

ELEKTRO – PROJEKTIVA, DAMJAN MRŠIČ, S.P.
projektiranje in tehnično svetovanje/inženiring/elektroinštalacije/inteligentne instalacije
Ljubljanska c. 1B, 1241 Kamnik

ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA
4.3. Načrt električnih inštalacij in električne opreme – Cestna Razsvetljava

INVESTITOR
OBČINA TRZIN, Mengeška cesta 22, 1236 Trzin

OBJEKT
IZVEDBENI NAČRT ZA IZVEDBO INDIVIDUALNEGA PRIKLJUČKA DOMA ZAŠČITE IN
REŠEVANJA V TRZINU NA DRŽAVNO CESTO G2-104 ODSEK 1139 MENGEŠ-TRZIN, OD
km 4+390 DO km 4+431 – V NASELJU TRZIN, LEVO, POLEG KRIŽIŠČA Z LJUBLJANSKO
CESTO LZ 074261

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE
IZVEDBENI NAČRT - IN

ZA GRADNJO
INVESTICIJSKA VZDRŽEVALNA DELA

PROJEKTANT
ELEKTRO – PROJEKTIVA, Damjan Mršič, s.p.
Ljubljanska c. 1B, 1241 Kamnik
Zastopnik: Damjan Mršič, i.e.

ODGOVORNI PROJEKTANT
Vladimir Perić, u.d.i.e., IZS E-0447

ŠTEVILKA NAČRTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA
EL-PR E-079/17, Kamnik, Maj 2018

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA
Davorin Počivašek, u.d.i.a., ZAPS A-1840

4.4.2 KAZALO NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

4.4.1.	Naslovna stran
4.4.2.	Kazalo vsebine načrta
4.4.3.	-
4.4.4.	Tehnično poročilo
4.4.5.	Projektantski popis materiala in del
4.4.6.	Risbe
01	Tloris situacije – obstoječe stanje
02	Tloris situacije – projektirano stanje
03	Dimenzije kandelabrov
04	Velikost betonskega temelja B-15
05	Vezava kablov in ozemljitev kovinskih kandelabrov
06	Spajanja valjanca na drog JR
07	Detajl postavitve kandelabra
08	Detajl kabelska kanalizacija
09	Detajl križanje z ostalimi komunalnimi vodi

4.4.4. Tehniško poročilo zunanja razsvetljava

Uvodni povzetek

Stacionaža: Na obstoječi državni cesti G2-104 odsek 1139 Mengeš – Trzin od km 4+390 do km 4+431 – v naselju Trzin, levo poleg križišča z Ljubljansko cesto LZ 074261 se bo izvedel novi cestni priključek za predmetni objekt DZIR v območju znotraj urejanja prostora ST 5/1-3 KRIŽIŠČE JV na parceli št. 1628/6 – Trzin.

Vzdolž državne ceste G2-104 odsek 1139 Mengeš – Trzin od km 4+390 do km 4+431 – v naselju Trzin je izvedena obstoječa cestna razsvetljava, katera se zaradi izvedbe novega cestnega priključka predmetnega objekta DZIR ustrezno prestavi.

Predmetni del cestne razsvetljave je obstoječ in se ne spreminja. Zaradi izvedbe novega uvoza je potrebno določeno svetilko prestaviti za cca 2-3, tako da ne bo svetilka cestne razsvetljave stala sredi novega uvoza. Prestavljena svetilka bo nameščena tako, da bo nova razporeditev med svetilkami bolj enakomerna. Obstoječa kabelska kanalizacija cestne razsvetljave poteka po obstoječem pločniku od ene svetilke do druge svetilke, kar pomeni da se bo deloma prestavila deloma se bo dogradila. Trasa kabelske kanalizacije bo potekala po obstoječi liniji.

Razsvetljavna mesta so obstoječa in se ne spreminjajo.

Prižigališče je obstoječe. Obstoječa cestna razsvetljava je priključena na obstoječi vod cestne razsvetljave – razvidno iz priloženih tlorisov. Ker se na obstoječi napajalni vod ne priključuje nobena nova svetilka cestne razsvetljave, ni predvidene povečave priključne moči na obstoječem napajalnemvodu.

Uporabljeni bodo polietilenski kabli z Cu vodniki preseka 6-16mm², kar predstavlja ugodno rešitev in zadostne rezerve za napajanje dodatnih svetilk pri lokalnem dodajanju svetilk na področju posameznih tokokrogov.

Postavitev svetilk

Javna razsvetljava obravnavanega odseka je izvedena s točkovno postavitvijo kandelabrov višine 10m na razdalji med 25 in 40m na katerih so nasajene svetilke s tako asimetrično karakteristiko razporeda svetlobnega toka, da večina svetlobnega toka pada vzdolž cestišča in s tem zagotovi enakomerno osvetlitev po celotni širini cestišča in vzdolž voznega pasu ter pešpoti.

Zaradi izgradnje novega uvoza za predmetni objekt DZIR se obstoječa cesta razsvetljava prestavi bolj levo od uvoza.

Uporabljene svetilke so obstoječe.

Izkustveno ni potrebno dodati nove svetilke cestne razsvetljave, ki bi ustrezno dodatno razsvetlila uvoz nove dovozne poti. Priloženi izračun izkazuje da se osvetljenost cestišča ne spreminja. V obstoječih kandelabrih so nameščene visoko tlačne natrijeve sijalke moči 150W. Izbrana svetilka bo zagotavljala srednjo osvetljenost min. 10-15 luxov. S svetilko dosegamo visoko enakomernost osvetlitve. Glede na hitrost in gostoto prometa povsem ustreza zahtevam oziroma priporočilom, ki jih je izdalo Slovensko društvo za razsvetljavo (Priporočila SDR) in Recommendations for the lightning of roads for motor and pedestrian traffic – CIE 115:2007 te obstoječe stanje.

Priporočila določajo svetlobnotehnične zahteve za cestno razsvetljavo na osnovi:

- Hitrosti vožnje
- Vrste udeležencev v prometu
- Gostote prometa
- Mirujočega prometa
- Svetlosti okolice

Ceste razvrstimo v različne svetlobnotehnične razrede, za katere obstajajo posebne zahteve zgoraj navedenih kriterijev.

Svetlobnotehnični razred posamezne ceste določimo na podlagi utežnostnih faktorjev oz. konfliktnih točk (hitrost, število križišč, promet, kolesarji in pešci, bližina objektov,...).

Za obravnavani so poleg motornega prometa udeleženci v prometu tudi kolesarji in pešci. Površine za kolesarje ne bodo ločena od cestišča, medtem ko za pešce bo ločena pot od cestišča (pločnik).

Glede na podatke je osnovna razvrstitev svetlobnotehničnih situacij razvrščena v skupino A2.

Glede predvidene gostote in vrsta prometa ter dela obstoječe razsvetljave uvrstimo cesto v svetlobnotehnični razred **M4a**. Potrebni nivo srednje vrednosti za ta razred znaša $L_{sr}=0,75 \text{ cd/m}^2$.

Svetlobno tehnični rezultat je podan pod naslovom »Izračuni«.

Kandelabri

So obstoječi, višina svetilke je 10m.

Temelji kandelabrov

Izvedeni so s predfabriciranimi betonskimi cevmi dolžine 1m postavljene pokončno v izvrtano temeljno jamo na podložni beton debeline vsaj 10cm in obsute z betonom do 10 cm pod vrhom cevi, ki je cca 5cm nad finalnim tlakom če je to utrjena površina oz. 5cm pod nivojem, če je to zelenica. Uvod kablov je izveden z dvema gibljivima SF cevema.

Napajanje javne razsvetljave

Svetilke so napajane po obstoječem kabelskem vodu iz obstoječega prižigališča. Točka priključitve novega obravnavanega odseka je obstoječi kandelaber, lokacija razvidna iz priloženih tlorisov. Prižigališče je obstoječe.

Napajalni vodi razsvetljavnih mest

Ti so izvedeni s kablom NYY 4x10-16mm² uvlečenim v kabelsko kanalizacijo med posameznim svetilkami.

Kabelska kanalizacija

Ta je izvedena s PVC cevmi preseka 50mm, ki se običajno uporabljajo za energetske kabelske kanalizacije. Cevi so položene cca 80 cm pod koto analiziranega terena v posteljico iz drobnozrnatega peska, medsebojno razmaknjene cca 2cm, tako daje zagotovljen vsip peska in s tem enakomerna tlačna obremenitev cevi, ki preprečuje stisljivost ob nesimetričnih obremenitvah. Za spajanje je uporabljen celotni spojni material z vsemi tesnili, tako da je kanalizacija vodotesna.

Ozemljitev

Ta je izvedena z valjancem Fe/Zn ki bo položen vzdolž trase cestne razsvetljave nad cevmi. Preko križne odcepne spojke bo povezana z valjancem enakega preseka na posamezen drog JR preko pocinkanega vijaka M10mm cca 10 cm nad tlemi (2x vijučeno). Ozemljitev bo spojena tudi z ostalimi ozemljitvami v neposredni bližini. Na trasi obstoječih plastičnih kandelabrov ozemljitev ne bo položena.

Vsak kovinski kandelaber je potrebno povezati z valjancem z dvema vijakoma.

Skladnost z uredbo o svetlobnem onesnaženju okolja

Nova javna razsvetljava predmetnega odseka bo izvedena na način, ki odgovarjajo novim smernicam o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaženja z ustrezno razporeditvijo razsvetljavnih mest, ki zagotavljajo potrebno kvaliteto osvetlitve. Niso pa upoštevana določila največje dovoljene porabe el. energije na prebivalca, ker v zvezi s tem še niso izdana navodila glede upoštevanja obstoječih naprav in izdelane strategije prilagajanja obstoječe in nove javne razsvetljave na določila nove uredbe.

Upoštevan je bil prvi in osnovni pogoj uredbe je, da se uporabijo svetilke **katerih delež svetlobnega sevanja iznad vodoravnice je 0**.

Druga mejna vrednost je letna potrošnja el. energije za javno razsvetljavo, izračunana na prebivalca občine, ki ne sme presegati 44,5kWh, pri čemer so izvzete državne ceste.

Ob upoštevanju časa obratovanja javne razsvetljave, ki je povprečno 12ur dnevno, dobimo podatek, da je dovoljena moč javne razsvetljave na prebivalca cca 10W. V našem primeru je odsek opremljen z 12 svetilkami z močjo 52 W, kar pomeni da je skupna moč novih svetilk 624W.

Za natančnejši izračun dovoljenih dodatnih obremenitev svetlobnega onesnaževanja so potrebni podatki s katerimi ne razpolagamo. Lahko pa izračunamo koliko novih prebivalcev mora zasesti nove stanovanjske površine, da ne bomo presegli mejnih vrednosti nove naprave, ne oziraje se na že obstoječo javno razsvetljavo.

- 365dni x 12h = 4380 h/leto
- 44500 kWh : 4380 h = 10W/prebivalca

Vzdrževanje naprave

Skladno z zakonom o javnih cestah (Ur.list št. 33/2006) člen 44 je vzdrževanja tako javne razsvetljave kot cestne signalizacije namenjene naselju v pristojnosti občine, ki le to prenaša s koncesijsko pogodbo na pooblaščenega koncesionarja, kjer so opredeljeni vsi elementi, ki zagotavljajo nemoteno delovanje teh naprav.

Zaščita pred električnim udarom

Kot zaščita pred električnim udarom so predvideni sledeči zaščitni ukrepi:

- I. Zaščita pred neposrednim dotikom
- II. Zaščita pred posrednim dotikom

Zaščitni ukrepi v smislu točke I. so navedeni v sklopu Elaborata in varstva pri delu, ki je sestavni del tega projekta.

Predvideni zaščitni ukrepi pred posrednim dotikom pa so sledeči:

- a) zaščita s samodejnim odklopom napajanja
- b) izenačitev potencialov

Ad II.a) Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi lahko postalo nevarno. Zaščitna naprava (v konkretnem primeru taljive varovalne patrone), mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga ta naprava ščiti. Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v instalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim, če se na kateremkoli delu instalacije ali v sami napravi pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi deli.

Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj:

$$Z_s \times I_a < U_o$$

kjer pomeni:

- Z_s - impedanca okvarne zanke
- I_a - tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom in spodnje tabele
- U_o - nazivna fazna napetost

Tabela maksimalnih dovoljenih časov trajanja napetosti dotika

Max. dov. odklopni čas	najvišja pričakovana napetost dotika (efektivna vrednost izmenične napetosti)
neskončno	< 50
5	50
1	75
0.5	90
0.2	110
0.1	150
0.05	220
0.03	380

Za tokokroge z vtičnicami do 63 A, preko katerih se lahko priklapljajo ročni el. Aparati razreda I ali prenosni aparati, ki se pri uporabi premikajo z rokami, znaša maksimalni dovoljeni izklopni čas 400 ms pri obratovalni napetosti 230 V izm.

Tabela odklopnih tokov varovalk pri izklopnem času 5 sekund in pripadajoče maksimalne impedance kratkostičnih zank za napajalne tokokroge :

TIP VAROVALNEGA ELEMENTA

	NV	DI - DIV (počasne)	DI - DIV (hitre)
Inv	Ia(A) / Z(Ohm)	Ia(A) / Z(Ohm)	Ia(A) / Z(Ohm)
10	30 / 7.30	28 / 7.85	25 / 8.80
16	55 / 4.00	47 / 4.68	42 / 5.23
20	75 / 2.93	60 / 3.66	55 / 4.00
25	95 / 2.31	80 / 2.75	70 / 3.14
35	136 / 1.61	125 / 1.76	100 / 2.20
50	200 / 1.10	180 / 1.22	150 / 1.46
63	264 / 0.83	250 / 0.88	200 / 1.10
80	349 / 0.63	/	/
100	450 / 0.48	/	/
125	600 / 0.36	/	/

V smislu doseganja v zgornjem tekstu in tabelah navedenih pogojev je v konkretnem primeru uporabljen TN-C-S sistem ozemljitve prevodnih delov naprav in izbrane ustrezne zaščitne naprave takšnih karakteristik, ki zagotavljajo navedene izklopne pogoje, na tej osnovi pa logično temelji tudi pravilno dimenzioniranje posameznih tokokrogov (ustrezni preseki, materiali in dolžine vodnikov). Vsi kandelabri bodo vezani tudi na združeno obratovalno ozemljitev, ki bo izvedena v celotni trasi JR. Izvedena bo z valjancem FeZn 25x4mm položenim nad kablom uvlečenim v SF cev, izven peščene postelje, kjer je pričakovana nižja specifična upornost zemljine. Globina valjanca ne sme biti manjša od 0,5m od urejenega terena. Vsi spoji na valjanec bodo izvedeni s tipskimi standardnimi križnimi spojkami. Na kandelabrih bo v ta namen izveden ozemljilni vijak ki bo nameščen cca 10 cm nad tlemi. Valjanec je na prehodih v zemljo zaščiteno z vročim bitumenskim premazom. Vse kovinske mase, ki se pojavljajo na projektirani trasi (žična ograja, okvirji kabelskih jaškov, itd.), bodo spojeni na

ELEKTRO – PROJEKTIVA, DAMJAN MRŠIĆ, S.P.
projektiranje in tehnično svetovanje/inženiring/elektroinstalacije/inteligentne instalacije
Ljubljanska c. 1B, 1241 Kamnik

ozemljitveni valjanec. Nevtralna zbiralka prižigališča je ozemljena - povezana z obratovalnim ozemljilom TP in NN kabskega omrežja.

TABELA - KRIŽANJA IN Približevanja instalacij

OBJEKT	min. svetla razdalja (m)	
	križanje	približevanje
JR do TK kabla	0,5 (0,3 v cevi) - pod TK kablom, pod kotom 45 ⁰ -90 ⁰	0,5 (0,3 v cevi)
JR do NN kabla	0,1	0,1
JR do Vodovoda ali Kanalizacije	0,5 (0,3 v cevi) pod ali nad vodovodom	0,5 (0,3 v cevi)
TK kabel do Vodovoda ali Kanalizacije	0,5	0,5 (0,3 v cevi)
TK kabel do Plinovoda	0,4	0,5
TK kabel do NN kablov	0,5 - pod kotom 45 ⁰ -90 ⁰	0,5 (0,3 v cevi)

Opomba: pri križanju TK kablov z NN kablom je potrebno NN kabel uvleči v PVC (ali J.C.) cev v dolžini cca 2 do 3m!

LEGENDA

JR kabli javne razsvetljave

NN energetske kabli

TK..... telefonski oz. informacijski kabli

TEHNIČNI IZRAČUNI

ENERGETSKA BILANCA

DIMENZIONIRANJE VODOV

KONTROLA PADCEV NAPETOSTI IN DELOVANJA ZAŠČITE

SISTEM ZAŠČITE: TN-S, TN-C, TT

LEGENDA

<i>I_B</i>	— Bremenski tok	
	— $I_B = P_i / (U_x \cos \phi_i)$	za enofazni sistem
	— $I_B = \text{Max} (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})$	za trifazni sistem
<i>I_n</i>	— Nazivni tok zaščitne naprave	
<i>P_i</i>	Instalirana moč	
<i>F_{soc}</i>	— Faktor sočasnosti	
<i>F_{obr}</i>	— Faktor obremenitve	
<i>F_{izk}</i>	— Faktor izkoristka eta	
<i>I_{zag}/I_{naz}</i>	— Razmerje zagonski/nazivni tok motorja	
<i>P_k</i>	— Konična moč	$P_k = P_i \times F_{soc} \times F_{obr} \times I_{zag}/I_{naz} / F_{izk}$
<i>I_{kon}</i>	— Konični tok je enak I _B , ki pa je v trifaznem sistemu največji fazni bremenski tok	
<i>I_z</i>	— Trajni dovoljeni (zdrzni) tok	
<i>I₂</i>	— Tok delovanja zaščitne naprave	
<i>T</i>	„Tip instalacije (A ... Q)”	
<i>N</i>	— Način polaganja (0 ... 39)	
<i>V</i>	— Število vzporednih vodnikov	
<i>I_a</i>	— Odklopilni tok zaščitne naprave	
<i>I_{k1}=I_{min}</i>	— Enopolni (minimalni) tok okvarne zanke	
<i>I_{k3}=I_{max}</i>	— Tripolni (maksimalni) tok okvarne zanke	
<i>U₀</i>	— Nazivna fazna napetost	
<i>I_I</i>	— Nazivna izklopna zmogljivost	
<i>T_i</i>	— Izklopilni čas zaščitne naprave (IEC Draft 64 193/189, IEC 364-4-41)	
<i>T_i—5,0s</i>	— za eksplozijsko neogrožene prostore	fiksno priključeni porabniki
<i>T_i ~ 0,4s</i>	— za eksplozijsko neogrožene prostore	vtičnice prenosni porabniki) za 1P
<i>T_i = 0,2s</i>	™za eksplozijsko neogrožene prostore	vtičnice (prenosni porabniki) za 3P
<i>T_i - 0,1 s</i>	— za eksplozijsko ogrožene prostore	
<i>Z</i>	— Direktna impedanca okvarne zanke	
<i>Z₀</i>	— Ničelna impedanca okvarne zanke	
<i>Z_s</i>	— Impedanca okvame zanke pri I _{k1}	
<i>Z_a</i>	— Impedanca okvarne zanke pri izklopilnem toku I _a	
<i>lambda</i>	— Specifična prevodnost vodnikove kovine v Sm/mm ²	
<i>dU_d</i>	— Dovoljeni padec napetosti	
<i>dU_i</i>	— Izračunani padec napetosti	

1. ENERGETSKA BILANCA OBJEKTA

V tabeli je prikazan razpored energetske potrošnje porabnikov po napravah. Za vsako fazo podajamo I_B in $\cos \varphi_i$, ki sta vektorska seštevka.

Vsi faktorji imajo prednastavljeno vrednost 1.00, njihov produkt ali zveza pa je faktor g v naslednji obliki:

$$P_k = g \times P_i$$

$$g = F_{soc} \times F_{obr} \times I_{zag}/I_{naz} / F_{izk}$$

Faktor g je izkustveni faktor in ni po IEC predpisan, je samo priporočen (Dokument 64 (Secretariat) 254 iz leta 1979).

2. ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVENIM TOKOM IEC 364-43-473, DIN VDE 0100/430, JUS N.B.2.752

1. POGOJ

$$I_B \leq I_n < I_z$$

Zdrzni tok I_z je izračunan po tabelah IEC 364-5-523, DIN VDE 0298/4, ki jih delno povzema tudi JUS N.B.2.752, ter je enak produktu:

$$I_z = I_{zO} \times F_{akskup} \times F_{aktemp}$$

I_{zO} trajni dovoljeni (zdrzni) tok vodnika ali kabla brez korekcijskih faktorjev, IEC

Tabele 52-C1 ... C12

F_{akskup} korekcijski faktor za skupine tokokrogov, IEC Tabele 52-E1 .. E5 in 52-X3 F_{aktemp}

korekcijski faktor za temperaturo okolja, IEC Tabele 52-D1 in D2 V tabeli so za kontrolo izpisani pogoji za izračun trajno zdržnega toka I_{zO} : T, N, V.

2. POGOJ

$$I_2 < 1,45 \times I_z$$

Tok I_2 je tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave. V izračunih je I_2 izražen v naslednji obliki:

$$I_2 = k \times I_n$$

po standardu JUS N.B.5.210 "k" za NV varovalke znaša od 2,1 do 1,6, ter za odklopnike ST 1,45.

1. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM IEC 364-4-41, DIN VDE 0100/410, JUS N.B.741, JUS N.S8.090

V sistemih TN (TN-S, TN-C in TN-C-S) je med drugim kot zaščita pred električnim udarom predviden zaščitni ukrep:

ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM Za zadovoljevanje tega ukrepa se uporablja zaščita s samodejnim odklopom napajanja v času T_i (predpisan za posamezne vrste tokokrogov), oziroma izpolnjevanje pogoja:

$$Z_s \times I_a < U_0$$

Izklopilni tok I_a zaščitne naprave za samodejni odklop napajanja v času, ki je določen s standardoma JUS N.B.741 ozir. JUS N.S8.090 mora biti v naslednjem razmerju do toka okvarne zanke:

$$I_a < I_k$$

3. ZAŠČITA PRED KRATKOSTICNIM (OKVARNIM) TOKOM IEC 364-43-473, DIN VDE 0100/430, JUS N.B.743

Izračun kratkostičnih tokov je izdelan na naslednji način:

$$M = \frac{c \times U}{1,73 \times (2 \times 2 + Z_0)} \qquad m = \frac{c \times U}{1,73 \times (2 \times 2)}$$

kjer so;

c —faktor napetosti (0,8 za eksplozijsko ogrožen prostor in 0,95 za eksplozijsko neogrožen prostor) 2 — vektorska vsota direktnih impedanc okvarne zanke Z_0 — vektorska vsota ničelnih impedanc okvarne zanke U — nazivna linij ska (medfazna) napetost

$$Z = (R_M + R_T + R_K + R_{km}) + j(X_M + X_T + X_K)$$

R_M, X_M	delovna in induktivna upornost SN in VN mreže
R_T, X_T	delovna in induktivna upornost transformatorja
R_K, X_K	delovna in induktivna upornost kabla
R_{km}	delovna upornost kontaktnih mest

$$Z_0 = (R_{0T} + R_{0K}) + j(X_{0T} + X_{0K})$$

R_{0T}, X_{0T} delovna in induktivna ničelna upornost transformatorja R_{0K}, X_{0K} delovna in induktivna ničelna upornost kabla

Na osnovi odklopnega toka I_a je izračunana največja dovoljena impedanca Z_a , da bo zaščitna naprava zanesljivo delovala.

$$Z_a = \frac{U_0}{I_a}$$

Na osnovi snovnih lastnosti tokokroga je izračunana najmanjša dovoljena impedanca Z_s , iz katere se računa tudi tok okvarne zanke I_{kl} :

$$Z_s = (2 \times 2) + Z_0$$

Vrednost impedance Z_{mer} , izmerjene na terenu, se lahko neposredno primerja s tema dvema vrednostima, saj mora biti med njimi:

$$Z_s < Z_{mer} < Z_a$$

Da so zaščitne naprave dovolj termično zmogljive, mora biti izpolnjen naslednji pogoj:

$$I_l > D_{c3} \text{ (prikazan na ekranu 3/3 tokokroga)}$$

Čas t , pri katerem kratkostični tok segreje vodnik od najvišje dovoljene temperature v normalnem obratovanju do mejne temperature.

4. IZRAČUN PADCA NAPETOSTI

Pravilnik o tehničnih normativih za NN električne instalacije (U.I. 53/88)

Iz enačbe za padec napetosti dobimo presek vodnika S, če je podan dovoljeni padec napetosti dU_d :

$$S = \frac{100 \times P \times 2 \times L_s}{X \times U^2 \times dU_d} \quad \text{za enofazni sistem}$$

Potem, ko je izračunan presek S, se iz tabele kablov, glede na izbrani tip, izbere prvi naslednji višji standardni prerez.

Padec napetosti od začetne točke električne instalacije do končnega porabnika ne sme presegati 5 odstotkov, oziroma 5,5 za dolžine od 100 do 200m. To je kumulativni dovoljeni padec napetosti, katerega pa lahko s programom različno porazdelimo:

- v napajalni del med začetno točko in razdelilnikom
- v porabniški del med razdelilnikom in porabniki

Izračunani padec napetosti, če zanemarimo $\cos \phi$, se izračuna na osnovi enačbe

$$dU_d = \frac{100 \times P \times 2 \times L_s}{X \times U^2 \times S} \quad \text{za enofazni sistem}$$

V tabeli so prikazani kumulativni dovoljeni in izračunani padci napetosti pri čemer vedno velja:

$$dU_d > dU_i$$

- izračun razsvetljave

4.4.5. Projektantski popis materiala in del

4.4.6. Risbe