

4.1

NASLOVNA STRAN NAČRTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE**MAPA – 4 - NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
(cestna razsvetljava)**NAROČNIK / INVESTITOR:**OBČINA ILIRSKA BISTRICA, BAZOVIŠKA CESTA 14, 6250 ILIRSKA BISTRICA**OBJEKT:**PRIKLJUČEK NA GREGORČIČEVO CESTO IN UREDITEV SPREMLJAJOČIH MANIPULATIVNIH
POVRŠIN**VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:**PZI – PROJEKT ZA IZVEDBO**ZA GRADNJO:**REKONSTRUKCIJA**PROJEKTANT:**BONNET d.o.o., Cesta IX. KorpUSA 82, 5250 Solkan**

Odgovorna oseba: Aleš Bone

ODGOVORNI PROJEKTANT:**ALEŠ BONE**, el. teh. E - 9415
IZS E - 9415ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:**VILJEM FABČIČ, u.d.i.a. ZAPS - 0050-A****VILJEM FABČIČ**
univ. dipl. inž. arh.
pooblaščen arhitekt
ZAPS 0050 A**ŠT. PROJEKTA:**

679/13

ŠT. NAČRTA:

44/13

KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTA:

Solkan, November 2013

4.4**TEHNIČNO POROČILO:****UPOŠTEVANI TEHNIČNI PREDPISI IN STANDARDI:**

- Pravilnik o projektni dokumentaciji Ur.l. RS, št. 55/2008
- Zakon o javnih cestah ZJC-UPB1 Rr.l.RS št 33/2006, 45/2008
- Zakon o varnosti cestnega prometa ZVCP-1 UPB4 Ur. L. RS 133/2006, 37/2008
- Pravilnik o projektiranju cest U.l.RS. št. 91/2005
- Priporočila SDR, »RAZSVETLJAVA IN SIGNALIZACIJA ZA PROMET PR5/2-2000«, predvidenim PDLP ter Tehnično specifikacijo za javne ceste ISBN 864350355x
- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja Ur.l. RS, št. 81/2007
Spremembe: Ur.l. RS, št. 109/2007, 62/2010
- TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-002:2009 nizkonapetostne električne instalacije
- TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-003:2009 zaščita pred delovanjem strele

UPORABLJENA LITERATURA:

- Nizkonapetostne el. instalacije, M. Vidmar
- Svetlobnotehnični katalog svetilk Intra Lighting
- Električni izračuni razdelilnih omaric, M. Plaper
- Katalog energetskih in signalnih kablov za napetosti do 1kV ELKA
- Elektrotehnični priročnik D.Kaiser 1971

SPLOŠNI TEHNIČNI POGOJI:

Ti pogoji so sestavni del tehnične dokumentacije in jih je izvajalec dolžan upoštevati:

- Pri izvajanju instalacijskih del upoštevati veljavne predpise, Zakon o varstvu pri delu, kot tudi vse ostale zahteve in pogoje, ki so navedeni v tem projektu.
- Za vse spremembe v projektu, oziroma odstopanja od proj. dokumentacije mora izvajalec pridobiti pismeno soglasje projektno organizacije, ki je ta projekt izdelala, oziroma nadzornega organa investitorja.
- Pred pričetkom del je izvajalec dolžan detajlno pregledati projekt in vse morebitne pripombe pravočasno posredovati nadzornemu organu preko gradbenega dnevnika.
- Vse spremembe in odstopanja od proj. dokumentacije, ki nastanejo v času izvajanja, je izvajalec dolžan vrisati v en izvod grafične dokumentacije.
- Material, ki se vgrajuje v instalacijo, mora biti prvorazreden in še neuporabljen. Imeti mora ustrezen atest od pooblaščenice institucije.
- V skladu s točko 4. teh pogojev je izvajalec po končanih delih dolžan predati investitorju izvod dokumentacije, v katerega je vrisal vse spremembe.
- Med izvajanjem mora izvajalec voditi gradbeni dnevnik z vsemi z zakonom predpisanimi podatki.
- Vse zahteve in obrazložitve, tako s strani izvajalca kot s strani nadzornega organa, se morajo sprovajati preko gradbenega dnevnika.
- Pri izvajanju elektroinstalacij je potrebno paziti, da se ne poškodujejo druge že izvedene instalacije. V kolikor do poškodb pride jih je izvajalec dolžan odpraviti na lastne stroške.
- Po končanih delih je izvajalec dolžan opraviti preizkus delovanja zaščite pred nevarno napetostjo dotika, oziroma kontrolo pregretja varovalk ter meritve izolacijske upornosti instalacije. Prav tako je dolžan opraviti meritve upornosti ozemljila v kolikor je le to kot samostojno in ni vezano na že obstoječe integrirane sisteme, ki sami pogojujejo obratovalne sposobnosti sistema.
- O vseh meritvah mora biti izdelan pismeni protokol, z vsemi potrebnimi podatki o merilcu, merilnih instrumentih, merilnih metodah, merilnih pogojih in izmerjenih podatkih.

Pri izvajanju el. instalacij je potrebno paziti, da ne pride do poškodb na drugih instalacijah. V kolikor pa do poškodbe pride, jih je dolžan izvajalec elektrinstalacij odpraviti na svoje stroške.

Vsa vgrajena oprema in materiali morajo imeti dokazila, potrdila, ocene, certifikate, ateste, komisijske zapisnike in druga dokazila o kvaliteti vgrajenih gradbenih proizvodov. Inštalacije in oprema morajo imeti dokazila o pregledu in merjenjih električnih inštalacij, o preizkusu pravilnega delovanja inštalacij in opreme in o upoštevanju predpisov varstva pri delu, varstva pred požarom.

Delovna organizacija, ki upravlja in obratuje z tem objektom mora vse naprave označiti po veljavni tehnični dokumentaciji. Potrebno je namestiti vse napise in označbe o nevarnostih, prepovedih, obveznostih in obveščanjih, ki dodatno zagotavljajo varstvo pri delu.

SPLOŠNI POGOJI ZA IZGRADNJO ELEKTROENERGETSKIH NAPRAV:

Pri izvajanju elektroenergetskih naprav je dovoljeno uporabljati le material in opremo, ki je izdelana v skladu z SIST standardi. Če teh standardov ni, se sme uporabljati izdelke, ki odgovarjajo prizanim tujim standardom in priporočilom mednarodne elektrotehniške komisije (IEC). Električne napeljave in naprave morajo biti izdelane oz. vgrajene tako, da zaradi vlage, mehanskih, kemičnih, toplotnih ali električnih vplivov ne bo ogrožena varnost ljudi, predmetov in obratovanja. Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati tudi ostale komunalne naprave, obstoječe in predvidene in njihovo faznost ter prioriteto izgradnje. Vse obstoječe in nove elektroenergetske naprave na obravnavanem in sosednjih kompleksih je potrebno med seboj uskladiti in prilagoditi zahtevam in razmeram na terenu ter ustrezno vključiti na nove naprave.

PREDEMET OBDELAVE:

Za projekt PRIKLJUČEK NA GREGORČIČEVO CESTO IN UREDITEV SPREMLJAJOČIH MANIPULATIVNIH POVRŠIN se je izdelala projektna dokumentacija PZI – projekt za izvedbo po podatkih investitorja in po projektnih pogojih posameznih upravljalcev komunalne infrastrukture.

- Projekt obdeluje ureditev cestne razsvetljave

V projektni dokumentaciji so opisana obstoječa stanja in novo projektirano stanje, ki se izvede za potrebe nove kableske kanalizacije JR .

Zaradi poteka obstoječih elektroenergetskih kablovodov in TK vodov ob načrtovani trasi je potrebno pred izvedbo zakoličiti vse obstoječe komunalne vode! Potrebno je izvesti predpisane odmike oz. jih ustrezno zaščititi! Na trasi kablovodov je potreben pazljiv ročni izkop! Obstoječa cestna razsvetljava ob načrtovani trasi se demontira!

SPOLŠNI OPIS IN LOKACIJA:

V sklopu projekta za izvedbo (PZI) za objekt, se je izdelalo »Načrt električnih inštalacij in električne opreme – Cestna razsvetljava«. Načrt je izdelan na osnovi situacijskega načrta in ogleda na terenu ter v skladu s kriteriji glede osvetljenosti prometnic za motorni promet ter prometnih površin (priporočila SDR-Cestna razsvetljava in Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja).

Uredilo se novo javno razsvetljavo za osvetlitev cestišča, pločnika in prehodov za pešce ter demontaža obstoječih JR svetilk.

Predmet tega projekta je **izvedba JR kableske kanalizacije in JR svetilk ter napajanja le teh** za potrebe javne razsvetljave.

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 javne razsvetljave. Ta razsvetljava mora biti izvedena tako, da je dosežena čimvečja enakomernost osvetljenosti, zagotovljen pravilen nivo osnovne osvetljenosti za posamezen razred ceste in dosežen sprejemljiv razred bleščanja.

OPIS OBSTOJEČEHA STANJE JR:

Na projektiranem odseku ceste je že obstoječa Javna razsvetljava. Pri ogledu dejanskega stanja na terenu smo ugotovili, da svetilke NE ustrezajo zahtevam iz uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja (Ur.l.RS, št 81/2007) in zahtevam priporočil SDR cestna razsvetljava PR5/2-2000.

NOVO PROJEKTIRANO STANJE JR:

Izdelalo se je projekt za potrebe osvetlitve cestišča s pločnikom in prehodov za pešce. Zaradi rekonstrukcije cestišča, se je projektiralo novo javno razsvetljavo za potrebe osvetlitve cestišča in križišča s prehodi za pešce, ki spadajo med konfliktna področja.

Predvidena je postavitve novih temeljev s sidrno ploščo in uvodnim jaškom v neposredni bližini droga – JR kandelabra. Nove svetilke javne razsvetljave se bodo napajale iz obstoječe javne razsvetljave. Moč JR se ne bo bistveno povečala.

Vgradilo se bo nove svetilke, kot je razvidno iz situacij. Obstoječe svetilke ob projektirani trasi se demontira in odstrani!

Nove JR svetilke se vgradi na h=7 JR kandelabrih – drogovi ob cestišču, razporejenih kot je razvidno iz situacijskih risb.

Pri projektiranju Javne razsvetljave in izbiri opreme so upoštevane predvsem zahteve glede kvalitete razsvetljave za določen svetlobnotehnični razred, omejitev bleščanja, barvni videz, vidno vodenje in izgled naprav za razsvetljavo ter vplivi na okolje.

ELEKTROENERGETSKO NAPAJANJE IN MERITVE JR:

Napajanje javne razsvetljave se izvede iz obstoječih JR svetilk ob trasi.
Meritve ostajajo enake - nespremenjene in niso predmet projekta.

PRIKLOP JR SVETILK:

Nova Javna razsvetljava se bo napajala iz obstoječih JR svetilk, ki se jih priključi na obstoječ JR kablovod enakega preseka kot je obstoječ. Napajanje JR svetilk se izvede z novim napajalno-krmilnim kablom NAYY 4x16mm²+2,5mm², ki se ga uvleče v novo JR kabelsko kanalizacijo do vsake nove JR svetilke.

Izvedba napajanja novih JR svetilk:

Napajanje novih JR svetilk se izvede z novim napajalno krmilnim kablom NAYY 4x16mm² + 2,5mm², ki se ga uvleče v novo JR kabelsko kanalizacijo, kot je razvidno iz situacije. Žila 2,5mm² se bo uporabila kot krmilna za krmiljenje redukcije JR svetilk. (v križiščih in pred prehodi za pešce – zaradi konfliktnega področja se jih veže brez redukcije.

Izvor napajanja:	obstoječa JR
Tip novih svetilk:	SQ100 HIT-150/830 – asimetrično desno – za prehode za pešce h = 7 m od tal
Ozemljitev.	SQ100 HST-100 – za cestišče h = 7 m od tal Združena !
Sistem:	TN – C – S !

Pri polaganju kabelske napeljave je potrebno posebno pozornost posvetiti načinu polaganja kabla, približevanju ter križanju z obstoječimi in novo položenimi komunalnimi vodi.

Razvodni kabli JR svetilk se zankajo od svetilke do svetilke. Zanke se izvedejo v priključni omarici nosilnega stebra – kandelabra preko prehodnih sponk med stebri. V vsaki priključni omarici nosilnega stebra je ob prehodnih sponkah predviden varovalni element (25/6A) za posamezno svetilko.

Napeljava v samem nosilnem stebru je predvidena s kabli NYY-J 3 x 1,5 mm² – prosto položeno. Energetski razvod je izveden v sistemu TN-C, 3 x 230/400 V, 50 Hz.

Pri polaganju kabla je potrebno upoštevati navodila – priporočila proizvajalca le tega. V splošnem pa velja:

Kabel je dovoljeno polagati do zunanje temperature -5°C. Ko zunanja temperatura pade pod to mejo je potrebno kabel skladiščiti v prostoru ogrevanem na +20°C za več dni in šele na to polagati.

Dovoljene sile vlečenja kabla se dobi po obrazcu:
za vleko samo za žile:

$$P = S \times 50 \text{ N/mm}^2 \quad (s = \text{presek žile v mm}^2)$$

za vleko za celotni kabel:

$$P = K \times D^2$$

D = presekok celotnega kabla (zunanje dimenzije kabla) r = mm²

$$K = 3 \text{ N/mm}^2$$

SVETLOBNO TEHNIČNI IZRAČUN:

Svetlobno tehnični izračun je izdelan s programskim orodjem Relux za izračun osvetljenosti za izbrane svetilke. V prilogi je podan svetlobno tehnični izračun za osvetlitev cestišča in prehodov za pešce.

Izračunane vrednosti odgovarjajo priporočilom »Slovenskega društva za razsvetljavo« PR5/2-2000, ki so nastala na podlagi končnega osnutka evropskega standarda za razsvetljavo prometnic, priporočil CIE (Commision Internationale de L'Eclariage - mednarodna komisija za razsvetljavo) in nekaterih sodobnih tujih standardov s področja cestne razsvetljave.

Izračunane vrednosti nam pokažejo, da križišče, cestišče in prehodi za pešce osvetljeno skladno s priporočili SDR.

Izračunane vrednosti so primerjane z vrednostmi iz smernic za razsvetljavo cest EN 13201, oz. priporočili Slovenskega društva za razsvetljavo (SDR).

Prometne površine se razvrščajo v skupine svetlobnotehničnih situacij glede na hitrost odvijanja prometa ter vrste udeležencev v prometu.

IZBIRA SVETLOBNOTEHNIČNEGA RAZREDA:

Širina celotnega cestišča	8,4 m
št. vozni pasov	2
Hodnik za pešce	2 m
Višina vgradnje svetlobnega vira	7 m
Oddaljenost JR kandelabra od roba pločnika	0,3 – 0,5 m
Oddaljenost JR kandelabra od roba cestišča	1,5- 1,7 m
Lokacija svetlobnega vira od osi prehoda za pešce (a) $a = (h-1) \cdot 0,7$	4,2 m

Za podano vozišče smo določili skupino: B1

svetlobnotehnični razred:

glavni udeleženci v prometu :

številom križišč:

povprečni letni dnevni promet:

ME4b (hitrost odvijanja prometa >30km/h in <60km/h,

M-motorni promet, T-traktorji, K-kolesarji,

> 3 na kilometer

> 7000 – karta prometnih obremenitev DRSC).

- S pomočjo tabele B2.2 določimo ustrezni svetlobno tehnični razred

Razred	Lsr (cd/m ²)	U ₀	U _I	TI (%)	Ko
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5

Kjer pomeni:

L - povprečna svetlost cestne površine v cd/m²
sr

U - splošna enakomernost svetlosti oz. osvetljenosti
0

U - vzdolžna enakomernost svetlosti vozišča
I

TI - relativni porast praga zaznavanja

KO - koeficient svetlosti okolice

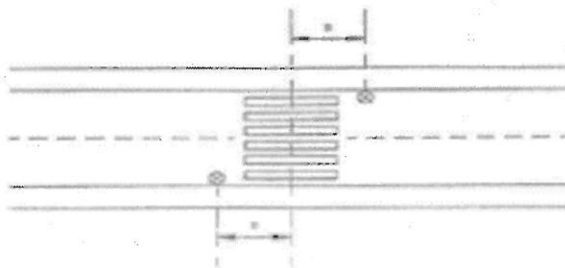
E - srednja osvetljenost celotne površine lx
sr

Iz izračuna osvetljenosti, ki je izdelan v programu Relux, vidimo da izračunane vrednosti zadoščajo vrednosti iz priporočila SDR PR5/2-2000.

Javna razsvetljava se mora v splošnem prižgati pri 10% višji osvetljenosti kot je srednja osvetljenost cestišča, ki jo zagotavlja javna razsvetljava, vendar se zaradi osvetlitve prehoda za pešce, ki se vključuje skupno s splošno razsvetljavo ta mora vklopiti pri 40,0 lux. To se zagotovi s pravilno nastavitvijo zatemnilnega stikala v krmilni omarici javne razsvetljave RKO/JR in zatemnilnega stikala.

Prehodi za pešce na glavnih cestah in področjih z višjo gostoto odvijanja prometa:

Da dosežemo dober pozitivni kontrast je potrebno zagotoviti v območju vrednotenja najmanjšo povprečno vrednost Ev na višini 1m nad voziščem 40lx, pri tem da vrednost Ev v nobeni točki področja vrednotenja ne sme biti manjša od 5lx. Pri cestah z dvosmernim prometom je zahtevano vrednost povprečne navpične osvetljenosti za vsako smer vožnje možno doseči le z dvema svetilkama, ki sta nameščeni pred preходом gledano iz posamezne smeri vožnje.



V projektu smo osvetlili prehode za pešce skladno s priporočili SDR Cestna razsvetljava, ki narekujejo da je potrebno pri cestah z dvosmernim prometom da dosežemo zahtevano vrednost povprečne navpične osvetljenosti za vsako smer vožnje možno doseči le z dvema svetilkama, ki sta nameščeni pred preходом gledano iz posamezne smeri vožnje. Prehodi za pešce se smatrajo kot konfliktno področje, zato se osvetljujejo z belo svetlobo, ter večjo osvetljenostjo kot je ostalo cestišče, kar je razvidno iz podanih izračunov.

Dodatna razsvetljava na prehodu za pešce ni potrebna, če je na delu ceste, kjer je lokacija prehoda nameščena cestna razsvetljava, ki na vozišču 50m pred prehodom in 50m za prehodom zagotavlja naslednje vrednosti:

- vzdrževana povprečna vrednost vozišča 2cd/m^2
- vzdolžna enakomernost svetlosti $U_i=0,7$
- splošna enakomernost svetlosti $U_o=0,4$
- omejitev pleščanja na prehodu mora biti TI do 10%

Ti kriteriji pri tej situaciji niso izpolnjeni zato smo v projektu osvetlili prehode za pešce, ki spadajo pod kriterij – konfliktnega področja.

- Prehod za pešce 1
- Prehod za pešce 2

NAČIN RAZSVETLJAVE:

V projektu smo naredili izračun osvetljenosti križišča s pomočjo računalniškega programa podjetja Relux in karakteristikami svetilk podjetja Sitemo.

Na podlagi izdelave teh izračunov za različne postavitve razsvetljave, višine kandelabrov, tipov svetilk, svetlobnih virov v svetilkah, potrebne osvetljenosti in svetlosti za kritične točke (križišče, prehodi za pešce) ter razreda bleščanja smo se odločili za razporeditev svetilk na 8m kandelabrih, ki bo zagotovila primerne svetlobno-tehnične parametre cestišča.

Svetilke se bodo vgradile za rob pločnika min. 0,3m od zunanjega roba pločnika, oziroma v zelenico ob cesti min. 1,5m od zunanjega roba cestišča. Situacija svetilk in trasni potek kablov so razvidni iz situacij, potrebno pa se je prilagajati tudi razmeram na terenu.

Svetilke so izdelane v zaščitni stopnji IP65. Pri montaži je potrebno paziti, da zaradi malomarne montaže ne poslabšamo razreda mehanske stopnje zaščite. Tipiski vroče cinkani kovinski kandelabri, z minimalno debelino cinka 100nm, se montirajo na ustrezno po načrtu izdelane betonske temelje.

Instalacija se po kandelabru izvede s kablom NYY-J $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$, ki se spelje od priključne omarice (plošče) v drogu, do same svetilke. Priključno omarico predstavlja pokrov omarice, ki je del droga, ter tipski priključni set z varovalko na taljivi vložek (D0,6A) in sponkami za trifazni prehod. (Spončna odprtina mora biti s spodnjim robom vsaj 1m nad koto 0,00 oz. pločnika)

Svetilke se skladno z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja namestijo pod kotom 0° ($ULOR=0$).

Stebri so tipski (oz. po izbiri arhitekta), ki se jih vgrajuje na področju Elektro distribucije. Vrh stebra je prilagojen za direktno montažo posameznih svetilk. Stebri so dimenzionirani za pritisk vetra $p = 1100\text{N/m}^2$ kar odgovarja hitrosti vetra 151 km/h in coni C. Zaščito pred korozijo se izvede z vročim cinkanjem stebrov JR. Stebri morajo biti skladni s standardom SIST EN 40. Drogovi se montirajo v tipske, armirano-betonske, montažne temelje, s podbetoniranjem z betonom MB10, debeline 5cm. V temelje se vgradi tudi montažna plošča s sidri. Pri montaži svetilke na temelj je potrebno vijake premazati z bitumnom, oziroma jih zaliti z asfaltom.

Poseben poudarek je namenjen zaščiti okolice, saj za cestno razsvetljavo predvidimo najsodobnejše svetilke, ki v zgornji polprostor ne sevajo svetlobnega toka. Montaža svetilke na drog naj bo pod kotom 0° . (Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja U.L.RS. št. 81/2007) Pri izbiri opreme so upoštevani pogoji okolice, kjer predvidevamo vgradnjo opreme. Pri izbiri opreme smo upoštevali, ter izbrali primerno zaščito opreme proti zunanjim vplivom. Vsi elementi javne razsvetljave so izdelani tako, da normalno in zanesljivo delujejo v okoliških pogojih.

Oprema obratuje pri temperaturi okolice -25° do $+55^{\circ}$ C (vpliv AA3 in AA4), IP zaščita IP 44 (vpliv AD4 in AE3), odporna je na korozijo zaradi atmosferskih vplivov (vpliv AF2), odporna proti sončnemu sevanju (vpliv AN2) ter dotiku (vpliv BA1, BA2 in BA4). Ostali vplivi so zanemarljivi.

IZVEDBA JR KABELSKKE KANALIZACIJE IN NAPAVALNEGA KABLE:

JR Kabelska trasa poteka po trasi, ki je bil določen kot koridor za javno razsvetljavo. Do posameznih svetilk se kabelska kanalizacija izvede v zemlji tako, da se izkoplje jarek v katerega se položi rebrasto fleksibilno zaščitno cev 1 X STIGMAFLEX $\phi=110\text{mm}$ in v njo uvleče napajalno-krmilni kabel svetilk.

Kabel se polaga v SF cev, ki je položena v kabelski jarek dimenzij $0,4\text{m} \times 0,8\text{m}$ v pločniku in $0,4\text{m} \times 1,3\text{m}$ v cestišču, katerega dno se prekrije s kabelsko posteljico sestavljeno iz drobnega peska granulacije do 4mm . Nato se polaga vroče cinkani valjanec FeZn $25 \times 4\text{mm}$ – na isti globini kot SF cevi, ki se ga poveže med seboj s križnimi sponkami (zalivati z bitumnom). Tudi valjanec zasipujemo z do 20cm debelim slojem materiala (*ne s peskom, zaradi slabe prevodnosti!*). in nanjo položi cevi stigmafleks $\phi 110\text{mm}$. Cev zasipujemo v debelini 20cm . Nato položimo opozorilni trak rdeče barve na katerem piše "Pozor ! Energetski kabel". Do zgornjega nivoja kabelskega jarka se zasipava s preostalim izkopanim materialom, nato pa se ga povalja (utrjevanje), in uredi okolico (vrnitev v staro stanje).

V cev se uvleče kabel primeren za polaganje direktno v zemljo tipa NAYY-J $4 \times 16\text{mm}^2 + 2,5\text{mm}^2$, pri čemer je pri polaganju maksimalna dovoljena vlečna sila 30N/mm^2 in minimalni dovoljeni polmer ukrivljanja kablov $r > 12 \cdot D$ (D – zunanji premer kabla v mm).

Kabli se naj polagajo pri temperaturah med -5°C in $+50^{\circ}\text{C}$.

Za zaščitno ozemljitev se uporabi pocinkani jekleni trak (FeZn $25 \times 4\text{mm}$), ki je pokončno položen v zemljo vzdolž celotne kabelske trase in je spojen z JR kandelabi.

Pred JR kandelabri so predvideni kabelski jaški izdelanih iz betonske cevi $\phi=80\text{ cm}$ in $l=1\text{m}$, ki so pokriti z enojnim litoželeznim pokrovom $60 \times 60\text{cm}$ za težki promet in napisom ELEKTRIKA.

Pred pričetkom del je potrebno zaradi križanj trase nove JR kabelske kanlizacije z obstoječimi podzemnimi instalacijami izvesti označbe s strani posameznih komunalnih upravljavcev. 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.

Križanja, odmiki in varnostne razdalje:

V odsekih, kjer poteka kabelska trasa pod voziščem, (prečkanje vozišča), ter na vseh hišnih uvozih in priključkih stranskih cest, je potrebno cevi pod voziščem obbetonirati!

- globina kabelskega jarka - $0,8\text{ m}$ (prilagojeno razmeram!)
- ozemljitveni trak FeZn $25 \times 4\text{ mm}$ - $0,5 - 0,6\text{ m}$
- opozorilni trak - $0,3 - 0,4\text{ m}$

Pri vseh navedenih in morebitnih drugih križanjih ter približevanjih je upoštevano soglasje prizadetih upravljavcev, veljavni tehnični normativi in Tipizacijo za polaganje elektroenergetskih kablov 1kV , $10/20\text{ kV}$ (brošura DES, januar 1981) ter Pravilnik o tehničnih normativih za graditev nadzemnih vodov z nazivno napetostjo $1-400\text{ kV}$ (Ur. l. SFRJ št. 65/88).

- Križanje kabla JR s cevmi vodovoda in kanalizacije se izvede na oddaljenosti $0,5\text{ m}$, oziroma $0,3\text{ m}$ v primeru priključnega cevovoda. Kabel položiti v plastično cev $\phi 110\text{ mm}$.
- Križanje cest je izvedeno na globini 1 m in s polžitvijo kabla v obbetonirano plastično

cev $\phi 110$ mm. Najmanjša navpična oddaljenost od zgornjega roba kabelske kanalizacije do površine ceste je 0,8 m.

- Križanje energetskega kabla 1 kV in telekomunikacijskega kabla je izvedeno na navpični oddaljenosti 0.5 m. Kot križanja mora biti praviloma 90° , ne sme pa biti manjši od 45° . Če te oddaljenosti ni mogoče zagotoviti, je potrebno energetski kabel položiti v železno cev $\phi 159$ mm, dolžine 2 do 3 m, telekomunikacijski kabel pa v plastično cev $\phi 110$ mm iste dolžine. Tudi v tem primeru razdalja ne sme biti manjša od 0.3 m. Pri paralelnem poteku kabla J.R. in TK kabla razdalja ne sme biti manjša od 0.5 m – podano informativno!
- Odmik stojnih mest svetilk od osi daljnovoda 20kV mora biti minimalno 5m.

Pred posegom je potrebno izvesti uradne zakoličbe komunalnih vodov, ki jih morajo opraviti posamezni upravljalci.

Ozemljilo:

Da izpolnimo pogoje TN-C sistema, moramo pri vsakem porabniku, oziroma stebru položiti ozemljilo, pocinkani valjanec FeZn 25x4mm. Upornost ozemljila mora imeti vrednost, ki zagotavlja njihovo nemoteno delovanje. Najprimernejša je ozemljilna upornost manjša od 50 Ω . Pri specifični upornosti tal večji od 250 Ω /m ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal (Ω /m).

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} (\Omega)$$

ρ ...specifična upornost tal,
 d ...premer ozemljila v (m),
 l ...dolžina ozemljila v m,

Z valjancem mora izvajalec del povezati vse kandelabre in prevodne mase v bližini (kovinske ograje, žične ograje ipd.). Če obstajajo tudi druge ozemljitve, lahko predvideno ozemljitev povežemo z njimi. Valjanec služi kot združeno ozemljilo.

Valjanec mora izvajalec del privijačiti na drog z dvema vijakoma M 10. Spoje valjanca mora izvajalec del izvesti s križnimi sponkami. Spoje valjanca v zemlji, prehode valjanca iz zemlje na prosto ali skozi jašek, mora izvajalec del zaščititi proti koroziji z bitumnom.

VZDRŽEVANJE CESTNE RAZSVETLJAVE:

Po uspešno opravljeni izvedbi bo prešla rekonstruirana cestna razsvetljava v upravljanje in s tem njeno vzdrževanje pod okrilje vzdrževalca javne razsvetljave na tem območju. Vzdrževalec javne razsvetljave ima (mora imeti) veljavno pogodbo z lastnikom javne razsvetljave (občina) po kateri mora poskrbeti, da bo menjaval pregorele žarnice in žarnice s prekoračeno življenjsko dobo (na žarnice ni garancije), dušilke, vžigne naprave, 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 prerjavanja (pogoj je pravilen nivo cinka podan v predhodnem poglavju). 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 okoli 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).

Razsvetljava mora zagotavljati vidne pogoje v času, ko ni zadostne dnevne svetlobe. To pomeni, da se mora razsvetljava vklopiti, ko dnevna svetloba več ne zagotavlja svetlosti, ki je zahtevana za posamezno kategorijo ceste.

Za krmiljenje so uporabljena svetlobna stikala, ki so opremljena s fotocelico za merjenje osvetljenosti. S svetlobnim stikalom lahko krmilimo posamezno prižigališče.

Pri nastavitvi preklopnih vrednosti svetlobnega stikala je potrebno upoštevati:

- zakasnilni čas naprave
- zagonski čas sijalk (ca 4-5 min za VtNa sijalke)

Upravitelj javne razsvetljave na območju občine je dolžan redno vzdrževati vse naprave za zunanjo razsvetljavo. V določenih časovnih razmakih mora izvesti meritve in voditi zapisnik o opravljenih meritvah. Svetilke, kandelabre in razdelilne omarice je občasno potrebno pregledati in po potrebi z barvanjem zaščititi pred atmosferskimi pojavi (dež, sneg, sonce,) in eventualnimi površinskimi mehanskimi poškodbami.

Naprave javne razsvetljave lahko posluhuje oz. vzdržuje le pooblaščen za takšno dejavnost registrirano, usposobljeno in primerno opremljeno podjetje. Pri posluževanju objekta mora upoštevati vse varnostne ukrepe v skladu z veljavnimi varnostnimi predpisi, še posebej na naslednjih področjih:

- zavarovanje delovišča z ustrezno predpisano prometno signalizacijo in drugimi ukrepi
- upoštevanje varnostnih ukrepov pri delu z električnim tokom
- upoštevanje ukrepov pri delu na višini

V ta namen mora imeti pooblaščen podjetje na razpolago ustrezno tehnično **dokumentacijo (projekt izvedenih del - PID)** o objektu (napravi), skupaj z **vsemi ustreznimi certifikati oz. izjavami o skladnosti za vso vgrajeno opremo.**

Objekt javne razsvetljave je potrebno redno kontrolirati in vzdrževati, optične dele svetilk pa po potrebi tudi očistiti.

Delo pri zamenjavi svetilk se lahko izvaja tudi pod napetostjo, vendar se morajo uporabljati osebna zaščitna sredstva (zaščitna čelada, zaščitne rokavice), ter izolirani podstavek (izolirana avtokošara, lesena lestev).

Krmilno-napajalna omarica javne razsvetljave mora biti opremljena z ustrezno shemo dejanskega stanja s potrebnimi podatki (preseki, varovanje, izvodi, ...). Pri spremembi kateregakoli elementa pa je potrebno enopolno shemo ustrezno popraviti oziroma dopolniti. Vsa samostojna stikalna mesta je potrebno opremiti z ustreznim napisom in opozorilnim znakom.

Dodatno obremenjevanje kandelabrov in svetilk z raznimi tablami, transparenti in podobnimi zadevami brez predhodne statične kontrole in dovoljenja ni dopustno.

Posebno pozornost moramo posvetiti antikorozijski zaščiti kovinskih delov naprave, močno oksidirane dele pa je potrebno ustrezno sanirati oziroma dotrajane dele zamenjati.

V primerih poškodbe javne razsvetljave moramo napravo takoj odklopiti, okolico zavarovati in takoj začeti s sanacijo in napravo vrniti v prvotno stanje.

IZRAČUNI IN DIMENZIONIRANJE:**Izračun konične moči in dovodnega kabla:**

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnikov upoštevamo vsoto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti in obremenitve ter izkoristek priključenih aparatov.

Dimenzioniranje je izvedeno po sledečih formulah:

Konično moč izračunamo po enačbi:

$$Pk = (Pi * fi * fo)$$

Konični tok izračunamo po enačbi:

ENOFAZNA NAPETOST:	TROFAZNA NAPETOST:
$Ik = \frac{Pk * 1000}{Uf * \cos \phi}$	$Ik = \frac{Pk * 1000}{1,73 * U * \cos \phi}$

kjer pomeni:

- Pk (kW)..... konična moč razdelilnika
- Pi (kW)..... instalirana moč
- fi faktor istočasnosti
- fo faktor obremenitve
- η..... izkoristek priključenih aparatov
- fp faktor prekrivanja
- Ik (A)..... konični tok
- cos fi faktor moči
- U (V) nazivna napetost

Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom, je določena glede na konični tok in selektivnost varovanja. Presek kabla je določen po (IEC 364-5-523/1983) v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Skladno pa kontroliramo izbrane vodnike še z ozirom na zaščito pred prevelikimi tokovi, ki navaja pogoje:

1. pogoj: $I_B \leq I_N \leq I_Z$
2. pogoj: $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$ $I_2 \leq k \times I_N$

- I_B – tok v predvidenem kablu (A),
- I_N (A)..... nazivni tok zaščitne naprave
- I_Z (A)..... trajno zdržni tok kabla
- I_2 (A)..... pogojni stalilni preizkusni tok
- k (A)..... faktor

Faktorji »k« za posamezne taljive varovalke gG (gL)!

Za inštalacijske odklopnike je k = 1,45, za odklopnike pa 1,2, ne glede na velikost nazivnega toka!

- In (A)..... nazivni tok zaščitne naprave
- Iz (A)..... trajno zdržni tok kabla
- I2 (A)..... pogojni stalilni preizkusni tok
- k (A)..... faktor

Izračun padcev napetosti:

Kontrola vodnikov po kriteriju padca napetosti je narejena po formulah:

Za trifazni vod TP – RKO/JR :

$$u_s (\%) = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2 \cdot \cos \varphi} \leq 3 \text{ oz. } 5 \%$$

Za enofazni vod :

$$u_s (\%) = \frac{200 \cdot P_o \cdot \Sigma (n \cdot l)}{\gamma \cdot S \cdot U_f^2 \cdot \cos \varphi} \leq 3 \text{ oz. } 5 \%$$

pri čemer je :

u_s – izračunani padec napetosti voda (%)
 P – moč v točki odjema (W)
 P_o – moč svetilke (W)
 l – razdalja (m)
 γ – specifična prevodnost ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$)
 S – presek vodnika (mm^2)
 U – medfazna napetost (V)
 U_f – fazna napetost (V)
 $\cos \varphi$ – faktor moči (0,95)

Dovoljeni padci napetosti za razsvetljavni tokokrog med napajalno točko električne instalacije in katerikoli drugo točko znašajo, če se električna instalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja, 3%, če se napaja neposredno iz transformatorske postaje pa 5%.

Zaščita:

Pri izvedbi instalacij so predvidene naslednje vrste zaščitnih ukrepov:

- zaščita pred prevelikimi tokovi
- zaščita pred kratkim stikom
- zaščita pred električnim udarom
- zaščita pred prenapetostjo

Zaščita pred prevelikimi tokovi

Zaščita pred prevelikimi tokovi je izvedena z 16A varovalkami s taljivimi vložki, ki so nameščene v stikalnem bloku RKO/JR (krmilno-napajalni del omarice), kakor tudi z 6A varovalkami v priključnih omaricah samih svetilk.

Zaščito pred prevelikimi tokovi za zemeljski kabel NAYY-J 4x16mm² + 2,5mm² zagotavljajo varovalke velikosti 16A nameščene v stikalnem bloku RKO/JR, zaščito za instalacijske vodnike NYY-J 3x1,5mm² pa varovalke velikosti 6A nameščene v priključni omarici svetilke.

Zaščita pred prevelikimi tokovi je preverjena glede na trajno zdržni tok kabla ali vodnika (I_z).

Za zaščito kablov ali vodnikov pred preobremenitvijo mora delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod izpolniti naslednja pogoja:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_n \leq \frac{1,45 \cdot I_z}{k} \leq \frac{1,45 \cdot 52}{1,75} \leq \underline{\underline{39,68A}}$$

I_b - tok, za katerega je tokokrog predviden

I_z - trajni dovoljeni tok vodnika ali kabla, ki za kabel NAPP 4x16mm² položen v ceveh v zemljo na globini 0,8m znaša 52A

I_n - nazivni tok zaščitne naprave (izračunano za kabel 4x16mm²).

I_2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave (zgornji preizkusni tok)

k - faktor za izračun zgornjega preizkusnega toka zaščitne naprave ($I_2 = k \cdot I_n$), ki je odvisen od izbire tipa varovalnega elementa in znaša :

- za gG talilne varovalke z I_n do 4A $k=2,1$; I_n od 4 do 10A $k=1,9$; I_n od 10 do 25A $k=1,75$ in I_n od 25 do 63A $k=1,6$;
- za instalacijske odklopnike karakteristik »B« in »C« je $k=1,45$

Z izbiro varovalk z nazivnimi tokovi, ki so manjši od izračunanih tokov I_n oziroma trajno dovoljenih tokov za instalacijske vodnike oziroma kable je zaščita pred preobremenitvijo dosežena.

Zaščita pred kratkim stikom:

Stikalna zmogljivost zaščitne naprave pred kratkim stikom mora biti najmanj enaka največjemu toku celotnega kratkega stika . Izklopni čas kratkostičnega toka ne sme biti večji kot izklopni čas t , v katerem tok segreje vod do dopustne mejne temperature pri kratkem stiku. Za kratke stike, ki trajajo do 5s je čas t izračunan po formuli:

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

t - trajanje v s

S - presek v mm²

I - efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A

k - specifična konstanta voda z naslednjimi vrednostmi 115 za bakrene vodnike s PVC izolacijo, 74 za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo

Pri potrebnih izklopnih časih, ki so manjši od 0,1s moramo narediti še kontrolo tokovnega impulza segrevanja:

$$I^2 \cdot t < K^2 \cdot S^2$$

$K^2 \cdot S^2$ mora biti večji od vrednosti prepuščene energije $I^2 \cdot t$, ki jo navede proizvajalec zaščitnih naprav.

Kontrola pregoretega varovalke je narejena za primer enopolnega kratkega stika, med faznim in nevtralnim vodnikom, na koncih izvodov po formuli v kateri smo zanemarili reaktanco vodnikov (preseki predvidenih vodnikov znašajo 1,5 in 25mm², fazni in zaščitni vodnik sta nameščena eden ob drugem) :

$$I_{dmin} = c \cdot \frac{0,95 \cdot U_0}{R_a + R_p}$$

I_{dmin} - minimalni okvarni tok v A

U_0 - fazna napetost v V

R_a - upornost faznega vodnika od referenčne točke do izpostavljenega prevodnega dela v Ω

R_p - upornost zaščitnega od referenčne točke do izpostavljenega prevodnega dela vodnika v Ω

c - konencionalni faktor, ki korigira pogrešek, če se zanemari impendanca napajalnega vira. Če ni točnih informacij se lahko vzame, da je enak 0,8.

Za varovalko, s katero varujemo napajalni kabel do najbolj oddaljene svetilke v veji 2 stikalnega bloka RKO/JR, znaša izračunana vrednost okvarnega toka 185,68 A, kar zagotavlja izklop talilnega vložka v času krajšem od 5s.

Ker so potrebni izračunani časi izklopa varovalke manjši od 0,1s je potrebno izvesti kontrolo tokovnega impulza segrevanja.

$$I^2 \cdot t < K^2 \cdot S^2$$

Kontrolo smo opravili kontrolo za bakreni vodnik preseka 1,5mm² za katerega je izračunana vrednost $K^2 \cdot S^2 = 29.756$ kar je bistveno več od mejnih vrednosti za talilne vložke 6A, za katere znaša vrednost $I^2 \cdot t_{max} = 194 A^2s$.

Zaščita pred kratkim stikom je z izbranimi varovalkami tako dosežena.

Zaščita pred električnim udarom

Na obravnavanem napajalnem območju so podani pogoji za TN-C razdelilni sistem. Splošni principi zaščita pred posrednim dotikom so obdelani v Elaboratu o varstvu pri delu. Pocinkani valjanec 25x4mm bo položen paralelno s kabli. Pri vsakem kandelabru bo narejen odcep od pocinkanega valjanca z vodnikom PF-Y 25mm², ki bo s pokositrenim kabelskim čevljem galvansko povezan z ozemljitveno sponko kandelabra. Spoj med PE vodnikom in valjancem se zaščiti z bitumenskim premazom. Med površino valjanca in bakrenega vodnika je potrebno vstaviti svinčene vložke. Navedena ozemljitev je tudi v funkciji strelovodne ozemljitve kandelabrov. Specifična upornost zemlje (glina, ilovica in orna zemlja) v katero je valjanec položen je 250 Ohm. Iz tabele za določitev ponikalne upornosti (Pravilnik o tehniških normativih za elektroenergetske postroje nazivne napetosti

nad 1000V) znaša vrednost ponikalne upornosti za 50m dolgo tračno ozemljilo 5 Ohm. Zaradi velike dolžine položenega valjanca so vrednosti udarne ponikalne upornosti (delovne upornosti), tudi z upoštevanjem količnika za izračun udarne ponikalne upornosti $k=2,5$, bistveno nižje od zahtevanih 5 Ohm (v zemljo bo položeno ca 2800m valjanca FeZn 25x4mm).