



# KLIMATERM PROJEKT D.O.O.

DRUŽBA ZA PROJEKTIRANJE IN ZALOŽNIŠTVO  
PODMILŠČAKOVA 57A, 1000 LJUBLJANA, SLOVENIJA  
TEL: ++ 386 1 560 28 90, E-MAIL: [INFO@KLIMATERM.SI](mailto:INFO@KLIMATERM.SI)

## PRO-ELEKT D.O.O.

PROJEKTIRANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ, INŽENIRING IN TEHNIČNO  
SVETOVANJE

## NASLOVNA STRAN NAČRTA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	HIŠA NA GLAVNEM TRGU 2 V NOVEM MESTU
kratek opis gradnje	Rekonstrukcija večstanovanjskega objekta, prememba namembnosti dela objekta in odstranitev nezahtevnega objekta.
vrste gradnje	Rekonstrukcija Sprememba namembnosti Odstranitev

### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
številka projekta	02/2018

### PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	3/I NAČRT ELEKTROTEHNIKE - Objekt
številka načrta	E82/18-197
datum izdelave	Julij 2019

### PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	Janez Tomše, dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-1959
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	

### PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	PRO-ELEKT d.o.o.
naslov	Podmilščakova ulica 57a, 1000 Ljubljana
vodja projekta	Maruša Zorec, univ. dipl. inž. arh.
identifikacijska številka	ZAPS-1018 A
podpis vodje projekta	

odgovorna oseba projektanta	Bojan Kralj, dipl. org. man.
podpis odgovorne osebe projektanta	

## 2. KAZALO VSEBINE NAČRTA

1. Naslovna stran načrta
2. Kazalo vsebine načrta
3. Tehnično poročilo

### I. POGLAVJE

- Podatki za Elektro distributerja

### II. POGLAVJE

- Tehnično poročilo

### III. POGLAVJE

- Popis materiala in rekapitulacija stroškov

## 4. Risbe

Št.strani	Oznaka risbe	Merilo
L1	Tloris temeljev – strelvodna inštalacija	M 1:100
L2	Tloris kleti – električne inštalacije	M 1:50
L3	Tloris pritličja – električne inštalacije	M 1:50
L4	Tloris 1.nadstropja – električne inštalacije	M 1:50
L5	Tloris 2.nadstropja in mansarde – električne inštalacije	M 1:50
L5.1	Tloris podstrehe – električne inštalacije	M 1:50
L6	Tloris strehe – strelvodna inštalacija	M 1:100
L7	Glavni razvod električnih inštalacij	-
L8	Enopolna shema razdelilnika stanovanj (Rs1-Rs8)	-
L9	Enopolna shema razdelilnika poslovnih prostorov (Rp1-Rp3)	-
L10	Enopolna shema razdelilnika skupne rabe	-
L11	Shema zasilne razsvetljave	-
L12	Glavni razvod telekomunikacij	-

## 5. Priloge

Št.priloge	Oznaka priloge	Merilo
P1	Glavno izenačevanje potenciala	-
P2	Dodatno izenačevanje potenciala	-

## **PODATKI ZA ELEKTRO DISTRIBUTERJA**

Priključne varovalke so predvidene velikosti:

**8 x 3 x 20A** (8 x 14kW) za stanovanja

**6 x 3 x 20A** (6 x 14kW) za poslovne prostore

**1 x 3 x 35A** (1 x 24kW) za skupno rabo

## TEHNIČNO POROČILO

### I. Električne inštalacije

#### 1.1 Splošno

Projekt je izdelan skladno z:

- Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o graditvi objektov (ZGO-1D, Ur.List RS, št. 57/2012)
- Pravilnika o projektni dokumentaciji (Ur.list RS št. 55/2008)
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Ur.l.RS št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07 in 12/13) ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-1-001:2010**
- Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur.l.RS št. 41/09 in 2/12) ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-002:2013**
- Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.list RS št. 28/09 in 2/12) ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-003:2013**
- Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur.list RS št. 52/10) ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-004:2010**

Inštalacije morajo biti izvedene skladno z navedenim pravilniki in tehničnimi smernicami.

Projekt je izdelan na osnovi arhitekturnih načrtov, razgovorov s predstavnikom investitorja, podatkov projektanta strojnih inštalacij, veljavnih standardov in tehničnih predpisov.

Predviden je TN-S sistem električne inštalacije kot zaščitni ukrep pred nevarno napetostjo dotika.

#### 1.2 Napajanje objekta

NN dovod je obdelan v svoji mapi NN priključek. Objekt se bo napajal iz transformatorske posta TP Prešernov trg.

#### 1.3 Meritve kWh

PMO omara je obdelana v mapi NN priključka. Predvidena je ločena meritev porabe električne energije posebej za vsako stanovanjsko enoto, vsak poslovni prostor in za skupno rabo. Meritve so predvidene v novi merilni omari PMO, locirani na stalno dostopnem mestu v pasaži objekta.

V PMO so predvideni direktni trifazni univerzalni števcji delovne energij, 3x230V/400V 5-85A, 50Hz, dvotarifni, z notranjo uro.

Priključne varovalke so predvidene velikosti:

**8 x 3 x 20A** (8 x 14kW) za stanovanja

**6 x 3 x 20A** (6 x 14kW) za poslovne prostore

**1 x 3 x 35A** (1 x 24kW) za skupno rabo

Za obstoječe poslovne prostore v pritličju objekta je predvidena prestavitev obstoječih odjemnih mest v novo PMO.

#### **1.4 Napajanje razdelilnikov**

Za vsako stanovanjsko, poslovno enoto in skupno rabo je predviden ločen električni razdelilnik. Dovodi so predvideni iz PMO omare. Dimenzije dovodov so razvidni iz načrta glavnega razvoda.

V razdelilnikih so projektirani instalacijski odklopniki in varovalčni ločilniki za varovanje tokokrogov. Dimenzije tokokrogov in varovanje je razvidno iz stikalnih načrtov.

Razdelilnik mora biti označen z napisnimi tablicami:

- ime razdelilnika
- proizvajalec
- sistem ozemljitve (TN-S)
- Nazivna napetost in frekvenca

Vsi elementi v razdelilniku morajo biti označeni skladno z vezalno shemo razdelilnika, katera mora biti nameščena na notranji strani vrat. Proizvajalec razdelilnika mora izdati ustrezne ateste z navedbo opravljenih preizkusov in meritev.

#### **1.5 Izvedba električnih instalacij**

Instalacija je predvidena s kablji NYM v podometni izvedbi v ceveh v ometu oziroma tlaku. Pri izvajanju instalacij je potrebno paziti na predpisane odmike od ostalih instalacij in razmak med električnimi in telekomunikacijskimi inštalacijami:

- pri paralelnem vodenju električnih in telekomunikacijskih instalacij je minimalen razmak 20cm.
- Pri križanju električnih in telekomunikacijskih instalacij je dovoljen minimalen pravokoten razmak 3cm.
- odmik svetil z žarilno nitko od lesenih delov 25mm

**Na mestih, kjer instalacija poteka v lesu, je potrebno vodnik NYM položiti v samougasne izolirne cevi na distančne objemke.**

#### **1.6 Izvedba priključnih mest in prižiganje**

(če ni drugače označeno)

- vtičnice na višini 0.3m od tal, v kuhinji 1.1m, kopalnice 1.6m od tal
- parapetni kanal 0.65m od tal (zg. rob)
- stikala 1.2m od tal
- Priključki za tehnološke porabnike, ter porabnike ostalih instalacij priključenih na električno instalacijo, se izvedejo v skladu z zahtevami teh naprav in mora izvajalec elektroinstalacij izdelati, le te v skladu z zahtevami ostalih izvajalcev.

#### **1.7 Izvedba razsvetljave**

Razsvetljava prostorov je predvidena z LED sijalkami. V sanitarijah, kopalnicah in ostalih vlažnih prostorih so svetilke z zaščito proti vlagi IP44.

Prižiganje razsvetljave je predvideno namensko pri vhodu oz. izhodu iz prostora. V kleti in skupnih prostorih je prižiganje predvideno preko senzorjev.

### **1.8 Zasilna razsvetljava**

V objektu je predvidena zasilna razsvetljava, ki v primeru izpada električne energije označuje evakuacijsko pot iz objekta. Zasilne svetilke so predviden še nad vsemi gasilnimi sredstvi in razdelilniki električnih inštalacij. Ob izpadu električnega omrežja se mora varnostna razsvetljava avtomatično preklopiti v času, ki ni daljši od 3 sekund. Po evakuacijskih površinah je minimalna osvetlitev 1lx. Razdelilniki in gasilna sredstva so osvetljeni z  $E_{min} = 5lx$ .

Zasilna razsvetljava je predvidena s svetilkami z lastnim baterijskim napajanjem. Izvedba instalacije je predvidena s kablom NYM-J 3x1.5mm<sup>2</sup>.

Zasilna razsvetljava je predvidena in jo je potrebno izvesti v skladu s SIST EN 1838, SIST EN50171, SIST EN60598-2-22 in SIST 1013.

### **1.9 Prenapetostna zaščita**

V priključni merilni omarici je prenapetostna zaščita stopnje B z ustreznim predvarovanjem. V glavnem razdelilniku in posameznih etažnih podrazdelilnikih so predvideni prenapetostni odvodniki stopnje C.

## **II Telekomunikacije**

### **2.1 Splošno**

TK dovod do objekta ni predmet tega načrta. Poleg PMO je predvidena še T.O. omarica. V vsaki stanovanjski ali poslovni enoti je poleg razdelilnika za električne inštalacije predviden še razdelilnik za telekomunikacije Rt., v katerem se predvidi prostor za možnost modema ali ruterja in vtičnica 230V. Dovod do telekomunikacijskega razdelilnika je predviden iz T.O. z vodnikom UTP Category 6 podometno v izolirni cevi  $\phi 16\text{mm}$  v ometu oz betonu. Predvidena je še dodatna izolirna cev za možnost optičnega kabla.

### **2.2 Podatkovna / telefonska instalacija**

V poslovnih enotah so predvidene po stenah dvojne RJ 45 vtičnice. V stanovanjskih enotah so predvidene podatkovne vtičnice RJ45 in sicer v bivalnih prostorih, sobah in v sobah. Dovod je predviden iz pripadajočega stanovanjskega ali poslovnega razdelilnika. Dovod telefonske linije je predviden še za dvigalo. Instalacije so projektirane s kablom UTP Category 6 podometno v izolirni cevi  $\phi 16\text{mm}$  v ometu.

### **2.3 CaTV instalacija**

V vseh stanovanjskih enotah so v bivalnih prostorih predvidene CaTV vtičnice. Dovod do TV vtičnic je predviden iz pripadajočega stanovanjskega razdelilnika. Instalacije so projektirane z vodnikom DG-113 podometno v izolirni cevi  $\phi 16\text{mm}$  v ometu oziroma betonu.

### **2.4 Instalacija videofona**

Pri glavnem vhodu v objekt je predvidena zunanja govorna enota v video kamero. V predprostoru vseh stanovanjskih enotah so predvidene notranje video govorne enote. Pred vhomom v stanovanjsko enoto je predvidena zvončna tipka. Na vhodnih vratih je predvidena električna ključavnica.

Predviden je digitalni sistem videofona. Instalacija videofona je predvidena z vodnikom Jy(St)y 4x2x0,6 podometno v izolirni cevi  $\phi 16\text{mm}$  v ometu oziroma betonu.

### **III STRELOVODNA NAPRAVA**

#### **3.1 Splošno**

Strelovodna inštalacija se projektira na podlagi Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele UR.L.RS št. 28/2009, z dne 10.4.2009 in 2/2012 z dne 9.1.2012 ter tehnične smernice TSG-N-003:2013 z dne 31.12.2013.

Inštalacije morajo biti izvedene skladno navedenim pravilnikom in tehničnimi smernicami. Strelovodna naprava je projektirana po metodi kotaleče krogle in ustreza IV. zaščitnemu nivoju LPS po standardu SIST EN 62305. Polmer kotaleče krogle pri tem nivoju znaša 60m.

#### **3.2 Izvedba strelovodne instalacije**

Strelovodno instalacija je predvidena tako, da tvori zaprto kletko okrog varovanega objekta. To kletko sestavljajo:- lovilci- odvodi- merilni in vezni stiki- zemljevodi- ozemljitev

#### **3.3 Lovilci**

Za lovilni vod je uporabljen Al vodnik fi 8mm montiran na strešnih nosilcih. Z lovilnim vodom je potrebno povezati vse kovinske obrobe strehe, žlebove, itd.

#### **3.4 Odvodi**

Odvodi povezujejo lovilce z merilnimi sponkami. Kot odvodi nam služi Al vodnik fi 8mm, montiran nadometno po fasadi ob odtokih. Z odvodi so povezane vse kovinske mase na fasadi, kovinske obloge, kovinske ograje itd.

#### **3.5 Merilni stiki**

Merilni stiki (ZT) služijo za kontrolo ozemljitve in povezavo med odvodom in zemljevodom. Merilni stiki so izvedeni pri stikih zemljevodov in odvodov. Predvideni so na fasadi ob odtočnih ceveh. Vse kovinske mase na fasadi so priključene na strelovodno instalacijo nad merilnimi stiki. Na pomožnih odvodih se merilni stiki predvideni 0,5 m nad tlemi.

#### **3.6 Zemljevodi**

Zemljevodi povezujejo merilne stike z ozemljitvijo. Predvideni so z Rf trakom 30x3,5mm vkopani v zemljo ob temelju do globine ozemljitev.

#### **3.7 Ozemljitev**

Ozemljitev je predvidena z Rf trakom 30x3,5mm položenim na podložni beton temeljev in v zemljo v globino 60-80cm z zanko okrog objekta. Z ozemljitvijo je potrebno povezati vse kovinske mase v zemlji kot so cevovodi, itd., če so od ozemljitve oddaljeni manj kot 3 m.



### 3.8 Izračun ločilne razdalje

Izračun ločilne razdalje se izračuna po spodnji enačbi:

$$S = kt \frac{k_c}{k_m} l \text{ (m)}$$

kjer so:

ki - koeficient odvisen od izbranega zaščitnega nivoja

kc – koeficient razdelitve toka odvisen od toka strele

km – koeficient odvisen od ločilnega materiala

l(m) – dolžina vzdolž odvodov, merjena od točke, kjer se ugotavlja bližina, do najbližje točke izenačitve potencialov

Zaščitni nivo	Tipične razdalje (m)
I.	0,08
II.	0,06
III.	0,04
IV.	0,04

Preglednica 1: Odvisnost koeficienta ki od izbranega zaščitnega nivoja

Število odvodnih vodnikov	Ozemljilo tipa A	Ozemljilo tipa B
1	1	1
2	0,66	0,5-1
3 ali več	0,44	0,25-0,5

Preglednica 2: Odvisnost koeficienta kc od izbranega zaščitnega nivoja

Material	Km
Zrak	1
Beton, opeka	0,5

Vzamemo:

Ki=0,04

Kc=0,25

Km=1

L=30m

Ločilna razdalja v našem primeru znaša 30cm in mora biti večja kot varnostna.

## **SISTEM NAPAJANJA ELEKTRIČNE INŠTALACIJE**

Do objekta je predviden TN-C sistem električne inštalacije kar pomeni:

-Nevtralna točka sistema električnega napajanja je direktno ozemljena v trafo postaji. V isti točki so s pomočjo zaščitnih vodnikov PEN (rumeno zelene barve) ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli (ohišja električnih naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd.) .

-Vsi zaščitni vodniki so dodatno ozemljeni pri vходу električne instalacije v zgradbo (glavno izenačenje potencialov).

Za inštalacije v objektu je predviden TN - S sistem električne instalacije, kar pomeni:

-Zaščitni vodnik PE poteka vedno ločeno od nevtralnega vodnika N.

### **Izračun koničnih moči in dovodnih kablov**

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnika upoštevamo vrsto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti, obremenitve ter izkoristka motorjev. Pri napajalnih razdelilnikih pa upoštevamo vsoto končnih moči napajanih razdelilnikov in ocenjeni faktor prekrivanja:

$$P_k = \frac{P_i * f_i * f_o}{\eta}$$

$$P_{kk} = f_p * \sum P_k$$

$$I_k = \frac{P_k * 1000}{U * \cos \phi * \sqrt{3}}$$

$P_k$  (kw) ..... konična (nazivna) moč razdelilnika ali napajalnega razdelilnika

$P_i$  (kw) ..... instalirana moč

$f_i$  ..... faktor istočasnosti

$f_o$  ..... faktor obremenitve

$\eta$  ..... izkoristek motorjev

$f_p$  ..... faktor prekrivanja

$I_k$  (A) ..... konični tok

$\cos \phi$  ..... faktor moči

$U$  (V) ..... nazivna napetost

Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom, je določen glede na konični tok in selektivnost varovanja.

Presek vodnika je določen po **SIST HD 60364-5-52** v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Skladno s **SIST HD 60364-4-43** pa kontroliramo izbrane vodnike še z ozirom na zaščito pred prevelikimi tokovi, ki navaja pogoje:

$$Ik \leq In \leq Iz$$

in

$$I2 \leq Iz * 1.45$$

oziroma

$$In \leq \frac{1.45 * Iz}{k}$$

kjer pomeni:

In (A) .... nazivni tok zaščitne naprave

Iz (A) .... trajno zdržni tok kabla po standardu

I2 (A) .... pogojni stalilni (preizkusni) tok

k ..... faktor varovalke

Vrednost za k po standardu znašajo:

k = 2,1 za varovalke 2 in 4 A

k = 1.9 za varovalke 6 in 10 A

k = 1.6 za varovalke 16 A in več

k = 1.45 za instalacijske odklopnike

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele moči in dovodov.

TABELA MOČI IN DOVODOV RAZDELILNIK		Rs8
napajanje razdelilnikov		
Skupna instalirana moč	Pi(kW)	15,00
Izkoristek	$\eta$	1
Faktor istočasnosti	fi	0,7
Faktor obremenitve	fo	1
Faktor prekrivanja	fp	1
Faktor moči	$\cos\varphi$	0,95
Konična delovna moč	Pk(kW)	11
Konična navidezna moč	Pk(kVA)	11
Konični tok	Ik (A)	16
Oznaka tokokroga		W9
Velikost izklop. napr.	In (A)	NV gL 20
Tip el. instalacije		B
Faktor skupine kablov	fs	1
Faktor okolne temp.	fT	1,06
Obremen.kabla:In/fs/fT	(A)	18,9
Dovoljena obrem. kabla	Iz (A)	40
Tip in presek kabela	mm <sup>2</sup>	1 x NYY Y 4 x 6
Napetost tokokroga	U (V)	400
Dolžina kabla	L (m)	40
Padec napetosti	u (%)	0,94%
OPOMBA		

TABELA MOČI IN DOVODOV RAZDELILNIK		Rsr
napajanje razdelilnikov		
Skupna instalirana moč	Pi(kW)	31,00
Izkoristek	$\eta$	1
Faktor istočasnosti	fi	0,6
Faktor obremenitve	fo	1
Faktor prekrivanja	fp	1
Faktor moči	$\cos\varphi$	0,95
Konična delovna moč	Pk(kW)	19
Konična navidezna moč	Pk(kVA)	20
Konični tok	Ik (A)	28
Oznaka tokokroga		W10
Velikost izklop. napr.	In (A)	NV gL 35
Tip el. instalacije		B
Faktor skupine kablov	fs	1
Faktor okolne temp.	fT	1,06
Obremen.kabla:In/fs/fT	(A)	33,0
Dovoljena obrem. kabla	Iz (A)	54
Tip in presek kabela	mm <sup>2</sup>	1 x NYY Y 4 x 10
Napetost tokokroga	U (V)	400
Dolžina kabla	L (m)	30
Padec napetosti	u (%)	0,75%
OPOMBA		

## ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM IN PADEC NAPETOSTI

Skladno s **SIST HD 60364-5-51** so predvideni naslednji zaščitni ukrepi:

1. Zaščita pred neposrednim dotikom
2. Zaščita pred posrednim dotikom

Ad.1) Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo elementov električne instalacije v ohišja.

Ad.2) Zaščita pred posrednim dotikom pa obsega naslednje ukrepe:

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

Ad.2.a) Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare, mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi postalo nevarno. Zaščitna naprava (v našem primeru instal.odklopniki in taljive varovalne patrone) mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga 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:

$$Z_s * I_a < U_o$$

kjer pomeni:

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

Impedanco izračunamo po formuli:

$$Z_s = \frac{l}{56 * S_f} + \frac{L}{56 * S_o}$$

kjer pomeni:

- $l(m)$ .....dolžina kabla
- $S_f(mm^2)$ ..... dolžina faznega vodnika
- $S_o(mm^2)$ .....dolžina ničnega (zaščitnega) vodnika
- $Z_s(\Omega)$ .....impedanca okvarne zanke

Tabela najdaljših dovoljenih časov trajanja napetosti dotika

Najdaljši dovoljeni odklopni čas (s)	Najvišja pričakovana napetost dotika UI (V) (efektivna vrednost izmenične napetosti)
neskončno	≤50
5	50
0.8	120
0.4	230 ali 220
0.4	277
0.2	400 ali 380
0.1	nad 400

Za tokokroge z vtičnicami do 63A, na katere se lahko priključijo prenosni aparati, je maksimalni dovoljeni izklopni čas 400 ms. Za napajalne tokokroge je dovoljeni izklopni čas do 5 sekund. Kot dopolnilna zaščita pa je v nekaterih tokokrogih -predvsem v kopalnicah - predvidena zaščitna naprava na diferenčni tok KZS 68.

### Zaščita pri kratkostičnem toku

Skladno s **SIST HD 60364-4-43** kontroliramo delovanje zaščite pri kratkem stiku. Izračun kratkega stika se izdela za primer tripolnega ali enopolnega kratkega stika kateri se pojavi računsko na koncu kabla.

Kratkostični tok računamo po enačbi

$$I_{ks} = \frac{1.1 * U_n}{\sqrt{3} * Z_k}$$

kjer pomeni:

- I<sub>ks</sub> (A).....impedanca okvarne zanke
- U<sub>n</sub> (V).....nazivna napetost
- Z<sub>k</sub>(Ω).....impedanca kratkostične zanke

Pri vodnikih prereza nad 6 mm<sup>2</sup> preverimo, če je odklopni čas zaščitne naprave manjši od časa v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature vodnika.

Za kratke stike kateri trajajo do 5s se čas v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do dopustne mejne temperature, izračuna približno po formuli:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I}$$

kjer pomeni:

- S(mm<sup>2</sup>).....prerez
- t(s).....trajanje
- I (A).....efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka
- k ..... 115 za Cu vodnike s PVC izolacijo
- 76 za Al vodnike s PVC izolacijo

Za čase krajše od 0,1s mora biti izpolnjen pogoj

$$k^2 * s^2 > I^2 * t$$

kjer je

$$I^2 * t (A^2s)$$

vrednosti prepuščene energije, ki jo poda proizvajalec zaščitne naprave.

Kontrola min. preseka se izvede po standardu **SIST HD 60364-4-43** in sicer po formuli

$$S_{\min} = \frac{1}{k} * IA * \sqrt{t}$$

kjer pomeni:

k..... faktor določen v standardu

t(s).....izklopni čas zaščitne naprave

(izklopna karakteristika zaščitne naprave)

Za vodnike manjše od 10mm<sup>2</sup> kontrole S<sub>min</sub> ne izvajamo. Kontrola preseka zaščitnih vodov se izvede po standardu **SIST HD 60364-5-54** kateri določa da mora biti presek zaščitnega vodnika

- enak preseku faznega vodnika do preseka 16mm<sup>2</sup>
- 16mm<sup>2</sup> če je fazni vodnik od 16mm<sup>2</sup> do 35mm<sup>2</sup>
- polovični presek faznega vodnika če je ta > 35mm<sup>2</sup>

V primeru da zaščitni vodnik ni del kabla mora biti po **SIST HD 60364-5-54**

- 2,5mm<sup>2</sup> za Cu ali 4mm<sup>2</sup> za Al če je vodnik mehansko zaščiten
- 4mm<sup>2</sup> za Cu če ni mehansko zaščiten
- 50mm<sup>2</sup> za FeZn



Odklopni časi zaščitnih naprav, pri danem kratkem stiku, so vzeti iz diagramov I-t proizvajalca. Izračunani časi, so prikazani v tabeli zaščite.

Tabela: izklopni tokovi, ki zagotavljajo delovanje naprave za samodejni odklop napajanja v času. Ki je še dovoljen s predpisi in zgornje vrednosti dopustnih impedanc ( $Z_s$ ) oz. upornosti ( $R_s$ ) okvarnih zank, pri nazivni napetosti  $U_0=230V$ , pri uporabi taljivih vložkov gG.  
 (po Ivan Ravnika Električne inštalacije zgradb skladno z družino standardov SIST HD 60364)

Nazivni tok taljivega vložka $I_n$ (A)	Taljivi vložek gG							
	la		Zs		la		Zs	
	(0.2s)		(0.4s)		(5s)			
	(A)	( $\Omega$ )	(A)	( $\Omega$ )	(A)	( $\Omega$ )	(A)	( $\Omega$ )
2	19	12,1	16	14,3	9,2	25		
4	39	5,8	32	7,1	18,5	12,4		
6	57	4,0	47	4,8	28	8,2		
10	97	2,3	82	2,8	48	4,7		
16	135	1,7	110	2,0	68	3,3		
20	175	1,3	150	1,5	85	2,7		
25	220	1,0	190	1,2	110	2,0		
32	315	0,7	275	0,8	160	1,4		
40	380	0,6	320	0,7	190	1,2		
50	550	0,4	470	0,48	265	0,86		
63	675	0,34	550	0,41	325	0,70		
80	970	0,23	840	0,27	450	0,51		
100	1200	0,19	1020	0,22	580	0,39		
125	1700	0,13	1500	0,15	750	0,3		
160	2100	0,10	1700	0,13	950	0,24		
200	3000	0,07	2600	0,08	1350	0,17		
250	3600	0,06	3000	0,07	1600	0,14		
315	4950	0,04	4100	0,05	2250	0,1		
400	6500	0,03	5500	0,04	2800	0,08		
500	8800	0,02	7150	0,03	3800	0,06		
630	11600	0,01	9500	0,02	5100	0,04		

V uporabi instalacijskih odklopnikov B,C,D:

Nazivni tok nadtokovne zaščite $I_n$ (A)	Instalacijski odklopnik					
	Tip B		Tip C		Tip D	
	$5 \cdot I_n$ (A)	$Z_s$ ( $\Omega$ )	$10 \cdot I_n$ (A)	$Z_s$ ( $\Omega$ )	$20 \cdot I_n$ (A)	$Z_s$ ( $\Omega$ )
2	10	23	20	11,5	40	5,7
4	20	11,5	40	5,7	80	2,8
6	30	7,6	60	3,8	120	1,9
8	40	5,7	80	2,8	160	1,4
10	50	4,6	100	2,3	200	1,1
13	63	3,6	130	1,7	260	0,8
16	80	2,8	160	1,4	320	0,7
20	100	2,3	200	1,1	400	0,5
25	125	1,8	250	0,9	500	0,4
32	160	1,4	320	0,7	640	0,3
40	200	1,15	400	0,57	800	0,28
50	250	0,92	500	0,46	1000	0,23
63	315	0,73	630	0,36	1260	0,18

### Padci napetosti

Padci napetosti po pravilniku **Ur.I.(RS) št41/09** električne instalacije na porabniku ne smejo presežati dopustnih padcev ki znašajo

3% ... za tokokroge razsvetljave

5% ... za vse ostale tokokroge

Če se inštalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, priključene na srednje ali visoko napetostno omrežje, je dovoljen padec napetosti od napajalne točke do katere koli točke električne inštalacije:

5% ... za tokokroge razsvetljave

8% ... za vse ostale tokokroge

Če je dolžina električne inštalacije večja od 100m, lahko povečamo dovoljen padec napetosti za 0,05 % za vsak meter, ki presega 100m, vendar skupno največ 0,5%.

Izračuni padcev napetosti za eno in trifazni tokokrog so izvedeni po obrazcih:

enofazni

trifazni

$$\Delta u = \frac{200 * P * l}{\lambda * S * U_f^2}$$

$$\Delta u = \frac{100 * P * l}{\lambda * S * U^2}$$

kjer pomeni:

$\Delta u$  (%) ..... padec napetosti na koncu voda

P (W) ..... priključna moč tokokroga ali konična moč razdelilnika

l (m) ..... dolžina vodnika

S (mm<sup>2</sup>) .... presek vodnika

U<sub>f</sub> (V) ..... fazna napetost

U (V) ..... medfazna napetost

$\lambda$  (m/Ωmm<sup>2</sup>). specifična prevodnost ( $\lambda_{Cu}=56$ ,  $\lambda_{Al}=37$ )

Kontrola delovanja zaščite za nekatere najbolj kritične tokokroge, je prikazana v priloženih tabelah.

### Glavno izenačenje potencialov

Skladno s **SIST HD 60364\_4\_41** in **SIST IEC 60364-5-54** se predvidi izenačevanje potencialov.

Za glavno izenačenje potencialov v zgradbi je predvidena glavna ozemljitvena zbiralnica, nameščena v bližini glavnega razdelilnika zgradbe (pri vhodu el. instalacije v zgradbo). Nanjo mora biti vezano naslednje:

- glavni ozemljitveni vod
  - glavni PEN ali PE vodnik
  - glavni vodniki za izenačenje potenciala, ki povezujejo glavne cevi vodovoda, kanalizacije, centralne kurjave, plina, kanale za prezračevanje in druge večje kovinske mase v zgradbi.
- Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom zgradbe, ki je predviden kot združena zaščita in strelovodna ozemljitev.

#### Dopolnilno izenačenje potencialov

V prostorih je kot dodatni zaščitni ukrep predvideno dopolnilno izenačenje potencialov.

Dopolnilno izenačenje potencialov povezuje poleg vseh izpostavljenih prevodnih delov tudi vse tuje prevodne dele (odtoki kadi, vodovodne pipe, radiatorji in druge kovinske mase v prostoru).

Vsi tuji prevodni deli so z vodnikom preseka najmanj 4 mm<sup>2</sup> povezani z omarico za dopolnilno izenačenje potencialov PI nameščeno v zaščitenem prostoru. Ta omarica pa je z vodnikom preseka najmanj 6 mm<sup>2</sup> povezana z zbiralnico PE pripadajočega razdelilnika.

Presek vodnikov za izenačevanje potenciala je izbran skladno s standardom SIST HD 60364-5-54 in je sledeč:

- |                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Od ozemljila do GIP -                | FeZn 25x4mm                       |
| Od GIP na kovinske mase              | ≥ H07V 6mm <sup>2</sup> (Ru/Ze)   |
| Od GIP na PE zbiralko v razdelilniku | ≥ H07V 10mm <sup>2</sup> (Ru/Ze). |

# KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE

RAZDELILNIK		Rs8	1	9
trafo postaja		3 x 20		
upornost:	R ( $\Omega$ )	0,1000		
	X ( $\Omega$ )	0,0000		
kontaktne upornosti	R ( $\Omega$ )	0,0099		
dovod iz razdelilnika	-	PMO	Rs8	Rs8
oznaka tokokroga	-	W9	1	9
napetost tokokroga	U (V)	400	230	230
konična moč tokokroga	Pk (kW)	11	0,3	1
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 20	ST-68/B 10	ST-68/B 16
dolžina tokokroga	l (m)	40	50	25
material kabela	-	Cu	Cu	Cu
št. in presek L	S (mm <sup>2</sup> )	1 x 6	1 x 1,5	1 x 2,5
vzpored.vodnikov PE	S (mm <sup>2</sup> )	1 x 6	1 x 1,5	1 x 2,5
upornost tokokroga	R ( $\Omega$ )	0,2563	1,4144	0,3853
	X ( $\Omega$ )	0,0080	0,0115	0,0055
upornost celotne	Rs ( $\Omega$ )	0,3662	1,7806	0,7515
KS zanke	Xs ( $\Omega$ )	0,0080	0,0195	0,0135
impedanca KS zanke	Zs ( $\Omega$ )	0,3662	1,7807	0,7516
korekcijski faktor	C (-)	0,8	0,8	0,8
kratkostični tok	Iks (A)	502	103	245
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 73	0.4s : 50	0.4s : 80
izklopni čas	ta (s)			
vrsta izolacije	-	PVC	PVC	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	1,9	2,8	1,4
padec napetosti tokokroga	u (%)	0,92%	0,75%	0,75%
skupni padec napetosti	u (%)	0,92%	1,67%	1,67%
dopustni padec napetosti	u (%)		3%	5%
opomba				

# KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE

RAZDELILNIK		Rsr	8	10
trafo postaja		3 x 35		
upornost:	R ( $\Omega$ )	0,2000		
	X ( $\Omega$ )	0,1000		
kontaktne upornosti	R ( $\Omega$ )	0,0099		
dovod iz razdelilnika	-	PMO	Rsr	Rsr
oznaka tokokroga	-	W10	8	10
napetost tokokroga	U (V)	400	230	230
konična moč tokokroga	Pk (kW)	20	0,3	0,6
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 35	ST-68/B 10	ST-68/B 16
dolžina tokokroga	l (m)	30	80	60
material kabela	-	Cu	Cu	Cu
št. in presek L	S (mm <sup>2</sup> )	1 x 10	1 x 1,5	1 x 2,5
vzpored.vodnikov PE	S (mm <sup>2</sup> )	1 x 10	1 x 1,5	1 x 2,5
upornost tokokroga	R ( $\Omega$ )	0,1142	2,2630	0,9248
	X ( $\Omega$ )	0,0056	0,0184	0,0132
upornost celotne	Rs ( $\Omega$ )	0,3241	2,5871	1,2489
KS zanke	Xs ( $\Omega$ )	0,1056	0,1240	0,1188
impedanca KS zanke	Zs ( $\Omega$ )	0,3409	2,5901	1,2545
korekcijski faktor	C (-)	0,8	0,8	0,8
kratkostični tok	Iks (A)	540	71	147
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 130	0.4s : 50	0.4s : 80
izklopni čas	ta (s)			
vrsta izolacije	-	PVC	PVC	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	4,5	5,9	3,8
padec napetosti tokokroga	u (%)	0,73%	1,21%	1,09%
skupni padec napetosti	u (%)	0,73%	1,94%	1,82%
dopustni padec napetosti	u (%)		3%	5%
opomba				