

SS NAČRT, projektiranje in nadzor električnih instalacij in opreme  
SILVO SLEKOVEC, s.p.  
Selniška cesta 24A  
2342 Ruše

#### 4.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

**Načrt:** ELEKTRIČNE INSTALACIJE IN ELEKTRIČNA OPREMA

**Investitor:** Mestna občina Ljubljana  
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

**Objekt:** Ena hiša - Celovita ureditev območja Cukrarne in Ambroževega trga z nabrežjem Ljubljanice ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarna) - Faza H

**Vrsta dokumentacije:** Projekt za izvedbo (PZI)

**Za gradnjo:** Nova gradnja, rekonstrukcija, odstranitev

**Projektant:** SS načrt, Silvo Slekovec s.p.  
Selniška cesta 24a, 2342 Ruše  
Tel.: +386 40 459 441, faks: +386 2 663 1471, silvo.slekovec-sp@krs.net

**Direktor:**  
Silvo Slekovec, univ.dipl.inž.ele.

Podpis: .....

Žig podjetja:

Datum:

Odgovorni projektant:  
Silvo Slekovec, univ.dipl.inž.ele.

Podpis: .....

Enotni žig  
z id. številko:

Odgovorni vodja projekta:  
Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.

Podpis: .....

Enotni žig  
z id. številko:

Številka projekta:  
**2013-04**

Številka načrta:  
**220 720/3**

Številka izvoda:

**Ljubljana, april 2017**

SS NAČRT, projektiranje in nadzor električnih instalacij in opreme  
SILVO SLEKOVEC, s.p.  
Selniška cesta 24A  
2342 Ruše

## 4.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALCIJ IN ELEKTRIČNE OPREME, št. 220 720/3

- 4.1 Naslovna stran načrta
- 4.2 Kazalo vsebine načrta
- 4.4 Tehnično poročilo
  - 4.4.1 Projektna naloga
  - 4.4.2 Tehnični opis
  - 4.4.3 Izračuni
  - 4.4.4 Zaščita
- 4.5 Risbe

Št. risbe

4-3-001 Legenda simbolov

4-3-002 Tloris temeljev - Strelovodna naprava

## 4.4 TEHNIČNO POROČILO

### 4.4.1 PROJEKTNNA NALOGA

V projektu električnih instalacij in električne opreme za vmesno obdelovalno fazo H je potrebno obdelati sledeče sklope instalacij:

- strelovodno napravo, ki obsega; temeljno ozemljilo.

Načrt električnih napeljav, naprav in opreme mora biti izdelan po veljavnih tehničnih predpisih, projektnih pogojih in standardih, ter usklajen z gradbenimi načrti, načrti strojnih instalacij, načrti notranje opreme.

### 4.5.2 TEHNIČNI OPIS

Pri projektiranju sta se upoštevala:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Ur. l. RS št. 41/2009, 2/2012), s tehnično smernico TSG-N-002:2013,
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur.l. RS št. 28/2009, 2/2012), s tehnično smernico TSG-N-003:2013

V načrtih električnih napeljav, naprav in opreme za objekt "Ena hiša - Celovita ureditev območja Cukrarne in Ambroževega trga z nabrežjem Ljublanice ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarne) - Faza H" v Ljubljani so obdelani sklopi, kot je bila zahteva iz podane projektne naloge.

### Izvedba strelovodne napeljave je opisana v načrtih za fazo F

#### Ozemljitveni sistem

V fazi F se izvede krožno ozemljilo, ki se položi na globini 0,8 m in 1m od objekta. Na krožno ozemljilo se poveže odvodni sistem, ter se pripravijo odvodi za temeljno ozemljilo.

V tej fazi H se bo izvedlo temeljno ozemljilo, ki se položi v temelje nad/ob pilotih. Za ozemljilo je predviden ploščati vodnik iz nerjavečega jekla Rf P30x3,5 mm. Temeljno ozemljilo se pritrdi, privari na vsaj vsaki peti pilot, s čimer omogočimo še boljše prevodne razmere za strelovodno napravo. Na temeljno ozemljilo se povežejo odvodi, ki so bili puščeni pri izvedbi faze F. Na temeljno ozemljilo se tudi povežejo odvodi, vbetonirani v fazi G, ki so namenjeni za izenačitev potencialov kovinske konstrukcije, ki nosi notranjo steno. Izvede se tudi ozemljitev letnega bara.

V kletni plošči se na vsakih 20 m položi prečno Rf trak, ter se pustijo izvodi iz tal za ozemljitev tehnologije (dvigalo, prečrpališči, GIP,...)

Ozemljitev se poveže tudi s sosednimi ozemljili obstoječih objektov v bližini.

Upornost tračnega ozemljila izračunamo po sledeči formuli:

$$R_{toz} = \frac{\rho}{\pi x l} \times l_n \left( \frac{2l}{dx 0,5} \right) = 1,57 \, \Omega$$

Kjer pomeni:

Objekt:	Ena hiša - Celovita ureditev območja Cukrarne in Ambroževega trga z nabrežjem Ljublanice ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarne)	Stran/strani:	3/8
		Datum:	April 2017

$\rho$  specifična upornost zemlje, vzamemo vrednost 200  $\Omega\text{m}$   
 $l$  dolžina ozemljila 30x3,5m,  
 $d$  širina tračnega ozemljila

### Preprečevanje iskrenj in prebojev

Pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, preko odvodov v ozemljilni sistem, lahko pride do nevarnega iskrenja in prebojev med:

- kovinskimi konstrukcijami
- notranjimi povezavami raznih napeljav
- zunanjimi prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico

Iskrenje je nevarno za nastanek požarov in uničenje naprav.

Nevarno iskrenje preprečimo z:

- izenačitvijo potencialov
- električno izolacijo

V tem načrtu je nevarno iskrenje preprečeno z galvansko povezavo vseh kovinskih mas in z povezavo na ozemljilni sistem.

### Ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

Električna izolacija 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:

$$S = k_i \frac{kc}{km} * l \quad \text{kjer so}$$

- $k_i$  koeficient odvisen od izbrane vrste LPS ( za III in IV je 0,04)  
 $kc$  koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu( od 1 do 1/številom odvodov)  
 $km$  koeficient odvisen od električnega izolacijskega materiala(zrak=1, beton,opeka=0,5)  
 $l$  koeficient dolžine vodnika LPS na katerem je potrebno ločilno razdaljo vzpostaviti do najbližje točke izenačitve potenciala

### Zaščita pred napetostjo dotika

Pri odvajanju toka strele v zemljo, lahko zunaj objekta nastanejo previsoke napetosti dotika. Te nevarnosti zmanjšujemo na sprejemljivo raven če je:

- verjetnost gibanja oseb ali njihovo zadrževanje v bližini odvodov zelo majhna
- naravni sistem kovinskih mas sestavljen iz številnih povezav paralelnih poti in povezan z armaturo in konstrukcijo objekta z zagotovljeno električno prevodnostjo
- specifična upornost zemlje v oddaljenosti 3 m od odvoda najmanj 5  $k\Omega\text{m}$ .

### Zaščita pred napetostjo koraka

Previsoka napetost koraka se zmanjša na sprejemljivo raven, če je <.

- verjetnost gibanja ali zadrževanja oseb ob strel vodnih vodih v razdalji manjši kakor 3m zelo majhna
- specifična upornost zemlje v območju 3m od odvoda LPS vsaj 5  $k\Omega\text{m}$ .

V našem primeru se zraven krožnega ozemljila položi še temeljno ozemljilo v kasnejši fazi izvedbe.

## Pregled, preizkus in meritve LPS

Pregled, preizkus in meritve LPS je potrebno izvesti po njegovi končani izvedbi.

Redni periodični pregled sistema zaščite pred strelo je potrebno izvajati vsaka 4 leta pri zaščitnih nivojih III in IV.

Pregled je potrebno izvesti z dodatkom E7 standarda SIST EN 62305-3.

Pregled mora potekati skladno z dokumentacijo, ki mora vsebovati osnovne podlage za posamezne rešitve, opis zunanega in notranjega LPS, razporeditev, uskladitev in nameščanje SPD, tehnične načrte, skupaj z načrti za povezave izenačitve potencialov.

O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vnesti ugotovljene izmerjene vrednosti. Iz zapisnika mora biti razvidno, da je vgradnja LPS brezhibna, oziroma katera popravila so potrebna, da bo brezhibna. V zapisniku mora biti skica oštevilčenih odvodov, ki omogoča, da je meritve kadar koli ponoviti. Navedene morajo biti kovinske mase, katerih galvanska povezava je bila priskušena. V zapisniku morajo biti natančno navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Zapisnik mora zajemati vse dejavnosti, navedene v točkah 7.1, 7.2 in 7.3 dodatke E/, standarda SIST EN 62305-3 in ga mora izvajalec pregleda podpisati. Podan mora biti tudi rok naslednjega pregleda.

## 4.5.3 IZRAČUNI

### a. Zaščita pred električnim udarom in dimenzioniranje

#### Zaščita pri posrednem dotiku v TN omrežjih

Uporabi se zaščita s samodejnim odklopom napajanja. Naveden način zaščite je usklajen s pogoji sistema omrežja. Zaščitne naprava morajo ob napaki v določenem času odklopiti tiste dele instalacije, ki jih ščitijo. Za stalno nameščene uporabnike velja, da mora zaščita s samodejnim odklopom napajanja delovati v času 5 s (0.1 s za elemente, ki so montirani v eksplozijsko ogroženih prostroih), v kolikor se pojavi napetost dotika višja od 50V, za prenosne porabnike pa v času 0.2s.

#### Kontrola delovanja odklopa napajanja

V primeru okvare bo stekel tok okvare:

$$I_o = \frac{0.95 * U}{5 * Z} (A)$$

Impedanca vodnika se izračuna po enačbi:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} (\Omega)$$

$$R = \frac{2 * l}{\lambda * s} (\Omega)$$

l.. dolžina tokokroga (m)

S.. presek zaščitnega vodnika

$\lambda$ .. koeficient prevodnosti

Iz izklopne karakteristike instalacijskega odklopnika razberemo izklopilni tok pri 0.4, (5), (0.1) s in ga primerjamo z izračunanim okvarnim tokom:

$$f = \frac{I_o}{I_a}$$

f.. koeficient izklopa

$I_o$ .. dejanski okvarni tok

$I_a$ .. izklopni tok pri 0.4 s

Izpolnjen mora biti pogoj :  $f > 1$ .

Rezultati izračuna za najneugodnejše tokokroge so v tabeli 01.

### Zaščita pred neposrednim dotikom

Izvede se z zaščito delov pod napetostjo z izolacijo, zaščito s pregradami ali okrovi, zaščito z ovirami in zaščito s postavitvijo zunaj dosega rok.

### Kontrola delovanja zaščite pred preobremenitvenim tokom

Pri zaščiti pred preobremenitvenimi tokovi moramo izvesti uskladitev med vodnikom in zaščitno napravo skladno z zahtevami standarda.

Pri tem morata biti izpolnjena dva pogoja:

1.

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

2.

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

$$I_2 = k * I_n$$

$I_b$ .. tok, za katerega je tokokrog predviden

$I_z$ .. trajni zdržni tok vodnika ali kabla

$I_n$ .. nazivni tok zaščitne naprave

$I_2$ .. tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

k.. faktor varovalnega elementa ( po tabeli)

k = 1,2 .....za zaščitna stikala

k = 1,45.....za instal. odklopnike

k = za talilne varovalke po tabeli

Tabela - nizkonapetostne talilne varovalke

$I_n$ (A)	k
-----------	---

2 - 4	2,1
6 - 10	1,9
16 - 63	1,6
63 - 160	1,6
160 - 400	1,6

#### Kontrola padca napetosti

Padec napetosti za 1f sistem se izračuna po enačbi:

$$u\% = \frac{200 * P * l}{\lambda * S * U^2}$$

Padec napetosti za 3f sistem se izračuna po enačbi:

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

Padec napetost za razsvetljavo od glavnega razdelilca do svetilke ne sme presegati 3%, za ostale porabnike pa ne 5% - Tehniški normativi za nizkonapetostne električne instalacije.

Rezultati izračuna za dovodne kable so dodani v nadaljevanju..

Po končani montaži se izvedejo meritve :

- jaki tok
- telekomunikacije,
- ozemljitve

## 4.5.4 ZAŠČITA

Pri izvedbi instalacij so predvidene naslednje vrste zaščitnih ukrepov:

- zaščita pred el. udarom
- zaščita pred preobremenitvijo in kratkim stikom

### I. Zaščita pred el. udarom

#### a. Zaščita pred neposrednim dotikom

Izvede jo dobavitelj opreme oz. izvajalec del.

#### b. Zaščita pred posrednim dotikom

Osnovni namen te zaščite je preprečiti, da bi se v primeru okvare na izpostavljenih prevodnih delih pojavila previsoka napetost dotika v takšnem trajanju, ki bi lahko bilo nevarno.

Predviden sistem ozemljitve:

### TN - sistem

Vsi izpostavljeni prevodni deli instalacije se morajo povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom.

Ta zahteva je izpolnjena če je:

$$Z_a \times I_a \leq U_o$$

kjer je:

$Z_a$  - impedanca okvarne zanke

$I_a$  - tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave

Če ni mogoče izpolniti te zahteve se mora uporabiti dodatno izenačevanje potencialov.

## II. Zaščita pred preobremenitvijo in kratkim stikom

Vsi napajalni dovodi do energetskih razdelilcev bodo ščiteni pred preobremenitvijo in kratkim stikom z varovalkami.

Motorski pogoni bodo ščiteni:

- pred preobremenitvijo: z bimetalnimi sprožniki (tokovno vrednost nastavi ob montaži)
- pred kratkimi stiki: z varovalkami s počasnimi ali hitrimi tipi talilnih vložkov

## III. Izenačitev potencialov

Glavno izenačevanje potencialov

V vsaki zgradbi mora vodnik za glavno izenačevanje potencialov medsebojno povezati naslednje prevodne dele:

- glavni zaščitni vodnik
- glavni ozemljitveni vodnik ali glavano ozemljitveno sponko
- cevi in podobne kovinske konstrukcije znotraj stavbe - kovinske dele konstrukcij
- strelovodno instalacijo

V vseh prostorih z vodovodno instalacijo je potrebno izvesti predpisane galvanske povezave za izenačitev potencialov kovinskih mas. Med seboj je potrebno povezati vse kovinske instalacije vodovoda in ostalo kovinsko opremo.

Spoji se izvedejo z vodnikom P6 - 6mm<sup>2</sup>, Cu in originalnimi objemkami za povezovanje cevi z vodnikom ali vijakom M6. Na enem koncu se vodnik veže na kovinsko maso, na drugem pa v dozo za izenačitev potencialov. Doza je montirana na višini 0,5 m od tal. Zbiralka v dozi se poveže z zaščitno zbiralko v razdelilcu z vodnikom P - 16mm<sup>2</sup>, Cu.