

**4/01 Načrt električnih inštalacij in
električne opreme
CESTNA RAZSVETLJAVA Z NN
PRIKLJUČKOM**

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	1318/2019
KRAJ IN DATUM	Ljubljana, januar 2019; po rec. november 2019

1195	0017.00	004.2130	S.1	
------	---------	----------	-----	--

4/01.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA
Načrt električnih inštalacij in električne opreme
CESTNA RAZSVETLJAVA Z NN PRIKLJUČKOM
št. 1318/2019

zvezek 1

4/01.1	Naslovna stran načrta
4/01.2	Kazalo vsebine načrta
4/01.4	Tehnični opisi in izračuni
4/01.4.1	Tehnično poročilo
4/01.4.2	Popis del s predizmerami
4/01.4.3	Projektantski predračun
4/01.4.4	Priloge
4/01.4.5	Dokumentacija o recenziji načrta

zvezek 2

4/01.5	Risbe
G.101	
G.102	Situacija naprav cestne razsvetljave
G.142	
G.131	
G.132	

1195	0017.00	004.2130	S.3.2	
------	---------	----------	-------	--

4/01.4 TEHNIČNI OPISI IN IZRAČUNI

1195	0017.00	004.2130	T.1	
------	---------	----------	-----	--

4/01.4.1 TEHNIČNO POROČILO

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	3
1.1. SPLOŠNI OPIS IN LOKACIJA	4
1.2. NAČIN IN SISTEMI RAZSVETLJAVE	4
1.3. OSNOVNI PODATKI	4
1.4. SVETLOBNO TEHNIČNI IZRAČUNI	5
1.5. NAPAŽANJE, KRMILJENJE IN MERITVE ELEKTRIČNE ENERGIJE, PORABA TOKA	5
1.6. IZRAČUNI PADCEV NAPETOSTI, BILANCE MOČI IN KONTROLA KS TER PREGORETJA VAROVALK	5
T.1.1.6.1. BILANCA MOČI	6
T.1.1.6.2. PADCI NAPETOSTI NAPAŽALNEGA KABLA	6
1.6.3 KONTROLA OBREMENLJIVOSTI KABLOV oz. IZRAČUN ZAŠČITE PRED PREVELIKIMI TOKI in DIMENZIONIRANJE FAZNIH IN ZAŠČITNIH VODNIKOV	7
1.6.4 DIMENZIONIRANJE ZAŠČITNIH VODNIKOV PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM	8
T.1.1.6.5 KONTROLA KRATKEGA STIKA IN PREGORETJA VAROVALK	9
T.1.1.7 ZAŠČITA ELEMENTOV IN OBJEKTOV	11
T.1.1.7.1 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM	11
T.1.1.7.2 ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAŽANJA	11
T.1.1.8 KRIŽANJA IN PREUREDITVE KOMUNALNIH VODOV TER KRIŽANJA S PROMETNICAMI	13
T.1.1.8.1 KRIŽANJA Z OSTALIMI KOMUNALNIMI VODI	13
T.1.1.8.2 KRIŽANJE KABLA S KOMUNALNIMI INSTALACIJAMI	13
T.1.1.8.3 KRIŽANJE KABLA S PROMETNICAMI	14
T.1.1.8.4 IZDELAVA TEHNIČNE DOKUMENTACIJE	15
T.1.1.9 ZAŠČITA IN MERITVE	15
T.1.1.9.1 OZEMLJITEV	15
T.1.1.10. IZVEDBA CESTNE RAZSVETLJAVE	16
T.1.1.11. VZDRŽEVANJE JAVNE OZ. CESTNE RAZSVETLJAVE	18
T.1.1.12 OPIS KAKO SO UPOŠTEVANE BISTVENE LASTNOSTI	18

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz območja predvidene ureditve zahodne obvoznice v Ivančni Gorici **Napaka! Zaznamek ni definiran.**
 Slika 2: Naslavljanje slike **Napaka! Zaznamek ni definiran.**

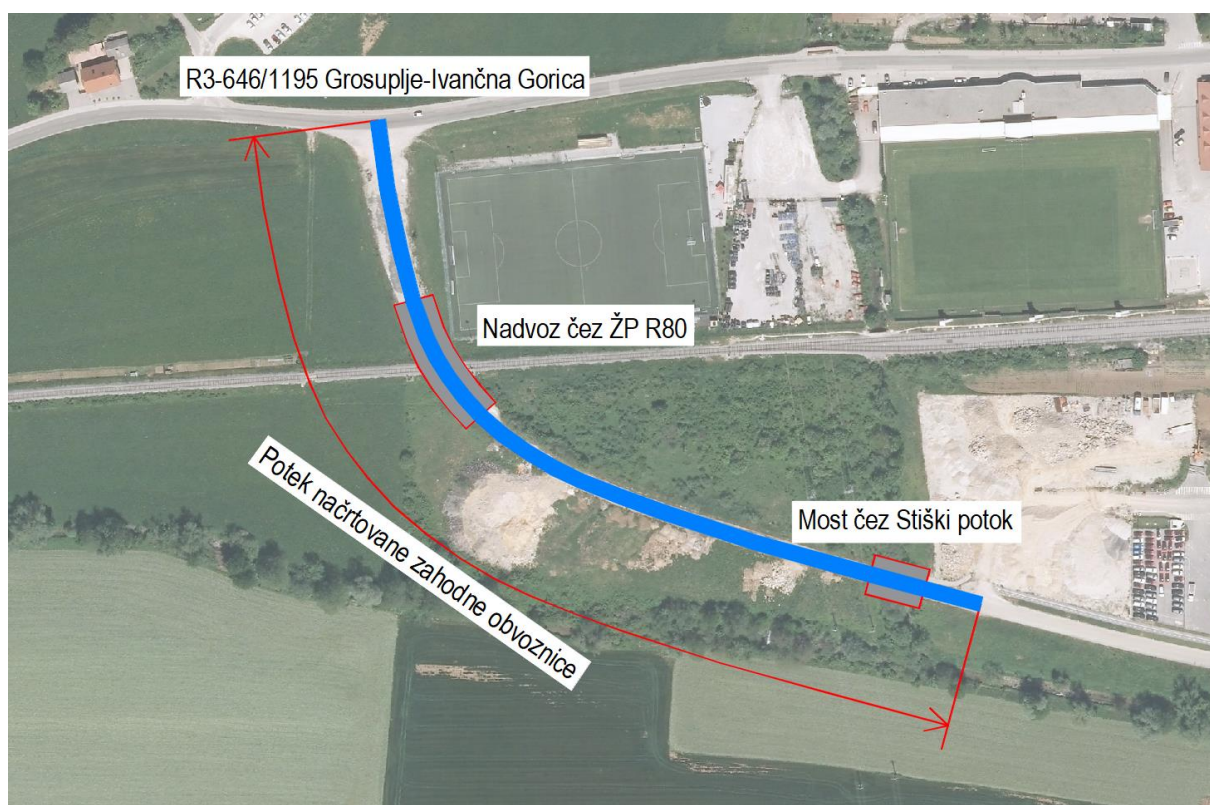
1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

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	004.2130	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

Namen cestne razsvetljave je omogočiti zaznavanje predmetov in ovir na cesti, kar pomeni varen promet in ugodno počutje udeležencev v prometu. Ugodno in varno vožnjo ponoči lahko zagotovi le kvalitetna izvedba cestne oz. javne razsvetljave. Ta razsvetljava mora biti izvedena tako, da je dosežena čim večja enakomernost osvetljenosti, zagotovljen pravilen nivo osnovne osvetljenosti za posamezen razred ceste in dosežen sprejemljiv razred bleščanja ob dobrem optičnem vodenju upošteva Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. List RS 81/2007 in 109/2007 ter 62/2010, 46/2013).

V tem projektu je zajeta cestna razsvetljava obravnavanega območja z navezavo na obstoječo cestno razsvetljavo. Izhodiščni prometno tehnični podatki za izdelavo tega projekta so podani v projektu 17_637 s strani podjetja PNZ d.o.o., Ljubljana.

1.2. NAČIN IN SISTEMI RAZSVETLJAVE

V tem projektu je bil izveden izračun osvetljenosti cestne oz. javne razsvetljave s pomočjo računalniškega programa za LED razsvetljavo.

Na podlagi izdelave teh izračunov za različne postavitve razsvetljave, višine kandelabrov, tipov svetilk, svetlobnih virov v svetilkah, potrebne osvetljenosti za ta odsek ceste kot tudi nadvoza nad železniško progo ter razreda bleščanja smo se odločili za postavitev novih vroče-cinkanih več segmentnih kandelabrov svetle višine 10m (enaki obstoječim) z LED svetilkami ustrezne moči, ki bo zagotovila primerne svetlobno-tehnične parametre cestišča in preostale prometne površine.

1.3. OSNOVNI PODATKI

Omarica javne razsvetljave je obstoječa tipska prostostoječa z dvojnimi vratci, in sicer za napajalno merilni del ter razvodno krmilni del cestne razsvetljave, ki sta vsak posamezno opremljena s tipskima ključavnicama elektro distributerja in vzdrževalca javne razsvetljave ter ločena med seboj. Omarica je postavljena v cestnem telesu v krožišču na državni cesti (Ljubljanska cesta), ca. 50 m od območja obdelave.

Priklop na distribucijsko omrežje je že izveden preko obstoječega NN priključnega do obstoječe OJR (obstoječe glavne varovalke znašajo 3x20 A – priključek za DRSI). Izvede se priklop na obstoječi steber cestne razsvetljave z oznako S10. Od priključnega stebra se po predvidenih ceveh $\Phi 75$ mm polaga kabel obravnavanega tokokroga med svetilkami, in sicer NAYY-J 4x16+2,5 mm².

Izbrani kandelabri bodo vroče cinkane izvedbe s sidrno ploščo (skladni s standardoma SIST EN 40 in SIST EN-ISO 1461) višine 10m (10 kpl), ki se ga pritrdi na betonski temelj s sidrnimi vijaki $\Phi 20$ mm dolžine vsaj 1,0m tako, da so sidra potopljena v betonski temelj dim. 0,80x0,80x1,0m. Kandelabri morajo imeti zgornji premer cevi 60mm za montažo izbranih svetilk. Kandelabri morajo imeti tudi vratca na višini ca. 1,3 m od tal, kjer se nahaja razdelilec (priključna sponka) javne oz. cestne razsvetljave.

Izbran je bil tudi tip svetilk za montažo na 10m steber, in sicer LED svetilka z ravnim steklom in LED modulom Lumenia Elum1 24-060-010 (10 kpl) ki je enaka obstoječim na Ljubljanski cesti. Svetilka vsebuje LED modul skupne moči 55 W (barvna temperatura 3000 °K, svetlobni tok 5333 lm) v zaščiti IP 66. Predvidene svetilke so skladne z Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UR. List RS 81/2007 in 109/2007 ter 62/2010, 46/2013) in zadostujejo svetlobno tehničnim karakteristikam obravnavane prometne površine. Od razdelilca CR v posameznem kandelabru do posamezne svetilke vodi kabel NYM-J 5x1,5 mm².

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

1.4. SVETLOBNO TEHNIČNI IZRAČUNI

Svetlobno tehnični izračuni so bili izvedeni z računalniškim programom, in sicer za enostransko in obojestransko postavljene svetilke tip Lumenia ELUM z LED modulom moči 55 W za podano širino ceste, ter ostale podatke. Na podlagi prometno tehničnih podatkov s strani podjetja PNZ d.o.o., Ljubljana, smo uvrstili obravnavani del državne ceste v svetlobno-tehnični razred (na podlagi zbornika "Priporočila SDR – Razsvetljava in signalizacija za promet PR5/2-2000" v razred B1 svetlobno-tehničnih situacij in določitvi merodajnega območja ter tabel B1.1. (št. križišč na km - manj kot 3, zahtevnost orientacije - običajna, predviden PLDP 2020 3252 vozil - manj kot 7000) v razred M5. Sledi tabela B1.2 (konfliktno območje – ne, kompleksnost vidnega polja – običajna, mirujoči promet – ne, svetlost okolice – srednja, pogostost kolesarjev – običajna), zato se cestišče postavi v razred M6.

Svetilke so nameščene na predvidenih in prestavljenih 10 m cinkanih stebrih s sidrno ploščo. Medsebojna razdalja kandelabrov oziroma svetilk znaša vzdolžno do 33 m. Za izračun je pomemben še faktor zaprašenosti in staranja oziroma faktor vzdrževanja, ki je v našem primeru 0,85. Podan je še svetlobni tok izbranega svetlobnega vira, ki znaša 5333 lm (55W). Skupna širina vozišča znaša do 6,5 m, oddaljenost osi kandelabra od roba cestišča znaša ca. 5 m (pozicija za muldo in hodnikom za pešce ter dvosmerno kolesarsko stezo) oziroma manj ali več, če je potrebno zagotoviti ustrezne odmike od ostalih komunalnih vodov. Za izračun je vzet še razred vozišča R3. Svetilke imajo nagib enak 0 stopinj (Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. List RS 81/2007 in 109/2007 ter 62/2010, 46/2013).

Projektirana cestna razsvetljava v skladu s smernicami in priporočili DRSI in SDR ter CIE, kot tudi standardom SIST EN 13201:2015. Po izvedbi del in vstavitvi v pogon je potrebno izvesti tako električne kot tudi svetlobno tehnične meritve.

V nadaljevanju (priloge tega načrta) so podani kazalo, opis projekta, lega in tip svetilk, floris ceste in pregled rezultatov na cestišču, iz katerih so razvidne zahteve razsvetljave za izbrani razred in doseganje le-teh.

1.5. NAPAJANJE, KRMILJENJE IN MERITVE ELEKTRIČNE ENERGIJE, PORABA TOKA

Projektirana cestna razsvetljava se napaja preko obstoječega stebra cestne razsvetljave z oznako S10 napajane iz obstoječe OJR (DRSI) omarice cestne razsvetljave v krožišču na Ljubljanski cesti oziroma preko njenega napajalnega dela v katerem bodo montirane tudi obstoječe glavne varovalke, ki znašajo za 3x20 A, in iz bližnje TP. Obstoječi napajalni kabel do OJR je tip NAY2Y-J 4x70 mm². OJR je montirana na betonski temelj, okolica temelja je urejena tako, da je mogoč normalen dostop vzdrževalcev v vsakem vremenu do OJR.

Način prižiganja se zaradi rekonstrukcije cestne razsvetljave ne spreminja in ne dopolnjuje. V položaju 0 stikala bo zunanja razsvetljava izklopljena. V položaju R stikala bo cestna razsvetljava vklopljena vseskozi (ročni vklop). V položaju stikala A bo cestna razsvetljava delovala avtomatsko, in sicer z vklopom in izklopom samo preko fotocelice (40 luks). Svetilke so vezane tako, da bodo bile prižgane od trenutka vklopa pa do izklopa avtomatike javne razsvetljave (svetlobni senzor in luksomat).

Celotna razsvetljava se bo ugasnila, ko bo svetlobni senzor reagiral na nastavljeno vrednost osvetljenosti na luksomatu (ko se bo primerno zdanilo).

1.6. IZRAČUNI PADCEV NAPETOSTI, BILANCE MOČI IN KONTROLA KS TER PREGORETJA VAROVALK

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

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

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).

T.1.1.6.1. BILANCA MOČI

Svetilke se napajajo od TP trifazno po kablu NAY2Y-J 4x70 mm² do OJR, nato pa po kablilih NAYY-J 4x16+2,5 mm² do svetilk trifazno. Obremenitev je sledeče razporejena:

P_k : 10 predvidenih svetilk x 55 W + 8 obstoječih svetilk rondoja x 80 W = 1190 W

L1: 4 predvidene svetilke x 55 W + 3 obstoječe svetilke rondoja x 80 W = 460 W

L2: 3 predvidene svetilke x 55 W + 3 obstoječe svetilke rondoja x 80 W = 405 W

L3: 3 predvidene svetilke x 55 W + 2 obstoječe svetilke rondoja x 80 W = 325 W

P_{k1} = 460 W , $I_{k1} = P / (U \times \cos \Phi) = \underline{2,11 A}$

Za ta odcep cestne razsvetljave ustrezajo že vgrajene 10A varovalke (avtomatski odklopniki) v obstoječem krnilno razvodnem delu obstoječe OJR.

Skupna moč rekonstruirane cestne razsvetljave regionalne ceste znaša:

P_k = 1190 W

Konični tok je naslednji : $I_k = P_k / (U \times 1,73 \times \cos \Phi) = \underline{1,81 A}$

Glede na pridobljene podatke in opravljene izračune ustrezajo vgrajene obstoječe glavne varovalke 3x20 A v priključno merilnem delu OJR (DRSI) za potrebe cestne razsvetljave.

T.1.1.6.2. PADCI NAPETOSTI NAPAVALNEGA KABLA

Napajanje svetilk je trifazno, kar pomeni, da je vsaka tretja svetilka napajana z isto fazo, nevtralni vodnik pa je skupen. Pri simetrični obremenitvi v njem ni povratnega toka. Zaradi možnosti redukcij ali varčnega napajanja izvedemo izračun procentualnega padca napetosti po naslednji enačbi:

$$\Delta U\% = \frac{100 \cdot I \cdot P}{\lambda \cdot U^2 \cdot S} = k \cdot P \cdot I$$

ΔU	=	procentualni padec napetosti (%)
I	=	dolžina voda (m) – dvojna dolžina v primeru enofaznega napajanja
P	=	moč v vodu (W)
λ	=	specifična prevodnost (S)
U	=	fazna napetost (V)
S	=	preseka vodnika (mm ²)

Izračuni posameznih padcev napetosti za obravnavani tokokrog OJR DRSI so podani v naslednji tabeli :

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Tabela :

Razdalja l			P	Sal	ΔU
z.št.	svetilke	(m)	(W)	(mm ²)	%
1.	S10 - S23	45	220	16	0,065
2.	S23 - S26	118	165	16	0,128
3.	S26 - S29	118	110	16	0,085
4.	S29 - 3S2	119	55	16	0,043
	Skupaj				0,321%

Padec napetosti cestne razsvetljave od priključnega stebra do zadnje svetilke v liniji obravnavanega tokokroga znaša 0,321 %, kar je manj od dovoljenih 3%. Iz tabele in izračuna vidimo, da je skupni padec napetosti do zadnje svetilke obravnavanega tokokroga v dovoljenih mejah.

1.6.3 KONTROLA OBREMENLJIVOSTI KABLOV oz. IZRAČUN ZAŠČITE PRED PREVELIKIMI TOKI in DIMENZIONIRANJE FAZNIH IN ZAŠČITNIH VODNIKOV

Pri zaščiti pred preobremenitvenimi tokovi je izvedena uskladitev med vodnikom in zaščitno napravo skladno s predpisi.

1. pogoj $I_b < I_n < I_z$

2. pogoj $I_2 < 1.45 * I_z$

$$I_2 = k * I_n$$

Kjer so:

- lb - tok za katerega je tokokrog predviden
- Iz - trajni zdržni tok vodnika
- In - nazivni tok zaščitne naprave
- I2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

Faktor k = 1.45 velja za instalacijske odklopnike

Faktor k = 1.2 velja za instalacijske odklopnike NZM – Klockner Moeller

Faktorji "k" za nizkonapetostne varovalke so določeni s splošnimi tehničnimi pogoji:

In(A)	K
2 in 4	2.1
6 in 10	1.9
16 do 400	1.6

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Izračun za napajalni kabel (70AL):

1. pogoj $I_b < I_n < I_z$ $1,81 \text{ A} < 20 \text{ A} < 152,15 \text{ A}$
*(trajni tok NA2XY-J preseka 70mm² znaša 179A,
 0,85 znaša korekcijski faktor za položitev v PVC cevi s 85%
 obremenitvijo in upošteva se faktor 1 zaradi položenega enega
 vodnika v cev)*
2. pogoj $I_2 < 1.45 * I_z$ $32 \text{ A} < 1,45 * 152,15 \text{ A} = 220,62 \text{ A}$
- $I_2 = k * I_n$ $1,6 * 20 \text{ A} = 32 \text{ A}$
- $I_v/I_n \leq 1,1$ $25 \text{ A} / 1,81 \text{ A} \geq 1,1$

Kjer sta:

- I_v - nazivni tok zaščitne naprave (A)
 I_z - dejanski bremenski tok (A)

Izračun za razvodni kabel 1.tokokroga (16AL):

1. pogoj $I_b < I_n < I_z$ $2,11 \text{ A} < 10 \text{ A} < 49,30 \text{ A};$
2. pogoj $I_2 < 1.45 * I_z$ $19,0 \text{ A} < 1,45 * 49,30 \text{ A} = 69,02 \text{ A}$
- $I_2 = k * I_n$ $1,90 * 10 \text{ A} = 19,0 \text{ A}$
- $I_v/I_n \leq 1,1$ $10 \text{ A} / 2,11 \text{ A} \geq 1,1$

1.6.4 DIMENZIONIRANJE ZAŠČITNIH VODNIKOV PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM

Najmanjši še dovoljeni prerez zaščitnega vodnika (v TN sistemu instalacij) določimo na osnovi izračuna ali na podlagi sledeče tabele. Preverjena je s sledečo enačbo:

$$t = \left(\frac{k * S}{I} \right)^2$$

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{I^2 * t}}{k}$$

Kjer so:

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

- t - čas trajanja kratkega stika (0.1 do 5 s) $t = 1$ s
 S - prerez kabla v mm²
 I - efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A

- k - 115 za bakrene vodnike s PVC izolacijo
 k - 76 za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo

Vsa projektirana instalacija je prirejena talilnemu vložku varovalke ali odklopniku! Zgoraj omenjena formula za S_{min} velja le za preseke 10mm² ali več, za manjše preseke pa kontrole S_{min} ne izvajamo!

Tabela najmanjših prerezov zaščitnih vodnikov:

Prerez faznega vodnika S v mm ²	Najmanjši prerez zaščitnega vodnika S v mm ²
$S < 16$	S
$16 < S < 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Če se en zaščitni vodnik uporabi za več tokokrogov, se njegov prerez določi glede na največji prerez faznega vodnika teh tokokrogov, kar je v projektu upoštevano!

T.1.1.6.5 KONTROLA KRATKEGA STIKA IN PREGORETJA VAROVALK

Pri okvarah (kratki stiki) na NN vodih pomenijo daljši izklopni časi povečano stopnjo ogroženosti. Na izklopni čas ob izbrani velikosti varovalke vpliva velikost toka KS. Manjša kot je vrednost toka kratkega stika, daljši so izklopni časi. Zaradi navedenega je pomembna le vrednost toka enofaznega KS, ki je (razen v območju zbiralk) nižji od toka trifaznega kratkega stika.

Za dimenzioniranje varovalk se upošteva najbolj neugodne primere kot npr. KS na koncu NN izvodov. Zaradi velike upornosti kratkostične zanke so KS tokovi majhni. Vrednosti navedenih tokov pa so tiste, ki morajo povzročiti prekinitev tokokroga, kar zagotavljajo varovalke. Za doseg pravočasnega pregoretega izbrane varovalke mora biti vrednost KS toka za faktor k večji od nazivnega toka varovalke. Če z varovalko na začetku izvoda ne moremo zadostiti temu pogoju, je potrebno na ustrezna vmesna mesta vstaviti ustrezno nižje varovalke, tako da je izpolnjen pogoj:

$I_k/I_n \leq 2,5$ ($k=2,5$), kjer sta:

- I_n - nazivni tok zaščitne naprave (A)
 I_k - kratkostični tok - tok enofaznega KS (A)

Pogoji pod katerimi velja dopustni tok kratkega stika glede na presek kabla (po SIST HD 603 S1 za NA2XY-J v kA/1s):

- vodniki se lahko s PVC izolacijo segrejejo do 160 °C (maksimalna kratkotrajna zdržnost izolacije),
- začetna temperatura je lahko 70 °C.

Za drugačne čase velja izračun KS na podlagi sledeče enačbe:

$$I_d = I_{dop} (1s) \sqrt{t(s)}$$

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Tok kratkega stika je v neki točki instalacije odvisen od impedance napajalne mreže in od impedance pripadajoče instalacije, ki skupaj tvorita kratkostično zanko. Tok kratkega stika (I_k):

$$I_k = \frac{0,95 * U_f}{Z_{sk}} = 136,65 \text{ A}$$

Pri čemer je:

Z_{sk} - skupna impedanca – VN, NN, TP in dovodnega kabla (podano v EE soglasju kot Z_{nno})

$$Z_{sk} = \sqrt{R_u^2 + (X_v + X_m)^2} = 0,390 \, \Omega + 1,209 \, \Omega = 1,599 \, \Omega$$

X_m - induktivna upornost TP

$$X_m = \frac{1.1x U_n^2}{P_k}$$

Čas, ki ga kabel vzdrži pri kratkem stiku:

$$\sqrt{t} = \frac{a * S * \sqrt{T_2 - T_1}}{I_k}$$

a ...koeficient za Al, $a=7.8$

S ...presekok kabla

T_2 ... največja dovoljena temperatura kabla

T_1 ... temperatura kabla pred kratkim stikom

I_k ... efektivna vrednost toka kratkega stika

t ...čas, ki je potreben za segretje kabla od T_1 do T_2

Tabela specifičnih impedanc kablov pri 50Hz (mΩ/m)

Presek inst, žil	Al	Cu
4x70+1,5mm ²	0.574	0.281
4x16+2,5mm ²	2.700	1.140
5x1.5mm ²	/	12.100

Podatki so delno izračunani in delno vzeti iz priročnika Kaiser. Pri kratkem stiku bo stekel tok v vrednosti 136,65A. Pri tem toku pregori varovalka velikosti 20 A (10 A) v času, ki je manjši od 200 ms (40 ms).

Kot je iz izvedenih izračunov razvidno so tudi v tem pogledu varovalke primerno izbrane (ustrezajo obstoječe). Vendar pa, preden se bo nova razsvetljava vključila v elektroenergetski sistem, je potrebno izmeriti upornost kratkostične zanke in po potrebi spremeniti velikost varovalk (razvidno iz izvedenih električnih meritev).

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

T.1.1.7 ZAŠČITA ELEMENTOV IN OBJEKTOV

T.1.1.7.1 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.

T.1.1.7.2 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). Ukrep 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

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

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

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.

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

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.

T.1.1.8 KRIŽANJA IN PREUREDITVE KOMUNALNIH VODOV TER KRIŽANJA S PROMETNICAMI

T.1.1.8.1 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 kablov oziroma naprav cestne razsvetljave in TK oz. KKS kablov so podani v spodnji tabeli:

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

Najmanjše dopustne razdalje NN kablov in TK oz. KKS kablov	
Pri križanju SN in NN kabla (kot križanja 45°-90°):	(m)
NN kabel	0.3 brez zaščitnih ukrepov
SN kabel	0.1z izvedbo zaščitnih ukrepov

Zaščitni ukrepi se izvedejo vsaj 0.5m na vsako stran križanja. Razdalje in medsebojni odmiki NN kablov oziroma naprav javne razsvetljave z drugimi deli instalacij:

Vodovod	(m)
Pri približevanju:	0.5
Pri križanju:	0.5
Kanalizacija	(m)
Pri približevanju:	0.5
Pri križanju:	0.5

T.1.1.8.2 KRIŽANJE KABLA S KOMUNALNIMI INSTALACIJAMI

Pri križanjih NN kablov oziroma naprav cestne razsvetljave z drugimi deli instalacij je potrebno kabel položiti v PVC, stigmafleks ali betonske cevi. 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.

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Zaščita NN kablov oziroma naprav cestne razsvetljave se pri križanju z TK oz. KKS kablom izvede s cevjo dolžine $l=3m$ in energetski kabel v kovinsko cev $l=3m$.

Pri križanjih in približevanjih NN kablov oziroma naprav cestne razsvetljave 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 upravljalci komunalnih naprav.

Minimalne oddaljenosti od objektov instalacij, so podane v spodnji tabeli:

Približevanje NN 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 oz. KKS kabla	Minimalna oddaljenost
/	(m)
od EE kabla do 10kV	0.5
od voda napetosti nad 10kV	1.0
od plinovoda s pritiskom do $3kg/cm^2$	1.0
od plinovoda s pritiskom nad $3kg/cm^2$	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 ustrezno rešitev (prestavitve oz. korekcije tras predvidenih naprav novih komunalnih vodov).

T.1.1.8.3 KRIŽANJE KABLA S PROMETNICAMI

Kabel je potrebno zaščititi pod cestiščem s PVC ali stigmafleks cevjo, ki se jo obetonira. Kot prehoda praviloma ne sme biti manjši od 45° , če ni za to podana ekonomska tehnična obrazložitev. Praviloma se izvede strojne podboje (državna cesta), v kolikor to ni možno (obvezno se navede razlog), se izreže asfaltna površina (ustrezna prometna signalizacija pri izvedbi del).

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

T.1.1.8.4 IZDELAVA TEHNIČNE DOKUMENTACIJE

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

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.

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

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

T.1.1.9 ZAŠČITA IN MERITVE**T.1.1.9.1 OZEMLJITEV**

Za zaščito pred električnim udarom je že predviden avtomatski izklop napajanja s pomočjo talilne varovalke. Pred neposrednim dotikom pa so električne naprave zaščitene z ustrezno izolacijo. Uporabljen je TN sistem.

Vse svetilke in kandelabri so iz kovinskega prevodnega materiala in ozemljeni. Ozemljitev je izvedena s pomočjo vroče cinkanega valjanca Fe/Zn 25x4 položenega v kabelski jarek na globino 80cm. Pri vsaki svetilki je od njega izveden odcep s križno pocinkano sponko, kjer je s pomočjo vijakne zveze priključen na ozemljitev. Vsi spoji narejeni s križno sponko so zaščiteni tako, da je celoten spoj zalit z bitumnom. Celotna električna instalacija je ozemljena preko zaščitnega vodnika (enakega prereza kot so fazni vodniki) na dva vijaka na kandelabru narejena za ta namen.

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 100Ωm. 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.

Za položen trak (FeZn 25x4), ki je položen vzporedno s površino, izračunamo ponikalno upornost tako :

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * l} * \ln \frac{l/2}{h * a}$$

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

$\rho = 150 \Omega \text{m}$spec. upornost tal (ocenjeno)

$l = 363 \text{ m}$dolžina ozemljila

$a = 0,025 \text{ m}$širina ozemljitvenega traku

$h = 0,8 \text{ m}$globina vkopa ozemljila

$R = 0,599 \Omega$

Po končanju del in pred vstavitvijo v pogon cestne oz. javne razsvetljave je potrebno izvesti električne meritve z merilnim protokolom, ki kažejo točen rezultat, medtem ko je izračunan rezultat samo informativen.

Poleg tega je potrebno še izdelati vris kablov in križanj v podzemni kataster. Še posebno pomembne so izvedbe križanj posameznih podzemnih instalacij, ki jih je potrebno natančno vrisati in označiti.

T.1.1.10. IZVEDBA CESTNE RAZSVETLJAVE

Pri uvlačenju kabla v cevi je potrebno upoštevati, da se ne preseže maksimalne dopustne vlečne sile, ki je za obravnavani kabel v primeru, če se vleče z ustrezno nogavico, manjša od izračunanih sil za posamezen presek kabla. Pri vsaki vleki kablovoda je potrebno upoštevati navodila proizvajalca za polaganje kablov. Maksimalna vlečna sila pri polaganju kabla se izračuna glede na njegov presek po sledeči enačbi:

$P = \sigma * S$, kjer so:

- P - vlečna sila (N)
- σ - 50 N/mm² za bakrene vodnike
- σ - 30 N/mm² za aluminijaste vodnike

Vlečna sila za položen vodnik:

$$P_{16} = 30 \text{ N/mm}^2 * 16 \text{ mm}^2 = 480 \text{ N}$$

Radij krivljenja (16 AL) znaša $12 * D_{16} = 12 * 22,3 \text{ mm} = 267,6 \text{ mm}$.

Radij upogibanja se lahko zmanjša za 50 % v naslednjih primerih:

- enkratno upogibanje
- pri gnetenju kabla do 30 °C
- upogibanju kabla s šablono
- upoštevanje navodil proizvajalca

Dovoljena temperatura pri polaganju kabla:

- +5 °C (minimalna temperatura polaganja)
- Temperatura vodnika v eksploataciji je +70 °C
- upoštevanje navodil proizvajalca

Na vseh kabelskih uvodih v omarice je potrebno izdelati kabelske končnike z ustreznimi kabelskimi čevlji stisnjenimi s predpisanim orodjem in ustreznimi čeljustmi, ki se jih dodatno izolira s toplo-skrčno cevjo oz. požirko. Barva

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

požirke se mora ujemati z barvo ničelnega oz. faznega vodnika ter se med seboj razlikovati (črna za fazne vodnike, modra za N, rumeno-zelena za PE). Na mesto kabla, kjer se odstrani zunanji plašč izolacije in se nadaljujejo vodniki kabla, je potrebno namestiti toplo-skrčni zaključek oz. rokavico, ki ščiti kabelski končnik pred vdorom vlage v notranjost kabla. Odprtine za pritrdjevanje kabelskih čevljev se izbere glede na premer priključnega vijaka stikalnih letev, oz. ustrezno preseku kabelskega vodnika. Prevelika luknja na kabelskem čevlju, ki je posledično pritrjen z manjšim premerom vijaka, ne zagotavlja kvalitetnega spoja zaradi zmanjšane stične površine, kar je pogosto vzrok pregrevanju spoja. Upoštevati je potrebno tudi pravo izbiro materiala glede na material vodnika in zbiralk (uporaba Al-Cu opreme). Zatezni moment vijačenja je podan s strani proizvajalca, in ga je potrebno upoštevati v izogib poškodbam varovalnih in priključnih elementov.

Od obstoječega priključnega stebra S10 napajanega iz obstoječe OJR DRSI se po predvidenih dvoslojnih gibljivih PE ceveh (stigmafleks) $\Phi 75$ mm polaga kabel med svetilkami, in sicer NAYY-J 4x16+2,5mm².

Kandelaber se postavi tako, da je njegova os ca. 500cm za robom cestišča oziroma za muldo (kolesarska steza, hodnik za pešce), kabel pa polaga med stebri, in sicer v kabelski jarek dimenzij 0,4mx0,8m, katerega dno je prekrito s kabelsko posteljico sestavljeno iz drobnega peska granulacije do 4mm in nanjo položena dvoslojna gibljiva PE (stigmafleks) cev $\Phi 75$ mm. Cev se zasiplje v debelini 20cm. Poleg cevi (vendar ne v pesek) se položi vroče cinkani valjanec FeZn 25x4 mm, ki je povezan med seboj s križnimi sponkami (zalivati z bitumnom) in na vsak kovinski kandelaber na pripravljeno uho na kandelabru (z dvema vijakoma).

Tudi valjanec se zasiplje z do 20cm debelim slojem materiala (*ne s peskom, zaradi slabe prevodnosti!*), nato pa položi opozorilni trak rdeče barve na katerem piše "Pozor ! Energetski kabel". Do zgornjega nivoja kabelskega jarka se zasipava s preostalim izkopanim materialom, nato pa povalja (utrjevanje), in uredi okolico (vrnitev v staro stanje). Na prehodih kabla pod utrjenimi površinami se izvedejo podboji ali pa se izreže asfaltna površina (v našem primeru to ne bo potrebno). Kabel mora biti zaščiten z obetoniranjem plastičnih cevi. Minimalni notranji premer cevi mora biti 1,5 krat večji od premera kabla.

Za doseg pravilnega nivoja osvetlitve in ostalih svetlobno-tehničnih parametrov na cestišču se montira pa 10 kos novih LED svetilk moči 55 W (barvna temperatura 3000 °K, svetlobni tok svetilke 5333 lm) na kandelabre vroče cinkane izvedbe s sidrno ploščo za 2.cono vetra (SIST EN 40) s povprečno debelino cinka 86µm (minimalna 76 mikronov – SIST EN-ISO 1461), ki s toplo belo svetlobo osvetljujejo obravnavano območje prometne površine.

Kandelabri se montirajo na betonske temelje dim 0,8x0,8x1,1m (6 kpl) in na pripravljena sidra vgrajena v mostno betonsko konstrukcijo (4 kpl - stebri na viaduktu oz. objektu so enake višine (10m), vendar imajo vratica z manipulativno odprtino višje, tako da je spodnji rob odprtine oz. vrtic vsaj 150cm (na objektu je ograja višine 120cm)) s sidrnimi vijaki M20 dolžine 1m. Priklopi posameznih svetilk so razvidni iz priložene situacije v grafičnih prilogah. Kabli morajo zaradi t.i. šivanja pri posameznih stojiščih kandelabrov gledati iz zemlje ca. 2 m, da bi tako lahko dosegli razdelilec (priključna sponka) v predvidenih kandelabrih oz. stebrih izvedbe s sidrno ploščo.

Priklopi posameznih svetilk so razvidni iz priložene situacije v grafičnih prilogah. Kabli morajo zaradi t.i. šivanja pri posameznih stojiščih kandelabrov gledati iz zemlje ca. 2 m, da bi tako lahko dosegli razdelilec (priključna sponka). Od razdelilca CR (spodnji rob je ca. 1 m nad tlemi) v posameznem kandelabru (cevna varovalka velikosti 4 A in prenapetostna zaščita vsaj 10 kV) do posamezne svetilke vodi kabel NYM-J 5x1,5 mm². Stojišča osi kandelabrov so za pločnikom (hodnikom za pešce ali muldo) potopljene v beton temelja kandelabra.

V mostni konstrukciji so za potek kabelskega vodnika predvideni tipski mostni jaški dim. 30x30cm (obdelani v načrtu objekta). V ceveh mostu poteka tudi vodnik 7H0V-K 16mm², ki se ga uporabi za ozemljitev stebrov na objektu in kovinske varovalne ograje. Navedeni vodnik se pri prehodu v zemljo poveže preko CuZn križno sponke na predvideni FeZn trak v predvidenem tipskem prehodnem mostnem jašku (obdelani v načrtu objekta). V teh jaških se izvede tudi cevna navezava objekt/zemlja oz. cesta.

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Na vrata kandelabrov se montirajo primerne oznake za nevarnost pred električnim tokom – črna strelica na rumeni podlagi. Kandelabre se tudi oštevilči z ustreznimi oznakami.

Pred pričetkom del je potrebno zaradi križanj trase cestne oz. javne razsvetljave obstoječih in predvidenih instalacij izvesti označbe s strani posameznih komunalnih upravljalcev. V bližini vseh podzemnih instalacij je potreben ročni izkop, zaradi manjše možnosti povzročitve morebitnih poškodb.

Vsa dela v bližini križanj in vzporednega vodenja se izvede obvezno pod nadzorom vsakega posameznega komunalnega upravljalca. Načini približevanja in križanj z drugimi podzemnimi instalacijami so podani v prilogah.

Zaradi izvajanja del nastajajo gradbeni odpadki, ki pa jih bo zaradi izvedbe cestne razsvetljave zanemarljivo malo, saj se večino izkopanega materiala uporabi za zasutje izkopanih kanalov.

Po končanih delih in uspešno opravljenem tehničnem pregledu bo rekonstruirano cestno razsvetljavo prevzel v svoje upravljanje lokalni vzdrževalec javne oz. cestne razsvetljave (DRSI).

T.1.1.11. VZDRŽEVANJE JAVNE OZ. CESTNE RAZSVETLJAVE

Po uspešno opravljeni izvedbi bo prešla rekonstruirana cestna razsvetljava v upravljanje in s tem njeno vzdrževanje pod okrilje vzdrževalca javne in cestne razsvetljave na tem območju.

Vzdrževalec javne razsvetljave ima (mora imeti) veljavno pogodbo z lastnikom javne in cestne razsvetljave (DRSI), po kateri mora poskrbeti, da bo menjaval pregorele LED module s prekoračeno življenjsko dobo, pregledoval spoje v razdelilcih in svetilkah, menjaval stekla svetilk, izvrševal kontrolo oziroma izvajal kontrolne meritve izolacije vsaj enkrat na dve leti, enako pa velja tudi za kontrolo ozemljitev.

Ker so kandelabri vročecinkane izvedbe, se v vsaj desetih letih ne smejo pojavljati težave glede prerjavenja (pogoj je pravilen nivo cinka). Enako velja tudi za druge zadeve (vari, mehanska trdnost, itd.), razen v primeru poškodb zaradi zunanjih dejavnikov kot so poškodbe pri prometnih nesrečah, itd.

Ker se omenjena dela opravlja na višini do 10m, je potrebna uporaba avtodvigala z varnostno košaro, kjer je še posebno resno treba uporabljati vse predpise s področja varnosti in zdravja pri delu (kombinacija dela na višini in popravila električnih naprav).

T.1.1.12 OPIS KAKO SO UPOŠTEVANE BISTVENE LASTNOSTI

Mehanska odpornost in stabilnost sta doseženi z uporabo pravilno izbranih kabelskih vodnikov, cevi in pravilno izvedenih betonskih kabelskih jaškov.

Navedeni material mora imeti ustrezne A-teste, vgrajen pa mora biti s strani usposobljenih izvajalcev ustrezne stroke.

Tudi varnost pred požarom je zagotovljena z upoštevanjem pravilne in strokovne montaže, z uporabo ustreznih predvidenih gradbenih in električnih materialov.

Higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja je odvisna od načina izvajanja del. Ta morajo biti izvedena tako, da se upoštevajo vsi postopki in pravilniki, ki se nanašajo na pravilno izvedbo del glede na zaščito zdravja delavcev kot tudi na zaščito okolja.

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

Tu je potrebno poudariti, da je predvideno pospravilo trase in odvoz odvečnega materiala na ustrezno varovano deponijo (ne na črna odlagališča).

Delavci morajo uporabljati zaščitna delovna sredstva, na kar mora biti še posebej pozoren tudi vodja gradbišča in koordinator varnosti in zdravja pri delu. Tu je vključena tudi zaščita pred hrupom delavca.

Okolica gradbišča bo v času gradnje zagotovo obremenjena z večjim hrupom kot ob normalnem prometu, zato bo okolica (gospodarski objekti) na povečanje hrupa delno občutljiva.

Upoštevani so tudi elementi varčevanja z energijo v sklopu izvajanja del, predvidene so tudi svetilke z zmanjšanim svetlobnim onesnaževanjem (upoštevana nova Uredba Ur. List št. 81/2007 in 109/200 ter 62/2010, 46/2013), ki so tudi zelo racionalno razporejene.

V Ljubljani, januar 2019; po recenziji november 2019

Pripravil:

Boštjan Mikec, dipl. inž. el., E-1739

1195	0017.00	004.2130	T.1.1	
------	---------	----------	-------	--

4/01.4.2 POPIS DEL S PREDIZMERAMI

1195	0017.00	004.2130	T.2.1	
------	---------	----------	-------	--

4/01.4.3 PROJEKTANTSKI PREDRAČUN

1195	0017.00	004.2130	T.2.2	
------	---------	----------	-------	--

4/01.4.4 PRILOGE

1195	0017.00	004.2130	T.1.3	
------	---------	----------	-------	--

4/01.4.5 DOKUMENTACIJA O RECENZIJ NAČRTA

1195	0017.00	004.2130	S.6	
------	---------	----------	-----	--

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

GSM: 041/773-457;

E-mail: gepr.projekt@gmail.com

Št. projekta: 17_637

4/01.5 RISBE

1195	0017.00	004.2130	G	
------	---------	----------	---	--