



# 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

## NASLOVNA STRAN NAČRTA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	OŠ RIHARDA JAKOPIČA PRENOVA OBSTOJEČE OSNOVNE STAVBE ŠOLE Z DELNO REORGANIZACIJO
---------------	---

kratek opis gradnje	Faza II bo obsegala potresno sanacijo, požarno ter energetska sanacijo osnovnega objekta OŠ RJ z delno reorganizacijo prostorov po posameznih etažah. Izveden bo tudi nov nadstrešek SZ strani objekta ter nov vhodni vetrolov v osnovni objekt z novim nadstreškom.
---------------------	--

vrste gradnje	REKONSTRUKCIJA
---------------	----------------

### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	PZI (projektne dokumentacije za izvedbo gradnje)
---------------------	--

številka projekta	8240/19/PZI-II
-------------------	----------------

### PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	3/III NAČRT ELEKTROTEHNIKE
---------------------------	----------------------------

številka načrta	E112/19-191
-----------------	-------------

datum izdelave	AVGUST 2020
----------------	-------------

### 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)	KLIMATERM PROJEKT d.o.o.
---------------------------	--------------------------

naslov	Podmilščakova ulica 57a, 1000 Ljubljana
--------	---

vodja projekta	POLONA ŽILNIK, univ. dipl. inž. arh.
----------------	--------------------------------------

identifikacijska številka	ZAPS-1264 A
---------------------------	-------------

podpis vodje projekta

odgovorna oseba projektanta	Vojko Brelih
-----------------------------	--------------

podpis odgovorne osebe projektanta



**KLIMATERM PROJEKT D.O.O.**

DRUŽBA ZA PROJEKTIRANJE IN ZALOŽNIŠTVO D.O.O.

---

## **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 pritličja - razsvetljava	M 1:50
L2	Tloris 1. nadstropja - razsvetljava	M 1:50
L3	Tloris 2. nadstropja - razsvetljava	M 1:50
L4	Tloris 3. nadstropja - razsvetljava	M 1:50
L5	Tloris pritličja - moč, tk	M 1:50
L6	Tloris 1. nadstropja - moč, tk	M 1:50
L7	Tloris 2. nadstropja - moč, tk	M 1:50
L8	Tloris 3. nadstropja - moč, tk	M 1:50
L9	Tloris strehe - moč, tk	M 1:100
L10	Tloris pritličja - kabelske police	M 1:100
L11	Tloris 1. nadstropja - kabelske police	M 1:100
L12	Tloris 2. nadstropja - kabelske police	M 1:100
L13	Tloris 3. nadstropja - kabelske police	M 1:100
L14	Tloris temeljev - ozemljitve	M 1:100
L15	Tloris strehe - strelovod	M 1:100
L16	Fasada S - strelovod	M 1:100
L17	Fasada J - strelovod	M 1:100
L18	Enopolna shema razdelilnika R-GL	-
L19	Enopolna shema razdelilnika Rp	-
L20	Enopolna shema razdelilnika R1	-
L21	Enopolna shema razdelilnika R2	-
L22	Enopolna shema razdelilnika R3	-
L23	Shema zasilne razsvetljave	-
L24	Shema komunikacijskega vozlišča K.V.p	-
L25	Blok shema ozvočenja	-
L26	Blok shema centralne ure	-
L27	Shema protivlomne inštalacije	-
L28	Shema požarnega javljanja	-
L29	Shema vezave ODT	-



## PODATKI ZA ELEKTRO DISTRIBUTERJA

Priključna moč na obstoječem merilnem mestu št.: 3003829 (Osnovna šola)  
se poveča za 66kW.

Nova priključna moč znaša:

$P = 172 \text{ kW}$

Velikost priključnih varovalk v novi PMO:

**1 x 3 x 260A**



---

## TEHNIČNO POROČILO

### I. Električne inštalacije

#### 1.1 Splošno

Načrt električnih inštalacij bo izdelan skladno z:

- Gradbenim zakonom (GZ, Ur.List RS, št. 61/2017)
- Pravilnikom o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije (Ur.list RS št. 36/2018)
- 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-C-S sistem električne inštalacije kot zaščitni ukrep pred nevarno napetostjo dotika.

#### 1.2 Napajanje objekta in meritve kWh

Obstoječ objekt je na elektro energetske omrežje priključen preko obstoječega NN dovoda, ki se zaključuje v kabelski omarici na fasadi objekta, locirani pri glavnem vhodu.

Objekt ima dve odjemni mesti in sicer ločeno za šolo in kuhinjo. Predvidena je prestavitev obstoječih merilnih mest iz objekta v novo priključno merilno omarico, locirano na fasadi. V novi merilni omarici se predvidi priključno merilna oprema in varovanje.

Predvidi se povečava priključnih moči. Na odjemnem mestu za šolo je obstoječa priključna moč 106kW in se poveča za 66kW, nova priključna moč za šolo znaša 172kW, varovalke 250A/3. Na odjemnem mestu za kuhinjo je obstoječa priključna moč 43kW in se poveča za 43kW, nova priključna moč za kuhinjo znaša 86kW, varovalke 125A/3.

Nova merilna omarica se priklopi na nov NN dovodni kabel iz transformatorske postaje TP Derčeva 1b. Nov zemeljski kabel se položi deloma v obstoječo kabelsko kanalizacijo, deloma v novo kabelsko kanalizacijo, predvideno po projektu ureditve EKK na območju Derčeve ulice, št. projekta: 011/17-MB, Elektro Ljubljana d.d..

NN dovod in merilna omara ni predmet tega načrta in je obdelana v ločeni mapi.

#### 1.3 Napajanje razdelilnikov

Na fasadi ob glavnem vhodu v objekt je predviden nov glavni razdelilnik električnih inštalacij R-GL. Dovod do glavnega razdelilnika je predviden iz nove priključno merilne omarice PMO. Iz R-GL se napaja predvideni prizidek (obdelano v ločeni mapi) in novi etažni podrazdelilniki in posamezni večji porabniki predmetne rekonstrukcije obstoječega dela objekta.



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.

#### **1.4 Izvedba električnih instalacij**

Inštalacija je predvidena v vseh prostorih v podometni izvedbi s kablji ustreznih tipov in dimenzij v izolirnih ceveh v ometu oz betonu. V medstropovju spušenih stropov je inštalacija predvidena nadometno na kabelskih policah in v izolirnih ceveh na distančnih. Po lesenih površinah je inštalacija predvidena v samougasnih BSPE ELVODUR ceveh, na distančnih objemkah.

**Pri prehodih kablov skozi različne požarne cone je potrebno prehodne ustrezno zatesniti z tesnilimi ekspandirnimi vrečkami ali požarno odpornim kitom, ki mora imeti enako požarno odpornost, kot mejni material, skozi katerega potekajo inštalacije.**

Pri izvajanju instalacij je potrebno upoštevati predpisani odmike od ostalih instalacij in razmak med električnimi instalacijami in telekomunikacijami:

- 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

#### **1.5 Izvedba priključnih mest in prižiganje**

Mikrolokacije vseh elementov električnih inštalacij in telekomunikacij je pred izvedbo potrebno prilagoditi načrtom notranje opreme. Priključke za naprave strojnih inštalacij je potrebno prilagoditi tipom in mikrolokacijam dejansko vgrajene opreme.

Če ni drugače označeno, pa je splošno potrebno upoštevati:

- vtičnice na višini 0.3m od tal, nad delovnimi površinami 1.2m, v kopalnicah 1.6m od tal
- v prostorih kjer se zadržujejo otroci, se predvidi montaža vtičnic z vgrajeno otroško zaščito
- stikala 1.2m od tal
- parapetni kanali 0,65m (zg. rob)
- Priključki za tehnološke porabnike, ter porabnike ostalih instalacij priključenih na električno instalacijo, so projektirani v skladu z zahtevami teh naprav
- Inštalacijo za priklop šolskih tabel (mikrolokacije priključkov in cevna inštalacija) je potrebno izvesti po detajlnih navodilih arhitekta oziroma dobavitelja opreme

## **1.6 Izvedba razsvetljave**

Razsvetljava prostorov je predvidena z namenski svetilkami z visokoučinkovnim LED svetlobnim virom. Nivo osvetljenosti posameznih prostorov je predviden skladno s priporočili SDR. V sanitarijah in ostalih prostorih s povišano prisotnostjo vlage so predvidene svetilke z ustrezno zaščito proti vlagi.

Prižiganje razsvetljave je predvideno namensko s stikali pri vhodu/izhodu v prostor. V prehodnih prostorih in prostorih, kjer ni daljšega zadrževanja, je predvideno avtomatsko prižiganje razsvetljave s senzorskimi stikali.

V učilnicah je predvidena avtomatska regulacija razsvetljave glede na delež zunanje svetlobe.

## **1.7 Zasilna razsvetljava**

V objektu je predvidena varnostna-zasilna razsvetljava. 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 z LED svetilkami z lastnim baterijskim napajanjem avtonomije 1h. Izvedba instalacije za napajanje svetilk zasilne razsvetljave je predvidena s kablom NYM 3x1.5mm<sup>2</sup>. Predviden je tudi centralni nadzorni sistem zasilne razsvetljave. Predvideno je ožičenje vseh zasilnih svetilk z DALI linijo za prenos podatkov s kablom NYM 2x1,5mm<sup>2</sup>. V razdelilniku pritličja je predvidena centralna nadzorna enota za nadzor stanja svetilk zasilne razsvetljave. Ožičenje in priklop se izvede po montažnih navodilih dobavitelja opreme.

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

## **1.8 Prenapetostna zaščita**

V novi priključno merilni omari PMO je predvidena prenapetostna zaščita. Predvideni so prenapetostni odvodniki Protec B2SR  $I_{imp}=12,5kA$  (Iskra Zaščite) z ustreznim predvarovanjem. V novem glavnem razdelilniku in posameznih etažnih podrazdelilnikih so predvideni prenapetostni odvodniki stopnje C.

---

## II Telekomunikacije

### 2.1 Splošno

Na fasadi objekta je predvidena telekomunikacijska omarica T.O.. V objektu je v server prostoru v 1. nadstropju predvideno komunikacijsko vozlišče K.V., v katerem so predvideni patch paneli za zaključevanje podatkovnih kablov ter prostor za vgradnjo aktivne telekomunikacijske opreme.

Za dovod do komunikacijskega vozlišča K.V. je iz T.O. predvidena cevna povezava 2x fi50mm za možnost uvleka TK dovoda izbranega operaterja.

### 2.2 Podatkovna instalacija

V novem server prostoru v 1. nadstropju je predvideno novo komunikacijsko vozlišče. V predmetnih prostorih so skladno z zahtevami uporabnika in razporeditvijo opreme predvidene podatkovne vtičnice. Instalacija je predvidena s kablom UTP Category 6 podometno v izolirnih ceveh fi 16mm v ometu oziroma betonu, v medstropovju spuščениh stropov nadometno na kabelskih policah in v izolirnih ceveh na distančnih objemkah.

### 2.3 Požarno javljanje

V objektu je predvideno avtomatsko odkrivanje in javljanje požara. Predvideni so adresni optični javljalniki dima v vseh prostorih razen mokrih. Na evakuacijskih poteh, pri izhodih iz posamezne etaže in pri izhodih iz objekta so predvidene tipke za ročni vklop. Alarmiranje je predviden preko siren. Požarna centrala je predvidena v tehničnem prostoru v 1. nadstropju. Predvidena je požarna centrala z vgrajenim akumulatorjem za napajanje vsaj 48 ur v normalnem stanju in 0,5 ure v alarmnem stanju, ter s prenosom signala na dežurno delovno mesto intervencijske enote.

Požarna centrala krmili:

- vklop alarmiranja preko siren
- izklop prezračevanja
- zapiranje požarnih loput
- krmiljenje dvigal

Instalacija je predvidena s kablom J-y(St)y 1x2x0.8mm.

Javljanje intervencijskim enotam opravi centrala po alarmu druge stopnje. Med alarmom prve in druge stopnje je časovni zamik od **1 do 3 minute**, kar omogoča kontrolo morebitnega lažnega signala. V primeru aktiviranja ročnega javljalca preide signal takoj k intervencijski enoti. V primeru aktiviranja ročnega javljalca preide signal na centrali v alarm druge stopnje. V primeru požara mora biti možno alarmiranje tudi preko telefona. V objektu mora biti izveden sistem alarmiranja (sirena oziroma ozvočenje), ki omogoča takojšnje obveščanje obiskovalcev, da je v objektu oziroma v prostoru prišlo do požara in da naj takoj zapustijo objekt oziroma prostor.

### 2.4 Ozvočenje

V prostorih šole je predviden sistem ozvočenja, ki omogoča predvajanje obvestil, glasbe in za šolski zvonec. Ozvočenje je predvideno v vseh skupnih prostorih, učilnicah in kabinetih. V kabinetih so dodatno predvideni še regulatorji glasnosti. Ozvočenje se priklopi na novo centralno napravo-predvajalnik in ojačevalnik, predvideno v tehničnem prostoru v 1.





---

nadstropju. Inštalacija za ozvočenje je predvidena s kablom PPL 2x1,5mm<sup>2</sup> in PPL 3x1,5mm<sup>2</sup>

## **2.5 Video domofon**

Predvidena je inštalacija video domofona. Zunanja enota je predvidena pri glavnem vhodu v objekt, notranja enota pa je predvidena v tajništvu v 1. nadstropju. Predviden je digitalni sistem domofona. Inštalacija je predvidena s kablom Jy(St)y 4x2x08mm.

## **2.6 Video nadzor**

Predvidena je inštalacija za video nadzor. Predvidene so dnevno nočne IP video kamere, ki pokrivajo vse vhode v predmetni del objekta. V komunikacijskem vozlišču je predvidena digitalna snemalna naprava. Predviden je PoE sistem videonadzora, kamere so povezane z mrežnim PoE stikalom v komunikacijskem vozlišču. Inštalacija je predvidena s kablom UTP Category 6.

## **2.7 Protivlomna inštalacija**

V objektu je predvidena inštalacija protivlomnega sistema. V vseh prostorih z možnostjo vdora od zunaj so predvideni senzorji gibanja, pri vseh vstopih v objekt so predvidene dekodirne tipkovnice, na fasadi je predvidena alarmna sirena z bliskavico. Protivlomna centrala je predvidena v tehničnem prostoru v 1. nadstropju.

Inštalacija za protivlom je predvidena s kablom LIYCY 2x0,5+4x0,22mm<sup>2</sup> podometno v izolirnih ceveh fi 16mm v ometu oziroma betonu, v medstropovju spuščenih stropov nadometno na kabelskih policah in v izolirnih ceveh na distančnih objemkah.



---

### **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- zemljevedi- 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. Za zaščito strojnih naprav na strehi je predviden izolirni sistem strelovodne inštalacije. Predvidene so lovilne palice višine 3m.

#### **3.4 Odvodi**

Odvodi povezujejo lovilce z merilnimi sponkami. Kot odvodi je predviden Al vodnik fi 8mm, montiran nadometno na fasadi. Z odvodi morajo biti 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 nadometno na fasadi. Vse kovinske mase na fasadi so priključene na strelovodno instalacijo nad merilnimi stiki.

#### **3.6 Zemljevedi**

Zemljevedi 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 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:

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

kjer so:

$k_i$  - koeficient odvisen od izbranega zaščitnega nivoja

$k_c$  – koeficient razdelitve toka odvisen od toka strele

$k_m$  – 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  $k_i$  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  $k_c$  od izbranega zaščitnega nivoja

Material	$k_m$
Zrak	1
Beton, opeka	0,5

Vzamemo:

$k_i=0,04$

$k_c=0,25$

$k_m=1$

$L=30m$

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 inštalacije v zgradbo (glavno izenačenje potencialov).

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

$$I_k \leq I_n \leq I_z$$

in

$$I_2 \leq I_z * 1.45$$

oziroma

$$I_n \leq \frac{1.45 * I_z}{k}$$

kjer pomeni:

$I_n$  (A) .... nazivni tok zaščitne naprave

$I_z$  (A) .... trajno zdržni tok kabla po standardu

$I_2$  (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			R-GL	Rg-Prizidek	HL. AG.	KLIMAT	Rp	R1
RAZDELILNIK								
oznaka tokokroga	-	V	W0	W1	W2	W3	W4	W5
napetost tokokroga	U	m	400	400	400	400	400	400
dolžina tokokroga	L		10	5	40	50	30	35
sistem el. instalacije	-		TN-C-S	TN-S	TN-S	TN-S	TN-S	TN-S
skupna instalirana moč	Pi	kW	245,70	95,00	42,00	18,00	19,50	26,90
faktor istočasnosti	fi		1	1	1	1	0,5	0,5
izkoristek	η		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
faktor obremenitve	fo		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
faktor prekrivanja	fp		0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
faktor moči	cosφ		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
konična delovna moč	Pk	kW	154	95	42	18	10	13
konična navidezna moč	S	kVA	162	100	44	19	10	14
konični tok	Ik	A	234	144	64	27	15	20
zaščitna naprava	In	A	NVgL / 280	NVgI- / 160	NVgL / 80	NVgL / 35	NVgL / 25	NVgL / 25
tip el. instalacije	-		E-J	E-J	E-J	E-J	E-J	E-J
faktor okolne temp.	fT		1	1	1	1	1	1
faktor skupine kablov	fs		1	1	1	1	1	1
obremen. kabla: In/fT/fs	-	A	280	160	80	35	25	25
zdržni tok kabla	Iz	A	352	223	120	69	69	69
tip in presek kabla	mm²		1 x FG70R Y 4 x 150	1 x FG70R 4 x 75 1 x FG70R Y 1 x 75	1 x FG70R 4 x 25 1 x FG70R Y 1 x 25	1 x FG70R Y 5 x 10	1 x FG70R Y 5 x 10	1 x FG70R Y 5 x 10
kontrola preobremenitve:								
Ik < In < Iz	-	A	USTREZA	USTREZA	USTREZA	USTREZA	USTREZA	USTREZA
In * k < 1,45 * Iz	-	A	USTREZA	USTREZA	USTREZA	USTREZA	USTREZA	USTREZA
padec napetosti	u	%	0,13%	0,08	0,84	1,12	0,36	0,59
napajanje razdelilnikov:			Rg-Prizide HL. AG. KLIMAT Rp R1 R2 R3					
OPOMBA:								

TABELA MOČI IN DOVODOV						
RAZDELILNIK			R2		R3	
oznaka tokokroga	-		W6	W7		
napetost tokokroga	U	V	400	400		
dolžina tokokroga	L	m	40	45		
sistem el. instalacije	-		TN-S	TN-S		
skupna instalirana moč	Pi	kW	22,70	21,60		
faktor istočasnosti	fi		0,5	0,5		
izkoristek	η		1,00	1,00		
faktor obremenitve	fo		1,00	1,00		
faktor prekrivanja	fp		1,00	1,00		
faktor moči	cosφ		0,95	0,95		
konična delovna moč	Pk	kW	11	11		
konična navidezna moč	S	kVA	12	11		
konični tok	Ik	A	17	16		
zaščitna naprava	In	A	NVgL / 25	NVgL / 25		
tip el. instalacije	-		E-J	E-J		
faktor okolne temp.	fT		1	1		
faktor skupine kablov	fs		1	1		
obremen. kabla: In/fT/fs	-	A	25	25		
zdržni tok kabla	Iz	A	69	69		
tip in presek kabla	mm²		1 x FG70R Y 5 x 10	1 x FG70R Y 5 x 10		
kontrola preobremenitve:						
Ik < In < Iz	-	A	USTREZA	USTREZA		
In * k < 1,45 * Iz	-	A	USTREZA	USTREZA		
padec napetosti	u	%	0,57	0,61		
napajanje razdelilnikov:						
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

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

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

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

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 Ravnikar Električne inštalacije zgradb skladno z družino standardov SIST HD 60364)

Nazivni tok taljivega vložka $I_n$ (A)	Taljivi vložek gG					
	$I_a$		$Z_s$		$I_a$	
	(0.2s)		(0.4s)		(5s)	
	(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	
	$5 \cdot I_n$	$Z_s$	$10 \cdot I_n$	$Z_s$	$20 \cdot I_n$	$Z_s$
	(A)	( $\Omega$ )	(A)	( $\Omega$ )	(A)	( $\Omega$ )
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 presegati 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  
 $U_f$  (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.

KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE		
RAZDELILNIK		R-GL
trafo postaja		1 x 630
upornost:	R ( $\Omega$ )	0,0464
	X ( $\Omega$ )	0,0305
kontaktne upornosti	R ( $\Omega$ )	0,0099
dovod iz razdelilnika	-	PMO
oznaka tokokroga	-	W0
napetost tokokroga	U (V)	400
konična moč tokokroga	Pk (kW)	154
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 280
dolžina tokokroga	l (m)	10
material kabla	-	Cu
št. in presek L	S (mm <sup>2</sup> )	1 x 150
vzpored.vodnikov PE	S (mm <sup>2</sup> )	1 x 150
upornost tokokroga	R ( $\Omega$ )	0,0026
	X ( $\Omega$ )	0,0016
upornost celotne	Rs ( $\Omega$ )	0,0589
KS zanke	Xs ( $\Omega$ )	0,0321
impedanca KS zanke	Zs ( $\Omega$ )	0,0671
korekcijski faktor	C (-)	1
kratkostični tok	Iks (A)	3793
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 1500
izklopni čas	ta (s)	
vrsta izolacije	-	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	20,7
padec napetosti tokokroga	u (%)	0,13%
skupni padec napetosti	u (%)	0,13%
dopustni padec napetosti	u (%)	
opomba		

KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE				
RAZDELILNIK		R3	4	32
			razsv.	vtič
trafo postaja				
upornost:	R ( $\Omega$ )	0,0589		
	X ( $\Omega$ )	0,0321		
kontaktne upornosti	R ( $\Omega$ )	0,0099		
dovod iz razdelilnika	-	R-GL	R3	R3
oznaka tokokroga	-	W7	4	32
napetost tokokroga	U (V)	400	230	230
konična moč tokokroga	Pk (kW)	11	0,3	1
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 25	ST-68/B 10	ST-68/C 16
dolžina tokokroga	l (m)	45	35	35
material kabla	-	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 ( $\Omega$ )	0,1713	0,9901	0,5394
	X ( $\Omega$ )	0,0085	0,0081	0,0077
upornost celotne	Rs ( $\Omega$ )	0,2401	1,2301	0,7795
KS zanke	Xs ( $\Omega$ )	0,0406	0,0486	0,0483
impedanca KS zanke	Zs ( $\Omega$ )	0,2435	1,2311	0,7810
korekcijski faktor	C (-)	1	0,8	0,8
kratkostični tok	Iks (A)	1045	149	236
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 110	0.4s : 50	0.4s : 160
izklopni čas	ta (s)			
vrsta izolacije	-	PVC	PVC	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	1,2	1,3	1,5
padec napetosti tokokroga	u (%)	0,61%	0,53%	1,06%
skupni padec napetosti	u (%)	0,73%	1,26%	1,79%
dopustni padec napetosti	u (%)		3%	5%
padec napetosti 1. tokokroga		0,13%		



---

### **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 vходу 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). |