

4.4 tehnično poročilo

4.4.1	UVOD	4
4.4.1.1	Splošno	4
4.4.1.2	Splošni pogoji	4
4.4.2	ELEKTROENERGETSKO NAPAJANJE OBJEKTA	4
4.4.2.1	Meritve električne energije	4
4.4.3	INŠTALACIJSKI RAZVODI IN NAPAJANJE ELEMENTOV STROJNIH INŠTALACIJ	5
4.4.4	ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI	7
4.4.5	RAZSVETLJAVA	7
4.4.5.1	Splošna notranja razsvetljava	7
4.4.5.2	Varnostna razsvetljava	8
4.4.5.3	Zunanja razsvetljava	10
4.4.6	ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE	10
4.4.6.1	Splošno	10
4.4.6.2	Parametri toka strele	11
4.4.6.3	Poškodbe zaradi udarov strele	11
4.4.6.4	Riziko in njegove komponente	12
4.4.6.5	Vrsta sistemov zaščite pred strelo (LPS)	13
4.4.6.6	Zunanji sistem zaščite pred strelo (LPS)	14
4.4.6.7	Zaščitni vodniki	17
4.4.6.8	Glavna izenačitev potenciala	18
4.4.6.9	Prenapetostna zaščita	19
4.4.7	ZAŠČITA PRED POSREDNIM DOTIKOM V TN OMREŽJIH	19
4.4.8	KONTROLA DELOVANJA ODKLOPA NAPAJANJA	20
4.4.9	POGOJI DELOVANJA ZAŠČITE S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA	21
4.4.10	KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE PRED PREOBREMENITVENIM TOKOM	22
4.4.11	ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM	23
4.4.12	KONTROLA PADCA NAPETOSTI	23
4.4.13	TELEKOMUNIKACIJSKI RAZVOD (TK)	24
4.4.14	DOMOFONSKE POVEZAVE	25
4.4.15	KRS POVEZAVE	25
4.4.16	AVTOMATSKO JAVLJANJE POŽARA	25

4.4.1 uvod

4.4.1.1 Splošno

Načrt je narejen na podlagi Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah (UL RS 41/2009), Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (UL RS 28/2009 in pripadajočih Tehničnih smernicah : TSG-1-001:2010 (Požarna varnost v stavbah), TSG-N-002:2013 (Nizkonapetostne električne inštalacije), TSG-N-003:2013 (Zaščita pred delovanjem strele).

Upravljanje posameznih strojnih naprav je predvideno na podlagi tehnoloških shem in zahtev v strojnih projektih.

4.4.1.2 Splošni pogoji

Izvajalec je dolžan uporabljati materiale navedene v projektu. Za vsako spremembo, dopnilo in odstopanje v materialu in tehnični izvedbi od projektne dokumentacije mora izvajalec del pridobiti pisno soglasje projektanta, ter soglasje investitorja in pooblaščenega nadzornika. Spremembe nastale med izvajanjem je izvajalec dolžan vrisati v načrte, ki bodo služili investitorju kot osnova za izdelavo projekta izvedenih del (PID).

4.4.2 Elektroenergetsko napajanje objekta

Objekt »DOZIDAVA VRTCA SVETA ANA« bo energetsko napajan iz nizkonapetostnega omrežja obstoječega vrtca, razdelilca R-VK, ki je napajan iz merilnega mesta vrtca, kjer je že vgrajene ustrezne merilne naprave. Investitor ima na obstoječem merilnem mestu dovolj zakupljene moči, tako da povečanje priključne moči ni potrebno.

Od obstoječega glavnega razdelilnika vrtca R-VK do razdelilca prizidka bo izvedena NN povezava s kablom tipa NYY-J 5x10mm².

Razvod el. energije je razviden iz priložene sheme energetskega razvoda objekta.

4.4.2.1 Meritve električne energije

Na objektu vrtec so izvedene obstoječe meritve električne energije, ki so izvedene v obstoječi priključno merilni omari na stalno dostopnem mestu.

Lokacija PS-PMO je na stalno dostopnem mestu na parcelni meji, kot je to razvidno iz situacije, ki je priložena. Meritve se ne spreminjajo.

- **Električni razdelilnik R-PV:**

Prizidek vrtca se bo napajal preko tarifnih visoko učinkovitih varovalk 3x25A, s kablom NYY-J 5x10mm², položenim v zaščitni cevi in po kabelskih policah nad sekundarnim stropom

Vrtec (dozidava) skupaj:

instalirana moč:	$P_i = 10,2 \text{ kW}$
faktor prekrivanja	$f_p = 0,8$
konična moč	$P_k = 8,16 \text{ kW}$
faktor delavnosti	$\cos \varphi = 0,95$
konični tok	$I_k = 12,41 \text{ A}$

Za navedeno priključno moč je zaradi selektivnosti predvidena jakost omejevalnika toka 3x25A v razdelilniku vrtca R-VK. Ker ima investitor na objektu dovolj zakupljene moči, ni predvideno povečanje zakupljene moči.

4.4.3 Inštalacijski razvodi in napajanje elementov strojnih inštalacij

Karakteristični podatki inštalacije in naprav:

- nazivna napetost: 3 x 400/230 V, 50 Hz
- sistem napajanja TN-S-C
- zaščita inštalacij in naprav: s samodejnim odklopom napajanja in dodatno z RCD stikali

Inštalacije se izvedejo s kablji:

- NYY, NYY-J, NYM, NYM-J za elektroenergetske razvode in napajanje končnih porabnikov.
- UTP, koaks 75ohm, JY(ST)Y za komunikacije signalizacijo in meritve.

Prerezi in število žil je razvidno iz shem.

Kabli se polagajo:

- horizontalno po perforiranih kabelskih policah,
- vertikalno po kabelskih lestvah,
- uvlačijo v PN cevi na patentnih skobah ali varianto v kvadro PVC kanale nadometno (kotlovnica,...).
- uvlačijo v zaščitne gibljive ali trde cevi podometno,
- uvlačijo v parapetne kanale.

Razvod inštalacij bo potekal po kabelskih policah, kjer so predvidene ločene police za močnostne elektroinštalacije in telekomunikacije. Kabelske police bodo večinoma pritrjene na stene objekta preko stenskih konzol.

Vsi prehodi kablov električnih inštalacij, ki vodijo skozi mejne stene požarnih sektorjev in požarnih celic morajo biti zatesnjeni s požarno odpornim materialom (požarne pene, kiti, blazinice idr.), ki imajo enako požarno odpornost kot mejni material skozi katerega gredo (E60, E90).

Kabelske izvode je potrebno označiti z oznakami iz shem. Oznake morajo biti nameščene pri izhodu iz stikalnega bloka, pri porabniku ter na vseh spremembah smeri poteka. Oznake morajo biti trajne in dobro vidne.

Pred polaganjem izvodov je potrebno preveriti: dolžino, napetostni nivo in tok porabnika ter zaščitno napajalni element. Električna inštalacija za tehnološko moč obsega napajanje:

- fiksnih električnih priključkov po objektu,
- priključkov central tehničnih sistemov,
- priključke vseh vtičnic,
- ogrevanja vtočnikov iz streh.

SISTEM OGREVANJA ŽLEBOV

Sistem ogrevanja žlebov je predviden za ogrevanje žlot in žlebov. Napajanje bo izvedeno iz električnega razdelilnika prizidka vrtca R-PV, izvedeno bo s kabli tipa NYY.

Vklop/izklop gretja žlebov se izvede s stikalom v električnem razdelilniku R-PV s krmilnim stikalom 1-0-2 (avtomatsko-izklop-ročno). V avtomatskem režimu deluje sistem gretja žlebov preko regulatorja, ki deluje na osnovi meritve zunanje temperature.

Grelni kabli morajo biti položeni skladno z navodili dobavitelja po vseh horizontalnih in vertikalnih žlebovih. Pri položitvi grelnih kablov je upoštevano, da se grelni kabli položijo v dvojni dolžini tako, da je med obema koncema zagotovljena prepisana razdalja. Pri položitvi je potrebno uporabiti tipski pritrdilni material, ki zagotavlja tudi minimalno medsebojno razdaljo obeh koncev.

Gretje žlebov je potrebno po končanju zimske sezone izklopiti!

Električne inštalacije za strojne naprave so predvidene za napajanje porabnikov strojnih naprav v objektu, ki so predvideni v strojnem projektu. Te naprave so razdeljene po smiselno zaključenih sklopih kot sledi:

- a) prezračevalna naprava,

Ad a) Predvidena je ena klimatska naprava za prezračevanje novopredvidenih prostorov vrtca. Naprave bo kompaktna izvedba z dodatno vgrajenimi električnimi dogrelniki. Nameščena bo na tla v tehničnem prostoru, kot je to razvidno iz priloženih tlorisov. Izvajalec električnih inštalacij zagotovi samo NN dovode do naprav, vse ostalo je izvedeno iz krmilnega stikalnega bloka, ki je v sklopu naprave. Prav tako izvede

izvajalec električnih inštalacij povezavo s kablom tipa UTP cat. 5 od krmilnega razdelilnika klimatske naprave do lokacije upravljalnega tabloja (prikluči serviser naprave).

4.4.4 ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI

Vsi električni razdelilniki morajo biti izdelani v skladu z veljavnim standardom. Izdelani iz kvalitetne dvakrat dekapirane pločevine, antikorozijsko zaščiteni in opleskani s končnim lak opleskom. Opremljeni z vsemi ključavničarskimi elementi. Elektro oprema vijačena na nosilne blende, smiselno razporejena in označena z oznakami iz shem. Oznake trajne in dobro vidne. Oprema mora biti ožičena s finožičnimi vodniki, zaključenimi s kabelskimi končnicami in označenimi z oznako priključnega mesta. Vodniki se položijo v perforirane PVC kanale, deli pod napetostjo pa zaščitijo z izolacijskimi okrovi. Minimalna stopnja zaščite stikalni blokov IP 43. Vsi električni razdelilniki v prostorih šole in vrtca morajo biti zaklenjeni, da se tako dodatno onemogoči dostop otrok do opreme v razdelilnikih.

Predviden je dodatni razdelilnik R-PV.

Po izdelavi je potrebno izvesti vse preizkuse in priložiti pripadajoče zapisnike, v predal na vratih pa vstaviti pripadajoče vezalne sheme. Lokacija vgradnje posameznega stikalnega bloka je razvidna iz tlorisnih načrtov.

4.4.5 Razsvetljava

V načrtu so upoštevane zahteve iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES, UL RS 93/2008. Člen 21.določa, da se mora v stopniščih, hodnikih, kletih in pomožnih prostorih uporabiti senzorje za vklop in izklop razsvetljave.

Pri načrtovanju osvetljenosti so upoštevani minimalni pogoji v Pravilniku o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (UL RS št.89/99), priporočila SDR (slovensko društvo za razsvetljavo) in standard SIST EN 12464-1:2004, svetloba in razsvetljava na delovnem mestu. Izračun osvetljenosti prostorov je narejen po metodi svetlobnega izkoristka:

V objektu je predvidena:

- splošna notranja razsvetljava,
- varnostna razsvetljava,
- zunanja razsvetljava vhodov.

4.4.5.1 Splošna notranja razsvetljava

Splošna notranja razsvetljava je predvidena s svetilkami z LED sijalkami in minimalno stopnjo zaščite IP20. Svetilke imajo predvidene odgovarjajoče elektronske predstikalne naprave.

Način vgradnje svetilk (v stropu, nadometno, spuščeno,...) je določen s tipom izbrane svetilke. V prostorih vrtca in šole se izvede montaža vseh svetilnih teles.

Svetlobno tehnični izračun je izdelan na bazi izračuna srednje horizontalne osvetljenosti. Račun srednje horizontalne osvetljenosti je izdelan po metodi srednjega svetlobnega toka, za katerega velja naslednja osnovna enačba:

$$\phi = \frac{E \times S}{\eta \times f} \text{ (lm)}$$

kjer pomeni:

ϕ - svetlobni tok (lm)

E – srednja horizontalna osvetljenost (lx)

S – površina prostora (m²)

η - izkoristek razsvetljave

f – faktor zapraševanja in staranja

Pri izračunu kvalitete razsvetljave so izvedene še naslednje kontrole:

- kontrola enakomerne osvetljenosti,
- kontrola pravilne izbire izvorov svetlobe s kontrolo barvne reprodukcije.

Svetlobna telesa so razvrščena po prostorih tako, kot je razvidno iz tlorisov, da nivo osvetljenosti dosega predpisane nivoje.

4.4.5.2 Varnostna razsvetljava

Varnostna razsvetljava se uporablja za najnujnejšo osvetlitev prostorov ali nevarnih delovnih mest ter izhodnih poti na prosto v primeru izpada splošne razsvetljave. Osvetljevali mora tudi varnostne znake ter požarnovarnostno oz. varnostno opremo vzdolž izhodne poti (hidranti, gasilni aparati, glavna elektro omara, ...).

V objektu je predvidena varnostna razsvetljava po evakuacijskih poteh (hodniki, stopnišča) do izhoda na prosto na koti 0,0m. Varnostna razsvetljava je razsvetljava, ki se avtomatično preklopi ob izpadu omrežne napetosti na pomožni (lokalni) vir napajanja in osvetljuje prostore z minimalno predpisano osvetljenostjo 1 lux pri tleh vzdolž evakuacijske poti, ki vodijo iz objekta na prosto. Predvidena je z namenskimi svetilkami varnostne razsvetljave v pripravnem stiku avtonomije minimalno eno uro.

Evakuacijske poti, prehodi in izhodi se označijo s svetilkami z varnostnim znakom (piktogramom) bežečega človeka. Predvidene so z namenskimi svetilkami varnostne razsvetljave v trajnem stiku delovanja.

V normalnem stanju je vsa varnostna razsvetljava priključena na omrežno napetost 230V, 50Hz, v primeru izpada napetosti pa se napajajo preko lokalno vgrajenih akumulatorjev z eno urno avtonomijo.

Svetilke varnostne razsvetljave so nameščene:

- na evakuacijskih poteh po hodnikih v vseh etažah,
- v vertikalnih stopniščih, ki so namenjena za evakuacijo,
- po ostalih prostorih skladno z Zasnovo požarne varnosti.

Svetilke za označevanje poti evakuacije morajo biti nameščene nad evakuacijskimi vrati, na križiščih in spremembah smeri evakuacijske poti in morajo biti vidne s kateregakoli mesta na evakuacijski poti.

Varnostni znaki

Predvidene so svetilke varnostne razsvetljave z nalepko varnostnih znakov s smerjo umika in izhodnimi vrati umika. Predvideni so znaki, ki so v skladu z obstoječo zakonodajo.

Znaki morajo biti nameščeni:

- za označitev smeri umika pravokotno na smer umika,
- za izhodna vrata nad vrati v simetrali vrat.

Predvidena bo maksimalna razdalja med znaki: $d = s \times p$

Pri čem je:

d	maksimalna razdalja - opazovalec znak (m)
s	200 za osvetljene znake (znaki na svetilki)
p	višina znaka (m)

Razsvetljava evakuacijskih (reševalnih) poti

Predvidena je varnostna razsvetljava evakuacijskih poti in sicer:

- minimalna osvetljenost poti umika 1 lux merjeno na tleh v času avtonomije. Kot pot umika je mišljena širina 1 m ob osi umika. Dovoljena je minimalna osvetljenost 0,5 luxov na širini poti, ki je večja kot 1 m,
- razmerje minimalna - maksimalna osvetljenost poti je 1:40 (1:40 lux).

Z višjim nivojem osvetljenosti (5 luxov), je predvidena osvetljenost naslednjih elementov, če so leti izven poti za evakuacijo:

- glavnih stikalnih blokov,
- hidrantov in gasilnih aparatov,
- omarice za nudenje prve pomoči,
- ovire na poti umika (nivojske razlike - stopnice, križišča poti umika, izhodna vrata).

Vsa svetila varnostne razsvetljave morajo biti označena z oznako stikalnega bloka iz katerega so napajana in številko tokokroga. Po dokončanju montaže mora izvajalec del od pooblaščen osebe-organizacije pridobiti pozitivno mnenje o ustreznosti izvedenega. Mnenje se priloži na tehničnem pregledu ustreznim službam.

4.4.5.3 Zunanja razsvetljava

V sklopu razsvetljave objekta se predvidi tudi zunanja razsvetljava na fasadi.

Svetilke zunanje razsvetljave so predvidene v ustrezni stopnji IP zaščite glede na zunanjo montažo.

4.4.6 ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

Zaščita pred delovanjem strele bo predvidena v skladu s »Pravilnik o zaščiti pred strelo« Ur.I. RS 28/09, »tehnična smernica, zaščita pred delovanjem strele« - TSG-N-003:2013, in skupino standardov SIST EN 62305 in SIST EN 50164.

4.4.6.1 Splošno

Sistem zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju (LPS) je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu.

Za vsak objekt je potrebno najprej izvesti vrednotenje rizika na osnovi katerega se za posamezni objekt določi zaščitni nivo zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju (LPL). LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj.

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

Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse načrtovane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s smernico TSG-N-003:2013.

Glede na položaj v objektih je LPS sestavljen iz zunanjega in notranjega LPS. V posameznih primerih, kadar ni potreben zunanji LPS, je potrebno izdelati samo notranji LPS.

4.4.6.2 Parametri toka strele

Parameter toka strele	Zaščitni nivo (LPL)		
	I	II	III in IV
Temenska vrednost toka I (kA)	200	150	100
Celotni naboj celotni Q (C)	300	225	150
Udarni naboj Q_{udar} (C)	100	75	50
Specifična energija W/R (MJ/W)	10	5,6	2,5
Povprečna strmina $di/dt_{30/90\%}$ (kA/ μ s)	20	150	100

4.4.6.3 Poškodbe zaradi udarov strele

Vzroki škode:

- S1 razelektritve v objekt,
- S2 razelektritve v bližini objekta,
- S3 razelektritve v oskrbovalne vode,
- S4 razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov.

Vrsta škode:

- D1 poškodbe živih bitij,
- D2 fizične škode,
- D3 škoda na električnih in elektronskih sistemih.

Vrsta izgub:

- L1 izguba človeškega življenja,
- L2 izguba javne oskrbe,
- L3 izguba kulturne dediščine,
- L4 izguba gospodarskih vrednosti (objekt in njegove vsebine, prenehanje oskrbe),
- L'2 izguba javne oskrbe (voda, elektrika),
- L'4 izguba gospodarskih vrednosti (prekinitev delovanja).

		objekt		Oskrbovalni vod	
Točka udara	Vzrok škode	Vrsta škode	Vrsta izgube	Vrsta škode	Vrsta izgube
Razelektritev v objekt	S1	D1 D2 D3	L1, L4** L1,L2,L3,L4 L1*,L2,L3	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
Razelektritve v bližino objekta	S2	D3	L1*, L2 ,L4		
Razelektritve v oskrbovalne vode	S3	D1 D2 D3	L1, L4** L1,L2,L3,L4 L1*,L2,L3	D2 D3	L'2, L'4 L'2, L'4
Razelektritve v bližino oskrbovalnih vodov	S4	D3	L1*, L2 ,L4	D3	L'2, L'4

*samo za objekte z rizikom eksplozije in bolnišnice ter druge objekte, kjer okvara notranjih sistemov lahko nenadoma ogrozi človeško življenje.

** samo za primere, kjer lahko poginejo živali.

4.4.6.4 Riziko in njegove komponente

Riziko

Riziko je vrednost povprečnih in verjetnih letnih izgub. Za vsako vrste škode je za objekt in oskrbovalne vode značilna vrednost.

Riziki, ki se ovrednotijo za objekt so:

- R_1 riziko izgube človeškega življenja,
- R_2 riziko izgube javne oskrbe,
- R_3 riziko izgube kulturne dediščine,
- R_4 riziko gospodarskih vrednosti.

Riziki, ki se ovrednotijo za oskrbovalne vode:

- R'_2 riziko izgube javne oskrbe(voda,elektrika),
- R'_4 riziko izgube gospodarske vrednosti (prekinitev delovanja).

Rizične komponente

Vsak riziko je vsota posameznih rizičnih komponent, Ob izračunu rizika se posamične komponente seštevajo glede na vzroke in vrste škod ter vrste izgub.

- upoštevajoč udare neposredno v objekt,
- upoštevajoč udare v bližini objekta,
- upoštevajoč udar v oskrbovalne vode objekta,
- upoštevajoč udar v bližino oskrbovalni vodov objekta,
- upoštevajoč udar v oskrbovalne vode,
- upoštevajoč udar v bližino oskrbovalni vodov,
- upoštevajoč udar v objekte s katerimi so oskrbovalni vodi povezani.

Vrednotenje rizikov

Odločitev o izbiri zaščitnega nivoja stavb za zaščito pred delovanjem strele se izvede skladno s standardom SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. Postopek vrednotenja rizikov in ovrednotenja stroškov izvedbe zaščite poteka v naslednjem zaporedju:

- zbiranje podatkov o stavbi, ki jo je potrebno zaščititi,
- ugotovitev vseh vrst možne škode na objektu in oskrbovalnih povezavah,
- ocenjevanje rizika za vse vrste škode,
- ocenjevanje potrebe po zaščiti pred strelo s primerjavo posameznih rizikov s tolerančnim rizikom R_T ,
- ovrednotenje stroškov izvedbe zaščite pred strelo glede na stroške brez zaščitnih ukrepov.

Vrednotenje rizičnih komponent

V obravnavo rizičnih komponent sodijo:

- sam objekt,
- napeljave v objektu,

- vsebina v objektu,
- osebe v objektu in tiste osebe, ki so oddaljene 3m od zunanosti objekta,
- okolica objekta, ki je lahko ogrožena,
- povezovalni telekomunikacijski vodi s sosednjimi objekti,
- visokonapetostne transformatorske postaje v objektih,
- električni razdelilniki in energetske povezave,
- električne in elektronske naprave (stikala, pretokovne zaščitne naprave, števeci električne,
- energije, nadzorni sistemi, varnostni sistemi, itd.).

Tolerančni riziko RT

Tolerančni riziko določa največjo vrednost sprejemljivega rizika ščitenega objekta.

Tolerančni riziko je za nekatere vrste izgub splošno ovrednoten in prikazan v tabeli.

Vrsta izgube	R _T /leto
Izguba človeškega življenja ali trajne poškodbe	10 ⁻⁵
Izguba oskrbovalnih sistemov namenjenih ljudem	10 ⁻³
Izguba kulturnih dobrin	10 ⁻³

4.4.6.5 Vrsta sistemov zaščite pred strelo (LPS)

Glede na izbrani zaščitni nivo so izbrane štiri kategorije (I-IV) izvedb LPS.

Zaščitni nivo	Vrsta PLS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

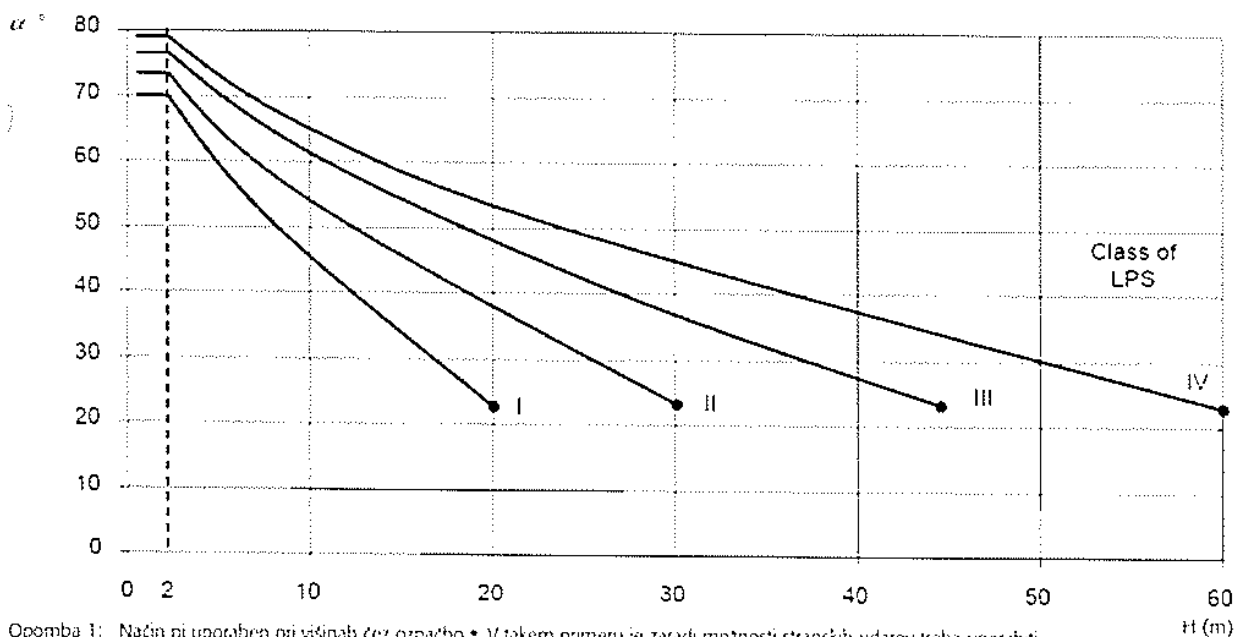
Kategorije se med seboj razlikujejo po:

- parametrov toka strele,
- polmeru končne prebojne razdalje, velikosti lovilne zanke in ščitenem kotu,
- značilnih razdaljah med odvodi in krožnim ozemljilnim obroču,
- ločilnih razdaljah med posameznimi deli, med katerimi lahko nastane preskok,
- minimalnimi dolžinami ozemljilnih elektrod.

Kategorija LPS se izbira na temelju vrednotenja rizika po standardu SIST EN 62305-2.

Vrsta LPS	Zaščitna metoda		
	Polmer kotaleče krogle r (m)	Velikost mrežne zanke W (m)	Zaščitni kot α
I	20	5*5	Glej diagram
II	30	10*10	
III	45	15*15	
IV	60	20*20	

Zaščitni kot lovilnikov z višino H glede na vrsto LPS



Opomba 1: Način ni uporabljen pri višinah čez označbo *. V takem primeru je zaradi možnosti stranskih udarov treba uporabiti metodo kotaleče krogle in metodo lovilne mreže.

Opomba 2: H je višina namestitve posameznega lovila nad prostorom, ki je ščitjen.

Opomba 3: Zaščitni kot se ne spreminja za H pod 2 m.

Vrednotenje rizikov za objekt

Specifični postopek vrednotenja rizikov poteka skladno s standardoma SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2. V ta namen je bila uporabljena programska oprema za vrednotenje rizikov, ki je izvedena v skladu z navedenima standardoma.

4.4.6.6 Zunanji sistem zaščite pred strelo (LPS)

Za zunanji sistem pred delovanjem strele je predviden sistem kletkaste zaščite po načelu Faradayeve kletke. Strelovodna naprava se sestoji iz lovilcev, odvodov, merilnih in drugih stikov, zemljevodov, ozemljila ter dodatnih priprav. Ves material mora biti izdelan v skladu z veljavnimi standardi in tehničnimi predpisi.

Izbran je zaščitni nivo IV.

Lovilni vodi

Lovilni vodi se smatrajo obrobe na strehi ter lovilni vodi iz Al žice $\Phi 8$ mm, ki so položeni na strehi objekta na strešnih nosilcih kot mreže. Velikost elementa mreže je z ozirom na nivo IV 20 m, pri čemer je predvidena povprečna razdalja med odvodi 16m. Kovinska ohišja naprav na strehi in deli strehe pokriti s kovinskimi ploščami se lahko uporabijo kot lovilec le, če ima ustrezne A-teste proizvajalca ali, če ustreza standardom.

Z lovilnimi vodi je potrebno povezati vse kovinske mase na strehi, kot so: obrobe dimnikov, kovinske okvirji oken, kovinske ventilacijske jaške,... itd.

Odvodi

Služijo za odvod udara v lovilce in za čim krajšo pot v zemljo. Odvodi povezujejo lovilce z merilnimi spoji. Odvodi so položeni na podpore v razmaku največ 2 m. Največja oddaljenost med dvema odvodoma sme znašati 20m. Odvodi na fasadah se izvedejo nadometno z Al žico $\Phi 8$ mm. Kot pomožni odvodi služijo vse odtočne cevi, ki morajo biti povezane na strelovod. Na odvode se morajo povezati vsi kovinski okvirji oken in vrat ter vse kovinske mase večje od 2 m² ali daljše od 2 m.

Merilni in drugi stiki

Merilni stiki služijo za kontrolo ozemljitve in povezavo med odvodom in zemljevodom. Merilni stik oziroma ločilno mesto nam omogoča ločitev ozemljilnih vodov od nadzemne napeljave in s tem periodične meritve upornosti. Merilni stik je nameščen v talnem merilnem jašku. Vse kovinske mase na fasadi morajo biti povezane na strelovod pred (nad) merilnim stikom.

Izdelan mora biti skladno z veljavnimi standardi. Merilni stiki morajo biti označeni. Drugi stiki predstavljajo stike med deli strelovodne napeljave in med strelovodno napeljavo in kovinskimi masami nad ali pod zemljo. Vsi stiki morajo biti protikorozijsko zaščiteni.

Zemljevodi

Zemljevodi so vodniki, ki vežejo odvode od merilnega stika do ozemljila. Zemljevodi se izvedejo s pocinkanim jeklenim valjancem FeZn 25 x 4 mm. Pri vidnih zemljevodih mora biti trak zaščiten s kovinsko letvijo. Pri prehodu v zemljo je potrebno trak 30 cm nad in pod koto tal protikorozijsko zaščititi s premazom.

Ozemljilo

Ozemljilo je predvideno s pocinkanim valjancem FeZn 25 x 4 mm v izvedbi kot temeljno ozemljilo (dozidava) in kot položen trak okrog objekta zaradi preprečitve napetosti koraka. Tako je potrebo v delu novogradnje pocinkan valjanec položiti na podbeton v temelje objekta pred zalitjem le teh. Na ozemljilo je potrebno vezati vsa obstoječa ozemljila in vse kovinske mase v oddaljenosti manjši od 3 m, če je možno pa tudi tiste v oddaljenosti do 20 m.

Spoje med ozemljilom in odvodi je potrebno zaščititi in zaliti z bitumnom. Na ozemljilo se morajo vezati vsa kovinska ohišja stavbnega pohištva ter EB zbiralka glavne omarice za izenačitev potencialov GIP.

Na mestih križanja z energetske in telefonske kablo se mora trak uvleči v juvidur cevi premera 50 mm, l = 6 m. Križanje je potrebno izvesti pod kotom 90 stopinj.

Izračuni

Ponikalna upornost ozemljila $R_r (\Omega)$

Pri izračunu ponikalne upornosti ozemljila upoštevamo celotno dolžino ozemljila (l)

$$R_r = 0.366 \times \frac{\rho}{L} \times \log \frac{L^2}{H \times d}$$

pri čem je:

- ρ specifična upornost tal (Ω/m)
- L celotna dolžina ozemljila
- H globina vkopa (m)
- d računski premer trakov-ozemljila

$$R_r = 0.366 \times \frac{250}{50} \times \log \frac{50^2}{0,8 \times 0,0125} = 9,88 \Omega$$

Ker bo novopredvideno ozemljilo povezano z obstoječimi, bi ozemljitvena upornost boljša od izračunane.

Udarne ponikalna (delovna) upornost $R (\Omega)$

Pri tem upoštevamo le delovno dolžino ozemljila, ki znaša 40 m ob upoštevanju, da od posameznega odvoda poteka ozemljilo na dve strani. Upoštevan je tudi korekcijski faktor k, ki pa je odvisen od delovne dolžine ozemljila in specifične upornosti tal (ρ)

$$R_u = 0,366 \times \frac{k}{R_r} \times \log \frac{L^2}{H \times d}$$

$$R_u = 0,366 \times \frac{1}{9,88} \times \log \frac{40^2}{0,8 \times 0,0125} = 0,192 \Omega$$

Navedene vrednosti so manjše (ugodnejše) od zahtev navedenih v citiranem tehničnem predpisu ($R_r \leq 5 \Omega$).

Po končani montaži strelovodna naprave je potrebno izvesti meritve. Če vgrajena ozemljitev ni zadovoljiva, je potrebno zakopati dodatno ozemljitev v obliki krakov na mestih, kjer so priključeni odvodi na ozemljilo.

Pregled, preizkušanje in meritve strelovodne inštalacije je potrebno izvesti:

- po zgraditvi,
- po predelavi ali popravilu,
- po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt,
- v rednih periodičnih presledkih, v našem primeru vsaka tri leta.

Preglede in meritve lahko opravi le ustrezno usposobljena oseba. O pregledih in meritvah je potrebno voditi pisne evidence in zapisnike, iz katerih so razvidni: rezultat meritev, stanje inštalacij in potrebna popravila z roki.

4.4.6.7 Zaščitni vodniki

Prerezi zaščitnih vodnikov se določijo po veljavnih standardih:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \times t}}{k} \quad (\text{mm}^2)$$

pri čem je:

- S prerez zaščitnega vodnika (mm²)
I efektivna vrednost toka zemeljskega stika (A)
t delovni čas zaščitne naprave (sek)
k faktor odvisen od materiala vodnika, konstrukcije vodnika in končne temperature (glej prilog A standarde)

Najmanjši prerezi zaščitnih vodnikov:

- v primeru, ko zaščitni vodnik ni del kabla mora imeti najmanjši prerez:
2,5 mm² za Cu ali 4 mm² za Al, če je mehansko zaščiten
4 mm² za Cu, če mehansko ni zaščiten
50 mm² za FeZn

Če je zaščitni vodnik del kabla in iz istega materiala:

Prerez faznega vodnika S (mm ²)	Najmanjši prerez zaščitnega vodnika Sp (mm ²)	Ozemljitveni sistem
S < 10 S > 10	S 10	Sistem IT z izklopom pri pojavu prve

		okvare
S < 16	S	Ostali sistemi
16 < S < 35	16	
S > 35	<u>S</u> 2	

4.4.6.8 Glavna izenačitev potenciala

Za osnovno izenačitev potencialov v objektu je predvidena zbiralka (EB) nameščena v pritličju ob razdelilniku R-VK.

Na zbiralko EB je potrebno vezati:

- temeljno ozemljilo,
- glavni zaščitni vodnik PE,
- vodnik N oz. PEN,
- glavni ozemljitveni vodnik,
- glavne vodnike za izenačevanje potencialov vezane na glavne cevi vodovoda, centralne kurjave, prezračevanja, plina (za dušilcem gledano iz strani dovoda), glavne kovinske konstrukcije in armature objekta ter na zaščitne zbiralke električnih razdelilnikov.

Glavni vodnik mora imeti prerez, ki ni manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalaciji, vendar najmanj 6 mm². Največji prerez vodnika je lahko omejen na 25 mm², če je vodnik bakren.

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

Dopolnilna izenačitev potenciala

V vlažnih prostorih, strojnicah in povsod tam, kjer niso doseženi pogoji za zaščito pred električnim udarom, je potrebno izvesti dopolnilno izenačitev potencialov. V teh prostorih so predvidene IP omarice s Cu zbiralnico. Na zbiralnico so povezane vse kovinske mase v prostoru.

Dodatni vodniki za izenačitev potenciala zadoščajo naslednjim zahtevam:

- če se povežeta dva prevodna dela, ne sme njegov prerez biti manjši od prereza najmanjšega zaščitnega vodnika vezanega na te prevodne dele,
- če povezuje prevodni del in tuji prevodni del ne sme njegov prerez biti manjši od polovice prereza zaščitnega vodnika, vezanega na ta prevodni del.

Dodatno izenačevanje potencialov se lahko zagotovi prek tujih prevodnih delov, ki jih ni možno odstraniti (jeklene konstrukcije, večje kovinske kabelske trase) ali s pomočjo dodatnih vodnikov ali s kombinacijo obeh.

Vodomerno uro je potrebno premostiti z:

- pokositrna Cu vrv 16 mm²,
- pokositrna jeklena vrv 25 mm²,

- FeZn (20 x 3) mm.

Podrazdelilni stikalni bloki so preko PE vodnika, ki pa je sestavni del kabla ali pa samostojni kabel povežeta s PE zbiralko glavnega razdelilnega stikalnega bloka. Na področju - delu objekta, ki ga napaja posamezni podrazdelilec se namestijo lokalne omarice za izenačevanje potencialov (RIP).

4.4.6.9 Prenapetostna zaščita

Za zaščito elementov inštalacije pred prenapetostjo zaradi udarne strele, stikalnih manipulacij, dviga napetosti zaradi kapacitivnih obremenitev, se izvede sistem prenapetostne zaščite z odvodniki prenapetosti ali drugimi ustreznimi napravami.

Karakteristike naprav se določijo z ozirom na karakteristike omrežja in inštalacij na mestu priključka.

Minimalna razdalja (kabelska) med posameznimi odvodniki prenapetosti je 6 m oz. po navodilih proizvajalca. V primerih, ko to ni možno doseči se vgradijo premostitvene tuljave.

Predvideno je:

- v PMO odvodniki razreda 1, 100 kA (8/20), < 6 kV,
- v električnem razdelilniku R-VK v objektu odvodniki razreda 2, 15 kA, < 4 kV,
- v novopredvidenem razdelilniku R-VP se vgradijo prenapetostni odvodniki razreda 2, 15 kA, < 4 kV,

4.4.7 Zaščita pred posrednim dotikom v TN omrežjih

Za zaščitni ukrep pred posrednim dotikom se uporabi zaščita s samodejnim odklopom napajanja. Naveden način zaščite je usklajen s pogoji sistema omrežja. Zaščitne naprave morajo ob napaki v določenem času samodejno odklopiti tiste dele inštalacije, ki jih ščitijo.

Za stalno nameščene porabnike velja, da mora zaščita s samodejnim odklopom napajanja delovati v času 5 s v kolikor se pojavi napetost dotika 50 V, za prenosne porabnike pa v času 0,4 s. Najdaljši dovoljeni časi trajanja napetosti dotika v odvisnosti od najvišje pričakovane napetosti dotika so prikazani v tabeli 1.

Tabela 1

Najdaljši dovoljeni odklopni čas [s]	Najvišje pričakovana izmerjena napetosti dotika [V]
00	50
5	50
1	75
0,5	90
0,2	110
0,1	150
0,05	220

Prikazana tabela velja za inštalacije v prostorih z normalnimi pogoji obratovanja. Za posebne prostore (hlevi, bazeni, itd.) veljajo posebne tabele.

V TN omrežjih lahko uporabimo kot naprave za samodejni odklop zaščitne naprave pred prevelikim tokom (varovalke, inštalacijske odklopnike, zaščitna stikala) in dodatno zaščitne naprave na diferenčni tok (tokovna zaščitna stikala).

V primeru, da služi nevtralni vodnik tudi kot zaščitni vodnik (PEN), zagotavljamo zaščito predvsem z zaščitnimi napravami pred prevelikim tokom.

Če pa uporabimo za zaščitne naprave na diferenčni tok, povežemo dostopne kovinske dele porabnikov z zaščitnim vodnikom za zaščitno napravo na diferenčni tok.

Najmanjši prerezi zaščitnih in ozemljitvenih vodnikov morajo biti usklajeni z veljavnimi standardi.

4.4.8 Kontrola delovanja odklopa napajanja

Je izvedena za vse dovodne kable do razdelilnikov in za vse tokokroge najneugodnejšega razdelilnika.

Zaščita pred prevelikim tokom mora delovati v 0,4 s za prenosne porabnike in v 5 s za fiksne porabnike.

V primeru okvare bo stekel tok

$$I_k = \frac{230}{Z}$$

I_k - tok okvare

Z - impedanca zanke od transformatorja do potrošnika

$Z = Z_{\text{mreže}} + Z_{\text{kabla}} + Z_{\text{kontaktnega mesta}}$

$$Z = 0.066 + \sqrt{(2r)^2 + X^2} + \sqrt{(2r)^2 + X^2}$$

kabila kontaktnega mesta

podatek, ki ga izračuna projektant NN razvoda

$$I_a < I_k$$

I_a - izklopilni tok zaščitne naprave

$$F = \frac{I_k}{I_a}$$

Pogoj je izpolnjen, če je faktor $F > 1$

Ker so vsi tokokrogi dodatno zaščiteni s stikali na diferenčni tok je razvidno, da je okvarni tok bistveno večji od toka, ki izklopi potrošnik v 0,4 oz. 5 s, torej čas odklopa bo mnogo krajši in zaščitni ukrep bo zanesljivo deloval.

V tabelah je prikazan tudi osnovni pogoj zanesljivosti odklopa napajanja.

4.4.9 Pogoji delovanja zaščite s samodejnim odklopom napajanja

Za uspešno delovanje zaščite s samodejnim odklopom napajanja morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji in zahteve:

- Na zaščitni vodnik morajo biti povezani vsi izpostavljeni prevodni deli porabnikov, ki so priključeni na napetost višjo od 50 V
- Vsi hkrati dostopni prevodni deli porabnikov morajo biti vezani na isto ozemljitev
- Ničelni in zaščitni vodniki morajo biti po svoji celi dolžini enakovredno izolirani in enako skrbno položeni kot fazni vodniki
- Ničelni in zaščitni vodniki ne smejo biti varovani
- V projektu je predviden sistem zaščite s posebnim zaščitnim vodnikom rumeno-zelene barve, ki bo eden izmed vodnikov večžilnega voda
- V primeru TN-C sistema z uporabo zaščitne naprave pred prevelikimi tokovi (ZTP) morajo ničelno zbiralko razdelilca povezati z zaščitno zbiralko tega razdelilca.

Zaščitno zbiralko je potrebno galvansko povezati z glavno cevjo vodovodnega priključka pred vodomermom, vodomerm pa premostiti s CU pletenico 16 mm².

V primeru TN-S sistema z uporabo zaščitne naprave na diferenčni tok (ZNDT) ničelna in zaščitna zbiralka ne smeta biti povezani. Kovinski deli naprav morajo biti povezani na zaščitni vodnik za ZNDT.

V primeru TN-S sistema je možno uporabiti kot samostojno (dodatno) zaščito ZNDT, če priključimo ZNDT na PEN vodnik za ZPT.

Posebej je potrebno paziti pri izvedbi inštalacije v kopalnici, kjer je potrebno ob običajni inštalaciji izvesti še solidno medsebojno galvansko povezavo vseh kovinskih delov (kad, odtoki, vodovodne cevi, cevi centralne kurjave) z zaščitnim vodnikom rumeno-zelene barve P 4 mm² v i.c. 16 mm.

Pred pričetkom obratovanja je potrebno vso inštalacijo dati pod napetost in preizkusiti, če ustreza pogojem zaščite, oz. če so vsi ukrepi izbranega sistema zaščite izpolnjeni.

4.4.10 Kontrola delovanja zaščite pred preobremenitvenim tokom

Pri zaščiti pred preobremenitvenimi tokovi moramo izvesti uskladitev med vodnikom in zaščitno napravo skladno z zahtevami standarda.

Pri tem morata biti izpolnjena dva pogoja:

1. pogoj $I_B \leq I_n \leq I_z$

2. pogoj $I_2 \leq 1.45 \times I_z$

kjer pomeni:

I_B	-	tok, za katerega je tokokrog priveden
I_z	-	trajni zdržni tok vodnika ali kabla
I_n	-	nazivni tok zaščitne naprave
I_2	-	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zašč. naprave
k	-	1,1 - za zaščitna stikala
k	-	1,45 - za instalacijske odklopnike
k	-	za talilne varovalke po tabeli

TABELA - nizkonapetostne talilne varovalke

I_n [A]			k
2	in	4	2,1
6	in	10	1,0
16	< I_n <	63	1,6
160	< I_n <	400	1,6

1. pogoj $I_B \leq I_n \leq I_z$

2. pogoj $I_2 \leq 1.45 \times I_z$

$$I_2 = k \times I_n$$

$$k \times I_n \leq 1.45 \times I_z$$

Izračun je prikazan v tabelah.

Iz priloženih tabel je razvidno, da so izpolnjeni pogoji za zaščito pred obremenitvenim tokom.

4.4.11 Zaščita pred kratkostičnim tokom

Vsak kratkostični tok mora biti prekinjen v času v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature. To preverimo po formuli:

$$t = (k \times s / I)^2$$

kjer je:

t trajanje v (s)
s prerez v (mm²)
I efektivna vrednost kratkostičnega toka v A

V tem času I_k segreje vodnike do najvišje temp., nadtokovna zaščita odklopi kratkostični tok v času, ki je mnogo manjši od časa v katerem se vodnik segreje do dopustne mejne temperature.

4.4.12 Kontrola padca napetosti

Kontrola padca napetosti je izvedena po enačbah:

$$\text{trifazni tokokrogi} \quad u \% = \frac{100 \times I \times P}{K \times A \times U^2}$$

$$\text{enofazni tokokrogi} \quad u \% = \frac{200 \times I \times P}{K \times A \times U^2}$$

K - specifična prevodnost (Cu = 56, Al = 35)

A - presek kabla

I - dolžina kabla

Največji dovoljeni padec napetosti med napajalno točko in kontrolno točko.

Za inštalacije napajane iz nizkonapetostnega omrežja:

- tokokrogi razsvetljave 3 %
- drugi tokokrogi 5 %

Za inštalacije napajane iz transformatorske postaje:

- tokokrogi razsvetljave 5 %
- drugi tokokrogi 8 %

Za dolžine večje od 100 m se dovoljuje povečanje padca napetosti za 0,005 % na dolžinski meter nad 100 m, vendar največ za 0,5 %.

4.4.13 Telekomunikacijski razvod (TK)

Obstoječ del objekta ima izveden obstoječ TK priključek, ki se ne spreminja.

TK vozlišče je obstoječe, locirano je v kleti vrtca, cca 10m od prizidka. Obstoječe TK vozlišče se uporabi tudi za zaključitev kablov in novopredvidene dozidave.

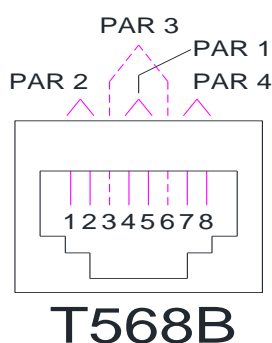
Za telekomunikacijsko ožičenje objekta je predvideno univerzalno ožičenje.

Sistem mora omogočiti:

- analogni in digitalni govor,
- hiter in počasen prenos podatkov,
- prenos grafičnih in digitalnih slik,
- video varnostni nadzor in poslovne konference v stavbi in med stavbami,
- upravljanje s senzorji pri tehnološkem nadzoru in upravljanju zgradbe.

Vsa pasivna kabelska infrastruktura je predvidena s komunikacijsko opremo kvalitete UTP cat. 6, vsi kabli pa prav tako kategorije 6 (UTP). Vsa pasivna oprema je predvidena od proizvajalca Nexans ali enakovredno. Na vso projektirano pasivno infrastrukturo je potrebno pridobiti sistemsko garancijo 10 let ali več.

Komunikacijske vtičnice se zaključujejo po B sistemu, ISO 11801, kot to prikazuje naslednja slika:



PAR 1	bela
	modra
PAR 2	bela
	oranžna
PAR 3	bela
	zelena
PAR 4	bela
	rjava

4.4.14 Domofonske povezave

Za interno povezavo vhodov v vrtec so predvidene domofonske povezave. Klicne domofonske naprave ni, zato je predvidena le cevna inštalacija. Predvideni sta dve notranji domofonski enoti, locirani vsaka v svoji igralnici.

Predvidena je le cevna povezava od lokacije notranjih enot domofonov do komunikacijske omare v obstoječem delu objekta.

4.4.15 KRS povezave

V vsaki učilnici je predvidena končna TV vtičnica, ki se s koaksialnim kablom poveže do notranje KV omare, saj trenutno v objektu ni TV signala.

4.4.16 Avtomatsko javljanje požara

Skladno z zahtevami iz Zasnove požarne varnosti, ki jo je izdelalo podjetje ING. KLAN, d.o.o. je v objektu predvideno avtomatsko javljanje požara v prostorih dozidave:

Ad a)

Inštalacije se vežejo v obstoječo zanko javljanja požara obstoječega objekta, ki je vezana na obstoječo požarno centralo Morley, ki je locirana v vhodnem delu obstoječega objekta.

Ad b)

V vseh prostorih razen sanitarij je predvideno avtomatsko javljanje požara z optičnimi javljalniki, izhodi bodo pokriti z ročnimi javljalniki požara in hupami.

Na vseh poteh za evakuacijo iz objekta so predvideni ročni javljalniki požara, ki so nameščeni na tako, da razdalja med njimi ni večja od 30m. Montirani bodo na višini 1,5m od tal. Omogočajo takojšnje ročno aktiviranje požarnega alarma. V slučaju požarnega alarma se preko adresibilnih modulov izvede:

- Izklopi se prezračevalna naprava.
- Signal o požaru se prenese na dežurni center.
- Vklipi se sistem alarmiranja preko naprav za alarmiranje.

Zvočna indikacija alarma se izvede z električnimi sirenami (sirena se aktivira preko adresnega modula, ki je vgrajen), ki bodo nameščene v celotnem objektu.

Ad c)

Na prezračevalno napravo se bo vgradila vzorčna komora, v primeru požara bo izveden izklop prezračevalne naprave preko izhodnega modula sistema javljanja požara.

Električne inštalacije požarnega postroja morajo biti izvedena v skladu s tehničnimi predpisi za izvajanje električnih instalacij v zgradbah. Vse električne inštalacije požarnega javljanja se položi podometno in delno v zaščitne PN fi 16 mm cevi. Izvede s kablom IY(St)YLG, 2 x 2 x 0,8 mm (rdeče barve) s povečano toplotno odpornostjo. Vodniki se položijo ločeno od jakotočnih instalacij. Vsi prehodi instalacijskih vodov skozi zidove so tesnjeni z ognjeodporno tesnilno maso. Vse vodniki, javljalniki, in ostale instalirane aparate so ustrezno označeni v skladu z označbami v projektu. Uvodnice javljalnikov so tesnjene s plastičnim kitom.

Maribor, december 2016

Odgovorni projektant:
Vlado Šiško, univ.dipl.inž.el.