



# 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

## PRO-ELEKT D.O.O.

PROJEKTIRANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ, INŽENIRING IN TEHNIČNO  
SVETOVANJE

## NASLOVNA STRAN NAČRTA

### OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje **PRENOVA ZUNANJIH IN ŠPORTNIH POVRŠIN OŠ ŠMARTNO POD ŠMARNO GORO**

kratek opis gradnje **PRENOVA ZUNANJIH POVRŠIN (IGRIŠČA, ZELENICE IN TLAKOVANE PLOŠČADI) OB OSNOVNI ŠOLI ŠMARTNO**

vrste gradnje **REKONSTRUKCIJA**

### DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije **PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)**

številka projekta **05-19**

### PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta **3/I NAČRT ELEKTROTEHNIKE**

številka načrta **E242/19-171**

datum izdelave **NOVEMBER 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 **MATJAŽ BOLČINA, univ. dipl. inž. arh.**

identifikacijska številka **ZAPS-1747 A**

podpis vodje projekta

odgovorna oseba projektanta **Bojan Kralj, dipl. or. 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	Situacija - zunanja ureditev-razsvetljava	M 1:250
L2	Situacija - zunanja ureditev-ozemljitve	M 1:250
L3	Enopolna shema napajanja zunanje razsvetljave	-



**PRO-ELEKT d.o.o.**

Projektiranje električnih inštalacij,  
inženiring in tehnično svetovanje

---

## **PODATKI ZA ELEKTRO DISTRIBUTERJA**

S predvideno gradnjo zunanje ureditve se konična moč na obstoječem odjemnem mestu šole bistveno ne spremeni.

Priključna moč in velikost priključnih varovalk ostane nespremenjena.

## TEHNIČNO POROČILO

### I. Električne inštalacije

#### Splošno

Projekt je 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, veljavnih standardov in tehničnih predpisov.

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

#### Napajanje porabnikov

Napajanje porabnikov zunanje ureditve je predvideno iz obstoječega glavnega razdelilnika električnih inštalacij, lociranega v vhodni avli pri glavnem vhodu v šolo. V obstoječ razdelilnik se vgradi dodatne avtomatske inštalacijske odklopnike.

Dimenzije tokokrogov in varovanje je razvidno iz stikalnih načrtov.

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.

#### Izvedba električnih inštalacij

Instalacija za zunanjo ureditev je predvidena s kabli NYY-J v predpripravljeni kabelski kanalizaciji s pripadajočimi jaški. V objektu je inštalacija predvidena po obstoječih trasah, deloma nadometno v izolirnih ceveh na distančnih objemkah oziroma v NIK kanalu. Pri izvajanju inštalacij je potrebno paziti na predpisane odmike od ostalih inštalacij in razmak med električnimi in telekomunikacijskimi inštalacijami.

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

## **Kabelski jarek za izvedbo elektro kanalizacije**

Povprečna globina izkopa jarka znaša 0,8m in širine od 0,3m. Na nekaterih mestih bo lahko globina zaradi križanja s komunalnimi vodi znašala več, to pa je predvsem odvisno od globine obstoječih komunalnih in novih vodov, s katerimi se križa. Dejanska globina na teh mestih se bo določila ob samih gradbenih delih pri izkopu jarka in v skladu upravljalcem tangiranega voda.

Na dno jarka se položita cevi. Po položitvi cevi se jarek zasuje z izkopanim materialom do globine 60 cm. Položimo ozemljitev FeZn 25x4mm in zasujemo z izkopanim materialom do globine 40cm, kjer se po celotni trasi položi še plastični opozorilni trak "Pozor električni kabel", preostali del izkopenega jarka zasujemo s preostalim izkopanim materialom in utrdimo.

## **Izvedba zunanje razsvetljave**

Razsvetljava igrišča je predvidena s štirimi namenski LED reflektorji, nameščenimi na kovinskem nosilnem drogu mreže za goli. Prižiganje reflektorjev je predvideno preko stikalnega tabloja na drogu.

Za osvetlitev zunanjih pohodnih površin so predvideni namenski LED reflektorji s senzorjem gibanja, montirani na vroče cinkanih kandelabrih višine 4m.

Vse predvidene svetilke zunanje razsvetljave so skladne z zahtevami Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja.

## **II Telekomunikacije**

### **Video nadzor**

Predvidena je predpriprava za možnost naknadne izvedbe video nadzornega sistema zunanjih površin. Na lokacijah po zahtevah naročnika so predvidene predinštalacije za možnost montaže in priklopa video kamer. Predvidene so cevne povezave iz notranjosti objekta do lokacije kamere, kjer se cev zaključi v podometni dozi.

## **SISTEM NAPA JANJA ELEKTRIČNE INŠTALACIJE**

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 koničnih 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

## 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 Ravnikar 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)	( $\Omega$ )		
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 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<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.