

4.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

Načrt: NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

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 F

Vrsta dokumentacije: Projekt za izvedbo (PZI)

Za gradnjo: Nova gradnja, rekonstrukcija, odstranitev

Projektant: MENERGA d.o.o.
Zagrebška cesta 102, 2000 Maribor
+386 2 450 31 00, info@menerga.si

Direktor:
Danijel Muršič, univ.dipl.inž.str.

Podpis: Žig podjetja:

Datum: September 2016

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:

220 720/1

Številka izvoda:

Ljubljana, september 2016

4.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA ELEKTRIČNIH INSTALCIJ IN ELEKTRIČNE OPREME, št. 220 720/1

- 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
 - 4.4.5 Popis materiala in del za dobavo in montažo
 - 4.4.6 DODATEK: Odgovori na recenzijsko poročilo št. 02/16, oktober 2016
- 4.5 Risbe

Št. risbe

- 4-001 Legenda simbolov
- 4-002 Tloris pritličja - Strelovodna naprava
- 4-003 Tloris strehe - Električne instalacije in strelovodna naprava
- 4-004 Severna fasada - Strelovodna naprava
- 4-005 Južna fasada - Strelovodna naprava
- 4-006 Vzhodna fasada - Strelovodna naprava
- 4-007 Zahodna fasada - Strelovodna naprava

4.4 TEHNIČNO POROČILO

4.4.1 PROJEKTNNA NALOGA

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

- strelovodno napravo, ki obsega; lovilni vod, odvode in krožno ozemljilo v zemlji, ter pripravo odceпов za povezavo na temeljno ozemljilo objekta
- električno gretje žlebov in delno odtokov. Predvidijo se grelni kabli in izvedba priklopa na napajalni kabel, kateri se pusti, v tej fazi, kot prosti konec na podstrešju, dolžine 15 m.

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 Ljubljane ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarna) - Faza F" v Ljubljani so obdelani sklopi, kot je bila zahteva iz podane projektne naloge.

V tej fazi se bo obnovila streha z opečno kritino, izvedli se bodo tudi kovinski žlebovi. Zato je smiselno, da se vgradijo v žlebove tudi grelni kabli, tako, da v kasnejših fazah izvedbe ne bo več potrebno večjih posegov na strehi.

Za gretje žlebov in odtokov je izbran enojni uporovni grelni kabel z močjo 18W/m, tako da je od priključka grelnega kabla naprej položen paralelni dvojni grelni kabel. Na dolžini cca. 2 m, je med grelnima kabloma zmontiran žlební distančnik. Grelni kabel je položen tudi v oddtočno cev v dolžini cca. 1 m. Priklop napajanja grelnega kabla je izveden s termično odporno sponko, ki je položena v žleb.

Dovodni kabel je NYY-J 3x2,5 mm², Cu, kateri prosti konec, dolžine 15 m, je zvít v rolo na podstrešju. Izveden je prehod napajalnega kabla in signalnih kablov za senzorja vlage in temperature (eden predviden na severni strani, drugi na južni strani), v i. cevi strešne izolacije in prehod skozi zračni prostor do žleba. Razdelilna omara, napajalni kabel za razdelilno omaro, razvodne doze in ostala potrebna oprema za električno gretje žlebov in odtokov se v tej fazi ne izvede.

Gretje žlebov se ne bo uporabljalo, dokler se ne bo objekt ogreval.

Pred montažo grelnih kablov je potrebno zagotoviti prevodnost na stikih žlebov, na stikih odtokov in medsebojnih stikih odtokov in žlebov, kar se izvede z vizualnim pregledom in z ohm metrom. V primeru slabih stikov je le-te potrebno premestiti s pletenico.

Zaščita pred udarom strele

Sistem zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPS (Lihtening Protection System) je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu. Za vsak objekt je potrebno najprej izvesti vrednotenje rizika na osnovi katerega se za posamezni objekt določi zaščitni nivo zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPL (Lihtening Protection Level). LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj.

Vrsta in namestitve LPS morata biti ustrezno izbrana že med načrtovanjem novih objektov, da se čim bolj izkoristijo njihovi električni prevodni deli in da se z najmanjšimi stroški izdelava učinkovit LPS, ki se tudi estetsko vključuje v objekt in okolico.

Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse načrtovane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s smernico TSG-N-003:2009.

Izvedba strelovodne napeljave

Lovilni sistem

Predvidena je izvedba lovilnega sistema z Al žico $\Phi 8\text{mm}$ kot lovilnim vodom, ki se položi s pomočjo slemenskih in strešnih nosilcev na opečno streho. Lovilni vod se poveže na glavne odvode.

Strelovodni lovilci morajo biti izvedeni tako, da je izvedena zaščita po principu kotaleče krogle polmera 60 m, kar ustreza IV zaščitnemu nivoju.

Odvodni sistem

Strelovodni odvodi odvajajo tok strele od točke udara do zemlje in omogočajo:

- več paralelnih poti
- minimalno dolžino paralelnih poti
- izenačitev potencialov s prevodnimi deli objekta

Pri našem objektu se za odvodni sistem LPS uporabi žica Al $\Phi 8\text{mm}$, ki se položi podometno do merilnega spoja. Ker je objekt višji od 20 m, je potrebno na višini cca. 13,5 m (na zahodni fasadi cca. 12,6 m) od kote novega pritličja, izvesti krožno horizontalno povezavo, ki je pritrjena na odvodni sistem. Od merilnega spoja se položi ploščati vodnik iz nerjavečega jekla Rf P30x3,5 mm do krožnega ozemljila. Merilna stik je izveden v talni povozni dozi z LŽ pokrovom, z obremenitvijo 5t.

Ozemljitveni sistem

V prehodnem obdobju se izvede krožno ozemljilo, ki se položi na globini 0,8 m in 1 m od objekta. Na krožno ozemljilo se poveže odvodni sistem, ozemljitev odtočnih cevi (začasne), ter se pripravijo odvodi za temeljno ozemljilo. Temeljno ozemljilo se izvede kasneje, v sklopu nadaljnje fazne izvedbe objekta.

Za ozemljilo je predviden ploščati vodnik iz nerjavečega jekla Rf P30x3,5 mm.

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

Upornost tračnega ozemljila izračunamo po sledeči formuli:

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

Kjer pomeni:

- ρ specifična upornost zemlje, vzamemo vrednost 200 Ωm
 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 vzpostavitev ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS.

Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja »s« in sicer:

$$S = k_i \frac{k_c}{k_m} * l \quad \text{kjer so}$$

- k_i koeficient odvisen od izbrane vrste LPS (za III in IV je 0,04)
 k_c koeficient odvisen od toka strele, ki teče po odvodu(od 1 do 1/številom odvodov)
 k_m 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 kΩm.
- 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 naprave 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 prostori), 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

λ .. koeficient prevodnosti

Iz izklopne karakteristike instalcijskega 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

I₂.. tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

k.. faktor varovalnega elementa (po tabeli)

k = 1,2za zaščitna stikala

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

k = za talilne varovalke po tabeli

Tabela - nizkonapetostne talilne varovalke

In (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 napetosti 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:

$$Z_a \times I_a \leq U_0$$

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 energetskega razdelilca bodo ščiteni pred preobremenitvijo in kratkim stikom z varovalkami.

Motorski pogoni bodo ščiteni:

- pred preobremenitvijo: z bimetalnimi sprožniki (tokovno vrednost nastaviti 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 - 6mm², 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 - 16mm², Cu.

Načrt: NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

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 Cukrarne) - Faza F

Št. načrta: 220 720/1

ODGOVORI NA RECENZIJSKO POROČILO št. 02/16, oktober 2016

Recenzent:
Arhitektonika d.o.o., Cesta v Podboršt 11a, Ljubljana-Črnuče

Pripomba 1:

1. Izbrani in projektirani zaščitni nivo pred udarom strele IV je prenizek. Upoštevati je potrebno dodatne pogoje, kot so: stavba je višja od 20 m, v stavbi se hkrati lahko zadržuje več kot 60 ljudi, stavba je evidentirana kulturna dediščina.

Odg.: V PGD-u je določen in prikazan potreben zaščitni razred LPS. Objekt je uvrščen v IV. razred.

Pripomba 2:

2. Opisati je potrebno, kaj se izvede kot začasno in kaj kot končna izvedba. Po prejetih podatkih je potrebno v tekstu, na risbah in popisu upoštevati:
- da je opečna streha v glavnem opečna kritina tipa bobrovec, deloma pa iz titan-cink pločevine debeline 1.5 mm,
 - da so iz titan-cink pločevine izvedeni tudi žlebovi,
 - da so odtočne cevi v dolžini cca. 1.5 m iz nerjaveče pločevine, ostali del odtočnih cevi je začasne izvedbe in je iz PVC.

Odg.: V fazi F je potrebno izvesti vse predvidene instalacije v celoti, kot je predvideno v načrtu. V popisu so elementi strelovodne naprave predvideni za opečno kritino, v popisih se bo dodal tip "bobrovec".

Pripomba 3:

3. Ostalo:
- navedeno je, da se odvodi iz Al Ø 8 mm izvedejo podometno, kar ni možno izvesti v načrtovani fazi izvedbe F,
 - predvidena je izvedba krožnega ozemljila z valjancem FeZn 25x4 mm; uporabi se ozemljilo iz nerjavečega materiala,
 - ali bo možno v načrtovani fazi F izvesti merilne spoje v talnih omaricah?

Odg.: Al žica fi 8 mm se izvede podometno v fazi F. Če je želja investitorja, da se uporabi kot krožno ozemljilo iz Rf materiala se to upošteva v popisih (v PGD načrtu je bil predviden valjanec Fe/Zn 25x4 mm). Merilni spoj se v fazi F izvede v celoti.

Pripomba 4:

4. Smiselna je uporaba nekaterih jet-grouting pilotov za ozemljitvene sonde. Piloti dimenzij \varnothing 60 cm in dolžine 10 m se s primerno predpripravo lahko enostavno vključijo v ozemljitveni sistem. Po geomehanskem poročilu je nivo talne vode na nivoju od 11.6 do 13 m.

Odg.: Se upošteva pri načrtovanju temeljnega ozemljila, v končni fazi izdelave LPS (ni predmet faze F).

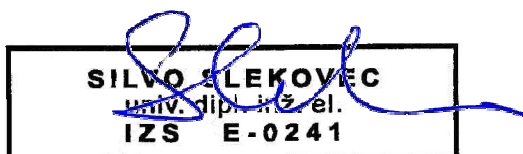
Pripomba 5:

5. Posebno pozornost je potrebno posvetiti pravilni povezavi lovilnega sistema z odvodnim sistemom. V načrtu arhitekture je namreč na risbi "Detajl v odkapni liniji z žlebom", risba z oznako 101-2016-F-1.5.20.4:
- prikazan potek odvoda, kjer se smer poteka odvoda spremeni za cca. 180°;
 - predviden je potek odvoda v sklopu lesenega dela strešne kritine.
- Zgoraj navedeno ni dopustno.

Odg.: Prehod lovilnega v odvodni sistem se izvede "klasično" t.j. prehod žice mimo napušča do stene in nadalje podometno. Detajl bo spremenjen v načrtu arhitekture.

Odgovoril:

Silvo Slekovec, odg. projektant načrta EI



Datum: 17.10.2016