
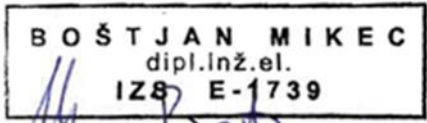


**4/02 Načrt električnih inštalacij in  
električne opreme  
ZAŠČITE IN PRESTAVITVE  
ELEKTROVODOV**

INVESTITOR	Direkcija RS za infrastrukturo Tržaška cesta 19 1000 Ljubljana
OBJEKT	Zahodna obvoznica z nadvozom čez železniško progo v Ivančni Gorici
VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	PZI
ŠTEVILKA PROJEKTA	17_637
ZA GRADNJO	nova gradnja
PROJEKTANT	PROJEKT-ECO d.o.o. Na Lazu 25 8000 Novo mesto
ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA	Robert Miklič
žig in podpis	
ODGOVORNI PROJEKTANT	Boštjan Mikec, dipl. inž. el., E-1739
žig in podpis	
ODGOVORNI VODJA PROJEKTA	Marko Jelenc, univ. dipl. inž. grad., G-2845
žig in podpis	
ŠTEVILKA NAČRTA	1319/2019
KRAJ IN DATUM	Ljubljana, januar 2019; po rec. november 2019

1195	0017.00	004.2262	S.1	
------	---------	----------	-----	--

**4/02.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**  
**Načrt električnih inštalacij in električne opreme**  
**ZAŠČITE IN PRESTAVITVE ELEKTROVODOV**  
**št. 1319/2019**

**zvezek 1**

<b>4/02.1</b>	Naslovna stran načrta
<b>4/02.2</b>	Kazalo vsebine načrta
<b>4/02.4</b>	Tehnični opisi in izračuni
<b>4/02.4.1</b>	Tehnično poročilo
<b>4/02.4.2</b>	Popis del s predizmerami
<b>4/02.4.3</b>	Projektantski predračun
<b>4/02.4.4</b>	Priloge
<b>4/02.4.5</b>	Dokumentacija o recenziji načrta

**zvezek 2**

<b>4/02.5</b>	Risbe
<b>G.101</b>	
<b>G.102</b>	Situacija zaščite SN vodov
<b>G.142</b>	
<b>G.131</b>	
<b>G.132</b>	

1195	0017.00	004.2262	S.3.2	
------	---------	----------	-------	--

#### 4/02.4 TEHNIČNI OPISI IN IZRAČUNI

---

1195	0017.00	004.2262	T.1	
------	---------	----------	-----	--

#### 4/02.4.1 TEHNIČNO POROČILO

---

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

## KAZALO VSEBINE

1.0	UVOD
1.1	SPLOŠNI OPIS IN LOKACIJA
1.2	OBSTOJEČE RAZMERE IN POGOJI PREUREDTVE
1.3	METEOROLOŠKI IN GEOLOŠKI POGOJI
1.4	PARAMETRI IN NAČIN IZVEDBE PREUREDTVE
1.5	OSKRBOVANO OBMOČJE
1.6	OPIS TRASE, KRIŽANJ IN NAVEZAVE NA OMREŽJE IN OBJEKTE
1.7	TEHNIČNI IZRAČUN
1.8	ZAŠČITA ELEMENTOV IN OBJEKTOV
1.9	KRIŽANJA IN PREUREDTVE KOMUNALNIH VODOV TER KRIŽANJA S PROMETNICAMI
1.10	OZEMLJITEV
1.11	MERITVE
1.12	VZDRŽEVANJE

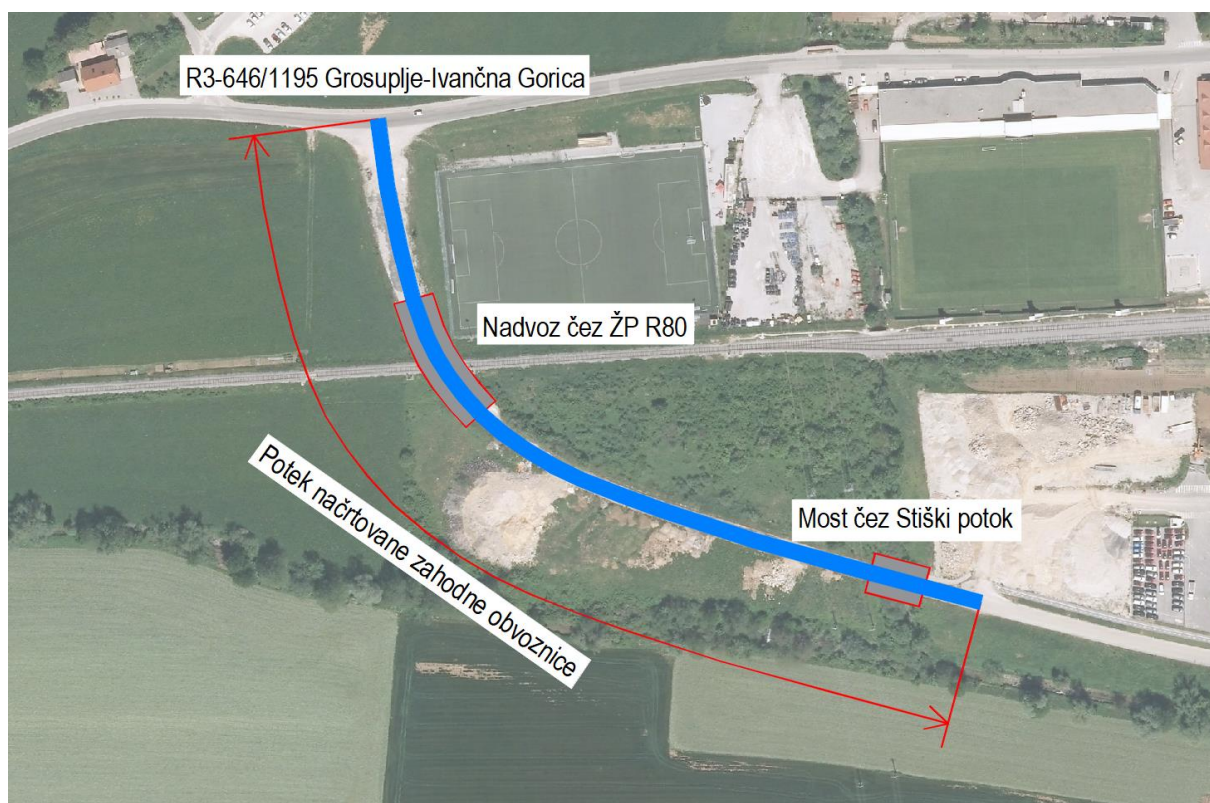
1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

## 1. UVOD

Ivančna Gorica ima neposredni stik s slovenskim avtocestnim in železniškim sistemom. Skozi Ivančno Gorico poteka tudi regionalna železniška proga št. 80 d.m.–Metlika–Ljubljana. Dobra dostopnost in povezanost z okoljem spodbuja gospodarski in družbeni razvoj celotne občine, slaba stran tega pa so močni tranzitni tokovi, ki povzročajo prometne, okoljske in druge težave.

Ivančna Gorica leži na križišču zelo močnih prometnih žil, kar se pozna v zelo intenzivnem prometu vseh vrst motornih vozil. Promet narašča iz leta v leto in obstoječe stanje prehajanja čez železniško progo v centru Ivančne Gorice, ki je zavarovana samo z ročno vodenimi zapornicami predstavlja zelo nevarno in kritično točko v prometu. Po izgradnji avtoceste so se prometne razmere le še poslabšale, saj ni bilo poskrbljeno za ureditev prometnic in prometnih tokov v neposredno bližini izvoza iz avtoceste.

Slika 1 v nadaljevanju prikazuje predviden potek načrtovane zahodne obvoznice, z grafičnim prikazom lokacije novih objektov – nadvoza čez železniško progo R80 in mostom čez Stiški potok.



Slika 1: Prikaz območja predvidene ureditve zahodne obvoznice v Ivančni Gorici

Z izgradnjo nadvoza čez regionalno železniško progo št. 80 d.m.–Metlika–Ljubljana v km 117+193 dobi naselje Ivančna Gorica novo obvoznico, kar pomeni za center mesta razbremenitev tovornega in delno tudi osebnega prometa. Naselja, ki ležijo severno od Ivančne Gorice dobijo obvoznico ter hitrejši in prometno varnejši dostop do avtoceste, ki je neodvisen od železniškega prometa. Na ta način se razbremeni nivojski železniški prehod regionalne ceste R3-646/1195 Grosuplje–Ivančna Gorica v km 116+379 v samem centru naselja. Hkrati zahodna obvoznica daje možnost novega poteka in boljše povezave regionalne ceste skozi naselje Ivančna Gorica in s tem tudi možnost obvoza mimo naselja. Z izvedbo krožišča se zahodna obvoznica priključi na obstoječo cesto R3-

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

646/1195 Grosuplje–Ivančna Gorica, ki je obdelano v projektu PZI ureditve krožnega krožišča na regionalni cesti R3-646-1195 Grosuplje–Ivančna Gorica v km 13+020 (Acer d.o.o., št. proj- 250100/10, december 2011).

## 1.1. SPLOŠNI OPIS IN LOKACIJA

Projekt obravnava zaščito obstoječih elektro vodov podjetja Elektro Ljubljana d.d., ki na obravnavanem območju potekajo le v prosto zračni izvedbi dveh 20 kV daljnovodov. Skladno s projektnimi pogoji Elektro Ljubljana d.d. št. 1169962 z dne 30.05.2019 se med potekom obeh dvo-sistemskih 20kV DV umesti pod cesto še koridor cevne EKK za potrebe kasnejšega uvleka SN vodov in optičnih vodov Elektro Ljubljana d.d.

Na predmetnem segmentu ne obstaja NN omrežje.

Na navedenem območju potekajo obstoječi Al-Fe SN vodi (20 kV), ki potekajo med Fe stebri številka 9 in 10 v distanci 85 m. Zaradi dviga nivelete ceste (vozišča) je potrebno preveriti varnostne razdalje vodnikov do predvidenega vozišča.

Med navedenima stebroma poteka tudi komunikacijski vod na nižji višini. Preveri se varnostna razdalja tudi za navedeni vodnik.

Po končanih gradbeno montažnih delih je potrebno izdelati izvršilno tehnično dokumentacijo, ki obsega situacijski in shematski načrt z vsemi potrebnimi detajli križanja oz, prikazano varnostno razdaljo med obstoječima 20 kV DV in novo cesto.

## 1.2. OBSTOJEČE RAZMERE IN POGOJI PREUREDITVE

### 1.2.1 OBSTOJEČE KABELSKO OMREŽJE

Napajanje objektov poteka sedaj zemeljsko in prosto zračno in se zaradi posega ne spreminja in dopolnjuje.

## 1.3. METEOROLOŠKI IN GEOLOŠKI POGOJI

Območje se nahaja več ali manj v takem okolju, ki je izpostavljeno vplivom atmosferskih praznitev. Po podatkih, ki jih razberemo iz izokerauničnih kart Slovenije, v kateri je podano povprečno število nevihtnih dni vidimo, da ima celotno področje Slovenije razmeroma visok izokeraunični nivo. Za obravnavano območje vidimo, da je povprečno 40 nevihtnih dni letno.

Kvaliteta zemljišča je ocenjena na delno III., večinoma IV. in v manjši meri V. kategorijo. Dejanska kategorija zemljišča se določi pri samem izvajanju del.

## 1.4. PARAMETRI IN NAČIN IZVEDBE PREUREDITVE

### 1.4.1 NOVO STANJE

Zaradi ureditve obvoznice Ivančna Gorica je potrebno preveriti velikosti varnostne razdalje SN vodov, ki morajo tudi po posegu dosežati vsaj 6,6 m nad bodočo cesto.

Na navedenem območju potekajo tudi obstoječi Al-Fe SN vodi (dva sistema po 3x) nivoja 20 kV in preseka 70/12 mm<sup>2</sup>, ki potekajo med Fe stebroma linije DV št. 9 in št. 10 na razmaku 85 m. Zaradi nasutja nad obstoječo cesto (dvig nivelete ceste) v območju varovalnega pasu obeh DV podjetja Elektro Ljubljana d.d. ter posledično znižanja obstoječih varnostnih razdalj na območju križanja SN vodnikov nad bodočo cesto oz. obvoznico, se je pri temperaturi 26 °C izvedlo geodetske meritve višin SN vodnikov ter optičnih vodnikov. Na podlagi teh meritev prikazanih v grafični situaciji ter izračuna povsesov

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

s pomočjo povernih tabel smo prišli do ugotovitev, da bodo vsi vodniki tako SN kot tudi TK nad dovoljenimi dopustnimi varnostnimi razdaljami, in sicer za prvi 20 kV DV znaša varnostna razdalja pri izmerjeni vrednosti na terenu 8,74 m (**z upoštevanjem maksimalnega povesa pri temperaturi 40 °C znaša 8,53 m** – torej bo še 1,93 m rezerve), pri drugem DV pa je najnižja AL-Fe pletenica oddaljena 8,93 m (**z upoštevanjem maksimalnega povesa pri temperaturi 40 °C znaša 8,72 m** – torej bo še 2,12 m rezerve). Torej bosta obe varnostni razdalji za oba DV skladna s predpisi.

Izmerili sta se tudi varnostni razdalji oz. geodetske višine TK voda, i poteka med omenjenima stebroma, ki pa potekata z nižjih vpetih točk. Izmerjena razdalja, pri enaki navedeni oz. izmerjeni temperaturi na terenu, prvega TK voda znaša **6,33 m**, drugega pa **6,98 m**. Ker sta obe varnostni razdalji večji od 6m, lahko trdimo, da bosta tudi oba TK voda po izvedenem posegu imela varnostno razdaljo skladno s predpisi.

Ker mesto križanja vodnikov preko ceste poteka že sedaj, mora biti že električna in mehanska ojačitev izolacije na obeh stojnih mestih oz. oporiščih (napenjalne verige, gibljive Al antimagnetne sponke, kompresijske sponke; popravna spirala) skladno s standardom SIST EN 504423-1 Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti 1kV do vključno 45kV.

Za potrebe investitorja in lastnika SN vodov se umesti pod cesto še koridor cevne EKK 6x PVC Ø160mm + 2x PEHD 2xØ50mm (ter FeZn 25x4mm trak in opozorilni trak – teme cevi 1m pod utrjeno površino) za potrebe kasnejšega uvleka SN vodov in optičnih vodov Elektro Ljubljana d.d. Navedeno se izvede v sklopu gradnje, vendar je plačnik (skladno z Zakonom o cestah) Elektro Ljubljana d.d.

## 1.5. OSKRBOVANO PODROČJE

Območje obdelave je določeno z obsegom potrebnih del za zaščito tangiranega SN omrežja.

## 1.6. OPIS TRASE, KRIŽANJ IN NAVEZAVE NA OMREŽJE IN OBJEKTE

### 1.6.1 NAČIN PRIKLJUČITVE OBJEKTOV

Priključevanje objektov je obstoječe in ni predmet tega načrta.

## 1.7 TEHNIČNI IZRAČUN

Načrt z vsemi potrebnimi izračuni je izdelan po veljavnih tehničnih predpisih in standardih (SIST EN 50160, SIST EN 13602:2003 Karakteristike vodnikov za kable, SIST HD 603 SI:1998 Distribucijski kabli za napetost 0,6/1kV, SIST HD 603 SI:2001 Distribucijski kabli za napetost 0,6/1kV, SIST HD 603 S1 94A2 2003, kot tudi po tehnični smernici TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije (Ur. List RS št. 41/2009 in 2/2012) ter tehnični smernici TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele (Ur. List RS št. 28/2009 in 2/2012) kot tudi SIST EN 504423-1 Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti 1kV do vključno 45kV.

Za vse SN vodnike se izračunov ne izvede, ker se z zaščito SN vodnikov tehnične karakteristike posameznega omrežja ne spreminjajo.

## 1.8 ZAŠČITA ELEMENTOV IN OBJEKTOV

V transformatorski postaji so vsa ozemljila združena. Zaščitni ukrep pred previsoko napetostjo dotika bo pretokovna zaščita z izklopom taljivih varovalk ali pretokovne zaščite zaščitnega stikala. V kolikor je upornost kratkostične zanke tako velika, da bo izklopni tok varovalk vprašljiv, je potrebno izdelati dodatni zaščitni ukrep z diferencialnim zaščitnim stikalom, kar pa v našem primeru ni potrebno.

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--



### 1.8.1 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Vrsta in izvedba zaščite pred električnim udarom se izbere na osnovi informacij od dobavitelja električne energije, in sicer kolikšno priključno moč omogoča distribucijsko omrežje na mestu priključitve sistema električnih inštalacij, priključitev katerih vrst sistemov električnih inštalacij omogoča distribucijsko omrežje glede na njegove lastnosti, kolikšna je impedanca distribucijskega omrežja do mesta priključitve sistema električnih inštalacij, oziroma, kolikšni so nična komponenta impedance transformatorja ali subtranzientna reaktanca generatorja in prerezi ter dolžine vodnikov omrežja do odjemnega mesta, najvišjo vrednost obratovalne ozemljitve sistema električnih inštalacij, kadar je to potrebno iz obratovalnih razlogov za distribucijsko omrežje. Za izbiro zaščite pred električnim udarom je treba upoštevati tudi vplive, kot so usposobljenost oseb, električna upornost človeškega telesa v posameznih primerih vlažnosti kože zaradi zunanjih vplivov, dotik oseb s potencialom zemlje in izbira opreme. V primerih, ko se lahko uporabijo različne vrste zaščite pred električnim udarom, mora biti njena izbira odvisna od lokalnih pogojev, narave opreme, ki se napaja z električno energijo in pogojev, ki jih narekuje specifičnost prostorov, v katerih so električne inštalacije.

Zaščita pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se ne uporablja za dele inštalacij, kjer je nujnost napajanja bistvena in kadar ta zaščita ne bi bila učinkovita. Zaščita se v teh primerih zagotovi tako, da se električna oprema postavi v neprevodne prostore, ali pa se izvede lokalno izenačitev potencialov brez povezave z zemljo. Zaščita pred električnim udarom se ne uporablja pri izvajanju električne inštalacije za podporne izolatorje nadzemnih inštalacijskih vodov in z njimi povezane kovinske dele, za pribor za nadzemne inštalacijske vode, če je zunaj dosega roke, za betonsko železo, če ni dostopno, za izpostavljene prevodne dele majhnih dimenzij do največ 50 x 50 mm, če so izpostavljeni prevodni deli zunaj dosega roke, zaščitni ukrep s povezavo na zaščitni vodnik pa je težko izvedljiv (npr. vijaki, kovice, kabelske objemke, napisne ploščice). Zaščita pred električnim udarom se lahko uporabi za celotno inštalacijo, za njen del ali za posamezno opremo. Če niso izpolnjeni osnovni pogoji za zaščito, so potrebni dodatni ukrepi za zagotovitev varnostnega nivoja popolne zaščite. Zaščita pred električnim udarom, ki preprečuje dotik napetosti takšne vrednosti in trajanja, ki bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje, se doseže z zaščito ob normalnih razmerah z osnovno zaščito in ob okvari. Zaščitni ukrep mora predstavljati primerno kombinacijo ukrepov za osnovno zaščito in neodvisni ukrep za zaščito ob okvari, ali pa povečan zaščitni ukrep, ki zajema hkrati osnovno zaščito in zaščito ob okvari.

### 1.8.2 NAČINI IZVEDBE ZAŠČITE

Zaščita pred električnim udarom se izvaja:

1. z malo napetostjo,
2. s samodejnim odklopom napajanja, ki pri okvari izolacije prepreči nastanek napetosti dotika z vrednostjo in trajanjem, nevarnim za fiziološko delovanje in mora obsegati kombinacijo dveh pogojev:
  - a. obstoj prevodne poti (okvarne zanke), ki zagotavlja okvarni tok, odvisen od vrste sistema ozemljitve inštalacije (TN, TT ali IT) in pogojev razdelilnega (distribucijskega) omrežja, ki jih je dolžan posredovati dobavitelj električne energije - nične komponente impedance transformatorja ali subtranzientne reaktance generatorja in prerezov ter dolžine vodnikov omrežja do odjemnega mesta,
  - b. odklop okvarnega toka z zaščitno napravo v času, ki je odvisen od verjetnosti pojava okvare, verjetnosti, da se oseba dotakne okvarjene opreme, in napetosti dotika, ki se ji oseba lahko izpostavi, glede na učinek toka na človeško telo.
3. z uporabo naprav razreda II. (z dvojno izolacijo) ali z ustrezno izolacijo,
4. s postavitvijo v neprevodne prostore,
5. z lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo,
6. z električno ločitvijo,
7. z zaščito s pregradami ali okrovi najmanj v izvedbi IP 2X,
8. z zaščito z ovirami, kjer so zgornje dostopne vodoravne ploskve najmanj v izvedbi IP 4X,
9. z zaščito s postavitvijo zunaj dosega roke.

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Zaščita delov pod napetostjo z izolacijo mora preprečiti vsak dotik z deli pod napetostjo. Trajno mora zdržati mehanske, kemične, električne ali toplotne vplive, ki jim je lahko izpostavljena. Če se izolacija namesti pri izvajanju inštalacij, je treba z ustreznimi preizkusi preveriti, ali je njena kakovost enaka kot pri tovarniško izdelani opremi.

Če so zaradi zamenjave delov, kot so žarnični okovi, vtičnice, varovalke, ali zaradi pravilnega delovanja opreme, pri zaščitnih pregradah ali okrovih potrebne večje odprtine, kot jih dopušča zaščita s pregradami ali okrovi, so potrebni ustrezni dodatni ukrepi, ki preprečujejo naključni dotik delov pod napetostjo.

Zaščitna pregrada ali okrov, se sme odstraniti samo s ključem ali orodjem, ali po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ali pa če se vstavi druga, enakovredna pregrada.

Zaščita z ovirami mora preprečiti naključni dotik delov pod napetostjo pri rednem obratovanju. Ovire morajo biti tako pritrdjene, da jih ni mogoče naključno odstraniti, se pa lahko odstranijo brez uporabe ključa ali orodja.

### 1.8.3 ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA

Zaščita pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja v sistemih električnih inštalacij, mora pri okvari izolacije preprečiti nastanek napetosti dotika s takšno vrednostjo in trajanjem, ki bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje. Zaradi učinkovitosti zaščite pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja mora biti izvedena koordinacija med vrstami sistemov inštalacij, karakteristikami zaščitnega vodnika in zaščitne naprave. Vsaka okvara izolacije električne opreme mora povzročiti okvarni tok, ki zagotovi tako hiter avtomatični odklop, da ni ogroženo zdravje ali življenje ljudi. V sistemu TN je okvarna zanka sestavljena iz galvanskega tokokroga, ki obsega okvarjeni vodnik pod napetostjo in zaščitni vodnik, neposredno zvezan z nevtralno točko (PE - ali PEN - vodnik, odvisno od tega, če je sistem TN-S ali TN-C). Ukrepe za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se ne uporablja za dele inštalacij, kjer je nujnost napajanja bistvena in/ali kadar zaščita ni učinkovita. Zaščita se zagotovi tako, da se električna oprema postavi v neprevodne prostore, ali z lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo. Kjer je uporabljen zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja, se morajo v TN sistemu, vsi izpostavljeni prevodni deli inštalacije povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Običajno je to tudi nevtralna točka sistema. V TN sistemu najdaljši odklopni časi, določeni v tabeli ustrezajo zagotavljanju zaščite pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme ob okvari v izolaciji (med deli pod napetostjo in izpostavljenimi prevodnimi deli), s samodejnim odklopom napajanja tokokroga. Z njimi napetost dotika nad dovoljeno vrednostjo male napetosti ne pomeni nevarnosti zaradi fiziološkega učinka na osebe v dotiku s hkrati dostopnimi prevodnimi deli. Ti časi veljajo za končne tokokroge, ki napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo. Daljši časi izklopa, ki ne smejo presegati 5 sekund, so dovoljeni za:

1. napajalne tokokroge,
2. končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosljivo opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega niso priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po razpredelnici,
3. končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega so priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po tabeli s pogojem, da obstoji dodatno izenačitev potencialov.

$U_0$ (V)	$T$ (s)
120	0,8
230 ali 220	0,4
277	0,4
400 ali 380	0,2
nad 400	0,1

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

V istem električnem razdelilniku TN sistema ne smejo biti nameščeni skupaj zaščitni elementi za samodejni odklop napajanja s kratkim in elementi z dolgim izklopnim časom. Če je v TN sistemu ozemljitve uporabljen zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja napetost dotika nižja od trajno dovoljene, odklop napajanja zaradi zaščite ob okvari ni nujen, npr. pri tokokrogih halogenskih svetilk. Samodejni odklop napajanja zaradi zaščite ob okvari je v TN sistemu nujen tudi zaradi nevarnosti požara in če je razmerje impedanc zaščitnega vodnika in okvarne zanke majhno, kadar se za zaščitni vodnik uporabi vzporedno več vodnikov večžilnega kabla ali kabelska armatura vzporedno z golim zunanjim vodnikom. Zunaj območja vpliva glavne izenačitve potencialov v TN sistemu s samodejnim odklopom napajanja, so potrebni drugi zaščitni ukrepi, še posebej za električno opremo, ki se napaja iz vtičnic. Ti ukrepi so:

1. izdelava lokalnega sistema TT,
2. napajanje preko ločilnega transformatorja in
3. uporaba dodatne izolacije.

Če v TN sistemu ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja z nadtokovno zaščito ni mogoče izpolniti pogojev za zaščito pred električnim udarom, je treba uporabiti dodatno izenačitev potencialov ali pa zaščitne naprave na diferenčni tok. Kadar lahko pride do kratkega stika med faznim vodnikom in zemljo, tudi v primeru, če je inštalacijski sistem priključen na omrežje z nadzemnimi vodi, je treba zagotoviti, da zaščitni vodnik in z njim povezani izpostavljeni prevodni deli ne pridejo pod napetost, ki presega dovoljeno napetost dotika. V TN sistemih ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja, se smejo za zaščito pred električnim udarom uporabljati naprave za nadtokovno zaščito in naprave za diferenčno tokovno zaščito, pri čemer je treba upoštevati:

1. v TN-C sistemu, ki ima PEN vodnik, se zaščita zagotovi z nadtokovno zaščito.
2. če se za zaščito uporabi diferenčna tokovna zaščita, se vodnik PEN ne sme uporabiti na strani obremenitve naprave, ampak je treba izvesti TN-C-S sistem.
3. če se za zaščito uporabi diferenčna tokovna zaščita, se mora povezava izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom izvesti na napajalni strani.

Ob uporabi naprave za samodejni odklop napajanja z diferenčno tokovno zaščito v TN-S sistemu, v tokokrogih zunaj vpliva glavne izenačitve potencialov ni treba povezati izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom TN sistema pod pogojem, da so povezani z ozemljilom, ki ima upornost, prilagojeno delovalnemu toku diferenčne tokovne zaščite. Tako zaščiten tokokrog se obravnava kot tokokrog v TT sistemu. To velja še posebej za električno opremo, ki se napaja iz vtičnic. Zanj lahko uporabimo ločena ozemljila, kar predstavlja ločen TT sistem ozemljitve, napajanje preko ločilnega transformatorja ali dodatno izolacijo. Vsi izpostavljeni prevodni deli v TT sistemu, ki se ščitijo skupaj z isto zaščitno napravo za samodejni odklop napajanja, se morajo medsebojno povezati z zaščitnim vodnikom na isto skupno ozemljilo. Če se več zaščitnih naprav za samodejni odklop napajanja v TT sistemu poveže zaporedno, se mora vsaka skupina izpostavljenih prevodnih delov, zaščitnih z isto zaščitno napravo, medsebojno povezati z zaščitnim vodnikom na isto skupno ozemljilo. Za zaščito pred električnim udarom z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja mora biti v TT sistemu izpolnjen pogoj, da vrednost produkta vsote upornosti izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika in vrednosti toka, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave ne preseže vrednosti dovoljene zgornje meje male napetosti, glede na pogoje vplivov okolice, pri čemer delovalni čas zaščitnih naprav v vseh tokokrogih ne sme presegati 5 sekund. V TT sistemu ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja se sme zaradi selektivnosti diferenčna tokovna zaščita z zakasnitvijo (vrste S) uporabiti samo v zaporedni vezavi z diferenčno tokovno zaščito brez namerne zakasnitve. Za zagotovitev selektivnosti diferenčne tokovne zaščite je za napajalne tokokroge dovoljena zakasnitev delovalnega časa do 1 sekunde.

#### 1.8.4 ZAŠČITA OB OKVARI

Kadar se v TT sistemu ozemljitve kot zaščitni ukrepa s samodejnim odklopom napajanja uporabi nadtokovna zaščita, mora biti z inverzno časovno karakteristiko zagotovljeno, da okvarni tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave, povzroči avtomatično delovanje te zaščite v času do 5 sekund, ali pa mora biti s trenutno prožilno

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

karakteristiko zagotovljeno trenutno proženje inštalacijskega odklopnika, pri čemer mora biti tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave, najmanjši tok, ki to zagotavlja. Če teh zahtev ni mogoče izpolniti, se mora uporabiti dodatno izenačitev potencialov. V TT sistemu ozemljitve je okvarna zanka sestavljena iz faznega vodnika, v katerem je nastala okvara, zaščitnega vodnika, ki povezuje izpostavljeni prevodni del z ozemljilom, ozemljila izpostavljenega prevodnega dela inštalacije in ozemljila nevtralne točke napajanja. V TT sistemu ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja je treba upoštevati tudi nepopolno okvaro, ki lahko zaradi manjšega okvarnega toka podaljša čas, ki zagotavlja delovanje zaščite pred posrednim dotikom. V TN sistemu nepopolne okvare ni treba upoštevati, ker se zaradi velikega okvarnega toka spremeni v popolno okvaro. Da se zagotovi varnost ob nepopolnih okvarah pri katerih upornost povezave z zemljo ni znana, je treba zagotoviti, da napetost dotika ne prekorači vrednosti, dovoljene za okvarni tok popolne okvare, pri čemer sme biti odklopni čas zaščitne naprave največ 5 sekund. Če se električna inštalacija s TT sistemom ozemljitve napaja iz nizkonapetostnega omrežja, za katerega upornost ozemljila nevtralne točke (obratovalna ozemljitev) ni znana, se lahko vrednost upornosti zaščitnega ozemljila inštalacijskega sistema dobi z meritvijo impedance okvarne zanke. Za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se v TT sistemih lahko uporabljajo:

1. naprave za diferenčno tokovno zaščito v vseh primerih,
2. naprave za nadtokovno zaščito v primeru dovolj nizke ozemljitvene upornosti,
3. napetostne zaščitne naprave v posebnih primerih, kjer se druge naprave ne morejo uporabiti (npr. v sistemih enosmernega toka).

V IT sistemih ozemljitve mora biti inštalacija:

1. izolirana od zemlje ali
2. povezana z zemljo preko dovolj velike impedance, ali
3. povezana nevtralni točki (zvezdišču) sistema ali v umetnem zvezdišču, neposredno z zemljo, če je rezultirajoča nična impedanca dovolj velika, ali
4. se en fazni vodnik ozemlji preko dovolj velike impedance, če ni nevtralne točke (zvezdišča).

Da v IT sistemu ozemljitve pri prvi okvari ni potreben odklop električne inštalacije, mora biti okvarni tok med pojavom prve okvare na izolaciji omejen tako, da ni možen pojav nevarne napetosti dotika, ki bi bila višja od trajno dovoljene. Po prvi okvari mora inštalacija IT sistema ozemljitve obratovati naprej kot električna inštalacija s TT sistemom ozemljitve in mora, skladno z določili zanj, avtomatični odklop napajanja delovati, če se pojavi pred odstranitvijo prve druga okvara, ali če se pojavita dve okvari hkrati. Pri tem je treba preprečiti tudi možnost škodljivih fizioloških učinkov na osebe, ki bi prišle v dotik s hkrati dostopnimi prevodnimi deli. Če je inštalacija z IT sistemom ozemljitve izolirana od zemlje, se mora tok prve okvare ugotavljati s kapacitivnostjo ostalih dveh faz proti zemlji za kar je treba upoštevati ustrezno omejitev dolžine vseh tokokrogov inštalacije. Zveza inštalacije IT sistema ozemljitve z zemljo preko impedance se mora uporabiti predvsem tam, kjer se pričakujejo prenapetosti ali nihanja napetosti v inštalaciji zaradi resonance. Kadar je v IT sistemu ozemljitve inštalacija povezana z zemljo preko impedance, je treba upoštevati, da se jakost toka prve okvare omeji z vrednostjo te impedance, kapacitivnosti ostalih dveh faz proti zemlji pa v večini primerov znatno povečata impedanco, razen če so v inštalaciji zelo dolgi vodniki ali če imajo vodniki kovinski plašč. V večini primerov zadošča, da je vrednost ozemljilne impedance v IT sistemu reda 5 do 6-kratne fazne napetosti inštalacije, izražene v  $\Omega$  (2,0 – 2,4 k $\Omega$  za napetost inštalacije 230/400 V), v vseh primerih pa je treba zagotoviti takšno vrednost ozemljilne impedance:

1. da se ne pojavijo nihanja napetosti,
2. da je okvarni tok lahko odkriti in
3. da okvarni tok ne segreje zaščitnih vodnikov in ozemljila preko dovoljenih vrednosti.

Izpostavljeni prevodni deli v IT sistemu ozemljitve se morajo ozemljiti posamezno, skupinsko ali skupno, pri čemer mora biti izpolnjen pogoj, da vrednost produkta upornosti ozemljila izpostavljenih prevodnih delov in vrednosti okvarnega toka prve okvare z zanemarljivo impedanco med faznim vodnikom in izpostavljenim prevodnim delom; ki upošteva uhajave toke in skupno ozemljitveno impedanco električne inštalacije, zagotavlja delovanje zaščitne naprave tako, da ne bo presežena vrednost dovoljene zgornje meje male napetosti, glede na pogoje vplivov okolice.

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Naprava za nadzor izolacije v IT sistemu ozemljitve, ki javi prvo okvaro dela pod napetostjo proti izpostavljenim prevodnim delom ali proti zemlji, mora oddati zvočni in/ali vidni signal. Prvo okvaro v IT sistemu ozemljitve je treba odstraniti v čim krajšem času. V IT sistemih se je treba izogibati uporabi nevtralnega vodnika, da zemeljski stik ne uniči prednosti pred sistemi, v katerih nevtralna točka ni neposredno povezana z zemljo in da je izbira naprav za zaščito pred preobremenitvijo in odkrivanje mesta okvare lažja. V električni inštalaciji z nevtralnim vodnikom in IT sistemom ozemljitve je treba pri uporabi nevtralnega vodnika, ki ni zvezan z zemljo, zagotoviti:

1. da ob dveh okvarah, ki nastaneta v inštalaciji v dveh tokokrogih različnih prerezov, ne teče skozi nevtralni vodnik večji tok, kot je glede na njegov prerez trajno dovoljen,
2. da uporabljeni aparati niso izpostavljeni napetostim, večjim od njihove nazivne napetosti.

Ob prvi okvari v IT sistemu je treba upoštevati odvisnost pogojev za odklop napajanja pri drugi okvari od tega, ali so vsi izpostavljeni prevodni deli medsebojno povezani z zaščitnim vodnikom skupno, skupinsko ali posamezno ozemljeni:

1. pri posamezno ali skupinsko ozemljenih izpostavljenih prevodnih delih je treba zaščito pred električnim udarom izvesti v skladu z zahtevami za TT sisteme, le da ni treba ozemljiti nevtralne točke ali enega od faznih vodnikov, če ni nevtralne točke transformatorja ali generatorja,
2. pri skupno ozemljenih izpostavljenih prevodnih delih je treba zaščito pred električnim udarom izvesti v skladu z zahtevami za TN sistem.

Kot zaščitne naprave se v IT sistemih uporabljajo naprave za nadzor izolacije, za nadtokovno zaščito in za diferenčno tokovno zaščito. Najdaljši dovoljeni izklopni časi v IT sistemih v primeru druge okvare so razvidni iz tabele:

Napetosti sistema dozemne/fazne Uo/U (V)	Izklopni čas t (s)	
	Brez nevtralnega vodnika	Z nevtralnim vodnikom
120/240	0,8	5
230/400 (220/380)	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

#### 1.8.5 ZAŠČITA Z ELEKTRIČNO LOČITVIJO

Zaščita pred električnim udarom z električno ločitvijo tokokroga inštalacije, je namenjena preprečenju električnega udara zaradi dotika z izpostavljenimi prevodnimi deli, ki bi mogli priti pod napetost zaradi okvare osnovne izolacije tokokroga. Zaščita z električno ločitvijo se mora izvesti na naslednji način:

1. zmnožek nazivne napetosti tokokroga v voltih in dolžine tokokroga v metrih ne sme biti večji od 100 000 Vm, pod pogojem, da dolžina tokokroga ni večja od 500 m,
2. nazivna napetost električno ločenega tokokroga ne sme biti višja od 500 V.
3. tokokrog se mora napajati iz ločilnega transformatorja ali iz vira, ki zagotavlja varnostni nivo, ki je enakovreden tistemu pri ločilnem transformatorju in katerega zahtevana dielektrična trdnost je preverjena z visokonapetostnim preizkusom, (npr. motor - generator z enakovredno izoliranimi navitji),
4. gibljivi ločilni viri zaščite z električno ločitvijo (npr. motor - generator z enakovredno izoliranimi navitji), zvezani z omrežjem, morajo biti izbrani in postavljeni, kot to določajo zahteve za zaščito z uporabo naprav razreda II (dvojna izolacija) ali naprav s temu ustrezno izolacijo,
5. pritrjeni ločilni viri zaščite z električno ločitvijo (npr. motor - generator z enakovredno izoliranimi navitji) morajo biti izbrani in postavljeni tako oziroma morajo biti takšni, da je sekundarni tokokrog ločen od primarnega tokokroga in okrova z izolacijo, ki izpolnjuje zahteve za zaščito z uporabo naprav razreda II

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--



- (dvojna izolacija) ali naprav s temu ustrezno izolacijo. Če en tak vir napaja več naprav, ne smejo biti njihovi izpostavljeni prevodni deli povezani s kovinskim okrovom vira,
6. deli pod napetostjo ločenega tokokroga ne smejo imeti skupne točke z drugimi tokokrogi in tudi ne povezave z zemljo. V izogib nevarnosti zaradi zemeljskega stika, je treba posebno paziti na izolacijo teh delov proti zemlji, predvsem pri zvijavih kablilih in vodnikih. Razmestitev mora zagotoviti električno ločitev kot pri ločilnem transformatorju,
  7. zvijavi kabli in vodniki morajo biti vidni po vsej dolžini, na kateri bi se lahko mehansko poškodovali,
  8. posebna električna ločitev je potrebna med deli pod napetostjo električne opreme, kot so releji, kontaktorji, pomožna stikala itd., in katerimkoli delom drugega tokokroga,
  9. vodi električno ločenih tokokrogov se morajo polagati posebej. Če to ni izvedljivo, se morajo uporabiti večžilni vodniki brez kovinskega plašča ali izolirani vodniki, nameščeni v izolirne cevi ali kanale, pod pogojem, da so ti kabli in vodniki izolirani za napetost, ki je vsaj enaka najvišji uporabljeni napetosti, in da je vsak tokokrog posebej zaščiten pred prevelikim tokom,
  10. če ločeni tokokrog napaja samo eno napravo, ne smejo biti izpostavljeni prevodni deli ločenega tokokroga povezani z zaščitnim vodnikom in tudi ne s prevodnimi deli drugih tokokrogov,
  11. če se prevodni deli električno ločenega tokokroga lahko namerno ali naključno dotaknejo izpostavljenih prevodnih delov drugega tokokroga, tedaj zaščitni ukrepi pred električnim udarom niso več odvisni samo od zaščite z električno ločitvijo, ampak od zaščitnih ukrepov, ki so uporabljeni za te izpostavljene dele,
  12. če so zagotovljeni ukrepi za zaščito ločenega tokokroga pred vsemi poškodbami in napakami v izolaciji, sme tokokrog, ki ustreza zahtevam za tokokroge, ki se napajajo iz ločilnega vira, napajati več naprav pod pogojem, da so izpolnjene naslednje zahteve:
    - a. izpostavljeni prevodni deli naprav ločenega tokokroga morajo biti medsebojno povezani z izoliranimi neozemljenimi vodniki za izenačitev potencialov, ki niso zvezani z zemljo. Ti vodniki ne smejo biti povezani z zaščitnimi vodniki in tudi ne z izpostavljenimi prevodnimi deli drugih tokokrogov kot tudi ne s tujimi prevodnimi deli,
    - b. vse vtičnice morajo imeti zaščitne kontakte, ki morajo biti povezani z vodniki za izenačitev potencialov, ki niso zvezani z zemljo. Ti vodniki ne smejo biti povezani z zaščitnimi vodniki in tudi ne z izpostavljenimi prevodnimi deli drugih tokokrogov kot tudi ne s tujimi prevodnimi deli,
    - c. če je oprema razreda II (dvojna izolacija), morajo imeti vsi zvijavi kabli zaščitni vodnik, ki se uporablja kot vodnik za izenačitev potencialov,
    - d. če nastaneta na izpostavljenih prevodnih delih, ki se napajajo z vodniki različnih polarnosti dve okvari istočasno, mora zaščitna naprava prekiniti napajanje v času 0,2 sekunde.

## 1.9 KRIŽANJA IN PREUREDITVE KOMUNALNIH VODOV TER KRIŽANJA S PROMETNICAMI

### 1.9.1 KRIŽANJA Z OSTALIMI KOMUNALNIMI VODI

V kolikor bo izvajalec del pri izvajanju del opazil neznano elektroenergetsko napravo, mora takoj ustaviti dela ter o tem obvestiti distributerja omrežja.

Razdalje in medsebojni odmiki NN in SN kablov oziroma naprav in TK kablov so podani v spodnji tabeli:

Najmanjše dopustne razdalje NN in SN kablov in TK kablov	
Pri približevanju VN in NN kabla:	(m)
NN kabel	0.5
VN kabel	1.0

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

<i>Najmanjše dopustne razdalje NN kablov in TK kablov</i>	
Pri križanju VN in NN kabla (kot križanja 45°-90°):	(m)
NN kabel	0.3 ..... brez zaščitnih ukrepov
VN kabel	0.1 ..... z izvedbo zaščitnih ukrepov

Zaščitni ukrepi se izvedejo vsaj 0.5m na vsako stran križanja. Odmik kabla od stebra DV znaša 10m.

Razdalje in medsebojni odmiki NN in SN z drugimi deli instalacij:

<i>Vodovod</i>	(m)
Pri približevanju:	0.5
Pri križanju:	0.5

<i>Kanalizacija</i>	(m)
Pri približevanju:	0.5
Pri križanju:	0.5

<i>Plinska instalacija (1 – 16 bar)</i>	(m)
Pri približevanju:	0.4 – 0.6m
Pri križanju:	0.4

<i>Ozemljitveni trak</i>	(m)
Pri križanju:	0.3

#### 1.9.2 KRIŽANJE KABLA S KOMUNALNIMI INSTALACIJAMI

Pri križanjih NN in SN kabla z drugimi deli instalacij je potrebno kabel položiti v Mapitel in PEHD cevi (kasneje optika). Minimalne razdalje so podane v zgornjih tabelah in so določene s predpisi. Križanje kabla s cestami, asfaltnimi površinami ter ostalimi ovirami se izvede s polaganjem kabla v zaščitne cevi.

Zaščita NN kabla se pri morebitnem križanju z TK kablom izvede s cevjo dolžine  $l=3m$  in energetski kabel v kovinsko cev  $l=3m$ .

Pri križanjih in približevanjih NN in SN kabla z drugimi komunalnimi podzemnimi instalacijami, se je potrebno držati predpisanih minimalnih medsebojnih odmikov. V področjih z gosto komunalno mrežo pogosto prihaja do odstopanj, zato je potrebno kable mehansko in toplotno na najbolj primeren način zaščititi glede na vrsto instalacije, ki jo kabel križa. Kot križanja ne sme biti manjši od 45° (v izjemnih primerih 30°).

Približevanja in križanja morajo biti izvedena skladno s pogoji, ki jih zahtevajo upravljavci komunalnih naprav. Minimalne oddaljenosti od objektov instalacij, so podane v spodnji tabeli:

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Približevanje NN in SN kabla	Minimalna oddaljenost
/	(m)
oporišče nadzemne TK linije	2.0
vodovodne cevi do 200mm	1.0
vodovodne cevi nad 200mm	2
zgradbe v naseljih	0.5
temelji zgradb izven naselja	5.0
žive meje	3.0
krošnje dreves	2
od oporišč DV do 1kV, od DV preko 1kV brez direktne ozemljitve	2
od oporišča DV do 110kV	10
od instalacij in rezervoarjev z vnetljivimi in eksplozivnimi snovmi	10

Križanje TK kabla	Minimalna oddaljenost
/	(m)
od EE kabla do 10kV	0.5
od voda napetosti nad 10kV	1.0
od plinovoda s pritiskom do 3kg/cm <sup>2</sup>	1.0
od plinovoda s pritiskom nad 3kg/cm <sup>2</sup>	2.0
kanalizacija, toplovod	1.0
od cevi tt kanalizacije in jaškov	2.0

Vsi obstoječi komunalni vodi so vrisani in prikazani informativno, zato je potrebno pred izvedbo naročiti in izvesti zakoličbo posameznega obstoječega in predvidenega komunalnega voda. V primeru odstopanj je potrebno obvestiti projektanta in poiskati ustrezen rešitev (prestavitve oz. korekcije tras predvidenih naprav novih komunalnih vodov).

### 1.9.3 KRIŽANJE KABLA S PROMETNICAMI

Pri križanjih NN in SN kabla s cestami prvega reda znaša varnostna višina za VN vode do 110kV 6,6m, za NN vode pa 6m. Oddaljenost kateregakoli dela stebra od roba cestnega pasu mora znašati za VN vode najmanj 20m, ob upravičeni potrebi (če to zahtevajo krajevne razmere in zahteva tehnična varnost) pa lahko tudi manj, vendar ne manj od 10m.

Stebri NN vodov morajo biti oddaljeni vsaj 2m od zunanega roba cestnega pasu, lahko pa tudi manj vendar s pristavkom, da mora biti to posebej utemeljeno.

Kot prehoda praviloma ne sme biti manjši od 30°, če ni za to podana ekonomsko tehnična obrazložitev. Glede na preverjeno varnostno višino je le ta skladna s predpisi.

### 1.9.4 IZDELAVA TEHNIČNE DOKUMENTACIJE

Vse spremembe na terenu je potrebno vnesti v izvršilne načrte, kjer bo točno razvidno kako in kaj se je prestavilo.

Pri tem je potrebno upoštevati Pravilnik o tehničnih normativih za izdelavo in vzdrževanje katastra komunalnih naprav in katastra, ki ga o svojih napravah in objektih vodijo komunalne in druge delovne organizacije in Navodila o načinu in postopku za izdelavo in vzdrževanje katastra komunalnih naprav.

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--



V tehnično dokumentacijo je potrebno vnesti vse pomembnejše dele kabla kot so kableske spojke, različna križanja z ostalimi komunalnimi vodi ali drugimi napravami, polaganje v cevi.

Kjer način prestavitve omrežja bistveno odstopa od običajnega, naj se izdela posnetek preseka trase NN omrežja s potrebnimi označbami in kotami.

Vsa dela pri potrebnih prestavitvah delov NN in SN omrežja (njihova zaščita in montažna dela) morajo biti opravljena v skladu z delavnimi predpisi in navodili pristojnega DES-a.

#### 1.10 OZEMLJITEV

Zaradi zaščite pred električnimi in atmosferskimi vplivi, mora biti NN in SN omrežje ozemljeno. Ozemljitev je lahko paličasta, ploskovna, trakasta ali mrežasta. Vrednosti ozemljitvene upornosti znaša po predpisih  $R < 10\Omega$  za kableske objekte in razdelilce, spojke samonosilnega kabla in strelovode. Običajno se uporablja trakasto ozemljilo FeZn 25x4mm položenega na globini 80cm. Dolžina trakastega ozemljila pri srednje prevodnem zemljišču znaša 30m.

Ponikalna upornost ozemljila je sestavljena iz upornosti ozemljitvenega voda, ozemljila, prehodne upornosti in upornosti tal. Upora dovoda in ozemljila sta podana z materialom in sta običajno zanemarljiva. Upor zemlje je odvisen od sestave tal in je zelo spremenljiv v odvisnosti od vlažnosti. Specifična upornost zemlje znaša (ocenjeno)  $150\Omega\text{m}$ . Zaradi velikega prereza, ki je na razpolago, je lahko absolutna vrednost upora zemlje zelo majhna. Največji je prehodni upor, ki definira upor ozemljitve. To je upor širjenja s katerim se zemlja zoperstavlja prehodu toka iz ozemljila do razdalje, kjer je prerez zemlje že tako velik, da je gostota toka majhna. Upor, ki ga kaže zemlja pri prehodu toka, je odvisen od upora tal in načina razporeditve tokovnega polja. Razporeditev silnic je odvisna od oblike ozemljila, ta odvisnost pa omogoča, da upor ozemljitve računamo v odvisnosti od oblike zakopanega ozemljila.

Vrednost ozemljitvene upornosti se določi po tabelah in preveri po sledeči formuli:

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * l} * \ln \frac{l/2}{H * d}$$

$R$ .... upornost ozemljitve ( $\Omega$ )

$l$ .... dolžina trakastega ozemljila ( $l=30\text{m}$ )

$\rho$  .. srednja specifična upornost tal ( $\Omega\text{m}$ )

$H$  .. globina vkopa (0.6m)

$d$  .. premer traku (za FeZn 25x4mm  $\Rightarrow$  0.0125m)

Vrednost za  $\rho = 150\Omega\text{m}$ , znaša upornost ozemljila  $6,05\Omega$ , kar je manjše od  $10\Omega$ . Ker se vrednosti zemljišča običajno zelo spreminjajo, je potrebno vrednost ozemljitve izmeriti in po potrebi dodati še en trak v drugo smer ali pa vgraditi tipsko pocinkano sondo dimenzije 48mm (1.5m-2m). Uporaba sond je običajna pri ozemljitvah že obstoječih omaric. Priporočamo, da se izdelajo vse ozemljitve s prehodno upornostjo nižjo od  $10\Omega$ .

Za zaščito pred električnim udarom je predviden avtomatski izklop napajanja s pomočjo talilne varovalke. Pred neposrednim dotikom pa so električne naprave zaščitene z ustrezno izolacijo. Uporabljen je TN-C sistem. Ozemljitev se izvede s pomočjo vroče pocinkanega valjanca Fe/Zn 25x4 položenim v kabelski jarek na globino 60cm.

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Vsi spoji narejeni s križno sponko se zaščitijo tako, da se celoten spoj zalije z bitumnom. Celotna električna instalacija je ozemljena preko zaščitnega vodnika, ki je enakega prereza kot so fazni vodniki. Prenapetostni odvodniki se montirajo v priključno merilnih omaricah.

#### 1.11 VZDRŽEVANJE

Vzdrževalec NN in SN – pristojno elektrodistribucijsko podjetje (Elektro Ljubljana d.d.) mora po lastnem letnem planu vzdrževanja omrežij opravljati vsa potrebna in preventivna dela ter dejavnosti v zvezi z NN in SN omrežjem.

V Ljubljani, december 2018

Pripravil:  
Boštjan Mikec, dipl. inž. el., E-1739

1195	0017.00	004.2262	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

#### 4/02.4.2 POPIS DEL S PREDIZMERAMI

---

1195	0017.00	004.2262	T.2.1	
------	---------	----------	-------	--

#### 4/02.4.3 PROJEKTANTSKI PREDRAČUN

---

1195	0017.00	004.2262	T.2.2	
------	---------	----------	-------	--

#### 4/02.4.4 PRILOGE

---

1195	0017.00	004.2262	T.1.3	
------	---------	----------	-------	--

#### 4/02.4.5 DOKUMENTACIJA O RECENZIJ NAČRTA

---

1195	0017.00	004.2262	S.6	
------	---------	----------	-----	--

PROJEKT-ECO d.o.o., NA LAZU 25, 8000 NOVO MESTO

GSM: 041/773-457;

E-mail: [gepr.projekt@gmail.com](mailto:gepr.projekt@gmail.com)

Številka projekta: 17\_637

---

## 4/02.5 RISBE

---

1195	0017.00	004.2262	G	
------	---------	----------	---	--