

NAČRT IN ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA:

**NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
MAPA 4**

INVESTITOR:

**KMETIJSKI INŠTITUT SLOVENIJE
INFRASTRUKTURNI CENTER JABLJE**
Grajska cesta 1, 1234 Mengeš

OBJEKT:

21530 - NAMAČALNI SISTEM JABLJE

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN NJENA ŠTEVILKA:

PROJEKT ZA IZVEDBO

ZA GRADNJO:

NOVA GRADNJA

PROJEKTANT:

ALJA, David Urbanič s.p.
Plitvica 11/a
9253 Apače

podpis odgovorne osebe

žig

ODGOVORNI PROJEKTANT:

GREGOR WOLF, univ.dipl.inž.el.
Ident. štev.: E - 1197

podpis

osebni žig

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

IGOR OREŠIČ, univ.dipl. inž. arh.
Ident. štev.: ZAPS 1679 A

podpis

osebni žig

ŠTEVILKA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA:

045 PZI/2017

PLITVICA

jan 2017

**4.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE
OPREME ŠT. 4**

4.1	NASLOVNA STRAN NAČRTA	1
4.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA	2
4.3	TEHNIČNO POROČILO, IZRAČUNI	5
4.6	RISBE	17

4.3 KAZALO VSEBINE NAČRTA

4 – NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

4.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

4.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN
ELEKTRIČNE OPREME

4.3 TEHNIČNO POROČILO

4.5 POPISI

4.6 RISBE

4.3 TEHNIČNO POROČILO

1.1 Splošni opis in lokacija

1. SPLOŠNI PODATKI

Območje načrtovanega namakalnega sistema obsega kmetijska zemljišča v lasti/upravljanju Kmetijskega inštituta Slovenije, lociranih na območjih Loka pri Mengšu (lokacija Jablje). Velikost načrtovanih namakalnih površin, ki se bodo vključile v skupni sistem z različnimi tehnikami namakanja je podana v spodnji preglednici:

	PID GERKOV	NETO POVRŠINA NAMAKANJA v ha
SEKCIJA 1 – ZEMLJIŠČA KIS	3000542 5650277	4,41
SEKCIJA 2 – ZEMLJIŠČA KIS	3000541	9,13
SEKCIJA 3 – ZEMLJIŠČA KIS	3000521 3000522 3000524 3000525	18,94
SEKCIJA 4 – ZEMLJIŠČA KIS	3732910 3000469	10,27
SEKCIJA 5 – PRIVATNA ZEMLJIŠČA	3539288 2454675	9,63
SEKCIJA 6 – ZEMLJIŠČA KIS	3000515	21,19
SEKCIJA 7 – ZEMLJIŠČA KIS IN PRIVATNA ZEMLJIŠČA	5666141 5666149 5666159 3003810	5,5702

Predmetna dokumentacija obravnava izgradnjo namakalnega sistema na lokaciji Jablje.

1.1. **Obstoječe stanje**

Na območju izgradnje namakalnega sistema ni obstoječe namakalna infrastrukture. Lokacija omogoča priključitev na obstoječo TP na zemljiški parceli 759/1, k.o. Loka. Za raziskavo podzemnih voda so bile na zemljiških parcelah 734/1, 735/1, 740/2 in 747/2, k.o. Loka izvedene raziskovalno črpalne vrtine Jablje – 1, 3, 4, 5, 6, 7 in 8.

1.2. **Predvideno stanje**

Predvideno stanje obsega izgradnjo do 4.440 m primarnega in sekundarnega cevovoda dimenzij $\varnothing 160$ do $\varnothing 63$ od smeri črpalnišča proti sekundarnemu vodu. Na sedmih lokacijah bodo zajete podzemne vode za potrebe namakanja. V ta namen je narejenih 7 vrtin s predvideno skupno izdatnostjo 12 l/s, v katerih bodo montirane črpalke s karakteristikami $Q = 1-3$ l/s, $H = 100$ m. Predvidenih je 7 namakalnih sekcij. Nadzor nad porabo vode se bo vršil iz mobilnega bloka - komandni prostor na zemljiški parceli 742/1, k.o. Loka. Mobilni blok bo dvignjen od tal 60cm, ker je to poplavno območje in se bo na tak način zmanjšala možnost poplavitve tega bloka.

Skupna potrebna moč za potrebe funkcinirnja sistema namakanja znaša 60kW (400V). Napajanje za sistem namakanja se izvede iz TP JABLJE (glej situacijo).

Transformatorska postaja TP 20/04kV JABLJE D-178 se napaja iz razdelilne transformatorske postaje RTP 110/20kV KAMNIK; SN izvod J32 DV 20KV DV MENGEŠ. Kratkostična moč na 20kV zbiralkah znaša 250MVA, velikost toka enopolnega zemeljskega kratkega stika pa znaša 150A. V primeru, da nastane zemeljski stik na 20kV omrežju, deluje naprava za avtomatski ponovni vklop, ki izvede ponovni vklop omrežja s časovno zakasnitvijo 0,3s; 30s.

Električna inštalacija v objektu mora izpolnjevati pogoje za TN sistem napajanja. Objekt mora imeti izvedeno temeljno ozemljilo ter glavno izenačevanje potencialov.

Namakalni sistem se priključi na obstoječe merilno mesto št. 9814, na katerem se poveča priključna moč.

Projekt je izdelan na osnovi PROJEKTNIH POGOJEV št. 1030233 z dne 05.08.2015 (ELEKTRO LJUBLJANA d.d.) in v skladu s PRAVILNIKOM O TEHNIČNIH POGOJIH ZA OBRAČUNSKO MERILNO MESTO V DISTRIBUCIJSKEM OMREŽJU (1.1.2004) in tehničnimi smernicami za projektiranje in izvedbo TIPIZACIJO MERILNIH MEST (Ur. List RS 41/2011) ter soglasjem št. 1030233 z dne 10.12.2015.

V projektu so upoštevani naslednji predpisi:

- SIST EN 50423-1: Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV in do vključno 45 kV - 1.del: Splošne zahteve - Skupna določila; SIST EN 50423-3-21: Nadzemni električni vodi za izmenične napetosti nad 1 kV in do vključno 45 kV - 3-21. del: Nacionalno normativna določila (NNA) za državo Slovenijo,
- Pravilnik o projektnih omejitvah gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območju varovanega pasu elektroenergetskih omrežij (Ur. l. RS št. 101/10),
- Pravilnik o tehničnih pogojih za graditev nadzemnih elektroenergetskih visokonapetostnih vodov izmenične napetosti od 1kv do 400kV (Ur. List RS 52/2014)
- Tipizacijo elektroenergetskih kablovodov za napetost 1 kV, 10 kV in 20 kV (Tipizacija DES, januar 1981).
- Zakon o graditvi del ZGO –UPB1(Ur. List. RS 102/04, 126/07, 57/12)
- Pravilnik o pogojih in omejitvah gradenj, uporabe objektov ter opravljanja dejavnosti v območju varovanega pasu elektroenergetskih omrežij (Ur. l. RS št. 101/10),
- Tipizacijo elektroenergetskih kablovodov za napetost 1 kV, 10 kV in 20 kV (Tipizacija DES, januar 1981).
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. List. RS 56/99, 64/01)
- Pravilnik o varstvu pred nevarnostjo električnega toka (Ur. List RS št. 29/92)
- Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (Ur. List RS 101/04)
- Smernice in navodila za izbiro, polaganje in prevzem elektroenergetskih kablov nazivne napetosti 1kV do 35kV- študija št. 2090, EIMV, Ljubljana, september 2011

Iz obstoječega merilnega mesta št. 9814 se izvede interni kabel v kabelsko kanalizacijo (cev fi 2x160mm) 2xNAYY-J 4x240mm². Potek nn priključka in trasa kabelske kanalizacije je vrisana v situaciji.

Preko območja predvidenega za gradnjo objekta poteka obstoječi vodi:

- 1.) srednje napetostni (SN) nadzemni vod Al-Fe 3x50/8mm²; Al-Fe 3x35/6mm² in Al-Fe 3x25/4mm²
- 2.) nizkonapetostni (NN) podzemni vod Al 4x35+1,5mm²
- 3.) nizkonapetostni (NN) nadzemni vod A l4x50mm²

Vsi vodi so vrisani v situaciji. V situaciji so prikazana križanja energetske kablov za napajanje črpalk z obstoječim NN podzemnim vodom.

NN kablovod

Merilne naprave se določijo po prejetju Soglasja za priključitev.

Po vgradnji črpalk se izvede meritev jalove energije in po meritvah se po potrebi izvede kompenzacija jalove energije.

Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan skladno z veljavnimi zakoni, tehničnimi predpisi, pravilniki, zahtevami iz soglasij soglasodajalcev in:

- **Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah** (Ur.l. RS, št. 41/2009, Ur.l. RS, št. 2/2012),
- **Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele** (Ur.l. RS, št. 28/2009, Ur.l. RS, št. 2/2012),



- **Pravilnikom o požarni varnosti v stavbah** (Ur. list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07),
- **Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja** (Ur. l. RS št. 81/2007, sprememba: Uradni list RS, št. 109/2007, 62/2010, 46/2013)

ter predvsem z naslednjimi tehničnimi smernicami in standardi:

- Tehnična smernica TSG-N-002:2009 **Nizkonapetostne električne inštalacije**
- Tehnična smernica TSG-N-003:2009 **Zaščita pred delovanjem strele**
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010 **Učinkovita raba energije**
- Tehnična smernica TSG-1-001:2010 **Požarna varnost v stavbah**
- **Požarnovarnostne zahteve za električne in cevne napeljave v stavbah**, SZPV 408.
- **Priporočila SDR Notranje okolje in načrtovanje razsvetljave** PR 4/1, PR 4/2: 2004
- SIST IEC 60364-5-52 - **Nizkonapetostne električne inštalacije** - 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme - Inštalacijski sistem
- SIST IEC 60364-4-43 - **Nizkonapetostne električne inštalacije** - 4-43. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred nadtoki
- SIST HD 60364-5-54 - **Nizkonapetostne električne inštalacije** - 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vodniki

1.2 Osnovni podatki internega kabla (priključitev na mm št.9814)

- Dolžina trase dovoda :220 m
- Dovodni kabel od PMO do RG 2xNAYY 4x240+2,5mm²0,6/1kV.....220 m
- Predvidena obtežba PMO:80 kW

Dolžnosti izvajalca in investitorja:

Izvajalec mora pred začetkom del skupaj z investitorjem ali njegovim nadzornim organom preveriti usklajenost posameznih načrtov.

Pred začetkom del na licu mesta preveriti stanje objekta oziroma zemljišča. Če ugotovi, da so potrebne spremembe mora o tem pisмено obvestiti projektanta in nadzorni organ in zahtevati pisno soglasje za izvedbo spremembe.

Izvajalec mora dela izvajati po projektu za izvedbo in veljavnih tehničnih predpisih, pravilnikih, standardih in smernicah iz tega področja.

Vgrajevati mora samo materiale, naprave in opremo z atesti, certifikati oziroma tehničnim soglasjem. Pravočasno mora poskrbeti za varnost delavcev, mimoidočih, prometa in sosednjih objektov ter za varnost samega objekta, del, materiala, naprav in opreme.

Če opazi pomanjkljivosti v tehnični dokumentaciji po kateri izvaja dela mora nanje nemudoma pisмено opozoriti investitorja in projektivno podjetje. Če slednja v brez odlašanja ne odpravita pomanjkljivosti na katere sta bila opozorjena, mora izvajalec to sporočiti organu, ki je izdal gradbeno dovoljenje. Kadar gre za pomanjkljivosti, ki nasprotujejo veljavnim predpisom pa tudi pristojnemu inšpekcijskemu organu. Če pomanjkljivosti ogrožajo življenje in zdravje ljudi, varnost objekta, okolje, promet ali sosednje objekte, mora tudi ustaviti nadaljnja dela in storiti. Kar je treba, da se pomanjkljivosti odpravijo.

Izvajalec in investitor morata s kontrolo zagotoviti, da se dela izvajajo v skladu z gornjimi alineami.

Merilna garnitura se določi po prejemu soglasja za priključitev.

Napajanje za črpalke se izvede v mobilnem bloku (kontejner), kjer se namesti el. razdelilec RG. Iz njega se napajajo črpalke v vrtinah. Regulacija in napajanje črpalke je tipska (dobavitelj opreme).

V samem kontejnerju se izvede napajanje za razsvetljavo, vtičnice, vtičnega gnezda in fertigacije.

Iz fertigacije se napajajo el. magnetni ventili z kablom NYY 10x1,5mm². vzdolž kablovodov se položi valjanec FeZn 25x4mm².

1.3 Dimenzioniranje

Izračun padca napetosti

Kontrola vodnikov po kriteriju padca napetosti je narejena po formulah:

$$\diamond \text{ Za trifazni vod : } \quad u (\%) = K_i \cdot \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} \leq 5 \%$$

$$K_i = 1 + \frac{x}{r} \cdot \tan(\arccos \varphi)$$

pri čemer je :

- u – izračunani padec napetosti voda (%)
- P – moč v točki odjema (W)
- l – razdalja (m)
- γ – specifična prevodnost vodnika (m/Ωmm²)
- S – presek vodnika (mm²)
- U – medfazna napetost (V)
- K_i – faktor induktivnosti (se zanemari do preseka kabla 35mm²)
- r – maksimalna ohmska upornost vodnika (Ω)
- x – maksimalna induktivna upornost vodnika (Ω)
- $\cos \varphi$ – faktor moči

Kontrola vodnikov po kriteriju padca napetosti so podane v tabeli.

1.4 Zaščita

Pri izvedbi instalacij so predvidene naslednje vrste zaščitnih ukrepov:

- 1.4.1 zaščita pred prevelikimi tokovi
- 1.4.2 zaščita pred kratkim stikom
- 1.4.3 zaščita pred električnim udarom

1.4.1 Zaščita pred prevelikimi tokovi

Za dimenzioniranje kablov upoštevamo nazivne tokove varovalk oziroma instalacijskih odklopnikov, ki so razvidni iz tripolne in enopolnih shem.

Glede na razdaljo, predvideno obremenitev in tipizacijo kablov izberemo kable tipa PPOO-AY presekov, ki so razvidni iz enopolnih shem.

V izračunu upoštevamo korekcijske faktorje, ki upoštevajo različnost od standardnega načina polaganja kablov in dopustne tokovne obremenitve (trajne zdržne tokove) kablov.

$$I_z = I_{nk} \cdot f_1 \cdot f_2$$

Pri čemer je :

- I_{nk} – maksimalna tokovna obremenitev kabla

- f_1 – korekcijski faktor za skupine več tokokrogov ali večžilnih kablov
 f_2 – korekcijski faktor za temperaturo okolice

Zaščita pred prevelikimi tokovi je preverjena glede na trajno zdržni tok kabla ali vodnika (I_z).

Za zaščito kablov ali vodnikov pred preobremenitvijo mora delovna karakteristika naprave, ki štiti električni vod izpolniti pogoja :

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{nv} \leq \frac{1,45 \cdot I_z}{k} \leq I_z$$

I_b - tok, za katerega je tokokrog predviden

I_z - trajni dovoljeni tok vodnika ali kabla

I_{nv} - nazivni tok zaščitne naprave

I_2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave (zgornji preizkusni tok)

k - faktor za izračun zgornjega preizkusnega toka zaščitne naprave ($I_2 = k \cdot I_n$), ki je odvisen od izbire tipa varovalnega elementa in znaša :

- o za gG talilne varovalke z I_n do 4A $k=2,1$; I_n od 4 do 10A $k=1,9$; I_n od 10 do 25A $k=1,75$ in I_n od 25 do 63A $k=1,6$;
- o za instalacijske odklopnike karakteristik »B« in »C« je $k=1,45$

Z izbiro talilnih vložkov, ki so za posamezne kable podani v tabelah in so manjši od trajno dovoljenih tokov za vodnike oziroma kable (glej tabeli 2 in 5) je zaščita pred preobremenitvijo dosežena.

1.4.2 Zaščita pred kratkim stikom

Stikalna zmogljivost zaščitne naprave pred kratkim stikom mora biti najmanj enaka največjemu toku celotnega kratkega stika . Izklopni čas kratkostičnega toka ne sme biti večji kot izklopni čas t , v katerem tok segreje vod do dopustne mejne temperature pri kratkem stiku. Za kratke stike, ki trajajo do 5s je čas t izračunan po formuli in podani v tabeli 3:

$$I_{dmin} = \frac{0,95 \cdot U_o}{Z_v}$$

I_{dmin} - minimalni okvarni tok v A

U_o - fazna napetost v V

Z_v - impedanca okvarne zanke, ki obsega vir, vodnik pod napetostjo do mesta okvare in zaščitni vodnik med mestom okvare in virom

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{dmin}} \right)^2$$

t - maksimalni izklopni čas v s

S - presek v mm^2

I - efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka v A

k - specifična konstanta voda z naslednjimi vrednostmi 115 za bakrene vodnike s PVC izolacijo, 74 za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo

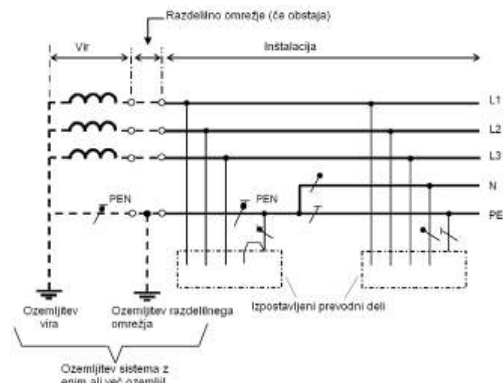
Iz izklopnih karakteristik zaščitne naprave odčitani izklopni čas za določeni kratkostični tok ne sme biti večji od izračunanega izklopnega. Če za instalacijski odklopnik izračunani čas ni manjši od 0,1s, je kratkostična zaščita zagotovljena. Pri izklopnih časih manjših od 0,1s, je potrebna kontrola tokovnega impulza segrevanja.

$$I^2 \cdot t < K^2 \cdot S^2$$

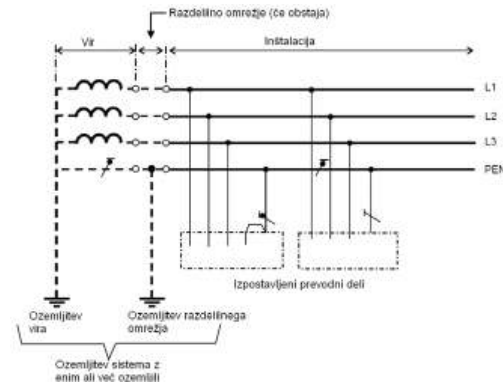
Zaščita pred kratkim stikom je dosežena.

1.4.2 Zaščita pred električnim udarom

V soglasju za priključitev so bile določene tehnične značilnosti omrežja za TN sistem napajanja, zato mora objekt imeti izvedeno temeljno ozemljilo in glavno izenačevanje potenciala.



TN-S sistem



TN-C sistem

Obratovalna ozemljitev

Obratovalna ozemljitev mora biti izvedena tako, da zagotovi brezhibno obratovanje instalacije. Ker je njena izvedba odvisna od tega, kako je izvedeno električno omrežje dobavitelja električne energije, mora biti usklajena z zahtevami elektroenergetskega soglasja za priključitev instalacije na energetska omrežje. Če elektroenergetska soglasje obratovalne ozemljitve ne zahteva, potem tudi za instalacijo zadostuje obratovalna ozemljitev omrežja s transformatorsko postajo. To pa ne izključuje zaščitne ozemljitve, ki jo mora imeti vsaka električna instalacija.

Skupna obratovalna in zaščitna ozemljitev

V sistemih TN je lahko vloga zaščitnega in nevtralnega vodnika združena, če ima v trajno položenih instalacijah zaščitni bakreni vodnik prerez najmanj 10mm² in če tisti del instalacije ni zaščiten z napravo na diferenčni tok.

Vodnik PEN mora biti izoliran za najvišjo napetost, ki ji je lahko izpostavljen, da se preprečijo blodeči tokovi. Če je PEN vodnik znotraj stikalnih naprav izolacija ni potrebna.

Če se v neki točki instalacije ločita funkciji zaščitnega (PE) in nevtralnega (N) vodnika, se za ločitveno točko ne smeta več povezati. Nevtralni vodnik se po ločitvi ne sme več ozemljiti. Vodnik PEN se mora priključiti na zbiralko za zaščitni vodnik PE. To je še posebno pomembno upoštevati, če se uporabijo zaščitne naprave na diferenčni tok.

IZENAČITEV POTENCIALOV

V objektu je potrebno izvesti izenačitev potencialov (glej poglavje zaščite) in sicer:

- glavno izenačenje potencialov
- dodatno izenačenje potenciala.

Principelne sheme izenačenja potencialov so priložene kot priloge k projektu.

Najmanjši prerezi vodnikov za glavno izenačenje potenciala

Glavni vodnik za izenačenje potenciala mora imeti prerez, ki ni manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v instalaciji, vendar najmanj 6mm². Njegov prerez je lahko omejen na 25mm², če je bakren.

Najmanjši prerez vodnikov za dodatno izenačenje

Če se z dodatnim vodnikom za izenačenje potenciala povežeta dva prevodna dela, ne sme biti njegov prerez manjši od prereza najmanjšega zaščitnega vodnika, vezanega na te prevodne dele. Če dodatni vodnik za izenačenje potenciala povezuje prevodni del z nekim tujim prevodnim delom, ne sme biti njegov prerez manjši od polovice prereza zaščitnega vodnika vezanega na ta prevodni del. Ta vodnik mora imeti najmanjši prerez 4mm² za baker, če mehansko ni zaščiten, oziroma 50mm² (20x3) za pocinkano železo.

Dodatno izenačenje potenciala se lahko zagotovi tudi s tujimi prevodnimi deli, ki jih ni mogoče odstraniti, kot so jeklene konstrukcije in podobno.

1.5. Ozemljitev

Ozemljitev se izvede s pomočjo tračnega ozemljila vkopanega v zemljo nad dovodnim kablom na globini minimalno 0,5m in se poveže z ozemljitvijo objekta. Pocinkani valjanec FeZn 25x4mm je položen pokončno v zemljo. Vrednost ponikalne upornosti zaščitnega ozemljila se ugotovi z meritvami.

1.6 Izvedba priključkov, polaganja kablov in križanj

1.6.1 Polaganje kablov

Kabelska kanalizacija je že izvedena v zemlji v katerega se uvleče kabel NAYY-J 4x300mm².

V cevi se položi kabel primeren za polaganje direktno v zemljo tipa NYY, pri čemer je pri polaganju maksimalna dovoljena vlečna sila 30N/mm² in minimalni dovoljeni polmer ukrivljanja kablov $r > 12 \cdot D$ (D – zunanji premer kabla v mm).

Kabli se naj polagajo pri temperaturah med -5 °C in +50°C.

Za zaščitno ozemljitev se uporabi pocinkani jekleni trak (FeZn 25x4mm), ki je **pokončno položen** v zemljo na globini najmanj 0,5m vzdolž celotne kabelske trase.

1.6.2 Križanja

Na mestih križanj in približevanj predvidenih kablovodov z elektroenergetskimi vodi in napravami je potrebno gradbena dela prilagoditi pogojem, ki jih predpisujeta pravilnika in tipizacija:

- Pravilnik o tehničnih normativih za graditev nadzemnih elektroenergetskih vodov z nazivno napetostjo od 1kV do 400kV (Ur. l. SFRJ št. 65/88)
- Pravilnik o tehničnih normativih za gradnjo nadzemnih elektroenergetskih vodov (Ur. l. SFRJ št. 51/73) – za nizkonapetostne vode
- Tipizacija elektroenergetskih kablovodov za napetosti 1kV, 10kV in 20kV (Tipizacija DES, januar 1981)

Upoštevanje zgoraj omenjenih pravilnikov in tipizacije med drugim pomeni:

- med gradnjo predvidenih objektov mora investitor oziroma izvajalec gradbenih del preprečiti dostop kamionov in gradbenih strojev nad mehansko nezaščitene dele kablov, ter preprečiti trajno odlaganje materiala ali posnetja nad njimi. Po končanih delih mora ostati globina vkopa ista kot je sedaj.
- zaradi zmanjšanja medsebojnih vplivov morajo znašati razmaki med energetskimi kabli najmanj:
 - 0,07m (7cm) – medsebojno približevanje med kabli za napetosti do 1kV istega napetostnega nivoja,
 - 0,15m (15cm) - medsebojno približevanje med kabli za napetosti 10kV ali 20kV oziroma različnih napetostnih nivojev,
 - zaradi posnetja materiala pod nadzemnimi vodi ne sme biti zmanjšana statika oporišč,
 - nasutje materiala pod razpetino nadzemnega voda ne sme zmanjšati varnostne višine, kot je predpisana, ki mora biti za visoko napetost večja kot 7m in za nizko napetost večja kot 6m, izolacija voda mora biti mehansko in električno ojačena in
 - pri lesenih oporiščih, ki so vpeta v drogovnike ali betonske klešče, mora ostati vznožje lesenega droga po ureditvi okolja oddaljeno najmanj 20cm od tal.

Če ni mogoče na posameznih mestih izpolniti zgornjih zahtev za križanja in približevanja, je potrebno elektroenergetske vode prestaviti na novo traso, za kar je potrebno pridobiti upravno in projektno dokumentacijo.

Vzporedna polaganja elektro energetskega kabla z drugimi komunalnimi instalacijami je potrebno izvesti v skladu s soglasji prizadetih upravljalcev komunalnih vodov, ter z vsemi pravilniki in normativi za polaganje elektro energetskega kablov.

Pri polaganju elektro energetskega kabla vzporedno s kanalizacijo oz. vodovodom je potrebno zagotoviti horizontalni razmak v skladu s soglasjem. Križanje mora potekati v oddaljenosti 0,5m (0,3m v primeru priključnega cevovoda), področje križanja pa se mora zaščititi s plastično cevjo premera 110mm od mesta križanja na vsako stran 3m. Od hidranta oz. ventilске komore mora biti elektro energetska kabel oddaljen minimalno 1,5m.

Pri vzporednem polaganje elektro energetskega in telekomunikacijskega zemeljskega kabla je potrebno zagotoviti razmak vsaj 0,5m. V primeru, da pri križanju ni mogoče zagotoviti razmaka vsaj 0,5m je potrebno elektro energetskega kabel zaščititi z železno cevjo, tako da le ta sega v obe smeri minimalno 1,5m od mesta križanja, telekomunikacijski kabel pa položimo v alkatni cev ustreznih dimenzij. V takem primeru je potrebno zagotoviti razmak med kabloma vsaj 0,3m. Križanje je po možnosti potrebno izvesti pod pravim kotom, vsekakor pa ne pod kotom manjšim od 45°.

Pri vzporednem polaganju elektro energetskega kabla in plinovoda je potrebno zagotoviti medsebojni odmik minimalno 0,6m. Polaganje elektro energetskega kabla pod ali nad plinovod je dovoljeno samo pri križanju, vendar je minimalna svetla dovoljena razdalja 0,6m.

V bližini križanj je vse izkope potrebno izvesti ročno.

Pred posegom je potrebno izvesti uradne zakoličbe komunalnih vodov, ki jih morajo opraviti posamezni upravljalci.

Pri vseh gradbenih delih v bližini posameznih komunalnih vodov in naprav mora biti zagotovljen nadzor s strani posameznih upravljalcev.

V primeru tujega izvajalca del mora nadzor nad izvedbo del priključka obvezno izvajati predstavnik ELEKTRO LJUBLJANA.

Priključitev na distribucijsko omrežje lahko izvede le pooblaščen oseba upravljalca distribucijskega omrežja. Za priklop mora investitor pisno zaprositi upravljalca omrežja.

Pred priklopom mora investitor pridobiti naslednje dokumente:

Štev. projekta: 045/2015

Stran: 11/27

Štev. načrta: E045/2015

- dokončno gradbeno dovoljenje (po ZGO, Ur. List. RS 102/04, 126/07, 57/12)
- pravilno izpolnjen obrazec inštalacijskih del
- soglasje za priključitev
- pogodbo o priključitvi z dokazilom o plačilu finančnih obveznosti
- ustrezno pozitivno poročilo o meritvah, pregledu in preskusu električne inštalacije ter naprav
- projekt izvedenih del nizkonapetostnega priključka s priključno merilnim mestom
- izjavo o zanesljivosti priključka na distribucijskem omrežju
- pogodbo o dobavi električne energije, ki jo uporabnik sklene z dobaviteljem električne energije

1.6 Strelovodna naprava

Vse stavbe, z izjemo enostanovanjskih in dvostanovanjskih, morajo biti opremljene s sistemom zaščite pred strelo z zaščitnim nivojem najmanj IV zaradi omejitve ogrožanja ljudi, živali in premoženja v stavbah ter v njihovi neposredni okolici.

Na podlagi karte gostote strel za Slovenijo izdelamo analizo tveganja pred udarom strele in se na njeni podlagi odločimo za potreben nivo zaščite pred strelo.

V stavbah z električno napeljavo je treba izvesti skupno ozemljilo, ki mora omogočati tudi delovanje sistema zaščite pred strelo. Načrt električnih inštalacij in električne opreme mora zagotoviti usklajenost vseh uporabljenih ukrepov oziroma rešitev (v nadaljnjem besedilu: ukrepi) v zvezi z električno napeljavo in zaščito pred strelo, predvsem kar zadeva skupne elemente izenačitve potencialov, zunanje lovilne mreže z odvodi in izvedbo notranjega sistema zaščite pred strelo.

LPS je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi inštalacijami objekta. Odločitev o izbiri primerne učinkovitosti zaščite temelji na izbiri zaščitnega nivoja s sprejemljivim rizikom njenega posledičnega delovanja.

Glede na vrednotenje rizika in določen sprejemljiv rizik se za izbrano učinkovitost določi zaščitni nivo zaščite pred strelo in sicer:

- za učinkovitost 0,98 zaščitni nivo I,
- za učinkovitost 0,95 zaščitni nivo II,
- za učinkovitost 0,90 zaščitni nivo III,
- za učinkovitost 0,80 zaščitni nivo IV.

LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede atmosfersko razelektrjenje v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do električnih preskokov in istočasnih iskrenj.

1.6.1 Vrsta LPS

Odločitev o izbiri zaščitnega nivoja stavb v smislu zaščite pred strelo poteka skladno z standardoma SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. Postopek določitve rizika poteka v naslednjem zaporedju:

- zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je treba zaščititi,
- ugotovitev vseh vrst možnih škod na stavbi in na oskrbovalnih povezavah,
- ocenjevanje rizika za vse vrste škod ($R_1 - R_4$),
- ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih rizikov s tolerančnim rizikom R_T
- ovrednotenje stroškov učinkovitosti zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščitnih ukrepov (glej standard SIST EN 62305-2).

Vrste zaščitnih ukrepov in izbira zaščitnih nivojev, ki omogočajo zmanjševanje škodnega rizika R , so razvidne iz standardov SIST EN 62305 (3 – 4) in sicer:

- SIST EN 62305-3 za zaščito pred poškodbami živih bitij in fizičnih škod v objektih,
- SIST EN 62305-4 za poškodbe notranjih naprav in sistemov v objektu,

Izbira najprimernejše izvedbe zaščite pred strelo je izbrana po ovrednotenju vseh delnih rizikov (sestavlin posameznega rizika) in upoštevanih v skupni rizik, ki mora biti manjši od dopustnega (tolerančnega) R_T . Pri tem pa morajo biti upoštevanji vsi tehnični in ekonomski učinki različnih zaščitnih ukrepov (glej standard SIST EN 62305-2).

1.6.2 Gostota atmosferskih razelektritev v zemljo

Gostota atmosferskih razelektritev v zemljo, izražena kot število udarov v zemljo na kvadratni kilometer na leto, je določena z meritvami. Če gostota udarov strel v zemljo (N_g) ni znana, jo je mogoče oceniti iz naslednje zveze:

$$N_g = 0.1 \cdot T_d \text{ (na km}^2 \text{ na leto)}$$

kjer je T_d število nevihtnih dni v letu, dobljeno iz karte največjih vrednosti gostote strel v letu. Število največjih vrednosti gostote strel je podano v dodatku k Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele, kjer znaša gostota strel za Medvode $N_g=4,6$.

1.6.3 Vrsta LPS

Glede na izbrani zaščitni nivo (I-IV) so izbrane štiri kategorije (I-IV) izvedb LPS.

Kategorije LPS se med seboj razlikujejo po:

- parametrov toka strele,
- polmer končne prebojne razdalje, velikosti lovilne zanke in zaščitnem kotu,
- značilnih razdaljah med odvodi in krožnem ozemljilnem obroču,
- ločilnih razdaljah med posameznimi deli, med katerimi lahko nastane preboj,
- minimalni dolžini ozemljilnih elektrod.

Kategorija LPS se izbere na temelju vrednotenja rizika po standardu SIST EN 62305-2.

1.6.4 Zunanji LPS

Zunanji LPS je namenjen prestrezanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem pa se ne smejo na ščitnem objektu pojaviti škodne posledice. Zunanji LPS je sestavljen iz lovilne mreže, odvodov in sistema ozemljil, ki skupno tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo.

Za vzpostavitev lovilne mreže se uporabljajo:

- metoda zaščitnega kota (protection angle method),
- metoda kotaleče krogle (rolling sphere method),
- metoda mreže (mesh method).

Vse tri metode se v medsebojni kombinaciji prilagajajo geometrijskim danostim objektov, ki jih ščitijo.

Lovilna mreža je lahko kombinirana s kovinskimi palicami in obstoječimi kovinskimi strešnimi deli. Pri tem pa morajo biti medsebojno dobro galvansko povezani, kar zagotavlja enakomernejšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju.

Ker je streha zgrajena iz negorljivega materiala, se lahko prevodnike lovilne mreže polaga na samo površino negorljive strešne kritine.

Gorljivi in kovinski deli objekta ne smejo priti v direktni stik z deli strelovodne napeljave.

Cevovodi, ki prevajajo vnetljive ali eksplozivne mešanice in so spojeni s plastičnimi vložki ali prirobnicami, morajo biti vključeni v LPS.

Tanko prekritje z barvo, 1 mm asfalta ali 0,5 mm PVC ni ustrezna izolacija.

Če je streha, strešna obloga ali žleb iz bakra, je treba jeklene ali aluminijaste vodnike položiti tako, da deževnica ne teče z bakrenih delov na jeklene ali aluminijaste vodnike. Če to ni možno, je treba uporabiti bakrene vodnike.

Na stikih bakrenih in aluminijastih vodnikov je treba vstaviti vložek iz obeh materialov (Al - Cu). Pocinkano jeklo in aluminij lahko spojimo neposredno.

1.6.5 Odvodni sistem

Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje. Omogočajo:

- več paralelnih tokovnih poti,

- dolžina paralelnih poti je lahko minimalna,
- izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta, ki morajo biti izvedeni z ustreznimi dimenzijami vodnikov

Razdalje med posameznimi navpičnimi odvodi in med posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami so prikazane v tabeli.

Odvodi morajo vzpostavljati najkrajšo možno povezavo z ozemljilom, če je mogoče navpično, brez spremembe smeri. Odvodi morajo biti čim krajši, treba jih je namestiti predvsem blizu robov objekta. Odvodi morajo biti čim bolj proč od oken, vrat, električnih napeljav in tistih kovinskih mas, ki iz posebnih razlogov niso priključeni na strelvodno napeljavo.

Posamezni navpični odvodi so vsakih 10 m do 20 m povezani s krožno horizontalno povezavo med seboj. Krožne povezave se pričnejo z osnovno povezavo s potencialnim obročem v zemlji.

Lovilna mreža na strehi in sistem odvodov LPS so v nekaterih primerih lahko izdelani izolirano od kovinskih delov objekta, kadar je omogočena ločilna razdalja do vseh drugih kovinskih delov v objektu. Ločilna razdalja mora biti večja od varnostne razdalje. Vsi odvodi morajo biti pri prehodu v zemljo medsebojno povezani z osnovnim potencialnim obročem, ki predstavlja istočasno temeljno zbiralko za izenačitev potencialov (glej standard SIST EN 62305-3 in SIST EN 62305-4).

Kadar v objektu ni mogoče zagotoviti zadostne ločilne razdalje med lovilno mrežo z odvodi do vseh kovinskih delov je treba izdelati neizolirani LPS.

V objektih, grajenih iz armiranega betona, je treba uporabiti armaturo kot strelvodne odvode in istočasno kot zaščito pred vplivi elektromagnetnih polj. Pri tem pa je treba upoštevati neprekinjenost galvanskih spojev in minimalne dimenzije skladno s standardom SIST EN 62305-3.

Pri neizoliranem LPS so lahko strelvodni odvodi nameščeni:

- na površini stene ali v samo steno, če je stena izdelana iz negorljivega materiala,
- najmanj 0,15 m oddaljeni od stene na zidne podpore, ki so med seboj narazen največ 2 m, na strešne podpore oddaljene med seboj 1,5 m in na slemenske podpore med seboj oddaljene 1 m, če je stena izdelana iz gorljivega materiala.

Za odvode se uporabijo tudi kovinske mase, ki prehajajo skozi objekt in imajo dovolj velik presek, skladno z minimalnimi dimenzijami i vodnikov za LPS.

Odvodi se ne smejo polagati v žlebove. Za odvode se ne sme uporabljati plinovodov.

Na priključku vseh odvodov na ozemljilni sistem je treba izdelati merilni stik, ki ga je mogoče zaradi merilnih namenov galvansko ločiti. Ob uporabi naravnih kovinskih mas in armature, kot naravnih odvodov, v kombinaciji z drugimi odvodi je prav tako treba izdelati v merilne namene merilno točko, ki se je zaradi večkratne paralelne povezanosti ne ločuje. Ločilno merilno mesto se v takih primerih izvede tam, kjer je odvod mogoče ločiti.

Vodniki, ki se medsebojno povezujejo in spojke morajo biti, po možnosti, iz enakega materiala. V primeru spajanja nezdružljivih materialov, je potrebno uporabiti vložek iz nevtralnega materiala, najmanjše debeline 2 mm.

1.6.6 Ozemljilni sistem

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost, manjša od 10 Ω najprimernejša.

Za ozemljila se uporabijo posebej v ta namen v zemljo položene vodnike. Globina vkopa ozemljil mora biti najmanj 0.5 m, priporočljivo pa je 0.8 m.

Večanje dolžine vodoravnih ozemljil preko 60 m s ciljem zmanjševanja ozemljilne upornosti ni smiselno.

Z ozemljilom strelvodnih vodnikov v zemlji je treba spojiti vse kovinske mase v zemlji, ki so oddaljene manj kot 20 m, razen tistih, za katere je to z drugimi predpisi prepovedano (npr. kovinske mase v sistemu katodne zaščite).

Če ima posamezen objekt več ozemljil, jih je treba povezati z vodnikom položenim načeloma v zemljo. Pri tem je treba v povezavi dati prednost krožnemu vodniku.

Če so z ozemljili strelovodnih vodnikov povezane cevi vodovodne inštalacije, je treba premostiti vse vodne števec in podobne naprave, ki so vgrajene med mesti, na katerih so na različnih kovinskih delih lahko različni potenciali.

1.2.7.4 Polaganje ozemljitvenega voda

Globina in način vkopanja ozemljila morata biti taka, da sušenje in zmrzovanje tal ne povečata ozemljitvene upornosti nad določeno vrednost.

Upoštevati je treba, da je učinkovitost ozemljitve odvisna od krajevnih terenskih pogojev (upornosti tal). Zato je treba predvideti eno ali več ozemljil.

Če se z globino zmanjšuje prehodna upornost, je treba uporabiti globinska ozemljila. Kadar se jih uporabi več, mora biti najmanjša razdalja med njimi enaka dvojni aktivni dolžini posameznega ozemljila. Upoštevati je treba, da globinsko ozemljilo ni aktivno po vsej svoji dolžini, če ima zgornja plast tal veliko specifično upornost.

Povezava ozemljitvenega voda z ozemljilom mora biti trdna in galvanska. Kadar se za spoje uporabijo povezovalni elementi, je treba zagotoviti, da ne poškodujejo ozemljilo (npr. cevi) ali ozemljitvenega voda. Stik med ozemljitvenim vodom in ozemljilom se lahko izvede tudi z vijaki, ki niso manjši od M 10.

Če je ozemljilo vkopano v skale ali v gramoz, je treba okrog njega nasuti prevodno plast zemlje.

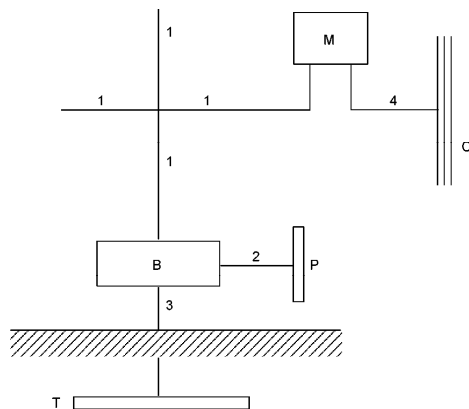
Pri žarkastem ozemljilu mora biti kot med kraki 60°.

Temeljsko ozemljilo se vgradi v zunanje stene temelja objekta v obliki vklenjenega obroča iz pocinkanega jeklenega traku prereza 100 mm² in najmanjše debeline 3 mm, ali iz polno pocinkanega jekla najmanjšega premera 10 mm, železne armature ali nerjavnega jekla. Trak je treba postaviti pokončno in zaliti v spodnjo plast betona z najmanj 300 kg cementa na 1 m³ betona. Najmanjša debelina betona med ozemljilom in zemljo mora biti 10 cm.

Na ozemljitvenem vodu mora biti na dostopnem mestu ločljiva zveza, ki omogoča meritev ozemljitvene upornosti - lahko je to tudi glavni ozemljitveni priključek - biti mora mehansko trdna in galvanska ter taka, da jo je mogoče ločiti samo z orodjem.

Del ozemljitvenega voda nad zemljo mora biti zaščiten pred mehanskimi vplivi in korozijo in viden, če je pokrit, pa mora biti dostopen po vsej dolžini.

V inštalacijskih sistemih je treba upoštevati princip povezave ozemljitev in zaščitnih vodnikov, kot je prikazan na sliki 1.



- | | |
|---|---------------------------------|
| 1 - zaščitni vodnik | M – izpostavljeni prevodni deli |
| 2 - glavni vodnik za izenačitev potencialov | C – tuji prevodni deli |
| 3 - ozemljitveni vod | P - vodovod |
| 4 - dodatni vod za izenačitev potencialov | T - ozemljitev |
| B - glavni priključek (ozemljitvena zbiralka) | |

Slika 1: princip povezave ozemljitev in zaščitnih vodnikov

Ozemljitev se v našem primeru izvede s pomočjo tračnega ozemljila vgrajenega pravilno v beton v temelje ali vkopanega v zemljo. Pravilno in po predpisih izvedena ozemljitev je bistvenega pomena za pravilno delovanje strelododa, zato je treba posvetiti temu delu napeljave posebno pozornost. Ponikalno upornost ozemljila izračunamo po formuli:

Obročasto ozemljilo:

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} (\Omega)$$

pri čemer je :

ρ - specifična upornost tal v Ωm

l - dolžina ozemljila v m

d - premer ozemljila v m (za tračno ozemljilo 12,5mm)

Temeljsko ozemljilo:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{\pi \cdot D} (\Omega) \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot l \cdot b}{\pi}} (m)$$

D - premer nadomestnega ozemljila v krožni obliki

l - dolžina temeljskega ozemljila v m

b - širina temeljskega ozemljila v m

Za obročasto ozemljilo pri predpostavljeni specifični upornosti tal in betona 300 Ωm je izračunana vrednost ponikalne upornosti:

$$R = \frac{300}{\pi \cdot 199} \ln \frac{2 \cdot 199}{0,0125} = 4,97 \Omega$$

Vrednost izračunane ponikalne upornosti zaščitnega ozemljila zadovoljuje zahtevam za pravilno delovanje diferenčne tokovne zaščite in zahtevam, ki so zahtevane za priklop prenapetostnih odvodnikov (R_A je maks. 5 Ω).

Natančno vrednost ponikalne upornosti je potrebno določiti z meritvami.

1.6.7 Preprečitev iskrenja in prebojev

1.6.7.1 Splošno

Pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, preko odvodov v ozemljilni sistem se v notranjosti objekta preko kovinskih povezav in elektromagnetnega polja prenašajo vplivi, ki lahko povzročijo nevarna iskrenja in preboje med

- kovinskimi konstrukcijami,
- notranjimi povezavami različnih inštalacij,
- zunanji prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico.

Iskrenja znotraj objekta so nevarna za nastanek požarov, eksplozij in uničenje v objektu delujočih naprav. Zato je treba izvesti dodatne zaščitne ukrepe.

Nevarno iskrenje med različnimi deli notranjih naprav in inštalacij se prepreči z:

- izenačitvijo potencialov,
- električno izolacijo.

1.6.7.2 Izenačitev potencialov

Izenačitev potencialov se doseže s povezovanjem:

- kovinskih delov v objektu,
- kovinskih inštalacij,
- notranjih oskrbovalnih inštalacijskih sistemov,
- zunanjih prevodnih delov in inštalacijskih povezav objekta.

Ob vzpostavitvi povezav izenačitve potencialov je treba upoštevati, da se del toka strele lahko zaključuje tudi preko teh povezav.

Izenačitev potencialov se izvede s:

- povezovalnimi vodniki,

- prenapetostnimi zaščitnimi napravami (SPD), kjer neposredna povezava z vodniki ni izvedljiva.

Izbira načina je odvisna od lastnosti drugih inštalacij v objektu (npr. energetske, telekomunikacijske, požarne, varnostne).

1.6.7.3 Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

Električno izolacijo med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitvijo ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja s in sicer:

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l = 0,213m$$

kjer: k_i odvisen od izbrane vrste LPS (za zaščitni razred III in IV je $k_i=0,04$)
 k_c odvisen od toka strele, ki teče po odvodu (tip ozemljila B, št. odvodov 4,
 $k_c=0,44$)
 k_m odvisen od električnega izolacijskega material (beton, opeka, $k_m=0,5$)
 l dolžina vodnika LPS na katerem je ločilno razdaljo treba vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potencialov (6,05m)

V primeru vključevanja vodov ali zunanjih prevodnih delov v objektu je treba zagotoviti direktno izenačitev potencialov ali povezavo preko SPD.

V objektih s kontinuirano povezavo kovinskih mas, povezano armaturno mrežo, kovinsko konstrukcijo, ločilne razdalje ni mogoče doseči, kar zahteva galvansko povezavo vseh kovinskih delov v enotni ozemljitveni sistem.

1.6.8 Zaščita pred nevarnostmi zaradi napetosti dotika in koraka

1.6.8.1 Zaščitni ukrepi pred napetostjo dotika

Pri odvajanju toka strele v zemljo lahko zunaj objekta nastanejo previsoke napetosti dotika in koraka. Te nevarnosti se zmanjšujejo na sprejemljivo raven, če je izpolnjena vsaj ena od naslednjih zahtev:

- verjetnost gibanja oseb ali njihova trajnejša prisotnost zunaj objekta v bližini odvodov je zelo majhna,
- naravni sistem kovinskih mas je sestavljen iz številnih povezanih paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo objekta z zagotovljeno dobro električno prevodnostjo,
- specifična upornost zemeljske plasti v oddaljenosti 3 m od odvoda ni manjša od 5 kΩm.

Plast izolacijskega materiala kot npr. 5cm asfalta ali 15cm gramoza načeloma zmanjšuje nevarnost na sprejemljivo mejo.

Če ni izpolnjen nobeden izmed pogojev iz prvega odstavka, je treba zaradi zaščite živih bitij pred previsoko napetostjo dotika, storiti naslednje:

- izolirati strelovodne odvode,
- namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjšanje možnosti dotika strelovodnih odvodov.

1.6.8.2 Zaščitni ukrepi pred napetostjo koraka

Previsoka napetost koraka se lahko zmanjša z enim od naslednjih ukrepov:

- verjetnost gibanja ali zadrževanja oseb ob strelovodnih odvodih v razdalji manj kot 3 m je zelo majhna,
- specifična ohmska upornost v območju 3 m od strelovodnega odvoda ni manjša od 5 kΩm.

Plast izolacijskega materiala kot npr. 5 cm asfalta ali 15 cm gramoza načeloma zmanjšuje nevarnost napetosti koraka na sprejemljivo mejo.

Če ni izpolnjen nobeden izmed pogojev iz prvega odstavka, je treba zaradi previsoke napetosti koraka storiti naslednje:

- izdelati potencialne izenačitve z oblikovanjem gostote mrež ozemljilnega sistema,

- namestiti fizične ovire in opozorila za zmanjševanje možnosti dotika strelvodnih odvodov znotraj 3m območja okoli njih.

1.6.9 Pregled, preskus in meritev

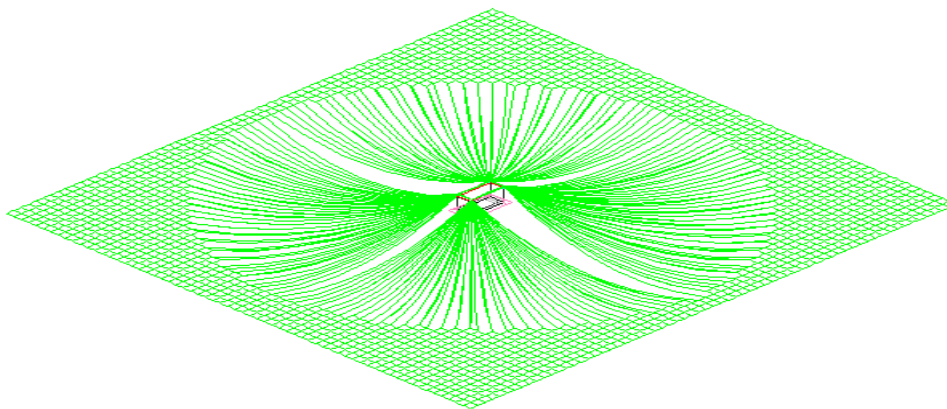
Pregled, preskus in meritve (v nadaljnjem besedilu: pregled) LPS je treba izvesti po njegovi zaključeni izvedbi, ali po njegovih spremembah, rekonstrukcijah in popravilih, kakor tudi periodično (glej 7. in 9. člen Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele).

Pregled je treba izvesti skladno z dodatkom E7 standarda SIST EN 62305-3. Ob pregledu je treba upoštevati predhodne preglede in zaključke prejšnjih poročil ter ugotoviti morebitna odstopanja.

Pregled mora potekati skladno z načrtom, ki mora vsebovati osnovne podlage za posamezne rešitve, opis zunanjega in notranjega LPS, razporeditev, koordinacija in nameščanje SPD, tehnične načrte, vključno z načrti povezav izenačitve potencialov.

O vsakem pregledu je treba sestaviti poročilo in vanj vpisati ugotovljene vrednosti. Iz njega mora biti razvidno, da je inštalacija LPS brezhibna, oziroma kakšna popravila so potrebna, da bo brezhibna. V poročilu mora biti izdelana skica oštevilčenih odvodov tako, da je meritev mogoče kadarkoli ponoviti. Navedene morajo biti kovinske mase, katerih galvanska povezanost je bila preskušana. V poročilu morajo biti natančno navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Poročilo mora zajemati vse aktivnosti, navedene v točkah 7.1, 7.2 in 7.3 dodatka E7, standarda SIST EN 62305-3.

Razdalje med odvodi in velikosti mrežne zanke		
Vrsta LPS	Razdalje med odvodi [m]	Velikost mrežne zanke W [m]
I	10	5x5
II	10	10x10
III	15	15x15
IV	20	20x20



Na osnovi izračuna nivoja zaščite po SIST EN 62305-2 izberemo razred zaščite IV.

Izračuni!

Tabela 1. Izračun padcev napetosti za izbrane vodnike

Izvod	Instalirana moč P_i (W)	Faktor istočasnosti f_i	Dolžina l (m)	Prevodnost (Sm/mm ²)	Presek prevodnika (mm ²)	Faktor induktivnosti K_i	Napetost (V)	Padec napetosti do relacije			Komentar: dovoljeni padec napetosti po ~I.20.Pravilnika
								%	v relaciji %	skupaj %	
TP JABLJE- RG	80.000	1,000	210	38	2x(NAYY 4x240)	1,1283	400	0,000	0,650	0,650	ZADOVOLJUJE
RG - Razsvetljava	300	1,00	22	56	NYM 3x1,5	1	230	0,650	0,297	0,947	ZADOVOLJUJE
RG - Vtičnice	2.000	1,00	30	56	NYM 3x2.5	1	230	0,650	1,620	2,270	ZADOVOLJUJE
RG - Vtično gnezdo	4.000	1,00	25	56	NYM 5x4	1	400	0,650	0,446	1,096	ZADOVOLJUJE
RG - Fertigacija	8.398	1,00	10	56	NYJ-J 5x4	1	400	0,650	0,234	0,884	ZADOVOLJUJE
RG - Vrtina V1	8.398	1,00	200	56	NYJ-J 5x6	1	400	0,650	3,124	3,774	ZADOVOLJUJE
RG - Vrtina V3	51.484	1,00	370	38	NAYY 4x240	1,1283	400	0,650	1,473	2,122	ZADOVOLJUJE
Vrtina V3 - Vrtina V4	43.086	1,00	115	38	NAYY 4x240	1,1283	400	2,122	0,383	2,506	ZADOVOLJUJE
Vrtina V4 - Vrtina V5	33.592	1,00	95	38	NAYY 4x150	1,061	400	2,506	0,371	2,877	ZADOVOLJUJE
Vrtina V5 - Vrtina V6	25.194	1,00	170	38	NAYY 4x150	1,061	400	2,877	0,498	3,375	ZADOVOLJUJE
Vrtina V6 - Vrtina V7	16.796	1,00	140	38	NAYY 4x70	1,061	400	3,375	0,586	3,961	ZADOVOLJUJE
Vrtina V7 - Vrtina V8	8.398	1,00	125	38	NAYY 4x70	1,061	400	3,961	0,262	4,223	ZADOVOLJUJE

Štev. projekta: 045/2015

Štev. načrta: E045/2015

Stran: 19/27



Tabela 2. Izračun in izbira trajno dovoljenih tokov in preseka kablov s preskusom zaščite pred preobremenitvijo

Izvod	Instalirana moč P_i (W)	Faktor istočasnosti f_i	Konična moč P_k (W)	Pričakovani obratovalni tok I_b (A)	Tip in presek kabla (mm ²)	Tip razvoda	Maksimalni tokovna obremenitev kabla (A)	Korekcija za skupine več tokokrogov f_1	Korekcija za temperaturo okolice f_2	Trajno zdržni tok I_z (A)	Faktor za izračun zgornjega presk. toka k	Izbrani varovalni element Inv (A)	1,45xI _z /K preseka kabla in varovalka	Komentar: Če je: $I_b \leq I_n \leq I_z$ in $I_n \leq 1,45 \times I_z / k$ potem sta izbrani varovalka
TP JABLJE-RG	80.000	1,000	80.000	156,04	2x(NAY Y 4x240)	D	728	1	1	728,00	1,6	200	659,75	PRAVILNA
RG - Razsvetljava	300	1,00	300	1,30	NYM 3x1,5	A2	15,5	1	1	15,50	1,45	10	15,50	PRAVILNA
RG - Vtičnice	2.000	1,00	2.000	9,15	NYM 3x2.5	A2	18,5	1	1	18,50	1,45	16	18,50	PRAVILNA
RG - Vtično gnezdo	4.000	1,00	4.000	6,08	NYM 5x4	A2	31	1	1	31,00	1,45	20	31,00	PRAVILNA
RG - Fertigacija	8.398	1,00	8.398	16,38	NYY-J 5x4	D	31	1	1	31,00	1,6	25	28,09	PRAVILNA
RG - Vrtina V1	8.398	1,00	8.398	16,38	NYY-J 5x6	D	39	1	1	39,00	1,6	25	35,34	PRAVILNA
RG - Vrtina V3	51.484	1,00	51.484	100,42	NAYY 4x240	D	364	1	1	364,00	1,6	160	329,88	PRAVILNA
Vrtina V3 - Vrtina V4	43.086	1,00	43.086	84,04	NAYY 4x240	D	364	1	1	364,00	1,6	125	329,88	PRAVILNA
Vrtina V4 - Vrtina V5	33.592	1,00	33.592	65,52	NAYY 4x150	D	275	1	1	275,00	1,6	100	249,22	PRAVILNA
Vrtina V5 - Vrtina V6	25.194	1,00	25.194	49,14	NAYY 4x150	D	275	1	1	275,00	1,6	100	249,22	PRAVILNA
Vrtina V6 - Vrtina V7	16.796	1,00	16.796	32,76	NAYY 4x70	D	179	1	1	179,00	1,6	50	162,22	PRAVILNA
Vrtina V7 - Vrtina V8	8.398	1,00	8.398	16,38	NAYY 4x70	D	179	1	1	179,00	1,6	50	162,22	PRAVILNA

Tabela 3. Preskus delovanja zaščite v primeru enopolnega kratkega stika

Mesto napake	Impedanca transf. $R_t(om) \times 10^{-3}$	$X_t(h) / 10^{-3}$	Presek vodnika	Ohmska upornost $R(om/km)$	Induktivna upornost $X(om/km)$	Dolžina prevodnika v zanki (m)	Impedanca zanke $Z(om)$	Napetost proti zemlji (V)	Tok okvare Ik (A)	Dovoljeni čas delovanja zaščite td (sec)	Varovalni element (A)	Maks. izklopni čas zaščite v katerem se vod segreje do dovolj. temperature t (sec)	Faktor pregoretega varovalk $k = \frac{I_{k \min}}{I_v}$	Komentar: Zaščita v primeru enopolnega KS
TP JABLJE-RG			2x(NAYY 4x240)	0,063	0,0385	210	0,0308	230	5669,68	5	200	41,399	28,35	ZADOVOLJUJE
RG - Razsvetljava			NYM 3x1,5	12,100	0,083	22	0,5632	230	310,35	0,4	10	0,309	31,03	ZADOVOLJUJE
RG - Vtičnice			NYM 3x2,5	7,410	0,083	30	0,4755	230	367,65	0,4	16	0,612	22,98	ZADOVOLJUJE
RG - Vtično gnezdo			NYM 5x4	7,410	0,083	25	0,4014	230	435,53	0,2	20	0,436	21,78	ZADOVOLJUJE
RG - Fertigacija			NYJ-J 5x4	4,610	0,083	10	0,1230	230	1420,61	5	25	0,105	56,82	ZADOVOLJUJE
RG - Vrtina V1			NYJ-J 5x6	3,080	0,083	200	1,2633	230	138,37	5	25	24,866	5,53	ZADOVOLJUJE
RG - Vrtina V3			NAYY 4x240	0,125	0,077	370	0,1395	230	1253,30	5	160	211,808	7,83	ZADOVOLJUJE
Vrtina V3 - Vrtina V4			NAYY 4x240	0,125	0,077	115	0,1732	230	1009,01	5	125	326,782	8,07	ZADOVOLJUJE
Vrtina V4 - Vrtina V5			NAYY 4x150	0,206	0,078	95	0,2151	230	812,68	5	100	196,775	8,13	ZADOVOLJUJE
Vrtina V5 - Vrtina V6			NAYY 4x150	0,206	0,078	170	0,2900	230	602,79	5	100	357,663	6,03	ZADOVOLJUJE
Vrtina V6 - Vrtina V7			NAYY 4x70	0,443	0,079	140	0,4160	230	420,21	5	50	160,283	8,40	ZADOVOLJUJE
Vrtina V7 - Vrtina V8			NAYY 4x70	0,443	0,079	125	0,5285	230	330,76	5	50	258,698	6,62	ZADOVOLJUJE

Na osnovi izračunanih tokov okvare, izbranih varovalnih elementov, in tabele selektivnosti (katalog proizvajalca) izbrani elementi izklopijo v dovoljenem času!

Štev. projekta: 045/2015

Stran: 21/27

Štev. načrta: E045/2015

4.5 POPISI

Poz.	Naziv	EM	Količina	Cena za enoto brez DDV	Skupaj znesek brez DDV
1	Trasiranje	m	2275		0,00
2	Pripravljalna dela	kpl	1		0,00
3	Zavarovanje gradbišča med gradnjo	kpl.	1		0,00
4	Zakoličba obstoječih vodov: Telekom, Elektro, Vodovod, kanalizacija, plinovod	kos (kpl)	4		0,00
5	Stojni-Ročni izkop (80% stojnega izkopa, 20% ročnega izkopa) kabelskega jarka povprečne globine 0,8, širine 0,4m, v zemljišču III kategorije z odvozom odvečnega materiala na deponijo	M3	75		0,00
6	izvedba podboja cesta fi 200mm - dolžine	m	25		0,00
7	Dobava in montaža plastične, rebraste, zaščitne cevi (dvoslojna), na dno peščene blazine				
-	PC-E 63	m	20		0,00
-	PC-E 160	m	80		0,00
8	Dobava in polaganje opozorilnega traku z napisom "POZOR ELEKTRIKA"	m	2275		0,00
9	Delno ročno in delno strojno zasutje kabelskega jarka globine 0,8 m, širine 0,4 m z utrjevanjem in končno ureditvijo trase	M3	75		0,00
10	Dobava in polaganje kabla NYY-J 5x6mm ²	m	200		0,00
11	Dobava in polaganje kabla NAYY-J 4x240+2,5mm ²	m	935		0,00



12	Dobava in polaganje kabla NAYY-J 4x150mm ²	m	270		0,00
13	Dobava in polaganje kabla NAYY-J 4x70mm ²	m	270		0,00
14	Dobava in polaganje kabla NAYY-J 12x1,5mm ²	m	850		0,00
15	Priklop kabla 2xNAYY-J 4x240+2,5mm ² na drog omržja TP JABLJE s priključnimi sponkami	kpl	2		0,00
16	dobava in montaža zaščitne kovinske pocinkane cevi fi 50mm dolžine 3000m na drog omrežja TP JABLJE	kos	2		0,00
17	Dobava in polaganje pocinkanega jeklenega traku FeZn 25x4 mm z križnimi sponkami	m	1440		0,00
18	dobava, montaža merilne garniture po soglasju za priključitev ELEKTRO LJUBLJANA s drobnim inveznim materialom do zaključene celote (funkcionalnosti)	kpl	1	0,00	0,00
19	dograditev tipske regulacijske omarice ob vrtini V3				
-	varovalno podnožje tripolno s pokrovom	kos	3	0,00	0,00
-	tarifne varovalke NV 200/160A	kos	1	0,00	0,00
-	vrstne sponke za priključitev kabla NAYY-J 4x240mm ²	kpl	1	0,00	0,00
-	drobni material	kpl	1	0,00	0,00
-	priklop valjanca FeZn z prklopnim materialom	kpl	1	0,00	0,00
21	dograditev tipske regulacijske omarice ob vrtini V4				
-	varovalno podnožje tripolno s pokrovom	kos	3	0,00	0,00
-	tarifne varovalke NV 200/125A	kos	1	0,00	0,00
-	vrstne sponke za priključitev kabla NAYY-J 4x240mm ²	kpl	1	0,00	0,00
-	drobni material	kpl	1	0,00	0,00
-	priklop valjanca FeZn z prklopnim materialom	kpl	1	0,00	0,00
22	dograditev tipske regulacijske omarice ob vrtini V5				
-	varovalno podnožje tripolno s pokrovom	kos	3	0,00	0,00
-	tarifne varovalke NV 100/100A	kos	1	0,00	0,00
-	vrstne sponke za priključitev kabla NAYY-J 4x150mm ²	kpl	1	0,00	0,00
-	drobni material	kpl	1	0,00	0,00
-	priklop valjanca FeZn z prklopnim materialom	kpl	1	0,00	0,00
23	dograditev tipske regulacijske omarice ob vrtini V6				
-	varovalno podnožje tripolno s pokrovom	kos	3	0,00	0,00
-	tarifne varovalke NV 100/100A	kos	1	0,00	0,00



-	vrstne sponke za priključitev kabla NAYY-J 4x150mm2	kpl	1	0,00	0,00
-	drobni material	kpl	1	0,00	0,00
-	priklop valjanca FeZn z prklopnim materialom	kpl	1	0,00	0,00
24	dograditev tipske regulacijske omarice ob vrtini V7				
-	varovalno podnožje tripolno s pokrovom	kos	3	0,00	0,00
-	tarifne varovalke NV 100/50A	kos	1	0,00	0,00
-	vrstne sponke za priključitev kabla NAYY-J 4x70mm2	kpl	1	0,00	0,00
-	drobni material	kpl	1	0,00	0,00
-	priklop valjanca FeZn z prklopnim materialom	kpl	1	0,00	0,00
25	dograditev tipske regulacijske omarice ob vrtini V8				
-	varovalno podnožje tripolno s pokrovom	kos	3	0,00	0,00
-	tarifne varovalke NV 100/50A	kos	1	0,00	0,00
-	vrstne sponke za priključitev kabla NAYY-J 4x70mm2	kpl	1	0,00	0,00
-	drobni material	kpl	1	0,00	0,00
-	priklop valjanca FeZn z prklopnim materialom	kpl	1	0,00	0,00
26	plačilo soglasja za priključitev distribuciji ELEKTRO LJUBLJANA za moč 80kW	kpl	1	0,00	0,00
27	Zbiralka za glavno izenačenje potencialov ZIP, ki se sestoji iz plastične omarice PL-1, Cu zbiralke 30x5 mm in drobnega montažnega materiala	kom	1	0,00	0,00
28	Zbiralka za lokalno izenačenje potencialov kot npr. tip TRATNIK v p/o ohišju na višini 0.3 m od tlaka	kom	1	0,00	0,00
29	Stikalne manipulacije (ELEKTRO LJUBLJANA), nadzor	kpl	1	0,00	0,00
30	Izdelava stikov na kovinskih masah z objemko in vijakom M6, kovinske mase v kontejnerju, cevovod,	kos	15	0,00	0,00
32	odklop in demontaža obstoječega dovodnega kabla na omrežju TP JABLJE	kpl	1	0,00	0,00
33	Dobava, montaža in priklop kovinskega nadometnega razdelilnika dimenzij cca 2000x600x400 RG po opisu:	kpl	1		0,00
-	glavno stikalo 200A-4 polno	kos	1	0,00	0,00
-	diferenčno stikalo FID 40/30mA	kos	1	0,00	0,00
-	instalacijski odklopnik 20A, tip C 3-polni	kos	1	0,00	0,00



-	instalacijski odklopnik 10A, tip B 1-polni	kos	2	0,00	0,00
-	instalacijski odklopnik 16A, tip C 1-polni	kos	4	0,00	0,00
-	instalacijski odklopnik 25A, tip C 3-polni	kos	1	0,00	0,00
-	NV podnožje 200A 3p	kos	3	0,00	0,00
-	varovalni vložek 160A gg-gl	kos	3	0,00	0,00
-	drobni montažni material,napisne ploščice, enopolna shema, vrstne sponke in podobno, postavitve razdelilne omare v funkcijo, priklop kabla NAYY-J 3x4x240mm2	kpl	1	0,00	0,00
34	Dobava, montaža in priklop nadometnega razdelilnika VG ustreznih dimenzij po opisu:	kpl	1	0,00	0,00
-	tipsko ohišje	kpl	1	0,00	0,00
-	glavno stikalo 40A-4 polno	kos	1	0,00	0,00
-	odklopnik C16A 3-polni	kos	1	0,00	0,00
-	odklopnik C16 1-polni	kos	1	0,00	0,00
-	vtič 230V 16A , IP65	kos	3	0,00	0,00
-	vtič 400V 16A , IP65	kos	1	0,00	0,00
-	drobni montažni material,napisne ploščice, enopolna shema, vrstne sponke in podobno	kpl	1	0,00	0,00
35	Dobava in montaža LED kot BEGHELLI SAVING 50W/6400lm/4000K/IP65	kos	4	0,00	0,00
36	Kabli uvlečeni v PN cevi in položeni nadometno komplet z drobnim montažnim materialom				
-	NYM 3 x 1.5 mm2	m	25	0,00	0,00
-	NYM 3 x 2.5 mm2	m	25	0,00	0,00
-	NYM 5 x 4 mm2	m	35	0,00	0,00
37	dobava in montaža PN cevi				
-	fi 13mm	m	45	0,00	0,00
-	fi 22mm	m	32	0,00	0,00
38	Stikalo za vklop razsvetljave za n/o, montažo, komplet z drobnim montažnim materialom				
-	navadno 250V/10A,	kos	2	0,00	0,00
39	vtičnica za n/o, montažo, komplet z drobnim montažnim materialom				
-	230V, 16A	kos	4	0,00	0,00
40	Dobava in montaža LED svetilke 30W, IP65, s senzorjem	kos	1	0,00	0,00
41	Izvedba el.meritev ter izdaja merilnega poročila	kpl	1	0,00	0,00



42	Izvedba nadzora nad izvajanjem del	kpl	1	0,00	0,00
43	Izvedba geodetskega posnetka kablovoda	kpl	1	0,00	0,00
44	Vpis geodetskega posnetka v kataster komunalnih vodov	kpl	1	0,00	0,00
45	Izdelava PID dokumentacije	kos	1	0,00	0,00
46	Dobava in montaža sponke KON03 iz nerjavečega jekla za izvedbo spojev med okroglimi strelovodnimi vodniki ter kovinskimi konstrukcijami. Kot Proizvajalec HERMI	kos	4		0,00 €
47	Dobava in montaža sponke KON01 iz nerjavečega jekla za izvedbo spojev med ploščatim strelovodnim vodniki. Kot Proizvajalec HERMI	kos	8		0,00 €
48	Dobava in montaža sponke KON01 iz nerjavečega jekla za izvedbo vijačnih merilnih spojev med ploščatimi strelovodnimi vodniki ter kovinskimi konstrukcijami. Kot Proizvajalec HERMI	kos	4		0,00 €
49	Dobava in montaža ploščatega vodnika RH1*H4 30x3,5 mm iz kislinsko odpornega jekla 30x3,5 mm za izvedbo ozemljitvene instalacije. Kot Proizvajalec HERMI	m	55		0,00 €
50	Meritve strelovodne napeljave z izdajo poročila in merilnih protokolov	kpl	1		0,00 €
51	Drobni in montažni material	kpl	1		0,00 €
52	Dobava in montažalovilne palice LOP0,5 višine h=0,5m z ustreznim pritrdilnim materialom. Kot Proizvajalec HERMI	kos	4		0,00 €
53	Dobava in montaža oznak merilnih mest MŠ. Kot Proizvajalec HERMI	kos	4		0,00 €
54	Dobava in montaža oznak merilnih mest MŠ. Kot Proizvajalec HERMI	kos	4		0,00 €
56	Vodnik položen nadometno do posameznih stikov za izenačenje potencialov				
-	P/F 1 x 16 mm ²	m	10		0,00 €
-	P/F 6 mm ²	m	25		0,00 €
-	Izolacijske cevi fi13 z nosilci za montažo žice Pf	m	35		0,00 €

57	Izvedba preboja na dnu kontejnerja za dovod kablov			0,00 €
-	izvedba izvrtune fi160mm	kos	2	0,00 €
-	izvedba izvrtune fi50mm	kos	1	0,00 €
-	dobava in vgradnja dvoslojne PVC cevi fi160mm	m	16	0,00 €
-	dobava in vgradnja dvoslojne PVC cevi fi160mm	m	16	0,00 €
-	izvedba zatesnitev prebojev za PVC cevi	kpl	1	0,00 €
58	nepredvidena dela 5%			0,00
	skupaj:			0,00

4.6 RISBE

- 4.6.1. Enopolna shema RG
- 4.6.2. Enopolna shema VG
- 4.6.3. Profil kabelskega jarka
- 4.6.4. Mobilni blok – tloris
- 4.6.5. Mobilni blok – fasade
- 4.6.6. Shema fertigacije
- 4.6.7. Situacija