



## 4/2.3. TEHNIČNO POROČILO

### 4/2.3.1 SPLOŠNO

Načrt je izdelan na podlagi gradbenega načrta (Ginex international d.o.o.), geodetskega posnetka obstoječega stanja, soglasja za priključitev št.544890 Elektro Gorenjska, z dne 22.03.2012 in projektne naloge (št. 351-3/2009-4 z dne 10.12.2010). Načrt je noveliran.

Uporabljena literatura:

- Nizkonapetostne električne instalacije, Mitja Vidmar
- Elektrotehniški priročnik, D. Kaiser
- Elektrotehnični izračuni razdelilnih omrežij, M. Plaper
- Katalog kablov ELKA Zagreb
- Zunanja in notranja zaščita pred prenapetostmi, Boris Žitnik
- Priporočila SDR (Slovensko društvo za razsvetljavo), Razsvetljava in signalizacija za promet, PR5/2-2000
- Katalogi svetilk

Organizacija, ki izvaja dela jih mora izvesti skladno s 83. členom Zakona o graditvi objektov ZGO-1B (Ur. list RS 126/07) in dostaviti dokumentacijo skladno s Pravilnikom o dokazilu o zanesljivosti objekta (Ur. list RS 55/08).

Pri izgradnji je investitor dolžan zaprositi pristojni občinski organ za tehnični pregled in urediti vso potrebno dokumentacijo za pridobitev uporabnega dovoljenja.

Izvajalec je dolžan uporabiti material in opremo navedeno v projektu oz. enakih karakteristik in kvalitete. Za vsa odstopanja od projekta v materialu ali tehnični izvedbi je potrebno soglasje nadzornega organa in projektanta. Spremembe je izvajalec dolžan vnesti v izvod projekta, ki bo služil za izdelavo projekta izvedenih del.

#### 4/2.3.1.1 Splošni pogoji za izgradnjo elektroenergetskih naprav

Pri izvajanju elektroenergetskih naprav je dovoljeno uporabljati le material in opremo, ki je izdelana v skladu s sodobnimi slovenskimi standardi. Če teh standardov ni, se sme uporabljati izdelke, ki odgovarjajo priznanim 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 medsebojno uskladiti in prilagoditi zahtevam in razmeram na terenu ter ustrezno vključiti na nove naprave.

1104	004.2130	T.1	
------	----------	-----	--



#### **4/2.3.1.2 Navodila izvajalcu**

Vsa dela pri izkopu, polaganju kablov, montaži kabelskih glav in spojk se morajo izvajati v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi, ki so navedeni v projektu ter z upoštevanjem določil Zakonom o varnosti in zdravju pri delu.

Pred začetkom zemeljskih del za polaganje kablov je potrebno označiti vse obstoječe kable in ostale komunalne vode, ki potekajo v bližini.

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati predpise in smernice upravljavcev glede zahtevanih odmikov od ostalih komunalnih vodov.

Potrebno je tudi naročiti nadzor predstavnikov posameznih komunalnih organizacij nad izvajanjem del na območju njihovih inštalacij.

Glede izklopov pri prestavljanju in zaščiti kablov mora izvajalec sodelovati s službo obratovanja.

Vse spremembe pri gradnji kabelske kanalizacije morata odobriti nadzornik del in projektant.

Izkopani kabelski jarek je potrebno ograditi. V nočnem času in v času slabe vidljivosti mora biti gradbišče osvetljeno. Na cesti je potrebno postaviti cestno prometno signalizacijo.

#### **4/2.3.1.3 Električni preizkus**

Po položitvi in opravljeni montaži je potrebno vsak kabel električno preizkusiti. Priporoča se preizkus z enosmerno visoko napetostjo. Kabel mora zdržati napetosti iz naslednje tabele:

Nazivna napetost (kV)	Izmenična napetost (kV)	Enosmerna napetost (kV)	Čas trajanja (min.)
12,20	20	50,5	5/15
6/10	10,5	24	15
0,6/1	4	12	10

#### **4/2.3.1.4 Poskusno obratovanje**

Poskusno obratovanje ni predvideno.

<b>1104</b>		<b>004.2130</b>	<b>T.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--



#### **4/2.3.1.5 Zaščitni ukrepi**

##### **ZAŠČITA PRED KRATKIM STIKOM**

Pred tokom kratkega stika so kabli in naprave zaščitene z varovalkami. Varovalke so istočasno tudi pretokovna zaščita.

##### **ZAŠČITA PRED NEPOSREDNIM DOTIKOM**

Naprave pod napetostjo so montirane v zaprtih prostorih. Deli pod napetostjo so dostopni le strokovnemu osebju. Vse povezave so izvedene z izoliranimi kablji.

##### **PRENAPETOSTNA ZAŠČITA**

Za zaščito pred prenapetostmi se uporabijo prenapetostni odvodniki.

##### **PROTIPOŽARNA ZAŠČITA**

Zaščita pred požarom je izvedena s pravilno izbiro materialov, opreme in zaščitnih naprav, ki ob pravilni izvedbi in vzdrževanju ne more biti vzrok požara.

##### **ZAŠČITA PRED PRESKOKOM NAPETOSTI**

Preskok z delov pod napetostjo na ozemljene dele je onemogočen, če je zagotovljena minimalna razdalja 40 mm. Z dobrim zračenjem električnih naprav onemogočimo nastanek kondenza in s tem zmanjšujemo nevarnost preskokov.

##### **ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM**

Kot zaščitni ukrep pred posrednim dotikom je predviden NN omrežju samodejni izklop napajanja v TN-C sistemu z uporabo varovalk. Zaščito dosežemo tako, a prevodne dele električnih naprav, katere je potrebno zaščititi pred posrednim dotikom zvežemo s posebnim zaščitnim vodnikom.

PEN vodnik mora imeti izolacijo rumeno-zelene barve.

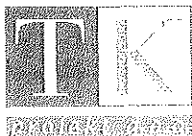
##### **ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM**

Dostopni deli električne opreme na doseg roke ne smejo doseči temperature, ki bi lahko povzročila opekline in morajo ustrezati mejnim temperaturam v skladu s SIST HD 384.4.42.

##### **DOPOLNILNI ZAŠČITNI UKREPI**

Vse naprave in kablovodi morajo imeti vidno in na lahko dostopnem mestu napisno tablico z osnovnimi podatki. Vrata prostorov, kjer so električne naprave morajo imeti oznako za nevarnost pred električno napetostjo.

<b>1104</b>		<b>004.2130</b>	<b>T.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--



#### **4/2.3.1.6 Izdelava izvršilnih načrtov**

Pred zasutjem kabelskega jarka je potrebno posneti kabelske trase s kotiranjem od fiksnih točk na terenu, kot so objekti, ter od geodetskih točk in jih vnesti v dokumentacijo distributivnega podjetja.

V dokumentacijo je potrebno vnesti pomembnejše dele kabelskega voda, kot so kabelske spojke, različna križanja z ostalimi komunalnimi vodi ali drugimi napravami, polaganje v cevi, kanalizacijo in podobno.

<b>1104</b>		<b>004.2130</b>	<b>T.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--



#### 4/2.3.2 Uvod

Regionalna cesta R3-634 Javornik – Gorje – Bled povezuje občine Jesenice, Bled in Gorje. Odsek 1104 Javornik – Gorje poteka od Jesenic čez Poljane in se zaključi v Spodnjih Gorjah. Dolžina celotnega odseka je 8+264m, skozi naselje Spodnje Gorje pa poteka 2024 m odseka. Od km 6+240 do km 7+050 poteka regionalna cesta skozi redko naseljeni del območja Spodnjih Gorij od km 7+050 do km 8+264 pa skozi gosto naseljeni del. Spodnje Gorje so največje naselje v občini in imajo 997 prebivalcev.

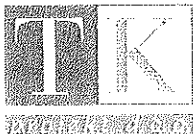
Na pododseku, ki poteka skozi naselje Spodnje Gorje ni urejenih površin za pešce, ni urejene javne razsvetljave ter ostale gospodarske javne infrastrukture. Glede na promet (motorni, kolesarski in pešpromet), obstoječa cesta R3-634/1104 ne opravlja več zadovoljivo zbirno - povezovalne funkcije.

Za potrebe rekonstrukcije regionalne ceste Javornik – Gorje (km 7,450 – km 8,264) smo po naročilu projektivnega podjetja Ginex International d.o.o. na obravnavanem območju trase izdelali načrt cestne razsvetljave cestišče.

Pred izvedbo del je potrebno opraviti mikrolokacijo naprav na licu mesta.

Izbrani so tipski elementi cestne razsvetljave, kar omogoča ekonomično in lažje vzdrževanje naprav.

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--



#### 4/2.3.3 OBSTOJEČE STANJE

Na območju rekonstrukcije so posamezne svetilke, nameščene na drogovih zračnega NN omrežja. Obstoječe svetilke se demontirajo.

#### 4/2.3.4 PREDVIDENO STANJE

##### 4/2.3.4.1 Osnovni podatki

CR na rekonstruirani Regionalni cesti R3-634/1104 Javornik – Gorje od km 7+450 do km 8+264.

Izvor napajanja:	prižigališče v omari Prižigališče CR, napaja se s kablom NAYY-J 4x35+2,5 mm <sup>2</sup> iz obstoječega lesenega droga NNO
Predmet osvetlitve:	regionalna cesta s hodnikom in prehodom za pešce
Tip svetilke:	svetilka LED, Aerolite ECO M 6000lm 53W_SCL, svetilnosti 6044 lm, proizvajalca Grah Lighting, h=7 m od tal; svetilka LED, Aerolite ECO M 10200lm 94W_SCL, svetilnosti 10253 lm, proizvajalca Grah Lighting, h=7 m od tal; svetilka LED, Aerolite ECO M 9600lm 94W_PX-R_3000K, svetilnosti 9687 lm, proizvajalca Grah Lighting, h=7 m od tal; svetilka LED, Aerolite ECO M 6000lm 53W_ME, svetilnosti 6006 lm, proizvajalca Grah Lighting, h=7 m od tal; svetilka LED, Aerolite ECO M 10200lm 94W_ME, svetilnosti 10256 lm, proizvajalca Grah Lighting, h=7 m od tal.
Ozemljitev:	združena !
Sistem:	TN-C !

##### 4/2.3.4.2 Svetlobnotehnični izračun

Pri izbiri razsvetljave moramo upoštevati osnovne kriterije razsvetljave, in sicer:

- obratovalna srednja svetlost vozišča Lsr
- vzdolžna enakomernost U<sub>i</sub>
- splošna enakomernost svetlosti
- fiziološko (slepeče) ter psihološko (moteče) bleščanje
- načelo vidnega vodenja
- koeficient svetlosti okolice K<sub>o</sub>

<b>1104</b>		<b>004.2130</b>	<b>T.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--



Ceste razvrstimo v različne svetlobnotehnične razrede za katere obstajajo posebne zahteve zgoraj navedenih kriterijev. Svetlobnotehnični razred določimo na podlagi PDLP in utežnostnih faktorjev, oziroma konfliktih točk. Cestna razsvetljava je izračunana v skladu s priporočili SDR, PR5/2 -2000.

CR na rekonstruirani Regionalni cesti R3-634/1104 Javornik – Gorje od km 7+450 do km 8+264.

Hitrost glavnih udeležencev v prometu je zmerna (med 30km/h in 60km/h). Glavni udeleženci v prometu so: motorni promet, počasni promet in kolesarji. Izbrana skupina svetlobnotehnične situacije je B2. PLDP je manj kot 7000 vozil/dan. Glede na podane podatke se predvidi svetlobnotehnični razred M4b.

Ker so ob cestišču hodniki za pešce, upoštevamo le te ločeno od zahtev za razsvetljavo vozišča. Izberemo razred P4.

V prilogi (Ostale tehnične priloge) je podan primer računalniškega izračuna razsvetljave za obravnavano cestno površino. Izračune smo izdelali za vozišče s predvidenim odklikom svetilk od cestišča. Pri izračunu smo upoštevali, da so vozne površine asfaltirane, faktor zapraševanja in staranja pa je 0,8.

Razmaki med svetilkami so empirično določeni.

#### **4/2.3.4.3 Izbira drog, temeljev, svetilk, način krmiljenja**

##### **DROGOVI, TEMELJI**

Kandelabri so tipski, višine  $h=7$  in  $5,5$ m. Kandelabri so vroče cinkani. Vrh mora biti prilagojen za direktno montažo posameznih svetilk ( $\Phi 60$  mm).

Na vseh kandelabrih mora biti na višini približno  $0,6$ m nad tlemi manipulativna odprtina s priključnimi sponkami za spajanje kablov in zaščitnega vodnika. Odprtina mora biti pokrita s pokrovom in obrnjena na stran nasprotno vožnji vozil. Velikost odprtine mora biti skladna s standardom SIST EN 40. Kabelska povezava od priključne plošče v kandelabru do svetilke naj se izvede s kablom NYY-J  $5 \times 2,5$  mm<sup>2</sup>, 1 kV.

Temelji za kandelabre  $h=7$ m so tipski. Betonira se jih na mestu samem z betonom C 16/20.

Temelji za kandelabre pred ali za opornimi zidovi so prilagojeni - ožji in globji, ter se povežejo z opornimi zidovi.

Kandelabre višine  $h=6$ m se predvidi na mestih, kjer jih namestimo na zid (kampado), ki je višine cca  $1,5$ m.

Višina posameznih kandelabrov je razvidna v situacijski risbi.

Stebri se postavijo na temeljne vijake. Temeljne vijake za steber (v nerjaveči izvedbi) se vbetonira s šablono.

V kolikor je predvidena pozicija kandelabra na zidu (kampadi), se le ta postavi na vijake, ki so vgrajeni v zid (predmet načrta Gradbenih konstrukcij).

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--



Na kandelabrih naj se cca 0,1m nad tlemi nahaja sponka za ozemljitev kandelabra (pritrđitev valjanca). Valjanec FeZn 25x4 mm vbetoniramo v temelj in z INOX vijakoma pritrdimo na sponko.

Kandelabri morajo biti skladni z zahtevami standarda SIST EN 40 in morajo ustrezati B oz. II. vetrovni coni (SIST ENV 191-2-4, karta za geografsko razdelitev Slovenije po vetrovnih conah).

Potrebno dokumentacijo z atesti in izračuni dostavi izvajalec del oz. dobavitelj drogov.

Razporeditev svetilk prikazujejo situacijske risbe. Kandelabri morajo biti od roba vozišča oddaljeni najmanj 0,7m oz. 1m od čela zaščitne ograje. Kandelabri se postavijo vsaj 0,2m od roba pločnika.

Natančno lokacijo stojnih mest kandelabrov in jaškov je potrebno določiti na mikrolokaciji naprav na samem objektu.

#### SVETILKE

Za osvetljevanje cestišča se uporabijo svetilke, montirane direktno na kandelaber, pod nagibnim kotom 0°. Zaščitna stopnja celotne svetilke mora biti IP66. Zaščitni razred naj bo I.. Svetilke so LED izvedbe. Ohišje svetilke naj bo polakiran, tlačno ulit aluminij.

Uporabijo se LED svetilke:

svetilka LED, Aerolite ECO M 6000lm 53W\_SCL, svetilnosti 6044 lm, proizvajalca Grah Lighting;

svetilka LED, Aerolite ECO M 10200lm 94W\_SCL, svetilnosti 10253 lm, proizvajalca Grah Lighting;

svetilka LED, Aerolite ECO M 9600lm 94W\_PX-R\_3000K, svetilnosti 9687 lm, proizvajalca Grah Lighting;

svetilka LED, Aerolite ECO M 6000lm 53W\_ME, svetilnosti 6006 lm, proizvajalca Grah Lighting;

svetilka LED, Aerolite ECO M 10200lm 94W\_ME, svetilnosti 10256 lm, proizvajalca Grah Lighting

Kabelska povezava od priključne plošče v kandelabru do svetilke se izvede s kablom NYY-J 5x2,5 mm<sup>2</sup>, 1 kV.

**Svetilke in njihova postavitve morajo ustrezati Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (uradni list RS 81/2007 z dne 7.9.2007).**

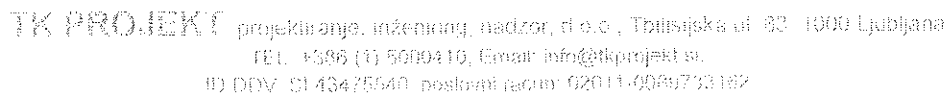
#### KRMILJENJE

Krmiljenje predvidene razsvetljave se izvaja v prižigališču CR (stikalni del).

Razsvetljava se krmili preko »fotoaktivnega elementa«, ki meri zunanjo osvetljenost in temu ustrezno vklopi oz. izklopi razsvetljavo. S programsko uro se razsvetljava preklopi na reducirano delovanje (običajno med 23. in 5. uro), polovično zmanjšanje

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--





Svetilke, ki osvetljujejo prehode za pešce se ne priključijo na redukcijo svetlobnega toka.

Za napajanje cestne razsvetljave se predvidi stikalni blok cestne razsvetljave. Razsvetljavo napajamo iz prižigališča, predvidenega ob cestišču oz. hodniku za pešce (prikazan v situacijski risbi). Predvidena priključna moč prižigališča v tej fazi je 3,4kW. Predvidi se omejevalec toka 3x25A.

Napajanje prižigališča predvidimo iz obstoječega lesenega droga NNO s kablom NAYY-J 4x35+2,5mm<sup>2</sup> (obdelano v načrtu 4/1). Kabel se uvleče v predvideno cev KK.

Predvideno je prižigališče CR. Omarica je sledečih dimenzij:

- višina 1000 mm,
- širina 1000 mm,
- globina 320 mm,
- stopnja zaščite pred udarom trdih teles in tekočin min. IP 44.

Pred previsoko napetostjo dotika mora biti priključno merilna omarica zavarovana z enako zaščito, kot je zaščiteno pripadajoče nizkonapetostno omrežje, oziroma objekt ki ji ta omarica pripada. Omarica mora ustrezati SIST EN 62208:2004 Prazna ohišja za nizkonapetostne stikalne in merilne naprave.

Za uvod kablov v omarico morajo biti speljane min. 3 cevi  $\Phi$  110 mm iz plastičnega materiala odgovarjajoče trdnosti za dovod in odvod priključnih kablovodov. Vse odprtine okrog kablov in neuporabljene cevi je potrebno zatesniti. S tem preprečimo vdor vlage in mrčesa. Poleg cevi, se v omarico spelje tudi pocinkan valjanec.

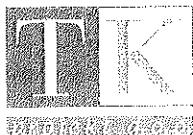
Omarica mora biti opremljena tudi z žepom s pripadajočo dokumentacijo v plastificirani zaščiti: vezalna shema, razporeditev opreme, eventualna druga dokumentacija. V omarici je potrebno označiti tudi smer vrtilnega polja, ki mora biti desno.

Omarica je razdeljena na dva dela: -distribucijski del  
-stikalni del

Distribucijski in stikalni del sta fizično ločena. Vsak del ima svoja vrata. Vrata distribucijskega dela omarice se morajo zaklepati na ključ, ki je last elektrodistribucije.

V distribucijskem delu omare bo nameščen direktni trifazni univerzalni števec delovne energije, 3x230/400V, 5-85A za merjenje porabe električne energije z notranjo uro kl.2 (IEC) ali A (MID) s PLC komunikacijskim vmesnikom in krmilnim odklopnikom. V spodnji del omarice se namesti tripolni horizontalni varovalčni ločilnik (za montažo na montažno ploščo) in prenapetostni odvodniki razreda B2 ( $I_n=8/20=30\text{kA}$ ), ki se jih varuje s predvarovalkami 3x80A (v varovalčnem ločilniku), ter ničelna zbiralka.

1104	004.2130	T.1	
------	----------	-----	--



V stikalnem delu omare se izvaja krmiljenje in napajanje svetilk.

Za napajanje svetilk cestne razsvetljave se predvidi nove zemeljske kable NYY-J 5x10mm<sup>2</sup>, ki se jih u vleče v cevi KK. Kandelabre se poveže med seboj, kot je prikazano v shematski risbi.

Predvideni padci napetosti na zadnjih predvidenih svetilkah posameznih napajalnih vej so

-V1 na S29 (L2) je predviden padec napetosti 0,7%

-V2 na S18 (L3) je predviden padec napetosti 1,1%

Opremo stikalnega dela predstavljajo instalacijski odklopniki posameznih vej razsvetljave, kontaktorji za vklop in izklop razsvetljave, stikala za ročni vklop razsvetljave. Kable posameznih vej priključimo na vrstne sponke. Ker predvidimo svetilke z napravo za vklop reducirane razsvetljave, predvidimo v prižigališču tudi krmiljenje za vklop in izklop reducirane razsvetljave. Veje cestne razsvetljave se napajajo trofazno..

Lokacija prižigališča je prikazana na situacijskih risbah.

Svetilke se poveže s kablom po sistemu »šivanja«.

Lokacije svetilk je razvidna iz načrtov. Predvidene so na podlagi izračuna in gradbenega načrta. Lokacije so prav tako usklajene z ostalimi infrastrukturnimi napravami. Pri zakoličbi stojnih mest svetilk je potrebno upoštevati obstoječe in predvidene komunalne in infrastrukturne naprave, stvarno situacijo na terenu, ki se lahko razlikuje od izmer podanih v situaciji.

#### **4/2.3.4.4 Trasa predvidene KK za potrebe CR**

Za uvlečenje kabla, ki napaja svetilke cestne razsvetljave, je potrebno zgraditi novo KK. KK bo povezovala kabelske jaške in drogove cestne razsvetljave. Drogovi CR so predvidoma nameščeni ob hodniku za pešce.

#### **4/2.3.4.5 Polaganje kablov in cevi KK**

Kabel se u vleče v kabelsko kanalizacijo izdelano iz cevi, ki se položijo:

-pod utrjenim delom cestišč, minimalno 0,8 m pod utrjenim delom cestišča - cevi se položi na podlago iz suhega betona C 12/15 in obbetonira s pustim betonom C 12/15.

-pri polaganju v zemljo se položi 0,7 m pod nivojem zemlje - cevi se položi na nabito podlago iz 2x sejanega peska (posteljica) ter prekrije s plastjo 2x sejanega peska

Potek kabelske trase EE kablov v terenu se zaznamuje z rdečim plastičnim opozorilnim trakom "POZOR ENERGETSKI KABEL", ki se položi 0,4 m pod koto terena.

Rov se zasipa z odkopanim materialom, tako da se najprej uporabi rahlo zemljo brez kosov kamenja, opeke, ... Zasipati je potrebni v slojih po 20 cm s pazljivim nabijanjem.

Za povezavo kandelabrov CR se uporabijo stigmafleks cevi fi 63mm. Pod cestiščem se predvidijo cevi SF fi 110mm, ki povezujejo kabelske jaške na obeh straneh ceste.

1104	004.2130	T.1	
------	----------	-----	--



Število cevi in način polaganja se izvede skladno z prerezi kableske kanalizacije, ki so prikazani v načrtih.

Polaganje kabla se mora opraviti pri temperaturi ozračja višji od +5°C ali pa se upošteva navodilo proizvajalca. Enako velja za montažo spojk in končnikov. V primeru polaganja pri nizkih temperaturah je potrebno kabel predhodno segreti.

Minimalni radij krivljenja ne sme biti manjši od 12 x d.

Pri razvlečenju kabla je potrebno upoštevati navodila proizvajalca kabla za max. dovoljeno vlečeno silo.

Da se doseže primerne rezerve na kablju (možnost popravila kableskega končnika), mora biti pred preходом kabla v objekt (omarico) izdelana kableska zanka dolžine najmanj 3 m.

Pred zasipom kableskega kanala se mora posneti izvedeno stanje poteka položenega kabla s kotiranjem na geodetsko mrežo. Podatki se vnesejo v tehnično dokumentacijo upravljavca objekta in pristojne geodetske uprave. Po končanih delih je potrebno izdelati PID.

Enako velja za betonske označevalne kamne, ki se po zasutju kableske trase vgradijo v teren na vseh lomnih točkah kablovoda ali v ravni trasi na vsakih cca. 40 m.

#### **4/2.3.4.6 Ozemljitve**

Ker je sistem omrežja TN-C, je zaščita pred električnim udarom izvedena v sistemu z odklopom napajanja. Zagotoviti je potrebno pogoje za omenjeni sistem. Pri izvedbi naprav cestne razsvetljave je potrebno položiti v zemljo pocinkani valjanec FeZn 25 x 4 mm, od prižigališč do vsakega droga CR. Valjanec se mora privijačiti na kovinsko maso z dvema vijakoma M10. Valjanec se polaga ob kableski kanalizaciji na globino 0,6m. Spoje valjanca se izvede s križnimi sponkami in zaščiti pred korozijo. Upornost ozemljitve mora znašati največ 10 Ω. Z ozirom na sestavo tal se predvidi specifična upornost zemlje 200 Ωm. Za izračun se predvidi 830m valjanca.

Upornost ozemljila izračunamo po enačbi:

$$R = \rho / (\pi \times l) \times \ln(l / r) = 0,85 \Omega$$

kjer je:  $\rho$  - specifična upornost zemlje (200 Ωm);

$r$  - ekvivalentni polmer ozemljila (0,0125 m);

$l$  - dolžina ozemljila (830 m).

Ponikalna upornost je manjša, kot to predvidevajo Tehnični normativi za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur. list SFRJ 13/78).

Ozemljilo se poveže s kovinskimi masami, ki so drogovom CR bližje kot 1.5 m (odbojna ograje, kovinske mreže, ...).

Valjanec bo služil kot združeno ozemljilo in kot zaščita pred atmosferskimi razelektritvami.

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--



Ponikalna upornost je manjša, kot to predvidevajo Tehnični normativi za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Ur. list SFRJ 13/78).

Ozemljilo se poveže s kovinskimi masami, ki so drogovom CR bližje kot 1.5 m (odbojna ograje, kovinske mreže, ...).

Valjanec bo služil kot združeno ozemljilo in kot zaščita pred atmosferskimi razelektritvami.

#### 4/2.3.5 DIMENZIONIRANJE VODNIKOV

Številka	Ime M.P.O. ali ST.B	tip kabela	prerez (mm <sup>2</sup> )	tip instalacije	Pk (kW)	l (m)	u% (%)	I <sub>ks1</sub> (kA)	I <sub>ks3</sub> (kA)	S <sub>min</sub> (mm <sup>2</sup> )	I <sub>kon</sub> (A)	I <sub>dop</sub> (A)	I <sub>v</sub> (A)	I <sub>2</sub> (A)	1.45*I <sub>dop</sub> (A)
1	Prizigališče CR	NAYY-J	4x35	D	3,4	15,0	0,033	1,094	2,196	33,0	5,2	80	63	100,8	116,0
1.1	veja V1	NY-Y-J	4x10	D	1,3	345,0	0,733	0,139	0,279	2,7	2,0	52	10	16,0	75,4
1.2	veja V2	NY-Y-J	4x10	D	2,1	582,0	1,133	0,087	0,175	1,7	3,2	52	10	16,0	75,4

Objekt: CR Spodnje Gorje

V izračunu je upoštevan priklon na NN omrežje (Z<sub>0</sub>=0,09Ω)

#### 4/2.3.5.1 Kontrola padca napetosti

Padec napetosti smo izračunali po naslednji enačbi:

a) enofazni tokokrogi

$$u\% = \frac{200 \times \sum P_k \times l}{\lambda \times S \times U^2}$$

b) trifazni tokokrogi

$$u\% = \frac{100 \times \sum P_k \times l}{\lambda \times S \times U^2}$$

Za napajalne vodnike s prerezi S > 16 mm<sup>2</sup> računamo po naslednji enačbi:

$$u\% = \frac{\sum P_k \times l}{10 \times U^2} \times (r + x \times \tan \varphi)$$

Oznake v enačbah pomenijo:

- u% - padec napetosti v %,
- P<sub>k</sub> - konična moč (W),
- l - enojna dolžina vodnika (m),
- S - prerez vodnika (mm<sup>2</sup>),
- λ - specifična prevodnost kabla (m/Ωmm<sup>2</sup>),
- U - nazivna napetost, pri trifaznem toku medfazna napetost (V),
- r - ohmska upornost vodnika na km (Ω/km),
- x - induktivna upornost vodnika na km (Ω/km).

Padec napetosti med napajalno točko električne instalacije in točko v kateri padec napetosti računamo, ne sme biti večji od naslednjih vrednosti:

3% za tokokrog razsvetljave, 5% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja iz nizkonapetostnega omrežja,

1104	004.2130	T.1	
------	----------	-----	--



5% za tokokrog razsvetljave, 8% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, ki je priključena na visoko napetost.

Ugotovimo, da padec napetosti v najbolj oddaljenih svetilkah (po posameznih vejah) ne presega predpisanega 3% dopustnega padca napetosti in da vsi kabli ustrezajo.

#### 4/2.3.5.2 Trajno dovoljeni tok

Varovalni element, ki varuje vodnike pred preobremenitvijo je določen glede na konični tok in selektivnost varovanja (po SIST HD 384.5.523).

Konični tok:

a) enofazni tokokrogi

b) trifazni tokokrogi

$$I_k = \frac{P_k}{U \cdot \cos \varphi}$$

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Oznake v enačbah pomenijo:

$I_k$  - konični tok (A),

$P_k$  - konična moč (W),

$U$  - nazivna napetost, pri trifaznem toku medfazna napetost (V),

$\cos \varphi$  - faktor delavnosti toka.

V zgornji tabeli smo izračunali konične tokove. Konični tok je v tabeli označen kot  $I_{kon}$ . Nazivni tok tokokroga v kablu je omejen z varovalko. V skladu z SIST HD 60364-5-52 so trajno dovoljeni toki za kable, ki jih položimo v zemljo:

- napajalni kabel veje V1 in V2 s presekom 10 mm<sup>2</sup> Cu ima  $I_z = 52$  A. Vrednost predvidenih inštalacijskih odklopnikov je 3x16 A.

Izračunani konični tok veje V1 je 2,0A in veje V2 je 3,2A ne presegajo trajno dovoljenega toka.

#### 4/2.3.5.3 Zaščita pred preobremenilnim tokom

Kontrolo izvedemo v skladu z SIST HD 60364-4-43. Izpolnjena morata biti dva pogoja.

Prvi pogoj je, da je tok, za katerega je vodnik predviden, manjši ali enak trajno vzdržnemu toku, ter manjši ali enak nazivnemu toku ščitene naprave:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Oznake v tabeli so  $I_{kon}=I_b$  (konični tok je enak bremenskemu toku),  $I_n$  je nazivni tok zaščitne naprave in  $I_z$  trajni vzdržni tok naprave ali vodnika.

Rezultati (povzeti iz tabele) po kablilih so:

-kabel veje V1 (2,0 ≤ 10 ≤ 52)      ustreza  
 -kabel veje V2 (3,2 ≤ 10 ≤ 52)      ustreza

Drugi pogoj je, da je tok, ki zagotavlja zanesljivo delo ščitene naprave manjši ali enak 1,45 kratniku trajno vzdržnega toka vodnika:

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--



$I_2 \leq 1,45 I_z$

Rezultati (povzeti iz tabele) po kablih so:

-kabel veje V1	(16 ≤ 75,4)	ustreza
-kabel veje V2	(16 ≤ 75,4)	ustreza

#### 4/2.3.5.4 Zaščita pred kratkostičnim tokom

Enopolni kratkostični tok izračunamo po enačbi:

$$I_{ks} = \frac{0,9 \times U}{\sqrt{(R^2 + X^2)}}$$

Kratkostični tok mora biti prekinjen v času, ki je manjši od časa v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature. Kontrolo izvedemo v skladu z SIST HD 60364-4-43.

$$t = \left( \frac{K \times S}{I} \right)^2$$

Kjer je:

- t –čas trajanja kratkega stika
- K –koeficient 115 - Cu vodniki s PVC izolacijo, 74 - Al vodniki s PVC izolacijo (preglednica 43A, SIST HD 60364-4-43)
- S –presek vodnika
- I –efektivna vrednost kratkostičnega toka

Iz karakteristik inst. odklopnikov 10A razberemo, da izključijo tok kratkega stika (izpisanega v tabeli) v času, ki je krajši, kot ga zahteva izračun.

#### 4/2.3.5.5 Zaščita pred električnim udarom

Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo vseh elementov el. instalacije v ohišja.

Zaščita pred posrednim dotikom, pa je izvedena s samodejnim izklopom napajanja okvarjenega dela instalacije, ki prepreči, da bi se ob okvari vzdrževala napetost dotika tako dolgo, da bi obstojala nevarnost.

Glede na sistem mreže TN je v skladu z SIST EN 61140 uporabljena zaščita z avtomatskim odklopom napajanja z napravami za nadtokovno zaščito.

Zaščita je učinkovita, če impedanca tokokroga in karakteristika zaščitne naprave ustrezata pogoju (SIST HD 60364-4-41):

$$Z_s \times I_d \leq U_0$$

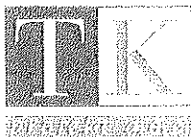
Kjer je:

Z<sub>s</sub> -impedanca okvarne zanke

I<sub>d</sub> -tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave v času 5s.

U<sub>0</sub> -nazivna napetost proti zemlji

<b>1104</b>		<b>004.2130</b>	<b>T.1</b>	
-------------	--	-----------------	------------	--



Izračun pokaže, da upornost zanke kabla za napajanje veje V1 znaša  $0,827 \Omega$ . Iz karakteristike varovalk se razbere, da instalacijski odklopnik nazivne vrednosti 10 A v času 5 s izklopi tok 39,1 A.

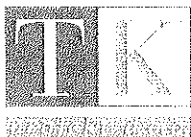
$$Z_s \times I_d = 0,827 \Omega \times 39,1 A = 32,3 V \leq U_0$$

Izračun pokaže, da upornost zanke kabla za napajanje veje V2 znaša  $1,32 \Omega$ . Iz karakteristike varovalk se razbere, da instalacijski odklopnik nazivne vrednosti 10 A v času 5 s izklopi tok 39,1 A.

$$Z_s \times I_d = 1,32 \Omega \times 39,1 A = 51,6 V \leq U_0$$

Po končani izvedbi naprav in inštalacij je potrebno pred pričetkom obratovanja inštalacijo pregledati in preizkusiti v skladu s TP 2/89, tč.IV.

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--



#### **4/2.3.6 PRIBLIŽEVANJE IN KRIŽANJE Z DRUGIMI OBJEKTI IN INSTALACIJAMI**

Pri polaganju ostalih komunalnih vodov je potrebno upoštevati naslednje zahteve iz predpisov križanj in približevanj kablov z drugimi objekti in inštalacijami.

##### **4/2.3.6.1 Vodovod in kanalizacija**

Polaganje energetskih kablov pod ter iznad vodovodnih oziroma kanalizacijskih cevi ni dovoljeno, razen pri križanjih.

Minimalni vodoravni razmak pri paralelnem polaganju kabla in vode je 0,5 m oziroma 1,5 m, če gre za magistralni cevovod za preskrbo vode (razmak se meri med najbližjimi zunanji robovi inštalacije).

Na mestih križanja je kabel lahko položen nad vodovodom ali pod njim, odvisno od položaja cevi. navpični svetli razmak med kablom in glavnim cevovodom mora biti najmanj 0,5 m, pri križanju kabla in priključnega cevovoda pa 0,3 m.

Minimalni vodoravni razmak pri paralelnem polaganju energetskega kabla je za manjše kanalizacijske cevi ali hišne priključke 0,5 m, za magistralne kanalizacijske cevovode enakega ali večjega profila od  $\Phi$  0,6/0,9 m pa 1,5 m.

Na mestih križanja se kabel lahko položi samo nad kanalizacijskim cevovodom. Oddaljenost od temena kanalizacijskega profila je minimalno 0,3 m.

Kadar je teme kanalizacijskega profila na globini manjši od 0,8 m, se izvede dodatna mehanska zaščita kabla z jeklenimi cevmi ustreznega premera v plasti suhega betona.

V primeru, da minimalnih razmakov pri paralelnem polaganju kabla z vodovodom ali kanalizacijo ni mogoče doseči, se kable zaščiti s polaganjem v kabelsko kanalizacijo.

Polaganje kablov skozi vodovodne komore, hidrante, kanalizacijska okna in skozi odtoke, kakor tudi iznad njih in poleg njih ni dovoljeno.

##### **4/2.3.6.2 Telekomunikacijski vodi**

Križanje energetskih kablov s podzemnimi telekomunikacijskimi kabli se izvede pod kotom 90°, nikakor pa ne manjšim od 45° z navpičnim razmakom 30 cm za energetske kable do 1 kV.

Ni dovoljen prehod energetskih kablov skozi jaške telekomunikacijske kabelske kanalizacije, kakor tudi ne prehod pod jaškom ali nad njim.

Oddaljenost najbližjega energetskega kabla napetosti do 20 kV do najbližjega TK kabla pri paralelnem poteku je najmanj 50 cm oziroma 1 m za kable nad 20 kV.

Če ne moremo doseči omenjenih oddaljenosti, se na teh mestih med energetskimi kabli in TK kabli namesti pregrada iz termično odpornega materiala.

1104		004.2130	T.1	
------	--	----------	-----	--