

## 1. NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU

### MAPA 4

## NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

- Električne inštalacije

*investitor*

**Javno podjetje Komunala Ilirska Bistrica d.o.o.**  
**Prešernova 7, 6250 Ilirska Bistrica**

*objekt*

**DOLB ILIRSKA BISTRICA**

*vrsta projektne dokumentacije*  
*za gradnjo*  
*projektant*

**PGD**

**Nova gradnja**

**NOM BIRO**

**projektiranje in svetovanje d.o.o.**

sedež: Lovorova 8, 6000 Koper

biro: Šmarska cesta 5 C, 6000 Koper

tel. 05/ 631 40 66

email: info@nombiro.si

<http://www.nombiro.si>

*žig in podpis*



*odgovorni projektant*

**Tomaž Dobrila, univ. dipl. inž. el.**  
ident. št. pri IZS E-1730

*žig in podpis*

*odgovorni vodja projekta*

**Peter Blažek, univ.dipl.inž.str.**  
ident. št. pri IZS S-0960

*žig in podpis*

*številka načrta*

35/17-E

*kraj in datum izdelave načrta*  
*izvod*

Koper, december 2017

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

## **2. KAZALO VSEBINE NAČRTA**

|                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU</b>                                          | <b>1</b> |
| <b>2. KAZALO VSEBINE NAČRTA</b>                                                                | <b>2</b> |
| <b>3. IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA NAČRTA V PROJEKTU ZA PRIDOBITEV GRADBENEGA DOVOLJENJA</b> | <b>4</b> |
| <b>4. TEHNIČNO POROČILO</b>                                                                    | <b>5</b> |
| 4.1. SPLOŠNO                                                                                   | 5        |
| 4.2. PRESKRBA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO                                                            | 7        |
| 4.3. MOČNOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE                                                          | 7        |
| 4.3.1. Električne inštalacije za razsvetljavo                                                  | 7        |
| 4.3.2. Električne inštalacije za vtičnice in malo moč                                          | 9        |
| 4.3.3. Zaščita                                                                                 | 10       |
| 4.4. IZVEDBA INŠTALACIJ                                                                        | 16       |
| 4.5. OZEMLJITVE                                                                                | 16       |
| 4.6. ZAKLJUČEK                                                                                 | 16       |
| 4.7. TEHNIČNI IZRAČUNI                                                                         | 17       |
| 4.7.1. Napajalni kabli                                                                         | 17       |
| 4.7.2. Razsvetljava                                                                            | 18       |

**4. RISBE**

|        |                     |         |
|--------|---------------------|---------|
| list 1 | Situacija           | M 1:200 |
| list 2 | Tloris - kotlovnica | M 1:50  |

**3. IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA  
NAČRTA V PROJEKTU ZA PRIDOBITEV  
GRADBENEGA DOVOLJENJA**

Odgovorni projektant Tomaž Dobrila, univ.dipl.inž.el.

**IZJAVLJAM,**

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

št. načrta  
35/17-E

kraj in datum izdelave  
Koper, december 2017

Odgovorni projektant  
**Tomaž Dobrila, univ.dipl.inž.el.**



podpis

## 4. TEHNIČNO POROČILO

### 4.1. SPLOŠNO

Predmet načrta je kotlovnica z zalogovnikom lesne biomase. Centralna kotlovnica je predvidena v območju stare vojašnice. Uporabljena bo obstoječa kotlovnica, ki trenutno ni v uporabi. Obstoječa kotlovnica se prenove in opremlja z novo elektro inštalacijsko opremo. Iz nove kotlovnice bo speljan podzemni telekomunikacijski vod za namen daljinskega krmiljenja do obstoječih kotlovnice ali toplotnih postaj posameznih objektov v bližini.

Osnova za izdelavo PGD načrta so arhitekturne podlage in projekt strojnih inštalacij.

V načrtu električnih inštalacij in električne opreme so obravnavane naslednje inštalacije oziroma sistemi za:

- splošno in zasilno razsvetljavo,
- vtičnice in malo moč,
- avtomatika za tehnologijo,
- ozemljitve,
- izenačitev potencialov.

Pri načrtovanju električnih inštalacij in električne opreme so bili uporabljeni sledeči predpisi, mednarodni veljavni standardi, smernice in tehnični viri:

1. Pravilnik o projektni dokumentaciji (Ur. l. RS 55/2008),
2. Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. l. RS 41/2009, 2/2012) in Tehnična smernica TSG-N-002: 2013 Nizkonapetostne električne inštalacije,
3. Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS 28/2009, 2/2012) in Tehnična smernica TSG-N-003: 2013 Zaščita pred delovanjem strele,
4. Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Ur. l. RS 31/2004, 10/2005, 83/2005, 14/2007, 12/2013) in Tehnična smernica TSG-1-001: 2010 Požarna varnost v stavbah,
5. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 52/2010) in Tehnična smernica TSG-1-004: 2010 Učinkovita raba energije,
6. Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (EMC) (Ur. list RS, št. 84/2001, 32/2002 in 132/2006),
7. Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. list RS, št. 70/96),
8. Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. list RS, št. 81/2007, 109/2007, 62/2010, 46/2013),
9. Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka (Ur. list RS, št. 29/92),
10. Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. list RS, št. 89/99, 39/05, 43/11 - ZVZD-1),
11. Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD-1) (Ur. l. RS št. 43/2011),
12. Zakon o graditvi objektov ZGO-1 (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 20/11 – odl. US, 57/12, 110/13 in 19/15),

Standardi (upoštevati je potrebno zadnjo verzijo standarda glede na letnico izdaje):

- SIST HD 60364-1 – NN električne inštalacije -1. del;
- SIST IEC 60364 – NN električne inštalacije (družina standardov);
- IEC 61439-1, SIST IEC 60439 – Sestavi NN stikalnih in krmilnih naprav (družina standardov);
- EN 60947-1/3, EN 60669-1 – Nizkonapetostne stikalne naprave, Stikala;
- EN 60309-1/2, IEC 309-1/2 – Vtičnice;
- SIST IEC 62440 – Električni kabli nazivne napetosti do 450/750 V (družina standardov);
- SIST IEC 60287 – Električni kabli - izračun tokovne obremenitve (družina standardov);
- IEC 60332-1-2 – Ognjeodpornost kablov;
- HD 603/VDE 0276-603 – Kabli;
- SIST EN 12464-1 in 12464-2 – Svetloba in razsvetljava;
- SIST HD 637 S1 – Ozemljitve v NN omrežju;
- IEC 62305 – Lightning protection standard;
- EN 60598-1 +A11 – Svetilke 1. del: Splošne zahteve in preskusi;
- EN 60598-2-1 – Svetilke 2. del: Posebne zahteve – 1. oddelek: Trajno nameščene svetilke za splošno uporabo;
- EN 60598-2-2 +A1 – Svetilke 2. del: Posebne zahteve – 2. oddelek: Vgradnje svetilke;
- EN 60598-2-4 – Svetilke 2. del: Posebne zahteve - 4. del: Prenosne svetilke za splošno uporabo;
- EN 60598-2-22, UNI EN 1838, UNI 11222 – Zasilna razsvetljava;
- EN 55015 +A1 +A2 – Mejne vrednosti in metode merjenja karakteristik občutljivosti za radijske motnje električne razsvetljave in podobne opreme;
- EN 61000-6-3 +A11 – Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-3. del: Osnovni standardi – Standard oddajanja motenj v stanovanjskih, poslovnih in manj zahtevnih industrijskih okoljih;
- EN 61000-6-1 – Elektromagnetna združljivost (EMC) - 6-1. del: Osnovni standardi - Odpornost v stanovanjskih, poslovnih in manj zahtevnih industrijskih okoljih;
- EN 6100-3-2 – Elektromagnetna združljivost (EMC) – 3-2. del: Mejne vrednosti – Mejne vrednosti za oddajanje harmonskih tokov (vhodni tok opreme do vključno 16 A na fazo);
- EN 6100-3-3 – Elektromagnetna združljivost (EMC) – 3-3. del: Mejne vrednosti – Omejitev vrednosti kolebanja napetosti in flikerja v nizkonapetostnih napajalnih sistemih za opremo z naznačenim tokom do 16 A;
- EN 61547 – Oprema za splošno razsvetljavo - Zahteve za odpornost proti EMC;
- EN 60529, (skladno po IEC 529) – Stopnja zaščite IP66;
- SIST EN 60950 – Oprema za informacijsko tehnologijo;
- EN 50014 – Varnost pred udarci;
- EN 50086, EN 50173, EN 50174-1, EN 50174-2, EN 50174-3, EN 50310, ISO/IEC 11801 in ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1, IEC 60332-3 – Univerzalno kabliranje;
- smernica SZPV 408/08 Požarnovarnostne zahteve za električne in cevne napeljave v stavbah;

Vsi vgrajeni el. kabli, vodniki, vtičnice, stikalna in krmilna oprema v stikalnih blokih morajo ustrezati pogojem za priključitev na omrežno napetost v Republiki Sloveniji in zahtevam iz zgoraj naštetih standardov.

Razen, če ni v specifikacijah tega projekta izrecno naveden drug standard, morajo biti vsi uporabljeni in po pogodbi dobavljeni materiali ter vsi projektni izračuni in preizkusi v skladu z zgoraj navedenimi standardi ali v skladu s takšnimi veljavnimi standardi države proizvodnje, ki po mnenju Inženirja zagotavljajo enakovredno ali višjo raven kakovosti.

#### 4.2. PRESKRBA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

Objekt bo predvidoma napajan direktno iz bližnje obstoječe TP postaje. Od TP postaje je predviden NN kabel (NYY-J 4x50 mm<sup>2</sup>), uvlečen v zaščitno cev (2x cev Stigmaflex EL-K DN110) v tleh preko predvidenih jaškov EJ-2 in EJ-1 na novi stikalni blok R-1 v kotlovnici. V R-1 bo vgrajena prenapetostna, zaščitna in stikalna oprema. Električni porabniki v novem objektu zalogovnik z lesno biomaso bo predvidoma napajan preko kabla, uvlečenega v zaščitno cev, nameščenega na kabelski polici s pokrovom, montirani na konstrukcijo transportnega polža.

Bilanca moči za predvidene el. porabnike v obravnavanega objekta:

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| • Razsvetljava               | 0,8 kW        |
| • 1F vtičnice                | 2,0 kW        |
| • 3F vtičnice                | 7,0 kW        |
| • 1F priključki              | 2,0 kW        |
| • 3F priključki              | 22,0 kW       |
| • R-KRM                      | 21,0 kW       |
| • <u>Rezerva</u>             | <u>2,0 kW</u> |
| • SKUPAJ P <sub>inst</sub> = | 56,8 kW       |

Predvidena obtežba z upoštevanjem faktorja istočasnosti (0,7) je naslednja:

$$P_{ist} = P_{inst} \times f_{ist} = 56,8 \text{ kW} \times 0,7 = 39,8 \text{ kW}$$

Razdelilnik objekta mora omogočati potrebno istočasno priključno električno moč 39,8 kW, kar z nazivnim tokom I<sub>n</sub>= 62,4 A ustreza predvidenim glavnim varovalkam 3x100 A (na rezervnem odcepu v obstoječi TP postaji).

#### 4.3. MOČNOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

##### 4.3.1. Električne inštalacije za razsvetljavo

###### SPLOŠNA RAZSVETLJAVA

V objektu kotlovnica in skladišče lesene biomase so v sklopu električnih inštalacij predvidene nadgradne stropne LED svetilke, nameščene pod stropom. Na fasadi zunaj so predvidene 3 fasadne svetilke.

Vklop razsvetljave je predviden ročno z nadgradnimi enopolnim in izmeničnimi stikali, montirani po prostorih na višino +1,5 m.

Električne inštalacije izvedemo z vodniki NYM-J ustreznega preseka in števila žil, uvlečenimi v podometne inštalacijske cevi. Vsi uporabljeni kabli morajo ustrezati standardom za kable navedenim v predhodnem besedilu.

## ZASILNA RAZSVETLJAVA

Zasilna razsvetljava mora zadostiti zadnjim veljavnim standardom in predpisom DIN VDE 0108-100, SIST EN 50172, SIST 1013, SIST EN 1838, SIST EN 60598-2-22. Glede na standard SIST EN 1838 se zasilna razsvetljava deli na nadomestna in varnostna razsvetljava.

Nadomestna razsvetljava: je namenjena normalnemu nadaljevanju opravljanja dela v primeru izpada električne energije. Nadomestna razsvetljava je npr. vgrajena v velikih trgovinah ali tovarnah, kjer želimo, da delo teče nemoteno naprej. Uporabljen je del splošnih svetilk in se po navadi napaja iz diesel električnega agregata.

Varnostno razsvetljavo lahko razdelimo na:

- razsvetljava poti rešitve: evakuacijska razsvetljava osvetljuje piktogramske znake, evakuacijske poti ter izhode na varno območje. Omogoča osnovno orientacijo v prostoru ter razpoznavanje pomembnih elementov (ročni javljalnik požara, hidrant, gasilnik ...).
- razsvetljava večjih prostorov (protipanična razsvetljava): s to razsvetljavo varno in hitro zapustimo prizadete prostore oz. stavbo in s tem preprečimo izbruh panike v prostorih, kjer je večje število ljudi.
- razsvetljava nevarnih delovnih mest: s to razsvetljavo lahko potencialno nevarno delo varno zaustavimo oz. končamo.

Zasilna razsvetljava je zasnovana v modularnem sistemu. Varnostna razsvetljava in razsvetljava za umik bo predvidoma izvedena s pomočjo LED svetilk za varnostno razsvetljavo z 8/11 W sijalko, 230 V, AC, z lokalnimi baterijami kapacitete 1 uro. Najmanjša osvetlitev mora znašati 1 lx, merjeno na tleh - v osi poti za umik (sistem izveden skladno s standardi EN).

Svetilke se morajo prižgati avtomatsko ob izpadu mrežnega napajanja.

Vse kabelske povezave morajo zadostiti naslednjim standardom SIST IEC 62440, SIST IEC 60287, IEC 60332-1-2, HD 603/VDE 0276-603. Predvidi se ustrezno ožičenje za možno kasnejšo nadgradnjo nadzora.

Svetilke zasilne razsvetljave morajo po SIST EN 1838 zagotoviti minimalno osvetljenost:

- evakuacijskih poti 1 lx na tleh, merjeno na sredini evakuacijske poti,
- požarnovarnostne opreme (hidrantne omarice, gasilniki, ročni javljalniki požara, mesta z opremo za prvo pomoč, prostore z glavno elektro omaro) 5 lx,
- nevarnejša delovna mesta z 10% predhodne splošne razsvetljave ali minimalno 15 lx.

Svetilke razsvetljave za umik se namesti v prostorih pri izhodnih vratih, ob komunikacijskih poteh, v hodnikih, tako da je vidna smer izhoda. S svetilkami varnostne razsvetljave brez piktogramov je potrebno osvetljevati tudi ročne javljalnike požara in hidrante, z osvetljenostjo najmanj 5 lx. Svetilke varnostne razsvetljave morajo biti skladno s projektom opremljene s tokokrogi varnostne razsvetljave označenimi s pripadnostjo razdelilne omare (stikalnega bloka), s številko tokokroga in zaporedno številko svetilke v tem tokokrogu.

Z varnostno razsvetljavo je potrebno opremiti vse prostore novega objekta in označiti prehode med posameznimi požarnimi sektorji.

V skladu z zahtevami SIST EN 1838 mora biti varnostna razsvetljava v obravnavanih objektih izvedena tako, da so z namestitvijo svetilk poudarjene naslednje točke:

- a) zasilni izhodi, ki se uporabljajo za evakuacijo,
- b) obvezni zasilni izhodi in varnostne oznake,
- c) blizu stopnic tako, da vsak sklop stopnic prejema neposredno svetlobo,
- d) blizu vsake spremembe nivoja,
- e) pri vsaki spremembi smeri,
- f) pri vsakem podsektorju v koridorjih,
- g) ob mestih prve pomoči,
- h) ob mestih s postavljenjo opremo za gašenje in javljanje požara (telefoni, ročni javljalniki).

Točke označene z g) in h), če niso na evakuacijski poti ali v javnem prostoru, morajo biti razsvetljene z najmanj 5 lx na tleh.

Pri varnostni razsvetljavi je potrebno upoštevati še naslednje:

- pri funkcionalnem preizkusu se meri čas delovanja svetilk;
- svetilke varnostne razsvetljave morajo biti označene s številko tokokrogov in zaporedno številko svetilke v tokokrogu. Oznacbe naj bodo rdeče barve;
- vsak tokokrog naj ima stikalo, ki omogoča preizkus delovanja svetilk. Stikalo mora biti označeno.
- v stikalnem bloku mora biti vložena enopolna shema;
- evakuacijske poti morajo biti označene s piktogrami.

Znak na svetilkah razsvetljave za umik (piktogram) je bele barve, osnova pa je zelena. Smerokaze ob reševalnih poteh se namestiti tudi na stenah pod svetilko. Vse oznake morajo biti izdelane po SIST 1013. Enake zahteve veljajo za znake za označitev sredstev za gašenje in ročnih javljalnikov požara.

Zaradi zanesljivosti delovanja je treba vse sisteme varnostne razsvetljave občasno preizkusiti.

Vse prehode kablov skozi požarne stene in betonske plošče je potrebno z zahtevano požarno odpornostjo zatesniti skladno z DIN 4102-12. Izvajalec mora pridobiti sistemski certifikat tako za montažo in material.

#### **4.3.2. Električne inštalacije za vtičnice in malo moč**

Predvidena je mreža nadometnih enofaznih in trifaznih vtičnic za potrebe splošne in servisne uporabe.

V sklopu male moči je potrebno izvesti 3f el. priključek za krmilno omaro R-KRM, sistemski črpalki in razporejevalna polža ter 1f el. priključke za mehčalno napravo, sistem za vzdrževanje tlaka, sesalec za pepel, ...

Električne inštalacije izvedemo z vodniki NYM-J ustreznega preseka in števila žil, uvlečenimi v nadometne inštalacijske cevi, nameščene na kabelske police.

#### **4.3.3. Zaščita**

##### ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

Zaščita pred električnim udarom mora biti izvedena po standardu SIST HD 384.4.41.

TN-S sistem omrežja:

Vsi izpostavljeni prevodni deli inštalacije se morajo povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Zaščita pred posrednim dotikom ob kratkem stiku med faznim vodnikom in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli povezanimi z zaščitnim vodnikom je izvedena s samodejnim odklopom napajanja, ki izklopi okvarjeni del inštalacije v predpisanem času, to je v 5 s oziroma 0.2 - 0.4 s, za Ex tokokroge pa 0,1 s. Zaščita je izvedena z zaščitnimi napravami pred prevelikim tokom, kot so varovalke, inštalacijski odklopniki, zaščitna stikala itd.

V ta namen morajo biti vsi deli električnih naprav in opreme, ki bi ob okvari lahko prišli pod nevarno napetost dotika, povezani s posebnim zaščitnim vodnikom (PE). Zaščitni vodnik rumeno-zelene barve moramo v električnem stikalnem bloku priključiti na zbiralko PE.

Izklop okvarnega toka posameznega tokokroga bo opravljala tokovna zaščita - varovalka, inštalacijski odklopnik. Čas izklopa znaša največ do 0,4 s.

Ozemljitve in zaščitne vodnike dimenzioniramo za:

- TN-S vrsto električnega omrežja: nevtralni vodnik N in ozemljitev PE med sabo nista več povezana, zato imajo ti stikalni bloki vgrajene odvodnike prenapetosti poleg treh faznih tudi med N in PE.

Za TN vrsto električnega omrežja velja pogoj:

$$U_0 \geq I_a \cdot Z_s$$

- |                           |                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| $U_0 = 50 \text{ V}$      | - predpisana standardna napetost dotika |
| $Z_s \text{ } (\Omega)$   | - impedanca voda v okvari               |
| $I_a \text{ } (\text{A})$ | - izklopilni tok okvarne zanke.         |

Po zaključnih elektroinštalacijskih delih je potrebno izvesti meritve zaščite TN-S napajalnega sistema, izklop napajanja in varovanja posameznih tokokrogov porabnikov razsvetljave in male moči. Vse rezultate je potrebno vpisati v predpisani protokol zaščitnih ukrepov za elektroinštalacije. Pred priključkom na napetost, je treba v skladu s predpisi izmeriti impedance tokokrogov.

##### ZAŠČITA PRED PREVISOKO NAPETOSTJO DOTIKA IN KORAKA

Zaščitni ukrep je samodejni izklop naprave ob pojavi okvarnega toka. Pogoj za efektno zaščito je ustrezna upornost ozemljitve. Okvarni tok mora biti večji od izklopnega toka zaščitnega elementa.

##### ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVENIM TOKOM

Kontrolo izvedemo v skladu s pravilnikom. Delovna karakteristika naprave, ki ščiti električni vod pred preobremenitvijo, mora izpolniti dva pogoja:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 < 1,45 \times I_z$$

$I_b$  je nazivni tok porabnika in ga za trifazne porabnike računamo po enačbi:

$$I_b = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U * \cos \phi * \eta}$$

$I_b$  je nazivni tok porabnika in ga za enofazne porabnike računamo po enačbi:

$$I_b = \frac{P_n}{U * \cos \phi * \eta}$$

Kontrola presekov zaščitnih vodnikov določa, da mora biti presek zaščitnega vodnika:

- enak preseku faznega vodnika do preseka 16 mm<sup>2</sup>,
- 16 mm<sup>2</sup>, če je fazni vodnik preseka od 16 do 35 mm<sup>2</sup>,
- enak polovičnemu preseku faznega vodnika, če je le-ta večji od 35 mm<sup>2</sup>.

V primeru, da zaščitni vodnik ni del kabla, mora imeti najmanjši prerez:

- 2,5 mm<sup>2</sup> za Cu ali 4 mm<sup>2</sup> za Al, če je vodnik mehansko zaščiten,
- 4 mm<sup>2</sup> za Cu, če zaščitni vodnik ni mehansko zaščiten,
- 50 mm<sup>2</sup> za FeZn ploščati vodnik, (Aluminij ni dovoljen, če ni dodatno zaščiten).

Prerez glavnega vodnika za izenačitev potenciala mora biti večji od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalaciji, vendar najmanj 6 mm<sup>2</sup>. Dodatni vodnik za izenačevanje potenciala ne sme biti manjši od prereza najmanjšega zaščitnega vodnika, vezanega na te prevodne dele.

#### ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM

Zaščitna naprava mora po pravilniku ustrezati naslednjim zahtevam:

- odklopna zmogljivost zaščitne naprave mora biti večja od pričakovanega kratkostičnega toka,
- kratkostični tok mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne temperature.

$$t = \left( k * \frac{S}{I} \right)^2$$

|   |                    |                                            |
|---|--------------------|--------------------------------------------|
| t | [ S ]              | trajanje kratkega stika                    |
| S | [mm <sup>2</sup> ] | presek vodnika                             |
| I | [A]                | efektivna vrednost toka kratkega stika     |
| k |                    | koeficient odvisen od konstrukcije vodnika |

#### DIMENZIONIRANJE KABLOV IN VODNIKOV

Termično so vodniki oz. kabli dimenzionirani z upoštevanjem prereza, materiala ter vrste izolacije vodnika, števila vzporedno položenih in obremenjenih vodnikov, zunanje temperature, načina polaganja ter z upoštevanjem selektivnosti delovanja.

Mehansko so vodniki dimenzionirani v odvisnosti od načina polaganja in velikosti sil kratkih stikov. Najmanjši presek mehansko zaščitenega stalno položenega voda je 1,5 mm<sup>2</sup> Cu. Vodniki so dimenzionirani v skladu z SIST HD 60364-5-52.

## INŠTALIRANA IN KONIČNA MOČ

Inštalirana moč:  $P_{inst} = \frac{P_d}{\eta}$

Z upoštevanjem faktorja istočasnosti  $f_i$  dobimo izračunamo konično moč:

$$P_k = P_{inst} * f_i * f_o * f_p \qquad P_n = \frac{P_k}{\cos \phi}$$

Konični tok za trifazni porabnik:  $I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} * U}$

Konični tok za enofazni porabnik:  $I_k = \frac{P_k}{U}$

kjer pomeni:

|             |     |                               |
|-------------|-----|-------------------------------|
| $P_d$       | [W] | nazivna moč                   |
| $P_{inst}$  | [W] | instalirana moč               |
| $\eta$      |     | izkoristek porabnika          |
| $f_i$       |     | faktor istočasnosti el. omare |
| $f_o$       |     | faktor obremenitve porabnika  |
| $f_p$       |     | faktor prekrivanja            |
| $\cos \phi$ |     | faktor moči                   |
| $P_k$       | [W] | konična moč                   |
| $P_n$       | [W] | konična navidezna moč         |
| $I_b$       | [A] | konična navidezni tok         |
| $I_k$       | [A] | konični tok                   |
| $U$         | [V] | nazivna medfazna napetost     |

Na osnovi podatkov določimo za izbrani prerez trajni zdržni tok vodnika  $I_z$ . Pri izbiri prereza moramo upoštevati še :

- zaščito pred električnim udarom,
- zaščito pred toplotnimi učinki,
- zaščito pred nadtoki ,
- dopustne padce napetosti,
- mejne temperature priključkov opreme in spojev (zgoraj navedeni pravilnik),
- zunanje vplive,

v skladu s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. list RS, št. 41/09, 2/12) in Tehnično smernico TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije.

## KONTROLA PADCA NAPETOSTI

Izračun padca napetosti:  $u_1 = \frac{\frac{2 * I_1 * I_1}{\kappa * S_1}}{U} = \frac{\frac{2 * I_1 * P_1}{\kappa * S_1}}{U}$

|       |                    |                          |
|-------|--------------------|--------------------------|
| $u_1$ | [%]                | padec napetosti          |
| $P_1$ | [W]                | priključna moč porabnika |
| $I_1$ | [A]                | tok porabnika            |
| $l_1$ | [m]                | dolžina kabla            |
| $S_1$ | [mm <sup>2</sup> ] | presek vodnika           |

LAMBDA  $\kappa$       prevodnost vodnika v kablu  
 U      [V]      nazivna medfazna napetost

Skupni padec napetosti je:  $u = \sum u_n < 5\%$

Dovoljeni padec napetosti od napajalne točke na nizkonapetostnem javnem omrežju do katerekoli točke električne inštalacije je:

- za tokokroge razsvetljave 3 %
- za tokokroge drugih porabnikov 5 %.

Če se pa električne inštalacije napajajo iz trafo postaje znaša največji dovoljeni padec napetosti med napajalno točko el. inštalacije in kontrolirano točko:

- za tokokroge razsvetljave 5 %,
- za ostale tokokroge 8 %.

#### IZENAČITEV POTENCIALOV

Za osnovno izenačitev potencialov v posameznih objektih so predvidene glavne (IP) ozemljitvene zbiralnice. Nanje mora biti povezano naslednje glede na posamezni objekt:

- N vodnik,
- ozemljitveni vod,
- PE vodnik,
- vodniki za izenačevanje potenciala, ki povezujejo glavne cevi vodovoda, kanalizacije in druge kovinske elemente objekta.

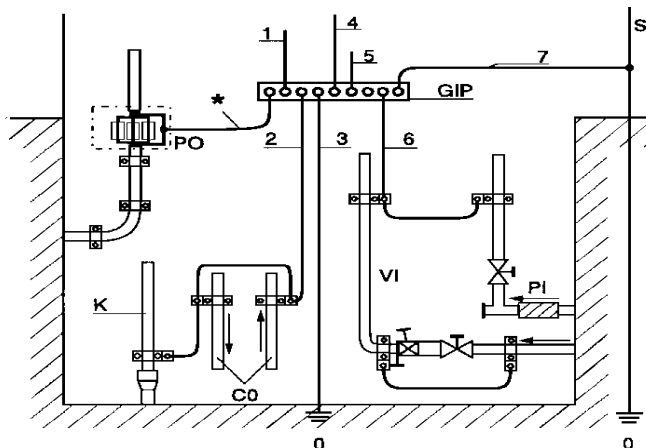
Ozemljitveni vod povezuje ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom objekta, ki je predviden kot skupna zaščitna, obratovalna in morebitna strel vodna ozemljitev.

Prerez glavnega vodnika za izenačitev potencialov mora ustrezati določilom iz standarda SIST HD 60364-5-54 in sicer:

- prerez ne sme biti manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalaciji, vendar najmanj 6 mm<sup>2</sup>,
- prerez je lahko omejen, če je vodnik bakren.

Dopolnilna izenačitev potencialov poveže poleg vseh izpostavljenih prevodnih delov tudi vse kovinske mase v prostoru (npr. kovinske odtočne cevi, cevi tople in mrzle vode,... ) z žico preseka najmanj 1 x 6 mm<sup>2</sup>. Cu zbiralnico je potrebno povezati z zaščitno zbiralnico PE v el. omari ali direktno na GIP z vodnikom 1 x 10 mm<sup>2</sup>.

Prerez dodatnega vodnika za izenačitev potencialov mora izpolnjevati določila iz standarda SIST HD 60364-5-54.



OSNOVNI (SPLOŠNI) PRINCIP POVEZAVE GIP

|     |                                           |   |                                                                            |
|-----|-------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------|
| GIP | - zbiralka glavnega izenačenja potenciala | 1 | - vodnik za povezavo z glavnim stikalnim blokom                            |
| PO  | - priključna omarica                      | 2 | - vodnik za povezavo z instalacijami centralnega ogrevanja in kanalizacije |
| K   | - kanalizacija                            | 3 | - vodnik za povezavo z ozemljilom                                          |
| CO  | - centralno ogrevanje                     | 4 | - vodnik za povezavo s kovinskimi elementi zgradbe in armaturo             |
| VI  | - vodovodna napeljava                     | 5 | - vodnik za povezavo z napravami informacijskega sistema                   |
| PI  | - plinska napeljava                       | 6 | - vodnik za povezavo z vodovodnimi in plinskimi napeljavami                |
| SI  | - strelovodna napeljava                   | 7 | - vodnik za povezavo s strelovodno napeljavo                               |
| O   | - ozemljilo                               | * | - povezava je potrebna pri sistemih TN                                     |

### PRENAPETOSTNA ZAŠČITA

V sistem so vgrajene zaščitne naprave, ki ščitijo pred direktnimi atmosferskimi prenapetostmi in notranjimi prenapetostmi. Zaščita pred notranjimi prenapetostmi se v osnovi izvede na zbiralnici za izenačitev potenciala v omari IP v objektu.

Tako so z zbiralnico za izenačitev potencialov povezane vse kovinske inštalacije, ki so uvedene v objekt, kot tudi kovinski plašči energetskih in informacijskih kablov, cevovodov in morebitna strelovodna ozemljitev. Vodniki vodov pod napetostjo so z zbiralnico povezani preko prenapetostnih odvodnikov.

Glede na mesto vgradnje delimo prenapetostne odvodnike na:

- odvodnike za vgradnjo na mestu vstopa energetskih kablov v objekt; povezani so z zbiralnico za izenačitev potenciala,
- odvodnike za vgradnjo v fiksnih inštalacijah v objektu,
- odvodnike za vgradnjo v vtičnicah,
- odvodnike za vgradnjo v napravah.

Karakteristike odvodnika so:

- maksimalna dopustna delovna napetost,
- nazivni odvodni tok,
- zaščitni nivo odvodnika.

Odvodniki se izbirajo v odvisnosti od namena zaščite, torej zaščita pred direktnimi atmosferskimi prenapetostmi, zaščita pred induktivnimi prenapetostmi, statičnimi

prenapetostmi, zaščita pred prenapetostmi povzročenimi znotraj energetskega omrežja in pa mesta uporabe. Prenapetostne odvodnike je treba ozemljiti po najkrajši poti.

### Zaščitne cone

Zaščitni sistem pred prenapetostmi je predviden v okviru koncepta zaščitnih con pred delovanjem strele v skladu z IEC1312-1 v območju energetskih postrojev in naprav. V območju stalnih inštalacij v objektu so določeni odvodniki prenapetosti razreda 1, 2 in 3, ki so porazdeljeni ustrezno zahtevam ter napetostnim in tokovnim obremenitvam na mestu vgradnje.

Odvodniki prenapetosti razreda 1 se uporabljajo v zaščitni coni 1. S svojim delovanjem preprečijo vdor destruktivnih delnih tokov strele v elektro inštalacije. Namestijo se na meji med zaščitno cono 0<sub>B</sub> in 1.

Odvodniki prenapetosti razreda 2 so postavljeni v zaščitni coni 2. Ti ščitijo opremo pred prenapetostmi, ki nastopijo med aktivnimi vodniki faz L1, L2, L3 napram potencialu ozemljila. Prenapetostni odvodniki se namestijo med zaščitno cono 1 in 2.

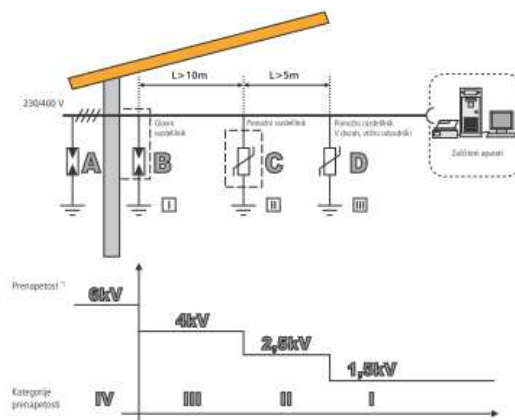
Odvodniki prenapetosti razreda 3 se uporabljajo v zaščitni coni 3. Pred prenapetostmi ščitijo končne porabnike v elektro inštalacijah. Prenapetosti nastopijo v glavnem pri preklapljanju naprav. Vgradijo se na meji med zaščitno cono 2 in 3, v sami napravi.

### LOKACIJA NAPRAV ZA ZAŠČITO PRED PRENAPETOSTJO

V NN razdelilcu mora biti montirana na napetostni zbiralki prenapetostna zaščita s prenapetostnim odvodnikom (razred II / (C)) za zaščito pred delnimi direktnimi in indirektnimi razelektritvami. Namenjena je za zaščito v coni 2 v skladu s standardom IEC 62305.

Zadnji člen v zaščitnem sistemu je zaščita končne opreme. Ta se nahaja v zaščitni coni 3. Tam so uporabljeni prenapetostni odvodniki razreda 3 (3/6 kA).

Mednarodni standard IEC 61643-1 deli prenapetostne zaščitne naprave v razrede I, II in III, medtem ko standard DIN VDE 0675 deli prenapetostne zaščitne naprave v razrede A, B, C in D. Standard DIN VDE 0110 definira klasifikacijo nizkonapetostnega napajalnega sistema v 4 kategorije (IV, III, II, I) ter definira t.i. maksimalne vzdržne napetosti (zaščitne nivoje).



<sup>a)</sup> Odpornost instalacije pred prenapetostjo je odvisna od vgrajene opreme (kablo, varovala, nadtokovna zaščita, vtičnice, stikala itd.) in seveda od vgrajenega prenapetostnega odvodnika. Preizkusimo jo z napetostnim valom v obliki 1,2/50  $\mu$ s.

Odvodnike prenapetosti razlikujemo glede na:

- vrednost impulznega toka z energijsko vsebnostjo in obliko  $10/350 \mu s$  - za klasifikacijo odvodnikov prenapetosti razreda I, kar pomeni, da so odvodniki prenapetosti sposobni odvajati tokove, ki so posledica posrednih ali neposrednih udarov strele v objekt,
- vrednost nazivnega odvodnega toka z energijsko vsebnostjo in obliko  $8/20 \mu s$  - za klasifikacijo odvodnikov prenapetosti razreda II in III. Ti odvodniki so sposobni odvajati tokove, ki so posledica stikalnih manipulacij, kakor tudi oddaljenih posrednih udarov strele. Pri tem imajo odvodniki razreda III manjšo sposobnost odvajanja toka, imajo pa tudi manjšo preostalo napetost.

#### **4.4. IZVEDBA INŠTALACIJ**

Vsa električna inštalacija za razsvetljavo, vtičnice in malo moč bo izvedena z inštalacijskimi kablji NYM-J in NYY-J. Pri polaganju kablov je potrebno upoštevati, da je razmik med jakotočnimi (močnostne) in šibkotočnimi inštalacijami vsaj 20 cm. Križanja med jakotočnimi in šibkotočnimi inštalacijami naj se izvedejo pravokotno, da se kar najbolj zmanjša možnost vpliva elektromagnetnih polj. Izvod cevi iz tal mora biti ustrezno zatesnjen, da ne pride do zamakanja v talno ploščo.

#### **4.5. OZEMLJITVE**

Obstoječe temeljno ozemljilo in strelovod se povežeta z ozemljitvenimi zbiralkami (IP) objekta, na katero so vezane posamezne lokalne izenačitve potencialov (razdelilna omarica). Na obstoječem strelovodu je potrebno izvesti meritve in po potrebi izvesti popravila strelovoda.

#### **4.6. ZAKLJUČEK**

Električne inštalacije in oprema morajo biti izdelane in vgrajene tako, da je možno enostavno preverjanje, preizkušanje, popravila ali zamenjave. Pri normalnem obratovanju vlaga, mehanski, kemični, toplotni ali električni vplivi ne smejo ogroziti varnosti ljudi ter škodljivo vplivati na drugo opremo.

Morebitne spremembe zaradi nepredvidenih ovir ali konstruktivno boljših rešitev je potrebno izdelati v soglasju s projektantom in investitorjem. Investitor mora izvajalcu predložiti vsa soglasja soglasodajalcev, ki jih je izvajalec pri izvajanju dolžan upoštevati.

## 4.7. TEHNIČNI IZRAČUNI

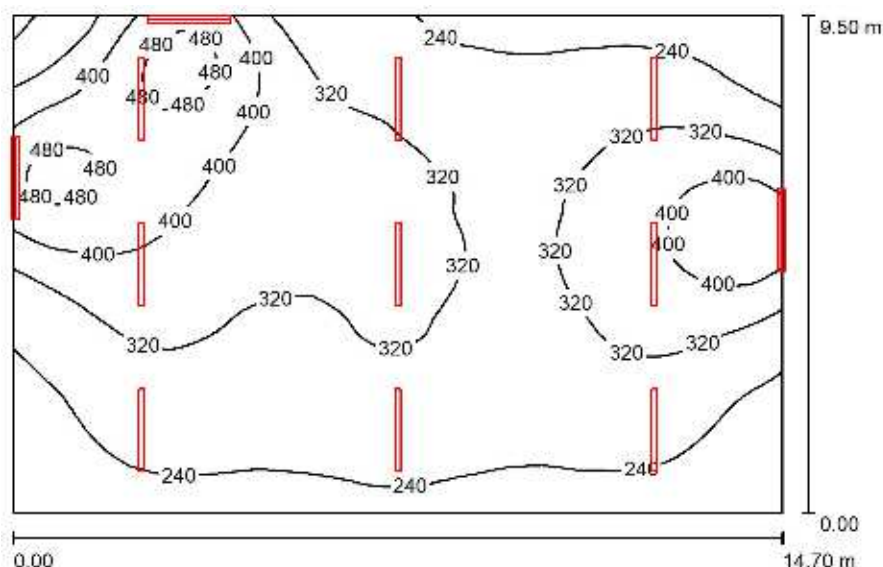
### 4.7.1. Napajalni kabli

Napajalni kabel (NYY-J 4x50 mm<sup>2</sup>) za stikalni blok R-1:

| IEC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | NEC                  |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------|----------------------|--------------|--------|---------------------------|-------|------------------|---------|--------------------------|---------|
| Tip toka:<br><input type="radio"/> Enosmerni tok<br><input type="radio"/> Izmenični enofazni<br><input checked="" type="radio"/> Izmenični trifazni                                                                                                                                                                    |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| <input type="button" value="IZRAČUNAJ"/>                                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Napetost: <input type="text" value="400"/> V                                                                                                                                                                                                                                                                           |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Obremenitev: <input type="text" value="39800"/> W                                                                                                                                                                                                                                                                      |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Faktor moči PF: <input type="text" value="0.9"/>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Dolžina: <input type="text" value="60"/> m                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Max padec napetosti: <input type="text" value="1"/> %                                                                                                                                                                                                                                                                  |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Tip inštalacije: <input type="text" value="D1 (70"/>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Vodnik: <input type="text" value="baker"/>                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Izolacija: <input type="text" value="PVC"/>                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| <input type="checkbox"/> Dovolj manjši presek od 1.5 mm²                                                                                                                                                                                                                                                               |                      |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| <table border="1"> <tr> <td>Presek:</td> <td>50.0 mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Nazivni tok:</td> <td>63.8 A</td> </tr> <tr> <td>Max. obremenitev vodnika:</td> <td>120 A</td> </tr> <tr> <td>Padec napetosti:</td> <td>0.728 %</td> </tr> <tr> <td>Napetost ob obremenitvi:</td> <td>397.1 V</td> </tr> </table> |                      | Presek: | 50.0 mm <sup>2</sup> | Nazivni tok: | 63.8 A | Max. obremenitev vodnika: | 120 A | Padec napetosti: | 0.728 % | Napetost ob obremenitvi: | 397.1 V |
| Presek:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 50.0 mm <sup>2</sup> |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Nazivni tok:                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 63.8 A               |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Max. obremenitev vodnika:                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 120 A                |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Padec napetosti:                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.728 %              |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |
| Napetost ob obremenitvi:                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 397.1 V              |         |                      |              |        |                           |       |                  |         |                          |         |

Izračun napajalnega kabla je bil izveden z App programom Električni izračuni v6.0.0 v skladu z IEC standardom.

#### 4.7.2. Razsvetljava



Višina prostora: 4.800 m, Faktor vzdrževanja: 0.80

Vrednost v Lux, Merilna palica 1:122

| Površina            | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|---------------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Osvetljena površina | /          | 313        | 162            | 516            | 0.518           |
| Tla                 | 20         | 288        | 169            | 404            | 0.587           |
| Strop               | 70         | 95         | 62             | 306            | 0.652           |
| Stene (4)           | 50         | 187        | 105            | 4438           | /               |

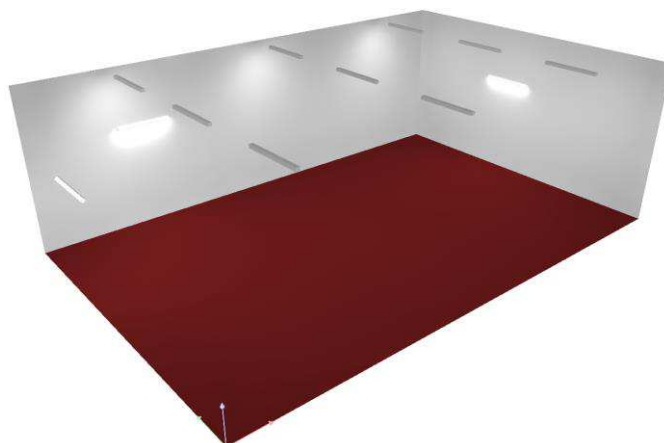
##### Osvetljena površina:

Višina: 0.850 m  
 Raster: 64 x 64 Tocke  
 Obrobje: 0.000 m

##### Kosovnica svetilk

| St.     | Kos | Oznaka (Faktor korekture)                                                    | $\Phi$ (Svetilka) [lm] | $\Phi$ (Žarnice) [lm] | P [W] |
|---------|-----|------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------|
| 1       | 12  | INTRA LIGHTING 15711434000<br>5700_5860_lm_51W_840_FO_1573mm_IP66<br>(1.000) | 6043                   | 6650                  | 47.4  |
| Skupaj: |     |                                                                              | 72521                  | 79800                 | 568.8 |

Specifična zaključna vrednost:  $4.07 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$  (Osnovna površina: 139.65 m<sup>2</sup>)

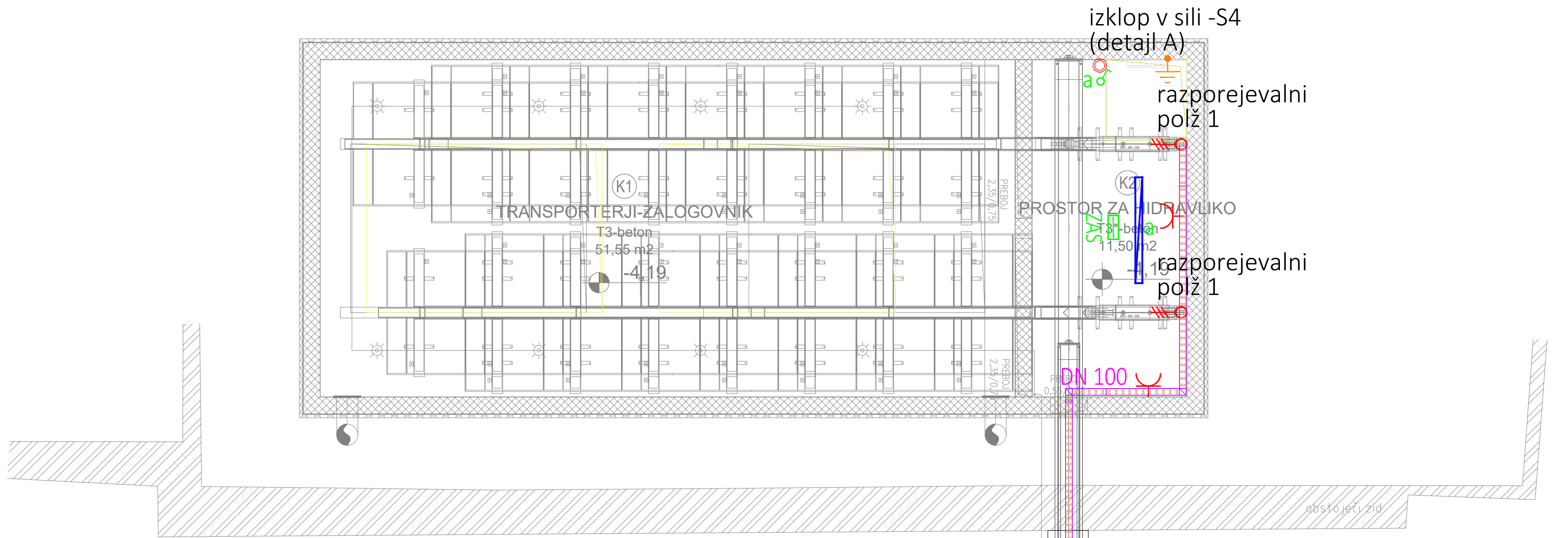


Izračun razsvetljave je bil izveden z programom DIALux 4.13.





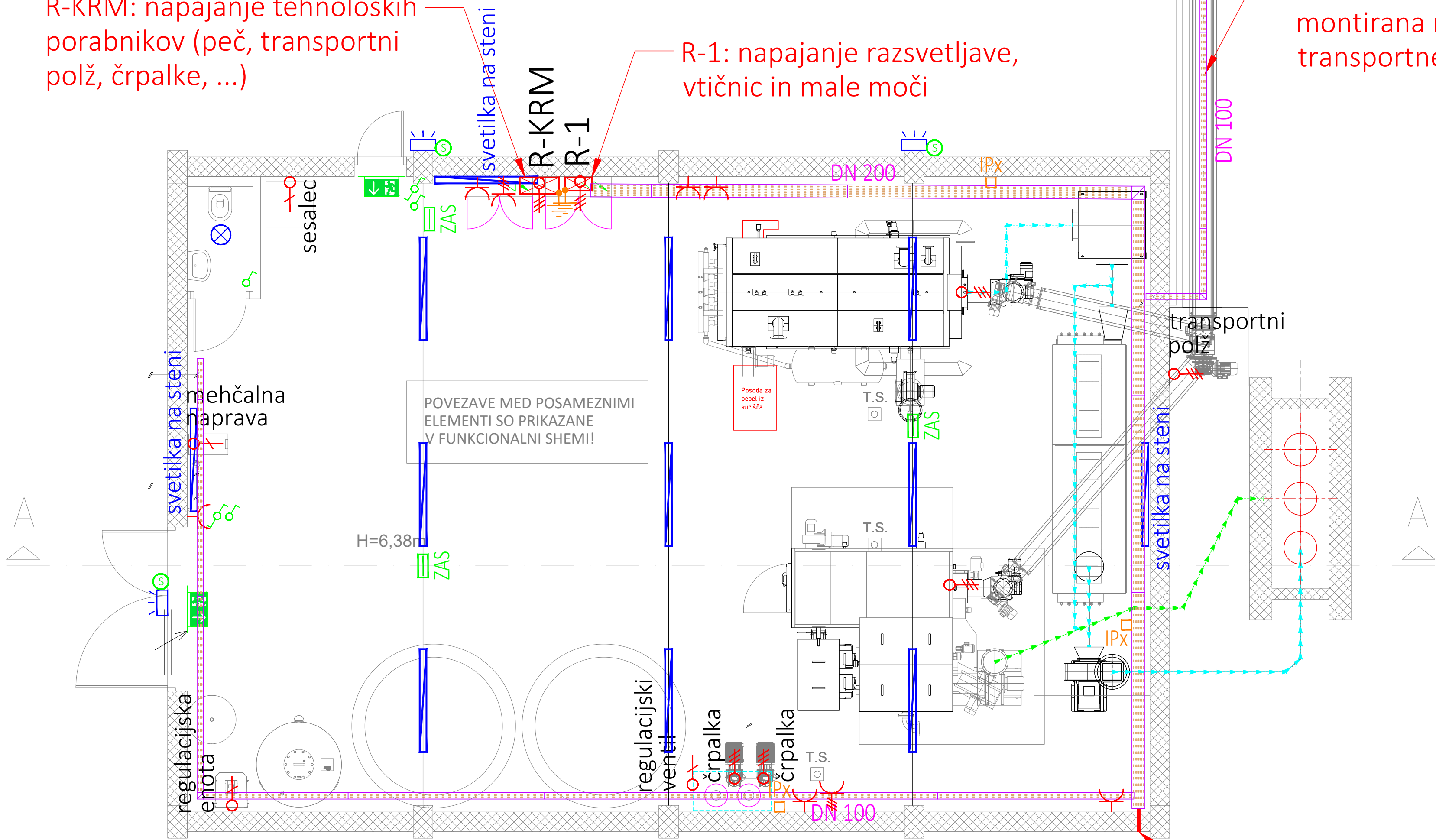
detajl A



R-KRM: napajanje tehnoloških porabnikov (peč, transportni polž, črpalke, ...)

R-1: napajanje razsvetljave, vtičnic in male moči

Pokrita kabelska polica (PK 100) montirana na konstrukcijo transportnega polža.



LEGENDA:

- NADOMETNA 1F ELEKTRIČNA VTIČNICA 250V, AC, 16A
- NADOMETNA 3F ELEKTRIČNA VTIČNICA 400V, AC, 16A
- FIKSNI ENOFAZNI ELEKTRIČNI PRIKLJUČEK 230V, AC
- FIKSNI TRIFAZNI ELEKTRIČNI PRIKLJUČEK 400V, AC
- ZUNANJI LED SVETILKA, 27W, 230V AC, IP65
- NADGRADNA LED SVETILKA, 51W, 230V AC, IP66
- KABELSKA POLICA
- NADGRADNA GOBASTA TIPKA ZA IZKLOP V SILI
- IR SENZOR GIBANJA ZA VKLOP SVETILKE
- ENOPOLNO STIKALO, 250V, AC, 10A, IP20, montaža na +1,30 m od tal
- MENJALNO ENOPOLNO STIKALO, 250V, AC, 10A, IP20, montaža na +1,30 m od tal
- NADGRADNA SVETILKA ZASILNE RAZSVETLJAVE 1W, 230V AC, IP65, pripravna vezava, z lokalnim AKU modulom z 1h avtonomijo
- NADGRADNA SVETILKA ZASILNE RAZSVETLJAVE S PIKTOGRAMOM, nad vrati, 1x11W, 230V AC, IP65, pripravna vezava, z lokalnim AKU modulom z 1h avtonomijo
- OMARICA ZA IZENAČITEV POTENCIALOV
- POVEZAVA KOVISKE MASE NA OZEMLJILNI SISTEM

**NOMBIRO**

NOM BIRO, projektiranje in svetovanje d.o.o.  
Šmarska cesta 5 C, SI-6000 Koper  
tel: +386 5 631 40 66  
email: info@nombiro.si, http://www.nombiro.si

|                          |                                                                                     |               |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| objekt                   | DOLB ILIRSKA BISTRICA                                                               |               |
| investitor               | Javno podjetje Komunala Ilirska Bistrica d.o.o. Prešernova 7, 6250 Ilirska Bistrica |               |
| vrsta načrta             | <b>ELEKTRIČNE INŠTALACIJE IN ELEKTR. OPREMA</b>                                     |               |
| del načrta               | <b>ELEKTRIČNE INŠTALACIJE</b>                                                       |               |
| vsebina načrta           | <b>Tloris - kotlovnica</b>                                                          |               |
| vrsta dokumentacije      | PGD                                                                                 |               |
| odgovorni projektant     | Tomaž Dobrila, univ.dipl.inž.el. E-1730                                             |               |
| sodelavci                | Tine Jenc, dipl.inž.el.                                                             |               |
| odgovorni vodja projekta | Peter Blažek, univ.dipl.inž.str., IZS S-0960                                        |               |
| št. načrta               | 35/17-E                                                                             | merilo M 1:50 |
| št. projekta             | 68/17                                                                               | list          |
| datum                    | december 2017                                                                       | 2             |