



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	HIŠA NA GLAVNEM TRGU 2 V NOVEM MESTU
kratek opis gradnje	Rekonstrukcija večstanovanjskega objekta, sprememba 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/II NAČRT ELEKTROTEHNIKE – NN priključek
številka načrta	E82/18-10
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

- Projektni pogoji Elektro Ljubljana d.d.
- Podatki za Elektro distributerja

II. POGLAVJE

- Tehnično poročilo

III. POGLAVJE

- Popis materiala in rekapitulacija stroškov

4. Risbe

Št.strani	Oznaka risbe	Merilo
L1	Situacija – NN priključek	M 1:250
L2	Shema NN priključka	-
L3	Izgled PMO	-

5. Priloge

Št.priloge	Oznaka priloge	Merilo
P1	Kabelska kanalizacija	-
P2	Kabelski jašek	-

PODATKI ZA ELEKTRO DISTRIBUTERJA

Priključna moč predmetnega objekta znaša za:

- 8 stanovanjskih enot: $8 \times P = 14kW$
Velikost priključnih varovalk v merilni omari: **8 x 3 x 20A**

- 6 poslovnih prostorov: $6 \times P = 14kW$
Velikost priključnih varovalk v merilni omari: **6 x 3 x 20A**

- skupno rabo: $P = 24kW$
Velikost priključnih varovalk v merilni omari: **1 x 3 x 35A**

TEHNIČNO POROČILO

I. Električne inštalacije

1. Splošno

Predmet načrta je niskonapetostni priključek za objekt na Glavnem trgu 2 v Novem mestu.

Projekt je izdelan na osnovi geodetskega načrta, projektnih pogojev št.: 1134614, Elektro Ljubljana DE Novo mesto, ter veljavnih standardov in tehničnih predpisov.

Predviden je TN sistem ozemljitve oz. po soglasju Elektro distributerja.

2. NN dovodi do nove PMO

V pasaži objekta Glavni trg 2 je predvidena nova priključno-merilna omara PMO. Niskonapetostni dovod do nove PMO je predviden iz transformatorske postaje TP Prešernov trg. Dovod je predviden s kablom NA2XY-J 4x150mm²(SM)+1,5mm²(RM). Kabel se od transformatorske postaje do objekta uvleče v obstoječo kabelsko kanalizacijo, deloma v novozgrajen kolektor. Znotraj pasaže do PMO je predvidena nova kabelska kanalizacija 2x SFØ125mm na globini 0,8m. Pred merilno omaro PMO je predviden AB kabelski jašek dimenzij 1x1x1,6m s pokrovom povozne izvedbe.

Vzdolž nove trase NN kablovoda je predviden ozemljitveni trak FeZn 25x4mm, ki se ga v zemlji poveže z ozemljitvenim trakom obstoječega NN omrežja, v PMO pa se ga preko ozemljitvenega vodnika H07V-K 35mm² (Ru/Ze) priklopi na PEN zbiralko. Kable se zaključijo s kabelskimi končniki in kabelskimi čevlji ustreznih dimenzij.

Potek trase dovoda glej situacijo na listu 1. Dokončno traso poteka NN dovoda se določi na terenu (upoštevati predpisane odmike od ostalih komunalnih vodov).

3. Preizkus kabla

Po položitvi NN kablov in pred priklopom je potrebno izvesti električni preizkus in meritve ter naročiti geodetki posnetek izvedenega stanja pri pristojni službi. Preizkus kabla se izvede z izmenično napetostjo 4kV in traja 12min. Preizkus je potrebno izvesti skladno s standardom SIST HD 605-dodatne preizkusne metode.

4. Prenapetostna zaščita

V priključno merilni omari PMO je predvidena prenapetostna zaščita. Predvideni so odvodniki napetosti PROTEC B2SR limp min 12.5kA, z ustreznim predvarovanjem.

5. Meritve kWh

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 števeci 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.

6. Kabelski jarek za izvedbo kabelske kanalizacije

Povprečna globina izkopa jarka po celotni trasi znaša 1m in širina 0,3m. Na nekaterih mestih bo globina zaradi križanja s komunalnimi vodi znašala več kot 1m, 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 s soglasjem upravljalca tangiranega voda.

Na dno jarka se na peščeno posteljico položi 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 izkopanega jarka zasujemo s preostalim izkopanim materialom. Pod voznimi površinami je cevi potrebno obbetonirati. Odvečni del izkopanega materiala se odpelje. Ozemljitveni trak FeZn 25x4mm je potrebno povezati v merilni omarici na PEN zbiralko.

7. Približevanje in križanje podzemnih kablov

Medsebojno približevanje energetskih kablov zaradi zmanjšanja medsebojnih vplivov, morajo znašati razmaki med energetskimi kabli do 1kV najmanj 70mm.

8. Približevanje in križanje energetskih kablov, telekomunikacijskih kablov in kabelske televizije

Pri paralelnem vodenju ali približevanju energetskih kablov, telekomunikacijskih kablov in kabelske televizije je dovoljena minimalna vodoravna oddaljenost za vodnike v ceveh 0,5m za kable napetosti do 10kV. Križanje energetskih kablov in telekomunikacijskih, CATV kablov v ceveh je potrebno izvesti na navpični oddaljenosti 0,3m za energetske kable do 20kV. Kot križanja mora biti praviloma 90°, ne sme pa biti manjši od 45°.

9. Približevanje in križanje energetskih kablov s cevmi vodovoda in kanalizacije

Minimalna medsebojna razdalja približevanja med energetskimi kabli in cevmi vodovoda ali kanalizacije mora biti najmanj 0,3m. Pri vseh polaganjih moramo upoštevati zahteve komunalnih podjetij.

Pri križanju se energetski kabel položi pod ali nad cevmi vodovoda ali kanalizacije, odvisno od višinske lege cevi. Križanje se izvede na oddaljenosti 0,5m (pri križanju kabla s priključnim cevovodom je ta oddaljenost lahko 0,3m).

Polaganje kablov skozi, nad ali ob vodovodnih ventilskih komorah ali hidrantih ni dovoljeno. V tem primeru mora biti minimalna razdalja 1,5m.

10. Približevanje in križanje energetskih kablov s cevmi plinovoda

Približevanje in križanje energetskih kablov s cevmi plinovoda znaša :

Plinovod:	$p < 4 \text{ bar}$	$p > 4 \text{ bar}$
približevanje:	0,5 m	1,5 m
križanje:	0,3 m	0,5 m

Pri manjšem razmaku, je potrebno kabel uvleči v zaščitno cev, ki sega na vsako stran križanja najmanj 1 m.

11. Uvlek NN dovoda in radij krivljenja

Pri razvlačenju kabla se večkrat uporablja sila, ki lahko pri prekoračitvi predpisane vrednosti poškoduje kabel. Da do takšnih poškodb ne bi prihajalo, je potrebno upoštevati predpise v zvezi z uvlačenjem kabla v kabelsko kanalizacijo in montažo kabla.

Splošni predpis o vlečenju pri polaganju določa naslednje vlečne sile:

a) Vlečenje s kabelsko nogavico:

- za kable izolirane s plastično maso in s kovinskim plaščem $P = 0,55 D^2 \text{ daN}$
- za kable izolirane s plastično maso brez kovinskega plašča $P = 0,33 D^2 \text{ daN}$

b) Vlečenje za kabelske žile:

- za vse tipe kablov Cu: 5 daN/mm^2
- Al: 3 daN/mm^2

Dopustni radij krivljenja kabla znaša $r=12 \times \varnothing$ kabla.

Temperatura pri polaganju kablov mora biti za kable s plastično izolacijo po podatkih tovarne kablov najmanj $+5^\circ\text{C}$, zaradi preprečitve poškodovanja izolacije in zaščite kabla. Če so temperature pod $+5^\circ\text{C}$, je potrebna priprava za predhodno ogrevanje kabla ustrezno temperaturi in času in čim hitrejše polaganje.

SISTEM NAPA JANJA

Predviden TN sistem, kar pomeni:

-Nevtralna točka sistema električnega napajanja je direktno ozemljena v trafo postaji. V isti točki so s pomočjo zaščitene vodnikov PEN (rumeno zelene barve) ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli.

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:

$$P_k = \frac{P_i * f_i * f_o}{\eta} \quad P_{kk} = f_p * \sum P_k \quad I_k = \frac{P_k * 1000}{U * \cos \phi * \sqrt{3}}$$

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

P_i (kw) instalirana moč

f_i faktor istočasnosti

f_o faktor obremenitve

η 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 603 S1/A3 v odvisnosti od tipa električne instalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Izbrane vodnike pa kontroliramo 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 inštalacije 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 inštalacije, ki ga naprava ščiti.

Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v inštalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim, če se na kateremkoli delu inštalacije 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_simpedanca okvarne zanke
- I_atok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele
- U_onazivna 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 (mm²)..... dolžina faznega vodnika
- S_o (mm²).....dolžina ničnega (zaščitnega) vodnika
- Z_s (Ω).....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

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_{ks} (A).....impedanca okvarne zanke
- U_n (V).....nazivna napetost
- Z_k(Ω).....impedanca kratkostične zanke

Pri vodnikih prereza nad 6 mm² 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(mm²).....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 10mm² kontrole S_{min} 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 16mm²
- 16mm² če je fazni vodnik od 16mm² do 35mm²
- polovični presek faznega vodnika če je ta > 35mm²

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

- 2,5mm² za Cu ali 4mm² za Al če je vodnik mehansko zaščiten
- 4mm² za Cu če ni mehansko zaščiten
- 50mm² 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 (Zs) oz. upornosti (Rs) okvarnih zank, pri nazivni napetosti $U_0=230V$, pri uporabi taljivih vložkov gG.

Nazivni tok taljivega vložka I_n (A)	Taljivi vložek gG					
	(0.2s)		(0.4s)		(5s)	
	I_a	Z_s	I_a	Z_s	I_a	Z_s
	(A)	(Ω)	(A)	(Ω)	(A)	(Ω)
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

Padci napetosti

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

enofazni

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

trifazni

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

kjer pomeni:

Δu (%) padec napetosti na koncu voda

P (W) priključna moč tokokroga ali konična moč razdelilnika

l (m) dolžina vodnika

S (mm²) presek vodnika

U_f (V) fazna napetost

U (V) medfazna napetost

λ (m/Ωmm²). specifična prevodnost ($\lambda_{Cu}=56$, $\lambda_{Al}=37$)