

UPOŠTEVANI TEHNIČNI PREDPISI IN STANDARDI:

- Zakon o graditvi objektov ZGO-1 (Ur. List SRS št.110/02)
- Zakon o spremembah in dopolnitvah o graditvi objektov ZGO-1A (Ur. List SRS št.47/04)
- Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o graditvi objektov ZGO-1B (Ur.List SRS št. 126/07)
- [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
- Pravilnik o zahtevah za NN električne instalacije v stavbah (Ur. L. RS št. 41/09)
- TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-002:2013 nizkonapetostne električne instalacije
- TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-003:2013 zaščita pred delovanjem strele

Načrt električnih instalacij in električne opreme je izdelan na podlagi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne inštalacije v stavbah (Ur.l.RS.št.41/2009) in tehničnih smernic Nizkonapetostne inštalacije TSG-N-002:2013 in Zaščita pred delovanjem strele TSG-N-003:2013

UPORABLJENA LITERATURA:

- Nizkonapetostne el. instalacije, M. Vidmar
- Obratovanje in vzdrževanje el. objektov, strojev in naprav v skladu z veljavnimi predpisi, M. Vidmar
- Električni izračuni razdelilnih omaric, M. Plaper
- Zunanja in notranja zaščita pred prenapetostmi, B.Žitnik
- Ozemljitve v električnih napravah 1.del, A. Bajc
- Katalog energetskih in signalnih kablov za napetosti do 1kV ELKA
- Elektrotehnični priručnik D.Kaiser 1971

SPLOŠNO:

Pred pričetkom del je izvajalec elektro inštalacij dolžan projekt detajlno pregledati in eventuelne pripombe takoj posredovati projektantu, investitorju in nadzornemu organu.

Za eventuelne spremembe, dopolnila oz. odstopanja od projektne dokumentacije, mora izvajalec pridobiti soglasje projektne organizacije in odgovornega projektanta, ki je projekt izdelal, soglasje investitorja in nadzornega organa.

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 s 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 med seboj uskladiti in prilagoditi zahtevam in razmeram na terenu ter ustrezno vključiti na nove naprave.

PREDEMET OBDELAVE:

Za projektirani objekt se je izdelala projektna dokumentacija za Električne instalacije električnih naprav, napeljav in opreme v fazi PGD – Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja.

- Izvede se skupni izkop za SN in NN kabelsko kanalizacijo od obstoječe RKO/NN omare do obstoječe TP – za potrebe prestavitve obstoječih SN in NN kablovoda,v
- Izvede se novo JR kabelsko kanalizacijo in postavitev novih JR svetilk za potrebe osvetljevanja parkirišča – JR kabelsko kanalizacijo se naveže na obstoječo JR in na obstoječ JR kablovod
- Izvede se novo kabelsko kanalizacijo in napajalne kable – za potrebe napajanja reflektorjev igrišča, izvede se novo ERO-1 omaro (6kW) – prižigališče reflektorjev, ki se jo napaja iz obstoječe elektro omare iz osnovne šole
- Obstoječe vode se ustrezno zaščititi

UPORABLJENI PREDPISI

Dokumentacija je izdelana v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in normativi. Pri projektiranju so upoštevani naslednji predpisi, dokumenti in podatki.

ZA IZVAJALCA

Pred pričetkom del mora izvajalec projekt detajlno pregledati in morebitne pripombe nemudoma posredovati projektantu. Za vsako spremembo, dopnilo in odstopanje od projektne dokumentacije mora pridobiti izvajalec pismeno soglasje projektanta ter soglasje investitorja in pooblaščenega nadzornega inženirja.

SPREMEMBE MATERIALA ALI REŠITEV

V primeru, da izvajalec del poda predlog za spremembo rešitev ali opreme, je na svoje stroške dolžan izdelati ali pridobiti:

- strokovne rešitve in izračune s strani strokovne in licencirane osebe (po ZGO),
- podati dokazila o ustreznosti in vsaj enakovredni kvaliteti s projektom predvidenimi rešitvami,
- naročniku in nadzorniku dostavi vzorčne primere s projektom predvidene opreme in vzorce eventualno predlagane opreme,
- projektantu naročiti dela vezana na potrditev sprememb v kolikor ni že potrjeno s strani odgovornega nadzornika.

Za vse spremembe in ustrezno delovanje, pogojeno s spremembami, je izključno odgovoren predlagatelj opreme.

PROJEKTNALOGA

Pri izdelavi načrta el. instalacije za razsvetljavo igrišča so upoštevane zahteve, da mora dosežena osvetljenost ustrezati zahtevam za rekreativno udejanjanje:

Zahtevane so naslednje vrednosti:

- osvetlitev igrišča; $E_s = 150 \text{ lx}$

RAZSVETLJAVA IGRISČA:**DOVOD ELEKTRIČNE ENERGIJE:**

Električni priključek nove ERO-1 omare prižigališča reflektorjev igrišča se zagotovi iz obstoječe elektrozno omare osnovne šole. Izvede se nova kabelska kanalizacija iz SF cevi $\phi=110\text{mm}$ v katero se uvleče novo dovodni napajalni NN kablovod NYY-J 5x10mm² za potrebe napajanja ERO omare (6kW).

Dovod električne energije je potrebno pripeljati v glavno električno razdelilno omaro igrišča – ERO-1. Predvidena konična moč komplet razsvetljave igrišča znaša $P_k=6\text{ kW}$.

RAZVOD ELEKTRIČNE ENERGIJE

Za montažo reflektorjev so predvideni stebri višine 12 m, kateri so razporejeni ob igrišču ca. 4 m od linije igrišča. Na vsakem stebri se vgradi po dva asimetrična reflektorja moči 400W. Stikala, za prižiganje reflektorjev se vgradni na omari ERO-1. Eno stikalo vklopi po dva reflektorja na stebri. Za napajanje reflektorjev na stebrih je predvidena električna razdelilna omara ERO-1, v kateri je montirana oprema za priključek reflektorjev.

Kabli do omar so položeni v zaščitni cevi PVC 50 rdeče barve. Cevi se položijo v 2 x sejani pesek $d = 10\text{ cm}$ ter zasujejo z drobno izkopanim materialom in sicer v plasteh z nabijanjem. Najmanjša razdalja od vrha cevi do višine terena mora znašati 0,6 m, do asfaltiranih vozniških površin pa 0,8 m. Nad cevmi 30 cm se položi opozorilni trak.

OPREMA

Kandelabri so višine 12m s sidrno ploščo. El. instalacija za priključek reflektorjev se izvede s kabli FG70R 3x4 mm² položenim v stebri na kovinski konstrukciji, katero pripravi dobavitelj stebra.

Razdelilna omara ERO-1, je prostostoječa. Izvedena iz nerjaveče pločevine v zaščiti minimalno IP 55. Pod omaro je predvidena kineta za uvod kablov. Kineta mora biti betonirana 10 cm višje, kakor je teren.

Omara je sistemsko urejena tako, da se sestoji iz dveh delov. V enem delu omare je montirana kompletna oprema za krmiljenje reflektorjev, v drugem so montirane predstikalne naprave za posamezne reflektorje. Vžigne naprave so montirane na samem reflektorju.

Vklop razsvetljave je predviden po skupinah in sicer preko kontaktorja. V omari so še predvideni grelec omare s termostatom, ventilator s termostatom, svetilke za omaro in odvodnik prenapetosti. Na vratih omare so predvidene reže za zajem sveže zraka.

Vklop razsvetljave je predvideno iz krmilne omare KO, katera je montirana na stranico omare ERO-1. V omari so montirana stikala 1P, 20 A, 0-1, za vklop posameznih skupin reflektorjev. Krmilni vodi za vklop posameznih skupin so izvedeni s kablom NYY-J položenim v zaščitno cev in sicer ločeno. Vratca omare so pod ključavnico. Dostop do stikal je možen le z uporabo ključa, ki ga upravljalec preda uporabniku.

Uporabi se asimetrične reflektorje Siteco Maribor – Midi – 400 W.

Vse svetilke morajo ustrezati Uredbi o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Uradni list RS 81/2007). Prav tako mora biti montaža skladna z omenjeno uredbo.

Izbrani so tipski stebri protikorozijsko zaščiteni in sidrno ploščo. Stebri morajo zagotavljati mehansko odpornost in stabilnost. Stebri so montirani na betonske temelje. Izračun dostavi dobavitelj opreme. Vsi elementi morajo biti skladni s standardom SIST EN 40 ter priloženi morajo biti ustrezni certifikati.

OZEMLJITEV

Ozemljitev se izvede s pocinkanim valjancem Fe/Zn 25x4 mm položenim v skupni jarek s kablom oz. kabelsko kanalizacijo. Prikluček valjanca se izvede z vijakom M10 in zobato podložko na steber nad nivojem zemlje. Z valjancem se povežejo vsi kovinski deli, ki so normalno del tokokroga. Novo ozemljilo je priključeno na ozemljitev v KPMO.

POTEK TRAS:

Investitor je dolžan 10 dni pred pričetkom zemeljskih del pisno obvestiti upravljavca komunalnih vodov (električne in telefonske inštalacije, kabelska televizija, vodovod, kanalizacija, plinovod, ...), kot je to določeno s projektnimi pogoji. Naročiti mora zakoličevanje poteka obstoječih elektroenergetskih vodov, ki potekajo po obravnavanem območju in novozgrajenih v času projektiranja ter nadzor nad izvajanjem zemeljskih del. Globina obstoječe vkopane infrastrukture ni zanesljivo znana, zato je na posameznih mestih potrebno izkope izvesti ročno.

IZVEDBA KABELSKE KANALIZACIJE:

Pred pričetkom izvajanja gradbenih del za elektro instalacije je potrebno z upravljalcem in izvajalcem določiti traso obstoječega in novoprojektiranega elektro omrežja ter ostalih komunalnih instalacij. V kolikor bo pri izvajanju del prišlo do odstopanj trase, je potrebno to uskladiti s komunalnimi vodi.

Izkop jarka - Izmere jarka so odvisne od mesta vgraditve, števila in načina vgraditve cevi, tako da je globina jarka od zgornjega sloja cevi do pločnika najmanj 60 cm, do cestišča oz. parkirišča pa min. 80 cm (priporočljivo vsaj 100 cm). Širina jarka je odvisna od števila cevi v jarku, razmaka med cevmi in širine prostora ob strani za manipulacijo s cevmi. Razmik med cevmi se zagotovi z uporabo distančnikov, ki so postavljeni na vsake 1,5 m oz. 3,0 m v primeru ob betoniranju.

Podloga za cevi - Na dno izkopenega jarka položimo 10 cm peska granulacije 4 do 8 mm. Pesek izravnamo in ustrezno nabijemo. V posebnih primerih, kjer je nevarnost, da bo pesek izprala talna voda, izberemo podlogo z mešanico cementa in peska v razmerju 1:20, prav tako je treba s tako mešanico obbetonirati cevi. V kolikor podlogo delamo v zemljišču z majhno nosilnostjo, je treba podlogo armirati v višini 10 cm.

Polaganje in zasipanje cevi - Na nabito in znivelirano plast peska položimo cevi. Pred polaganjem v jarek je potrebno cevi pregledati, če niso poškodovane. Vgraditi se smejo le cevi, ki so nepoškodovane. Prav tako je treba pred polaganjem cevi med njimi odstraniti vse ostre predmete, ki bi lahko poškodovali cevi. Po položitvi prvega sloja cevi zasujemo s peskom granulacije največ 8 mm, ki ga nabijemo s ploščatim lesenim nabijačem med cevi. Plast peska med cevmi je debela 3 cm. Polaganje naslednjih slojev cevi je treba izvesti na enak način kot prvega. Nad zadnjim slojem cevi nasujemo še 10 cm peska. Če je razdalja med temenom cevi in nivojem zemljišča manjša od 50 cm v pločniku in manjša od 80-100 cm v cestišču, je potrebno cevi obbetonirati oz. jarek zapolniti z betonom. Kabelsko kanalizacijo nato zasujemo z izkopanim materialom z nabijanjem v slojih po 20 cm.

V območju povoznih površin je potrebno doseči zbitost predpisano s projektom zgornjega ustroja!

V višini 30 cm nad kabelsko kanalizacijo se postavi opozorilni trak, ki opozarja na energetski kabel. Kabelska kanalizacija se izvede iz plastičnih cevi za delovni tlak $p = 6$ bar rdeče barve. Cevi morajo kratkotrajno vzdržati tlak 8 barov.

Spajanje plastičnih cevi -Spajanje plastičnih cevi izvedemo s plastičnimi spojki ali z razširitvijo cevi. Spoj mora biti vodotesen, kar dosežemo z lepljenjem ali z uporabo gumijastih tesnil.

Uvod cevi v kabelski jašek - Uvod cevi v kabelski jašek izvedemo s plastičnimi uvodnicami, pritrjenimi za uvod cevi v jašek. Uvodnice postavimo neposredno v stransko steno jaška ali pa jih predhodno zabetoniramo v t.i. uvodni betonski blok, ki ga med betoniranjem jaška vgradimo v stransko steno. Zagotovljena mora biti vodotesnost med uvodnico in cevjo. Teme cevi mora biti vsaj 50 cm pod stropom kabelskega jaška.

UVLAČENJE KABLOV V KABELSKO KANALIZACIJO

Pred polaganjem kablov je potrebno preveriti dolžine kablov, ker lahko med izvedbo pride do odstopanj. Pred uvlačenjem kablov v kabelsko kanalizacijo se morajo izvršiti priprave, ki omogočajo normalne delovne pogoje:

- ograditev delovnega mesta in postavitve prometnih znakov,
- odstranjevanje pokrova z jaška,
- kontrola škodljivih vplivov,
- prezračevanje,
- čiščenje jaška in odstranjevanje vode ter
- kontrola prehodnosti cevi.

Pred pričetkom del v kabelskem jašku je potrebno pustiti jašek odprt najmanj 30 minut, s tem da sta odprta tudi sosednja dva jaška. Z indikatorjem ugotovljamo prisotnost škodljivih in vnetljivih plinov posebej še tam, kjer v bližini poteka plinovod. Če se ugotovi prisotnost omenjenih plinov, se z delom lahko prične, ko so le-ti na primeren način odstranjeni, vendar je treba potem še večkrat kontrolirati njihovo prisotnost.

Preden se uvleče kabel v cev, je treba povleči pomožno vrv, kontrolirati stanje kanalizacijskih cevi in jih očistiti, nato se potegne vlečno vrv ter se jo spoji s kabelsko nogavico oz. z vlečno kljuko. Za vlečenje pomožne vrvi lahko uporabljamo kabelske palice, ki so na koncih opremljene s kljukami in navoji za spajanje, elastični jekleni trak ali jekleno žico premera 5-6 mm.

DELO V BLIŽINI EL. VODOV

Vsa dela v bližini el. vodov se lahko opravljajo le v breznapetostnem stanju in po pogojih upravljalca. Pri delu je potrebno upoštevati veljavno zakonodajo iz varnosti pri delu in iz področja dela z el. instalacijami in gradbenimi deli.

JAVNA RAZSVETLJAVA – OSVETLITEV PARKIRIŠČA:**SPOLŠNI OPIS IN LOKACIJA:**

V sklopu projekta za izvedbo - PGD za objekt je izdelan »Načrt električnih inštalacij in električne opreme«. Načrt je izdelan na osnovi situacijskega načrta in ogleda na terenu ter je v skladu s kriteriji glede osvetljenosti prometnic za motorni promet ter prometnih površin (priporočila SDR-Cestna razsvetljava in Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja (Ur.l. RS, št. [81/2007](#)).

Ob ureditvi parkirišča se bo uredila in zgradila tudi javna razsvetljava za osvetlitev parkirišča.

Predmet tega projekta je izvedba JR kabske kanalizacione in JR svetilk ter napajanja le teh za potrebe javne razsvetljave, ter sočasna izgradnja SN in NN kabske kanalizacione (vgraditev 3x SF cevi $f_i=110\text{mm}$ + 1x SF cev $f_i=160\text{mm}$) po zahtevah Elektro Primorska. Izvede se skupni izkop in vanj položi vse omenjene cevi za potrebe prestavitve obstoječih SN, NN kablovodov.

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.

OBSTOJEČE STANJE JR:

Na projektiranem odseku je že obstoječa Javna razsvetljava. Pri ogledu dejanskega stanja na terenu smo ugotovili, da svetilke niso ustrezno razporejene in 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.

Glede na zgoraj navedeno, je v tem načrtu obdelana javna razsvetljava za osvetlitev parkirišča urejena na novo.

V ta namen je predvidena postavitve novih temeljev in uvodnim jaškom v neposredni bližini droga s povezavo na obstoječo Javno razsvetljava. Javna razsvetljava se bo napajala iz obstoječih JR svetilk, kot je razvidno iz situacij in shematov.

Za osvetlitev parkirišča, smo predvideli postavitev novih cestnih svetilk na 8m drogovi, 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 razsvetljava ter vplivi na okolje.

Izvedba napajanja JR svetilk:

Napajanje novih JR svetilk se izvede s kablom NAYY-J 4x16mm²+2,5mm², ki se ga uvleče v novo JR kabsko kanalizaciono do novih svetilk – po sistemu šivanja. Žila 2,5mm² se bo uporabila kot krmilna za krmiljenje redukcije JR svetilk.

NAČIN RAZSVETLJAVE:

Svetilke bodo vgrajene enostransko v rob hodnika za pešce ob parkirišču min. 0,3m od roba pločnika, oziroma v zelenico ob cesti min. 1,2m od roba cestišča. Situacija novih JR svetilk in trasni potek kablovoda 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.

Za osvetljevanje cestišča se uporabijo cestne svetilke z UGR = 0° in s sijalko z visokim izkoristkom, predvidene svetilke SITECO SQ100. Vgrajena svetilka ima pokrov iz UV obstojnega poliestra, ojačanega s steklenimi vlakni (GRP), reflektorjem iz visokosijajnega, eloksiranega aluminija, ravnim steklom (ULOR=0), elektronsko, predstikalno napravo z možnostjo redukcije in pozitivno logiko, okovom E27 (E40), visokotlačno natrijevo sijalko moči 100W (HST).

Instalacija se po kandelabru izvede s kablom NYM-J 3x1,5 mm², ki se spelje od priključne omarice (plošče) v drogu, do same svetilke. Priključno omarico predstavlja pokrov omarice, ki je del droga, ter tipiski priključni set z varovalko na taljivi vložek (D0,6A) in sponkami za trifazni prehod.

Svetilke se namestijo na tipske, drogove s sidrno ploščo, nadzemne višine 8m.

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

Stebri so tipiski, ki se jih vgrajuje na področju Elektro Primorska. 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 con C. Zaščito pred korozijo se izvede z vročim cinkanjem stebrov JR. Nanos cinka mora biti v skladu s standardom SIST EN 1461.

Drogovi se montirajo v tipske, armirano-betonske, montažne temelje, dimenzij 70x70x150cm, s podbetoniranjem z betonom MB10, debeline 5cm. V temelje se vgradi drogove na natik. 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 naj sodobnejše 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)

Oprema obratuje pri temperaturi okolice -25° do + 55° 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.

SVETLOBNO TEHNIČNI IZRAČUN - PARKIRIŠČE:

Svetlobno tehnični izračun za osvetlitev parkirišča je izdelan s programskim orodjem Relux za izračun osvetljenosti za izbrane svetilke. V prilogi je podan svetlobno tehnični izračun za osvetlitev karakterističnega odseka trase med dvema Svetilkama na kandelabru višine $h=8\text{m}$, ki sta med seboj oddaljena cca. $22\text{m} - 25\text{m}$.

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.

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

IZBIRA SVETLOBNOTEHNIČNEGA RAZREDA ZA MANIPULATIVNE POVRŠINE:

Širina celotnega cestišča	6 m
št. vozni pasov	2
Hodnik za pešce	1,6 m
Višina vgradnje svetlobnega vira	8 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) $a = (h-1)*0,7$	4,9 m

Za podano vozišče smo določili skupino: P

Razredi skupine P se uporabljajo za razsvetljavo površin, kjer je hitrost odvijanja prometa nizka, to je pešcevih površin, površin namenjenih kolesarjem, odstavnih pasov, stanovanjskih ulic in cest, parkirišč ipd.

S pomočjo tabele za izbiro svetlobnotehničnih razredov P za skupino situacij D3 in D4 določimo ustrezni svetlobno tehnični razred : **izberemo skupino P2, ki je enakovredna skupinam C4 in skupini M4.**

Fizično umirjanje prometa	Nevarnost kriminala	Razpoznavanje obrazov	Zahtevnost orientacije	Pogostost pešcev in kolesarjev
NE	OBIČAJNA	POTREBNO	OBIČAJNA	VEČJA
P2 = C4 = M4				

Zahteve za rezrede skupine P:

Svetlobnotehnični razred	Povprečna vodoravna osvetljenost (lx)	Najmanjša vodoravna osvetljenost v točki (lx)
P2	10	3

Zahteve za razrede skupine C:

Svetlobnotehnični razred	Esr (lx) – najmanjša vrednost povprečne osvetljenosti celotne površine	Uo – najmanjša enakomernost osvetljenosti
C4	10	0,4

Zahteve za razrede skupine M:

Razred	Lsr (cd/m ²)	U _o	U _i	TI (%)	Ko
M4	0,75	0,4	0,5	15	0,5

Kjer pomeni:

Lsr - povprečna svetlost cestne površine v cd/m²U_o - splošna enakomernost svetlosti oz. osvetljenostiU_i - vzdolžna enakomernost svetlosti vozišča

TI - relativni porast praga zaznavanja

Ko - koeficient svetlosti okolice

Esr - srednja osvetljenost celotne površine lx

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 m (prilagojeno razmeram!)
- ozemljitveni trak FeZn 25x4 mm - 0,5 - 0,6 m
- opozorilni trak - 0,3-0,4 m

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

- Križanje kabla JR s cevmi vodovoda in kanalizacije se izvede na oddaljenosti 0.5 m, oziroma 0.3 m v primeru priključnega cevovoda. Kabel položiti v plastično cev f 110 mm.
- Križanje cest je izvedeno na globini 1 m in s položitvijo kabla v obbetonirano plastično cev fi110 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 f 159 mm, dolžine 2 do 3 m, telekomunikacijski kabel pa v plastično cev f 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 5 Ohm. Pri specifični upornosti tal večji od 250 Ohm/m ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal (Ohm/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 prerjavenja (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)

Upravljalca 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 poslužuje 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.

IZVEDBA SKUPNE SN IN NN KABELSKA KANALIZACIJE – ZA POTREBE PRSTAVITEV OBSTOJEČIH KABLOVODOV:

Skupna SN in NN Kabelska kanalizacija poteka po trasi v robu pločnika v koridorju, ki je bil določen kot skupni koridor za SN, NN kabelsko kanalizacijo. Na lomih tras in na določenih razdaljah, kot je razvidno iz situacij, se vgradijo novi kabelski jaški dim. 1,2x1,2m (z 1xLŽP z napisom ELEKTRIKA in nosilnostjo 400 kN) - Revizijski jaški za SN in NN. Na začetku trase in na koncu trase se vgradijo kabelski jaški dim. 2 x 1,5m (z 2xLŽP z napisom ELEKTRIKA in nosilnostjo 400 kN).

Kabelska kanalizacija je sestavljena iz 3x SF cevi $f_i=110\text{mm}$ + 1x SF cev $f_i=160\text{mm}$. (3x sf cevi – za NN, 1x SF cev za JR in 1 x SF cev za VN).

Cevi se polaga v kabelski jarek dimenzij (0,4mx1m) , (0,4mx1,3m)-preko cestišča katerega dno se prekrije s kabelsko posteljico sestavljeno iz drobnega peska granulacije do 4mm in nanjo položi cevi stigmafleks. Cevi zasipljemo v debelini 20cm. Prav tako se položi na isto višino kot kabel položi vroče cinkani valjanec FeZn 25x4mm, ki se ga poveže med seboj s križnimi sponkami (zalivati z bitumnom). Tudi valjanec zasipljemo z do 20cm debelim slojem materiala (ne s peskom, zaradi slabe prevodnosti!). 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). Na prehodih kabla pod utrjenimi površinami se izvedejo podboji ali pa se izreže asfaltna površina. Kabel mora biti zaščiten s cevmi v kabelski kanalizaciji ali s ščitnikom v obliki betonskih polcevi ali z obbetoniranjem plastičnih cevi. Minimalni notranji premer cevi mora biti 1,5 krat večji od premera kabla (PVC ali stigmafleks $\Phi 110\text{mm}$)

Za zaščitno ozemljitev se uporabi pocinkani jekleni trak (FeZn 25x4mm), ki **je pokončno položen** v zemljo na globini najmanj 0,5m-0,6m vzdolž celotne kabelske trase in je spojen z posameznimi JR kandelabri. Vzdolž celotne trase se na globini ca 0,3m ohlapno položi opozorilni plastični trak rdeče barve.

Pred pričetkom del je potrebno zaradi križanj trase JR obstoječih podzemnih 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 upravjalca.

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 m (prilagojeno razmeram!)
- ozemljitveni trak FeZn 25x4 mm - 0,5 - 0,6 m
- opozorilni trak - 0,3-0,4 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 kV (brošura DES, januar 1981) ter pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov (Ur.l.RS št. 101/2005).

- Križanje kabla JR s cevmi vodovoda in kanalizacije se izvede na oddaljenosti 0.5 m, oziroma 0.3 m v primeru priključnega cevovoda. Kabel položiti v plastično cev f 110 mm.
- Križanje cest je izvedeno na globini 1 m in s položitvijo kabla v obbetonirano plastično cev f 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 f 159 mm, dolžine 2 do 3 m, telekomunikacijski kabel pa v plastično cev f 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.

Križanje energetskih kablov s plinovodom:

- V odsekih, kjer energetski kabel križa obstoječi prenosni plinovod je potrebno: kabel dodatno uvleči v zaščitno cev 3m na vsako stran od osi plinovoda
 - sistem JR - FeZn 25x4 mm, ki poteka nad kabelsko kanalizacijo je potrebno prekiniti zaključiti min. 3m pred in po osi plinovoda
 - križanje JR kabelske kanalizacije s prenosnim plinovodom se izvede na vertikalni oddaljenosti min. 0.5 m. Kabel položiti v zaščitno cev $f_i=160$ mm.
 - Odmiki stojnih mest JR svetilk morajo biti odmaknjeni min 2,5m na vsako stran od plinovoda

Pred posegom je potrebno izvesti uradne zakoličbe plinovoda, ki jih mora opraviti upravljalec.

Minimalni horizontalni in vertikalni odmik med komunalnimi napravami v cm:

	Kbv 20 kV	
	Horizontalni odmik	Vertikalni odmik
NN kabel 20	20 5 – med cevmi KK	20
SN kabel 20	20 5 – med cevmi KK	20
TK kabel	100	50 30 – v zaščitni cevi
Vodovod	50 – priključni 150 – magistralni	30 – priključni 50 – glavni
Plinovod	50 – priključni 150 – magistralni	30 – priključni 50 – glavni
Kanalizacija	50 150 – magistralni	50 30 – priključni

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

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:

$$P_k = [P_i * f_i * f_o * \eta]$$

Konični tok izračunamo po enačbi:

ENOFAZNA NAPETOST:	TROFAZNA NAPETOST:
$I_k = \frac{P_k * 1000}{U_f * \cos \phi}$	$I_k = \frac{P_k * 1000}{1,73 * U * \cos \phi}$

kjer pomeni:

- P_k (kW)..... konična moč razdelilnika
- P_i (kW)..... instalirana moč
- f_i faktor istočasnosti
- f_o faktor obremenitve
- η..... izkoristek priključenih aparatov
- f_p faktor prekrivanja
- I_k (A)..... konični tok
- cos φ 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 (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: $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$ $I_2 = k \times I_N$

- I_B – tok v predvidenem kablu (A),
- I_N (A)..... nazivni tok zaščitne naprave
- I_Z (A)..... trajno zdržni tok kabla
- I₂ (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!

- I_N (A)..... nazivni tok zaščitne naprave
- I_Z (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:

$$\text{Za trifazni vod TP – RKO/JR :} \quad us (\%) = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2 \cdot \cos\varphi} \leq 3 \text{ oz. } 5 \%$$

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

pri čemer je :

<i>us</i>	– izračunani padec napetosti voda (%)
<i>P</i>	– moč v točki odjema (W)
<i>P_o</i>	– moč svetilke (W)
<i>l</i>	– razdalja (m)
<i>γ</i>	– specifična prevodnost (m/Ωmm ²)
<i>S</i>	– presek vodnika (mm ²)
<i>U</i>	– medfazna napetost (V)
<i>U_f</i>	– fazna napetost (V)
<i>cosφ</i>	– faktor moči (0,95)

Izračunani padci napetosti javne razsvetljave so priloženi v tabeli, kjer so prikazani padci napetosti do vsake svetilke posebej (prikazani so padci napetosti do posameznih svetilk) in kumulativni padec napetosti do najbolj oddaljene svetilke v liniji.

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 obstoječem 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 NYM-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 štiti električni vod izpolniti naslednja pogoja:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_n \leq \frac{1,45 \cdot I_z}{k} \leq \frac{1,45 \cdot 52}{1,75} \leq \underline{\underline{39,684}}$$

I_b - tok, za katerega je tokokrog predviden

I_z - trajni dovoljeni tok vodnika ali kabla, ki za kabel NAYY-J 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 varovalk je narejena za primer enopolnega kratkega stika, med faznim in nevtralnimi 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

U₀ - 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 impedanca napajalnega vira. Če ni točnih informacij se lahko vzame, da je enak 0,8.

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 $I^2 \cdot t_{max} = 194 \text{ A}^2\text{s}$.

Zaščita pred kratkim stikom je z izbranimi varovalkami tako dosežena.

Zaščita pred električnim udarom

Na obravnavanem napajalnem območju so podani pogoji za TN-C-S 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 100Wm. 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 20 Ohm (v zemljo je položeno ca 120m valjanca FeZn 25x4mm).

Tabela izračunov – za razsvetljavo igrišča :

Kable dimenzioniramo na tokovno obremenitev in izbrane prereze kontroliramo na dopustni padec napetosti ter izvršimo kontrolo na tok kratkega stika.

Dovoljen padec napetosti je 3% za tokokrog razsvetljave, 5% za tokokroge ostalih porabnikov, če se električna instalacija napaja iz NN omrežja.

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

Svetlobnotehnični izračuni – za razsvetljavo igrišča in parkirišča:

Svetlobnotehnični izračuni so bili izdelani s programsko opremo Relux in karakteristikami svetilk. Iz izračunov in situacije je razvidno, da so rezultati ugodni in v skladu z zahtevami.