

--	--

INVESTITOR Opština Tuzi

OBJEKAT Dom kulture u Tuzima

LOKACIJA KO Tuzi, Opština Tuzi

DIO TEHNIČKE  
DOKUMENTACIJE ELEKTROTEHNIČKE INSTALACIJE JAKE STRUJE

PROJEKTANT Bauer d.o.o. Podgorica

ODGOVORNO LICE Slobo Koprivica, izvršni direktor

ODGOVORNI INŽENJER Budimir Voroćović, dipl. inž. el.

SARADNICI NA PROJEKTU \_\_\_\_\_

A. TEKSTUALNI DIO	2
I. OPŠTI DIO	2
1. Uvodni dio	2
2. Popis primijenjenih tehničkih propisa i standarda	2
3. Prikaz tehničkih rešenja za primjenu mjera zaštite na radu	5
4. Tehnički uslovi za realizaciju projekta	7
5. Program kontrole i osiguranja kvaliteta	7
6. Rekapitulacija	9
II DIO: ELEKTRIČNE INSTALACIJE JAKE STRUJE	10
1. Tehnički opis	11
1.1 Uvodne napomene	11
1.2 Glavni napojni ( priključni ) kabal	11
1.3 Razvodne table/ormari i usponski vodovi	11
1.4 Električna instalacija opšte potrošnje	12
1.5 Električna instalacija osvjetljenja	12
1.6 Instalacija izjednačenja potencijala	12
2. Električni proračun	13
2.1 Opšte karakteristike i klasifikacija električnih uređaja	13
2.2 Provjera izabranih presjeka na trajno dozvoljene struje	14
2.3 Zaštita kabla od struje preopterećenja	15
2.4 Provjera kabla na pad napona	16
2.5 Provjera efikasnosti zaštite od električnog udara	17
2.6 Proračun kratkog spoja	18
3. Specifikacija materijala instalacija jake struje	21
4. Predmjer i predračun radova i materijala instalacija jake struje	29

## A. TEKSTUALNI DIO

### I. OPŠTI DIO

#### 1. Uvodni dio

Predmet ove tehničke dokumentacije je projekat adaptacije postojećeg objekta, Doma kulture "KIC MALESIJA", KO Tuzi, opština Tuzi, čiji je investitor opština Tuzi.

Glavni inženjer predmetnog objekta je Branislav Pavićević dipl. inž. građ., dok je arhitektonsko rešenje uradila firma Bauer d.o.o. Podgorica. Objekat se sastoji od prizemlja i sprata.

#### 2. Popis primijenjenih tehničkih propisa i standarda

Prilikom izrade projekta, projektant je koristio sledeće tehničke propise, standarde i literaturu :

##### **ZAKONI:**

- Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata ("Sl. list CG", br. 64/2017, 44/2018 i 63/2018, 011/19, 82/2020, 86/2022 i 4/2023)
- Zakon o zaštiti i zdravlju na radu ( "Sl. list CG " br. 34/14, 44/2018)
- Zakon o zaštiti i spašavanju ("Sl. list CG", br. 13/2007, 5/2008 - ispr., 86/2009 - dr. zakon, 32/2011 i 54/2016)
- Zakon o efikasnom korišćenju energije ( "Sl. list CG " br. 57/2014 i 3/2015 -isp, 25/19 )
- Zakon o elektronskim komunikacijama ("Sl. list CG", br. 40/2013, 56/2013 - ispr. i 2/2017, 049/2019)
- Zakon o energetici ("Sl. list CG", br. 5/2016 i 51/2017)
- Zakon o procjeni uticaja na životnu sredinu ("Sl. list RCG", br. 75/2018)
- Zakon o standardizaciji ("Sl. list CG", br. 13/2008)
- Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. list CG" br. 064/11 i 039/16)

##### **PRAVILNICI:**

- Pravilnik o načinu izrade i sadržini tehničke dokumentacije za građenje objekta ("Službeni list Crne Gore", br. 44/18 i 43/2019)
- Pravilnik o načinu vršenja revizije Glavnog projekta ("Službeni list CG", broj 18/18)
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitu garaža za putničke automobile od požara i eksplozija ("Sl. list CG", br. 9/2012)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara ("Službeni list SFRJ", br. 7/84)
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ("Sl. list SFRJ", br. 53/88 i 54/88 - ispr. i "Sl. list SRJ", br. 28/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju niskonaponskih nadzemnih vodova ( "SL. list SFRJ" br. 6/92 ),
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica ( "SL. list SFRJ" br. 13/78 i i dopuna pravilnika ("Sl. list SRJ br.37/95).
- Pravilnik o tehničkim normativima za uzemljenja elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000V "Sl. list SFRJ " br. 13/78 i "Sl. list SRJ" br.61/95),
- Pravilnik o tehničkim normativima za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja i vodova ("Sl. list SRJ " br. 41/93 )
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja ( "Sl. list SFRJ" br. 11/96 ),
- Pravilnik o sadržini i načinu vođenja građevinskog dnevnika ("Službeni list Crne Gore", br. 068/18 od 19.10.2018

- Pravila za funkcionisanje distributivnog sistema električne energije ("Službeni list Crne Gore", br. 015/17 od 09.03.2017)
- Pravilnik o jugoslovenskim standardima za gromobranske instalacije (Sl.list SRJ, br. 11-96);

## STANDARDI:

- MEST HD 60364-1:2011** - Niskonaponske električne instalacije – Dio 1: Fundamentalni principi, ocjena opštih karakteristika, definicije
- MEST HD 60364-4-41:2011** - Niskonaponske električne instalacije – Dio 4-41: Bezbjednosna zaštita - Zaštita od električnog udara
- MEST HD 60364-4-42: 2011** - Niskonaponske električne instalacije – Dio 4-42: Bezbjednosna zaštita - Zaštita od električnog udara
- MEST HD 60364-4-43: - 2011** Niskonaponske električne instalacije - Dio 4-43: Bezbjednosna zaštita -Prekostrujna zaštita
- MEST HD 60364-4-444:2011** - Niskonaponske električne instalacije – Dio 4-444: Bezbjednosna zaštita - Zaštita od naponskih i elektromagnetnih smetnji
- MEST HD 60364-5-51:2011** - Električne instalacije na zgradama – Dio 5-51: Selekcija i postavljanja električneopreme - Opšta pravila
- MEST HD 60364-5-52: 2011** Električne instalacije na zgradama - Dio 5-52: Selekcija i postavljanje električne opreme - Žični sistemi
- MEST HD 60364-5-534:2011** - Niskonaponske električne instalacije – Dio 5-534: Selekcija i postavljanje električne opreme - Izolacija, prekidanje i upravljanje - Klauzula 534: Uređaji za zaštitu od prenapona
- MEST HD 60364-5-54:2011** - Električne instalacije na zgradama - Dio 5-54: Selekcija i postavljanje električne opreme - Načini uzemljenja, zaštitni provodnici i spojni zaštitni provodnici
- MEST HD 60364-5-551:2011** - Niskonaponske električne instalacije - Dio 5-551: Selekcija i postavljanje električne opreme - Ostala oprema - Klauzula 551: Generatori niskog napona
- MEST HD 60364-5-56:2011** - Niskonaponske električne instalacije - Dio 5-56: Selekcija i podizanje električne opreme – Bezbjednosne usluge
- MEST HD 60364-7-701:2011** - Niskonaponske električne instalacije - Dio 7- 701: Zahtjevi za specijalne instalacije ili lokacije – Lokacije u kojima se nalaze kade ili tuš-kabine
- MEST HD 60364-7-704:2011** - Niskonaponske električne instalacije - Dio 7- 704: Zahtjevi za specijalne instalacije ili lokacije – Konstrukcija i uklanjanje gradilišnih instalacija
- MEST HD 60364-7-706:2011** – Niskonaponske električne instalacije - Dio 7-706: Zahtjevi za specijalne instalacije ili lokacije - Lokacije za polaganje provodnika sa ograničenim pomjeranjem
- MEST EN 50274: 2010** - Niskonaponske rasklopne aparature - Zaštita od električnog udara - Zaštita od slučajnog direktnog dodira opasnih aktivnih djelova
- MEST EN 61543: 2009** - Zaštitni uređaji diferencijalne struje (RCD) za domaćinstvo i sličnu upotrebu - Elektromagnetna kompatibilnost
- MEST EN 61187: 2010** - Električna i elektronska mjerna oprema – Dokumentacija
- MEST EN 50525-2-31:2011** - Električni kablovi – Niskonaponski energetska kablovi nominalnih napona do i uključujući 450/750 V (U0/U) - Dio 2-31: Kablovi za opšte namjene - Neoklopljeni kablovi sa jednim jezgrom sa termoplastičnom PVC izolacijom
- MEST EN 61140: 2010** - Zaštita od električnog udara - Zajednički aspekti za instalaciju i opremu
- MEST EN 1838:2011** - Primjena rasvjete - Rasvjeta u hitnim slučajevima
- MEST EN 60529:2010** - Stepni zaštite obezbijeđeni kućistima (IP kod)
- MEST EN 50368:2008** - Učvršćivači kablova za električne instalacije

**MEST EN 50425:2009** - Prekidači za domaćinstvo i slične stalne električne instalacije - Dodatni standard - Vatrogasni prekidači za spoljašnju i unutrašnju signalizaciju i osvetljenje

**MEST EN 50428:2009** - Prekidači za kućne instalacije i druge slične fiksne električne instalacije - Dodatni standard - Prekidači i srodna oprema za upotrebu u elektronskim sistemima kuća i zgrada (HBES)

**MEST EN 50428-2009/A2:2011** - Prekidači za kućne instalacije i druge slične fiksne električne instalacije - Dodatni standard - Prekidači i srodna oprema za upotrebu u elektronskim sistemima kuća i zgrada (HBES)

**MEST EN 60269-1:2010** - Niskonaponski osigurači - Dio 1: Opšti zahtjevi

**MEST EN 60269-1:2010/A1:2010** - Niskonaponski osigurači - Dio 1: Opšti zahtjevi

**MEST EN 60320-1:2008** - Utični pribor za uređaje za domaćinstvo i slične opšte namjene - Dio 1: Opšti zahtjevi

**MEST EN 60320-2-2:2008** - Utični pribor za uređaje za domaćinstvo i slične opšte namjene - Dio 2-2: Međuutični (spojni) pribor za domaćinstvo i sličnu opremu

**MEST EN 60335-2-97:2010** - Aparati za domaćinstvo i slični električni aparati - Bezbjednost - Dio 2-97: Posebni zahtjevi za pogonske mehanizme za roletne, tende, rolo zavjese i sličnu opremu

**MEST EN 60670-1:2010** - Kutije i kućišta za električni pribor za domaćinstvo i slične fiksne električne instalacije - Dio 1: Opšti zahtjevi

**MEST EN 60670-22:2010** - Kutije i kućišta za električni pribor za domaćinstvo i slične fiksne električne instalacije - Dio 22: Posebni zahtjevi za priključne (razvodne) kutije i kućišta

**MEST EN 60730-2-14:2009** - Električni uređaji za automatsko upravljanje u domaćinstvu i sličnu upotrebu - Dio 2-14: Posebni zahtjevi za električne aktuatore

**MEST EN 60730-2-14:2009/A2:2010** - Električni uređaji za automatsko upravljanje u domaćinstvu i sličnu upotrebu - Dio 2-14: Posebni zahtjevi za električne aktuatore

**MEST EN 60898-1:2010** - Električni pribori - Prekidači strujnog kola za zaštitu od prekomjerne struje za domaćinstvo i slične instalacije - Dio 1: Prekidači strujnog kola za naizmjeničnu struju (a.c)

Ostali standardi koji se još uvijek primijenjuju

- Jugoslovenski standardi - Električne instalacije u zgradama- Zahtjevi za bezbjednost JUS N.B2.741/1989
- Crnogorski standardi za gromobranske instalacije: MEST EN62305-1, MEST EN62305-2, MEST EN62305-3,
- Jugoslovenski standardi -gromobranske instalacije - opšti uslovi JUS IEC 1024 -1/1996
- JUS N.B2.702 - Električne instalacije u zgradama
- JUS N.A3.805 - Električki grafički simboli
- JUS N.B2.730 - Električne instalacije u zgradama
- JUS N.B2.741 - Električne instalacije u zgradama
  - Zahtjevi za bezbjednost
  - Zaštita od električnog udara
- JUS N.B2.742 - Električne instalacije u zgradama
  - Zahtjevi za bezbjednost
  - Zaštita od toplotnog dejstva
- JUS N.B2.743/1 - Električne instalacije u zgradama
- JUS N.B2.743/1 Zahtjevi za bezbjednost
  - Zaštita od prekomjernih struja
- JUS N.B2.751 - Električne instalacije u zgradama
  - Izbor i postavljanje električne opreme u zavisnosti od spoljašnjih uticaja
- JUS N.B2.752/1 Električni razvod
  - Trajno dozvoljene struje
- JUS N.B2.754 - Električne instalacije u zgradama
  - Uzemljenje i zaštitni provodnici
- JUS N.B2.763 - Električne instalacije u zgradama

- Provjeravanje uslova za zaštitu automatskim isključenjem napajanja
- JUS N.B2.762 - Električne instalacije u zgradama  
Provjeravanje uslova za zaštitu automatskim isključenjem napajanja
- JUS N.B2.764 - Električne instalacije u zgradama  
Provjeravanje uslova za zaštitu automatskim isključenjem napajanja
- JUS N.B2.771 - Električne instalacije u zgradama  
Postrojenja sa kadom ili tušem  
Posebni tehnički uslovi
- JUS N.B2.774 - Električne instalacije niskog napona  
Instalacije napona
- JUS N.B2.781 - Električne instalacije niskog napona  
Izbor mjera zaštite od električnog udara u zavisnosti od spoljašnjih uticaja
- JUS N.B2.920 - Električne instalacije niskog napona  
Mjesto za brojilo
- JUS U.C9.100 - Dnevno i električno osvjjetljenje prostorija u zgradama
- JUS N.B4.800 - Gromobranske instalacije  
Opšti uslovi
- JUS N.B4.801 - Gromobranske instalacije  
Izbor nivoa zaštite
- JUS N.B4.802 - Gromobranske instalacije  
Postupci pri projektovanju, izvođenju, održavanju, pregledima i verifikacijama
- JUS N.B4.803 - Gromobranske instalacije  
Utvrđivanje prosječnog broja dana sa grmljavinom
- JUS N.B4.901 - Gromobrani  
Vodovi - Materijali i uputstva o upotrebi

#### **O S T A L O :**

- Opšti uslovi za isporuku električne energije ("Sl. list CG", br. 70/2016 od 9.11.2016)
- Tehnička preporuka – Tipizacija mjernih mjesta (EPCG -Podgorica 2009 )TP2ED
- Tehnička preporuka – za priključke potrošača na niskonaponsku mrežu (TP-2 dopunjeno izdanje-Podgorica 2008 )

kao i druge tehničke propise i preporuke za tipizaciju elemenata distributivnih mreža.

### **3. Prikaz tehničkih rešenja za primjenu mjera zaštite na radu**

#### **a) Opasnosti od električne struje**

Električne instalacije jake struje, u određenim uslovima, mogu da prouzrokuju opasnosti i štete kao posledice:

- struje kratkog spoja
- struje preopterećenja
- nedozvoljenog pada napona
- slučajnog dodira djelova pod naponom
- pojave visokog napona dodira
- uticaja vlage, vode i prašine na elektro opremu
- uticaja instalacije na pojavu požara i eksplozi

Projektom su, a u cilju sprečavanja navedenih pojava, predviđene sledeće mjere zaštite:

1. Cjelokupna instalacija zaštićena je od kratkih spojeva i preopterećenja odgovarajućim osiguračima.

Napomena: U toku izvođenja instalacije obavezno ugraditi projektom predviđene osigurače. Tokom eksploatacije objekta "pregorele" osigurače zamjenjivati isključivo novim.

2. Cjelokupna instalacija je tako dimenzionisana da padovi napona, u normalnim uslovima, ne prelaze dozvoljene vrijednosti. U vanrednim uslovima zaštita će isključiti odg. strujno kolo.

3. Sva oprema je tako odabrana da je nemoguće slučajno dodirnuti djelove pod naponom, a za zaštitu od pojave previsokog napona dodira u instalaciji je primijenjen sistem zaštitnog uzemljenja sa posebnim zaštitnim vodom, sistem TNS.

Napomena: Po završenoj montaži, a prije puštanja instalacije pod napon obavezno izvršiti mjerenja:

- otpora petlje
- efikasnosti izjednačavanja potencijala (otpor između zaštitnog kontakta električne instalacije i metalnih djelova drugih instalacija ne smije preći vrijednost  $2 \text{ OM-a}$  u bilo kojoj prostoriji objekta).

- otpora uzemljenja

U toku eksploatacije povremeno, a najkasnije svake druge godine, kontrolisati otpor petlje, efikasnosti izjednačavanja potencijala i otpor uzemljenja.

4. Električne instalacije, zaštićene su od uticaja vlage i prašine ispravnim izborom kablova i opreme u skladu sa uslovima koji vladaju na mjestu ugradnje.

5. Objekat je, od požara ili eksplozije, koje bi mogle nastati usled dejstva električnih instalacija zaštićen. Pravilnim izborom i dimenzionisanjem osigurača, prekidača i druge opreme.

## **b) Nadzor**

1. U slučaju potrebe nadzorna služba može vršiti manje izmjene projekta, u protivnom potrebna je saglasnost Investitora i projektanta

2. Sve izmjene odobrenog projekta Izvođač mora unijeti u projekat, koga će poslije završetka radova predati Investitoru.

3. Grantni rok za izvedene radove odredit će se Ugovorom o izvođenju.

## **c) Uslovi za ispitivanje**

1. Rezultati mjerenja otpora petlje između provodnika međusobno, kao i između provodnika i zemlje, moraju se unositi u građevinski dnevnik.

2. Struja greške u svakom pojedinom mjerenom dijelu instalacije u suvim i vlažnim prostorijama, ne smije biti veća od  $1 \text{ mA}$ , odnosno otpor mora iznositi min.  $1000 \text{ OM-a}$  za svaki volt nazivnog napona (za napon  $380/220 \text{ V}$ , otpor iznosi  $380/220 \text{ kOM-a}$ )

3. Projektom je obuhvaćena isporuka kompletnog materijala, transport, monterski i pripremno završni radovi.

4. Za izvođenje nepredviđenih ili predviđenih radova potrebna je saglasnost Investitora.

5. Puštanje instalacija u pogon, može se obaviti tek po obavljenom tehničkom prijemu i dobijanju dozvole za rad.

## 4. Tehnički uslovi za realizaciju projekta

Predmetni projekat se mora izvesti u skladu sa Zakonom o izgradnji i finansiranju investicionih objekata i u duhu važećih propisa i standarda, prema kojima je i urađen ovaj projekat. Investitor je dužan, po prijemu projekta, organizovati njegovu tehničku kontrolu, preko stručne komisije, ili organizacije koja ispunjava uslove za djelatnost revizije projektne dokumentacije. U slučaju eventualnih primjedbi revizije komisije, projektant se obavezuje da izvrši izmjene u projektu, ukoliko su primjedbe u skladu sa tehničkim propisima i Projektnim zadatkom investitora. Sav materijal koji se ugrađuje u objekte mora odgovarati JUS standardima za odnosnu vrstu materijala. Izvođač je dužan, prije početka izgradnje, da provjeri ovu dokumentaciju, te ako nađe da su potrebne ili izvjesne nužne izmjene ili odstupanja, kako u pogledu materijala, tako i u pogledu tehničkog rešenja, mora o tome konsultovati nadzornog organa, odnosno projektanta, a u slučaju Oveć0ih izmjena, pribaviti od njih pismena uputstva i saglasnost na predložene izmjene. Ugrađivanje i montaža pojedinih elmenata ovog objekta mora se izvesti prema tehničkom opisu i predmjeru ovog projekta, kao i prema glavnom projektu kompletnog objekta i prema priloženim crtežima. Za ispravnost izvedenih radova izvođač garantuje najmanje dvije godine, računajući od dana tehničkog prijema. Sva oštećenja koja bi se u tom periodu pojavila zbog upotrebe lošeg materijala ili nesolidne izrade, izvođač je dužan ukloniti bez prava na nadoknadu. Po izvršenoj izgradnji objekta mora se izvršiti tehnički prijem i predaja investitoru na korišćenje. Sve izmjene i dopune radova koje imaju uticaj na predračunsku vrijednost objekta moraju biti odobrene od strane investitora ili njegovog predstavnika. Investitor, odnosno organ ili organizacija na koju se prenosi vlasništvo objekta i njegovo održavanje, dužni su trajno da čuvaju jedan primjerak tehničke dokumentacije. Investitor je dužan organizovati stalni stručni nadzor tokom izgradnje objekta, preko stručnih lica ukoliko ispunjavaju uslove predviđene Zakonom, preko organizacije koja je izradila tehničku dokumentaciju ili preko specijalizovane organizacije za ovu vrstu djelatnosti.

Obaveza izvođača je da tokom izvođenja radova uskladi radove iz ovog dijela projekta sa radovima za ostalu instalaciju i sam objekat, kako bi se omogućili sami radovi i izbjegli dodatni troškovi izgradnje. Oprema koju izvođač montira, a ne proizvodi, ima garanciju prema garantnom listu proizvođača. Izvođač je dužan izvršiti ispitivanje i puštanje instalacije. U tu svrhu osigurati potrebnu radnu snagu, materijal, alat, pribor, mjerne instrumente i ostalo. Pri izvođenju radova na ovoj instalaciji, izvođač mora voditi računa da se ne oštete okolni objekti, druge instalacije ili uređaji. Ovi opšti uslovi su sastavni dio projektnog elaborata i obavezni su za izvođača.

## 5. Program kontrole i osiguranja kvaliteta

### 1. Opšte napomene o pregledu i ispitivanjima sredstava za rad i uslova radne sredine

Sav instalacioni materijal i oprema, koji se koriste za izvođenje ove vrste instalacija moraju odgovarati standardima. Materijali koji ne odgovaraju JUS standardima ne smiju se koristiti. Pri donošenju materijala na gradilište, a prije montaže, potrebno je izvršiti pregled materijala od strane stručnog nadzora i napraviti zapisnik. Sve radove treba izvesti kvalitetno i sa stručnom radnom snagom. Periodični pregledi i ispitivanja elektro instalacija vrše se radi utvrđivanja da li je primijenjenim mjerama osiguran bezbjedan rad, a naročito da li su električne instalacije izvedene u skladu sa propisima, a naročito u pogledu obezbjeđenja efikasnosti zaštite od opasnog napona dodira (ispravnost priključenja, mjerenje odstojanja provodnika, izbor i podešenost uređaja za kontrolu, izbor opreme i mjere zaštite prema spoljašnjim uticajima i sl.).



## **2. Pregledi i ispitivanja električnih instalacija**

Periodični pregledi i ispitivanja elektro instalacija vrše se :

- prije puštanja u rad,
- nakon rekonstrukcije ili adaptacije,
- nakon prestanka korišćenja u trajanju duže od šest mjeseci i
- u roku od 36 mjeseci od prethodnog pregleda i ispitivanja.

Pregledi i ispitivanja elektro instalacija vrše se u cilju dokazivanja da je instalacija izrađena po projektu u skladu sa propisima iz zaštite na radu, standardima i drugim propisima.

Pregledom se provjerava elektroinstalacija i to u beznaponskom stanju, a naročito:

- da li je elektroinstalacija urađena u skladu sa projektom odnosno sa jednopolnom šemom,
- da li je izbor opreme i zaštita izveden prema spoljašnjim uticajima i standardu JUS. NB2.730,
- da li je obezbijeđeno raspoznavanje neutralnog i zaštitnog provodnika,
- da li je obezbijeđeno prisustvo šema i tablica za upozoravanje i druge slične informacije,
- da li su provodnici i uređaji postavljeni na propisani način, obezbijeđeno raspoznavanje strujnih kola osigurača, stezaljki i sl.,
- način spajanja provodnika i
- pristupačnost za rad i održavanje.

Kod instalacija uzemljenja posebna pažnja se mora obratiti na zajedničke prednapone između napojnih instalacija niskog napona i komunikacionih vodova koji napajaju uređaje.

Ispitivanjem elektroinstalacija provjerava se, naročito:

- otpor izolacije (niskonaponskih i visokonaponskih instalacija i otpora izolacije elektroenergetskih transformatora),
- otpor petlje zaštićenih strujnih krugova (JUS. NB2. 730) i
- otpor uzemljivača.

## **3. Popis primjenjenih tehničkih propisa i standarda**

Pregled i ispitivanja izvršiti u skladu sa zahtjevima:

- Zakona o zaštiti na radu ("Sl. list RCG" br. 79/04 i "Sl. list CG" br. 26/10 i br. 40/11)
- Pravilnika o zaštitnim mjerama protiv opasnosti od električne struje u radnim prostorijama i na radilištima ("Sl. list SRCG" br. 6/86 i br. 16/86)
- Pravilnika o postupku i rokovima za vršenje periodičnih pregleda i ispitivanja sredstava za rad, sredstava i opreme lične zaštite na radu i uslova radne sredine ("Sl. list RCG" br. 71/05)
- Jugoslovenskog standarda JUS N.B2.730
- Uputstvima proizvođača.

## **II DIO: ELEKTRIČNE INSTALACIJE JAKE STRUJE**

**Tehnički opis**

**Proračuni**

**Predmjer i predračun radova i materijala**

# 1. Tehnički opis

## 1.1 Uvodne napomene

Predmet ove tehničke dokumentacije je projekat adaptacije postojećeg objekta, Doma kulture "KIC MALESIJA", KO Tuzi, opština Tuzi, čiji je investitor opština Tuzi.

Glavni inženjer predmetnog objekta je Branislav Pavićević dipl. inž. građ., dok je arhitektonsko rešenje uradila firma Bauer d.o.o. Podgorica. Objekat se sastoji od prizemlja i sprata.

Predmet ovoga dijela projekta su:

- El. instalacija opšte potrošnje
- El. instalacija osvetljenja,
- Instalacija uzemljenja
- Instalacija gromobrana
- Instalacija izjednačenja potencijala

## 1.2 Glavni napojni ( priključni ) kabal

Za predmetni objekat je dato rešenje napajanja sa PMO. Predloženi su napojni kablovi tipa PP00 4x16 mm<sup>2</sup> za glavni razvodni ormar GRO. Sa GRO ormara predviđen je napojni kabl N2XH-J 5x10 mm<sup>2</sup> za razvodni ormar sprata na crtežima označen sa RO\_S. Napojni kabl spoljnog priključka nije predmet ove tehničke dokumentacije, već će isti biti obrađen kroz projekat NN kablovske mreže, nakon dobijanja saglasnosti od strane CEDIS-a. Za priključak napojnog kabla sa spoljne kablovske NN mreže do razvodnih ormara predvidjeti polaganje gibljivih PVC ili HDPE cijevi fi 90 sa završetkom u zelenoj površini ispred objekta.

## 1.3 Razvodne table/ormari i usponski vodovi

Priključno mjerni ormar mora biti izrađen od sledećih materijala:

- polikarbonata (PC) koji je čvrst, žilav i otporan na starenje
- armiranog poliestera (SMC), koji je jako čvrst, otporan na starenje.

Materijal od koga je izrađen ormar mora ispunjavati uslove standarda klase II po IEC 364-4-41, odnosno zadovoljavati propisana mehanička svojstva (čvrstinu) pri temperaturi od -20 stepeni. Materijal mora biti nesagoriv (samogasiv) i otporan na UV zračenje, kao i na starenje usled vremenskih uslova. Kućište ormara mora nakon ugradnje zadovoljavati stepen mehaničke i zaštite od prodora vlage po standardu IEC 529, minimalno IP55. Konstrukcija kućišta mora obezbijediti unutrašnje ambijentalne uslove u opsegu od -20 do +60 stepeni bez obzira na spoljašnje klimatske uslove, mjesto i način njegove ugradnje. Vrata ormara treba da se zatvaraju u tri tačke, upotrebom brave sa okretnom ručicom i sa ugrađenim cilindričnim tipskim uloškom. Na vratima PMO predviđeni su otvori od pleksiglasa za mogućnost očitavanja brojila za predmetni objekat. Razvod električnih instalacija po objektu je predviđen sa GRO, a dalje sa RO\_S.

**NEOPHODNO JE PRI IZVOĐENJU GRAĐEVINSKIH RADOVA OSTAVITI ŠLICEVE ZA VERTIKALNO POLAGANJE KABLOVA JAKE STRUJE, NA MJESTIMA KAKO JE TO DATO NA NACRTIMA. TAKOĐE NA LOKACIJAMA RAZVODNIH TABLI OSTAVITI PROSTOR DUBINE 15 CM, BEZ ARMATURE KAKO BI SE MOGLA MONTIRATI TABLA. NAVEDENO JE POTREBNO USAGLASITI SA STATIČAREM OBJEKTA.**

Dimenzije razvodnih ormara treba odrediti na osnovu potrebnog prostora za pravilan smještaj i povezivanje predviđene opreme, uključujući i 20% rezervnog prostora.

## **1.4 Električna instalacija opšte potrošnje**

Za potrebe opšte potrošnje, uvažavajući način grijanja i klimatizacije, prema namjeni ovoga dijela objekta, predviđen je potreban broj monofaznih i trofaznih šuko priključnica i izvoda, a kako je to dato na planovima električne instalacije.

**TREBA NAPOMENUTI DA JE RASPORED PRIKLJUČNICA DAT U SKLADU SA DATIM RASPOREDOM NAMJEŠTAJA I OPREME. U SLUČAJU DA DOĐE DO IZMJENE RASPOREDA OPREME POLOŽAJ PRIKLJUČNIH MJESTA USKLADITI SA ISTIM.**

Instalaciju opšte potrošnje izvesti provodnicima tipa N2XH-J 3x2,5 mm<sup>2</sup>, položenih djelimično u cijevima Ø16mm, Ø23 milimetra, a djelimično pod malter. Grijanje i hlađenje u objektu vrši se pomoću VRV sistema koji se napaja provodnikom PP00-Y 5x6 mm<sup>2</sup>. U svakom mokrom čvoru predviđen je fiksni priključak bojler, koji se nalazi ispod umivaonika. Instalacioni materijal je modularni. U sanitarnim čvorovima, predviđene su priključnice u "OG" izvedbi kako je to dato na planovima instalacija u prilogu. Ovi priključci se štite zaštitnim uređajem diferencijalne struje 30 miliampera. Mjesta kao i visina montaže ovih priključaka su data uz broj strujnog kruga na planovima u prilogu. Zaštita od indirektnog napona dodira izvedena je sistemom zaštite TN-C/S.

## **1.5 Električna instalacija osvjetljenja**

U svim prostorijama objekta predviđeno je odgovarajuće osvjetljenje prilagođeno namjeni i uslovima montaže. Osvjetljenjem u objektu se upravlja u zavisnosti od namjene prostora običnim, naizmjeničnim i unakrsnim prekidačima, kao i tasterima. Upravljanje rasvjetom u balkskoj dvorani vrši se pomoću LITECOM sistema, dok se u prostorijama biblioteke i mjesne zajednice upravlja prekidačima. Upravljanje rasvjetom u toaletima vrši se pomoću senzora pokreta. Prekidači i taster sklopka su modularnog tipa i montiraju se na visini 1,2(1,4) m od poda. Sve metalne mase svjetiljki neophodno je uzemljiti. Instalaciju osvjetljenja izvesti provodnicima tipa N2XH-J 3(5)x1,5 mm<sup>2</sup>, položenim pod malter na zidovima koji se malterišu, dok se u betonskim zidovima i ploči kablovi postavljaju u cijevima Ø 13(23)mm. Svaki od provodnika ima žilu za uzemljenje provodnika.

## **1.6 Instalacija izjednačenja potencijala**

U skladu sa Tehničkim propisima za izvođenje elektroinstalacija predviđena je i instalacija za izjednačenje potencijala u objektu. U tu svrhu, prema planu instalacije, provodnikom P/F 1x6 mm<sup>2</sup> povezati metalnu ogradu, metalne nosače spoljašnjih jedinica, odnosno sve metalne mase. Sa temeljnog uzemljivača do glavnog razvodnog ormara postaviti provodnik P/F 1 x 16 mm<sup>2</sup> i izvršiti povezivanje. U skladu sa projektom vodovoda, izvesti izjednačenje potencijala u kupatilima ukoliko su cijevi metalne. Na bakarnu sabirnicu povezati sve metalne kontakte sa provodnikom P/F 4mm<sup>2</sup>/Ø13mm.

## 2. Električni proračun

### 2.1 Opšte karakteristike i klasifikacija električnih uređaja

#### 2.1.1 Karakteristike napajanja, bilans snage i procjena godišnje potrošnje električne energije

- Nazivni napon.....U = 3x380/220 V, 50 Hz
- Jednovremeno opterećenje na nivou PMO.....Pj=32.00 kW
- Jednovremeno opterećenje na nivou PMO (prividna snaga).....Sj=33.684 kVA
- cosφ - faktor snage (usvojen, iskustveno pretpostavljen):.....cosφ = 0,95
- Jednovremeno opterećenje brojila za GRO.....Pj=32.0 kW
- Jednovremeno opterećenje na nivou GRO(prividna snaga).....Sj=33.684 kVA
- cosφ - faktor snage (usvojen, iskustveno pretpostavljen):.....cosφ = 0,95
- Jednovremeno opterećenje kontrolnog brojila za RO\_S.....Pj=9.0 kW
- Jednovremeno opterećenje na nivou RO\_S(prividna snaga).....Sj=9.474 kVA
- cosφ - faktor snage (usvojen, iskustveno pretpostavljen):.....cosφ = 0,95

Ukupna procijenjena god. potrošnja el. energije na nivou PMO iznosi 21024 kWh/god.

#### 2.1.2 Tip razvodnog sistema

- Provodnici pod naponom 3, 4 i 5 žila
- U pogledu uzemljenja TN - S
- Tip razvoda D,C,E,B,J

#### 2.1.3 Klasifikacija spoljašnjih uticaja

Klasifikacija spoljašnjih uticaja je prema standardu JUS N.B2.730 i standardu JUS N. S8.090 - zahtevi za električne instalacije u prostorijama ugroženim od eksplozivnih smeša.

Uticaj okoline

- Temperatura okoline je -5 do +40 C AA4
- nadmorska visina AC1
- Prisustvo vode AD2 i AD4
- Prisustvo stranih čvrstih tela AE1
- Prisustvo korozivnih i prljajućih materija AF1
- Mehanička naprezanja AG1
- Prisustvo flore i faune AK1 i AL1
- Elektromagnetski, elektrostatički uticaj AM1
- Sunčevo zračenje AN1

Upotreba

- Osposobljenost lica BA4
- Električna otpornost ljudskog tela BB1
- Dodir lica sa potencijalom zemlje BC3
- Mogućnost evakuacije u slučaju hitnosti BD1
- Priroda materijala koji se obrađuje ili uskladištjuje BE1

Konstrukcija zgrade

- Sastav materijala CA1
- Struktura zgrade SB1

Sva elektro oprema koja je za spoljašnju montažu obzirom na AD4 mora biti u stepenu zaštite IP-54.

## 2.2 Provera izabranih presjeka na trajno dozvoljene struje

Proračun je urađen saglasno:

1. JUS N.B2.752 Električne instalacije u zgradama Električni razvod – Trajno dozvoljene struje
2. Pravilnik o teh. normativima za el. instalacije niskog napona (Sl. List SFRJ, 53/58, član17)

Trajno dozvoljeno opterećenje strujom niskog niskonaponskih kablovskih vodova računa se i zavisi od konstrukcije kabla, od temperature sredine u kojoj se nalazi kabl, od uslova odvođenja toplote sa kabla (način polaganja kabla, specifična toplota otpornosti izolacije, plašta i sredine u kojoj se nalazi kabl, broja paralelno položenih kablova), kao i od aktivne otpornosti provodnika kabla.

Presek kabla se određuje na osnovu maksimalnog jednovremenog opterećenja  $P_j$  (W) koje posmatrani kablovski vod treba da podnese bez oštećenja u trajnom pogonu, prema uslovima za polaganje provodnika i kablova i prema stvarno podnosivoj struji, uzimajući u obzir i ograničavanje faktora zaštitnih mjera, karakteristike uređaja za zaštitu od kratkog spoja i preopterećenja.

Maksimalna jednovremena struja  $I$  (A) dobija se iz sledećih obrazaca:

- Za trofazne potrošače:

$$I_B = \frac{P_j}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi \times \eta}$$

gde su:

$U$  -međufazni napon

$\cos\varphi$  -faktor snage definisanog opterećenja

$\eta$  -stepen iskorišćena za monofazne potrošače

- Za monofazne potrošače:

$$I_B = \frac{P_j}{E \times \cos\varphi \times \eta}$$

gde je:

$E$ -fazni napon

Prema katalogu proizvođača kablova bira se tip, broj žila i presek kablova za pojedinačno polaganje a u skladu sa tipm razvoda. Zatim se određuju korekcionni faktori usled temperature okoline  $K_\theta$ , korekcionni faktor za termičku otpornost tla  $K_\lambda$ , i korekcionni faktor za grupno polaganje kablova  $K_n$ , i uzimajući njih u obzir izračunava se stvarna dozvoljena struja izabranog kabla:

$$I_z = K_\theta \times K_\lambda \times K_n \times I_{tab.}$$

gde je

$I_{tab.}$  - struja kabla određena standardom JUS N.B4.752.

## 2.3 Zaštita kabla od struje preopterećenja

Proračun je urađen saglasno:

JUS N.B2.743 Električne instalacije niskog napona  
Zahtevi za bezbednost – zaštita od prekomjernih struja

Zaštitni uređaji moraju biti predviđeni da prekidaju svaku struju preopterećenja koja protiče provodnicima pre nego što prouzrokuje povišenje temperature štetno po izolaciju, spojeve, stezaljke ili okolinu. Struja provodnika pri normalnom radu električne instalacije mora biti manja od nazivne struje osigurača ili nazivne vrijednosti struje djelovanja uređaja za zaštitu od preopterećenja strujnog kola provodnika. Struja osigurača mora biti manja od stvarno dozvoljene struje koju vod može, bez štete da podnese.

Radna karakteristika uređaja koji štiti električni vod od preopterećenja mora da ispuni dva uslova:

- 1)  $I_B \leq I_n \leq I_z$
- 2)  $I_2 \leq 1.45 \times I_z$

Gde su:

$I_B$  - Struja za koju je strujno kol projektovano

$I_n$  - Nazivna struja zaštitnog uređaja

$I_z$  - Stalno podnosiva struja provodnika ili kabla

$I_2$  - Struja koja obezbeđuje pouzdano djelovanje zaštitnog uređaja koja je data kao višekratnik nazivne struje zaštitnog uređaja ( $I_2 = k \times I_n$ )

Vrijednosti za koeficijent k za različite zaštitne uređaje su date u narednoj tablici:

zaštitni uređaj		$k = I_2/I_n$	standard
topljivi osigurač do 4A		2.1	IEC 269 VDE 0636
topljivi osigurač do 6-A		1.9	
topljivi osigurač do 25A		1.75	
topljivi osigurač preko 25A		1.6	
podesivi prekidač do 63A		1.35	IEC 157 VDE 0660 t.101
podesivi prekidač preko 63A		1.25	
motorni zaštitni prekidač za sve $I_n$		1.2	IEC 292 VDE 0660 t.101 VDE0660 t.104

Rezultati proračuna dati su tabelarno ( tabela broj 1)

## 2.4 Provjera kabla na pad napona

Dimenzionisanje provodnika spoljašnjeg kućnog priključka vrši se na osnovu sledećih kriterijuma:

- Dozvoljenog termičkog opterećenja
- Dozvoljenog procentualnog pada napona

Dozvoljeni pad napona u električnim instalacijama niskog napona je određen je Pravilnikom o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl.list SFRJ, 53/58 i 54/88). Cilj proračuna je da se provjeri pad napona odabranih provodnika i kablova. Dozvoljeni pad napona između tačke napajanja električne instalacije i bilo koje druge tačke ne sme biti veći od sledećih vrijednosti prema nazivnom električne instalacije i to:

- Za strujno kolo osvetljenja 3%, a za strujna kola ostalih potrošača 5% ako se električna instalacija napaja iz niskonaponske mreže
- Za strujno kolo osvetljenja 5%, a za strujna kola ostalih potrošača 8% ako se električna instalacija napaja neposredno iz trafostanice koja je priključena na visoki napon
- Za električne instalacije čija je dužina veća od 100m dozvoljeni pad napona povećava se za 0,005% po dužnom metru preko 100m, ali ne više od 0,5%.

Za kabl koji se polaže od trafostanice 10/0.4kV do priključne kutije, po pravilu pad napona ne treba da bude veći od 3% nazivnog napona električne mreže.

Za proračun pada napona u kablovima niskonaponskih kola koriste se sledeći obrasci:

- Za trofazna kola sa simetričnim optečenjem i naponom 400 V, 50 Hz,  $\cos\phi \leq 1$

$$u(\%) = \frac{100 \times \rho \times l \times P_j}{S \times U^2}$$

- Za monofazne potrošače gde je napon 230 V, 50 Hz,  $\cos\phi = 1$

$$u(\%) = \frac{100 \times \rho \times l \times P_j}{S \times E^2}$$

- Za trofazne potrošače gde je napon 400 V, 50 Hz,  $\cos\phi < 1$

$$u(\%) = \frac{100 \times l \times P_j}{U^2} \times (r_1 + x_1 \times \operatorname{tg}\varphi)$$

- Za monofazne potrošače gde je napon 230 V, 50 Hz,  $\cos\phi < 1$

$$u(\%) = \frac{200 \times l \times P_j}{E^2} \times (r_1 + x_1 \times \operatorname{tg}\varphi)$$



Pri čemu su upotrebljene sledeće oznake

$\rho$  -specifični otpor provodnika ( $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ )

$P_j$  -maksimalno jednovremeno opterećenje pojedinačnih deonica (W)

U -međufazni napon (V)

E -fazni napon (V)

l -orijentaciona dužina voda pojedinih deonica (m)

S -presek provodnika ( $\text{mm}^2$ )

$r_l$  -omski otpor provodnika ( $\Omega/\text{km}$ )

$x_l$  -induktivni otpor provodnika ( $\Omega/\text{km}$ )

Pri proračunu su omski otpori uzeti pri temperaturi provodnika od 20° C.

Ukupan pad napona do poslednjeg potošača u nizu dobija se sabiranjem parcijalnih padova napona u pojedinim prethodnim deonicama i on mora da se nalazi u dozvoljenim granicama, prema važećim propisima.

Rezultati proračuna dati su tabelarno (tabela br.2)

## 2.5 Provera efikasnosti zaštite od električnog udara

Kod usvojenog sistema TN-C/S neutralna i zaštitna funkcija razdvojene su u dijelu od glavne razvodne table.

Provera je usaglašena sa:

1. Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (Sl. List SFRJ, 53/88 ) član 127.
2. JUS N.B2.741 Električne instalacije u zgradama  
Zahtevi za bezbednost, zaštita od električnog udara
3. JUS N.B2.741 Električne instalacije u zgradama  
Opšte karakteristike i klasifikacija
4. JUS N.C0.010 Obeležavanje žila kablova i izolovanih provodnika za nazivne napone do 1kV

Prema JUS-u, najduže dozvoljeno vrijeme trajanja napona dodira za naizmenični napon 230V iznosi 0,4 s (tačka 5.1.3.4) ili do 5 s (tačka 5.1.3.6., JUS N.B2.741). Struju greške  $I_g$  (struju kratkog spoja petlje ) izračunavamo za dio strujnog kola izvora snage do mjesta provjere preko impedanse kola, otpora iz krivih sa aktivnim i induktivnim dijelom za transformatore i vodove.

Impedansa provjeravanog kola se sračunava po obrascu:

$$Z = \sqrt{(\Sigma R)^2 + (\Sigma X)^2}$$

Maksimalna dozvoljena struja greške strujne petlje  $I_g$  računa se na osnovu impedanse provjeravanog kola prema obrascu:

$$I_g = 230/Z$$

Oznake imaju sledeće značenje:

$\Sigma R$  -ukupni otpor petlje

$R_n$  -omski otpor posmatranog provodnika  
( $R_n = r \times 2 \times l$ ),  $r$  ( $\Omega/\text{km}$ ) podužna omska otpornost

$\Sigma R_{n-1}$  -suma prethodnih omskih otpora

$\Sigma X$  -ukupni induktivni otpor petlje

$X_n$  -induktivni otpor posmatranog provodnika  
( $X_n = x \times 2 \times l$ ),  $x$  ( $\Omega/\text{km}$ ) podužna induktivna otpornost

$\Sigma X_{n-1}$  -suma prethodnih induktivnih otpora

$l$  -dužina provodnika

Obrasci važe kada su nulti (zaštitni) i fazni provodnici istog preseka (ako su različitog preseka onda je  $2 \times r_o = r_f + r_n$ ). Mjera zaštite će biti efikasna ako je zadovoljen uslov.

$$I_g > I_i$$

Struje isključenja zaštitnih uređaja, date u u tabelama su uzete iz karakteristika osigurača. Rezultati proračuna su dati tabelarno (tabela br. 3)

## 2.6 Proračun kratkog spoja

Preseci napojnih vodova odabrani su na osnovu termičkog opterećenja pri normalnom opterećenju i na osnovu provjere na dozvoljeni pad napona.

Ovde ih provjeravamo na naprezanja pri kratkom spoju.

Osnovu za proračun kratkog spoja predstavlja tzv. otpor petlje kratkog spoja (impedansa kvara) koji se dobija prema obrascu (kritično mesto kvara je neposredno iza sabirnica):

$$Z_{pk} = \sqrt{R_{pk}^2 + X_{pk}^2}$$

gde je :

$Z_{pk}$  - impedansa petlje kvara kratkog spoja ( $\Omega$ )

$R_{pk}$  - aktivni otpor petlje kvara kratkog spoja ( $\Omega$ )

$X_{pk}$  - reaktivni otpor petlje kvara kratkog spoja ( $\Omega$ )

$$R_{pk} = R_m + R_t + \sum_{n=1}^n R_n \quad X_{pk} = X_m + X_t + \sum_{n=1}^n X_n$$

gde je:

$R_m$  - aktivni otpor VN mreže (uticajmreže 10kV)

$X_m$  - reaktivni otpor VN mreže (uticajmreže 10kV)

$R_t$  - aktivni otpor faznog namotaja transformatora na strani niskog napona

$X_t$  - reaktivni otpor faznog namotaja transformatora na strani niskog napona

$R_n$  - aktivni otpor pojedinih deonica vodova  
 $X_n$  - reaktivni otpor pojedinih deonica vodova

#### - OTPORI VN MREŽE

Reaktivni otpor VN mreže računamo prema obrascu:

$$X_m = \frac{1.1 \cdot U^2}{S_k}$$

$S_k$  - snaga kratkog spoja na strani 10kV

Aktivni otpor mreže 10kV računamo prema obrascu:

$$R_m = 0.1 \cdot X_m$$

#### - OTPORI TRANSFORMATORA

Aktivni i reaktivni otpori transformatora sračunavaju se iz obrasca:

$$R_t = \frac{u_r \cdot U^2}{100 \cdot S_{nt}} \quad (\Omega, \%, \text{kV}, \text{MVA}) \quad X_t = \frac{u_x \cdot U^2}{100 \cdot S_{nt}} \quad (\Omega, \%, \text{kV}, \text{MVA})$$

gde je:

$U$  - linijski napon

$S_{nt}$  - snaga transformatora (MVA)

$$u_r = \frac{100 \cdot P_{Cu}}{S_{nt}} \quad (\%) \quad u_x = \sqrt{u_k^2 - u_r^2} \quad (\%)$$

gde je:

$P_{Cu}$  - gubici u bakru (kW)

$u_k$  - napon kratkog spoja (%)

Za transformatore nekih karakteristični snaga imamo sledeće vrijednosti:

$S_{nt}$ (kVA)	$u_k$ (%)	$u_r$ (%)	$u_x$ (%)	$R_t$ ( $\Omega$ /fazi)	$X_t$ ( $\Omega$ /fazi)
250	4	1.30	3.78	0.00832	0.00241
400	4	1.15	3.83	0.00460	0.0153
630	4	1.03	3.87	0.00261	0.0098

#### - OTPORI KABLOVA

Aktivni i reaktivni otpori kablova sračunavaju se po opštim obrascima:

$$(\Omega) \quad X = \frac{l \cdot x_f}{n} \quad (\Omega)$$

gde je

$l$  - dužina kabla

$r_f$  - aktivni otpor fazne žile kabla ( $\Omega/\text{km}$ )

$x_f$  - reaktivni otpor fazne žile kabla ( $\Omega/\text{km}$ )

$n$  - broj paralelno položenih kablova za napajanje jednog niskonaponskog ormana

Na osnovu izračunate vrijednosti impedanse kratkog spoja računamo struju trofaznog kratkog spoja prema obrascu:

$$I_{k3pol} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_{pk}} \quad (\text{kA})$$

Udarne struja kratkog spoja računa se po obrascu:

$$I_u = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k3pol} \quad (\text{kA})$$

gde je:

$\chi$  - faktor koji zavisi od odnosa  $R_{pk}/X_{pk}$

Rezultati proračuna dati su u tabeli (tabela br. 4)