ponoru kabla.

Oznaka kabla v enopolni shemi, tip kabla in presek
Ime razdelilnika, št. tokokroga

Primer:

W 123, NYY 3 x 1,5
SBM-22.P.1, tkg. 15