

**Priloga 4.1 k razpisni dokumentaciji: Tehnično poročilo**

**4/1.1.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA NAČRT ELEKTRIČNIH  
INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME št. 901/18**

<b>4/1.1.1.</b>	<b>Naslovna stran načrta</b>
<b>4/1.1.2</b>	<b>Kazalo vsebine načrta</b>
<b>4/1.1.3</b>	<b>Prazno</b>
<b>4/1.1.4</b>	<b>Tehnični del</b>
	Risbe  - list E1 - Situacija - list E2 - Tropolna shema in izgled dograditve v obstoječe polja 3 NN bloka - list E5 - Tipski načrt jaška - list E4 - Tipski načrt kabelske kanalizacije

#### **4.4.2. TEHNIČNO POROČILO**

##### **4.4.2.1. SPLOŠNO**

Predmet projektne dokumentacije je izdelava PZI načrta za dograditev električnega omrežja RCERO. Novi dovodni kabli se predvidijo iz TP RCERO za dodatno moč 600 kW.

Pri izdelavi načrta je bila upoštevana *Tehnična smernica za nizkonapetostne instalacije TSG-N-002:2013, Tehnična smernica za zaščito pred delovanjem strele TSG-N-003:2013 in Tehnična smernica TSG-1-001:2010 požarna varnost v stavbah in Pravilniki o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur. l. RS 90/15)*, ter ostalimi predpisi in standardi.

##### **4.4.2.2 NAPAJANJE OBJEKTA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO**

Za napajanje dodatne moči v objektu sortirnica sta predvidena dva dodatna izvoda iz TP RCERO.

V TP RCERO je potrebno dograditi dva dodatna stikala 630A s pretokovno, kratkostično zaščito in izklopno tuljavo. Dodatna stikala se dogradijo v obstoječe polje 3, v dograjen NN blok. V polju tri je obstoječe stikalo 160A, ki se demontira. Demontirajo se tudi Cu zbiralke, ki so premale. Povezava do stikal se izvede z novimi Cu zbiralkami 50x10 mm. Stikala sta opremljena z izklopnima tuljavama, ki se navežata na obstoječo tipko zasilnega izklopa. Na oba odvoda se dogradijo tokovni merilni transformatorji in analizatorji mreže Siemens z ethernet povezavo, ki se navežejo na obstoječi sistem nadzora.

Za vsak odvod sta predvidena po dva paralelna kabla 2x NA2XY-J 4x240+1.5 mm<sup>2</sup>, ki se povlečeta po kabelski kanalizaciji do objekta obstoječe sortirnice. Predvidena je izvedba nove kabelske kanalizacije. Kabelska kanalizacija se izvede s PVC cevmi tipa Stigmaflex 6 x 110 mm. Na celotni trasi je predvidena izvedba osmih jaškov. Na trasi se izvedejo kabelski jaški od JEN1 do JEN5, različnih notranjih dimenzij od 1,2x1,2x1,4 m za manipulativne jaške, kotni jašek je zaradi obstoječih komunalnih vodov dim 1,2,1,4,1,4 m, ter vstopni jašek pred objektom 1,6x1,6x1,6 m. Trasa kabelske kanalizacije je predvidena v koridorju obstoječih tras in delno poteka v zemlji delno pa pod povoznimi površinami. Pod povoznimi površinami je potrebno cevi obbetonirati. Pri transformatorski postaji se cevi uvedejo v obstoječ jašek pred TP RCERO.

Paralelna kabla za vsak odvod bosta varovana s stikalom 630A, ki bo nastavljen na 630\*0.86 kar je 541A.

V objektu je potrebno izvesti prevrtanje betonskega parapernega zidu za uvod kablov.

V objektu se izvede kabelska lestev širine 600 mm do predvidene lokacije novih razdelilcev.

Vse preboje in uvode v razdelilce in transformatorsko postajo je potrebno ustrezno zatesniti zaradi vode in glodalcev.

Pred pričetkom gradbenih del je potrebno na kabelski trasi zakoličiti oz. označiti vse podzemne komunalne vode in druge naprave.

Vsa ostala križanja ali približevanja se naj izvedejo po navodilih oz. soglasju upravljalca tangirane naprave.

##### **4.4.2.2.1 Polaganje kablov**

Pred pričetkom zemeljskih del mora izvajalec z upravljalci komunalnih vodov na trasi projektiranega kablovoda pridobiti ustrezna soglasja in zakoličbo morebitnih obstoječih komunalnih vodov (vodovod, plinovod, kanalizacija, telefon, CA televizija, elektrovioli itd.).

Kabel se pri polaganju pod vozišče oz. pod utrjenimi površinami položi v zaščitne obbetonirane alkatene cevi  $\phi 110$  mm oz. 160 mm, ki so položene v globini od 0,9 do 1,15 m globoko, 30 cm pod vrhom trase pa je potrebno položiti zaščitni opozorilni trak "Pozor energetske kabel".

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati ustrezne polmere krivljenja kabla (minimalno  $15 \times D_{\text{kabla}}$ ) in temperaturo kabla pri polaganju (minimalno  $5^{\circ}\text{C}$ ).

Pri križanjih oz. paralelnem vodenju energetskih kablov z ostalimi obstoječimi energetskimi, telekomunikacijskimi in drugimi instalacijami je potrebno upoštevati veljavne tehnične predpise, normative in standarde. Pred pričetkom izkopov je potrebno na mestih predvidenih križanj z drugimi instalacijami naročiti zakoličbo le teh. Vse izkope je potrebno opraviti ročno. Pri delih mora biti prisoten predstavnik upravljalca teh instalacij.

Po položitvi trase je potrebno izvesti posnetek dejanske trase kabla v skladu z določili o katastru komunalnih naprav ter urediti dokumentacijo o kablu. Geodetske posnetke je potrebno dostaviti investitorju.

#### **4.4.2.2.2. Križanje oz. približevanje nizkonapetostnega voda ostalim komunalnim vodom**

**Iz pridobljene karte komunalnih vodov je razvidno križanje z več komunalnimi vodi, ki so označeni na situaciji.**

OPOMBA: Pri izvedbi križanj je potrebno upoštevati zahteve upravljalca komunalnega voda ter izdane projektne pogoje ter soglasja.

##### **1.2.1 Vodovod**

Pri križanju kablovoda z vodovodom mora biti dosežena navpična oddaljenost 0,5 m, izjemoma se dovoli zmanjšanje na 0,4 m za priključne in manjše cevovode.

Minimalna medsebojna razdalja približevanja kablovoda s cevmi vodovoda znaša 0,8 m za instalacije v globini do 1 m, za instalacije v globini nad 1 m pa je minimalni odmik 1 m. Polaganje kablovoda ob hidrantih ni dovoljeno. V tem primeru mora biti minimalna razdalja 1,5 m. Pri križanju mora biti kablovod zaščitni pred mehanskimi poškodbami, zato se ga na mestih križanja uvleče v obbetonirane zaščitne cevi  $\phi 110$  mm, ki segajo minimalno 1,5 m na vsako stran od osi križanja. Kablovod lahko poteka pod ali nad cevmi vodovoda, odvisno od višinske lege cevi. Pred pričetkom del je potrebno določiti potek vodovoda, globino ter mikrolokacijo križanja. Zemeljska dela v neposredni bližini se lahko izvajajo le ročno in pod nadzorom predstavnikov upravljavca vodovoda. Križanje energetskega kablovoda z vodovodom je prikazano na priloženi tipski risbi.

##### **1.2.2. Križanje TK voda**

Križanje energetskih kablovovodov in TK vodov izvajamo na navpični oddaljenosti 0,5 m. Kot križanja mora biti praviloma  $90^{\circ}$ , ne sme pa biti manjši od  $45^{\circ}$ . Če navedenih oddaljenosti ne moremo doseči, se energetske kabli na mestu križanja položijo v cevi iz dobro prevodnega materiala, telekomunikacijski pa v cevi iz slabo prevodnega materiala. V tem primeru navpična oddaljenost ne sme biti manjša od 0,3 m. Enožilni energetske kabli enega sistema se uvlečejo v isto kovinsko cev (Fe)  $\phi 160$  mm. Pri približevanju elektroenergetskega kablovoda in TK voda se zahteva oddaljenost med telefonskimi in energetskimi kablovodi za nazivne napetosti 20 kV 1,0 m. Če navedene oddaljenosti ni mogoče zagotoviti je potrebno na kritičnih mestih energetske kable položiti v železne cevi, telekomunikacijske pa v betonske ali plastične cevi. Vendar tudi v tem primeru ne sme biti vodoravna oddaljenost manjša od 0,3 m.

Pred pričetkom del je potrebno določiti mikrolokacije križanj, zemeljskega dela v neposredni bližini se lahko izvajajo le ročno in pod nadzorom predstavnikov upravljavca TK vodov. Križanje energetskega kablovoda z TK vodom je prikazano na priloženi tipski risbi.

### **1.2.3. Kanalizacija**

Na mestu križanja kanalizacije se kabli položijo nad ali pod cevovodom kanalizacije. Kablovod se položi v zaščitne cevi, katerih dolžina je minimalno 1,5 m na vsako stran od osi križanja, oddaljenost od temena kanalizacijskega profila je minimalno 0,3 m. Zaščitne cevi se obbetonirajo z 10 cm debelo plastjo betona MB15. Za zaščito kablov se uporabijo cevi DWP fi 110 mm. Pri polaganju kablov ob kanalizacijskih jaških mora znašati odmik od jaška vsaj 1,5 m. Pred pričetkom del je potrebno določiti mikrolokacije križanj. Zemeljska dela v neposredni bližini se lahko izvajajo le ročno in pod nadzorom predstavnikov upravljavca kanalizacije. Križanje energetskega kablovoda z kanalizacijo je prikazano na priloženi tipski risbi.

### **1.2.4. Plinovod**

Križanje plinovoda in energetskega kablovoda se izvaja na razmaku 0,5 m, oziroma minimalno 0,3 m z obbetoniranjem kableske kanalizacije. Pri križanju s plinskimi priključki je najmanjši razmak 0,3 m. Kablovod je potrebno na mestih križanj zaščititi pred mehanskimi poškodbami, zato ga položimo v cevi DWP fi 160 mm, ki segajo minimalno 1 m na vsako stran od osi križanja, cevi se obbetonirajo z betonom MB15. Pri približevanju energetskega kablovoda in plinovoda s tlakom enakim ali manjšim od 4 bare, ter hišnih plinskih priključkov je najmanjši vodoravni svetli razmak 0,5 m, minimalni svetli razmak pri približevanju magistralnemu plinovodu s tlakom višjim od 4 barov pa 1,5 m. Pred pričetkom del je potrebno določiti mikrolokacijo križanj. Zemeljska dela v neposredni bližini se lahko izvajajo le ročno in pod nadzorom predstavnikov upravljavca plinovoda. Križanje energetskega kablovoda s plinovodom je prikazano na priloženi tipski risbi.

### **1.2.5. Približevanje z energetskimi kablovodi**

Pred pričetkom del je potrebno zakoličiti obstoječe kablovode, dela v bližini pa izvajati ročno in pod nadzorom odgovorne osebe upravljavca, ki odredi eventuelni izkop obstoječih kablovodov. Zaradi zmanjšanja medsebojnih vplivov, morajo znašati razmaki med energetskimi kablovodi in približevanju najmanj:

- 0,07 m – medsebojno približevanje med kablovodi za napetosti do 1 kV istega napetostnega nivoja, oziroma med enožilnimi kabli istega sistema
- 0,20 m – pri polaganju kablovodov napetosti 10 ali 20 kV oziroma različnih napetostnih nivojev.

## **4.3.4.2.3 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM**

### **4.3.4.2.3.1. Zaščita pred neposrednim dotikom**

Zaščita pred neposrednim (direktnim) dotikom preprečuje vsak dotik z deli pod napetostjo električne instalacije.

Zaščita je v obravnavani instalaciji izvedena z:

- zaščito delov pod napetostjo z izolacijo,
- zaščito s pregradami in okrovi.

### **4.3.4.2.3.2. Zaščita pred posrednim dotikom**

Zaščitni ukrep pred posrednim dotikom je izveden s samodejnim odklopom napajanja. Zaščita s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare v izolaciji onemogoči, da bi na izpostavljenih prevodnih delih naprav nevarna napetost obstajala dalj časa kot to dovoljujejo predpisi.

Za pravilno delovanje zaščite s samodejnim odklopom napajanja je potrebno izpolniti naslednja temeljna načela:

a) Vse izpostavljene prevodne dele (ohišja ščitenih naprav, zaščitne kontakte vtičnic, ohišja svetilk, strojev in druge kovinske mase) je potrebno vezati z zaščitnim vodnikom z ozemljitveno točko napajalnega sistema. Ozemljitvena točka je hkrati tudi nevtralna točka sistema. Dostopni izpostavljeni prevodni deli se morajo povezati na isti ozemljitveni sistem.

b) V vsaki stavbi je potrebna glavna izenačitev potenciala.

c) Zaščitna naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme, mora v primeru okvare v izolaciji med deli pod napetostjo in izpostavljenimi prevodnimi deli samodejno odklopiti napajanje tokokroga v predpisanem času.

Zaščitni vodniki morajo biti ozemljeni v pripadajoči transformatorski postaji in enakomerno razporejenimi vzdolž NN omrežja zato, da v primeru okvare ostane potencial zaščitnega vodnika čim bližje potencialu zemlje.

Da se izpolni zahteva pod točko "c" mora biti izpolnjen naslednji pogoj:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

kjer je:

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke ( $\Omega$ ), ki zajema energetske vir, fazni vodnik do mesta okvare in zaščitni vodnik med mestom okvare in energetskim virom

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji (V)

$I_a$  - izklopilni tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatski izklop naprave v predpisanem času (A),

Najdaljši dovoljeni odklopni čas naprav za samodejni odklop v tokokrogih, ki napajajo vtičnice, ročne aparate razreda I ali aparate, ki se med uporabo premikajo ročno sme biti največ 0.4 sek pri nazivni napetosti 230 V.

Daljši odklopni čas, ki pa ne sme preseči 5 sek je dovoljen za:

- napajalne tokokroge
- končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik, na katerega niso priključeni tokokrogi, za katere se zahteva odklopni čas 0.4 sek
- končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na razdelilnik, na katerega so priključeni tokokrogi, za katere se zahteva odklopni čas 0.4 sek s pogojem, da obstaja dodatna izenačitev potenciala na nivoju razdelilnika.

Dodatna izenačitev potenciala pa se ne zahteva, če je izpolnjen naslednji pogoj:

$$R_{PE} \leq \frac{50 \cdot Z_s}{U_0}$$

kjer pomenijo:

$R_{PE}$  - upornost zaščitnega vodnika ( $\Omega$ ) med razdelilnikom in glavnim izenačevanjem potenciala

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke ( $\Omega$ )

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji (V)

V kolikor se zahtevani odklopni časi z uporabo nadtokovne zaščite ne morejo izpolniti, je potrebno izvesti dodatno izenačevanje potenciala ali diferenčno tokovno zaščito.

**Po končani montaži je potrebno z meritvami preveriti učinkovitost zaščite proti električnemu udaru.**

#### **4.3.4.3. TEHNIČNI IZRAČUN Z REZULTATI**

Kabelski vodniki so dimenzionirani glede na nazivno obremenitev in padec napetosti v skladu s tehničnimi predpisi in standardi.

##### **1. IZRAČUN TRAJNO DOVOLJENEGA TOKA DOVODNEGA KABLA**

Pri dimenzioniranju kabla na tokovno obremenitev je potrebno upoštevati tabele o dopustni tokovni obremenitvi proizvajalca kablov, kakor tudi faktorje, ki jih je pri izračunu potrebno upoštevati/faktor v odvisnosti od načina polaganja kabla, faktor v odvisnosti od števila paralelno položenih kablov itd.

V našem primeru imamo dovodne kable od TP do razdelilca v objektu NA2XY 4x240 +1,5 mm<sup>2</sup>.  
Po SIST HD 603 S2 DEL 5G ima obravnavani kabel nazivno tokovno obremenitev 398A.

Z upoštevanjem zgoraj navedenih faktorjev, ki znašajo:

k 1 = faktor v odvisnosti od temperature zemlje/okolice	k 1 = 1
k 2 = faktor v odvisnosti od specifične upornosti tal	k 2 = 1
k 3 = faktor v odvisnosti od števila položenih kablov	k 3 = 1
k 4 = faktor za polaganje v zaščitni cev/v istem jarku	k 4 = 0,8

smemo izbrani kabel obremeniti s tokom:

$$\begin{aligned} I_z &= I * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 \\ &= 398 * 1 * 1 * 1 * 0,8 \\ &= 318,4 \text{ A} \end{aligned}$$

##### **Izračun maksimalne vrednosti varovalke:**

Nazivni tok varovalke določimo po enačbi:

$$\begin{aligned} \text{Inv} &= \frac{1,45 * I_z}{k} & \text{Inv} &= \frac{1,45 * 318,4}{1,6} = 288,44 \text{ A} \end{aligned}$$

kjer pomeni:

I<sub>z</sub> ..... trajno zdržni tok vodnika oz. kabla

I<sub>inv</sub> ... nazivni tok varovalnega elementa

k ..... faktor za varovalke (k = 1,6 za varovalke nad 10A)

Z izračunom je ugotovljeno, da je lahko vsak kabel varovan z max 288,44A. V našem primeru bosta po dva kabla paralelno v TP varovana s stikalom 540A, maks. pa sta lahko 577,1A, kar ustreza.

##### **2. PADEC NAPETOSTI**

Padec napetosti v dovodu od TP RCERO do objekta  
Izračun za en paralelni vod

P<sub>kon.</sub> = 300 kW

l = 345 m

kabel 2xNA2xy 4x240+1,5 mm<sup>2</sup>

Padec napetosti se izračuna po enačbi:

$$u_{\%} = \frac{100 \cdot l \cdot P}{\lambda \cdot S \cdot U_{mf}^2} = 3,64 \%$$

### 3. KONTROLA ZAŠČITNEGA UKREPA

Izračuni kontrole učinkovitosti zaščitnega ukrepa so bili izvedeni po naslednjih enačbah:

$$Z_{sk} = Z_m + Z_v$$

kjer pomenijo:  $Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke ( $Z_{1p}$ ) (za ( $\Omega$ ),  
 $Z_m$  - impedanca mreže ( $\Omega$ ),  
 $Z_v$  - impedanca okvarne zanke vodnika ( $\Omega$ ),

$$Z_v = 2 \cdot l \cdot z_v$$

kjer pomenijo:  $Z_v$  - impedanca okvarne zanke vodnika ( $\Omega$ ),  
 $z_v$  - impedanca okvarne zanke kabla ( $\Omega/\text{km}$ ),  
 $l$  - dolžina kabla

Pri izračunih je bila upoštevana ohmska upornost kabla pri temperaturi 80 °C in induktivna upornost kabla.

Tok enopolnega kratkega stika je bil računat po enačbi:

$$I_k = \frac{0,95 \cdot U_f}{Z_{sk}}$$

kjer je:

$I_k$  - najmanjši tok enopolnega kratkega stika  
0,95 - faktor, ki upošteva vpliv zanemarljivih impedanc (zbiralk, sponk, varovalk, stikal...)  
 $Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke

Časi izklopa varovalnega elementa so določeni na podlagi karakteristik varovalnih elementov iz proizvodnega programa ELEKTROELEMENT IZLAKE.

Zaščitna naprava je izbrana tako, da se ob okvari z zanemarljivo impedanco med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenim prevodnim delom kjerkoli v instalaciji v določenem času avtomatično odklopi napajanje.

Ta zahteva je izpolnjena, če je:

$$Z_{sk} \cdot I_A \leq U_0$$

kjer je:

$I_A$  – tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatični izklop napajanja v času, določenim v tabelah, glede na nazivno napetost  $U_0$  ali pod pogoji, ki dovoljujejo čas, ki ne presega 5 sek  
 $U_0$  - nazivna napetost proti zemlji.

Izračunane so bile  $Z_{sk}$ , ki so manjše od maks. upornosti določenih v tabelah. Po končani izvedbi del se z meritvami preveri ustreznost el. instalacije glede na okvarno zanko.

### 3.1. KONTROLA UČINKOVITOSTI ZAŠČITNEGA UKREPA PMO:

Izračun najmanjšega toka enopolnega kratkega stika

Impedanca dovodnega kabla do razdelilca znaša:

$$Z_{sk} = Z_v + Z_{nno}$$

kjer pomenijo:  $Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke ( $\Omega$ ),  
 $Z_{nno}$  - impedanca na priključnem mestu ( $\Omega$ ),  
 $Z_v$  - impedanca kabla ( $\Omega$ ),

$Z_v$  znaša za obravnavani kabel 0,155 $\Omega$ /km (upoštevana je ohmska upornost kabla pri temperaturi 80°C in induktivna upornost kabla).

$$Z_v = 2 * 1 * z_v = 2 * 0,345 * 0,155 = 0,106\Omega$$

Ker sta položena dva kabla paralelno je  $Z_v = 0,106/2 = 0,053$

kjer pomenijo:  $Z_v$  - impedanca okvarne zanke od TP do razdelilca v objektu obstoječe sortirnice ( $\Omega$ ),  
 $z_v$  - impedanca okvarne zanke kabla ( $\Omega$ /km),  
 $l$  - dolžina kabla

$Z_{nno} = 0.009$  Ohma – podatek za transformator 630kVA

$$Z_{sk} = Z_{nno} + Z_v = 0.009 + 0,053 = 0.062\Omega$$

$$I_k = \frac{0,95 \cdot U_f}{Z_{sk}} = 6129A$$

kjer je:

$I_k$  - najmanjši tok enopolnega kratkega stika

0,95 - faktor, ki upošteva vpliv zanemarjenih impedanc (zbiralk, sponk, varovalk, stikal...)

$Z_{sk}$  - skupna impedanca okvarne zanke

**Po karakteristika stikalo stikalo nastavljeno tovarniško 6x630A se izklopilo v času do 0,1sek, kar je manj od  $t_{dop} = 5$  sek.**

Termična kontrola vodnika pri enofaznem kratkem stiku in času izklopa varovalnega elementa daljšem od 0,1 sek:

$$t = \left( k \cdot \frac{S}{I_k} \right)^2 = 54,19s$$

kjer je:

$t$  - najdaljši dovoljeni čas kratkega stika (sek)

$S$  - presek vodnika (mm<sup>2</sup>)

$I_k$  - tok kratkega stika

- $k = 115$  za Cu vodnike z PVC izolacijo, 76 za Al vodnike z PVC izolacijo
- $k = 143$  za Cu vodnike z XLPE izolacijo, 94 za Al vodnike z XLPE izolacijo



Ker je čas izklopa kratkega stika krajši od najdaljšega dovoljenega toka kratkega stika izbrani vodnik ustreza.

**Pogoj je izpolnjen zato izbrani vodnik ustreza.**

#### **4.3.4.4 KONČNE DOLOČBE**

Izvajanje del sme opravljati le za to pooblaščen organizacija z ustrezno registracijo. Izvajalec del je dolžan pravočasno in podrobno proučiti tehnično dokumentacijo in pravočasno zahtevati pojasnila o morebitnih nejasnostih.

Po opravljenih delih mora izvajalec del predati investitorju vso dokumentacijo - ateste in garancijske liste, ki predstavljajo dejansko stanje na objektu in predložiti poročila o opravljenih preizkusih neprekinjenosti zaščitnega vodnika, glavnega in dodatnega vodnika za izenačevanje potenciala, izolacijske upornosti električne instalacije, zaščite pred udarom el. toka, ozemljitvene upornosti in funkcionalnosti.