

NASLOVNA STRAN NAČRTA

NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje

PREZRAČEVANJE PROIZVODNIH PROSTOROV V OBJEKTU D,
JAMOVA CESTA 39, LJUBLJANA

kratek opis gradnje

Izvede se povezava električnih elementov prezračevanja (skladno z
izdelanim načrtom strojnih inštalacij) v novi električni razdelilec,
izvede se ustrezna zaščita pred delovanjem strele.

VRSTE GRADNJE

označijo vse ustrezne vrste gradnje

- ☐ NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT
- ☐ NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA
- ☐ REKONSTRUKCIJA
- ☐ SPREMEMBA NAMEMBOSTI
- ☐ ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA
- ☐ LEGALIZACIJA
- ☒ MANJŠA REKONSTRUKCIJA

PODATKI O PROJEKTNIM DOKUMENTACIJI

vrsta dokumentacije

PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)

številka projekta

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta

3 Načrt s področja elektrotehnike

naziv načrta

Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D

številka načrta

26-04-02/EI

datum izdelave

junij 2026

datum spremembe

PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA

projektant načrta (naziv družbe)

Elektro Urbanija d.o.o.

naslov

Rovska cesta 44, 1235 Radomlje

odgovorna oseba projektanta načrta

Iztok Urbanija, direktor

podpis odgovorne osebe

projektanta načrta

ELEKTRO URBANIJA

Rovni | Rovska cesta 44 | 1235 Radomlje

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja

Iztok Urbanija, dipl. inž. el.

identifikacijska številka

IZS E-1940

podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja

IZTOK URBANIJA
dipl.inž.el.
IZS E-1940

PRILOGA 2C

**IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA
IN POOBLAŠČENEGA STOKOVNJAKA,
KI JE IZDELAL NAČRT V PZI IN PID****PROJEKTANT NAČRTA**

projektant načrta (naziv družbe)	Elektro Urbanija d.o.o.
naslov	Rovska cesta 44, 1235 Radomlje
odgovorna oseba projektanta načrta	Iztok Urbanija, direktor

IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT

pooblaščen strokovnjak	Iztok Urbanija, dipl. inž. el.
------------------------	--------------------------------

IZJAVLJAVA:*da načrt*

vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
strokovno področje načrta	3 Načrt s področja elektrotehnike
naziv načrta	Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D
številka načrta	26-04-02/EI
datum izdelave	junij 2026

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštewane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščen strokovnjak	Iztok Urbanija, dipl. inž. el.
identifikacijska številka	IZS E-1940
podpis pooblaščenega strokovnjaka	

IZTOK URBANIJA
dipl.inž.el.
IZS E-1940

odgovorna oseba projektanta načrta	Iztok Urbanija, direktor
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

ELEKTRO URBANIJA
Rova | Rovska cesta 44 | 1235 Radomlje

3.1. KAZALO VSEBINE NAČRTA

3.1.	KAZALO VSEBINE NAČRTA	1
3.2.	TEHNIČNO POROČILO	2
3.2.1.	PROJEKTNNA NALOGA	2
3.2.2.	RAZVOD MOČI	2
3.2.2.1.	Dovod električne energije	2
3.2.2.2.	Novi razdelilec za razvod moči =R-PREZR	2
3.2.2.3.	Sistem CNS	2
3.2.3.	SISTEM ZAŠČITE PRED DELOVANJEM STRELE	3
3.2.3.1.	Splošno	3
3.2.3.2.	Vodenje rizika	4
3.2.3.3.	Določitev števila nevarnih dogodkov	4
3.2.3.4.	Določitev zbirne površine	5
3.2.3.5.	Določitev učinka škode	6
3.2.3.6.	Primerjava izračunanega rizika s tolerančnim rizikom	7
3.2.3.7.	Izračun ločilne razdalje	7
3.2.3.8.	Lovilni sistem	8
3.2.3.9.	Odvodni sistem	8
3.2.3.10.	Ozemljitveni sistem	9
3.2.3.11.	Medsebojno galvansko povezovanje in izenačevanje potencialov	9
3.2.3.12.	Zaščita pred prenapetostjo	10
3.2.3.	SPLOŠNI ZAŠČITNI UKREPI PRI POSLUŽEVANJU Z EL. NAPRAVAMI	10
3.2.3.1.	Nevarnosti pri posluževanju in obratovanju električnih inštalacij in naprav	10
3.2.3.2.	Predvideni ukrepi za odpravo nevarnosti	11
3.2.3.3.	Ukrepi za zagotavljanje EM kompatibilnosti	11
3.2.4.	DIMENZIONIRANJE VODNIKOV IN TEHNIČNI IZRAČUNI	12
3.2.4.1.	Izračun inštalirane in konične moči ter koničnega toka	12
3.2.4.2.	Dimenzioniranje NN vodnikov	12
3.2.4.3.	Zaščita pred kratkostičnim tokom	13
3.2.4.4.	Kontrola padcev napetosti	14
3.2.4.5.	Zaščita pred električnim udarom	14
3.2.4.6.	Tabele izračunov	14
3.2.5.	POPIS MATERIALA IN DEL	15
3.3.	NAČRTI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN TLORISNE SITUACIJE	16
3.3.1.	Načrt razdelilnika =R-PREZR	16
3.3.2.	Izgled razdelilca =R-PREZR	16
3.3.3.	Poročilo o gostoti strel SKAT-20260807-130130-46	16
3.3.4.	Vodenje rizika – Zaščita pred delovanjem strele SKAT-20260807-130826-46	16
3.3.5.	Tehnološka oprema – tloris pritlička	16
3.3.6.	Tehnološka oprema – tloris pritlička na višini +6.00	16
3.3.7.	Tehnološka oprema – prezračevanje, prerez A-A	16
3.3.8.	Tehnološka oprema – prezračevanje, prerez B-B	16
3.3.9.	Tehnološka oprema – prezračevanje, prerez C-C	16

3.2. TEHNIČNO POROČILO

3.2.1. PROJEKTNALOGA

Proizvodna prostora v objektu D se prezračujeta naravno z občasnim odpiranjem oken in vrat, saj je obstoječi mehanski odvod zraka v manjšem proizvodnem prostoru dotrajan in ni več v funkciji. Večji proizvodni prostor mehanskega odvoda zraka nima vgrajenega. Skladiščni prostor se prav tako prezračuje naravno. Vsi prostori so zadostno ogrevani, so pa neustrezno in nezadostno naravno prezračevani.

V predmetnem načrtu PZI je obdelan razvod moči za priključitev naprav za mehansko prezračevanje z rekuperacijo ter dogrevanje in pohlajevanje rekuperiranega zraka na želeno temperaturo. Izvede se ustrezen sistem zaščite pred delovanjem strele in ustrezno galvansko povezovanje kovinskih delov.

3.2.2. RAZVOD MOČI

3.2.2.1. Dovod električne energije

Dovod električne energije zagotovi investitor iz obstoječega elektro prostora v objektu. Predvidi se uporaba NN odcepa z varovalkami 3x80A. Dovod do novega razdelilca =R-PREZR, ki bo nameščen v prostoru strojne delavnice, se izvede z novim vodnikom N2XH-J 5x35mm². Dovod se izvede po deloma novih in deloma obstoječih kabelskih policah.

3.2.2.2. Novi razdelilec za razvod moči =R-PREZR

V prostor strojne delavnice se namesti novi samostoječi razdelilec dimenzij 800mm x 2000mm, globine 300mm, z oznako =R-PREZR. Dovod električne energije se izvede iz obstoječega elektro prostora s kablom N2XH-J 5x35mm². Inštalirana moč sistema znaša 46,94 kW. Ob upoštevanju faktorja istočasnosti (0,8) znaša konična moč sistema 38 kW in konični tok 60,8 A. Iz omare se izvede energetski razvod do posameznih elementov po obstoječih in deloma novih kabelskih policah. Po izvedenih delih je potrebno izvesti ustrezno tesnjenje kabelskih prebojev z ustrezno tesnilno maso, ki zagotavlja enako požarno varnost, kot je bila pred izvedenim posegom.

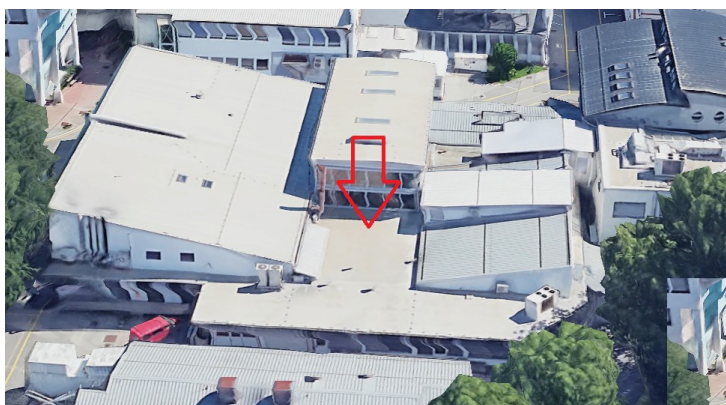
3.2.2.3. Sistem CNS

Sistemi prezračevanja in klimatizacije omogočajo povezavo na nadzorni sistem. Same povezave in izdelave sistema CNS s tem projektom niso predvidene.

3.2.3. SISTEM ZAŠČITE PRED DELOVANJEM STRELE

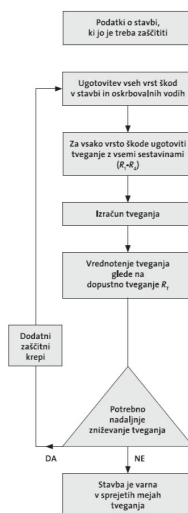
3.2.3.1. Splošno

V projektu se obravnava zaščita nove tehnološke opreme, ki bo nameščena na strehi obstoječega objekta na naslovu Jamova cesta 39 v Ljubljani.



Slika 1: Lokacija namestitve tehnološke opreme

V nadaljevanju so predstavljeni postopki izračuna ogroženosti objekta in izvedeni ukrepi, ki skladno s trenutno veljavno zakonodajno predstavljajo podlago za ustrezen nivo zaščite objekta pred delovanjem strele.



Slika 2: Postopek priprave ustreznega sistema zaščite pred delovanjem strele

Vodenje rizika pred udarom strele temelji na izračunu ocene tveganja na podlagi SIST EN 62305-2, ki določa stopnjo ogroženosti objekta. Na podlagi teh rezultatov izberemo ustrezen nivo zaščite s sistemom zunanje in notranje zaščite pred delovanjem strele.

3.2.3.2. Vodenje rizika

Cilj vodenja rizikov je prepoznati in kvantitativno določiti posamezna tveganja direktnega in indirektnega udara strele v objekt. Za vsak obravnavani projekt je potrebno izdelati analizo rizika (določitev treh ključnih parametrov N, P in L) in jo primerjati z določenim še sprejemljivim tolerančnim rizikom R_T , ki predstavlja osnovo za določitev in uporabo ustreznih zaščitnih ukrepov.

Celotni riziko R lahko izračunamo iz enačbe:

$$R = N \times P \times L$$

kjer pomenijo:

N – število nevarnih dogodkov oz. pogostnost udarov strele v obravnavano območje,

P – verjetnost škode in

L – izguba oz. kvantitativna vrednost škode.

3.2.3.3. Določitev števila nevarnih dogodkov

Število nevarnih dogodkov (faktor N) zaradi udara strele v obravnavano območje določimo kot:

$$N = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

kjer pomenijo:

N_g – število udarov strele na določeno področje (podatki EIMV),

A_d – zbirno površina osamljene zgradbe in

C_d – faktor umeščanja zgradbe.

Število udarov strele na obravnavanem območju je bilo ugotovljeno z aplikacijo SKAT Elektroinštituta Milana Vidmarja, Inštituta za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo v Ljubljani. **Na obravnavanem območju lahko pričakujemo vrednost gostote strel 1,17 strele na km² na leto** (poročilo SKAT-20260807-130130-46).



Izbrana lokacija:

Jamova cesta 39
Ljubljana

Pripadajoče Gauss-Krugerjeve koordinate:

Y:460726 m, X:99910 m

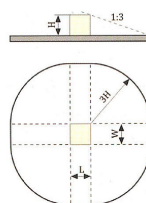
Vrednost gostote strel (N_g):

1.17 n/km²/leto

Slika 3: Izračun gostote udarov strele na obravnavano območje

3.2.3.4. Določitev zbirne površine

Zbirna površina A_d se določi kot površina, ki jo oklepa linija objekta, ki je od skrajnih točk objekta oddaljena tri višine objekta.



Določitev zbirne površine A_d

Faktor umeščanja zgradbe lahko določimo iz naslednje tabele:

UMESTITEV OBJEKTA	CD
Objekt je obdan z višjimi objekti in drevesi	0,25
Objekt je obdan z enako visokimi objekti ali drevesi	0,5
Osamljen objekt, v bližini ni drugih objektov	1
Osamljen objekt na vrhu hriba ali griča	2

Tabela za določitev faktorja umeščanja

DOLOČITEV VERJETNOSTI NASTANKA ŠKODE

Faktor P podaja verjetnost za nastanek škode v primeru udara strele. Razlikujemo med osmimi verjetnostnimi za nastanek škod:

- verjetnost, da direktni udar strele v zgradbo ogrozi življenje;
- verjetnost, da direktni udar strele v zgradbo povzroči fizično škodo (ogelj, eksplozija, mehanske in kemične učinke);
- verjetnost, da direktni udar strele v zgradbo povzroči škodo na notranjih sistemih (električnih in elektronskih);
- verjetnost, da udar strele v bližino zgradbe povzroči škodo na notranjih sistemih (električnih in elektronskih sistemih);
- verjetnost, da udar strele v oskrbovalni vod ogrozi življenje;
- verjetnost, da udar strele v oskrbovalni vod povzroči fizično škodo (ogelj, eksplozijo, mehanske in kemične učinke);
- verjetnost, da udar strele v oskrbovalni vod povzroči škodo na notranjih sistemih (električnih in elektronskih) in
- verjetnost, da udar strele v bližino oskrbovalnega voda povzroči škodo na notranjih sistemih (električnih in elektronskih).

Postopek za izračune posameznih verjetnosti so podrobneje predstavljene v dodatku B standarda SIST EN 62305-2. Izberemo jih lahko kot rezultat enačb ali neposredno iz tabele na naslednji strani:

ZNAČILNOSTI OBJEKTA	ZAŠČITNA RAVEN	PB
Objekt ni ščit s strelodromom	-	1,0
Objekt je ščit s strelodromom	IV	0,2
Objekt je ščit s strelodromom	III	0,1
Objekt je ščit s strelodromom	II	0,05
Objekt je ščit s strelodromom	I	0,02
Objekt z lovilnim sistemom, ki ustreza ravn I in neprekinjenimi kovinskimi ali armiranobetonskimi stenami, ki imajo vlogo pomožnega odvodnega sistema	-	0,01
Objekt s kovinsko kritino ali lovilnim sistemom, ki po možnosti vključuje pomožne lovilne elemente, s celotno zaščito katerekoli strešne napeljave pred neposrednim udarom strele in neprekinjenimi kovinskimi ali armiranobetonskimi stenami, ki imajo vlogo pomožnega odvodnega sistema	-	0,01

3.2.3.5. Določitev učinka škode

Učinek škode ocenimo z uporabo faktorja L , ki se spreminja glede na vrsto upoštevane izgube in vsako vrsto izgube povzroča določena vrsta škode. Vrste izgub, ki se lahko pojavijo, so odvisne od lastnosti zgradbe in njene vsebine.

+

VIR ŠKODE V ODNOSU Z MESTOM UDARA STRELE:

- S1 – direktni udar strele v zgradbo
- S2 – udar strele v bližino zgradbe
- S3 – direktni udar strele v oskrbovalne vode
- S4 – udar strele v bližino oskrbovalnih vodov

VRSTA ŠKODE:

- D1 – poškodbe živih bitij zaradi prevelikih napetosti dotika in koraka
- D2 – fizične poškodbe (požar, eksplozija, mehanske poškodbe, izpusti kemijskih tvarin) kot rezultat učinkov toka strele in nevarnega električnega iskenja zaradi prenapetosti
- D3 – škoda na električnih in elektronskih sistemih kot posledica prenapetosti

VRSTA IZGUB:

- L1 – izguba človeškega življenja
- L2 – izguba človeške dobrine
- L3 – izguba kulturne dediščine
- L4 – izguba gospodarske dejavnosti (zgradba in njene vsebine, oskrbe in izguba delovanja)

MESTO UDARA STRELE	VIR ŠKODE	VRSTA ŠKODE	VRSTA IZGUBE	VRSTA TVEGANJA
Stavba	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ¹ L1, L2, L3, L4 L1 ² , L2, L4	RA RB RC
Bližina stavbe	S2	D3	L1 ² , L2, L4	RM
Vod priključen na stavbo	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ¹ L1, L2, L3, L4 L1 ² , L2, L4	RU RV RW
Bližina voda, priključenega na stavbo	S4	D3	L1 ² , L2, L4	RZ

Glede na vrsto škode uporabljamo naslednje tri podvrste izgub:

L_t – izguba zaradi poškodb zaradi napetosti dotika in koraka

LOKACIJA	L_t
V objektu	10^{-4}
Izven objekta	10^{-2}

L_f – izguba zaradi fizične škode

LOKACIJA	L_f
Bolnišnice, hoteli, zasebni objekti	10^{-1}
Industrija, izobraževalne ustanove	5×10^{-2}
Gledališča, muzeji, cerkve	2×10^{-2}

L_0 – izguba zaradi škode na notranjih sistemih

LOKACIJA	L_0
Možnost eksplozije	10^{-1}
Bolnišnice	10^{-3}

3.2.3.6. Primerjava izračunanega rizika s tolerančnim rizikom

Pri odločanju o izbiri zaščitnih ukrepov za zaščito pred delovanjem strele je treba preučiti ali posamezni izračunani riziki R_T presegajo vrednosti sprejemljivih rizikov R_T glede na vrste izgub, ki so podane v naslednji tabeli:

VRSTA IZGUB	R_T / leto
Izguba človeškega življenja ali trajne poškodbe	10^{-5}
Nesprejemljiv izpad javne oskrbe	10^{-3}
Izguba nenadomestljive kulturne dediščine	10^{-4}
Ekonomska izguba	10^{-3}

V kolikor je izračunani riziko manjši od še sprejemljivega tolerančnega rizika se šteje, da je strel vodna zaščita ustrezna. Zaradi kompleksnosti izračunov je izračun rizikov izdelan s programskim orodjem SKAT Elektroinštituta Milan Vidmar. Izračuni se nahajajo v prilogi.

3.2.3.7. Izračun ločilne razdalje

Ločilno razdaljo je potrebno izračunati v primerih, ko ima objekt izolirane kovinske dele, ki niso povezani z ustreznim ozemljitvenim sistemom in bi lahko v primeru udara strele lahko prišlo do preskoka potenciala oziroma do iskrenja. V ta namen je potrebno določiti ločilno razdaljo med odvodnimi deli strel vodnega sistema in posameznimi izoliranimi kovinskimi deli.

Ločilna razdalja (faktor s) se določi iz sledeče enačbe:

$$s = (k_i \times k_c \times l) / k_m$$

kjer pomenijo:

S – razdalja med izoliranim in odvodnim sistemom,

k_i – koeficient, odvisen od izbrane LPS cone,

k_c – koeficient, odvisen od toka strele, ki steče po odvodih,

l – dolžina vodnika LPS, na kateri je potrebno vzpostaviti določeno ločilno razdaljo in

k_m – koeficient, odvisen od električnega izolacijskega materiala.

Določitev k_i se določi iz sledeče tabele:

RAZRED LPS	k_i
I.	0,08
II.	0,06
III. in IV.	0,04

Določitev k_c se določi iz sledeče tabele:

ŠTEVILO ODVODOV	k_c
1	1
2	0,66
3 ali več	0,44

Določitev k_m se določi iz sledeče tabele:

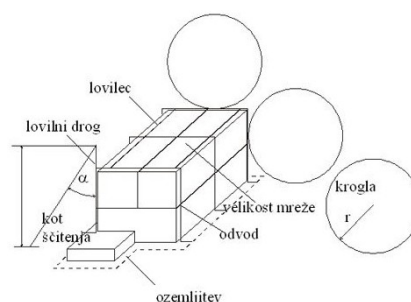
MATERIAL	k_m
Zrak	1
Beton, les, opeka	0,5

Glede na izbrani razred zaščite LPS III., dva (2) odvoda, zrak kot izolacijski material in dolžino odvodnega vodnika cca. 8,0 metra (upoštevani najdaljši vodnik), je izračunana **ločilna razdalja 0,211 metra** oziroma 21,1 centimetra. Pri načrtovanju in izvedbi strelovodnega sistema je upoštevan kriterij po zahtevani ločilni razdalji.

3.2.3.8. Lovilni sistem

Lovilni sistem je namenjen preprečevanju neposrednega udara strele v objekt, ki se ga ščiti. Njegova glavna naloga je usmeritev energije strele do odvodnega sistema. Tako se udar strele spremeni v kontroliran pojav. Lovilni sistem je lahko sestavljen iz lovilnih palic, napetih žic med lovilnimi palicami in mrežami vodnikov. Pri oblikovanju in arhitekturi lovilnikov in zaščiti arhitekture se lahko uporabljajo 3 metode za oblikovanje in postavitve:

- metoda kotaleče se krogle,
- metoda mreže in
- metoda zaščitnega kroga.



Slika 4: Primeri metod zaščite

Metoda kotaleče se krogle je univerzalna metoda, ki je najučinkovitejša za geometrijske in arhitekturno razgibane in zapletene objekte. Iz tega razloga je uporabljena tudi v našem primeru.

Glede na izbrani nivo zaščite na podlagi izračuna rizikov in izbora zaščite obstajajo štiri (4) nivoji zaščitnih sistemov:

Nivo zaščite pred strelo (LPL oz. razred LPS)	Polmer kotaleče se krogle (m)	Velikost zanke lovilne mreže (m)
I	20	5 x 5
II	30	10 x 10
III	45	15 x 15
IV	60	20 x 20

Slika 5: Nivoji zaščite in podatki za načrtovanje

V obravnavanem primeru se bo izvedla postavitve dveh lovilnih palic višine 3 metrov, ki se morajo povezati z obstoječim odvodnim sistemom s strelovodnim vodnikom INOX, premera 8mm. Z obravnavano postavitvijo se nove naprave postavi v strelovodno senco, skladno z zahtevami za IV. razred LPS.

3.2.3.9. Odvodni sistem

Odvodni sistem predstavlja električno povezavo med lovilnim in ozemljitvenim sistemom. Da bi z odvodnim sistemom preprečili škodo v času prehoda toka praznitve, je potrebno upoštevati naslednje pogoje:

- obstajati mora več paralelnih poti,
- pot, po kateri teče tok v zemljo, mora biti čim krajša in
- izvedene morajo biti povezave do prevodnih delov objekta.

Maksimalno razdaljo med odvodi lahko na podlagi standarda SIST EN 62305-3 določimo iz spodnje tabele:

<i>Zaščitni nivo LPS</i>	<i>Tipična razdalja med odvodi (m)</i>
<i>I</i>	10
<i>II</i>	10
<i>III</i>	15
<i>IV</i>	20

Tabela za določitev maksimalne razdalje med odvodi

Odvodni del v našem primeru predstavlja vodnik INOX Ø8 mm, položen na nosilce. Vsaka od strelovodnih palic se poveže na svoj odvodni sistem. S tem poskrbimo za enakomerno porazdelitev udara strele in varen odvod strele do ozemljitvenega sistema. Podrobnosti so razvidne iz priloženih tlorisnih situacij.

3.2.3.10. Ozemljitveni sistem

Ozemljitveni sistem služi zgradbi (posameznemu ali več objektom skupaj) kot sistem za odvajanje električnega toka v zemljo. Na podlagi tehnične smernice TSG-N-003:2021 Zaščita pred delovanjem strele mora imeti ozemljitveni sistem nizko upornost (manjšo od 10 Ω). Pri specifični upornosti tal, ki je večja od 250 Ω m, ozemljitvena upornost ne sme biti večja od 4 % izmerjene specifične upornosti tal.

Glede na tip izvedbe ozemljitvenih vodov poznamo 4 tipe ozemljil:

- površinsko ozemljilo (vodoravno),
- palično ozemljilo,
- temeljsko ozemljilo in
- obročasto ozemljilo.

V našem primeru bomo uporabili obstoječi ozemljitveni sistem, ki je izveden iz temeljskega ozemljila in tračnega ozemljila kot obroč okrog objekta. V projektu ni predvideno poseganje v ozemljitveni sistem.

3.2.3.11. Medsebojno galvansko povezovanje in izenačevanje potencialov

Izenačevanje potencialov se izvede s povezovanjem:

- kovinskih delov v objektu,
- kovinskih napeljav,
- notranjih oskrbovalnih inštalacijskih sistemom in
- zunanjih prevodnih in inštalacijskih delov objekta.

Pri izvedbi povezav je potrebno upoštevati minimalne preseke povezav, ki glede na material in po toku strele prevajajo ustrezen tok.

<i>Material elementa</i>	<i>Presek (mm²)</i>
<i>baker</i>	16
<i>aluminij</i>	25
<i>jeklo</i>	50

Minimalni preseki vodnikov, ki lahko prevajajo znaten tok strele

<i>Material elementa</i>	<i>Presek (mm²)</i>
<i>baker</i>	6
<i>aluminij</i>	10
<i>jeklo</i>	16

Minimalni preseki vodnikov, ki ne prevajajo znatnega tok strele

Na lokaciji se predvidi dve novi pomožni zbiralki za izenačevanje potencialov, ki se ju namesti ob obstoječi razdelilec in na lokacijo tehnoloških elementov na koto +6.00. Nanju se poveže glavno ozemljitev objekta z ru/ze vodnikom PF 16mm². Na zbiralki za izenačevanje potencialov je potrebno povezati vse kovinske dele z vodniki ustreznih presekov (min. 6mm² za dodatno izenačitev in min. 16mm² za glavno izenačitev potencialov).

3.2.3.12. Zaščita pred prenapetostjo

Objekt mora že imeti predhodno vgrajene prenapetostne odvodnike razredov I. in II. v glavnem razdelilcu elektro prostora. V novi razdelilec =R-PREZR se vgradi prenapetostni odvodnik razredov I. in II. (25kA), ki bo nudil ustrezno zaščito pred pojavom prenapetosti in zmanjšal njeno velikost na še vzdržno napetost, ki jo sistem lahko prenese.

3.2.3. SPLOŠNI ZAŠČITNI UKREPI PRI POSLUŽEVANJU Z EL. NAPRAVAMI

3.2.3.1. Nevarnosti pri posluževanju in obratovanju električnih inštalacij in naprav

Pri posluževanju in obratovanju električnih inštalacij in naprav se lahko pojavljajo naslednje nevarnosti, ki lahko ogrozijo ljudi in premoženje:

1. nevarnost pred tokom kratkega stika
2. nevarnost pred preobremenitvijo
3. nevarnost pred posrednim dotikom delov pod napetostjo
4. nevarnost pred neposrednim dotikom delov pod napetostjo
5. nedovoljen oziroma prekoračen padec napetosti
6. nevarnost pred vlago, vodo, prahom, eksplozivnimi in vnetljivimi materiali ter kemičnimi vplivi
7. nevarnost nastanka požara

3.2.3.2. Predvideni ukrepi za odpravo nevarnosti

V sledečem projektu so za odpravo oziroma zmanjšanje škodljivih vplivov in nevarnosti izvedeni naslednji ukrepi:

Ukrep k točki 1: Nevarnost pred tokom kratkega stika

Zaščita pred tokom kratkega stika je najprej predvidena v transformatorski postaji in sicer na primarni strani preko odklopnega ločilnika. Na sekundarni strani so odvodi zaščiteni z ustreznimi nizko napetostnimi talilnimi varovalkami. V inštalaciji je predmetna nevarnost odpravljena s pravilnim dimenzioniranjem inštalacijskih vodov in pripadajočih varovalnih elementov glede na izbiro zaščitnega sistema.

Ukrep k točki 2: Nevarnost pred preobremenitvijo

Zaščita pred preobremenitvijo inštalacije je izvedena z varovalnimi elementi.

Ukrep k točki 3: Nevarnost pred posrednim dotikom delov pod napetostjo

Nevarnost pred posrednim dotikom delov pod napetostjo je izvedena z ustrezno potencialno izenačitvijo vseh prevodnih mas v območju dotika.

Ukrep k točki 4: Nevarnost pred neposrednim dotikom delov pod napetostjo

Zaščita pred slučajnim dotikom električnih inštalacij pod napetostjo je izvedena s pravilnim izborom opreme, naprav in kablov, kot tudi z vgrajevanjem elementov v ustrezna ohišja, uvlačenjem kablov v inštalacijske cevi in pravilnim nameščanjem opozorilnih napisov na nevarna mesta. Pomembno je tudi, da je oprema nameščena na mestih, ki niso izpostavljeni možnostim mehanskih poškodb.

Ukrep k točki 5: Nedovoljen oziroma prekoračen padec napetosti

Zaščita pred nedovoljenim padcem napetosti je predvidena s pravilnim dimenzioniranjem napajalnih vodov, kakor tudi izvodov za posamezne potrošnike. Izračuni presekov kablov z ustrezno kontrolo padcev napetosti najneugodnejših porabnikov so sestavni del projektne dokumentacije.

Ukrep k točki 6: Nevarnost pred vlago, vodo, prahom, eksplozivnimi in vnetljivimi materiali ter kemičnimi vplivi

Vsa oprema je izbrana glede na namen in mesto montaže, ozirajoč se na delovne pogoje, ki jih nudijo posamezni deli objekta.

Ukrep k točki 7: Nevarnost nastanka požara

Nevarnost nastanka požara je odpravljena s pravilnim izborom in postavitvijo opreme, ki ob pravilni uporabi in predpisanem vzdrževanju ne more biti vzrok požara.

3.2.3.3. Ukrepi za zagotavljanje EM kompatibilnosti

Izvedba električnih inštalacij mora izpolnjevati zahteve Pravilnika o elektromagnetni združljivosti (Ur. list RS 39/16). Vsa vgrajena oprema mora imeti CE znak in mora biti vgrajena skladno z zahtevami in po navodilih proizvajalca.

3.2.4. DIMENZIONIRANJE VODNIKOV IN TEHNIČNI IZRAČUNI

Na podlagi pridobljenih vhodnih podatkov je potrebno pravilno dimenzionirati električne povezave. V ta namen so v nadaljevanju predstavljeni načini izračuna in preverjanja pravilne izbire električnih vodnikov.

3.2.4.1. Izračun inštalirane in konične moči ter koničnega toka

Izračun inštalirane moči je seštevek vseh inštaliranih moči

$$P_i = \sum P_{i_n} [W]$$

$$P_k = f_i \times P_i [W] \qquad P_k = f_p \times \sum P_k [W]$$

$$I_k = \frac{P_k}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi \times \eta} [A]$$

kjer pomenijo:

$P_i [W]$	<i>instalirana moč razdelilnika</i>
$\sum P_{i_n} [W]$	<i>vsota posameznih instaliranih moči porabnikov</i>
f_i	<i>faktor istočasnosti</i>
f_p	<i>faktor prekrivanja</i>
$P_k [W]$	<i>konična moč porabnika</i>
$U [V]$	<i>medfazna napetost</i>
$\cos \varphi$	<i>podatek pri elektromotorjih ali skupna vsota razmerij med jalovo in delovno močjo</i>
η	<i>izkoristek porabnika</i>

3.2.4.2. Dimenzioniranje NN vodnikov

Upoštevane so zahteve naslednjih standardov:

SIST HD 60364-4-41:2007	Zaščita pred električnim udarom
SIST IEC 60364-4-43:2009	Zaščita pred nadtoki
SIST IEC 60364-5-52:2006	Električne inštalacije zgradb

Izbrani preseki vodnikov morajo ustrezati pogojem:

prvi pogoj: $I_B \leq I_N \leq I_z$

drugi pogoj: $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$

kjer pomenijo:

$I_B [A]$ *nazivni bremenski tok porabnika*

$I_N [A]$	nazivni tok zaščitne naprave (varovalke oz. zaščitnega releja)
$I_z [A]$	trajni zdržni tok v vodniku
$I_2 [A]$	tok, pri katerem zaščitna naprava zanesljivo izklopi $I_2 = k * I_z$

Faktor »k« je odvisen od tipa zaščitne naprave in je razviden iz spodnje tabele:

Vrsta zaščitne naprave	faktor »k«
Inštalacijski odklopniki z izklopno karakteristiko A	1,2
Inštalacijski odklopniki z izklopno karakteristiko B, C	1,45
Talilni vložki D gl Gg - do 4 A	2,1
Talilni vložki D gl Gg – od 4 A do 10 A	1,9
Talilni vložki D gl Gg – od 10 A do 400 A	1,6
NH talilni vložki gl Gg - do 4 A	2,1
NH talilni vložki gl Gg – od 4 A do 10 A	1,9
NH talilni vložki gl Gg – od 10 A do 25 A	1,75
NH talilni vložki gl Gg – od 25 A do 400 A	1,6

Trajni zdržni tok posamezne vrste vodnika določajo naslednji obratovalni pogoji:

- uporabljen tip inštalacije,
- vpliv paralelno položenih vodnikov in
- vpliv temperature okolice.

3.2.4.3. Zaščita pred kratkostičnim tokom

Upoštevane so zahteve:

SIST IEC 60364-4-43:2009 Zaščita pred nadtoki

Izbrani preseki vodnikov morajo ustrezati pogoju:

$$S \geq \sqrt{\frac{I^2 \times t}{k^2}} [mm^2] \text{ če je } I = \frac{U_0}{\sqrt{\sum R^2 + \sum X^2}} [A]$$

kjer pomenijo:

$S [mm^2]$	preseki vodnika
$I [A]$	efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka
$U_0 [V]$	fazna napetost
$\sum R [\Omega]$	celotna ohmska upornost kratkostične zanke
$\sum X [\Omega]$	celotna induktivna upornost kratkostične zanke
$t [s]$	trajanje kratkega stika do prekinitve
k	konstanta, odvisna od materiala vodnika in izolacije kabla

$k = 115$	Cu + PVC
$k = 135$	Cu + guma, polietilen

3.2.4.4. Kontrola padcev napetosti

Porabniki se lahko napajajo direktno iz transformatorske postaje ali iz posameznega podrazdelilnika. V prvem primeru so dovoljeni padci napetosti do končnega porabnika (razsvetljave) 3% ter splošnih porabnikov 5%, v drugem primeru pa 5% za razsvetljavo in 8% za splošne porabnike.

Kontrola padcev napetosti je narejena po enačbi:

$$u = \frac{(100 \times P \times l)}{U^2 \times S \times 56} [\%] \quad \text{za trifazne tokokroge}$$

$$u = \frac{(200 \times P \times l)}{U_f^2 \times S \times 56} [\%] \quad \text{za enofazne tokokroge}$$

kjer pomenijo:

$u[\%]$	<i>padec napetosti</i>
$P[W]$	<i>priključna moč tokokroga</i>
$l[m]$	<i>dolžina vodnika ali kabla</i>
$S[mm^2]$	<i>preseka vodnika ali kabla</i>
$U[V]$	<i>medfazna napetost</i>
$U_f[V]$	<i>fazna napetost</i>

3.2.4.5. Zaščita pred električnim udarom

Zaščita pred neposrednim dotikom:

Deli, ki so pod napetostjo, morajo biti izolirani z materiali, ki trajno zdržijo vse predvidene obremenitve. Kabli morajo biti do višine dveh metrov zaščiteni proti mehanskim poškodbam. Električne naprave v razdelilnikih morajo imeti minimalno stopnjo zaščite IP20. Vsi kovinski deli morajo biti spojeni v sistem izenačitve potenciala.

Zaščita pred posrednim dotikom:

Poleg sistema za izenačitev potenciala je kot glavni zaščitni ukrep uporabljen sistem TN-S. Zaščita je računsko preverjena za vsak tokokrog in podana v tabelah. Zaščita je ustrezna kadar je izpolnjena neenačba:

$$Z_S \times I_a \leq U_0$$

kjer pomenijo:

Z_S	<i>impedanca okvarne zanke</i>
I_a	<i>tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave</i>
U_0	<i>nazivna napetost proti zemlji</i>

3.2.4.6. Tabele izračunov

Dimenzionirani kabli USTREZAJO zgoraj navedenim zakonskim predpisom.

Dovodni vodnik iz obstoječega elektro prostora

	PORABNIK	vodnik	S (mm²)	P (kW)	Tip nap. 1= 400V 2= 230V	cos fi	η	tip ins	I _z (A)	f _t	f _p	I _b (A)	<I _n (A)<	I _z (A)	k	I ₂ (A) <	1,45 * I _z	
	V rumena polja vpiši podatke !	Št. paralel. vodnikov		Opombe k izbiri varovalke					L (m)	Z _o (Ω)	Z _{sk} < (Ω)	Z _{dop} (Ω)	Z _k (Ω)	I _k (A)	t _{odk} (ms)	S _{min} <S (mm ²)	ΔU (%)	
1	DOVOD	N2XH-J	35,0	38,0	1	400	0,95	0,95	C	119,0	0,95	0,95	60,8	80	107,4	1,20	96,0	155,7
				Talilni vložek, 3x80A					25	0,026	0,026	0,200	0,013	19675,9	4,0	10,82	0,30	

Vodniki iz razdelilca =R-PREZR

DOVOD	N2XH-J	35,0	38,0	1	400	0,95	0,95	C	119,0	0,95	0,95	60,8	80	107,4	1,20	96,0	155,7	
dovod									25	0,026	0,026	0,200	0,013	19675,9	4,0	10,82	0,30	
V padajočem meniju izberite predhodni razdelilec v NIVOJU 1!																		
PORABNIK	vodnik	S (mm²)	P (kW)	Tip nap. 1= 400V 2= 230V			cos fi	η	tip ins	I _z (A)	f _t	f _p	I _b (A)	<I _n (A)<	I _z (A)	k	I ₂ (A) <	1,45 * I _z
V rumena polja vpiši podatke!			Opombe k izbiri varovalke						L (m)	Z _o (Ω)	Z _{sk} < (Ω)	Z _{dop} (Ω)	Z _k (Ω)	I _k (A)	t _{odk} (ms)	S _{min} <S (mm²)	ΔU (%)	
1	Rek. napr.	N2XH-J	2,5	0,5	2	230	0,95	0,95	C	24,0	0,95	0,95	2,6	10	21,7	1,45	14,5	31,4
	Inštalacijski odklopnik, razred C, 16A, 1 polni									25	0,357	0,383	2,200	0,383	661,0	4,0	0,36	0,67
2	Centr. vent.	N2XH-J	2,5	2,5	1	400	0,85	0,85	C	24,0	0,95	0,95	5,0	5	21,7	1,45	7,3	31,4
	Mot. zašč. stikalo, 4-6,3A, nast. 5,0A									40	0,571	0,597	3,600	0,299	851,0	4,0	0,47	0,75
3	Klim. napr. KN2	N2XH-J	2,5	2,6	1	400	0,87	0,87	C	24,0	0,95	0,95	5,0	5	21,7	1,45	7,4	31,4
	Mot. zašč. stikalo, 4-6,3A, nast. 5,1A									60	0,857	0,883	3,600	0,441	575,5	4,0	0,32	1,00
4	Klim. napr. KN1	N2XH-J	2,5	5,0	1	400	0,87	0,87	C	24,0	0,95	0,95	9,5	10	21,7	1,45	14,0	31,4
	Mot. zašč. stikalo, 10-16A, nast. 9,65A									60	0,857	0,883	2,200	0,441	575,5	4,0	0,32	1,64
5	Zun. inv. en.	N2XH-J	4,0	7,2	1	400	0,88	0,88	C	32,0	0,95	0,95	13,4	14	28,9	1,45	20,0	41,9
	Mot. zašč. stikalo, 10-16A, nast. 13,8A									60	0,536	0,561	1,300	0,281	905,0	4,0	0,50	1,51
6	Zun. inv. en.	N2XH-J	4,0	7,5	1	400	0,88	0,88	C	32,0	0,95	0,95	14,0	14	28,9	1,45	20,3	41,9
	Mot. zašč. stikalo, 10-16A, nast. 14,0A									60	0,536	0,561	1,300	0,281	905,0	4,0	0,50	1,56
7	Zun. inv. en.	N2XH-J	4,0	7,5	1	400	0,88	0,88	C	32,0	0,95	0,95	14,0	14	28,9	1,45	20,3	41,9
	Mot. zašč. stikalo, 10-16A, nast. 14,0A									60	0,536	0,561	1,300	0,281	905,0	4,0	0,50	1,56

3.2.5. POPIS MATERIALA IN DEL

OPOMBA: Glej priložene liste!

REKAPITULACIJA
0,00 €

Opis postavke	e.m.	kol	€/enoto	€ skupaj
RAZDELILEC =R-PREZR				
1. Omara, samostoječa, 1 krilna, dimenzij 800mm x 2000mm, globina 300mm, IP65, z montažno ploščo debeline 3mm, prašno lakirana na RAL7035, kot npr. Schrack KT208030 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
2. Podstavek, kotni del, višina 100mm, ABS, kot npr. Schrack ATSOC104 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
3. Podstavek, globinski del, 300mm, višina 100mm, 2 kosa v kompletu, kot npr. Schrack ATSOT031 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
4. Podstavek, širinski del, 800mm, višina 100mm, 2 kosa v kompletu, kot npr. Schrack ATSOB081 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
5. Vijak, pocinkan, M12, za dvigovanje, kot npr. Schrack ACLE9301 ali ekvivalent	kpl.	2		0,00
6. Predal za načrte, A4, samolepilna oz. vijačna pritrditev, kot npr. Schrack ASDRA400 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
7. Letev, montažna, perforirana, dolžina 2.000mm, kot npr. Schrack BK14005-A ali ekvivalent	kpl.	3		0,00
8. Kabelski kanal za ožičenje, dimenzij 80 mm x 80mm, dolžina 2.000 mm, kot npr. Schrack KVN08080 ali ekvivalent	kpl.	5		0,00
9. Svetilka za omaro, 560lm, z magnetno pritrditvijo, z vtičnico, kot npr. Schrack IU008530-A ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
10. Vtičnica, šuko, za DIN letev, vijačni priključki, kot npr. Schrack BZ325003-A ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
11. Prenapetostni odvodnik, razred I. in II., 300V, kot npr. Schrack IS211245-A ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
12. Zbiralka, viličasta, 3 polna, 16mm, kot npr. Schrack BSB90114-A ali ekvivalent	kpl.	2		0,00
13. Zaključna ploščica za zbiralko, kot npr. Schrack BSB00116-A ali ekvivalent	kpl.	4		0,00
14. Odklopnik, MC1, 80A, 50kA, 0,8-1In, 8-14 Ik, kot npr. Schrack MC180231 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00

REKAPITULACIJA

0,00 €

Opis postavke	e.m.	kol	€/enoto	€ skupaj
15. Ročica za odklopnik, rdeče/rumena, po delih sestavljena, z zapahom, kot npr. Schrack MC196632 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
16. Inštalacijski odklopnik, razred C, 3 polni, 2 A, kot npr. Schrack BM017302 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
17. Inštalacijski odklopnik, razred C, 1 polni, 10 A, kot npr. Schrack BM017110 ali ekvivalent	kpl.	5		0,00
18. Inštalacijski odklopnik, razred C, 1 polni, 16 A, kot npr. Schrack BM017116 ali ekvivalent	kpl.	4		0,00
19. Vmesnik za pritrditev, čelni, kot npr. Schrack MM216374 ali ekvivalent	kpl.	3		0,00
20. LED element, 240V AC, zelene barve, čelna montaža, kot npr. Schrack MM216565 ali ekvivalent	kpl.	3		0,00
21. Pokrovček lučke, signalen, nizek, zelene barve, kot npr. Schrack MM216773 ali ekvivalent	kpl.	3		0,00
22. Nosilec oznake, prazen, 30x50mm, kot npr. Schrack MM216392 ali ekvivalent	kpl.	3		0,00
23. Motorsko zaščitno stikalo, 4-6,3A, 3 polno, kot npr. Schrack BE400309 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
24. Motorsko zaščitno stikalo, 6,3-16A, 3 polno, kot npr. Schrack BE400310 ali ekvivalent	kpl.	1		0,00
25. Motorsko zaščitno stikalo, 10-16A, 3 polno, kot npr. Schrack BE400311 ali ekvivalent	kpl.	3		0,00
26. Vrstne sponke, 2,5mm ² , vključno s stremeni in bočnimi stabilizatorji	kpl.	33		0,00
27. Vrstne sponke, 6mm ² , vključno s stremeni in bočnimi stabilizatorji	kpl.	15		0,00
28. Vrstne sponke, 35mm ² , vključno s stremeni in bočnimi stabilizatorji	kpl.	5		0,00
29. Sponke za dvizhne vode, 4 polne, 100/125A, 10-35mm ² , kot npr. ERIFLEX nVent	kpl.	1		0,00
30. Zbiralka PE, 20 priključkov, z namestitvijo na montažno letev	kpl.	1		0,00

REKAPITULACIJA**0,00 €**

Opis postavke	e.m.	kol	€/enoto	€ skupaj
31. Sestava razdelilca, ožičenje, z vsem drobnim montažnim materialom in testiranjem ustreznosti	kpl.	1		0,00
KABLI IN OSTALA OPREMA				
32. Kabel, dimenzije 3x2,5mm ² , brezhalogenski, samougasljiv, z odzivom na ogenj Cca-s1b, d1, a1, kot npr. N2XH-J ali ekvivalent	m	40		0,00
33. Kabel, dimenzije 5x2,5mm ² , brezhalogenski, samougasljiv, z odzivom na ogenj Cca-s1b, d1, a1, kot npr. N2XH-J ali ekvivalent	m	180		0,00
34. Kabel, dimenzije 5x4mm ² , brezhalogenski, samougasljiv, z odzivom na ogenj Cca-s1b, d1, a1, kot npr. N2XH-J ali ekvivalent	m	180		0,00
35. Kabel, dimenzije 5x35mm ² , brezhalogenski, samougasljiv, z odzivom na ogenj Cca-s1b, d1, a1, kot npr. N2XH-J ali ekvivalent	m	25		0,00
36. Ozemljitveni vodnik, žica, 6mm ² , za izvedbo galvanskih povezav med kovinskimi deli	m	60		0,00
37. Ozemljitveni vodnik, žica, 16mm ² , za izvedbo galvanskih povezav med kovinskimi deli	m	80		0,00
38. Zbiralka za izenačitev potencialov	kpl.	2		0,00
39. Kabelska polica, INOX, 50mm, s pokrovom in montažnim materialom (ocena)	m	80		0,00
40. Kabelska polica, INOX, 100mm, s pokrovom in montažnim materialom (ocena)	m	45		0,00
41. Zaščitna cev za zaščito kablov, UV odporna, za kable do premera 16mm	m	40		0,00
42. Zaščitna cev za zaščito kablov, UV odporna, za kable do premera 20mm	m	55		0,00
DOGRADITEV SISTEMA ZA ZAŠČITO PRED DELOVANJEM STRELE				
43. Dobava in namestitev lovilne palice, višine 3 m, vključno z balastnimi podporami in povezavo z obstoječim odvodnim delom	kpl.	2		0,00
44. Dobava in montaža strelovodne žice (ocena. cca. 35m), premer 8mm, vključno s podporami in sponkami, s pritrditvijo	kpl.	1		0,00

REKAPITULACIJA**0,00 €**

Opis postavke	e.m.	kol	€/enoto	€ skupaj
---------------	------	-----	---------	----------

OSTALA DELA

45. Delo kvalificiranega elektro izvajalca pri priključevanju opreme in izvedbi del	ur	80		0,00
46. Zagotovitev dovoda električne energije v obstoječem elektro prostoru (3x80A), vključno s priključitvijo novega vodnika	kpl.	1		0,00
47. Izvedba galvanskih povezav med posameznimi kovinskimi deli, vključno z drobnim montažnim materialom	kpl.	1		0,00
48. Izvedba kabelskih prebojev za prehode kablov, vključno z ustreznim tesnjenjem za zagotavljanje ustrezne požarne varnosti	kpl.	1		0,00
49. Pregled in meritve električnih inštalacij ter sistema zaščite pred delovanjem strele, vključno z izdelavo merilnega zapisnika	kpl.	1		0,00
50. Transportni in manipulativni stroški	%	5,0	0,00	0,00

3.3. NAČRTI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN TLOVISNE SITUACIJE

Projektu so priloženi naslednji načrti oziroma tlorisne situacije:

- 3.3.1. Načrt razdelilnika =R-PREZR**
- 3.3.2. Izgled razdelilca =R-PREZR**
- 3.3.3. Poročilo o gostoti strel SKAT-20260807-130130-46**
- 3.3.4. Vodenje rizika – Zaščita pred delovanjem strele SKAT-20260807-130826-46**
- 3.3.5. Tehnološka oprema – tloris pritličja**
- 3.3.6. Tehnološka oprema – tloris pritličja na višini +6.00**
- 3.3.7. Tehnološka oprema – prezračevanje, prerez A-A**
- 3.3.8. Tehnološka oprema – prezračevanje, prerez B-B**
- 3.3.9. Tehnološka oprema – prezračevanje, prerez C-C**

Objekt: PREZRAČEVANJE PROIZVODNIH PROSTOROV V OBJEKTU D

NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

=R-PREZ

TRIPOLNE SHEME RAZDELILCA

Vsebina projekta:	PZI	Investitor:	INSTITUT "JOŽEF STEFAN"	 ELEKTRO URBANIJA	Številka lista:	
Številka načrta:	26-04-02 EI	Objekt:	Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D, Jamova cesta 39, Ljubljana		0	/
Datum izdelave:	junij 2026	Risba:	RAZDELILEC = R-PREZ		1	

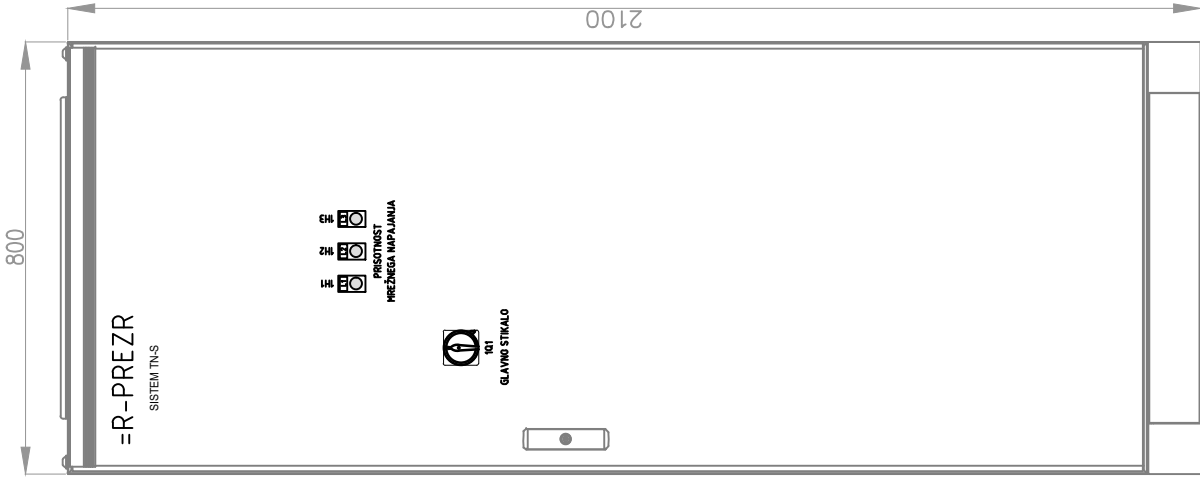
Objekt: PREZRAČEVANJE PROIZVODNIH PROSTOROV V OBJEKTU D

NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

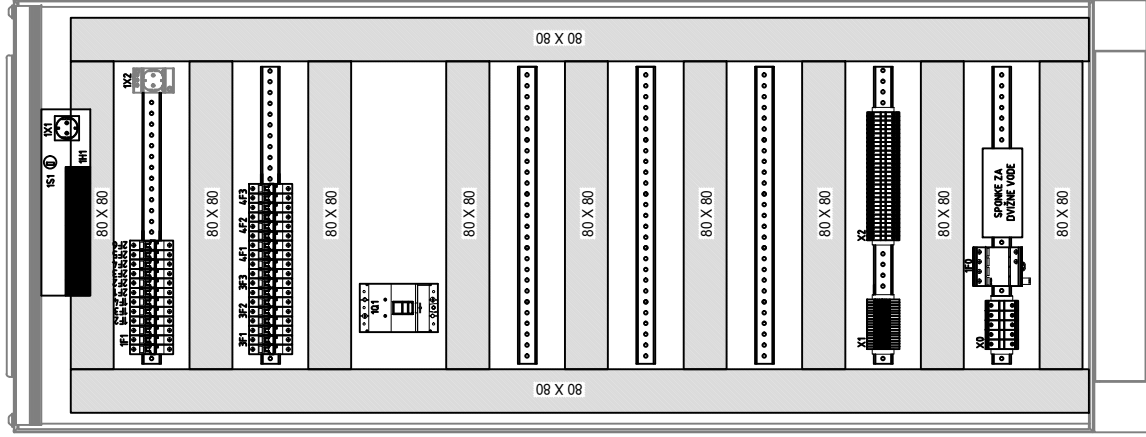
=R-PREZ

IZGLED RAZDELILCA

Vsebina projekta:	PZI	Investitor:	INSTITUT "JOŽEF STEFAN"	 ELEKTRO URBANIJA	Številka lista:	
Številka načrta:	26-04-02 EI	Objekt:	Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D, Jamova cesta 39, Ljubljana		0	/
Datum izdelave:	junij 2026	Risba:	NASLOVNA STRAN			1



DIMENZIJE RAZDELILCA 2.000 mm x 800 mm x 300 mm
s 100 mm podstavkom



Vsebina projekta:	PZI	Investitor:	INSTITUT "JOŽEF STEFAN"	Številka lista:	
Številka načrta:	26-04-02 EI	Objekt:	Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D, Jamova cesta 39, Ljubljana	1	0
Datum izdelave:	junij 2026	Risba:	RAZDELILEC = R-PREZR	/	/

Poročilo o gostoti strel

Poročilo št.: SKAT-20260807-130130-46

Podatki o lokaciji poizvedbe



Izbrana lokacija:

Jamova cesta 39
Ljubljana

Pripadajoče Gauss-Krugerjeve koordinate:

Y:460726 m, X:99910 m

Vrednost gostote strel (N_G):

1.17 n/km²/leto

Dodatek

1. Splošno o sistemu SCALAR

Leta 1998 je bil v Sloveniji vzpostavljen sistem za avtomatsko lokalizacijo atmosferskih razelektritev - SCALAR. Z njegovo pomočjo se zbirajo podatki o strelah med oblakom in zemljo na širšem območju Slovenije. V letu 2006 smo začeli sistem SCALAR nadgrajevati z modernejšimi senzorji, ki je postavljen pri kraju Bate na Banjški planoti, nato v letu 2008 smo postavil nov senzor v kraju Jelše na Krškem polju. Do danes smo sistem SCALAR razširili tudi na Hrvaškem, Bosni in Hercegovini, Srbiji in Črni Gori.



Lokacije senzorjev sistema SCALAR

Zabeležena strela ima več parametrov. Numerični podatki, ki jo definirajo so:

- časovna značka udara,
- zemljepisna širina in zemljepisna dolžina lokacije,
- amplituda toka v kA,
- število povratnih udarov,
- večja in manjša polos elipse napake,
- naklon elipse in
- parameter kakovosti.

Glavna parametra, ki govori o kakovosti sistema, sta točnost in učinkovitost detekcije strel. Sistem SCALAR zagotavlja točnost lokacij pod 250 m. Dejanska korelacija med izračunano lokacijo strele in znano lokacijo (dobi se jo s primerjavo posledic udarov v objekte in izpadov daljnovodov) pa nakazuje, da je dejansko odstopanje lokacij pod 150 m. Učinkovitost, ki govori, koliko strel, večjih od 5 kA, se detektira, je več kot 98- odstotna. Zaradi teh parametrov se sistem SCALAR uvršča med najboljše sisteme za lokalizacijo strel v svetu.

Več informacij o sistemu SCALAR dobite na spletni strani: <http://www.scalar.si>

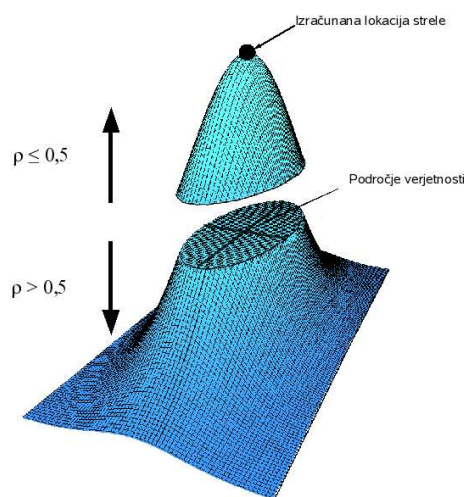
2. Karta gostote strel

Glavni pokazatelj nivoja ogroženosti pred atmosferskimi razelektritvami je gostota strel. Gostota strel predstavlja dolgoletno povprečno število atmosferskih razelektritev na nekem geografskem področju in se podaja s številom strel na km kvadrat na leto [strele/km²/leto].

Gostota strel se na ozemlju Slovenije giblje v zelo širokem področju od 0,6 – 1,1 strele/km²/leto v Prekmurju, 2,5 – 3,7 strele/km²/leto v ljubljanski kotlini, pa vse do 6,3 strele/km²/leto in več na Trnovski planoti. Predvsem zahodni del Slovenije je tudi v evropskem merilu izrazito ogrožen zaradi udarov strel.

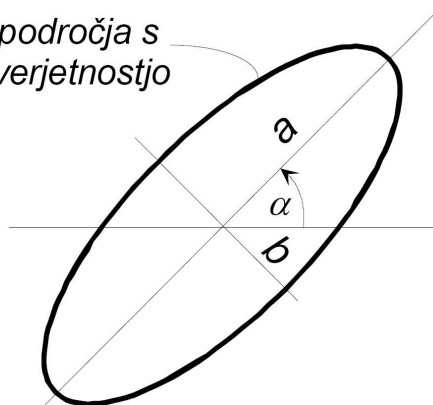
3. Izračun gostote strel po metodi z upoštevanjem elipse napake

Mesto udara strele je praviloma točkovni pojav (razen ko gre za viličasto strelo), vendar lahko sistem SCALAR določi le najverjetnejšo točko (koordinato) udara. Negotovost rezultata poda z elipso, ki ji pravimo elipsa napake. Elipsa napake je opisana z večjo in manjšo polosjo ter kotom nagiba. Predstavlja presek 3 dimenzionalne Gaussove ogrinjače, ki predstavlja naključne vplive v zasukanem ortogonalnem sistemu, ki se podrejajo normalni porazdelitvi. Manjši kot je raztros merilnih rezultatov v vsaki osi, manjši sta polosi in manjša je velikost elipse. Manjša površina elipse tako pomeni manjšo negotovost izračunane lokacije atmosferske razelektritve.



Ogrinjača verjetnosti lokacije

meja področja s
50% verjetnostjo



Elipsa napake z polosema a in b in nagibom α



**ELEKTROINŠTITUT
MILAN VIDMAR**

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana

Vodenje rizika - Zaščita pred delovanjem strele

Poročilo št.: SKAT-20260807-130826-46

Direktor

Ljubljana, 7.8.2026

dr. Boris Žitnik, univ. dipl. inž.el.



SI - 1000 Ljubljana, Hajdrihova 2
tel. +386 (0)1 474 3601
fax. +386 (0)1 425 3326

© **Elektroinštitut Milan Vidmar, 2026.**

Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira.

Vsebina

O poročilu	3
Seznam uporabljenih simbolov	4
Uvod	7
1. Podatki o zgradbi in njeni okolici	8
1.1 Lastnosti zgradbe	8
1.2 Podatki in lastnosti priključkov	8
1.2.1 NN vod	8
1.2.2 TK vod	8
1.3 Lastnosti zaščitnih con	9
1.3.1 Poslovni objekt	9
2. Izračun rizikov	10
2.1 Zbirne površine	10
2.1.1 Objekt	10
2.1.2 NN vod	10
2.1.3 TK vod	10
2.2 Ocena letnega števila nevarnih dogodkov	10
2.2.1 Pričakovano letno števila nevarnih dogodkov na objektu	10
2.2.2 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - NN vod	10
2.2.3 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - TK vod	11
2.3 Izračun rizika za odločitev o nujnosti zaščite	11
2.3.1 Izračun rizika izgube človeškega življenja R1	11
2.3.2 Izračun rizika izgube javne oskrbe R2	11
2.3.3 Izračun rizika izgube kulturne dediščine R3	12
2.3.4 Izračun rizika izgube gospodarske vrednosti R4	12
3. Povzetek vrednotenja rizikov	13
4. Literatura	15

O poročilu

SKAT omogočil: ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana, Hajdrihova 2

Izvor podatka o gostoti strel: Visokoresolucijska karta gostote strel za obdobje od 2016-2026

Izračuni izvedeni po standardu: SIST EN 62305-2

Številka poročila: SKAT-20260807-130826-46

Datum izdelave: 7.8.2026

Dodatne informacije

Investitor projekta: Inštitut Jozef Stefan

Naziv objekta: Proizvodni prostori v objektu D

Št. načrta: 26-04-02/EL

Št. projekta:

Odgovorni projektant: I. Urbanija

Seznam uporabljenih simbolov

A_d	zbirna površina za udare strele v stavbo
A_M	zbirna površina udarov za udare strele v bližino stavbe
A_L	zbirna površina udarov za udare strele oskrbovani vod
A_I	zbirna površina udarov za udare strele v bližino oskrbovanega voda
A_{DJ}	zbirna površina udarov za udare strele v sosednje objekte
C_d	faktor umeščanja
C_t	faktor za transformator, priključen na oskrbovalni vod
C_I	faktor namestitve voda
C_E	faktor okolja
H	višina stavbe
h_Z	faktor povečanja izgub zaradi posebnih nevarnosti
K_{MS}	faktor učinkov izvedenih zaščitnih ukrepov
K_{S1}	upošteva učinkovitost zaslanjanja stavbe pred delovanjem strele na meji; LPZ 0/1
K_{S2}	upošteva učinkovitost zaslanjanja oklopov v notranjosti stavbe; LPZ X/Y
K_{S3}	upošteva lastnosti notranjega ožičenja
K_{S4}	upošteva zdržno udarno napetost ščitenega sistema
L	Dolžina stavbe
$L1$	izguba človeškega življenja v zgradbi
$L2$	izguba javne oskrbe v zgradbi
$L3$	izguba kulturne dediščine v zgradbi
$L4$	izguba gospodarske vrednosti v zgradbi
L_t	izguba zaradi poškodb zaradi napetosti dotika in koraka
L_f	vrednost izgub zaradi fizičnih poškodb in vrste stavbe
L_I	dolžina oskrbovalnega voda
L_o	vrednost izgube zaradi škode na notranjih sistemih
L_x	povprečne relativne izgube na leto
L_A	izgube v zvezi s poškodbami živih bitij
L_B	izgube na zgradbi v zvezi s fizično škodo (udari strele v zgradbo)
L_C	izgube v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v zgradbo)
L_M	izgube v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v bližino zgradbe)
L_U	izgube v zvezi s poškodbo živih bitij (udari strele v oskrbovalni vod)
L_V	izguba na zgradbi na oskrbovalnem vodu zaradi fizične škode (udari strele v oskrbovalni vod)
L_W	izguba v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v oskrbovalni vod)
L_Z	izguba v zvezi s škodo na notranjih sistemih (udari strele v bližino oskrbovalnega voda)
N_d	število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele
N_g	gostota udarov strele proti zemlji
N_d	število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele

N_M	število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v bližino stavbe
N_L	število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v oskrbovalni vod
N_I	število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v bližino oskrbovalnega voda
N_{DJ}	število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v sosednje objekte
n_t	pričakovano število ljudi v zgradbi
$n_z(L1)$	število oseb v coni
$t_z(L1)$	čas v katerem so osebe prisotne v coni
$n_z(L2)$	število oskrbovanih oseb iz cone
$t_z(L2)$	čas javne oskrbe, ki jo zagotavlja cona
P_A	verjetnost, da udar strele v stavbo povzroči poškodbe ljudi
P_B	verjetnost, fizične škode na stavbi pri direktnem udaru strele
P_C	verjetnost škode na notranjih sistemih pri udaru strele v stavbo
P_M	verjetnost, da udar strele v bližini stavbe povzroči škodo na notranjih sistemih
P_U	verjetnost poškodbe živih bitij (udari strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
P_V	verjetnost poškodbe fizične škode na zgradbi (udari strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
P_W	verjetnost fizične škode na zgradbi (udari strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
P_Z	verjetnost škode na notranjih sistemih (udari strele v bližino oskrbovalnega voda povezan z zgradbo)
P_{SPD}	verjetnost škode pri vgrajeni prenapetostni zaščiti
P_{TA}	zaščitni ukrepi napetosti dotika in koraka
P_{EB}	Zmanjšanje verjetnosti P_u in P_v v odvisnosti lastnosti vodov
R_A	komponenta v zvezi izgube človeškega življenja zaradi napetosti dotika in koraka pri direktnem udaru strele
R_B	komponenta v zvezi s fizično škodo, zaradi povzročenega požara ali eksplozije in posredno tudi človeških življenj
R_C	komponenta v zvezi škodo na notranjih sistemih zaradi LEMP pri direktnem udaru strele v stavbo
R_M	komponenta v zvezi škodo na notranjih sistemih zaradi LEMP pri udaru strele v bližino stavbe
R_U	komponenta rizika (poškodba živih bitij ob udarih strele v oskrbovalni vod povezan z zgradbo)
R_V	komponenta rizika (fizična škoda na napeljavi ob udarih strele v oskrbovalni vod, povezan z zgradbo)
R_Z	komponenta rizika (škoda na opremi oskrbovalnega voda ob udarih strele v bližino zgradbe)
R_T	tolerančni riziko
$R1_T$	tolerančni rizik izgube človeškega življenja
$R2_T$	tolerančni rizik izgube javne oskrbe v zgradbi
$R3_T$	tolerančni rizik izgube kulturne dediščine
$R4_T$	tolerančni rizik izgube gospodarske vrednosti v zgradbi
R_1	riziko izgube človeškega življenja
R_2	riziko izgube javne oskrbe v zgradbi

R_3	riziko izgube kulturne dediščine
R_4	riziko izgube gospodarske vrednosti v zgradbi
r_f	faktor zmanjšanja izgube odvisen od tveganja izbruha požara
r_p	faktor zmanjšanja izgub zaradi protipožarnih ukrepov
r_t	vrsta površja ali tal
U_w	zdržna udarna napetost ščitenega sistema v kV
W	širina stavbe
w_m	širina kovinske mreže armature v betonu sten

Uvod

Dokument opisuje postopek vrednotenja rizikov - Zaščita pred delovanjem strel skladno s standardom SIST EN 62305-2 iz česar je razvidno vrednotenje potrebe po zaščiti pred strelo.

Poročilo je izdelano s pomočjo spletne aplikacije SKAT - Spletni KAlkulator Tveganja. Ključni podatek pri vrednotenju rizika je gostota atmosferskih razelektritev v zemljo, izražena kot število udarov strel na kvadratni kilometer na leto in je določena z meritvami.

Spletna aplikacija SKAT uporablja dolgoletno visokoreslucijsko karto gostote strel z ločljivostjo 100x100m, ki jo izračunava sistem SCALAR na podlagi podatkov o strelah, ki jih sistem SCALAR zabeleži.

1. Podatki o zgradbi in njeni okolici

1.1 Lastnosti zgradbe

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Gostota udarov strele	N_g	1/km ² /leto	1,17	SCALAR podatek
Dolžina	L	m	10	Ročni vnos
Širina	W	m	40	Ročni vnos
Višina	H	m	9	Ročni vnos
Razred umeščanja	C_d	-	0,5	Preglednica A.1
Razred LPS	P_b	-	0,1	Preglednica B2
Magnetni oklop na mejah zgradbe	K_{S1}	-	1	Enačba B.5
Magnetni oklop v zgradbi	K_{S2}	-	1	Enačba B.6

1.2 Podatki in lastnosti priključkov

1.2.1 NN vod

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Faktor transformatorja	C_T	-	1	Preglednica A.3
Dolžina priključka	L_L	m	200	Ročni vnos
Vod ni oklopljen	-	-	-	-
Faktor namestitve	C_I	-	0,5	Preglednica A.2
Faktor okolje	C_E	-	0,1	Preglednica A.4
Zdržna napetost notranjega sistema	U_W	kV	1	Ročni vnos
Dimenzije povezane zgradbe	L_j, W_j, H_j	m	10, 10, 10	Ročni vnos
Faktor umeščanja povezane zgradbe	C_{DJ}	-	0,5	Preglednica A.1

1.2.2 TK vod

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Faktor transformatorja	C_T	-	1	Preglednica A.3
Dolžina priključka	L_L	m	200	Ročni vnos
Vod ni oklopljen	-	-	-	-
Faktor namestitve	C_I	-	0,5	Preglednica A.2
Faktor okolje	C_E	-	0,1	Preglednica A.4
Zdržna napetost notranjega sistema	U_W	kV	1	Ročni vnos
Dimenzije povezane zgradbe	L_j, W_j, H_j	m	10, 10, 10	Ročni vnos
Faktor umeščanja povezane zgradbe	C_{DJ}	-	0,5	Preglednica A.1

1.3 Lastnosti zaščitnih con

1.3.1 Poslovni objekt

Parameter	Oznaka	Enota	Vrednost	Referenca
Vrsta zemlje ali tal	r_t	-	0,01	Preglednica C.3
Zaščitni ukrepi zaradi napetosti dotika in koraka (udar stele v zgradbo)	P_{TA}	-	0,01	Preglednica B.1
Stopnja tveganja požara v zgradbi	r_f	-	0,01	Preglednica C.5
Ukrepi proti posledicam požara	r_p	-	0,5	Preglednica C.4
Prisotnost posebnih nevarnosti	h_z	-	5	Preglednica C.6
Število oseb v coni	n_zL1	-	10	Ročni vnos
Čas v katerem so osebe prisotne v coni	t_zL1	ur/leto	8760	Ročni vnos
Število oseb, ki jih oskrbuje cona	n_zL2	-	10	Ročni vnos
Čas javne oskrbe, ki jo zagotavlja cona	t_zL2	ur/leto	8760	Ročni vnos
Izguba človeškega življenja zaradi fizične škode	$L1_F$	-	0,05	Preglednica C.2
Izguba človeškega življenja zaradi škode na notranjih sistemih	$L1_O$	-	0	Preglednica C.2
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi fizične škode	$L2_F$	-	0	Preglednica C.8
Nesprejemljiva izguba javne oskrbe zaradi škode na notranjih sistemih	$L2_O$	-	0	Preglednica C.8
Izgube nenadomestljive kulturne dediščine zaradi fizične škode	$L3_F$	-	0	Preglednica C.10
Priključek NN vod v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek NN vod v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek NN vod v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek NN vod v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6
Priključek TK vod v tej coni	P_{SPD}	-	0,05	Preglednica B.3
Priključek TK vod v tej coni	K_{S3}	-	1	Preglednica B.5
Priključek TK vod v tej coni	P_{EB}	-	0,05	Preglednica B.7
Priključek TK vod v tej coni	P_{TU}	-	1	Preglednica B.6

2. Izračun rizikov

2.1 Zbirne površine

2.1.1 Objekt

Zbirna površina zgradbe za izračun nevarnih dogodkov zaradi strele:

$$A_D = L \cdot W + 2 \cdot (3 \cdot H) \cdot (L + W) + \Pi \cdot (3 \cdot H)^2$$

$$A_D = 10 \cdot 40 + 2 \cdot (3 \cdot 9) \cdot (10 + 40) + \Pi \cdot (3 \cdot 9)^2 = 5390,221 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.2})$$

$$A_M = 8,35 \cdot 10^5 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.7})$$

2.1.2 NN vod

Zbirna površina voda za izračun nevarnih dogodkov zaradi strele:

$$A_L = 40 \cdot L_L = 40 \cdot 200 = 8000 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.9})$$

$$A_I = 4000 \cdot L_L = 4000 \cdot 200 = 8 \cdot 10^5 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.11})$$

$$A_{DJ} = L_J \cdot W_J + 2 \cdot (3 \cdot H_J) \cdot (L_J + W_J) + \Pi \cdot (3 \cdot H_J)^2$$

$$A_{DJ} = 10 \cdot 10 + 2 \cdot (3 \cdot 10) \cdot (10 + 10) + \Pi \cdot (3 \cdot 10)^2 = 4127,4334 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.2})$$

2.1.3 TK vod

Zbirna površina voda za izračun nevarnih dogodkov zaradi strele:

$$A_L = 40 \cdot L_L = 40 \cdot 200 = 8000 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.9})$$

$$A_I = 4000 \cdot L_L = 4000 \cdot 200 = 8 \cdot 10^5 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.11})$$

$$A_{DJ} = L_J \cdot W_J + 2 \cdot (3 \cdot H_J) \cdot (L_J + W_J) + \Pi \cdot (3 \cdot H_J)^2$$

$$A_{DJ} = 10 \cdot 10 + 2 \cdot (3 \cdot 10) \cdot (10 + 10) + \Pi \cdot (3 \cdot 10)^2 = 4127,4334 \text{ m}^2 \quad (\text{Enačba A.2})$$

2.2 Ocena letnega števila nevarnih dogodkov

2.2.1 Pričakovano letno števila nevarnih dogodkov na objektu

Število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v zgradbo:

$$N_D = N_G \cdot A_D \cdot C_D \cdot 10^{-6} = 1,17 \cdot 5390,221 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 0,0032 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.4})$$

$$N_M = N_G \cdot A_M \cdot 10^{-6} = 1,17 \cdot 8,35 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6} = 0,9774 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.6})$$

2.2.2 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - NN vod

Število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v vod:

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_I \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_L = 1,17 \cdot 8000 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0005 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.8})$$

$$N_i = N_G \cdot A_i \cdot C_i \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_i = 1,17 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0468 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.10})$$

$$N_{DJ} = N_G \cdot A_{DJ} \cdot C_{DJ} \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_{DJ} = 1,17 \cdot 4127,4334 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0024 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.5})$$

2.2.3 Pričakovano letno število nevarnih dogodkov - TK vod

Število nevarnih dogodkov zaradi udarov strele v vod:

$$N_L = N_G \cdot A_L \cdot C_i \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_L = 1,17 \cdot 8000 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0005 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.8})$$

$$N_i = N_G \cdot A_i \cdot C_i \cdot C_E \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_i = 1,17 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0468 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.10})$$

$$N_{DJ} = N_G \cdot A_{DJ} \cdot C_{DJ} \cdot C_T \cdot 10^{-6}$$

$$N_{DJ} = 1,17 \cdot 4127,4334 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,0024 \text{ /leto} \quad (\text{Enačba A.5})$$

2.3 Izračun rizika za odločitev o nujnosti zaščite

2.3.1 Izračun rizika izgube človeškega življenja R_1

Posamezne komponente rizika R_i :

$$R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A = 0,0032 \cdot 0,001 \cdot 0,0001 = 3,15 \cdot 10^{-10} \quad (\text{Enačba 6})$$

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0032 \cdot 0,1 \cdot 0,0013 = 3,94 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C = 0,0032 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 8})$$

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M = 0,9774 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 9})$$

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_U \cdot L_U = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0,0001 = 2,88 \cdot 10^{-8} \quad (\text{Enačba 10})$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_V \cdot L_V = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0,0013 = 3,6 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 11})$$

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_W \cdot L_W = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 12})$$

$$R_Z = N_i \cdot P_Z \cdot L_Z = 0,0468 \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 13})$$

Riziko izgube človeškega življenja R_1 :

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

$$R_1 = 3,15 \cdot 10^{-10} + 3,94 \cdot 10^{-7} + 0 + 0 + 2,88 \cdot 10^{-8} + 3,6 \cdot 10^{-7} + 0 + 0$$

$$\mathbf{R_1 = 7,84 \cdot 10^{-7}} \quad (\text{Enačba 1})$$

2.3.2 Izračun rizika izgube javne oskrbe R_2

Posamezne komponente rizika R_2 :

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0032 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C = 0,0032 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 8})$$

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M = 0,9774 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 9})$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_V \cdot L_V = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 11})$$

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_W \cdot L_W = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 12})$$

$$R_Z = N_I \cdot P_Z \cdot L_Z = 0,0468 \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 13})$$

Riziko izgube javne oskrbe R_2 :

$$\begin{aligned} R_2 &= R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z \\ R_2 &= 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \\ \mathbf{R_2} &= \mathbf{0} \end{aligned} \quad (\text{Enačba 1})$$

2.3.3 Izračun rizika izgube kulturne dediščine R_3

Posamezne komponente rizika R_3 :

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0032 \cdot 0,1 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_V \cdot L_V = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 11})$$

Riziko izgube kulturne dediščine R_3 :

$$\begin{aligned} R_3 &= R_B + R_V \\ R_3 &= 0 + 0 \\ \mathbf{R_3} &= \mathbf{0} \end{aligned} \quad (\text{Enačba 1})$$

2.3.4 Izračun rizika izgube gospodarske vrednosti R_4

Posamezne komponente rizika R_4 :

$$R_A = N_D \cdot P_A \cdot L_A = 0,0032 \cdot 0,001 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 6})$$

$$R_B = N_D \cdot P_B \cdot L_B = 0,0032 \cdot 0,1 \cdot 0,0025 = 7,88 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 7})$$

$$R_C = N_D \cdot P_C \cdot L_C = 0,0032 \cdot 0,0975 \cdot 0,002 = 6,15 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 8})$$

$$R_M = N_M \cdot P_M \cdot L_M = 0,9774 \cdot 0,0975 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 9})$$

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_U \cdot L_U = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0 = 0 \quad (\text{Enačba 10})$$

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_V \cdot L_V = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0,0025 = 7,21 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 11})$$

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \cdot P_W \cdot L_W = (0,9774 + 0,0024) \cdot 0,05 \cdot 0,002 = 5,77 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 12})$$

$$R_Z = N_I \cdot P_Z \cdot L_Z = 0,0468 \cdot 0,05 \cdot 0,002 = 5,77 \cdot 10^{-7} \quad (\text{Enačba 13})$$

Riziko izgube gospodarske vrednosti R_4 :

$$\begin{aligned} R_4 &= R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z \\ R_4 &= 0 + 7,88 \cdot 10^{-7} + 6,15 \cdot 10^{-7} + 0 + 0 + 7,21 \cdot 10^{-7} + 5,77 \cdot 10^{-7} + 5,77 \cdot 10^{-7} \\ \mathbf{R_4} &= \mathbf{3,28 \cdot 10^{-6}} \end{aligned} \quad (\text{Enačba 1})$$

3. Povzetek vrednotenja rizikov

Na podlagi vhodnih podatkov so izračunani riziki:

Vrednosti komponent rizikov R1

R1	Z1	SUM
R1A	$3,15 \cdot 10^{-10}$	$3,15 \cdot 10^{-10}$
R1B	$3,94 \cdot 10^{-7}$	$3,94 \cdot 10^{-7}$
R1C	0	0
R1M	0	0
R1U	$2,88 \cdot 10^{-8}$	$2,88 \cdot 10^{-8}$
R1V	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$
R1W	0	0
R1Z	0	0
SUM	$7,84 \cdot 10^{-7}$	$7,84 \cdot 10^{-7}$

Vrednosti komponent rizikov R2

R2	Z1	SUM
R2A	0	0
R2B	0	0
R2C	0	0
R2M	0	0
R2U	0	0
R2V	0	0
R2W	0	0
R2Z	0	0
SUM	0	0

Vrednosti komponent rizikov R3

R3	Z1	SUM
R3A	0	0
R3B	0	0
R3C	0	0
R3M	0	0
R3U	0	0
R3V	0	0
R3W	0	0
R3Z	0	0
SUM	0	0

Vrednosti komponent rizikov R4

R4	Z1	SUM
R4A	0	0
R4B	$7,88 \cdot 10^{-7}$	$7,88 \cdot 10^{-7}$
R4C	$6,15 \cdot 10^{-7}$	$6,15 \cdot 10^{-7}$
R4M	0	0
R4U	0	0
R4V	$7,21 \cdot 10^{-7}$	$7,21 \cdot 10^{-7}$
R4W	$5,77 \cdot 10^{-7}$	$5,77 \cdot 10^{-7}$
R4Z	$5,77 \cdot 10^{-7}$	$5,77 \cdot 10^{-7}$
SUM	$3,28 \cdot 10^{-6}$	$3,28 \cdot 10^{-6}$

Izguba življenja (L1):



R1 ≤ R1_T

R1: $7,84 \cdot 10^{-7}$

R1_T: 10^{-5}

Izguba javne oskrbe (L2):



R2 ≤ R2_T

R2: 0

R2_T: 0,001

Izguba kulturne dediščine (L3):



R3 ≤ R3_T

R3: 0

R3_T: 0,0001

Ekonomska izguba (L4):



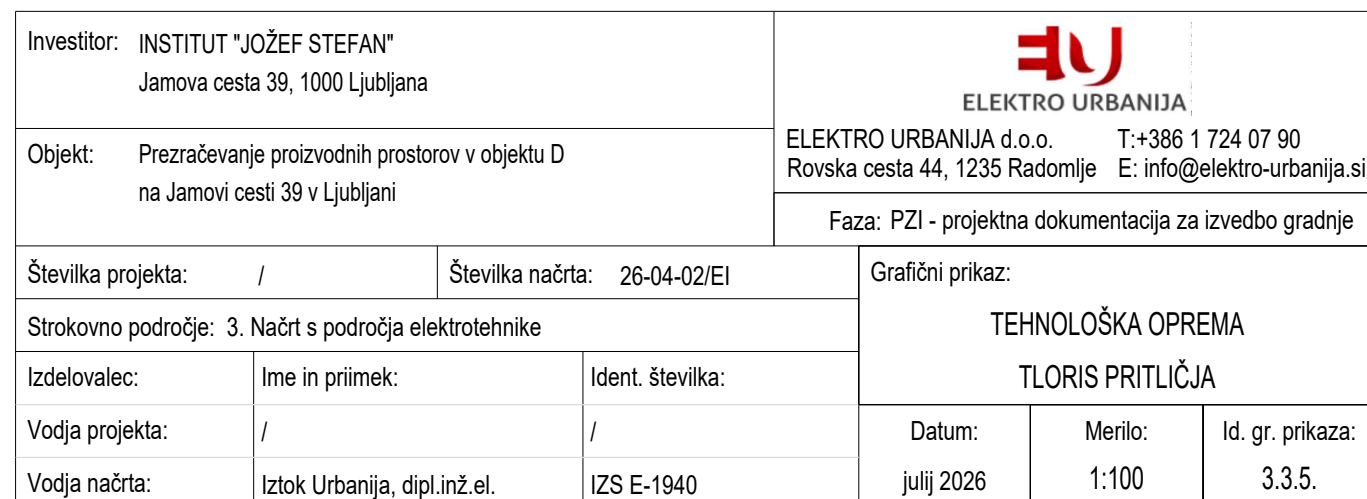
R4 ≤ R4_T

R4: $3,28 \cdot 10^{-6}$

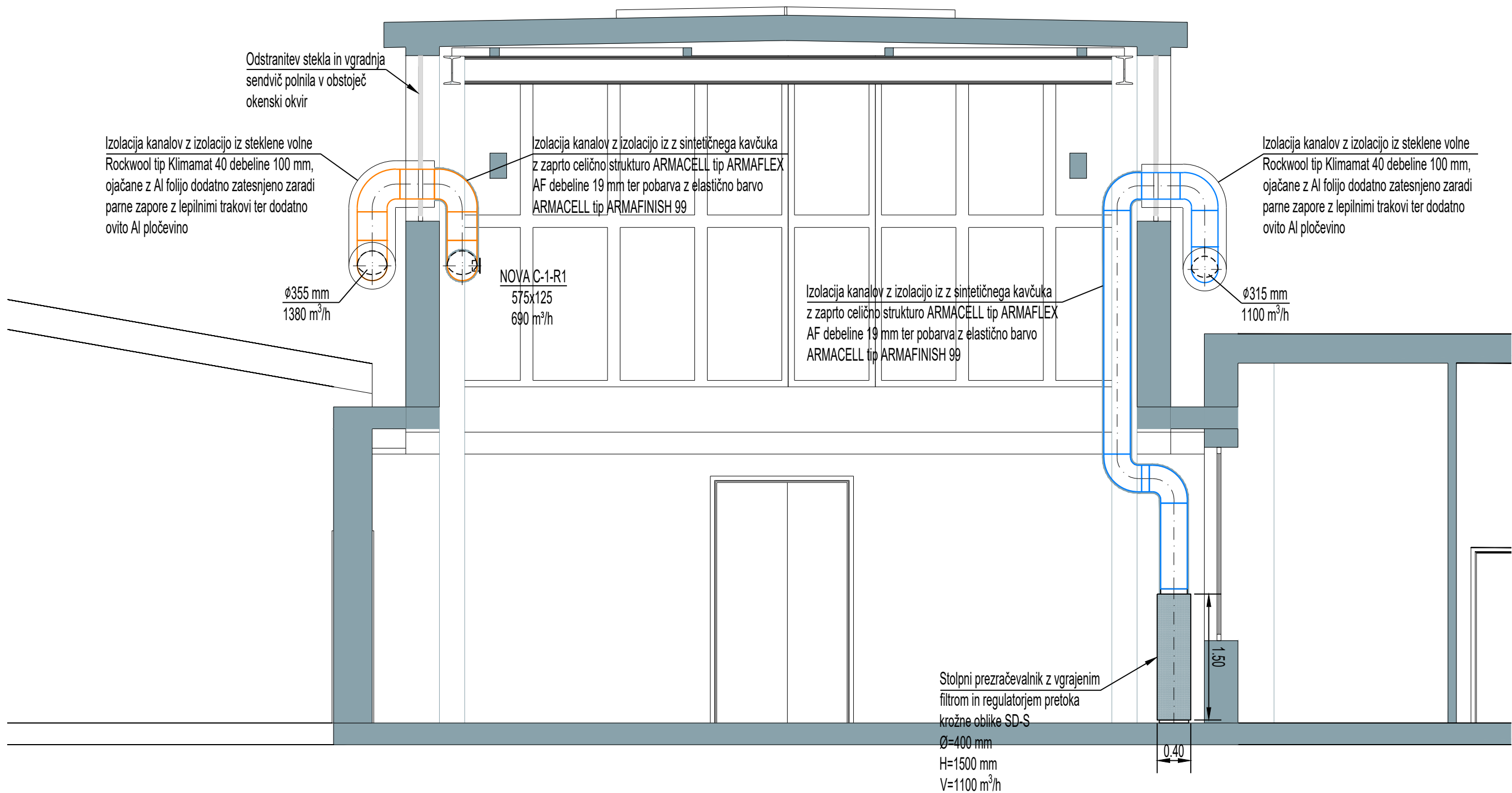
R4_T: 0,001

4. Literatura

1. SIST EN 62305-2:2010 Ed.2
2. Tehnična smernica TSG-N-003:2009 Zaščita pred delovanjem strele

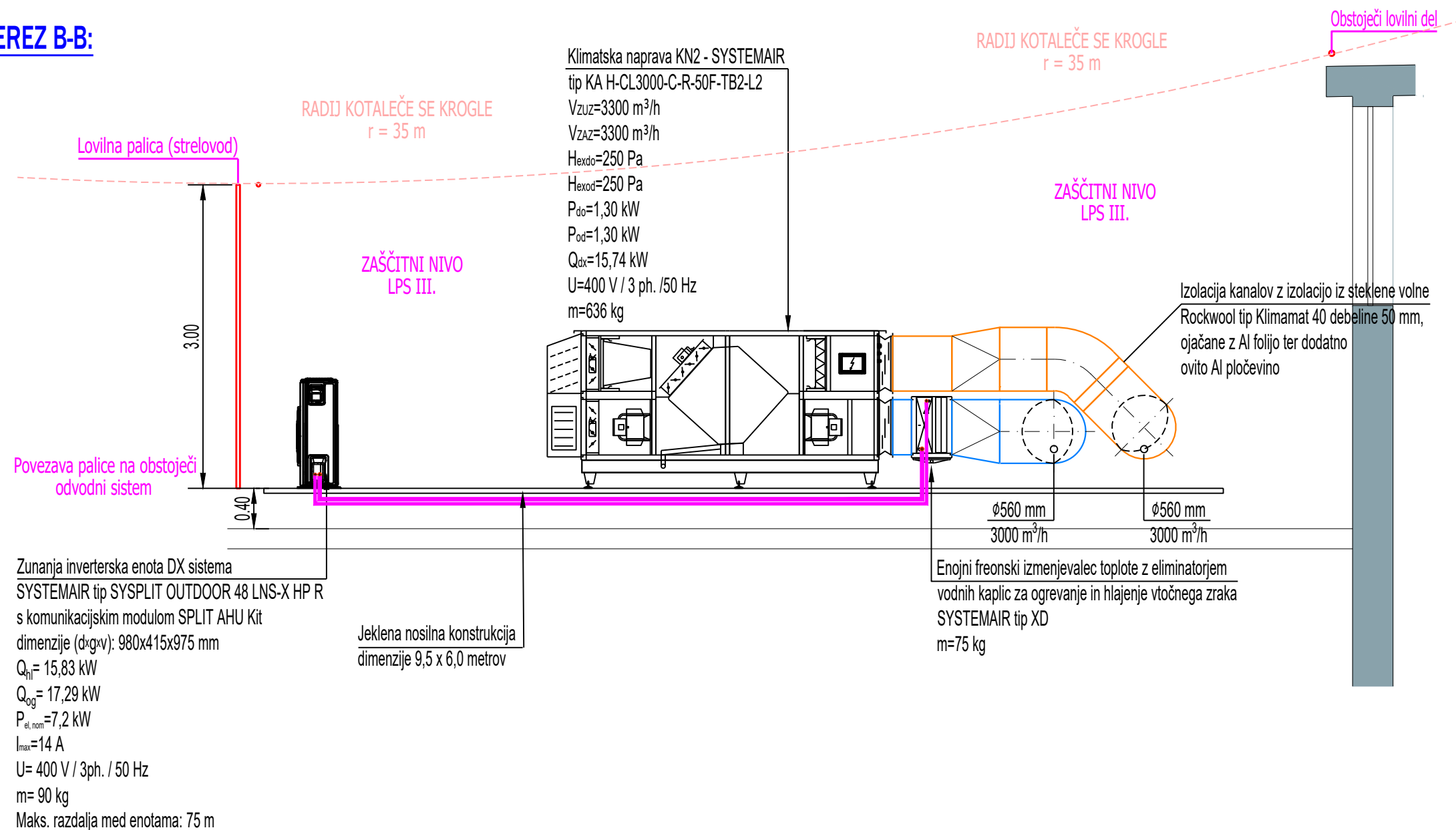


PREREZ A-A:



Investitor: INSTITUT "JOŽEF STEFAN" Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana			 ELEKTRO URBANIJA				
Objekt: Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D na Jamovi cesti 39 v Ljubljani			ELEKTRO URBANIJA d.o.o. T:+386 1 724 07 90 Rovska cesta 44, 1235 Radomlje E: info@elektro-urbanija.si				
			Faza: PZI - projektna dokumentacija za izvedbo gradnje				
Številka projekta: /		Številka načrta: 26-04-02/EI		Grafični prikaz: TEHNOLOŠKA OPREMA - PREZRAČEVANJE PREREZ A-A			
Strokovno področje: 3. Načrt s področja elektrotehnike							
Izdelovalec:	Ime in priimek:	Ident. številka:		Datum: julij 2026		Merilo: 1:50	Id. gr. prikaza: 3.3.7.
Vodja projekta:	/	/					
Vodja načrta:	Iztok Urbanija, dipl.inž.el.	IZS E-1940					

PREREZ B-B:



OCENA TVEGANJA

Lokacija proizvodbe GK koordinatno
Gostola strel:
Izguba življenja:
Izguba javne oskrbe:
Izguba kulturne dediščine:
Ekonomska izguba:

Določen nivo LPS zaščite:

460726 m, 99910 m
117 strele/km² letno
R₁: 7.84x10⁻⁷ R_T: 1x10⁻⁵
R₂: 0 R_T: 1x10⁻³
R₃: 0 R_T: 1x10⁻⁴
R₄: 3.28x10⁻⁶ R_T: 1x10⁻³

LPS III.

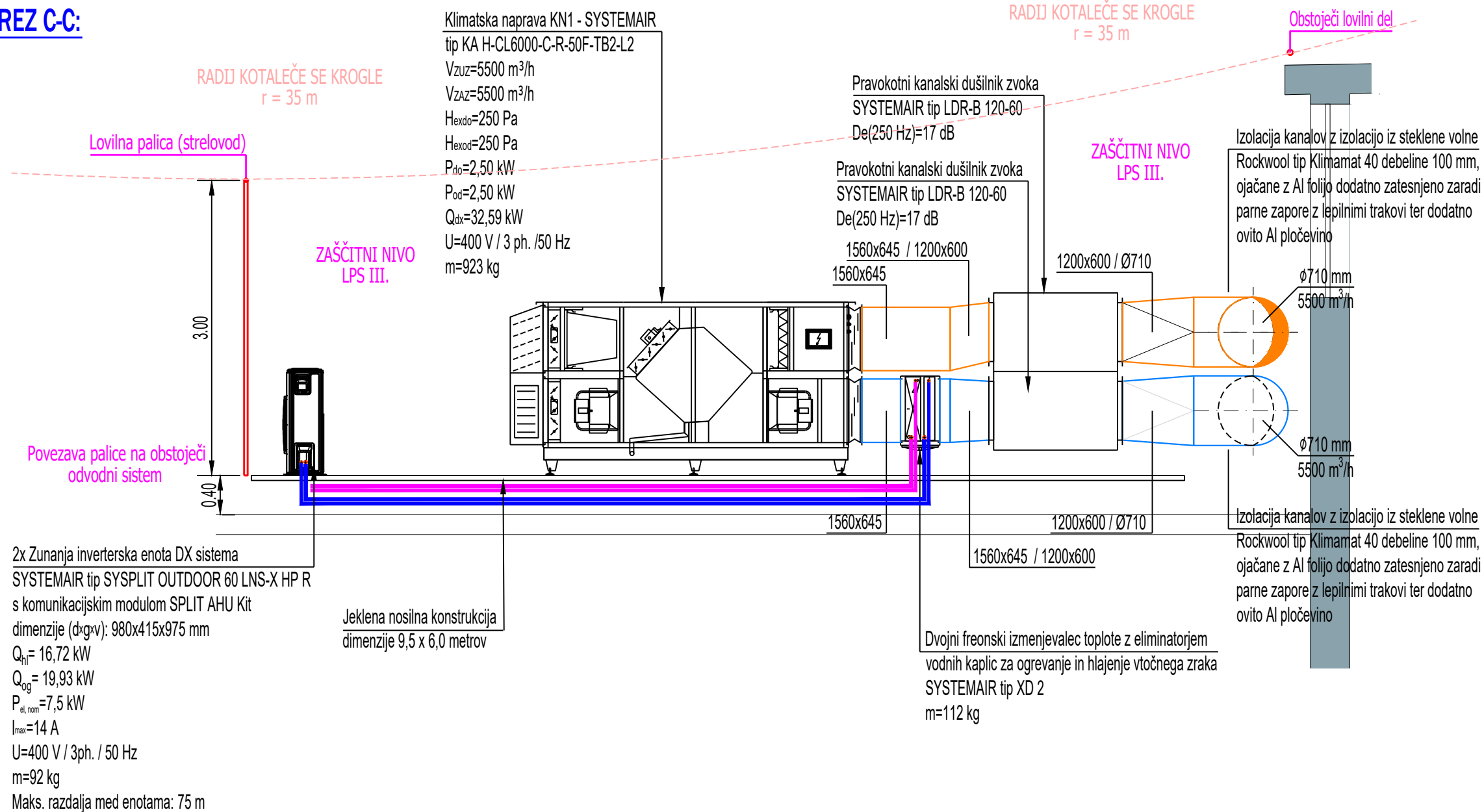
LOČILNA RAZDALJA

Razred LPS:	III	$k_f = 0,04$
Število odvodov:	2	$k_{ef} = 0,66$
Izolacijski material:	zrak	$k_{m} = 1$
Dejanska vodnika LPS:	8,0 m	$l = 8,0 \text{ m}$
Ločinska razdalja:	$(k_f + k_{ef} + 1)/k_m$	0,211 metra

Predviden je sistem zaščite pred delovanjem strele v nivoju LPS III. Zaščitni nivo je izračunan na podlagi radiusa kotaleče se krogle s premerom 45 metrov. Pri postavitvi lovilnih palic je potrebno upoštevati ločilno razdaljo med lovilnimi palicami (0,21m) in tehnološko opremo. Lovilne palice višine 3.0 metra se poveže na obstoječi odvodni sistem.

Investitor: INSTITUT "JOŽEF STEFAN" Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana			 ELEKTRO URBANIJA		
Objekt: Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D na Jamovi cesti 39 v Ljubljani			ELEKTRO URBANIJA d.o.o. T: +386 1 724 07 90 Rovska cesta 44, 1235 Radomlje E: info@elektro-urbanija.si		
Faza: PZI - projektna dokumentacija za izvedbo gradnje					
Številka projekta: /		Številka načrta: 26-04-02/EI		Grafični prikaz:	
Strokovno področje: 3. Načrt s področja elektrotehnike				TEHNOLOŠKA OPREMA - PREZRAČEVANJE	
Izdelovalec:		Ime in priimek:		PREREZ B-B	
Vodja projekta:		Ident. številka:			
Vodja načrta:		Iztok Urbanija, dipl.inž.el.		IZS E-1940	
Datum:		Merilo:		Id. gr. prikaza:	
julij 2026		1:50		3.3.8.	

PREREZ C-C:



OCENA TVEGANJA

Lokacija poizvedbe GK koordinat:
Gostola strel:
Izguba življenja:
Izguba javne oskrbe:
Izguba kulturne dediščine:
Ekonomska izguba:

Določen nivo LPS zaščite:

460726 m, 99910 m
117 strele/km² letno
R₁: 7.84x10⁻⁷ R_T: 1x10⁻⁵
R₂: 0 R_T: 1x10⁻³
R₃: 0 R_T: 1x10⁻⁴
R₄: 3.28x10⁻⁶ R_T: 1x10⁻³

Določen nivo LPS zaščite: LPS III

LOČILNA RAZDALJA

Razred LPS:	III	$k_f = 0,04$
Število odvodov:	2	$k_{ef} = 0,66$
Izolacijski material:	zrak	$k_m = 1$
Dolžina vodnika LPS:	8,0 m	$l = 8,0 \text{ m}$
Ločitna razdalja:	$(k_f + k_{ef} + 1)/k_m$	0,211 metra

Predviden je sistem zaščite pred delovanjem strele v nivoju LPS III. Zaščitni nivo je izračunan na podlagi radiusa kotaleče se kroglice s premerom 45 metrov. Pri postavitvi lovilnih palic je potrebno upoštevati ločilno razdaljo med lovilnimi palicami (0,21m) in tehnološko opremo. Lovilne palice višine 3.0 metra se poveže na obstoječi odvodni sistem.

Investitor: INSTITUT "JOŽEF STEFAN" Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana			 ELEKTRO URBANIJA		
Objekt: Prezračevanje proizvodnih prostorov v objektu D na Jamovi cesti 39 v Ljubljani			ELEKTRO URBANIJA d.o.o. T: +386 1 724 07 90 Rovska cesta 44, 1235 Radomlje E: info@elektro-urbanija.si		
			Faza: PZI - projektna dokumentacija za izvedbo gradnje		
Številka projekta: /		Številka načrta: 26-04-02/EI		Grafični prikaz:	
Strokovno področje: 3. Načrt s področja elektrotehnike				TEHNOLOŠKA OPREMA - PREZRAČEVANJE	
Izdovalec:	Ime in priimek:	Ident. številka:		PREREZ C-C	
Vodja projekta:	/	/		Datum:	Merilo:
Vodja načrta:	Iztok Urbanija, dipl.inž.el.	IZS E-1940		julij 2026	1:50
				Id. gr. prikaza:	
				3.3.9.	