



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	Južni trakt osnovne šole Vrhovci
kratek opis gradnje	Preureditev južnega trakta šolskega kompleksa, ki je namenjen dejavnosti Osnovne šole Vrhovci. Del južnega trakta se odstrani, preostali del se rekonstruira ter prostorsko in funkcionalno dopolni z novo gradnjo – prizidavama. Na SV delu obravnavanega objekta, se teren ob uvozu nivojsko prilagodi, poglobitev se z odstranitvijo obstoječega opornega zida ter z novo gradnjo opornega zida preoblikuje v severno šolsko ploščad.

vrste gradnje	NOVOGRADNJA – NOVO ZGRAJEN OBJEKT NOVOGRADNJA – PRIZIDAVA REKONSTRUKCIJA, ODSTRANITEV
---------------	---

DOKUMENTACIJA

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

številka projekta	07/2019
-------------------	---------

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	3.2 NAČRT ELEKTROTEHNIKE – NN priključek
številka načrta	E171/20-65
datum izdelave	Maj 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)	PRO-ELEKT d.o.o.
naslov	Podmilščakova 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.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
- Projektni pogoji Elektro Ljubljana d.d.

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 PS PMO	M 1:10

5. Priloge

Št.priloge	Oznaka priloge	Merilo
P1	Kabelska kanalizacija	-

PODATKI ZA ELEKTRO DISTRIBUTERJA

Priključna moč predmetnega objekta znaša za:

Za kuhinjo ostaja obstoječa:

-priključna moč 43kW (3x63A), direktni trifazni števec delovne energije z notranjo uro

Za šolo ostaja obstoječa:

-priključna moč 128kW (3x200A), indirektni števec z merilno garnituro



ELEKTRO LJUBLJANA d.d. za distribucijskega operaterja na osnovi 465. člena Energetskega zakona (Ur.l. RS, št. 17/14, 81/15, 43/19 – spremembe in dopolnitve EZ-1B), Pravilnika o pogojih in omejitvah gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območju varovalnega pasu elektroenergetskih omrežij (Ur.l. RS, št. 101/10), Sistemskih obratovalnih navodil za distribucijsko omrežje električne energije – SONDO (Ur.l. RS, št. 41/11) in 30. člena Gradbenega zakona (Ur.l. RS, št. 61/17 in 72/17) ter na podlagi vloge z dne **13. 11. 2019** izdaja

ARREA D.O.O.
KOLARJEVA ULICA 58

1000 LJUBLJANA

PROJEKTNE POGOJE št. 1190742 (51076/2019-MŠ)

I. UVODNE UGOTOVITVE

Dokumentacija: IZP, št. 07/2019

Izdelaalec projekta: ARREA D.O.O., KOLARJEVA ULICA 58, 1000 LJUBLJANA

Investitor: MESTNA OBČINA LJUBLJANA, MESTNI TRG 1, 1000 LJUBLJANA

Objekt: ODSTRANITEV DELA OBJEKTA, REKONSTRUKCIJA JUŽNEGA TRAKTA OSNOVNE ŠOLE VRHOVCI S PRIZIDAVO VHODNE AVLE IN UČILNIC

Katastrska občina	Parcelne številke
1982 – ŠUJICA	323/7, 323/19, 323/24

II. POTEK OBSTOJEČEGA DISTRIBUCIJSKEGA SISTEMA

1. V projektno dokumentacijo PGD je potrebno vrisati obstoječe elektroenergetske vode in naprave. Potek trase naših vodov in naprav je razviden v priloženem situacijskem načrtu oz. si jih je potrebno pridobiti na elektrodistribucijskem podjetju ELEKTRO LJUBLJANA d.d.
2. Pred začetkom posega v prostor je potrebno v pristojnem nadzorništvu naročiti zakoličbo naših vodov in naprav ter zagotoviti nadzor pri vseh gradbenih delih v bližini elektroenergetskih vodov in naprav.
3.
 1. Rekonstrukcija OŠ Vrhovci tangira obstoječo elektroenergetsko infrastrukturo.
 2. Vso elektroenergetsko infrastrukturo (morebitne prestavitve vodov, ureditve mehanskih zaščit) je potrebno projektno obdelati v skladu s temi projektnimi pogoji, veljavnimi tipizacijami distribucijskih podjetij in veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi ter pridobiti



upravno dokumentacijo. Elektroenergetska infrastruktura mora biti projektno obdelana v posebni mapi.

3. Najmanj 7 dni pred pričetkom del je potrebno zagotoviti zakoličbo kablovodov in nadzor nad izvedbo del s strani upravljavca elektroenergetskega omrežja. Investitor nosi odgovornost za časovno usklajenost izvedbe vseh potrebnih del.
4. V kolikor bo izvajalec pri izkopih naletel na elektroenergetski kabel, ki ni vrisan v situaciji, mora prenehati z izkopi in poklicati lastnika elektroenergetskih naprav.
5. Lastnik elektroenergetskih naprav ne prevzema nobene odgovornosti za škodo, ki bi nastala na obstoječih elektroenergetskih napravah zaradi gradnje obravnavanega objekta.
6. Pri delih v bližini elektroenergetskih naprav je potrebno upoštevati:
 - Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. l. RS št. 56/99, 64/01),
 - Pravilnik o varstvu pred nevarnostjo električnega toka (Ur. l. RS št. 29/92),
 - Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (Ur. l. RS št. 101/04).

III. TEHNIČNI POGOJI GLEDE PRIBLIŽEVANJA OBJEKTA OBSTOJEČEMU DISTRIBUCIJSKEMU SISTEMU IN NAPRAVAM

1. Pogoji:

1. Vsa križanja z obstoječimi elektroenergetskimi podzemnimi vodi in paralelne poteke, je potrebno geodetsko posneti in posnetek v pisni in elektronski obliki dostaviti Elektru Ljubljana, d.d. najkasneje na dan tehničnega pregleda.
2. Vsa dela v bližini električnih vodov in naprav je možno izvajati samo ročno in pod strokovnim nadzorom predstavnika Elektro Ljubljana, d.d.
3. Vsi stroški popravil poškodb, ki bi nastali na el. vodih in napravah, kot posledica predmetnega posega bremenijo investitorja predmetnih del, kar je v skladu s 10. členom Pravilnika o pogojih in omejitvah gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območju varovalnega pasu elektroenergetskih omrežij (Uradni list RS, št. 101/2010).

IV. POGOJI ZA PRIKLJUČITEV OBJEKTA NA DISTRIBUCIJSKI SISTEM

Odjem

- Predvidena priključna moč: 128 kW
- Nazivna napetost na prevzemno-predajnem mestu: 400 V
- Priključno mesto: TP0266-VRHOVCI ŠOLA
- Impedanca distribucijskega sistema na priključnem mestu znaša 0.01 ohmov.
- Transformatorska postaja TP0266-VRHOVCI ŠOLA se napaja z električno energijo iz razdelilne transformatorske postaje RTP 110/20 KV LITOSTROJ, SN izvod J31 KB 20KV TP1028 MLADINSKA. Kratkostična moč na zbiralkah 20.0 kV znaša 500.0 MVA, velikost toka enopolnega zemeljskega kratkega stika pa je 150.0 A. V primeru, da nastane okvara na 20.0 kV distribucijskem sistemu, deluje naprava za avtomatski ponovni vklop s časovno zakasnitvijo 0.3 s (prva stopnja) in 30.0 s (druga stopnja).
- Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem zaščite.
- Predvideno leto priključitve: 2020



- Ostali tehnični pogoji za priključek:

1. Na trasi obstoječega dovodnega kabla postaviti priključno merilno omarico z možnostjo dovoda kabla do prereza $4 \times 240 \text{ mm}^2$ in vgradnje dveh merilnih garnitur.
2. V omaro se prestavijo obstoječe merilne naprave.

Po izdaji gradbenega dovoljenja in pred začetkom izgradnje priključka je potrebno na osnovi 147. člena Energetskega zakona (Ur.l. RS, št. 17/14, 81/15, 43/19 – spremembe in dopolnitve EZ-1B) pridobiti soglasje za priključitev.

V. OSTALI POGOJI

1. Vso elektroenergetsko infrastrukturo (morebitne prestavitve vodov, ureditve mehanskih zaščit), je potrebno projektno obdelati v skladu s temi projektnimi pogoji, veljavnimi tipizacijami distribucijskih podjetij, veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi, ter pridobiti upravno dokumentacijo. Elektroenergetska infrastruktura mora biti projektno obdelana v posebni mapi.
2. Priporočamo, da v izogib kasnejšim popravkom soglasij in projektne dokumentacije, investitor že pred začetkom projektiranja pridobi dokazila o pravici gradnje elektroenergetske infrastrukture, kar pomeni, da morajo biti pridobljene overjene tripartitne služnostne pogodbe z lastniki zemljišč, kjer bo navedeno, da ima ELEKTRO LJUBLJANA d.d. pravico vpisa služnostne pravice gradnje in vzdrževanja omenjene infrastrukture v zemljiško knjigo.
3. Investitorja bremenijo vsi stroški prestavitve ali predelave elektroenergetske infrastrukture, ki jih povzroča z omenjeno gradnjo.
4.
 1. Priporočamo, da v izogib kasnejšim popravkom soglasij in projektne dokumentacije investitor že pred začetkom projektiranja pridobi dokazila o pravici graditi.
 2. Za vso elektroenergetsko infrastrukturo je potrebno skladno z Zakonom o graditvi objektov izpolniti pogoje za začetek gradnje.
 3. Za elektroenergetsko infrastrukturo, katero je potrebno prestaviti, morajo biti v fazi pridobivanja dokazila o pravici graditi ali lastninske, druge stvarne oziroma obligacijske pravice pridobljene overjene tripartitne služnostne pogodbe z lastniki zemljišč, kjer bo navedeno, da ima Elektro Ljubljana d.d. pravico vpisa služnostne pravice gradnje in vzdrževanja omenjene infrastrukture v zemljiško knjigo.

Ljubljana, 26. 11. 2019

Pripravi/-a:
MARKO ŠUBIC

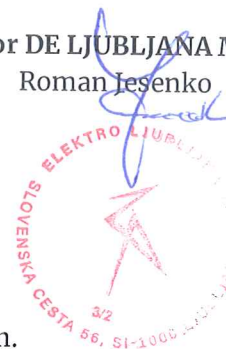
Poslano:

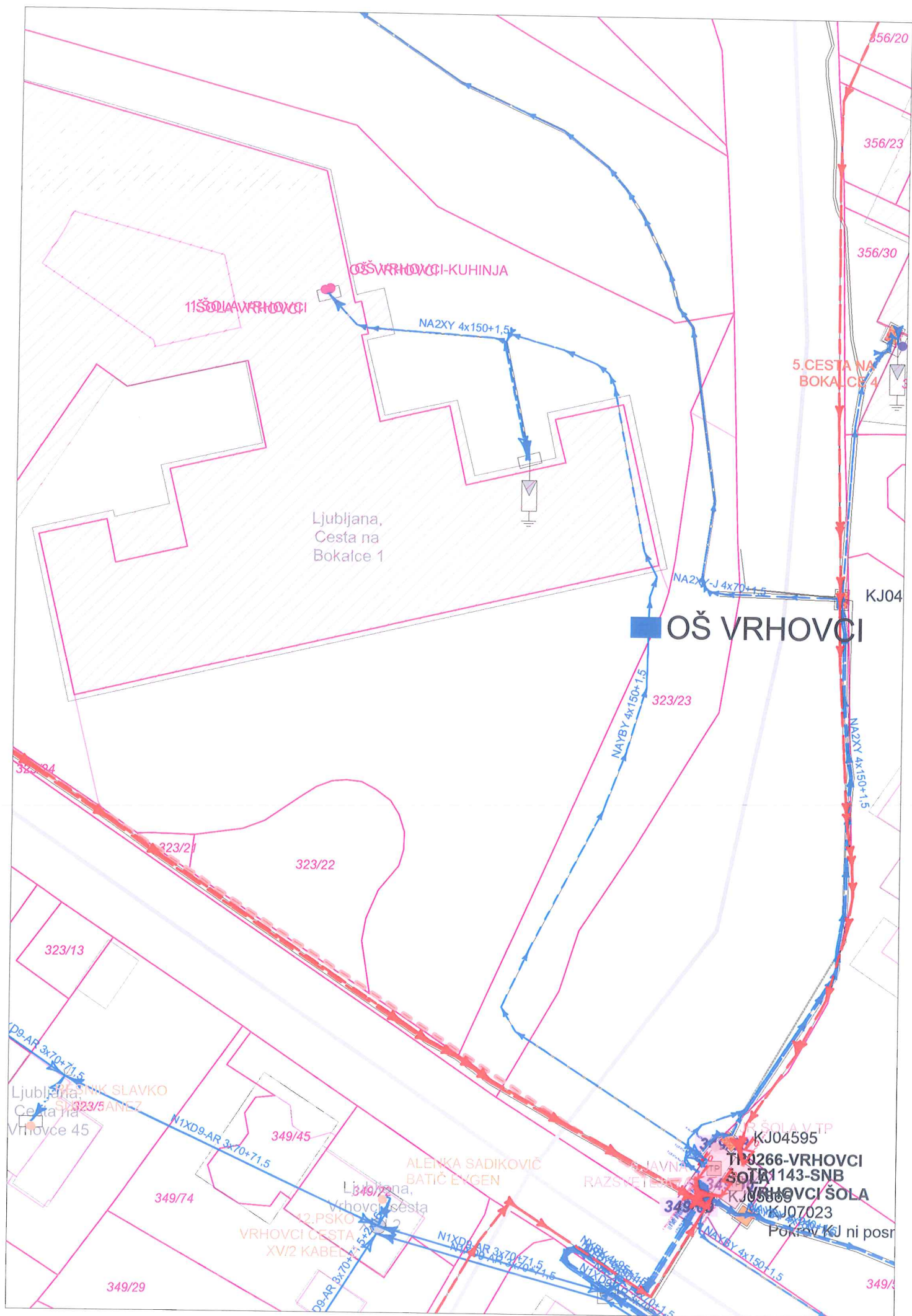
- ARREA D.O.O., KOLARJEVA ULICA 58, 1000 LJUBLJANA
- Arhiv

Priloge:

- Predlagana (neobvezno) varianta trase priključka na distribucijski sistem.

Direktor DE LJUBLJANA MESTO:
Roman Jesenko





TEHNIČNO POROČILO

I. Električne inštalacije

1. Splošno

Predmet načrta je nizkonapetostni priključek za šolo Vrhovci.

Projekt je izdelan na osnovi geodetskega načrta, Projektnih pogojev 11907(51076/2019-MŠ), Elektro Ljubljana, ter veljavnih standardov in tehničnih predpisov.

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

2. Obstoječe stanje

Objekt ima dva merilna mesta, ločeno za šolo in za kuhinjo. Merilna oprema je trenutno locirana v priključno merilni omari v vetrolovu starega vhoda v šolo.

3. NN dovod in PS-PMO

Skladno s projektnimi pogoji obravnavana rekonstrukcija tangira obstoječo infrastrukturo. Na trasi dovoda je ob robu zemljišča predvidena postavitve PS-PMO (prosto stoječe priključno merilne omare na stalno dostopnem mestu. PS-PMO je ustrezne velikosti za možnost namestitve dveh merilnih garnitur. Obstoječi NN dovodni kabel NAYBY 4x150+1,5mm² se delno odkoplje in uvede v novo PS-PMO. V novo PS-PMO se prestavi obstoječe števec. Ostala oprema v PS-PMO je predvidena nova.

Vzdolž nove trase NN kablovodov je 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 in 2. Dokončno traso poteka NN dovoda se določi na terenu (upoštevati predpisane odmike od ostalih komunalnih vodov).

4. 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.

5. Prenapetostna zaščita

V priključno merilni omari PS PMO je predvidena prenapetostna zaščita razreda I z ustreznim predvarovanjem.

6. Meritve kWh

Za kuhinjo ostaja obstoječa:

-priključna moč 43kW (3x63A), direktni trifazni števec delovne energije z notranjo uro

Za šolo ostaja obstoječa:

-priključna moč 128kW (3x200A), indirektni števec z merilno garnituro

7. Kabelski jarek za izvedbo kabelske kanalizacije (interna voda od PS_PMO do objekta)

Od nove predvidene PS-PMO se do objekta – stari vetrolov šole kjer je obstoječa elektro omara položi dva nova interna kabla in sicer kabel za šolo in kabel za kuhinjo. Zaradi razdalje in preseka so predvideni Al kabli. Za šolo je predviden kabel NA2XY 4x150mm², za kuhinjo je predviden kabel NA2XY 4x70mm². Priklopi se jih v obstoječi merilni omari. Obstoječi dovodni kabel 4x150 se odkoplje in upusti.

Povprečna globina izkopa jarka po celotni trasi znaša 1m in širina 0,3-0,4m odvisno od števila cevi. 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.

8. Približevanje in križanje podzemnih kablov

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

9. 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°.

10. 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.

11. 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.

12. 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 NAPAJANJA

Predviden TN sistem, 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.

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:

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

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

TABELA MOČI IN DOVODOV						
RAZDELILNIK						
oznaka tokokroga	-	V	Rkuhinja		Ršola	
napetost tokokroga	U		W1		Wsr	
dolžina tokokroga	L	m	400		400	
sistem el. instalacije	-		60		60	
			TN-C		TN-C-S	
skupna instalirana moč	Pi	kW	35,00		128,00	
faktor istočasnosti	fi		1		1	
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	35		128	
konična navidezna moč	S	kVA	37		135	
konični tok	Ik	A	53		194	
zaščitna naprava	In	A	NVgL /	63	NVgl- /	200
tip el. instalacije	-		D		D	
faktor okolne temp.	fT		0,89		0,89	
faktor skupine kablov	fs		1		1	
obremen. kabla: In/fT/fs	-	A	71		225	
zdržni tok kabla	Iz	A	196		300	
tip in presek kabla	mm ²		1 x NA2XY Y		1 x NA2XY Y	
			4 x 70		4 x 150	
kontrola preobremenitve:						
Ik < In < Iz	-	A	USTREZA		USTREZA	
In * k < 1,45 * Iz	-	A	USTREZA		USTREZA	
padec napetosti	u	%	0,60%		1,02	
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_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
- $S_f(mm^2)$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

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

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

kjer pomeni:

k..... faktor določen v standardu

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

(izklopna karakteristika zaščitne naprave)

Za vodnike manjše od 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 In (A)	Taljivi vložek gG					
	Ia	Zs	Ia	Zs	Ia	Zs
	(0.2s)		(0.4s)		(5s)	
	(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 ($\lambda_{Cu}=56$, $\lambda_{Al}=37$)

KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE		
RAZDELILNIK		Rkuhinja
trafo postaja		1 x
upornost:	R (Ω)	0,1000
	X (Ω)	0,0500
kontaktne upornosti	R (Ω)	0,0099
dovod iz razdelilnika	-	PMO
oznaka tokokroga	-	W0
napetost tokokroga	U (V)	400
konična moč tokokroga	Pk (kW)	35
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 63
dolžina tokokroga	l (m)	60
material kabla	-	Al
št. in presek L	S (mm ²)	1 x 70
vzpored.vodnikov PE	S (mm ²)	1 x 70
upornost tokokroga	R (Ω)	0,0554
	X (Ω)	0,0098
upornost celotne	Rs (Ω)	0,1653
KS zanke	Xs (Ω)	0,0598
impedanca KS zanke	Zs (Ω)	0,1758
korekcijski faktor	C (-)	1
kratkostični tok	Iks (A)	1446
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 325
izklopni čas	ta (s)	
vrsta izolacije	-	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	12,8
padec napetosti tokokroga	u (%)	0,60%
skupni padec napetosti	u (%)	0,60%
dopustni padec napetosti	u (%)	
opomba		

KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE		
RAZDELILNIK		Ršola
trafo postaja		1 x
upornost:	R (Ω)	0,1000
	X (Ω)	0,0500
kontaktne upornosti	R (Ω)	0,0099
dovod iz razdelilnika	-	PMO
oznaka tokokroga	-	W0
napetost tokokroga	U (V)	400
konična moč tokokroga	Pk (kW)	128
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 200
dolžina tokokroga	l (m)	60
material kabla	-	Al
št. in presek L	S (mm ²)	1 x 150
vzpored.vodnikov PE	S (mm ²)	1 x 150
upornost tokokroga	R (Ω)	0,0258
	X (Ω)	0,0096
upornost celotne	Rs (Ω)	0,1357
KS zanke	Xs (Ω)	0,0596
impedanca KS zanke	Zs (Ω)	0,1482
korekcijski faktor	C (-)	1
kratkostični tok	Iks (A)	1716
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 1350
izklopni čas	ta (s)	
vrsta izolacije	-	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	41,8
padec napetosti tokokroga	u (%)	1,02%
skupni padec napetosti	u (%)	1,02%
dopustni padec napetosti	u (%)	
opomba		