

**NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU**

Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:

**4. ELEKTRIČNE INŠTALACIJE IN ELEKTRIČNA  
OPREMA**

Investitor:

**Ministrstvo za kulturo**  
Maistrova 10, 1000 Ljubljana

Objekt:

**Nekdanja Auerspergova železarna na Dvoru  
pri Žužemberku**

Vrsta projektne dokumentacije:

**PZI**  
**obnova, rekonstrukcija in dograditev**

Projektant:

**BOJAN MIKOLIČ S.P. - MB BIRO**  
Cesta dveh cesarjev 6, 1000 Ljubljana

Odgovorni projektant:

**Bojan Mikolič univ.dipl.inž.elek.**  
**Id. št.: IZS E - 0398**

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:

**MB-27/8-17**  
**Ljubljana, november 2018**

Odgovorni vodja projekta:

**dr. Andrej Goljar univ.dipl.inž.arh.**  
**Id. št.: ZAPS 0447 A**

## 4. TEHNIČNO POROČILO

### 1. SPLOŠNO

Izdelan je PZI načrt električnih inštalacij in električne opreme za obnovo, rekonstrukcijo in dograditev nekdanje Auerspergove železarne na Dvoru pri Žužemberku. Gre za dva ločena objekta in zunanjo ureditev. V objektu imenovanem Trajberk bo večnamenska multimedijška dvorana, recepcija, pisarna, gostinski lokal, tehnični prostor in na podstrešju površine za strojne in električne naprave za potrebe delovanja objekta. V objektu Lončarija bo v pritličju galerija in na podstrešju prostor za strojne in električne naprave za potrebe delovanja objekta.

Načrt je izdelan v skladu z arhitekturnimi podlogami, študijo požarne varnosti, podatki iz načrta strojnih inštalacij in strojne opreme, veljavnimi pravilniki, smernicami in standardi.

Predmet načrta so naslednje vrste električnih inštalacij:

- splošna in tehnološka moč,
- notranja, zunanja razsvetljava in zasilna razsvetljava,
- električne inštalacije za strojne naprave,
- ozemljitev in zaščita pred udarom strele,
- javljanje požara,
- univerzalno ožičenje,
- video nadzorni sistem,
- protivlomni sistem,
- centralni nadzorni sistem.

Navedba pomembnejših upoštevanih pravilnikov, smernic in standardov:

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (UL RS št. 41/2009, 2/2012),
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013, Nizkonapetostne električne inštalacije,
- TSG-1-001:2010, Požarna varnost v stavbah,
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (UL RS št. 31/2004),
- Smernica SZPV 408/05, Požarno varnostne zahteve za električne in cevne napeljave v stavbah,
- SIST EN 1366-3:2009, Preskusi požarne odpornosti servisnih inštalacij 3. del - Tesnitev prebojev,
- Pravilnik o učinkoviti rabi električne energije v stavbah (UL RS št. 52/2010),
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010 - Učinkovita raba energije
- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (UL RS 81/2007),
- SIST EN 50110-1-2007 - Upravljanje z električnimi inštalacijami,
- SIST EN 61140:2002 - Zaščita pred električnim udarom,
- SIST IEC 60364-4-41:2006 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 4-41. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred električnim udarom,
- SIST HD 384.4.42 S1:2000 - Električne inštalacije zgradb - 4. del: Zaščitni ukrepi - 42. poglavje: Zaščita pred toplotnimi učinki,
- SIST HD 384.4.42 S1:2000/A1:2000 - Električne inštalacije zgradb - 4. del: Zaščitni ukrepi - 42. poglavje: Zaščita pred toplotnimi učinki - Dopnilo A1,
- SIST HD 384.4.42 S1:2000 - Električne inštalacije zgradb - 4. del: Zaščitni ukrepi - 42. poglavje: Zaščita pred toplotnimi učinki - Dopnilo A2,
- SIST HD 60364-4-43:2011 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 4-43. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred nadtoki,
- SIST HD 60364-5-52:2011 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 5-52. del: Izbira in namestitev električne opreme - Inštalacijski sistemi,
- SIST IEC 60364-4-44:2006 - Električne inštalacije zgradb - 4-44. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred prenapetostmi - Zaščita pred napetostnimi motnjami in elektromagnetnimi motnjami,
- SIST IEC 60364-5-54:2006 - Električne inštalacije zgradb - 5-54. del: Izbira in namestitev električne opreme - Ozemljitve, zaščitni vodniki in izenačitev potencialov inštalacij,
- SIST HD 60364-5-52:2011 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 5-52. del: Izbira in namestitev električne opreme - Inštalacijski sistemi,
- SIST EN 1838, Razsvetljava - zasilna razsvetljava,
- Pravilnik o varnostnih znakih (UL RS št. 89/1999, 39/2005, 34/2010),
- SIST 1013, Požarna zaščita - Varnostni znaki - Evakuacijska pot, naprave za gašenje in ročni javljalniki požara,
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (UL RS št. 28/2009, 2/2012),
- Tehnična smernica TSG-N-003:2013 - Zaščita pred delovanjem strele,



- *Pravilnik o pregledovanju in preizkušanju sistemov aktivne požarne zaščite (UL RS št. 45/2007)*
- *SIST EN 50173-1:2011 - Informacijska tehnologija - Univerzalni sistemi polaganja kablov - 1. del: Splošne zahteve,*
- *SIST EN 50174-2:2009 - Informacijska tehnologija - Polaganje kablov - 2. del: Načrtovanje inštalacij in tehnike dela v stavbah,*
- *SIST EN 50310:2016 - Izenačevanje potencialov in ozemljevanje v stavbah z opremo informacijske tehnologije.*

## **2. POŽARNO VARNOSTNI UKREPI**

V načrtu so upoštevane zahteve iz Študije požarne varnosti št. 2017/25-ŠPV, november 2017, izdelane pri Požarni sektor d.o.o.

### **JAVLJANJE POŽARA**

V študiji sistem javljanja požara ni zahtevan, a je zaradi namembnosti obeh objektov predviden sistem.

### **ODVOD DIMA IN TOPLOTE (ODT)**

V študiji sistem ODT ni zahtevan in tudi ni predviden.

### **ELEKTRIČNE INŠTALACIJE ZA STROJNE NAPRAVE**

V vsak objekt se vgradi klima naprava in ventilatorski konvektorji, ki se priključijo na tri kaskadno delujoče toplotne črpalke, nameščene na prostem.

### **ZASILNA RAZSVETLJAVA**

Načrtovana je razsvetljava za umik, ki se vključi v primeru izpada električnega napajanja. Gre za:

- osvetlitev evakuacijskih poti z osvetljenostjo 1 lx, merjeno na tleh, na sredini evakuacijske poti
- osvetlitev prostorov z večjim številom ljudi z osvetljenostjo 0.5 lux
- osvetlitev hidrantov in sredstev za gašenje s 5 lx, če niso nameščeni na evakuacijskih poteh.

Svetilke zasilne razsvetljave so z lokalno vgrajenimi baterijami, z minimalno 1 urno avtonomijo.

### **IZKLOP NAPAJANJA**

Izklop električnega napajanja kompleksa se vrši preko stikala na glavnem razdelilniku objekta Trajberg, ki se namesti v tehnični prostor. V tehnični prostor se v sklopu komunikacijskega vozlišča vgradi naprava za neprekinjeno napajanje z močjo 3 kVA. Neprekinjeno napajanje je namenjeno priključitvi video nadzornega sistema in aktivni opremi komunikacijskega vozlišča. Lokacija stikal za izklop napajanja se vnese v požarni red.

### **VRATA NA EVAKUACIJSKIH POTEH**

Ni načrtovana oprema kontrole dostopa.

### **POŽARNO VARNE INŠTALACIJE**

NI predvidenih kabelskih povezav v požarno varni izvedbi.

### **ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE, IZENAČENJE POTENCIALOV, PRENAPETOSTNA ZAŠČITA**

Skladno z navedenim pravilnikom in smernicami je načrtovana zunanja zaščita pred udarom strele, notranja zaščita in glavna ter dodatna izenačitev potencialov.

### 3. MOČNOSTNE INŠTALACIJE

#### 3.1. OCENA KONIČNE MOČI IN JAKOSTI PRIKLJUČNIH VAROVALK

Predvidena elektroenergetska bilanca

El.razdelilnik	$\sum P_k$ (kW)	fi.fo	$P_k$ (kW)	$\cos\phi$	$S_k$ (kVA)	$I_k$ (A)	$I_v$ (A)	OPOMBA
RT-G	87.5	1	87.5	0.95	92.1	133	160	Dovod iz TP

Od porabnikov z večjo močjo je predvideno obratovanje treh toplotnih črpalk, ki bodo delovale v kaskadi. V tabeli je upoštevano obratovanje, ko ena od črpalk deluje z maksimalnim tokom, ki znaša 35A. **Potrebna jakost priključnih varovalk je ocenjena na vrednost 3x160A.**

Načrt NN priključka z merilnim mestom je predmet ločenega načrta.

Predvidena je možnost priključitve polnilnice avtomobilov, a v tem primeru bo potrebno povečati jakost priključnih varovalk.

#### Kompensacija jalove električne energije

Izpolnjeni morajo biti sledeči pogoji elektrodistribucije:

- faktor delavnosti  $\geq 0.95$
- omejitev popačenj z višje harmonskimi komponentami.

Podatki za izračun:

- $\cos\phi_1 = 0.84$ , ocena
- $\cos\phi_2 = 0.98$ , želena vrednost
- $k=0.44$
- $P_k = 87.5$  kW, konična moč
- $Q_c = P \cdot k = 38.5$  kvar

Izbrana je tipska avtomatska naprava za kompenzacijo jalove električne energije z močjo 45 kvar. Izbrane parametre naprave se preveri po začetku obratovanja.

#### 3.2. MOČ, RAZSVETLJAVA

##### Splošna in tehnološka moč

Vtičnice in električni priključki so načrtovani glede na namembnost prostorov in tehnološko opremljenost. V glavnem je predvideno mrežno napajanje električnih porabnikov. Neprekinjeno napajanje je predvideno za sistem video nadzora in aktivno opremo, vgrajeno v obeh komunikacijskih vozliščih. V objektu Trajberk se v tehnični prostor na podstrešju locira glavni električni razdelilnik kompleksa z zaključitvijo NN priključnega kabla. Poleg se namesti avtomatska naprava za kompenzacijo jalove električne energije.

##### Splošna razsvetljava

V splošnem je upoštevan standard SIST EN 12464-1. Načrtovana je vgradnja svetilk z LED izvori svetlobe. V multimedijški dvorani in v galeriji bodo svetilke z moduli v DALI standardu priključene na krmilnike, tako da bo možno krmiliti nivo osvetljenosti oz. bo možno predvideti različne scene. Tudi svetilke zunanje razsvetljave bodo krmiljene preko krmilnikov in senzorjev svetlobe.

##### Zasilna razsvetljava

Načrtovana je razsvetljava za umik, ki se vključi v primeru izpada električnega napajanja. Gre za:

- osvetlitev evakuacijskih poti z osvetljenostjo 1 lx, merjeno na tleh, na sredini evakuacijske poti
- osvetlitev prostorov z večjim številom ljudi z osvetljenostjo 0.5 lux
- osvetlitev hidrantov in sredstev za gašenje s 5 lx, če niso nameščeni na evakuacijskih poteh.

Svetilke zasilne razsvetljave so z lokalno vgrajenimi baterijami, z minimalno 1 urno avtonomijo in moduli za nadzor delovanja izdelanimi v skladu z DALI standardom. Za zasilno razsvetljava je načrtovan avtonomni centralni nadzorni sistem.



### 3.3. ELEKTRIČNE INŠTALACIJE ZA STROJNE NAPRAVE

Električne inštalacije za strojne naprave so načrtovane v skladu s projektno dokumentacijo strojnih inštalacij in strojni naprav. Predmet načrta je priključitev treh toplotnih črpalk s kaskadnim delovanjem, ventilatorskih konvektorjev, ki so namenjeni gretju in hlajenju, dveh klima naprav, lokalnih ventilatorjev in boilerjev. Izvede se priključitev klima naprav, toplotnih črpalk in konvektorjev na centralni nadzorni sistem.

### 3.4. IZVEDBA INŠTALACIJ

V sklopu zunanje ureditve in za povezave med objektoma je predvidena izvedba ustrezne kabelske kanalizacije. S tem, da sta za povezave med objektoma predvideni dve varianti in sicer ena neposredna preko vodnega kanala in druga varianta, v primeru, da bo prehod preko vodnega kanala nemogoč, po nabrežni ob cesti. V obeh objektih razvod poteka po kabelskih policah in s kabli uvlečenimi v zaščitne cevi.

### 3.5. SISTEM NAPAJANJA

Predviden je **TN-S sistem** napajanja in ozemljitve električnega sistema.

Za TN-S sistem velja:

- nevtralna točka sistema je direktno ozemljena v transformatorski postaji. V isti točki so preko zaščitnih vodnikov PE ali PEN ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli, kot so ohišja električnih naprav, zaščitni kontakti vtičnic ...
- zaščitni vodnik PE poteka ločeno od nevtralnega vodnika N.
- izklop mora biti izvršen v predpisanem času, če se na katerem koli kraju pojavi okvara zanemarljive impedance ( kratek stik ) med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli; glej tabelo odklopnih časov.
- zaščitni vodnik je potrebno ozemljiti pri vsakem transformatorju ali napajalnem viru inštalacije in na več mestih v nizkonapetostnem omrežju.
- minimalni prerez zaščitnega vodnika nizkonapetostnega voda se izbere glede na prerez faznega vodnika.
- zaščitni vodnik mora imeti izolacijo rumeno-zelene barve, nevtralni vodnik pa izolacijo svetlo modre barve.
- izvesti je potrebno kontrolo izpolnitve pogoja zaščite z meritvijo impedance zanke.

### 3.6. IZENAČENJE POTENCIALOV

#### Glavno izenačenje potencialov

Za glavno izenačitev potencialov v objektu je predvidena glavna ozemljitvena zbiralnica GIP, ki je nameščena pri glavnem razdelilniku objekta. Nanjo je povezano naslednje :

- glavni zbiralni ozemljitveni vodnik
- glavni PE ali PEN vodnik
- glavne plinske cevi, vodovodne cevi, cevi centralnega ogrevanja, prezračevalne kanale
- parapetne kanale in kabelske police
- vse druge večje kovinske elemente zgradbe in drugo kovinske opremo
- strelovodno napeljavo
- učinkovitost zaščite je potrebno preveriti z merjenjem upornosti med zaščitnim kontaktom električne napeljave in kovinskimi deli drugih naprav.

Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom objekta, ki je predviden kot skupna zaščitna, obratovalna in strelovodna ozemljitev.

Prerez zaščitnih oz. ozemljitvenih vodnikov in vodnikov za izenačevanje potencialov mora ustrezati določilom iz standarda.

Najmanjši prerezi glavnih vodnikov za izenačenje potencialov:

- prerez ne sme biti manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalaciji, vendar najmanj 6 mm<sup>2</sup>
- prerez je lahko omejen na 25 mm<sup>2</sup>, če je vodnik bakren.

**Dopolnilno izenačenje potencialov**

V vlažnih prostorih, in kjer niso doseženi pogoji za zaščito pred električnim udarom, je potrebno izvesti dopolnilno izenačitev potencialov. V takih prostorih so predvidene omarice s Cu zbiralnico. Z zbiralnico so povezane vse kovinske mase v prostoru. Spoji z prirobnicami se premostijo in galvansko povežejo.

Prerezi dodatnih vodnikov za izenačevanje potenciala morajo zadostiti naslednjim zahtevam :

- če povezujejo dva prevodna dela, ne smejo biti manjši od prereza najmanjšega zaščitnega vodnika, vezanega na te prevodne dele
- če vodnik povezuje prevodni del in nek tuj prevodni del, ne sme biti njegov prerez manjši od polovice prereza zaščitnega vodnika vezanega na ta prevodni del.

**3.7. PRENAPETOSTNA ZAŠČITA**

V skladu s standardi se načrtuje izvedba prenapetostne zaščite in sicer bodo v razdelilnikih vgrajeni ustrezni odvodniki prenapetosti razreda I in II. V nadaljevanju je izračunana ozemljilna upornost, ki je manjša od vrednosti 10 Ω.

Prikaz prenapetostnih zaščitnih elementov – SPD (Surge Protectiv Devices)

1. Močnostni del inštalacij:

- v razdelilnike se vgradi SPD s podatki: razred II, maksimalna napetost 320VAC, nazivni tok 20kA/pol (8/20μs), impulzni tok 25 kA (10/350 μs), zaščitni nivo < 1.5kV
- C(R) 160/275 (4+0), pred varovalka potrebna z vrednostjo 125A, če je glavna varovalka > 125A
- pri porabniku se lahko vgradi SPD s podatki: razred III, maksimalna napetost 275VAC, nazivni tok 10kA/pol (8/20μs), zaščitni nivo < 1.2kV, 160/275 (2+0), pred varovalka potrebna z vrednostjo 63A, če je glavna varovalka > 63A.

2. Signalno komunikacijski del inštalacij:

- pri izhodu iz modema se vgradi SPD s podatki: razred III, nazivni tok 250A (8/20μs), vhod/izhod RJ45, zaščita vseh štirih linij
- pri PC-jih se lahko vgradi kombinirana zaščita.

**3.8. DIMENZIONIRANJE INŠTALACIJ****IZRAČUN KONIČNE MOČI**

$$P_k = \frac{P_i * f_i * f_o}{\eta}$$

$$S_k = \frac{P_k}{\cos \varphi}$$

kjer pomeni :

P <sub>i</sub>	inštalirana moč porabnikov ( kW )
P <sub>k</sub>	konična delovna moč ( kW )
S <sub>k</sub>	konična navidezna moč ( kVA )
I <sub>b</sub>	tok porabnika ( A )
I <sub>k</sub>	konični tok ( A )
U	nazivna napetost ( V )
η	izkoristek porabnika
f <sub>i</sub>	faktor istočasnosti razdelilnika
f <sub>o</sub>	faktor obremenitve porabnika
cos φ	faktor delavnosti

**DIMENZIONIRANJE KABLOV**

Kabli so proti kratkemu stiku in preobremenitvi zavarovani z zaščitnimi napravami izbranimi z ozirom na obremenitev, selektivnost ter dovoljeno napetost dotika. Podrobno dimenzioniranje je razvidno iz tabel.

**Zaščita pred prevelikimi tokovi**

Izpolniti je potrebno dva pogoja iz standarda. Pogoja sta :

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{in} \quad I_2 \leq 1.45 * I_z, \quad \text{kjer je } I_2 = k * I_n$$

kjer pomeni:

I <sub>b</sub>	tok porabnika ( A )
I <sub>z</sub>	zdržni tok kabla, določen po zgornjem standardu ( A )



I2	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave (A)
k	faktor po standardu

**Zaščita pred kratkostičnim tokom**

Kable prereza nad 10 mm<sup>2</sup> kontroliramo še z ozirom na tok kratkega stika. Zaščitna naprava mora 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

$$\sqrt{t} \leq k \cdot S / I$$

kjer pomeni:

t	trajanje kratkega stika ( s )
S	prerez vodnika ( mm <sup>2</sup> )
I	efektivna vrednost toka kratkega stika ( A )
k	koeficient odvisen od konstrukcije vodnika

Odklopni časi zaščitnih naprav pri kratkem stiku so povzeti iz karakteristik proizvajalcev zaščitnih naprav.

**Kontrola padcev napetosti**

Izračun padcev napetosti je izveden po naslednji formuli:

	$100 \cdot P \cdot I$		$200 \cdot P \cdot I$
trifazni tokokrog:	$u = \frac{\lambda \cdot S \cdot U^2}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$	enofazni tokokrog:	$u = \frac{\lambda \cdot S \cdot U^2}{\lambda \cdot S \cdot U^2}$

kjer pomeni :

u	padec napetosti ( % )
P	priključna moč ( W )
I	dolžina kabla ( m )
S	prerez vodnika ( mm <sup>2</sup> )
U	nazivna napetost ( V )

Največji dovoljeni padec napetosti med napajalno točko električne inštalacije in kontrolirano točko znaša:

- za tokokroge razsvetljave 3 %
- za ostale tokokroge 5 %,

če so električni porabniki napajani iz javnega omrežja.

**3.9. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM**

Za zaščito pred električnim udarom je predvidena zaščita pred neposrednim in posrednim dotikom. 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. Izvedena je z zaščitnimi napravami pred prevelikim tokom (varovalke, inštalacijski odklopniki, zaščitna stikala itd.). **Opraviti imamo s TN-S sistemom napajanja in ozemljitve.**

Uspešno delovanje zaščite zagotovimo s tem, da predvidimo kratkostično zanko tako majhne impedance, da lahko ob okvari steče kratkostični tok, večji od toka pri katerem deluje zaščita v predpisanem času :

$$Z_s \cdot I_a < U_o \qquad I_a < I_k = \frac{U_o}{Z_s} = \frac{U_o}{\sqrt{R^2 + X^2}}$$

kjer pomeni:

I <sub>a</sub>	tok delovanja zaščite v predpisanem času ( A )
U <sub>o</sub>	fazna napetost ( V )
Z <sub>s</sub>	impedanca celotne kratkostične zanke ( Ω )
R	celotna ohmska upornost kratkostične zanke ( Ω )
X	celotna reaktanca kratkostične zanke ( Ω )

Najdaljši odklopni časi v omrežju TN za končne tokokroge, ki napajajo vtičnice ali prenosne ročne aparate I. razreda, ki se med uporabo premikajo ročno:

Uo ( V )	t ( s )
50 do 120	0.8
121 do 230	0.4
231 do 400	0.2
nad 400, Ex	0.1

Za napajalne tokokroge je dovoljeni izklopni čas do 5 sekund.

### 3.10. IZRAČUN OSVETLJENOSTI

Pri načrtovanju osvetljenosti so upoštevane zahteve normativov SIST EN12665 in SIST EN 12464-1. Pri tem je potrebno upoštevati najnižjo dopustno srednjo vrednost osvetljenosti v lx, barvni reprodukcijski faktor sijalk in največjo dopustno vrednost motečega bleščanja. Izračuni so shranjeni v arhivu podjetja.

### 3.11. ZAŠČITA PRED UDAROM STRELE IN OZEMLJITEV

Upoštevan je Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (UL RS št. 28/2009, 2/2012), Tehnična smernica TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele in ustrezni SIST EN standardi.

Na podlagi izračuna stopnje rizičnosti je določen **zaščitni nivo stavbe IV**. Izvede se izolirani sistem zaščite pred strelo.

### IZRAČUN PONIKALNE UPORNOSTI

#### OZEMLJILNA UPORNOST Ro - tračno ozemljilo

Pri izračunu ponikalne upornosti ozemljila upoštevamo celotno dolžino ozemljila objekta:

$$Ro1 = 0.366 * ( \rho / l ) * \log ( l^2 / H * d ) \quad ( \Omega )$$

kjer pomenijo :

Ro1	ozemljilna upornost - 2.13 $\Omega$
$\rho$	specifična ohmska upornost zemlje - 250 $\Omega$ m
l	dolžina tračnega ozemljila - 310 m
H	globina vkopa - 0.8 m
s	širina traku ( m ) - 0.025 m
d	premer vodnika ( m ) pri čemer je d = 1/2 širine traku - 0.0125 m

#### SKUPNA PONIKALNA UPORNOST Rp

rk	redukcijski faktor zaradi vpliva kabelskega omrežja	rk = 0.9
rc	civilizacijski faktor zaradi doprinosa kovinskih inštalacij v naseljenih področjih	rc = 0.9
Ro	skupna ozemljilna upornost z upoštevanjem redukcijskih faktorjev ( $\Omega$ )	<b>Ro= 1.72 <math>\Omega</math></b>

### IZRAČUN LOČILNE RAZDALJE

Ločilno razdaljo med strelovodno inštalacijo in kovinskimi masami na objektu računamo na sledeči način:

$$s = (k_i \cdot k_c / k_m) * L = 0.53 \text{ m}$$

k <sub>i</sub>	faktor odvisen od izbranega zaščitnega razreda sistema strelovodne zaščite - 0.04
k <sub>c</sub>	faktor odvisen od toka strele, ki steče v odvode - 0.44
k <sub>m</sub>	faktor odvisen od materiala električne izolacije - 0.5
L	dolžina vzporedne položitve od točke, na kateri je treba določiti ločilno razdaljo s pa do naslednje točke izenačitve potenciala
s	ločilna razdalja (m).



Vse kovinske mase v objektu, ki so oddaljene od strelovodne inštalacije za razdaljo s ali manj, je potrebno z njo povezati oz. izvesti izolirani sistem.

### **3. SIGNALNO KOMUNIKACIJSKE INŠTALACIJE**

#### **4.1. JAVLJANJE POŽARA**

Za pravočasno odkrivanje požarov in preprečevanje le-teh je predvidena vgradnja sistema za javljanje požara. Projektirana je popolna zaščita, z avtomatskimi in ročnimi javljalniki požara in z dvema analognima mikroprocesorsko krmiljenima adresabilnima centralama. Centrali se komunikacijsko medsebojno povežeta.

V slučaju požara se:

- izklopita klima napravi
- vklopi se alarmiranje s hupami
- izvede se prenos alarma na stalno zasedeno nadzorno mesto.

Klima napravi se lahko ponovno vključita po izvedenem kvitiranju na sami požarni centrali in na razdelilniku posamezne klima naprave.

Inštalacija za javljalnike požara je izvedena s kabli JY(St)y 1x2x1.0 mm. Predviden je sistem ožičenja klase A, kar pomeni zankasto inštalacijo vsake adresabilne linije. S tem je omogočena večja varnost delovanja sistema v primeru prekinitve vodnika.

#### **4.2. UNIVERZALNO OŽIČENJE - lokalna računalniška mreža, telefonija, internet**

V tehničnem prostoru objekta Trajberk se namesti glavno komunikacijsko vozlišče in izvede priključitev TK dovoda. Izvede se kabelska povezava s kabelskimi operaterji. V objektu Lončarija se namesti komunikacijsko vozlišče.

Za potrebe telefonije in računalniške mreže je načrtovana izvedba univerzalnega ožičenja na nivoju hitrosti prenosa 10 Gb. Vsa oprema je na nivoju kat 6A, tako se ožičenje izvede s kabli U/FTP; kat. 6A.

Od komunikacijskega vozlišča do vsakega informacijskega priključka se izvede povezava U/FTP 4x2x24AWG, kat 6A.

Kabelska povezava med komunikacijskim vozliščem in informacijsko vtičnico ne sme biti daljša od 90 m!

Kabelske trase morajo biti izvedene tako, da bo možno kasnejše dodajanje kablov (na željo oziroma potrebe uporabnikov).

#### **4.2. PROTIVLOMNO VAROVANJE IN VIDEO NADZORNI SISTEM**

Predvidena je oprema za protivlomno varovanje in video nadzorni sistem. Oba sistema sta prikazana na shemah.

## 5. SISTEM VODENJA IN CENTRALNI NADZORNI SISTEM

Sistem graditi na nivoju standardov:

- SIST EN 14908-1:2014, Odprta izmenjava podatkov v avtomatizaciji zgradb in izvršnih elementov ter upravljanja zgradb - Protokol regulacijske mreže - 1.del: Protolarni sklad
- SIST EN 14908-2:2014, Odprta izmenjava podatkov v avtomatizaciji zgradb in izvršnih elementov ter upravljanja zgradb - Protokol regulacijske mreže - 2.del: Komunikacija zavitega para.

Pri načrtovanju je upoštevan standard:

- SIST EN 15232:2012- Energijske lastnosti stavb - Vpliv avtomatizacije stavb in izvršilnih elementov ter upravljanje stavb,
- SIST EN 61131-2:2007 - Programirljivi krmilniki - 3. del: Zahteve za opremo in preskusi
- SIST EN 61131-3:2013 - Programirljivi krmilniki - 3. del: Programski jeziki.

Kompleks sestavljata dva objekta: Lončarija in Trajberk, ki sta kabelsko oddaljena za 80m.

**V načrtu je v sklopu sistema vodenja in nadzora predvideno naslednje:**

**Nadzor svetilk zasilne razsvetljave:**

- gre za avtonomen nadzorni sistem
- preko dveh centralnih nadzornih central se nadzira stanje priključenih svetilk.

**Vodenje in nadzor razsvetljave ter senčil:**

- preko krmilnikov vgrajenih v električna razdelilnika in preko vmesnikov s priključenimi tipkali se lahko vodi razsvetljavo in vključuje nastavljene scene v multimedijiški dvorani, v galeriji in v sistemu zunanje razsvetljave
- v navedenih prostorih je predvidena vgradnja LED svetilk z DALI komunikacijo oz. tokokrogi svetilk z ON/OFF krmiljenjem
- v objektu Trajberk se v večnamenski dvorani vodi senčila
- krmilniki in navedeni vmesniki se povezujejo na nadzorni nivo preko Modbus RTU RS485.

**Vodenje in nadzor elektro in strojnih sistemov ter naprav:**

- nadzira se konična moč kompleksa, s tem da se spremlja merilne podatke iz merilno-zaščitnih enot, ki so sestavni del NN odklopnikov, vgrajenih v glavni razdelilnik objekta
- konična moč kompleksa oz. jakost priključnih varovalk se ne sme preseči, tako da se, po potrebi, poseže v delovanje treh toplotnih črpalk, ki delujejo v kaskadi
- nadzor nad dvema napravama za neprekinjeno napajanje.
- v sistem vodenja in nadzora se vključi dve klima napravi
- v sistem nadzora in vodenja se vključi hladilni in ogrevalni sistem s tremi toplotnimi črpalkami, toplotno postajo in ventilatorskimi konvektorji
- krmilniki in navedeni vmesniki se povezujejo na nadzorni nivo preko Modbus RTU RS485.

Strojni sistemi se obdelajo na nadzornem nivoju v skladu z ASHRAE Guideline 13-2007.

Vključen je tudi integracijski programski paket in obdelava vseh podatkov na nadzornem nivoju, vključno z ekranskimi slikami in vsem kar je navedeno v popisu del in materiala.

### TRAJBERK

Objekt sestavlja:

- vhodni del z recepcijo, pisarno, sanitarijami
- večnamenska dvorana za predavanja, sprejeme
- gostinski del, ki bo dan v najem.

DVORANA:

- vodenje 11 svetilk s povezavo preko DALI komunikacije, lahko vse ena grupa in 18-ih DALI reflektorčkov, montiranih na tokovnih 3 faznih zbiralnicah
- načrtovane cca 4 scene razsvetljave
- v sistem se vključi tudi vodenje 8-senčil in 4 ventilatorskih konvektorjev.

OSTALO

- nadzor NN statusa in meritev električnih parametrov NN odklopnikov vgrajenih v RT-G
- nadzor konice električne energije
- vodenje in nadzor klima naprave



- vodenje in nadzor 3 toplotnih črpalk (TČ), toplotne postaje in ventilatorskih konvektorjev
- nadzor naprave za neprekinjeno napajanje
- nadzor delovanja sistema gretja žlebov in odtokov
- preko kontaktorjev krmiljenje tokokrogov vtičnic.

#### **LONČARIJA**

Mere razstavne dvorane 42x11.5 x višina 6.5 m, dva vhoda, v funkciji v glavnem en vhod.

#### **RAZSVETLJAVA:**

- vodenje 20 svetilk preko DALI komunikacije, lahko vse ena grupa in krmiljenje 6 svetilk - ON/OFF
- cca 4 scene razsvetljave
- svetilke za osvetlitev fasade ON/OFF; mora delovati tako kot deluje ostala zunanja razsvetljava.

#### **OSTALO**

- vodenje in nadzor klima naprave
- vodenje in nadzor nad delovanjem ventilatorskih konvektorjev
- nadzor naprave za neprekinjeno napajanje
- nadzor delovanja sistema gretja žlebov in odtokov
- preko kontaktorjev krmiljenje tokokrogov vtičnic, razvlažilnikov zraka
- vključitev podatkov iz vremenske postaje in dveh prostorskih senzorjev temperature in vlage.

#### **ZUNANJA RAZSVETLJAVA**

- vodenje svetilk za osvetlitev fasade objekta TRAJBERK in LONČARIJA in ostalih svetilk v sklopu zunanje ureditve; tj. cca. 8x tkg. razsvetljave - ON/OFF
- v sistem se vključi senzor zunanje osvetljenosti, ki je vgrajen v vremenski postaji.