

4.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

Številčna oznaka načrta: **4/2**

Vrsta načrta: **NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN
ELEKTRIČNE OPREME - NN PRIKLJUČEK**

Investitor: **MESTNA OBČINA LJUBLJANA
Mestni trg 1
1000 Ljubljana**

Objekt: **PRIZIDEK NOVE TELOVADNICE K OŠ
VIŽMARJE-BROD, Na Gaju 2, 1000 Ljubljana**

Vrsta projektne dokumentacije: **PGD**

Za gradnjo: **NOVA GRADNJA**

Projektant: **MC EPRO, Marko Cerar s.p.
Hudo, Hujska cesta 21
1235 Radomlje**

Odgovorna oseba projektanta: **Marko Cerar, dipl. inž. el.**

Podpis:

Odgovorni projektant: **Marko Cerar, dipl. inž. el.
IZS E-1665**

Podpis: Osebni žig:

Številka načrta: **E-2017-019**

Kraj in datum: **Hudo, september 2017**

Odgovorni vodja projekta: **Rok Žnidaršič, univ. dipl. inž. arh.**

Podpis: Osebni žig:

MAPA 1, 2, 3, 4, A

4.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

- 4.1 Naslovna stran načrta
- 4.2 Izjava odgovornega projektanta načrta
- 4.3 Kazalo vsebine načrta
- 4.4 Tehnično poročilo
- 4.5. Ocena vrednosti materiala in del
- 4.6 Risbe

Vsebina risbe	Št. risbe:
SITUACIJA	01
SHEMA VKPMO	02
IZGLED VKPMO	03

4.3 IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA NAČRTA

Odgovorni projektant

Marko Cerar
(ime in priimek)

IZJAVLJAM,

1. da je načrt E-2017-019 skladen s prostorskim aktom,
2. da je načrt skladen z gradbenimi predpisi,
3. da je načrt skladen s projektnimi pogoji oziroma soglasji za priključitev,
4. da so bile pri izdelavi načrta upoštevane vse ustrezne bistvene zahteve in da je načrt izdelan tako, da bo gradnja, izvedena v skladu z njim, zanesljiva,
5. da so v načrtu upoštevane zahteve elaboratov.

E-2017-019
(št. načrta)

Hudo, september 2017
(kraj in datum izdelave)

Marko Cerar, dipl. inž. el.
(ime in priimek)

.....
(osebni žig, podpis)

4.4 TEHNIČNO POROČILO

Splošno

Za objekt PRIZIDEK NOVE TELOVADNICE K OŠ VIŽMARJE-BROD, Na Gaju 2, 1000 Ljubljana je potrebno izgraditi nizkonapetostni kabelski priključek. Objekt bo priključen na nizkonapetostni izvod na št. 5 – TP0731-ŠOLA BROD, NA GAJU.

Priključno mesto (mesto vključitve priključka na distribucijski odjem)

Mesto priključitve: TP0731-ŠOLA BROD, NA GAJU

Transformatorska postaja TP0731-ŠOLA BROD, NA GAJU se napaja z električno energijo iz razdelilne transformatorske postaje RTP 110/10 KV ŠIŠKA, SN izvod K59 KB 10KV TP0424 MANICE KOMANOVE. Kratkostična moč na zbiralkah 10 kV znaša 350 MVA, velikost toka enopolnega zemeljskega kratkega stika pa je 300 A. V primeru, da nastane okvara na 10 kV distribucijskem sistemu, deluje naprava za avtomatski ponovni vklop s časovno zakasnitvijo 0 s (prva stopnja) in 30 s (druga stopnja).

Distribucijski sistem v točki priključitve omogoča TN sistem zaščite.

Ostali tehnični pogoji za priključek:

1. Na fasadi pri vhodu v objekt se vgradi kabelsko priključno merilno omaro (VPMO), v katero se vgradi novo merilno mesto z merilno garnituro.
2. Novo VPMO se s kablom preseka 4x150+1,5 mm² Al poveže na nov odcep v transformatorski postaji TP0731-ŠOLA BROD, NA GAJU (Odcep bo določen v Soglasju za priključitev).
3. Obstoječi NN kabelski vod, ki napaja športno rekreacijski center, se odklopi v TP in se prestavi v novo kabelsko kanalizacijo izven območja gradnje zunanjega večnamenskega igrišča. Po prestavitvi se obstoječi NN vod preko kabelske spojke v jašku ponovno priklopi na obstoječi odcep v TP (odcep št. 5).

Energetski NN priključek

Energetski NN dovod se izvede s kablom NA2XY-J 4x150+1,5mm², uvlečenim v zaščitne cevi nove kabelske kanalizacije.

Priključno merilna omarica VPMO je predvidena kot vgradna omarica v fasadi objekta.

Elektro energetski priključek se izvede z ročnim oziroma strojnim izkopom zemljišča. V trasi nad kablom se na novo položi pocinkani jekleni valjanec FeZn 25x4 mm. Valjanec bo služil za ozemljitev PEN vodnika in prenapetostnih odvodnikov. Povezavo med kabelsko omarico in valjancem se izvede z vodnikom rumeno zelene barve H07V-K 35 mm².

Meritve električne energije

Glede na namembnost objekta sta predvidena dva nova odjema.

Za prizidek telovadnice je predvidena priključna moč **82kW** z glavnimi varovalkami **3x125A**.

Za polnilno mesto za električne avtomobile je predvidena priključna moč **22kW** z glavnimi varovalkami **3x35A**.

Meritve električne energije so predvidene v tipizirani priključno merilni omarici, VPMO, s pregrado v omarici za ločeni varovalčni in števecni del.

V omarici je predvidena 1x merilna garnitura, 1x direktni trifazni števec električne energije, prenapetostna zaščita ter varovalčni ločilniki z varovalkami.

Pred dobavo in montažo omaric je potrebno pridobiti soglasje nad izvedbo od lokalne distribucije.

Priklop in meritve naj bodo izvedene v skladu s projektnimi pogoji in soglasjem za priključitev.

Energetska obremenitev in dimenzioniranje

Priključna moč objekta (prizidek telovadnice):

Konična moč:	$P_k = 82 \text{ kW}$
faktor omrežja:	$\cos \phi_i = 0,98$
Konični tok:	$I_k = 121 \text{ A}$
Tok varovalke:	$I_v = 3 \times 125 \text{ A}$

Priključna moč za polnilno mesto za električne avtomobile

Konična moč:	$P_k = 22 \text{ kW}$
faktor omrežja:	$\cos \phi_i = 0,98$
Konični tok:	$I_k = 32 \text{ A}$
Tok varovalke:	$I_v = 3 \times 35 \text{ A}$

Trajno dovoljeni toki kablovodov

Preverjanje ustreznosti kablovodov NA2XY-J 4x150+1,5mm².

Trajno dovoljeni tok za omenjena prereza kablov določimo oziroma izračunamo po navodilih za polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1 kV do 35 kV (EIMV, referat št. 1260). Tok, ki teče skozi katerikoli vodnik med trajnim obratovanjem, ne sme povzročiti višjih temperatur kot je najvišja dovoljena temperatura za kable s PVC izolacijo (90°C). Zahteva je izpolnjena, če tok izoliranih vodnikov ni večji od vrednosti, izbrane iz tabel tega standarda glede na tip električne napeljave in korekcije z ustreznimi korekcijskimi faktorji. Trajno dovoljen tok izberemo po tabeli št. 6/14 (SIST HD 603 S1:1994/A3:2007 Part 5 section G) in za predmetni kabel položen v zemlji znaša:

za NA2XY-J 4x150+1,5 mm² = $I_{tr} = 330 \text{ A}$

Pri izračunu upoštevamo sledeče korekcijske faktorje:

- f_1 – korekcijski faktor za preračunavanje tokovne obremenitve kablov položenih v ceveh v zemlji v odvisnosti od temperature zemljišča (20°C), faktorja obremenitve (0,7), specifične toplotne upornosti zemlje (1km/W).

Tako znaša $f_1 = 1$.

- f_2 - korekcijski faktor za skupinske tokokroge, odvisen od specifične toplotne upornosti zemljišča in faktorja dnevne obremenitve kabla (0,7).

$f_2 = 1$ (en sistem kablovodov v cevi)

V primeru položitve kablovoda v cev v zemlji, standard priporoča znižanje trajno dovoljenega toka na 85% glede na tok iz tabele.

Trajno dovoljeni tok za predmetni kabel uporabljen v našem primeru ob upoštevanju korekcijskih faktorjev tako znaša:

$$\text{za NA2XY-J } 4 \times 150 + 1,5 \text{ mm}^2 = 300 \times 0,85 \times f_1 \times f_2 = 255 \text{ A}$$

Zaščita pred prevelikimi toki (v skladu s standardom VDE 0102):

Pri okvarah (kratkih stikih) na NN vodih pomenijo daljši izklopni časi povečano stopnjo ogroženosti. Na izklopni čas ob izbrani velikosti varovalke vpliva velikost toka kratkega stika. Manjša kot je ta, daljši so izklopni časi. Zaradi navedenega je za nas zanimiv le tok enofaznega kratkega stika, ki je razen v območju NN zbiralnic nižji od toka trifaznega kratkega stika.

Za dimenzioniranje varovalk moramo upoštevati najbolj neugodne primere, ko so kratki stiki na koncu izvodov. Takrat so kratkostični tokovi zaradi velike upornosti kratkostične zanke majhni. Ti tokovi morajo povzročiti prekinitev zaščitnih varovalk. Da bi varovalka pravočasno pregorela mora biti kratkostični tok za faktor k večji od nazivnega toka varovalke. V kolikor z varovalko na začetku izvoda ne moremo zadostiti temu pogoju, je potrebno primerne varovalke vstaviti tudi v podveje, tako da je v vsaki veji izpolnjen pogoj:

$$\frac{I_K}{I_V} \geq 2,5 \text{ (veljavni predpis } k = 2,5)$$

I_K – kratkostični tok (tok enofaznega kratkega stika) (A),

I_V – nazivni tok zaščitne naprave (A),

Kabelska mreža bo varovana glede na dopustne obremenitve kablov. V primeru, da se na trasi menja presek kabla, se mora upoštevati selektivnost varovanja na začetku spremembe – menjave prerezov.

Največja še dopustna varovalka za varovanje predmetnih kablov uporabljenih v našem primeru na njegovem začetku znaša:

$$\text{za NA2XY-J } 4 \times 150 + 1,5 \text{ mm}^2 I_V = 250 \text{ A}$$

Zaščita pred preobremenitvenim tokom:

Skladno s pravilnikom o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj in Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah ter pripadajočo tehnično smernico (TSG-N-002:2013- Nizkonapetostne električne inštalacije) so za zaščito nizkonapetostnega kabelskega voda

pred tokovno obremenitvijo in kratkotrajno tokovno obremenitvijo pri kratkem stiku uporabljene taljive varovalke. Za zaščito pred prevelikim tokom je nazivna vrednost varovalke izbrana tako, da je zadoščeno naslednjima pogojem po SIST IEC 60364-4-43:

Kablovod je zaščiten pred preobremenitvijo, če sta izpolnjena naslednja pogoja:

- 1.) Nazivni tok zaščitne naprave (talilne varovalke) mora biti večji od toka za katerega je tokokrog predviden in manjši od trajno dovoljenega toka kabla (varovanje kabla).

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

I_B – predvideni bremenski tok (A),

I_n – nazivni tok zaščitne naprave (A) (v programu IV),

I_Z – trajno dovoljeni tok za predvideni kabel (A),

- 2.) Tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave mora biti enak trajnemu Vzdržnemu toku vodnika ali kabla oziroma manjši od 1,45 x vrednosti tega toka.

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = k \cdot I_n$$

I_2 – tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave (A) pri zanjo normalnih pogojih delovanja,

k – faktor za izračun zgornjega preizk. toka (za NN taljive varovalke nad 25 A znaša 1,6)

Pri izračunu upoštevamo naslednji parameter, da zadostimo zgornjima pogojem:

$$\frac{I_v}{I_b} \geq 1,1$$

I_v – nazivni tok zaščitne naprave (A),

I_B – predvideni bremenski tok (A),

Kontrolira se kabel, kot je prikazan na shemi:

Izračun in kontrola kabla podana v tabeli dimenzioniranja**TABELA KONTROLIRANIH VELIČIN**

TABELA KONTROLIRANIH VELIČIN			
NAPAJANO IZ			TP
PORABNIK			VPMO
TIP NAPELJAVE			D
NAZIVNA NAPETOST	Un	V	400
MOČ PORABNIKA	P	kW	104,0
$\cos \varphi$			0,95
NAZIVNI TOK PORABNIKA	Ib	A	158,01
VRSTA KABLA			NA2XY
PRESEK FAZNEGA VODNIKA	Sf	mm ²	150,0
PRESEK NEVTRALNEGA VODNIKA	So	mm ²	150,0
ŠTEVILO VODNIKOV			1,0
TRAJNI ZDRZNI TOK KABLA	Iz	A	255,0
f1-korekcijski faktor topl. upornosti tal			1,00
f2-korekcijski faktor polaganja			1,00
korekcijski faktor po standardu			0,85
NAZIVNI TOK VAROVALKE	In	A	250
TOK DELOVANJA ZAŠČITE	I ₂	A	362,50
Iz x 1,45			369,75
DOLŽINA TOKOKROGA	l	m	120
IMPEDANCA OMREŽJA	Zo	ohm	0,08
IMPEDANCA OD R DO PORABNIKA	Z1	ohm	0,21
SKUPNA IMPEDANCA	Z	ohm	0,29
TOK OKVARE	Ia	kA	606,90
ODKLOPNI ČAS	t	s	0,40
PADEC NAPETOSTI OD R DO PORABNIKA	u ₂	%	0,93
KONTROLA PRESEKA	S _{min}	mm ²	3,34

Iz tabele vidimo, da velja:

Ib < In < 1,45 x Iz I2 < Iz x 1,45

kablo so pravilno izbrani

Ib < In VELJA

In < 1,45 x Iz VELJA

I2 < Iz x 1,45 VELJA

Zaščita pred električnim udarom

Kabelska trasa energetskega NN priključnega kabla mora biti usklajena s trasami ostalih komunalnih vodov.

Ob trasi kabelske kanalizacije bo položen pocinkani jekleni trak FeZn 25x4 mm.

Za mehansko zaščito kabla in opozorilo pri kasnejšem prekopavanju se nad kabelsko kanalizacijo položi opozorilni trak.

Pri vlečenju kabla je potrebno kontrolirati vlečno silo ter dopustni polmer krivljenja.

Kable je potrebno razvijati s pomočjo valjev, pri tem je potrebno paziti, da se kabli ne vlečejo po tleh.

Polaganje in vlečenje kabla

Pri polaganju ter vleki kabla v cevi je potrebno paziti, da ne presežemo maksimalne dopustne vlečne sile, ki je za obravnavani kabel v primeru ko se le ta vleče z ustrezno nogavico manjša od:

F_d - dopustna vlečna sila (daN)

D - zunanji premer kabla (mm)

$$F_{d150} = 0,5 \times D^2 = 0,5 \times 45,1^2 = 1017 \text{ daN}$$

Pri lomih trase moramo paziti, da kabla ne krivimo bolj od dopustnega polmer krivljenja, ki znaša:

R - dopustni polmer krivljenja (mm)

D - zunanji premer kabla (mm)

$$R_{70} = 12 \times D = 12 \times 45,1 = 541,2 \text{ mm}$$

Kable je potrebno razvijati s pomočjo valjev, pri tem je potrebno paziti, da se kabli ne vlečejo po tleh.

Križanje in približevanje kablov z ostalimi komunalnimi vodi in ostalo infrastrukturo

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati predpise glede zahtevanih odmikov od ostalih komunalnih vodov.

Vodovod:

Približevanje:

- R min = razmak med najbližjimi robovi instalacij
- R min > 0,5 m za cevovode nižjega tlaka in za hišne priključke
- R min > 1,5 m za magistralne cevovode
- 30 % v primeru če sta obe instalaciji zaščiteni s specialno mehansko zaščito

Križanje:

- d = svetli razmak
 - d > 0,5 m za magistralne cevovode
 - d > 0,3 m za priključne cevovode
- (razmaka sta enaka tudi v primeru zaščitne cevi za kabel)

Kanalizacija:

Približevanje:

- $d > 1,5$ m za kanale večje ali enake Φ 60/90 cm
- $d > 0,5$ m za manjše kanalizacijske cevi ali hišne priključke

Križanje:

- h = globina od terena
- $d = 0,3$ m za magistralne cevovode
- $h > 0,8$ m kot mehanska zaščita se polagajo TPE cevi Φ 160mm ali 200 mm v sloju 5 cm suhega betona
- $h < 0,8$ m kot mehanska zaščita se polagajo Fe cevi Φ 150mm v sloju 5 cm suhega betona

Plinovod:

Polaganje elektroenergetskega kabla nad ali pod plinovod ni dovoljeno razen na mestu križanja

Približevanje:

- $R_{min} > 1,5$ m za magistralne plinovode $p > 4$ bar
- $R_{min} > 0,5$ m za plinovode $p < 4$ bar in hišne priključke

Križanje:

- $d > 0,5$ m za magistralne plinovode
 - $h > 0,3$ m za priključni plinovod
- (razmaka sta enaka v primeru zaščitne cevi za kabel)

Toplovod:

Približevanje:

Pri paralelnem polaganju kablov in toplovoda moramo doseči minimalni svetli razmak $d > 2$ m. V kolikor tega razmaka ne moremo doseči na celotni dolžini poteka, so na relacijah, ki so krajše od 5 m lahko dopustni razmiki $R_{min} > 0,5$ m

Križanje:

Deli postroja toplovoda in kabla, ki jih je potrebno vzdrževati, morajo biti oddaljeni od mesta križanja najmanj 2 m. Križanje toplovoda in kabla, ko ni termične zaščite, se izvaja minimalnim svetlim razmikom $d > 0,5$ m (kabel pod toplovodom). Če obstaja nevarnost dodatnega segrevanja na omenjenih ali večjih razmakih, je potrebno na mestu križanja med toplovodom in kablom namestiti toplotno izolacijo debeline najmanj 20 cm, in sicer 50 cm širše od zunanjih robov toplovoda. Toplotna izolacija pokriva toplovod 2 m na vsaki strani zaščitne cevi kabla. Kabel se polaga na takem mestu križanja v cev ustreznega premera, ki pa je 1,5 m daljši od zunanjega roba toplovoda.

Drevesa:

Približevanje:

- $d > 2,5$ m

Objekti (temelji):

Približevanje:

- $d > 0,6$ m

Telekomunikacijski vodi:

Približevanje:

- $d > 0,3 \text{ m}$

Križanje:

- $d > 0,3 \text{ m}$ za magistralne plinovode

križanje se izvede praviloma pod kotom 90° , nikoli pa ne manjšim od 45° .**Električni kabli od 1 do 20 kV:**

Približevanje:

- $d > 0,07 \text{ m}$ do 1 Kv
- $d > 0,15 \text{ m}$ do 10 Kv
- $d > 0,20 \text{ m}$ do 20 kV

Javna razsvetljava:

Približevanje:

- $d > 0,3 \text{ m}$

Označevanje kabla

Potrebno je ustrezno označiti NN vodov v priključno merilni omarici. Vodi morajo biti označeni s predpisano tablico. Za označevanje novo položenih kablov mora poskrbeti izvajalec del. Predpisana tablica za označevanje kablov naj bo iz PVC materiala odporna na zunanje uplive in z vgraviranim napisom. Tablice naj bodo označene z velikimi črkami velikosti vsaj 6mm. Pritrjevanje tablic se naj izvede s PVC vezico. Tablice naj bodo nameščene pri uvodu v cev kabelske kanalizacije.

Ob kabelski kanalizaciji je po celotni trasi položen pocinkani jekleni trak FeZn 25 x 4 mm. Na na pocinkani jekleni trak, ki služi kot ozemljilo bo vezan PEN vodnik, prenapetostni odvodniki in ohišje kovinske razdelilne kabelske omarice.

Povezavo med kabelsko omarico in valjancem, ki bo položen ob kablu, je potrebno izvesti z vodnikom H07V-K 35mm².

Važno opozorilo:

Pri vseh izvedbah križanj energetskega kabla z ostalo nadzemno in podzemno infrastrukturo je potrebno upoštevati soglasja upravljalcev.

Električni preizkus

Po položitvi in opravljeni montaži je potrebno vsak kabel električno preizkusiti. Priporoča se preizkus z enosmerno visoko napetostjo.

Kabel mora zdržati napetosti iz naslednje tabele:

Nazivna napetost (kV)	Izmenična napetost (kV)	Enosmerna napetost (kV)	Čas trajanja (min.)
12,20	20	50,5	5/15
6/10	10,5	24	15
0,6/1	4	12	10

Po opravljenih meritvah poizkusno obratovanje za kable ni potrebno.

Navodila izvajalcu

Vsa dela pri polaganju in zaščiti kabla, montaži kablskih glav in spojk, pri montaži kablške omarice se morajo izvajati v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi ter z upoštevanjem določil Zakona o varstvu pri delu in Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka.

Pred pričetkom zemeljskih del za kablsko kanalizacijo je potrebno označiti vse obstoječe kable in ostale komunalne vode, ki potekajo v bližini.

Potrebno je tudi naročiti nadzor predstavnikov posameznih komunalnih organizacij nad izvajanjem del na območju njihovih inštalacij.

Zemeljska dela v bližini električnih kablov je potrebno izvajati ročno in zelo pazljivo. Stalno morata biti prisotna odgovorna oseba izvajalca in predstavnik Elektro Primorska.

Obstoječi električni kable se smejo predstavljati samo v primeru če so odklopljeni. Kable lahko predstavljajo samo delavci lokalne distribucije.

Pri montaži kabla v TP ali kablški omarici bo potrebno vedno vzpostaviti breznapetostno stanje, napraviti preizkus brez napetostnega stanja, izklopljeni del kabla oziroma omrežja pa ozemljiti in kratko stakniti. Na ločilnih mestih bo potrebno namestiti opozorilne tablice.

Izkopani kablški jarek je potrebno ograditi. V nočnem času in v času slabe vidljivosti mora biti gradbišče osvetljeno. Na cesti je potrebno postaviti cestno prometno signalizacijo.

Ozemljitve

Ozemljitve na NN omrežju

Osnovni pogoji:

- nevtralni vodnik mora biti dobro ozemljen, torej mora biti ozemljen na več mestih in upornost obratovalne ozemljitve mora biti v dovoljenih mejah

- skupna upornost vseh obratovalnih ozemljitev nizkonapetostnega omrežja v sklopu obravnavane TP načeloma ne sme presegati vrednosti $R_B = 3\Omega$, kar velja predvsem za nadzemno omrežje
- nevtralni vodnik se poveže z zaščitno ozemljitvijo pri TP (TN sistem)
- na vseh NN izvodih in odcepih dolžine nad 200m ne sme skupna upornost vseh ozemljil na zadnjih 200m dolžine voda presegati vrednosti 10Ω
- nevtralni vodnik se ozemlji povsod tam, kjer so nameščeni prenapetostni odvodniki.

Zaželeno je, da upornost teh ozemljil ne presega vrednosti 5Ω .

Ob trasi kabla se kot ozemljitveni trak položi pocinkani valjanec FeZn 25x4mm.

Ozemljitveni trak se pred mehanskimi poškodbami naknadnega kopanja zavaruje z opozorilnim trakom in GAL ščitnikom.

4.5 Ocena vrednosti materiala in del

Ocena vrednosti materiala in del za električne inštalacije in električno opremo:

15.328,30 € + DDV