

## 4/6 NASLOVNA STRAN NAČRTA

**Načrt:** 4/5 Načrt električnih inštalacij in el. Opreme – JR-S omrežje

**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 I

**Vrsta dokumentacije:** PZI

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

**Projektant:** Novera projekt d.o.o.  
Letališka 27, 1000 Ljubljana  
Tel.: +38614202290, faks: +38614202291, [info@novera.si](mailto:info@novera.si)

**Direktor:**  
Robert Španja, inž.grad.

Podpis: .....

Žig podjetja:

Datum:

Odgovorni projektant:

Igor Vatovec, inž.el.

Enotni žig

Podpis: .....

z id. številko:

Odgovorni vodja projekta:

Marko Studen, univ. dipl. inž. arh., M. Sc.

Enotni žig

Podpis: .....

z id. številko:

Številka projekta:

2013-04

Številka načrta:

13-044/JR-S

Številka izvoda:

Ljubljana, april 2017

## 4/5.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

### 4/5 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OPREME

- 4/5.1 Naslovna stran načrta
- 4/5.2 Kazalo vsebine načrta
- 4/5.4 Tehnično poročilo
- 4/5.5 Risbe

## 4/5.4 TEHNIČNO POROČILO

### 4/5.4.1 UVOD

V Ljubljani ob Poljanskem nasipu se načrtuje prenova objekta industrijske dediščine, stare tovarne sladkorja, v objekt kulturne dejavnosti – galerijo. Skladno s prenovo objekta se bo uredila komunalna infrastruktura. Predmet tega načrta je ureditev nove zunanje razsvetljave. Zaradi rekonstrukcije omenjenega objekta je potrebno izdelati načrt zunanje razsvetljave.

Predmetni načrt je izdelan v skladu z upoštevanjem Tehnične smernice TSG-N-002:2013 - Nizkonapetostne električne inštalacije, Tehnične smernice TSG-N-003:2013 - Zaščita pred delovanjem strele, Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Uradni list št. 81, 7.9.2007) ter Uredbe o spremembah in dopolnitvah Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja Ur.l. RS, št. 46/2013.

### 4/5.4.2 OBSTOJEČE STANJE

N območju obdelave ni obstoječih svetilk.

### 4/5.4.3 PROJEKTIRANO STANJE

#### RAZSVETLJAVA POD MOSTOM

Na stropu pod mostom v območju toplotne postaje in TP Galerija Cukrarna se predvidi 4 nove luči. Luči na strop montiranih sedem kompaktnih LED svetilk 36 W, ki so odporne proti prahu in vlagi. Razporeditev svetilk in kabelske trase prikazujejo situacijske risbe. Natančno lokacijo stojnih mest svetilk je potrebno določiti ob sami postavitvi na mikrolokaciji.

#### NAPAJANJE

Napajanje svetilk S2 je predvideno iz NN razdelilne omare ER. GL. v NN prostoru v kleti objekta. Kabel FG07R iz razdelilca EL.GR poteka skozi jašek EL\_KJ1 do el omarice v kateri bo stikalo za vklop in izklop stropnih luči.

Vsi kabli, ki bodo potekali po stenah in stropu je potrebno uvleči v elektro kabelske police PK 50.

#### RAZSVETLJAVA GLAVNEGA STOPNIŠČA

Na stopnišču med parkirnim prostorom in južnim delom objekta je predvidena vgradnja dekorativnih vgradnih stenskih svetil E5. Razporeditev svetilk in kabelske trase prikazujejo situacijske risbe. Natančno lokacijo stojnih mest svetilk je potrebno določiti ob sami postavitvi na mikrolokaciji.

#### NAPAJANJE

Napajanje svetilk Z2 je predvideno iz NN razdelilne omare letni bar. Pri neposredni bližini stopnic se dva transformatorja 230 V / 24 V, 150 W montirata v elektro omaro letnega vrta. Kabel tipa FG07R 2×1mm<sup>2</sup> se uvleče po predvidenih trasah v stopnišču.

#### 4/5.5 IZVEDBA ELEKTROENERGETSKEGA PRIKLJUČKA

##### SPLOŠNI POGOJI ZA IZVEDBO Z OPISOM DEL

Projektirani priključek mora biti izveden po veljavnih predpisih in navodilih. Potrebno je upoštevati tudi minimalne odmike od zgradb, objektov, dreves, itd. Vodja gradbišča mora pri izvajanju del poskrbeti za upoštevanje predpisov in predpisov o varstvu pri delu. Posebej je potrebno paziti na cestni promet ter podzemne instalacije in druge naprave! Podzemne cevovode, kable in naprave je potrebno pred pričetkom del zakoličiti, zakoličbo praviloma izvrši lastnik ali pooblaščen institucija. Prav tako je potrebno zakoličiti obstoječ elektro kabel. V celotnem območju je potrebna povečana pazljivost pri izvajanju del, pri kritičnih točkah je potrebna prisotnost nadzornega organa lastnika voda! V vsem ostalem je potrebno upoštevati pogoje soglasij upravnega organa in lastnikov instalacij! V kolikor pri izvajanju del pride do odstopanj od trase, je potrebno to uskladiti z drugimi komunalnimi vodi. Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasni in premični gradbiščih (Uradni list RS št. 3/2002), Pravilnika o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Uradni list RS št. 29/92), Pravilnika o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (Uradni list RS št. 101/2004), Pravilnika o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Uradni list RS št. 89/99) Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS št. 89/99), Pravilnika o varnostnih znakih (Uradni list RS št. 89/99), pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o varnostnih znakih (Uradni list RS št. 34/2010), pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o osebni varovalni opremi, ki jo delavec uporablja pri delu (Uradni list RS št. 39/2005). Zaradi izvajanja del na trasi nizkonapetostnih kablov je potrebno upoštevati zaščitne ukrepe, ki so iz določil Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009), pravilnik o spremembi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012, tehnično smernico TSG-N-002 Nizkonapetostne električne instalacije, tehnično smernico TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele, Pred pričetkom zemeljskih del za polaganje kablov 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 instalacij.

Zemeljska dela v bližini električnih kablov je potrebno izvajati ročno in zelo pazljivo. Stalno morata biti prisotna odgovorna oseba izvajalca in predstavnik upravljalca elektro omrežja. Obstoječi električni kabli se smejo predstavljati samo v primeru, če so odklopljeni. Kable lahko predstavljajo samo delavci elektro omrežja.

Pri montaži kablov bo potrebno vedno vzpostaviti breznapetostno stanje, napraviti preizkus breznapetostnega stanja, izklopljeni del kabla oziroma omrežja pa ozemljiti in kratko stakniti. Na ločilnih mestih bo potrebno namestiti opozorilne tablice.

##### OPIS IN POLAGANJE KABLA

Transport kabla

Kabli se transportirajo na kabelskih bobnih, krajše dolžine kablov pa se lahko prevažajo v zviti koluti z upoštevanjem minimalnega dopustnega premera krivljenja. Konci kablov morajo biti vodoneprepustno zaščiteni z ustreznimi kapami.

Za transport kabelskih bobnov se priporoča uporaba ustreznih kabelskih prikolic in ustreznega tovornega vozila. Za prekladanje bobnov se mora uporabiti ustrezno dvigalo, skladiščne rampe in podobno, kar preprečuje poškodbe stranic bobna in kabla. Transport kabla s kotaljenjem je dopusten samo na krajših razdaljah v primeru, da je teren raven in brez kamenja in samo tedaj, ko je kabel na bobnu čvrsto navit, konci kabla pa pritrjeni na stranico bobna ali če je boben blindiran. Kabla v kolutu ne smemo kotaliti oziroma ga nositi na drogu. Na gradbišču je potrebno bobne zavarovati pred nehotenim kotaljenjem.

Kable je potrebno skladiščiti na pokritem mestu in zavarovati pred direktnimi sončnimi žarki, atmosferskimi vplivi, gnilobo ter možnostjo poškodb. Vsak kabelski boben mora imeti napisno ploščico z vtisnjenimi podatki o kablu: tip kabla, število in presek žil, nazivno napetost, težo in dolžino kabla, leto izdelave in številko kabelskega koluta.

Ekstremni pogoji

Ne priporoča se polaganje kablov pri temperaturah, ki so nižje od + 5°C. Če je zunanja temperatura nižja, moramo kabel predhodno segreti z enim od navedenih načinov:

a) Segrevanje kabla v suhem prostoru: kabelski boben pustimo v zaprtem prostoru, če je temperatura prostora:

od + 5°C do + 10°C      72 ur,  
od + 10°C do + 20°C      40 do 48 ur,  
od + 20°C do + 25°C      24 do 36 ur.

b) Segrevanje z električnim tokom: Vse žile razen nevtralne (če je manjšega prereza) vezemo paralelno in priključimo na varilno aparaturu ali ustrezni transformator 400/230/7 V. Jakost toka pri segrevanju je cca 1 A/mm<sup>2</sup>. S termometrom kontroliramo temperaturo na površini kabla, pri čemer je maksimalna dopustna temperatura:

+ 40°C za kable do 1 kV,  
+ 35°C za kable do 10 kV,  
+ 30°C za kable do 20 kV.

## Odvijanje kabla

Pred odvijanjem kabla z bobna moramo natančno preučiti vse pogoje, ki jih je predpisal proizvajalec kabla, kakor tudi preveriti:

pravilnost zaščitnih kap na koncih kabla,  
stanje plašča kabla na zunanji strani,  
če obstaja možnost morebitne poškodbe zunanjega plašča pri odvijanju,  
splošno stanje kabelskega bobna,  
skladnost tipa ter dolžine kabla s projektiranimi podatki za določeno kabelsko traso.

Za odvijanje kabla je potrebno dvigniti boben s tal na kabelski podstavek ali prikolico. Kabel se odvija s počasnim in enakomernim vlečenjem z gornje strani bobna tako, da je smer odvijanja nasprotna smeri puščice na bobnu. Zagotoviti moramo možnost zaviranja bobna. Mesto postavitve kabelskega bobna oz. podstavka se prilagodi okoliščinam terena in predvidenemu načinu polaganja v neposredni bližini rova oz. kabelske kanalizacije.

Kable je potrebno razvijati s pomočjo valjev, pri tem je potrebno paziti, da se kabli ne vlečejo po tleh. Posebno pa je potrebno paziti, pri vlečenju v kabelsko kanalizacijo, da se ne bo poškodoval zunanji plašč. S poškodovanjem zunanjega plašča bo prišlo do vdora vlage v kabel in s tem do uničenja kabla.

Mehansko odvijanje kabla z motornim vitlom lahko izvajamo na sledeče tri načine.

Vleka s pomočjo vlečne nogavice, ki jo zatakemo za plašč kabla. Ta način je primeren za trase, kjer ni veliko kotov in robov.

Vleka s pomočjo sponke, ki je vezana na vodnike kabla. Način je primeren za daljše in težje trase, kjer je potrebna večja zatezna sila.

Vleka s pomočjo sponke, ki je vezana na armaturo kabla (samo kabli z okroglo ali ploščato žično armaturo).

## Polaganje nizkonapetostnih energetske kablov

### Ročno polaganje:

Ročno polaganje kablov se uporabi pri krajših dolžinah do 300 m in pri sektorjih z ostrim spreminjanjem trase. Odviti kabel nosijo delavci. Število delavcev se določi tako, da znaša obremenitev na enega delavca do 20 kg. Pri tem pazimo na minimalne dopustne polmere krivljenja in da se kabel ne vleče po tleh. Možna je tudi uporaba valjev. Odvijanje kabla z vozilom vzdolž trase in ročnim polaganjem v rov je dovoljeno le na terenih, ki to omogočajo. Upoštevati je potrebno navodila za odvijanje in polaganje kablov. Kabel se ne sme vleči preko trdih in ostrih predmetov in robov.

### Strojno polaganje:

Polaganje kabla z vitlom (strojno polaganje kabla) se uporabi za vleko kablov v kabelski kanalizaciji. Vleka kablov se izvaja s pomočjo:

Vlečne nogavice za trase, kjer ni veliko kotov in robov. Vlečna vrv je z vlečno nogavico povezana s koncem kabla. Velikost vlečne nogavice je odvisna od premera kabla. Dolžina kabla, ki jo je pri vlečenju objela kabelska nogavica se odstrani in ponovno zatesni kanec kabla, v kolikor se takoj ne izdelata kabelski končnik.

Zatezne spojke za daljše in težje trase, kjer so potrebne večje vlečne sile. Zatezna sponka se pričvrsti na same vodnike.

Pred strojnim polaganjem kablov je potrebno določiti silo vlečenja kabla, med samim polaganjem pa kontrolirati z dinamometrom. Pri uporabi vitla mora biti vgrajena varovalka, ki bo popustila pri prekoračitvi dopustne vlečne sile. Za preprečevanje torzijske obremenitve kabla se med vlečno vrvjo in nogavico namesti antitorzijsko spojko.

Pri razvlačenju kabla je večkrat treba uporabljati večjo silo, ki lahko pri prekoračitvi predpisane vrednosti poškoduje kabel. Zato je še posebej treba upoštevati predpise v zvezi z uvlačenjem kabla v kabelsko kanalizacijo in montažo kabla.

Splošni predpis o vlečenju pri polaganju določa naslednje vlečne sile:

a) Vlečenje s kabelsko nogavico:

- za kable izolirane s plastično maso in s kovinskim plaščem  $P = 0,5 D^2$  daN
- za kable izolirane s plastično maso brez kovinskega plašča  $P = 0,33 D^2$  daN

b) Vlečenje za kabelske žile:

- za vse tipe kablov

Cu: 5 daN/mm<sup>2</sup>

Al: 3 daN/mm<sup>2</sup>

Radij krivljenja kabla pri polaganju mora biti večji od  $12 \times D$  (D - zunanji premer kabla).

Po gornjih podatkih znašajo za posamezne kable naslednje dovoljene vlečne sile in radiji krivljenja:  
Tip kabla

Dovoljena vlečna sila (daN)	Radij krivljenja (mm) z nogavico	
kabel FG07R 3×2,5mm <sup>2</sup>	32daN	118mm
kabel FG07R 2×1mm <sup>2</sup>	21 daN	96mm

Za zmanjšanje vlečnih sil je dopustna uporaba motorno gnanih valjev, ki potiskajo kabel v vlečni smeri (v razmaku od 20 do 30 m ter na vhodu in izhodu lomljene trase).

Polmeri krivljenja prikazani v tabeli so lahko za 30% manjši, če se krivljenje izvaja preko šablon ali če se krivi kable pred kabelskimi končniki.

Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati predpise glede zahtevanih minimalnih odmikov in načinov križanj z ostalimi komunalnimi vodi.

#### **Vodovod:**

- 1,0 m pri vzporednem poteku obstoječega cevovoda
- 1,5 m pri vzporednem poteku projektiranega cevovoda
- 0,5 m na mestu križanja z glavnim cevovodom
- 0,3 m na mestu križanja s priključnim cevovodom

V kolikor na mestih križanj ni možno zagotoviti predpisanih razdalj, je potrebno energetski kabel zaščititi pred mehansko poškodbo tako, da je zaščitna cev daljša na vsaki strani mesta križanja za 1 m.

#### **Kanalizacija:**

- 0,5 m pri vzporednem poteku z manjšimi kanalizacijskimi cevmi in hišnimi priključki.
- 1,5 m pri vzporednem poteku magistralnih kanalizacijskih cevi

- 0,3 m na mestih križanja. Energetski kabli morajo biti položeni nad kanalizacijskimi cevmi v zaščitnih ceveh, katerih dolžina presega 1,5 m na vsako stran križanja.

**Telekomunikacijski kabli:**

- 0,5 m pri vzporednem poteku energetskih kablov do 20 kV
- 0,3 m na mestu križanja energetskimi kabli do 1 kV
- 0,5 m na mestu križanja z energetskimi kabli od 1 do 20 kV
- kot križanja praviloma 90°, nikakor pa ne pod kotom manjšim od 45°

Če teh pogojev ni mogoče izpolniti, je potrebno energetski kabel položiti v 3 m dolgo zaščitno cev, telekomunikacijski kabel pa v PVC cev. Pri tem morajo biti vsi trije enožilni energetski kabli, ki pripadajo istemu sistemu, položeni v skupno jekleno cev.

**Plinovod:** - 0,5 m pri vzporednem poteku ( tlak  $p \leq 4$  bare )

- 0,5 m na mestu križanja.
- 0,3 m na mestu križanja s plinovodnimi priključki.

V kolikor na mestih križanj ni možno zagotoviti predpisanih razdalj, je potrebno energetski kabel zaščititi pred mehansko poškodbo tako, da je zaščitna cev daljša na vsaki strani mesta križanja za 1 m.

**Kabli javne razsvetljave:**

- 0,15 m pri vzporednem poteku
- 0,5 m med energetskimi kabli in svetilkami.

**VAŽNO OPOZORILO:** Pri vseh izvedbah križanj energetskega kabla z ostalo nadzemno in podzemno infrastrukturo je potrebno upoštevati soglasja prizadetih upravljavcev!

**Polaganje kablov v kabelsko kanalizacijo:**

Za cevno kanalizacijo se izdelata najprej podlaga iz suhega betona (MB20) debeline 10 cm, na katero se polagajo cevi. Cevi je potrebno pazljivo sestaviti (vodoneprepustno in brez mehanskih robov). Po spojitvi je potrebno cevi prekriti s suhim betonom debeline 10 cm. V kolikor se izvaja prehod na že položenih kablilih, tedaj se mehanska zaščita izdelata z ustreznimi polcevmi oz. prerezanimi PVC cevmi. Na mestih, kjer se cevi končajo v zelenici, je potrebno cevi zapreti z originalnimi pokrovi (preprečitev vdiranja vode, blata, peska). Če je v cevi položen kabel, se cevi zatesni s posebnimi manšetami.

Pri uvleki kabla v cevi oz. kabelsko kanalizacijo morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- na trasnih krivinah se mora spoštovati minimalni polmer krivljenja kablov,
  - odvisno od konstrukcije kablov ne smemo prekoračiti maksimalne dopustne vlečne sile.
- Izvedba temeljev za betonski drog.

**Tehnični ukrepi za zaščito pred električnim udarom**

Zaščita pred posredno (direktno) nevarnostjo dotika z deli pod napetostjo dosežemo z zaščito delov, ki so pri normalnih pogojih pod napetostjo, in sicer:

- z izolacijo (le-ta mora biti v skladu z standardi), pri čemer morajo biti deli pod napetostjo v popolnosti pokriti z izolacijo katero je mogoče odstraniti samo s silo, oz. z njenim uničenjem.
- s postavitvijo delov pod napetostjo v okrove oz. ohišja, ali z ločitvijo delov pod napetostjo z pregradami tako, da zagotavljajo najmanjšo stopnjo zaščite IP 2X, pri čemer bo dostop do delov pod napetostjo (odstranjevanje pregrade, odpiranje okrova) mogoč z uporabo orodja ali ključev (razdelilne omare,...).

Človek pri uporabi el. Instalacij lahko pride v dotik s izpostavljenimi prevodnimi deli (deli opreme, kateri v normalnem pogonu niso pod napetostjo in pridejo pod določeno napetostjo glede na zemljo, oziroma ostale prevodne dele v primeru okvare izolacije zaradi različne prehodne upornosti na mestu okvare). V kolikor se pri tem istočasno dotaknemo izpostavljenega in tujega prevodnega dela, kateri se ponavadi nahaja na potencialu zemlje, bomo premostili določeno okvarno napetost. Le-ta predstavlja napetost dotika. V kolikor je v tem primeru pričakovana napetost dotika višja od dovoljene napetosti dotika pride do

elekt. udara. Da bi preprečili ele. udar, mora zaščita omejiti tok, ki steče skozi človeško telo na velikost, ki ni nevarna za človeško telo (karakteristično za naprave razreda 0-osnovna izolacija, II-ojačana ali dvojna izolacija in III-mala napetost), ali pa omejiti čas delovanja toka, ki steče skozi človeško telo (karakteristično za naprave razreda I-prevodni deli povezani z zaščitnim vodnikom).

### Zaščita pred električnim udarom

Zaščito pred električnim udarom dosežemo z uporabo ukrepa zaščite pred posrednim dotikom. Predvidimo TN sistem mreže, v skladu z SIST HD 60364-4-41, ki predvideva, da mora biti izpolnjen pogoj:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

kjer je:

$Z_s$  - impedanca okvarne zanke;

$I_a$  - odklopni tok zaščitne naprave (inštalacijski odklopnik B10 A);

$U_0$  - nazivna napetost proti zemlji.

### Iz znanih podatkov naredimo kontrolo za najdaljšo vejo:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0 \rightarrow 0,74 \Omega \cdot 50 \text{ A} = 37,1 \text{ V} \leq 230 \text{ V}$$

Lahko ugotovimo, da so izpolnjeni pogoji za zanesljiv odklop napajanja v predvidenem času, ki je krajši od 5 s.

### Ukrep zaščite pred električnim udarom za napajanje predmetne cestne razsvetljave

Način izvedbe zaščite mora biti izveden s samodejnim odklopom napajanja in sicer z nad tokovno zaščito za vsako posamezno vejo razsvetljave. Za varovanje tokokrogov razsvetljave smo predvideli inštalacijski odklopnik karakteristike B10 A. Pri nastanku napake je treba zagotoviti izklop v predvidenem času. V našem primeru je treba okvarjeni del instalacije izklopiti v času  $t_i \leq 5 \text{ s}$ . Za določitev toka napake je bistvena impedanca celotne kratkostične zanke.

Za TN razdelilni sistem veljajo relacije:

Sistem ozemljitve cestne razsvetljave pa je predviden TN-C.

### Izenačevanje potencialov

Pri objektu se ozemljitveni trak veže na temeljno ozemljilo, ter na ničelno sponko oziroma PEN zbiralko v priključno merilno omari.

### Izvedba ozemljitev

Ves novi del ozemljitvenega sistema na obravnavanem območju bodo izvedeni površinsko s pocinkanim valjancem Fe-Zn 25x4 mm, zakopanim v globino 0,9 m.

Vsi priključki ozemljitve se izvedejo s pocinkanimi vijaki 2xM10.

Vsi spoji med posameznimi deli ozemljitvene naprave morajo biti predpisano izvedeni in antikorozijsko zaščiteni z ustreznimi premazi (katran, plastična masa).

Pri polaganju krakov mora biti kot med njimi vsaj 60°. Povsod naj se stremi k izvedbi večjega števila krajših krakov. Posebno skrbno je treba izvesti **zasipanje valjanca**. Najprej se nasuje drobnejši material z čim več zemlje, nato šele morebitni gramoz in pesek.

Po izvedbi ozemljitev je treba izvesti njih kontrolo z ozirom na pogoje, ki smo jih predpisali. Ti pogoji morajo biti **obvezno izpolnjeni**, tudi na račun morebitnega dodatnih polaganj valjanca. O stanju ozemljitvene naprave je treba voditi stalno evidenco.



**Električne meritve ozemljitev**

Po izdelavi ozemljil je potrebno v suhem vremenu izmeriti ponikalno upornost samega ozemljila. Velikost upornosti mora biti manjša od predpisane. V kolikor vrednost ne odgovarja, je potrebno vkopati dodatno količino ozemljitvenega traku ali izvesti dodatno sondiranje, ter povezavo z ozemljitvenim valjancem. Meritve in eventualno dodatno ozemljevanje izvesti pred polaganjem asfalta oziroma končne zunanje ureditve!

**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 novemberhni. 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:

$$\text{Pri TN sistemu: } \frac{I_K}{I_V} \geq 2,5$$

$I_K$  – 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.

Pri vstavljanju varovalnih vložkov za varovanje posameznih vej v kabelskih omaricah oziroma v transformatorskih postajah je potrebno paziti na to, da se vstavijo vložki take velikosti in takega tipa, kot je predvideno v projektu. V transformatorski postaji in v kabelskih omaricah oziroma v omaricah za podvarovanje je potrebno namestiti napisne tablice, na katerih mora biti napisano kateri objekti so priključeni na posamezen vod, presek vodnikov v posameznem vodu, velikost in tip varovalk, ter sistem zaščite pred električnim udarom.

**UKREPI ZA ODPRAVO NEVARNOSTI IN OMEJITEV ŠKODLJIVOSTI****Zaščita pred električnim udarom**

Zaščita pred električnim udarom se v skladu s tehnično smernico TSG-N- 002:2013 Nizkonapetostne inštalacije izvaja z :

- malo napetostjo
- samodejnim odklopom napajanja, ki pri okvari izolacije prepreči nastanek napetosti dotika z vrednostjo in trajanjem, nevarnim za fiziološko delovanje
- uporabo naprav razreda II (z dvojno izolacijo) ali ustrezno izolacijo,
- postavitvijo v neprevodne prostore,
- lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo,
- elektrino ločitvijo,
- zaščito s pregradami ali okrovi najmanj v izvedbi IP 2X ali IP XXB,
- zaščito z ovirami, kjer so zgornje dostopne vodoravne ploskve najmanj v izvedbi IP 4X,
- zaščito s postavitvijo zunaj dosega roke.

Zaščita pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja v sistemih električnih inštalacij, mora pri okvari izolacije preprečiti nastanek napetosti dotika s tako vrednostjo in trajanjem, ki bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje.

Posredni dotik napetosti

Prevodni deli zaščitene naprave, ki normalno niso pod napetostjo, morajo biti povezani preko zaščitnega vodnika z ozemljeno točko napajalnega sistema. Zaščitni vodnik mora imeti izolacijo rumeno-zelene barve.

Minimalni prerez zaščitnega vodnika se izbere glede na prerez faznega vodnika.

Izvesti je potrebno kontrolo izpolnitve pogoja delovanja zaščite z meritvijo impedance okvarne zanke skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009) in pravilnik o spremembi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije

Neposredni dotik napetosti

Zaščita pred neposrednim dotikom nam preprečuje, da bi se delov pod napetostjo dotaknili.

Ločimo zaščito:

- delov pod napetostjo z izoliranjem
- s pregradami
- z ovirami
- z namestitvijo zunaj dosega roke skladno z naslednjimi pravilniki:
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009) in pravilnik o spremembi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012

Neprimerni kratkostični tokovi

Zaščita je izvedena z izbiro ustreznih varovalnih elementov na posameznih tokokrogih in z izbiro take opreme, ki prenese kratkostične tokove pričakovane na mestu vgradnje predvidene opreme skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009) in pravilnik o spremembi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije

Preobremenitev vodnikov in opreme

Prerezi vodnikov so izbrani tako, da z ozirom na njihov tip in način polaganja dopuščajo trajne tokove, na katere so dimenzionirane njihove zaščitne naprave (varovalke). Oprema je zbrana tako, da njen dopustni tok ni večji od dopustnega nazivnega toka pripadajoče zaščitne naprave, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009) in pravilnik o spremembi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije

Prevelik padec napetosti

Zaščita je izvedena s pravilnim dimenzioniranjem prerezov vodnikov in kablov tako, da so padci napetosti pri nazivnih obremenitvah in pri zagonskih tokovih v mejah, ki jih določajo veljavni predpisi, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009) in pravilnik o spremembi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah Uradni list RS, št. 2/2012 z dne 9. 1. 2012

- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije

### Prenapetostna zaščita

Za zaščito pred prenapetostmi zaradi udarov strele, stikalnih manipulacij, dvigov napetosti sled kapacitivnih obremenitev, se uporabljajo prenapetostni odvodniki.

Karakteristike zaščitne naprave morajo biti določene na podlagi karakteristik omrežja na mestih priključka zaščitne naprave, skladno z naslednjimi pravilniki:

- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09),
- Tehnična smernica TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele

### Nevarnosti požara

Zaščita pred požarom je izvedena s pravilno izbiro materialov in opreme, ki ob pravilni izvedbi in vzdrževanju ne mora biti vzrok požara.

skladno z naslednjim pravilnikom in tehnično smernico:

- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07),
- Tehnična smernica TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah

### Obratovalne prenapetosti

Zaščita je izvedena z združevanjem vseh ozemlji: obratovalne, potencialne in strelovodnih ozemlji bližnjih objektov. Prav tako so na ozemljila povezane vse kovinske mase objekta. Vsa ozemljila morajo biti zaščitena proti mehanskim poškodbam.

### Zaščita pri gradnji

Da bi se dosegla zaščita delavcev in ostalih odgovornih oseb, je potrebno upoštevati sledeče varnostne ukrepe:

organizacija skladiščnega prostora,  
organizacija gradbišča,  
organizacija transporta materiala in orodja.

### **Postopek s kablji v obratovanju**

Pri montažnih delih v kabelskem omrežju je potrebno upoštevati navodila s področja zaščite pri delu, posebno pa tako imenovanih pet varnostnih pravil:

izklopiti,  
zavarovati pred ponovnim vklopom,  
prepričati se o breznapetostnem stanju,  
ozemljiti in kratko skleniti,  
prekriti ali ograditi sosednje dele, ki so pod napetostjo.

Pred presekanjem kabla je potrebno izvesti točno identifikacijo kabla. Presekanje kabla se nato izvede z napravo z daljinskim aktiviranjem. Presekanje kabla z ročno žago, krampom ali nekim drugim podobnim postopkom ni dovoljeno.

Po delovanju naprave za presekanje kabla je potrebno napravo skupaj z nožem pustiti okrog 5 minut, nato pa jo odstraniti s pomočjo zaščitnih rokavic, ostanek kabla pa prerezati.

Kable, ki so pod napetostjo in se nahajajo v istem rovu, v katerem opravljamo dela na enem od kablov, je potrebno dodatno mehansko zaščititi pred možnimi poškodbami in to:

- po celotni dolžini jih puščamo prekrите s plastjo peska najmanj do dodatne mehanske zaščite,
- s prekrivanjem in ograjevanjem kablov pod napetostjo (montaža lesenih desk),
- s prekrivanjem kablov pod napetostjo s specialnimi izolacijskimi prekrivali.

#### Označevanje kablov

Pri vstavljanju varovalnih vložkov za varovanje posameznih vej je potrebno paziti na to, da se vstavijo vložki take velikosti in takega tipa, kot je predvideno v projektu. V transformatorski postaji in v kabelskih jaških je potrebno namestiti napisne tablice na katerih mora biti napisano kateri objekti so priključeni na posamezen vod in presek vodnikov v posameznem vodu.

Predpisana tablica za označevanje vodov, naj bo iz PVC materiala odporna na zunanje vplive, z graviranim napisom. Tablice naj bodo označene z črkami velikosti 6 mm. Pritrjevanje tablic se izvede z PVC vezico, na kabelski vod pri uvodu v cev kabelske kanalizacije. Za označevanje novo položenih kablov poskrbi izvajalec del.

#### Preizkus kablov po položitvi

Priporoča se preizkus kabla z enosmerno napetostjo, ki se izvaja na popolnoma zmontiranem kablu s kabelskim priborom pred stavljanjem v obratovanje. Po preizkušanju mora merilec izdati ustrezni protokol z rezultati preizkušanja.

Če ni mogoče pred stavljanjem v obratovanje preizkusiti kabla z enosmerno napetostjo, se dopušča preizkušanje kabla z izmenično napetostjo 50 Hz.

Kontrolo dielektrične trdnosti novopoloženih kablov z enosmerno napetostjo je treba opraviti z napetostmi, ki jih prikazuje spodnja tabela.

Nazivna napetost (kV)	Izmenična napetost (kV)	Enosmerna napetost (kV)	Čas trajanja (min.)
0,6/1	4	12	10

Poskusno obratovanje

Poskusno obratovanje za kable ni potrebno.

#### TEHNIČNA DOKUMENTACIJA, PID IN NOV

Pred zasutjem kabelskega jarka ter izvedbo kabelske kanalizacije je potrebno posneti kabelske trase s kotiranjem od fiksnih točk na terenu, kot so objekti, ter od geodetskih točk in jih vnesti v tehnično dokumentacijo distributivnega podjetja v skladu z zakonom zakon o katastru komunalnih naprav ter Pravilnikom o izdelavi in vzdrževanju katastra komunalnih naprav, ki ga o svojih napravah in objektih vodijo komunalne in druge delovne organizacije.

V tehnično dokumentacijo je potrebno vnesti pomembnejše dele kabelskega voda, kot so kabelske spojke, različna križanja z ostalimi komunalnimi vodi ali drugimi napravami, polaganje v cevi, kanalizacijo in podobno.

Po končanih gradbeno-montažnih delih je potrebno izdelati projekt izvedenih del (PID), ki obsega tehnično poročilo, situacijo in shematsko risbo kabelske kanalizacije, situacijo in plašč kabelskih jaškov, oboje tudi s potekom kabla, situacijo in shematsko risbo podzemnih kablov z vsemi potrebnimi detajli. Prav tako je potrebno izdelati navodila za obratovanje in vzdrževanje cestne razsvetljave.

#### 4/2.4.5 VPLIVI NA OKOLJE IN PROSTOR

Novo projektirani kabli ne predvidevajo povečanja obremenitev na okolje in prostor. Obstoječa oziroma predvidena kabelska kanalizacija poteka pod javnimi površinami dovolj daleč od objektov. Ta oddaljenost nam daje zadostno zagotovilo glede vpliva električnega magnetnega sevanja in električnega polja na okolje in prostor.

Odpadke in odpadlo embalažo je potrebno zbirati v pripravljenih kontejnerjih. Odpadle surovinske materiale (demontirani kabel, baker, železo) je potrebno shraniti v skladišču odpadnih kovin podjetja.

**Z okoljem ravnati skladno z določili standarda ISO 14001- ravnanje z okoljem.**

## PROJEKTANTSKI POPIS:

Se nahaja v združenem popisu v GOI.

## 4/6.5 RISBE

### Situacije

Situacija - pregledna

risba št. 1

Situacija

risba št. 2

### Sheme

Shemat elektro kabskega razpleta svetilk na stopnišču

risba št. 3

Shemat elektrokabskega razvoda svetil v NN prostoru

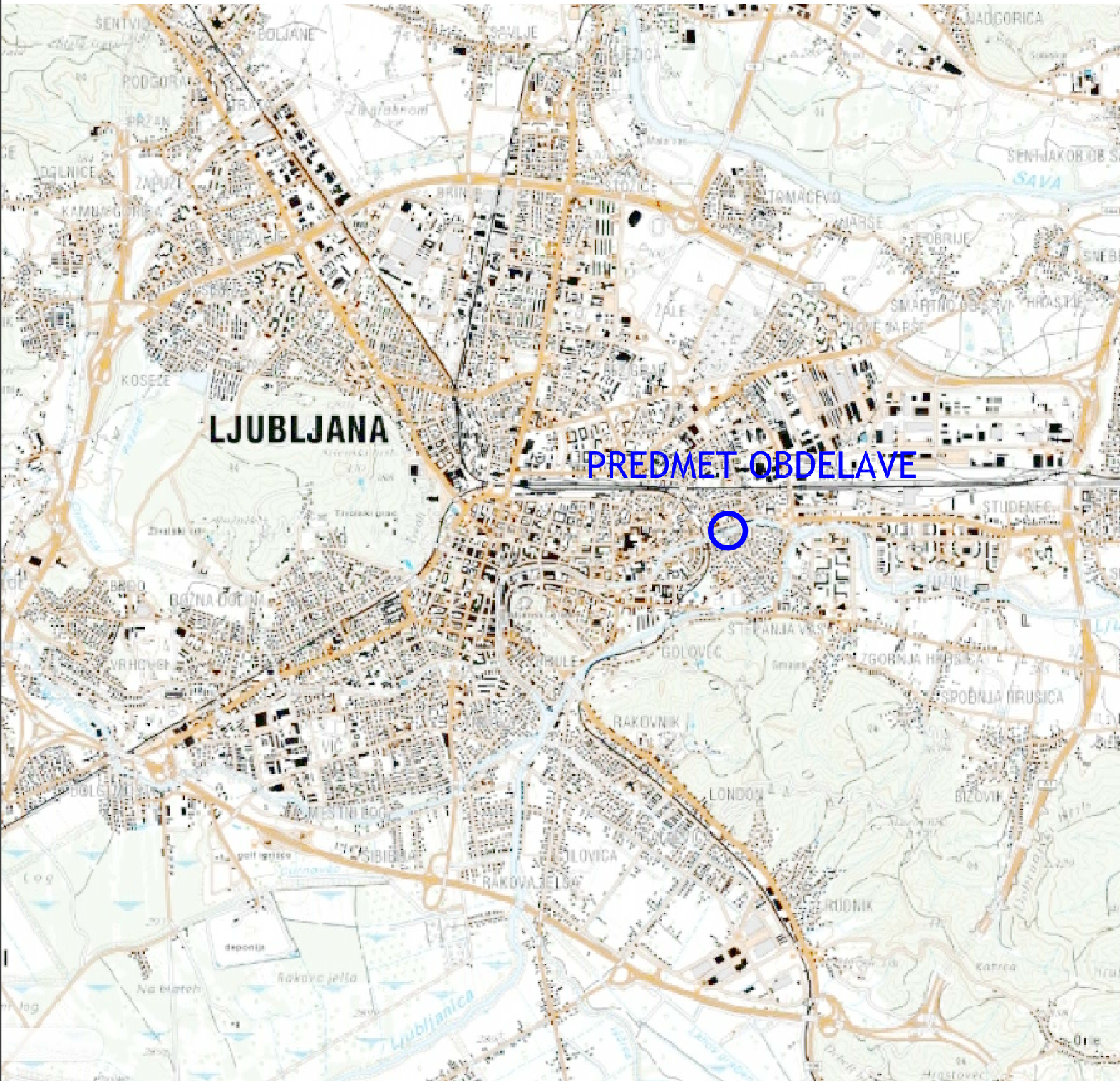
risba št. 4

Vodotesna doza

risba št. 5

Povezovanje cevi med dozami

risba št. 6



investitor:



Mestna občina  
Ljubljana

Mestna občina Ljubljana  
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana, Slovenija  
t: +386 1 3061000  
glavna.pisarna@ljubljana.si  
www.ljubljana.si

vodilni projektant:

scapelab

Levstikov trg 4a  
1000 Ljubljana  
t: +386 1 2003591  
f: +386 1 2003598  
www.scapelab.com  
info@scapelab.com

projektant načrta:



Letališka cesta 27,  
1000 Ljubljana  
t: +386 1 420 22 90  
f: +386 1 420 22 91  
info@novera.si

objekt:

Ena hiša – Celovita ureditev območja  
Cukrarne in Ambroževega trga z  
nabrežjem Ljubljanice ter objekti  
upravnega središča (Galerija Cukrarna)  
Faza I

odgovorni vodja projekta:

Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.

A-1226

odgovorni projektant:

Igor Vatovec, inž.el.

E-0085

sodelavec - odgovorni projektant:

/

/

sodelavci:

Jure Bričl, inž.el.

vrsta projekta:

PZI

številka projekta:

2013-04

načrt:

Načrt el. inštalacij in električne opreme - 4.5

številka načrta:

13-044/JR-S

vsebina risbe (dokumenta):

Pregledna karta

označba risbe (dokumenta):

1

revizija:

PZI - NOVO STANJE FAZA I

datum:

april 2017

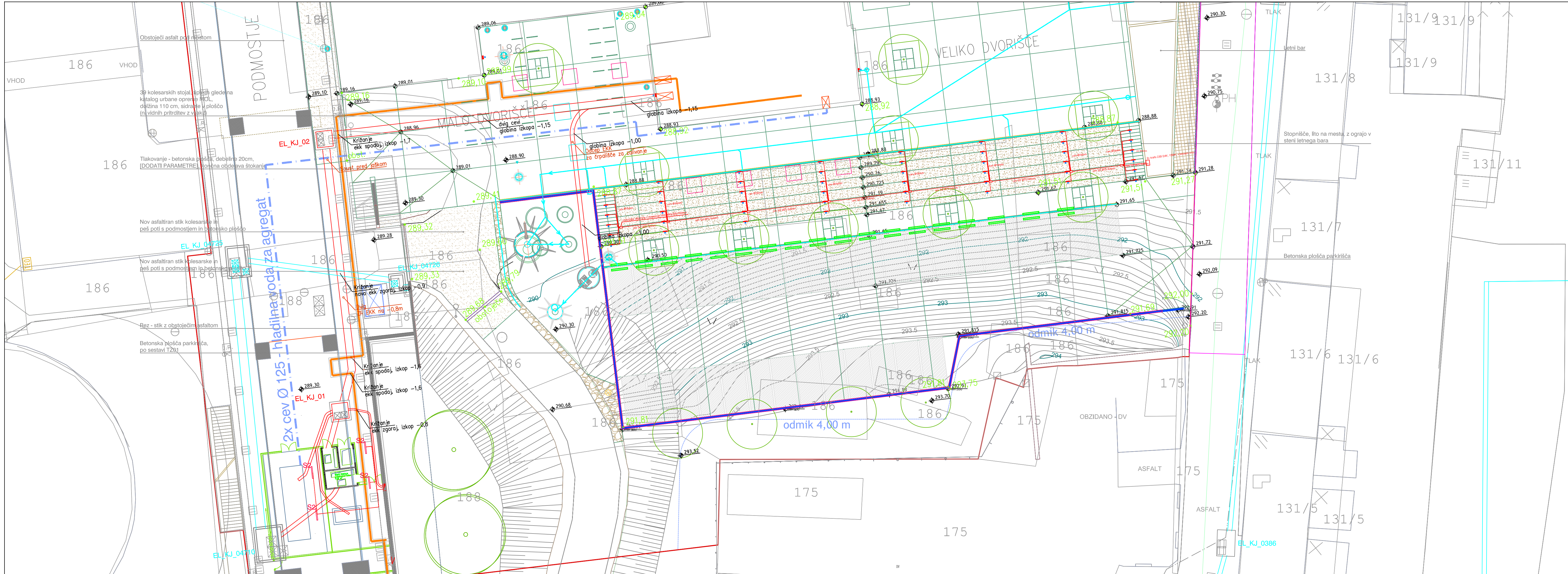
merilo:




ni v merilu

številka lista:

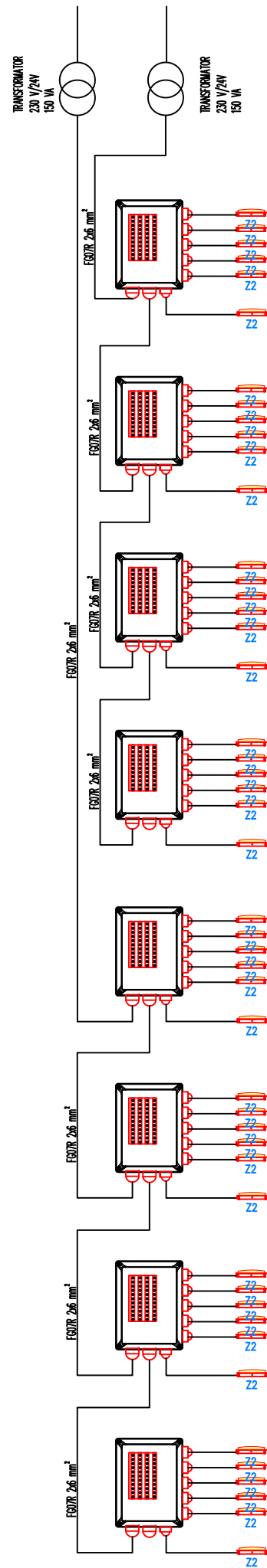
[1]/[6]





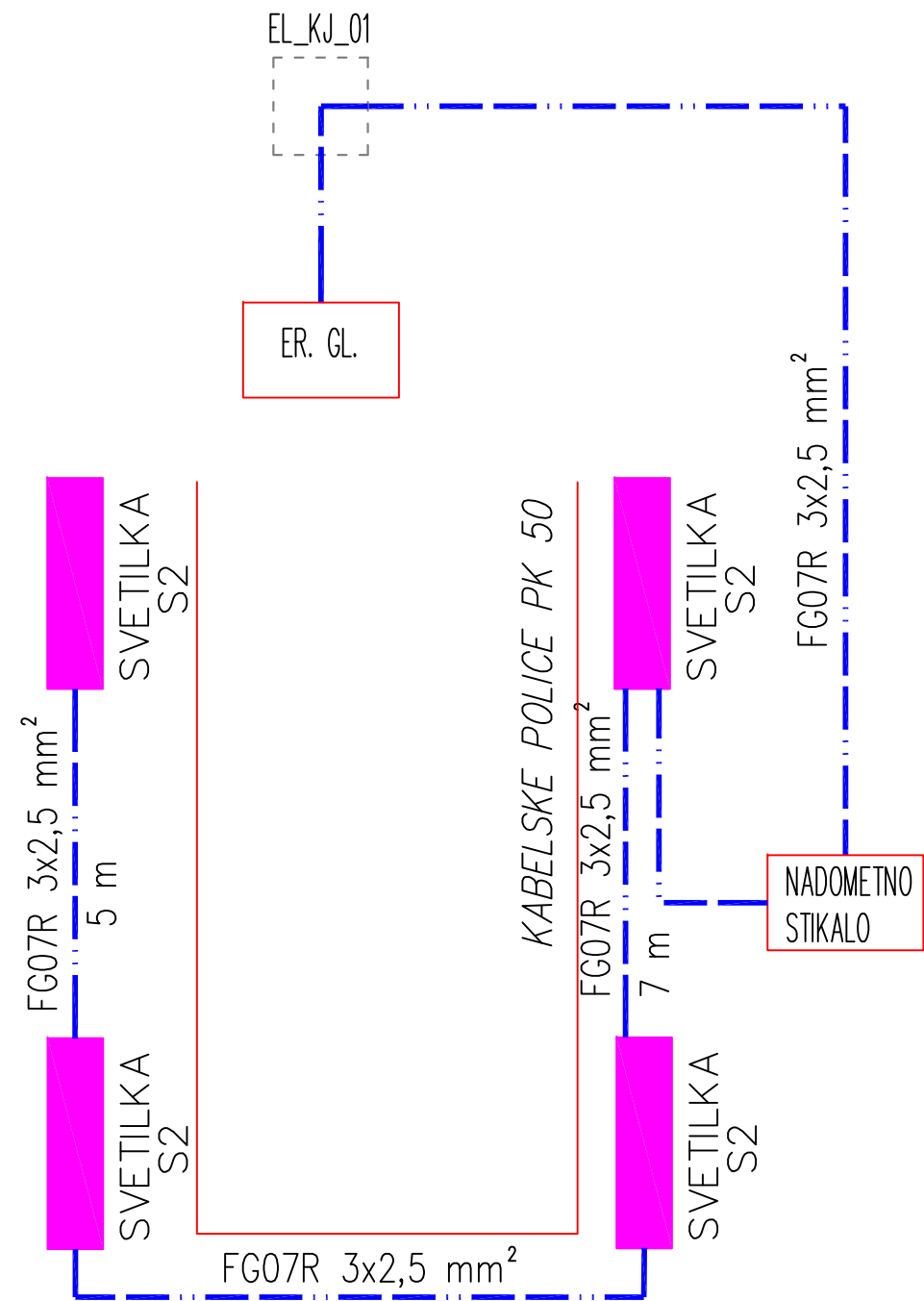



investitor:	<div><div></div><div>Mestna občina Ljubljana Ljubljana</div></div> <div>Mestna občina Ljubljana Mestni trg 1, 1000 Ljubljana, Slovenija t: +386 1 3061000 glavna.pisarna@ljubljana.si www.ljubljana.si</div>		
vodilni projektant:	<div><div></div><div>Levstikov trg 4a 1000 Ljubljana t: +386 1 2003591 f: +386 1 2003598 www.scapelab.com info@scapelab.com</div></div>		
projektant načrta:	<div><div></div><div>Letališka cesta 27, 1000 Ljubljana t: +386 1 420 22 90 f: +386 1 420 22 91 info@novera.si</div></div>		
objekt:	<div>Ena hiša – Celovita ureditev območja Cukrarne in Ambroževega trga z nabrežnega Ljublanice ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarna) Faza I</div>		
odgovorni vodja projekta:	Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.	A-1226	
odgovorni projektant:	Igor Vatovec, inž.el.	E-0085	
sodelavec - odgovorni projektant:	/	/	
sodelavci:	Jure Bricl, inž.el.		
vrsta projekta:	PZI		
številka projekta:	2013-04		
načrt:	Načrt el. inštalacij in električne opreme - 4.5		
številka načrta:	13-044/JR-5		
vsebina risbe (dokumenta):	Situacijski prikaz		
označba risbe (dokumenta):	2		
revizija:	PZI - NOVO STANJE FAZA I		
datum:	april 2017		
merilo:	ni v merilu	številka lista:	[2]/[6]

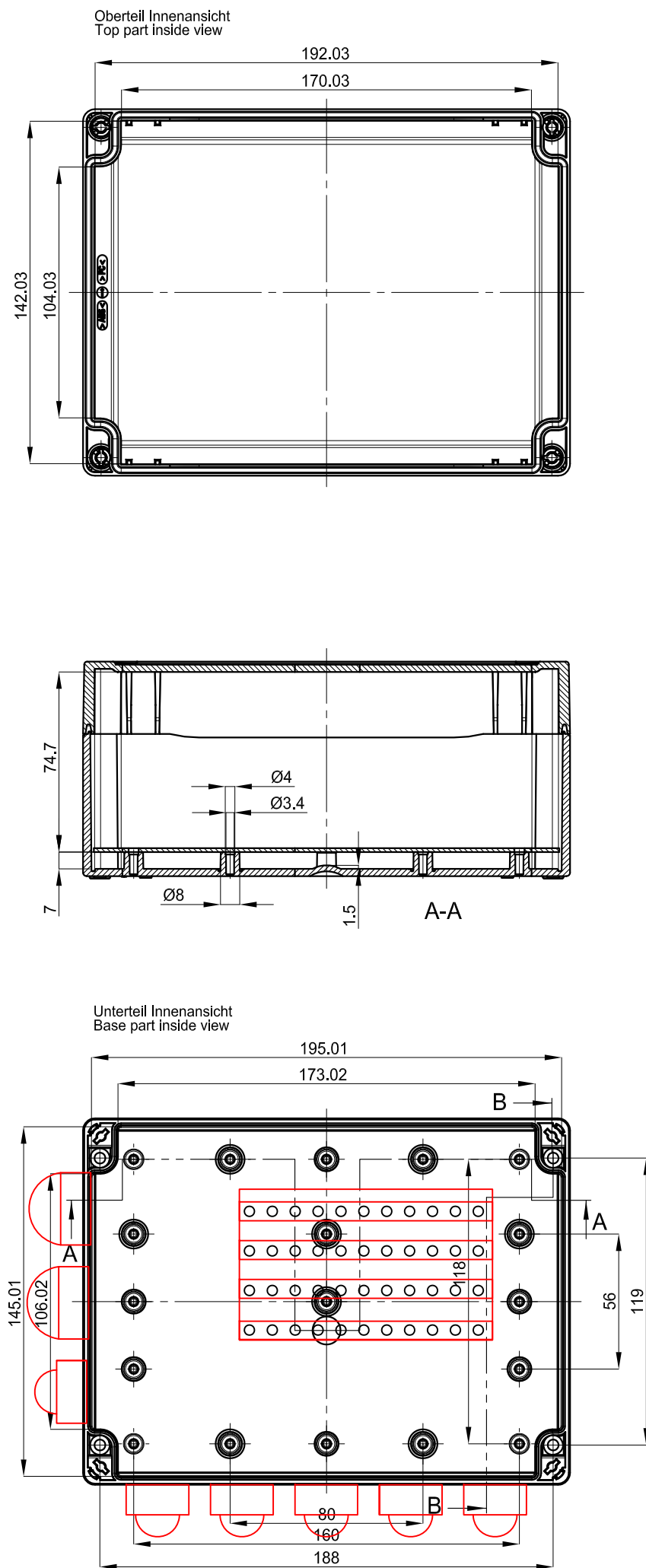




investitor:	<div><div>Mestna občina Ljubljana</div></div> <div>Mestna občina Ljubljana Mestni trg 1, 1000 Ljubljana, Slovenija t: +386 1 3061000 glavna.pisarna@ljubljana.si www.ljubljana.si</div>		
vodilni projektant:	<div>scapelab</div> <div>Levstikov trg 4a 1000 Ljubljana t: +386 1 2003591 f: +386 1 2003598 www.scapelab.com info@scapelab.com</div>		
projektant načrta:	<div><div>NOVERA PROJEKT d.o.o.</div></div> <div>Letališka cesta 27, 1000 Ljubljana t: +386 1 420 22 90 f: +386 1 420 22 91 info@novera.si</div>		
objekt:	<div>Ena hiša – Celovita ureditev območja Cukrarne in Ambroževega trga z nabrežjem Ljubljanice ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarna)</div>		
odgovorni vodja projekta:	Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.	A-1226	
odgovorni projektant:	Igor Vatovec , inž.el.	E-0085	
sodelavec - odgovorni projektant:	/	/	
sodelavci:	Jure Bricl, inž.el.		
vrsta projekta:	PZI		
številka projekta:	2013-04		
načrt:	Načrt el. inštalacij in električne opreme - 4.5		
številka načrta:	13-044/JR-S		
vsebina risbe (dokumenta):	Shemat elektro kabskega razpleta svetilk na stopnišču		
označba risbe (dokumenta):	3		
revizija:	PZI - NOVO STANJE FAZA I		
datum:	april 2017		
merilo:	ni v merilu	številka lista:	[3]/[6]



investitor:	<div><div></div><div>Mestna občina Ljubljana</div></div> <div>Mestna občina Ljubljana Mestni trg 1, 1000 Ljubljana, Slovenija t: +386 1 3061000 glavna.pisarna@ljubljana.si www.ljubljana.si</div>		
vodilni projektant:	<div>scapelab</div> <div>Levstikov trg 4a 1000 Ljubljana t: +386 1 2003591 f: +386 1 2003598 www.scapelab.com info@scapelab.com</div>		
projektant načrta:	<div><div>NOVERA</div><div>P R O J E K T d.o.o.</div></div> <div>Letališka cesta 27, 1000 Ljubljana t: +386 1 420 22 90 f: +386 1 420 22 91 info@novera.si</div>		
objekt:	<div>Ena hiša – Celovita ureditev območja Cukrarne in Ambroževega trga z nabrežjem Ljubljanice ter objekti upravnega središča (Galerija Cukrarna) Faza I</div>		
odgovorni vodja projekta:	Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.	A-1226	
odgovorni projektant:	Igor Vatovec , inž.el.	E-0085	
sodelavec - odgovorni projektant:	/	/	
sodelavci:	Jure Bricl, inž.el.		
vrsta projekta:	PZI		
številka projekta:	2013-04		
načrt:	Načrt el. inštalacij in električne opreme - 4.5		
številka načrta:	13-044/JR-S		
vsebina risbe (dokumenta):	Shemat elektrokabelskega razvoda svetil v NN prostoru		
označba risbe (dokumenta):	4		
revizija:	PZI - NOVO STANJE FAZA I		
datum:	april 2017		
merilo:	ni v merilu	številka lista:	[4]/[6]



investitor:



Mestna občina  
Ljubljana

Mestna občina Ljubljana  
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana, Slovenija  
t: +386 1 3061000  
glavna.pisarna@ljubljana.si  
www.ljubljana.si

vodilni projektant:

scapelab

Levstikov trg 4a  
1000 Ljubljana  
t: +386 1 2003591  
f: +386 1 2003598  
www.scapelab.com  
info@scapelab.com

projektant načrta:

NOVERA  
PROJEKT d.o.o.

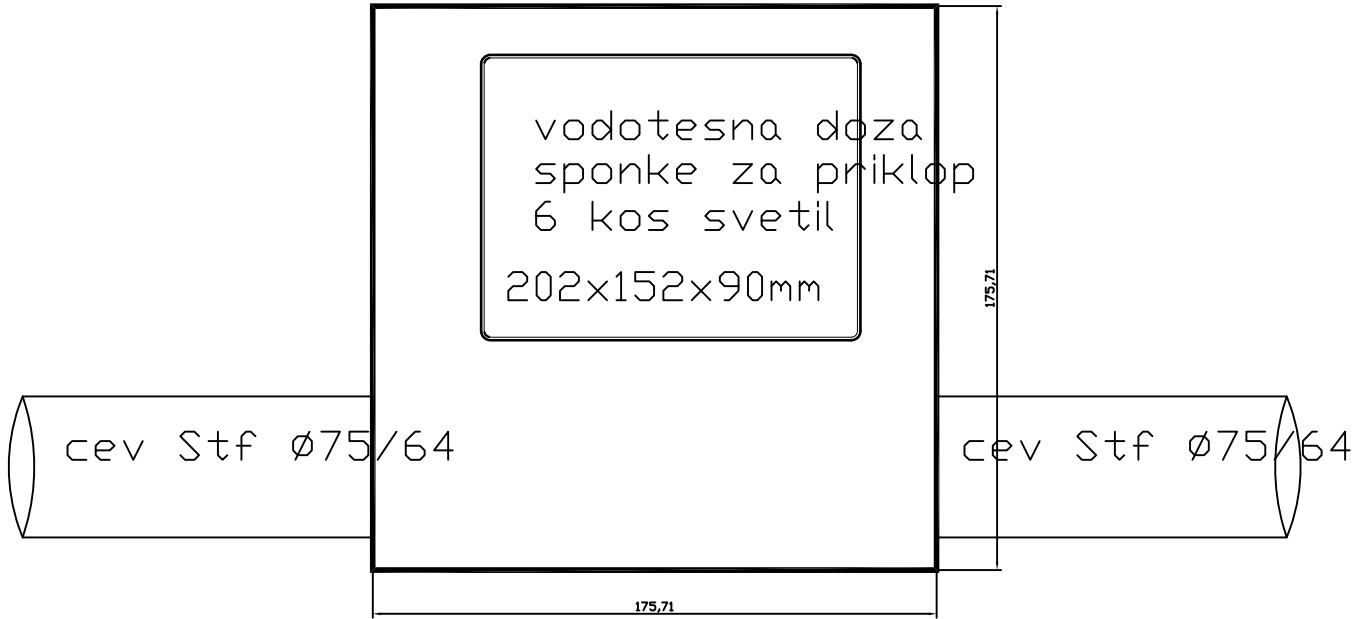
Letališka cesta 27,  
1000 Ljubljana  
t: +386 1 420 22 90  
f: +386 1 420 22 91  
info@novera.si

objekt:

Ena hiša – Celovita ureditev območja  
Cukrarne in Ambroževega trga z  
nabrežjem Ljubljanice ter objekti  
upravnega središča (Galerija Cukrarna)

odgovorni vodja projekta:	Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.	A-1226
odgovorni projektant:	Igor Vatovec , inž.el.	E-0085
sodelavec - odgovorni projektant:	/	/
sodelavci:	Jure Bricl, inž.el.	

vrsta projekta:	PZI
številka projekta:	2013-04
načrt:	Načrt el. inštalacij in električne opreme - 4.5
številka načrta:	13-044/JR-S
vsebina risbe (dokumenta):	Vodotesna doza
označba risbe (dokumenta):	5
revizija:	PZI - NOVO STANJE FAZA I
datum:	april 2017
merilo:	ni v merilu
številka lista:	[5]/[6]



investitor:



Mestna občina  
Ljubljana

Mestna občina Ljubljana  
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana, Slovenija  
t: +386 1 3061000  
glavna.pisarna@ljubljana.si  
www.ljubljana.si

vodilni projektant:

scapelab

Levstikov trg 4a  
1000 Ljubljana  
t: +386 1 2003591  
f: +386 1 2003598  
www.scapelab.com  
info@scapelab.com

projektant načrta:



NOVERA  
PROJEKT d.o.o.

Letališka cesta 27,  
1000 Ljubljana  
t: +386 1 420 22 90  
f: +386 1 420 22 91  
info@novera.si

objekt:

Ena hiša – Celovita ureditev območja  
Cukrarne in Ambroževega trga z  
nabrežjem Ljubljanice ter objekti  
upravnega središča (Galerija Cukrarna)  
Faza I

odgovorni vodja projekta:	Marko Studen, univ.dipl.inž.arh., M.Sc.	A-1226
odgovorni projektant:	Igor Vatovec , inž.el.	E-0085
sodelavec - odgovorni projektant:	/	/
sodelavci:	Jure Bricl, inž.el.	

vrsta projekta:	PZI
številka projekta:	2013-04
načrt:	Načrt el. inštalacij in električne opreme - 4.5
številka načrta:	13-044/JR-S
vsebina risbe (dokumenta):	Povezovanje cevi med dozami
označba risbe (dokumenta):	6
revizija:	PZI - NOVO STANJE FAZA I
datum:	april 2017
merilo:	ni v merilu
številka lista:	[6]/[6]