

2. TEHNIČNO POROČILO

2.0. Splošno

Načrt obsega način in izvedbo elektroinstalacije za razsvetljavo, moč in šibki tok in strelovod v objektu OŠ Miren. Predmet v tem načrtu je samo 1. faza gradnje. V projektu je obdelan tehnični opis instalacije, električni izračun, zaščitna mera proti posrednemu dotiku delov pod napetostjo in popis materiala.

Obstoječemu delu Osnovne šole Miren bo dograjen novi prizidek in nova športna dvorana. Starejši obstoječi del pa bo potrebno obnoviti. Faznost gradnje je določena v projektni nalogi.

Faznost gradnje

Objekt se delit v tri faze:

- 1 faza: gradnja prizidka šole z delno rekonstrukcijo historičnega dela stavbe šole
2. faza: gradnja športne dvorane
3. faza: gradnja preostalega dela prizidka, ki povezuje nov prizidek iz 1. faze ter športno dvorano iz 2. faze izgradnje.

1. Faza izgradnje obsega prizidek k stari šoli od osi Y/1 do N/13.
Etažnost gradnje: K+P+N.

Objekt je napajan z električno energijo iz obstoječega NN omrežja. Priključna točka je predvidena v obstoječi NN razvodni omarici PRKO Miren, ki se nahaja pri občini. Kabelska kanalizacija – proste cevi v zemlji, je delno že izvedena do obstoječega instal. Jaška na parceli št.: 46/59.

Od tega jaška se izvede nova kabelska kanalizacija do šole, kje se zaključi v novi prostostoječi PMO ob V fasadi novega prizidka. Iz PMO pa je napajan glavni razdelilec RG, ki je lociran v posebnem prostoru v kleti objekta. Iz RG so napajani vsi podrazdelilci. RG je predvidoma skupen za staro šolo in novo dozidavo.

Zaradi dogradnje in spremembe energentov (ogrevanje, hlajenje) se poveča priključna moč objekta (kar je razvidno iz priloženega izračuna moči (točka 3.9). Ocenjena velikost nove priključne moči je določena glede na podatke o elementih strojnih instalacij (TČ, klimati, elektrogrelniki, itd) in splošnih porabnikov v objektu (razsvetljava, male moči).

V predvidena skupna konična moč za vse faze 150 kW z glavno varovalko objekta 3x224A nameščeno v PMO omarici. Dovod do objekta se izvede s kablom N-AY2Y 4x240mm².

V Soglasju z Elektro Primorska (projektni pogoji) je predviden novi NN dovod,. Trasa novega dovoda je vrisana v situaciji, opis je podan v točki 3.10.

2.1. Osnove za projektiranje

Načrt bo izdelan v skladu z:

- Načrtom arhitekture
- Načrtom strojnih instalacij
- Študijo požarne varnosti
- Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah UL RS št. 41/2009
- Tehnično smernico TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije
- Tehnično smernico TSG-N-003:2013 – Zaščita pred delovanjem strele.
- Tehnično smernico TSG-N-001:2010 – Požarna varnost v stavbah
- Tehnično smernico TSG-01-004:2010 –Učinkovita raba energije
- Pravilnik o projektni dokumentaciji Ur. List RS št. 55/2008
- Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05, popr.

in 126/07 – ZGO-1B),

-Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o graditvi objektov (ZGO-1C) (Uradni list RS 108/2009),

-Navodila za graditev osnovnih šol v Republiki Sloveniji, razpisno gradivo (maj 2007),
ter zahtev iz projektne naloge investitorja

2.2. Razsvetljava

2.2.1 Splošno

V objektu je predvidena glede na funkcijo splošna razsvetljava in varnostna razsvetljava.

V tehničnih prostorih (skladišča, strojnica, kuhinja) se izvede razsvetljava z LED svetilkami, zaščite IP65. Svetilke so nadgradne.

Prižiganje razsvetljave je predvideno s stikali v prostoru (stalno zasedeni prostori) in senzorji gibanja za občasno zasedene prostore.

V učilnicah in kabinetih šole se izvede razsvetljava z LED svetilkami. Svetilke so delno vgradne delno pa nadgradne izvedbe, kar je odvisno od izvedbe stropa. V vsaki učilnici je predvidena osvetlitev table s posebnimi asimetričnimi svetilkami.

Nivo osvetljenosti se predvidi v skladu z navodili SDR. Pri tem je potrebno upoštevati še PURES.

2.2.2 Izvedba instalacij razsvetljave

Instalacija razsvetljave je odvisna od izvedbe prostorov. Je v glavnem podometne izvedbe z vodniki PP-y, deloma so vodniki položeni na kabelske police nad sekundarnim stropom, deloma v estrihu zgornje etaže s preboji skozi stropno ploščo, ali pa podometno v ali pod ometom. Stikala in tipkala se montirajo 1.5m od tal, razen pri WC za invalide, kjer montiramo stikala v višino 1 m od tal.

2.2.3. Varnostna razsvetljava

Predvidena je tudi varnostna razsvetljava katerih vodnike vodimo ločeno od ostalih.

Varnostna razsvetljava je predvidena s posebnimi svetilkami, ki vsebujejo rezervni vir napajanja (akumulator) z avtonomijo 1. ure kar je v skladu s požarnim elaboratom.

svetilke za varnostno razsvetljavo bodo nameščene:

- a. zasilni izhodi, ki se uporabljajo za evakuacijo,
- b. obvezni zasilni izhodi in varnostne oznake,
- c. blizu stopnic,
- d. blizu vsake spremembe nivoja,
- e. pri vsaki spremembi smeri,
- f. pri vsakem podsektorju v koridorjih (hodnikih),
- g. ob mestih prve pomoči,
- h. ob mestih s postavljeno opremo za gašenje.

Predvideno je lokalno napajanje z akumulatorji vgrajenimi v luči. Avtonomija baterij (1 ure) in pripravljeni stik. svetila so opremljena z ustreznimi piktogrami.

Nivo osvetljenosti mora biti minimalno 1 lux, merjeno na tleh v osi umika.

Vklop razsvetljave naj bo avtomatski-samodejni ob izpadu splošne razsvetljave.

Povečani nivo razsvetljave se predvidi ob hidrantih, gasilnih aparatih in podobno (5 lx).

Svetilke morajo biti označene s številkami po enopolni shemi.

Po končani montaži mora zasilno razsvetljavo pregledati pooblaščen organizacija.

2.3. Moč

Objekt celotne šole (v osnovi je predvideno napajanje preko skupnega razdelilca in priključne omarice stari in novi del šole) bo z električno energijo napajan preko glavnega razdelica RG, ki je lociran v kleti objekta. Meritve električne energije se bodo izvedle v skladu s “ Soglasjem za priključitev”.

Moč zajema poleg vtičnic in tehnoloških priključkov še napajanje morebitnih bojlerjev, posameznih etažnih razdelilcev, ter ostalih razdelilcev namenskih učilnic, ipd. Razdelilci namenskih učilnic se napajajo iz pripadajočih etažnih razdelilcev.

Dovodi do etažnih razdelilcev se izvedejo delno na kab. policah, delno pod ometom.

V glavnem razdelilcu ter etažnih razdelilcih se predvidijo prenapetostni odvodniki.

Ozemljitev se izvede na temeljno ozemljilo.

V predvidena skupna konična moč za vse faze 150 kW z glavno varovalko objekta 3x225A nameščeno v PMO omarici.

2.3.1. /Meritev

Meritev električne energije nasproti dobavitelju energije bo predvidena v PMO priključni prostostoječi omarici in sicer:

Prizidek + obstoječa šola

nova PMO omarica pri šoli (glej situacijo) (tip števca bo določen v soglasju za priključitev)

Digitalni števec , polindirektna vezava 3x230/400V, x/5A, kWh, kVAr, max

+ merilni tokovniki tip MBS tip EASK31.5, 400/5A

glavna varovalka šole 3x224A (nova).

Pozor: Investitor mora podati zahtevo distributerju za povečanje priključne moči.

V času izgradnje bo priključna moč objekta manjša : cca 100 -110 kW, zato v 1.fazi ni potrebno povečanje priključne moči :

V soglasju za priključitev je št.: 534670 iz leta 2011 je bilo predvidenih $P_{max} = 138kW$ in glavna varovalka objekta $I_v = 200A$. Moč največjega porabnika je bila predvidena 30kW.

Predvidi se kompenzacija jalove energije za celotno instalacijo, ki jo napajamo iz glavnega razdelilca objekta RG . $\cos \phi$ se predvidi na min 0,97

Izberemo tipsko kompenzacijsko napravo z avtomatsko regulacijo in filtrom za višje harmonike.

Predvidijo se prazne cevi na streho za možnost kasnejše vgradnje mFVe.

2.3.2. Izvedba instalacij moči

Instalacije moči so predvidene z vodniki NYM in NYY, ki so položeni delno nadometno delno pa podometno.

Pri koriščenju dvojnih stropov se polagajo kabli na police. Enako velja za mesta, kjer konstrukcija stavbe ne dopušča podometne izvedbe.

Talne priključke na posamezne aparate se izvede s pomočjo kovinske pregibne cevi.

Talne priključke v mulimedijski učilnici pa izvedemo preko talnih razvodnic, ki so pokrite s pokrovi.

Izvedba priključkov na šolske mize mora biti mehansko trdna.

Pred polaganjem instalacije je potrebno preveriti priključke omaric in strojev glede na potrjeno opremo namenskih učilnic.

Instalacija se izvede z vodniki PP-Y delno v spuščnem stropu, delno v JC ceveh pod ometom. Dimenzije

kablov so razvidne iz načrtov.

Vtičnice se montirajo na višini 0,4m (oz na parapetnih kanalih). Stikala so na višini 1,2 m.

Na vsakem delovnem mestu (pisarne) se predvidijo:

- 2 x vtičnica 230V – za računalnike, vgrajena v parapetni kanal
- 2 x vtičnica 230V , vgrajena v parapetni kanal.

Vtičnice za računalnike na delovnih mestih so zaščitene s prenapetostno zaščito, ki se vgradi v parapetni kanal – linijska prenapetostna zaščita.

Parapetni kanali se ozemljijo.

Za čiščenje se naj v vsakem prostoru predvidi vtičnica, ki se montira na višino 0,5m od tal. V vsaki učilnici naj bo min. 6 vtičnic 230V,16A, ki so montirane na višino 0,5m od tal ali v talni dozi. V kabinetu naj bo na vsakem delovnem mestu učitelja 6 vtičnic 230V,16A, ki se montirajo v parapetni kanal. Parapetni kanal ali talna doza se naj namesti pri katedru za potrebe priključkov delovnega mesta učitelja. Delovno mesto učitelja zajema 6 vtičnic 230V,16A in 1 dvojno vtičnico univerzalnega ožičenja (2 x FTP, cat.6).

V specialnih učilnicah, kjer je električna napeljava pripeljana do posameznega delovnega mesta učenca in učitelja, se predvidijo talne doze z vtičnicami 230V,16A,50Hz in z vtičnicami univerzalnega ožičenja FTP, cat.6. Specialne učilnice morajo imeti svoj elektro razdelilec, ki naj bo nameščen med tablo in oknom, imeti mora steklena vrata, ključavnico, FID stikalo (30mA), signalno svetilko ter avtom. odklopnike. V specialnih učilnicah se naj predvidijo na dostopnem mestu SOS tipke (rdeče gobaste tipke), ki izklapljajo vse vtičnice na delovnem mestu učenca in učitelja. Ponovni vklop je možen le s tipko, ki je nameščena v elektro razdelilcu ob tabli. Delovno mesto učenca zajema 6 vtičnic 230V,16A in 1 dvojno vtičnico univerzalnega ožičenja (2 x FTP, cat.6).

V zbornici se predvidijo parapetni kanali z vtičnicami 230V,16A in vtičnicami univerzalnega ožičenja.

Po pisarnah (tajništvo, ravnatelj,...) se predvidijo parapetni kanali, kjer se namestijo vtičnice 230V,16A in vtičnice univerzalnega ožičenja. Delovno mesto zajema 6 vtičnic 230V,16A in 1 dvojno vtičnico univerzalnega ožičenja (2 x FTP, cat.6).

Instalacijo je potrebno izvesti v skladu z namembnostjo prostorov. V mokrih prostorih se instalacija izvede vodotesno in dodatno zaščiti s tokovnim diferenčnim stikalom FID, Id= 0,03A.

V sanitarijah in vseh mokrih prostorih se izvede izenačevanje potenciala z vodnikom P-y 4mm²Cu položenim v Jc 16mm v tleh. Vodniki se povežejo na dozo za izenačevanje potenciala (OIP), ta pa z vodnikom P-y 6mm²Cu v JC 16mm pod ometom na "PE" zbiralko etažnega razdelilca.

2.3.2. Brezprekinitveno napajanje - UPS

Predvideno samo za napajanje glavne komunikacijske omare - lokalni napajalnik.

2.3.3. Rezervno napajanje DEA

DEA v tej fazi ni predviden.

2.3.4. Stikalni bloki

glavni stikalni bloki in podrazdelilci bodo izdelani kot nadometne pločevinaste omarice, pobarvane in protikorozijsko zaščitene.

Omarice bodo opremljene z oznakami.

2.3.5. Preboji instalacij

Preboji instalacij, ki potekajo skozi požarne zidove (vertikalne ali horizontalne) se požarno tesnijo z ekspanzijskimi blazinicami ali maso.

2.3.6. Ozemljitve

V objektu je predvideno izenačevanje potenciala. Vse kovinske mase (vodovod, strojnica klime, kotlarna, PE zbiralke razdelilcev, kovinske konstrukcije na fasadi, kabelske police, parapetni kanali, kanali za prezračevanje, kovinska vrata, kovinski okvirji oken, PTT instalacija, komunikacijska omara in telefonska centrala) so povezane na temeljno ozemljilo.

2.3.6.1. Prenapetostna zaščita

Predvidi se trinojska prenapetostna zaščita:

- v glavnem razdelilcu - razred II
 - v podrazdelilcih - razred II
 - linijska zaščita v parapetnih kanalih – razred III
- predvidena je prenapetostna zaščita v komunikacijskih omarah.

Zaščita objekta in naprav pred prenapetostmi je izvedena v treh stopnjah:

1. stopnja 1 – vgradnja ventilskih odvodnikov v glavnem razdelilcu - 15 kA, 0,5 kV
odvodnik prenapetosti skupine B; 15kA, 0,5 kV – Protect B 275 Iskra, ali podobno
2. stopnja 2 – vgradnja ventilskih odvodnikov v podrazdelilcu in etažnih razdelilcih
odvodnik prenapetosti skupine C; 10kA, 0,5 kV – Protect Iskra, ali podobno
3. stopnja 3 – vgradnja linijskih ventilskih odvodnikov v parapetnih kanalih za zaščito vtičnic
odvodnik prenapetosti skupine D; 5kA, 0,5 kV – Iskra, ali podobno
4. zaščita telefonskih in terminalskih instalacij v komunikacijski omarici.

2.3.7. Instalacije strojnih naprav

Predvidi se napajanje strojnih naprav, kot so : klimatske in prezračevalne naprave, kotlovnica, Toplotne črpalke.

Vse te naprave imajo lastne krmilne omare in regulacijo -krmilnike.

Centralni nadzorni sistem se predvidi. Z CNS se regulira tudi istočasnost vklopov strojnih naprav.

2.12. Zaščita pred posrednim dotikom delov pod napetostjo

2.12.1.

Kot zaščitni ukrep pred posrednim dotikom je predviden izklop napetosti v zato predvidenem času. Predviden sistem napajalne mreže je TN, kar pomeni ozemljevanje mreže pri izhodu (nevtralna točka in vodenje zaščitnega vodnika do porabnikov.

Naveden način zaščite je usklajen s pogoji sistema omrežja.

Zaščitne naprave morajo ob napaki v določenem času samodejno odklopiti tiste dele instalacije, ki jih ščitijo.

Za stalno nameščene porabnike velja, da mora zaščita s samodejnim odklopom napajanja delovati v času 5s v kolikor se pojavi napetost dotika 50V, za prenosne porabnike pa v času 0,4s.

Najdaljši dovoljeni časi trajanja napetosti dotika v odvisnosti od najvišje pričakovane napetosti dotika so prikazani v tabeli:

Najdaljši dovoljeni odklopni čas (s)	najvišja pričakovana izmerjena napetost dotika (V)
00	50
5	50
1	75
0,5	90
0,2	110
0,1	150
0,05	220

Prikazana tabela velja za instalacije v prostorih z normalnimi pogoji obratovanja.

Kot naprave za samodejni odklop zaščitene naprave pred prevelikim tokom lahko v TN omrežjih uporabimo: varovalke, instalacijske odklopnike, zaščitna stikala, naprave na diferenčni tok.

2.10.2. 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 sek za prenosne porabnike in v 5 sek za fiksne porabnike.

V primeru okvare bo stekel tok : $I_k = 230/Z$

I_k – tok okvare

Z – impedanca zanke od TP do potrošnika

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

$I_a < I_k$

I_a – izklopilni tok zaščitne naprave

$F = I_k / I_a$

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

Izračuni so prikazani v tabelah.

Iz tabel je razvidno, da je okvarni tok bistveno večji od toka, ki izklopi potrošnik v zahtevanem času delovanja zaščite. Zaščitni ukrep bo zanesljivo deloval.

2.10.3. pogoji delovanja zaščite s samodejnim odklopom napajanja

Da bo omenjena metoda uspešna morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- vsa el. instalacija mora biti izvedena z vodniki, ki imajo do preseka 10mm²Cu posebno zaščitno žilo rumeno-zelene barve (zaščitni vodnik). Ta zaščitni vodnik ne sme istočasno služiti še kot nevtralni obratovalni vodnik. Zaščitni vodnik služi za povezavo vseh električno vodljivih potrošnikov, ki normalno niso pod napetostjo z zaščitnim vodnikom ali PE zbiralko v razdelilcih
- z zaščitnim vodnikom moramo povezati vsa ohišja razdelilcev, ohišja strojev in aparatov, zaščitne kontakte vtičnic oz. vse kovinske dele, ki bi lahko v primeru okvare prišli pod napetost.
- ničelni in zaščitni vodnik mora biti položena enako skrbno kot fazni vodnik. Zaščitnega vodnika, potem, ko je ločen od PEN vodnika, ni več dovoljeno galvansko vezati z nevtralnim vodnikom (prehod mreže TN-CS)
- pogoj za uspešno zaščito je, da nastane v nastali kratkostični zanki tako velik kratkostični tok, da varovalka sigurno pregori v predpisanem času. Impedanca zanke mora ustrezati naslednjim pogojem:

$Z_s \times I_a < U_o$, kjer pomeni

Z_s - impedanca zanke (ohm)

U_o - napetost proti zemlji (V)

I_a - izklopilni tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatski izklop napajanja v predpisanem času v skladu z JUS N.B2.741. I_a predstavlja tudi tok okvare, kadar uporabljamo FID stikalo.

Pogoj za dobro zaščito je, da je ničelni vodnik dobro ozemljen na več mestih in je upornost ozemljila v dovoljenih mejah. Stvarna impedanca zanke znaša:

$Z_s = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots$, kjer pomeni:

Z_s - stvarna impedanca kratkostične zanke od transformatorja do mesta kratkega stika (ohm)

Z_1, Z_2, Z_3 - impedance vodov in posameznih odcepv.

Tok kratkega stika, ki nastane v kratkostični zanki pa znaša:

$I_k = U_o / Z_s$, kjer pomeni:

I_k - kratkostični tok v nastali kratkostični zanki (A)

U_o - fazna napetost 220V

faktor pregoretega varovalke pa znaša:

$f_k = I_k / I_a$, kjer pomeni

f_k - faktor pregoretega varovalke

I_k - kratkostični tok

Ia - izklopini tok, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave za avtomatski izklop napajanjav predpisanem času
Ia - predstavlja tok okvare, kadar uporabljamo zaščitno napravo na diferenčni tok

2.12.2. Kontrola delovanja zaščite pred preobremenitvenim tokom
potrebno je izvesti uskladitev med vodnikom in zaščitno napravo z zahtevami standarda JUS N.B2.752 – trajno dovoljen tok.

Pri tem morata biti izpolnjena dva pogoja:

1. pogoj $I_b < I_n < I_z$
2. pogoj $I_2 < 1,45 \times I_z$

kjer pomeni:

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

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 $I_b < I_n < I_z$
2. pogoj $I_2 < 1,45 \times I_z$
 $k \times I_n < 1,45 \times I_z$

izračun je prikazan v tabelah.

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

2.10.5. zaščita pred kratkostičnim tokom

Vsak kratkostični tok mora biti prekinjen v času v katerem se vodniki segrejejo do dopustne meje temperature.

To preverimo po formuli:

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

kjer je:

- t - trajanje KS v sek
- s - prerez vodnika (mm²)
- I - efektivna vrednost KS toka v A

Nadtokovna zaščita izklopi kartkostični tok v času, ki je mnogo manjši od časa v katerem se vodnik segreje do dopustne mejne temperature.

3.1. Komunikacije

3.1.1. TK priključek:

Predvidi se dovod iz obstoječega Telekom omrežja (list 1-situacija). Na robu ob fasadi objekta je predvidena prostostoječa kabelska telefonska omarica z kabelskim jaškom in vertikalnimi cevmi do omarice za potrebe telefonskega kabla in optičnega kabla. Predvidijo se dve cevi $\varnothing 110$ mm do fasadne priključne omare. V fasadni

priključni omari se namestijo krona letve za zaključitev dovodnega telefonskega kabla in krona letve za zaključitev odvodnega telefonskega kabla. Predvidi se 20 parni telefonski kabel.

Optični kabel poteka skozi fasadno priključno omaro do komunikacijskega vozlišča v tehničnem prostoru objekta, kjer se zaključi na optičnih panelih v KO.

Od telekomunikacijske omarice na fasadi objekta se naj predvidi optična in bakrena povezava do glavne komunikacijske omare v objektu. Predvidi se naj še prazna instal. cev.

Pri glavni komunikacijski omari se doda še telefonska centrala (tip določi investitor glede na izbrano vrsto telefonije ISDN, IP, ..)

Univerzalno ožičenje se naj zaključi na panelih v komunikacijskih omarah po objektu. Med posameznimi komunikacijskimi omarami se naj predvidi optična povezava in bakrena poveza (FTP, cat.6). Predvideti je potrebno infrastrukturo za brezžično omrežje, da bodo z brezžičnim omrežjem pokriti vsi prostori šole.

V vsaki učilnici predvideti napeljavo za digitalni projektor, platno na elektromotorni pogon in predvideti uporabo interaktivne table.

3.1.2.Univerzalno ožičenje:

Iz komunikacijskega vozlišča se izvede univerzalno ožičenje do posameznih delovnih mest v učilnicah, kabinetih in pisarnah s kablom FTP, cat.6. Za kabinete in pisarne se predvidi dvojna podatkovna vtičnica (2 x RJ45, cat.6) na eno delovno mesto. Za specialne učilnice se za delovna mesta učencev predvidi enojna podatkovna vtičnica na delovno mesto učenca.

Omogoči se analogna direktna linija za CENTRALO ZA JAVLJANJE POŽARA.

Računalniško ožičenje izvedeno tako, da so med seboj ločena pedagoška, administrativna in brezžična omrežja.

Predvideno je tudi brezžično omrežje s toliko brezžično dostopnih mest, da so pokriti vsi prostori namenjeni dijakom.

Sistem univerzalnega ožičenja je predviden z vodniki UTP 4x2x24AWG, cat 6.

Komunikacijske omare bodo izdelane v 19" izvedbi in bodo zaprte s steklenimi vrati s ključavnico.

V vsaki učilnici je predviden priključek za interaktivno tablo, ki je povezana z izolirno cevjo ustreznih dimenzij z delovno mizo učitelja.

V vsaki učilnici je predviden tudi priključek za digitalni stropni projektor, ki je povezan z izolirno cevjo ustreznih dimenzij z delovno mizo učitelja.

3.2. Ozvočenje

Za posredovanje obvestil, objav, nujnega obveščanja, iskanja oseb, ter za predvajanje glasbe bodo šolski prostori opremljeni z akustično napravo, ki je sestavljena iz centralne akustične naprave, zvočnih omaric in povezovalne instalacije z vsemi potrebnimi elementi (atenuatorji, itd.).

Centralna ojačevalna naprava bo postavljena v tajništvo.

V napraviozvočenja so predvidena tudi požarna sporočila z možnostjo vklopa s ključem ali avtomatsko iz požarne centrale.

Ves razvod instalacij bo izveden z večžilnimi vodniki(a,b,c linije), kar pomeni, da bo mogoč prisilni vklop v slučaju obvestil, sporočil ali slično, kljub morebitnem izklopu attenuatorja.

Povezava instalacij ozvočenja v zgradbi je predvidena z večžilnim vodnikom(a,b,c linije). Vodnike ozvočenja vodimo po zgradbi v kabelskih koritih za šibki tok, ali pa so uvlečeni v izolirne cevi in položeni v ali pod omet (do attenuatorjev). Attenuatorje montiramo v višino 1,5m – 1,6m od tal.

Preko ojačevalne naprave v kateri je montirana matična ura krmilimo in napajamo tudi ure, ki so montirane po komunikacijah in v učilnicah.

V prostoru telovadnice je predvidena posebna prenosna ojačevalna naprava s povsem svojim ozvočenjem.

Predvidi se naj 100V zvočniški razvod. Zvočniki se naj predvidijo v vseh učilnicah, večnamenskih prostorih, skupnih prostorih in zbornici. Ozvočenje je namenjeno tudi zvonjenju. Ojačevalna naprava ozvočenja se naj

predvidi v prostoru zbornice ali tajništva, v prostoru šolskega radia pa se naj predvidi dislocirana mešalna miza z dvema mikrofonom in svojim predvajalnikom (MP3, DVD,...)

V šolski telovadnici se naj predvidi ustrezno ozvočenje za šolske ali športne prireditve.

3.3. Instalacija ur

V učilnicah, hodnikih, prostorih osebja in knjižnici je potrebno predvideti ure, ki se krmilijo z matično ur.

3.4. Registracija delovnega časa

Registracijo delovnega časa se namesti v nadstropju pred zbornico.

3.5 Video nadzor in protivlomni sistem

Za objekt se izvede videonadzor na glavnih frekventnih točkah v objektu in zunaj objekta. Signal iz kamer je speljan na digitalni snemalnik.

Za objekt se izvede protivlomni sistem s pomočjo IR senzorjev gibanja, dešifradorjev, alarmnih hup in centrale. IR senzorji se namestijo v vseh prostorih pritličja, kjer je možen dostop skozi vrata ali okno.

Predviden je prenos preko komunikatorja na dežurni center

Točne lokacije določi ponudnik opreme in storitve v sodelovanju z investitorjem.

3.6 Sistem javljanja požara

V objektu, glede na požarno študijo, je potrebna vgradnja naprav za zgodnjo odkrivanje in javljanja požara. Predvideni so dimni, temperaturni in ročni javljalci požara in hupe za signalizacijo.

Predvidena je vgradnja adresabilnega sistema javljanja požara.

Adresabilne zanke povezujejo adresabilne dimne javljalce požara, ročne adresabilne javljalce požara, temperaturne adresabilne javljalce požara, adresabilne vmesnike za: tipanje stanja požarnih loput, zapiranje požarnih loput, zapiranje protipožarnih vrat, izklop klimatov, odpiranje naprav za odvod dima in toplote (NODT) v telovadnici in hupe za zvočno signalizacijo. Adresabilna zanka se izvede s posebej označenim kablom rdeče barve IySty 2x0.8mm.

Požarne lopute so predvidene z elektro motornimi pogoni 230V za navijanje vzmeti, v primeru izpada napetosti mora vzmet zapreti požarno loputo. Požarne lopute imajo prigrajena končna stikala za detekcijo stanja požarnih loput.

Naprave za odvod dima in toplote (NODT) so napajane preko posebne centrale za odvod dima ki so povezane na vmesnike požarne centrale. Centrale naprave (NODT – okna v telovadnici) ob normalnem stanju držijo v zaprtem položaju (prisotna napetost), ob požaru ali aktiviranju ročnega javljalca požara (posebej označeni ročni javljalci za odpiranje NODT) vmesnik prekine napajanje (230V) in NODT (okno na stopnišču) se odpre. V izogib odpiranju NODT v primeru izpada napetosti se za napajanje NODT ima centrala vgrajene akukumatorje.

3.7. TV instalacija

Tv signal se pelje po skupnem komunikacijskem priključku do glavne komunikacijske omare, kjer je predviden modem.

Predvideni priključki televizije so v kabinetih, učilnicah, zbornici, večnamenskem prostoru, itd .

Razvod televizije je v zvezdni obliki in izveden s koaksialnimi vodniki, ki so uvlečeni v ic, te pa so položene v ali pod omet, delno pa so položeni v zidne kanale. V triprekatnih zidnih kanalih vodimo vsako vrsto instalacij v svojem prekatu:

-zgornji – jaki tok

- srednji – računalniški razvod

- spodnji – telekomunikacije, CATV razvod

3.8. Zaščita pred udarom strele

a./ Splošno

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

LPS mora biti izveden tako, da lahko odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posledic (poškodb živih bitij, električnih preskokov in iskrenj)

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

Izbira ustreznega zaščitnega nivoja za načrtovan sistem zaščite pred delovanjem strele temelji na pričakovani vrednosti gostote strel (faktor 7.1) in na številu nevihtnih dni (50-60).

V našem primeru smo dobili III nivo zaščite.

V izračunu zaščitnega nivoja je za zagotovitev dovolj nizke ocene tveganja zahtevana popolna koordinirana prenapetostna zaščita. Izvede se prenapetostna zaščita I stopnje v glavni razdelilni merilni omari v PMO ter prenapetostne zaščite II stopnje vgrajene v vsaki podrazdelilni omari.

Pred porabniki se instalira III nivo zaščite.

b./ukrepi za zmanjšanje škode in poškodb

zaščitni ukrepi za zmanjšanje poškodb živih bitij zaradi napetosti dotika in koraka

- zadostna izolacija izpostavljenih prevodnih delov
- izenačevanje potencialov
- fizične omejitve in napisi

ukrepi za zmanjšanje fizične škode

- za zgradbe : sistem LPS
- za oskrbovalne vode: oklopljen kabel

c./zaščitni ukrepi za zmanjšanje škode ne električnih in elektronskih sistemih

1./ za zgradbe

- sistem zaščitnih ukrepov pred LEMP
 - ukrepi ozemljevanja in izenačevanja potencialov
 - izbiranje poteka trase
 - koordinirana prenapetostna zaščita

2./ za oskrbovalne vode

- prenapetostna zaščita na koncu voda

d./Zaščita zgradb

zaščita za zmanjšanje fizične škodljivosti in življenske nevarnosti

Ščitena zgradba se mora nahajati znotraj zaščitne cone LPZ O_B ali višje, kar se doseže s sistemom LPS

Sistem LPS sestavljata zunanji in notranji sistem zaščite.

Funkcije zunanjega sistema so:

- sprejem udara strele
- zanesljivi odvod strele v zemljo
- razpršitev toka strele v zemlji

funkcije notranjega sistema, da z izenačevanjem potencialov ali ločilno razdaljo med sestavi LPS in drugimi vodljivimi deli znotraj zgradbe prepreči nevarno iskrenje v notranjosti zgradbe

e./zaščita za zmanjšanje škode na notranjih sistemih

zaščita proti LEMP za zmanjšanje škode na notranjih sistemih zahteva omejevanje:

- prenapetosti zaradi udarov strele v zgradbo, ki izhajajo iz galvanskih in induktivnih povezav
 - prenapetosti zaradi udarov strele v bližino zgradbe, ki izhajajo iz induktivnih povezav
 - prenapetosti, ki se prenesejo preko vodov povezanih z zgradbo zaradi udarov strele v vode ali njihovo bližino
 - magnetnega polja, ki je v direktni induktivni povezavi z notranjimi sistemi
- Ščiteni sistem mora biti znotraj cone LPZ 1 ali višje. To se doseže z:
- magnetnim oklopom
 - zmanjšanjem induktivnih zank
 - spajanje vseh kovinskih delov na mejah con. Spajanje se izvede s pomočjo spojnih vodnikov oz. prenapetostno zaščitno napravo.

Strelovodna naprava je deloma obstoječa – predvsem krožni zemnik.

Kot lovilce uporabimo aluminijasto žico premera 8mm, na katero pritrdimo odvodne vode na strehi.

Kot dodatna zaščita se predvidijo še palični lovilci.

Za ozemljilo je predviden trak Rf 30x3,5mm - zemlja.

Delno je v temeljih položen valjanec FeZn 25x4mm² (obstoječi objekt)

Ozemljilo se položi kot temeljno ozemljilo v temelje in kot krožno ozemljilo v razdalji 2,0m od temeljev.

5.7.1. Splošno

izbran je nivo zaščite: III

za kar so zahteve

Vrsta LPS	Polmer kotaleče krogle r (m)	Velikost mrežne zanke
III	45	15x15

o.1./ Lovilni sistem –

Kot novi lovilce se uporabi aluminijasta žica premera 10mm položena na strešnih nosilcih oz. kovinski elementi na strehi. Vodniki se polagajo na nosilce višine 10cm. razdalja med nosilci je max 1,5m.

o.2./ odvodni sistem

Za nove odvode se uporabi Al žica 10mm položena steni pod fasado. Merilni spoj (podometna omarica) se napravi na višini 1,75m. Od merilnega spoja do ozemljila se položi poc. valj. Fe - Zn 25 x 4 mm. Dovoljene razdalje med odvodi : 15m

o.3./ Ozemljilni sistemi

Najprimernejša je ozemljilna upornost < 10 ohm.

V našem primeru imamo notranji sistem zaščite SPD izveden s prenapetostnimi odvodniki na vstopajočih vodnikih v objekt, zato mora biti ozemljilna upornost < 5 ohm.

Kot novo ozemljilo se uporabi pocinkani valjanec Fe-Zn 25x4 mm položen v temelju oz. zemlji.

Valjanec se veže na vse kovinske mase v objektu in na ozemljila sosednjih objektov v oddaljenosti <

3.0 ELEKTRIČNI IZRAČUN

3.1. IZRAČUN OSVETLJENOSTI

Povprečna osvetljenost se izračuna na podlagi naslednjega obrazca:

$$O = E \times S / n \times f$$

E - osvetljenost v lx

S - površina prostora m²

O - svetlobni tok v lm

n - izkoristek razsvetljave

f - faktor zaprašenosti in staranja

Osvetljenost v prostorih znaša:

v skladu s projektno nalogo in priročnikom SDR.

Izračuni so delno priloženi, delno so v arhivu.

3.2. Izračun priključne moči objekta:

Dimenzioniranje novega dovodnega kabla do objekta:

V soglasju za priključitev je št.: 534670 iz leta 2011 je bilo predvidenih $P_{max} = 138\text{kW}$ in glavna varovalka objekta $I_v = 200\text{A}$. Moč največjega porabnika je bila predvidena 30kW .

Nove spremembe glede ogrevanja prinašajo povečanje priključne moči:

Upoštevano je zmanjšanje toplotne črpalke za ogrevanje/hlajenje za eno stopnjo in krmiljenje porabnikov v času konice s CNS (obdelano v fazi PZI) ter zahteve projekta strojnih instalacij glede obratovanja.

Obstoječa šola: 25 kW (dodatno elektro grelec 15kW- občasno)

Novi del šole - maksimalne moči ob upoštevanju faktorjev istočasnosti:

Razsvetljava:	klet -	3kW
	Telovadnica	10kW
	Pritličje :	8 kW
	Nadstropje	6 kW

- skupaj 27 kW x fi 0,65= 17,6 kW

splošna moč:	klet -	4kW
	Telovadnica	4kW (ni upoštevana moč za prireditve)
	Pritličje :	4 kW
	Nadstropje	8 kW + gosp.p. -10 kW + multimed -15 kW

- skupaj 45 kW x fi 0,65 = 29,2 kW

prečrpavanje v kleti - 7 kW

- skupaj 7 kW x fi 0,5 = 3,5 kW

klimate:	KN1	4 kW
	KN2 (telovadnica)	16 kW
	KN3	4 kW

KN4 7 kW
KN5 3 kW

- skupaj 34 kW x fi 0,45 = 15,3 kW

upošteva se krmiljenje klimatov z obstočnim zrakom za zmanjšanje moči

voda –klet : elektro grelec 15 kW
vklop mogoč samo v času izven konične obremenitve (ponoči)

toplotne črpalke – streha TČ 1- 8 kW (vrtec)
TČ 2- 8 kW (STV)
TČ 3 - 71 kW (ogrevanje/hlajenje)

- skupaj 87 kW x fi 0,9 = 78,3 kW

Preprečiti istočasno delovanje črpalke TČ1 in TČ 2

Skupna priključna moč:
Obstoječa šola: 25 kW

Nova šola
Razsvetljava: 17,6 kW
splošna moč: 29,2 kW
prečrpavanje v kleti 3,5 kW
voda –klet : 15 kW
klimati: 15,3 kW
toplotne črpalke 78,3 kW

skupaj 183,9 kW x
faktor prekrivanja fp =0,8

$P_{\max} = 147,1 \text{ kW cca } 150 \text{ kW}$
 $I_{\max} = 218,9 \text{ A (cos =0,97) , } I_v = 224 \text{ A}$

Moč največjega potrošnika je predvidena TČ 71 kW
Izvod za ta porabnik se varuje z varovalko v Rg : 3x200A (ob upoštevanju CNS 3x160A)

Predvidena nova v glavna varovalka bi tako znašala min : $I_v = 224 \text{ A}$.
Jalova energija naj bo predvideno kompenzirana na cos =0,97 ali več.

Glede na obremenitev se od priključne omarice PMO do novega RG položi kabel
NYY 4x 150mm²Cu.

4.0 KONTROLA PADCA NAPETOSTI:
Padec napetosti v objektu ne sme presegati 5%.

1. padec napetosti dovod od KPO do razdelilca Rg
 $U_1(\%) = 0,22$

2. padec napetosti od Rg do razdelilca R1

$$U_2(\%) = 0,77$$

3. padec napetosti od razdelilca R1 do potrošnika:

$$P = 2000 \text{ W}$$

$$S = 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$$

$$l = 20 \text{ m}$$

$$U = 230 \text{ V}$$

$$U_4(\%) = (200 \times l \times P) / (56 \times S \times U^2) = 1.08$$

skupni padec napetosti v objektu znaša:

$$U(\%) = U_1 + U_2 + U_3 = 2,07$$

Padec napetosti odgovarja.

3.4 KONTROLNI IZRAČUN OKVARNEGA TOKA

je izveden za najneugodnejši tokokrog št. na razdelilcu :

1. vod do razdelilca Rg

$$R_1 = 0,004 \text{ ohm}$$

2. vod od Rg do razdelilca R1

$$R_2 = 0,024 \text{ ohm}$$

3. izvod do potrošnika

$$R_3 = 2 \times 10 / 2,5 \times 56 = 0,143 \text{ ohm}$$

Skupna opornost zanke znaša

$$R = 0,336 \text{ ohm}$$

Tok kratkega stika znaša

$$I_K = U_0 / R = 0.9 \times 230 / 0,336 = 616 \text{ A}$$

$$I_v = 16 \text{ A}$$

$$I_a = 16 \times k = 16 \times 3,5 = 56 \text{ A}$$

Zaščitni ukrep usteza. Varovalka pregori v zato predvidenem času

3.5. zaščita pred strelo

a./Vrednotenje rizikov za objekt

v skladu s standardom SIST EN 62305-1 in SIST EN 62305-2.

Objekt:

a./dimenzije

dolžina: 70m

širina: 40m

višina strehe: 10m

površina : 2800 m²

b./lastnosti objekta

riziko fizične poškodbe objekta : nizek

zaščita objekta: dobra

notranje ožičenje: brez opleta

c./napajanje objekta z električno energijo:

tip napajanja: zemeljski kabel

tip kabla: brez opleta
trafo: NN omrežje

d./ drugi vodi

število nadzemnih NN vodov: 0
tip kablov: -
število podzemnih NN vodov: 1
tip kablov: -
število nadzemnih telekomunikacijskih vodov: 0
tip kablov: -
število podzemnih telekomunikacijskih vodov: 1
tip kablov: -

e./ Vplivi okolice

lokacijski faktor : nižji objekt
faktor okolice : v naselju, enaki objekti
število nevihtnih dni/leto: 50-60
gostota udarov strele: 7,1 strele/km²

f. Parametri toka strele

f.1. Učinek udara strele na zgradbo

Značilnosti:

Konstrukcija : opečni zid
Funkcija: poslovni objekt
Osebe in oprema: ljudje, gorljivi materiali, električna oprema
Potrebni zaščitni ukrepi: zmanjšanje škode, zmanjšanje življenjske nevarnosti
Posledica učinka strele na zgradbo (tabela 1): škoda na elektroinstalacijah

g. Izračun tveganja

g.1 Objekt

a./ lastnosti objekta

PARAMETRI	KOMENTAR	OZNAKA	VREDNOST
Mere objekta(m)		LxWxH	70x40x10
Faktor umeščanja	Enako visoki objekti	Cd	0,5
LPS	ni	Pb	1
Magnetni oklop na mejah	ni	Ks1	1
Magnetni oklop v notranjosti	ni	Ks2	1
Gostota udarov strele		Ng	7,1
Prisotnost ljudi v objektu	Znotraj in zunaj	nt	150

b./ lastnosti notranjega energetskega sistema in energetskega voda, ki vstopa v objekt

PARAMETRI	KOMENTAR	OZNAKA	VREDNOST
dolžina		Lc	1000
višina	Kabel podzemni	-	-
VN/NN transformator	trafo	Ct	0,2
Faktor umeščanja	Višji objekti	Cd	0,2
Faktor okolja	mestno	Ce	0,1
Oklopljanje voda	ni	Pld Pli	1 0,4
Previdnostni ukrepi v instalacijah	ni	Ks3	1

Zdržna napetost notranjega sistema	Uw=2,5kV	Ks4	0,6
SPD	Je , III	Pspd	0,03
Dimenzije objekta konec a voda	ni	LxWxH	

c./ lastnosti notranjega telekomunikacijskega sistema in voda, ki vstopa v objekt

PARAMETRI	KOMENTAR	OZNAKA	VREDNOST
Specifična upornost zemlje	ohmm	ρ	150
dolžina		Lc	1000
višina	Kabel podzemni	-	-
Faktor umeščanja	Višji objekti	Cd	0,2
Faktor okolja	mestno	Ce	0,1
Oklopljanje voda	ni	Pld Pli	1 1
Previdnostni ukrepi v instalacijah	ni	Ks3	1
Zdržna napetost notranjega sistema	Uw=1,5kV	Ks4	1
SPD	ni	Pspd	1
Dimenzije objekta konec a voda	ni	LxWxH	-

h. Zaščitne cone

Z1 - notranjost objekta

Z2 - okolica

a./ lastnosti cone Z2

PARAMETRI	KOMENTAR	OZNAKA	VREDNOST
Vrsta površine zemlje	asfalt	ra	10^{-5}
Zaščita pred električnim udarom	Omreženi polietilen	PA	10^{-2}
Izgube zaradi prevelike nap. dotika in koraka	obstajajo	Lt	10^{-2}
Potencialno ogroženi ljudje v zašč. coni			50

b./ lastnosti cone Z1

PARAMETRI	KOMENTAR	OZNAKA	VREDNOST
Vrsta površine tal	Kamen, keramika	ru	10^{-3}
Tveganje požara	normalno	rf	10^{-2}
Posebna nevarnost	povprečna	hz	5
Zaščita za zmanjšanje posledic požara	so	rp	0,5
Prostorski oklop	ni	Ks2	1
Notranji energetski sistemi	so	Povezani z NN vodom	-
Notranji telekomunikacijski sistemi	so	Povezani s telefonskim vodom	-
Izgube zaradi prevelike nap. dotika in koraka	obstajajo	Lt	10^{-4}
Izgube zaradi fizičnih poškodb	obstajajo	Lf	$5 \cdot 10^{-2}$
Potencialno ogroženi ljudje v zašč. coni			150

i. Izračun ustreznih vrednosti

a./ zbirne površine objekta in napeljav

OZNAKA	VREDNOST (M2)
--------	---------------

Ad	$1,25 \cdot 10^4$
Al (energetski vod)	735
Ai (energetski vod)	$3,4 \cdot 10^4$
Al (telekomun. vod)	-
Ai (telekomun. vod)	$1,0 \cdot 10^6$

b./ pričakovano letno število nevarnih dogodkov

OZNAKA	VREDNOST (1/LETO)
Nd	$2,75 \cdot 10^{-2}$
Nl (energetski vod)	$0,13 \cdot 10^{-3}$
Ni (energetski vod)	$0,3 \cdot 10^{-2}$
Nl (telekomun. vod)	-
Ni (telekomun. vod)	$1,0 \cdot 10^{-3}$

c./ Izračun tveganja

OZNAKA	Z1 NOTRANJOST OBJEKTA	Z2 OKOLICA	SKUPAJ
RA	-	0	0
RB	$34 \cdot 10^{-6}$	-	$34 \cdot 10^{-6}$
RU(energetski vod)	0	-	0
RV (energetski vod)	$0,16 \cdot 10^{-6}$	-	$0,16 \cdot 10^{-6}$
RU (komunikacijski vod)	0	-	0
RV (komunikacijski vod)	$5,6 \cdot 10^{-6}$	-	$5,6 \cdot 10^{-6}$
skupaj	$39,8 \cdot 10^{-6}$	-	$39,8 \cdot 10^{-6}$

c1./ ugotovitve

tveganje $R1 = 3,98 \cdot 10^{-5} >$ od dopustnega $RT = 1 \cdot 10^{-5}$, zato je za objekt potrebna strelovodna zaščita

d./ izbira zaščitnih ukrepov

pri pregledu tveganja predstavlja:

komponenta RB (udar strele v objekt)	41 %
komponenta RV (udar strele v energetski vod)	43 %
komponenta RV (udar strele v telekom. vod)	16 %.

Za zmanjšanje tveganja se sprejmejo naslednji ukrepi:

- namestitev LPS z zaščitnim nivojem III (PB=0,2; PV=0,03)
- namestitev prenapetostnih zaščitnih naprav na vstopni točki (PV=0,03)

e./ vrednosti tveganja skladno z izbrano rešitvijo

	Z1 NOTRANJOST OBJEKTA	Z2 OKOLICA	SKUPAJ
a	$0,26 \cdot 10^{-5}$	0	$0,26 \cdot 10^{-5}$
b	$0,042 \cdot 10^{-5}$	-	$0,042 \cdot 10^{-5}$

Ustreza.

3.6 Ponikalna upornost temeljnega ozemljila

Ponikalna upornost temeljnega ozemljila znaša :

Spec. upornost tal: $R_o = 250 \text{ ohm.m}$ (predpostavljeno)

Dolžina ozemljila $l = 350 \text{ m}$

faktor $k = 1$

Ponikalna upornost:

$$R_r = (2 \times R_o) / l = 1,42 \text{ ohma}$$

Delovna upornost ozemljila je:

$R_u = k \times R_r < 5 \text{ ohma}$, kar je v skladu s predpisi.

Po predpisih sme delovna upornost znašati 5 ohmov. Po končani montaži strelovodne instalacije je potrebno izvesti meritve in kontrolo upora ozemljitve.

3.7. preprečitev iskrenj in prebojev

pri prevajanju toka strele od lovilne mreže, preko odvodov v ozemljilni sistem, lahko pride do nevarnega iskrenja in prebojev med:

- kovinskimi konstrukcijami
- notranjimi povezavami raznih napeljav
- zunanjimi prevodnimi deli in povezavami objekta z okolico.

Iskrenje je nevarno za nastanek požarov in uničenje naprav. Zaščitni ukrepi:

- izenačitev potencialov
- električna izolacija..

a./

V našem primeru je predvidena izenačitev potencialov, kar se doseže z povezovanjem:

- kovinskih delov v objektu
- kovinskih instalacij
- notranjih oskrbovalnih inštalacijskih sistemov
- zunanjih prevodnih delov.

Izenačitev potencialov se izvede s:

- povezovalnimi vodniki
- prenapetostnimi zaščitnimi napravami.

Minimalni preseki povezav, povezujejo posamezne dele LPS – aluminij 25mm²

Minimalni preseki povezav za izenačitev potencialov med notranjimi kovinskimi deli ali povezave na potencialne zbiranke :

- baker 6 mm²
- aluminij 10 mm²

Izenačitev potencialov v notranjem LPS

Kovinske kanale v katerih so položeni vodniki (kabelske police) je potrebno povezati z ozemljitvenim sistemom objekta.

Če vodniki nimajo kovinskih oklopov in niso položeni v kovinske kanale morajo biti povezani s SPD.

b./ ločilna razdalja med kovinskimi deli in LPS

Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja s, ki se določi:

$$s = k_i \times k_c \times l / \text{km} \text{ (m)}$$

v našem primeru je predvidena izenačitev potencialov in povezava vseh kovinskih mas, zato ni predviden izračun ločilne razdalje

5.7.6. zaščita pred napetostjo koraka

ukrepi za varnost pred pojavom napetosti koraka in dotika zaradi odvajanja toka strele v zemljo.

Ukrepi bodo izvedeni v skladu s smernico TSG-N003 – točka 6.1 in 6.2

Zaščita pred napetostjo koraka je predvidena s plastjo izolacijskega materiala – asfalt, tlakovci okrog objekta.

3.8. Zaščita pred napetostjo dotika

Zaščita pred napetostjo dotika je predvidena z :

Odводи so položeni nad fasado – zaščita z plastično mehansko zaščito. Merilna točka je na višini 1,75m na odvodu.

3.9. Pregledi in kontrola strelovodne naprave

V skladu z zahtevami je potrebno strelovodne naprave pregledati in kontrolirati:

- po zgraditvi
- po predelavi ali popravilu
- po udaru strele v varovani objekt
- v rednih periodičnih presledkih - vsaka 4 leta .

Preglede je potrebno opravljati v skladu z zahtevami standarda SIST EN 62305-3.

O teh pregledih je potrebno voditi pismeno dokumentacijo v skladu z zahtevami navedenih predpisov.

3.10.NN DOVOD

Zunanji priključek je vrisan v načrtu situacije (v skladu s projektnimi pogoji Elektro Primorske). Priključno mesto je določeno v situaciji (PRKO Miren).

Nov dovodni kabel se položi od PMO omarice šole do jaška št.3 v novi kabelski kanalizaciji (2x cev 110mm). Od jaška 3 do priključne omarice PRKO Miren se položi v obstoječi cevi kabelske kanalizacije.

Dovodni kabel do objekta bi tako uporabili (tipiziran kabel distribucije) N-AY2Y 4x 240mm²-SM+2.5RE položen v zemlji v kabelski kanalizaciji.

Kabel se položi po zelenici v zaščitni cevi Sigmaflex 110 mm v zemlji, min 0,8m globoko, delno pod cesto v PVC cevi (glej detajl križanja) do nove PMO prostostoječe omarice ob fasadi objekta. Pod omarico se napravi kabelski jašek dimenzij 120x120x120cm z dvojnim LŽ pokrovom (60x60cm). Jasek mora imeti izvedeno odvodnjavanje

Predvideni kablovod je:

Nazivna napetost: $U_n = 230/400V$

Tip in presek kabla : N-A2XY-J 4x240 SM mm²

Kabel se lahko max obremeni z 363A.

Dolžina kabla znaša : $l = 180\text{ m}$

Padec napetosti v kablu znaša predvidoma $\Delta u = 1,9\%$, upornost : 0,04ohm.

1.1.Polaganje energetskega kabla

NN kabli se pri polaganju v zemljo položijo 80 cm globoko v zaščitni cevi Sigmaflex ali PVC gladka $\phi 110\text{ mm}$, na mehko podlago ter prekrijejo z 10 cm debelo plastjo sejanega materiala ali mivke.

Delno mehansko zaščito kablov predstavljajo GAL ščitniki, ki se položijo 10-15 cm nad kablom.

Potek kabelske trase v terenu se označi s plastičnim opozorilnim trakom » POZOR ELEKTROENERGETSKI KABEL«, ki se položi 0,3m pod koto terena.

Polaganje kabla se mora opraviti pri temperaturi ozračja višji od +5°C.
Minimalni radij krivljenja ne sme biti manjši kot 12 x D.

Pri razvlačenju kablov je potrebno upoštevati, da mora biti sila vlečenja manjša od 30N/mm² (velja za Al kable).

Zaključki kabelskih koncev se uredijo s tipskimi kabelskimi končniki. Pred prenapetostjo se kabli zaščitijo z garnituro prenapetostnih odvodnikov.

Ozemljitev kablovoda predstavlja poc. Valjanec 25x4mm, ki se položi cca 0,2m nad kablom na delu, kjer so izvedene ozemljitve.

Pred zasipom kabelskega kanala se mora posneti izvedbeno stanje poteka položenega kabla s kotiranjem od stalnih točk na terenu. Podatki se vnesejo v tehnično dokumentacijo upravljavca objekta.

Enako velja za betonske označevalne kamne, ki se po zasutju kabelske trase vgradijo v teren na vseh lomnih točkah kablovoda.

Polaganje in križanja kabla s komunalijami in cesto je potrebno izvesti v skladu s publikacijo EIMV referat št. 1260.

1.2. Izvedba ozemljitev

V kabelskem jarku nad kablom, 0,4m pod površino zemlje, bo položen ozemljitveni trak, ki povezuje in dodatno ozemljuje nevtralno točko TP. Kot ozemljilo se uporabi pocinkani valjanec Fe-Zn 25x4 mm položen pokončno. Valjanec se veže na ozemljilo hišnega priključka.

Zaščitna ozemljitev za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov ne sme presegati vrednosti $R_{zš} < 5 \text{ ohm}$. V PKO se izvede obratovalna ozemljitev nevtralnega (ničelnega vodnika).

2.1 Polaganje kablov in križanja

Pri načinu poganja kablov, morebitnih križanjih ter približevanjih je potrebno upoštevati soglasje prizadetih upravljalcev, veljavne tehniške normative in tipizacijo za polaganje elektroenergetskih kablov 1kV, 10kV in 20kV (brošura DES – januar 1981).

2.2. Križanje in paralelno polaganje s cevniimi instalacijami (glej list št. 5, 6 in 8)

Križanje energetskega kabla 1kV s cevmi vodovoda in kanalizacije se izvede na oddaljenosti 0,5m oz. 0,3m v primeru priključenega cevovoda. Kabel bo položen v zaščitno cev 110mm v dolžini 3,0m na vsaki strani križanja.

2.3. Križanje cest (glej list št. 4)

Križanje bo izvedeno:

- glavna cesta - s prevrtanjem
- interne ceste - s prekopom cestišča

Najmanjša navpična oddaljenost od zgornjega roba kabelske kanalizacije do površine ceste je 0,8m.

2.4. Medsebojno približevanje energetskega kablovoda

Medsebojni razmak kablovoda napetosti 1kV mora znašati najmanj 7 cm, kablovoda različnega napetostnega nivoja pa najmanj 15cm.

2.5. Križanje s telekomunikacijami (glej list št. 7)

Križanje energetskega kabla 1 kV in telekomunikacijskega kabla bo izvedeno v navpični oddaljenosti 0,5m. Kot križanja mora biti praviloma 90 °, ne sme pa biti manjši kot 45 °.

Pri paralelnem poteku kabla JR in TK kabla razdalja ne sme biti manjša od 0,5m.

Križanje ni predvideno.

2.6. Splošno

Investitor si mora pred izvedbo del pridobiti vsa potrebna soglasja na ta projekt od upravljalcev komunalnih naprav na tem območju. Pred izvedbo del je potrebno vse bližnje komunalne vode zakoličiti.

Vse prekopane površine je potrebno po končanju del urediti v prvotno stanje.

2.7. Zaščita pred posrednim dotikom delov pod napetostjo

Kot zaščitni ukrep pred posrednim dotikom je predviden izklop napetosti v zato predvidenem času.

Predviden sistem napajalne mreže je TN, kar pomeni ozemljevanje mreže pri izvoru.

2.7.1. 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 sek za prenosne porabnike in v 5 sek za fiksne porabnike.

V primeru okvare bo stekel tok : $I_k = 230/Z$

I_k – tok okvare

Z – impedanca zanke od TP do potrošnika

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

$I_a < I_k$

I_a – izklopilni tok zaščitne naprave

$F = I_k / I_a$

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

Izračuni so v arhivu.

Iz tabel je razvidno, da je okvarni tok bistveno večji od toka, ki izklopi potrošnik v zahtevanem času delovanja zaščite. Zaščitni ukrep bo zanesljivo deloval.

2.7.2. Kontrola delovanja zaščite pred preobremenitvenim tokom

potrebno je izvesti uskladitev med vodnikom in zaščitno napravo z zahtevami standarda – trajno dovoljen tok.

Pri tem morata biti izpolnjena dva pogoja:

1. pogoj $I_b < I_n < I_z$

2. pogoj $I_2 < 1,45 \times I_z$

kjer pomeni:

I_b - tok, za katerega je tokokrog predviden

I_z - trajni zdržni tok vodnika ali kabla

I_n - nazivni tok zaščitne naprave

I_2 - tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

k - 1,1 za zaščitna stikala

k - 1,45 za instalacijske odklopnike

k - za talilne varovalke po tabeli

niskonapetostne talilne varovalke

In (A)	k
2 in 4	2,1
6 in 10	1,0
16<In<63	1,6
160<In<400	1,6

1. pogoj $I_b < I_n < I_z$
2. pogoj $I_2 < 1,45 \times I_z$
 $k \times I_n < 1,45 \times I_z$

izračun je prikazan v tabelah.

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

2.7.3. zaščita pred kratkostičnim tokom

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

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

kjer je:

- t - trajanje KS v sek
s - prerez vodnika (mm²)
I - efektivna vrednost KS toka v A

Nadtokovna zaščita izklopi kratkostični tok v času, ki je mnogo manjši od časa v katerem se vodnik segreje do dopustne mejne temperature.

2.7.4.

Zaščita pred prenapetostmi na NN

Za varovanje NN opreme pred prenapetostmi predvidi prenapetostne odvodnike tipa Protec B tip 150/275 Iskra, nameščene v PMO omarici.

Karakteristike odvodnikov:

- nazivna napetost $U_n = 275/350V$
- nazivni odvodni tok 70 kA
- kratkotrajni zdržni udarni tok 150 kA
- odzivni čas ta < 25 ns

Odvodnike je potrebno ozemljiti po najkrajši možni poti.

3.0 DIMENZIONIRANJE KABLA

pri dimenzioniranju napajalnih kablov so upoštevani vsi faktorji (način polaganja, temperatura, gostota polaganja).

3.1. Izračun padca napetosti

padec napetosti v kablovodu je:

$$\Delta U = (100 \times P \times l) / (\lambda \times S \times U \times U)$$

$$\Delta U = (100 \times 150.000 \times 180) / (37 \times 240 \times 400 \times 400) = 1,9 \%$$

Padec napetosti na celi trasi ne presega 3%, zato je lahko dopustni padec napetosti od KPO do zadnjega potrošnika 5% za razsvetljave in 8% za pogone.

3.2. Dimenzioniranje nazivnih varovalk ter izračun impendanc zanke in toka KS

Po podatkih proizvajalcev kablov in po tipizaciji ELES (Tipizacija elektroenergetskih kablov za napetosti 1, 10 in 20kV, lahko kable položene neposredno v zemljo obremenimo s trajnim tokom podanim v nadaljevanju.

Pogoji polaganja kablov so standardizirani.

Ker bo kabel položen v zaščitne cevi je potrebno upoštevati korekcijski faktor: $f_c = 0,9$.

Tako znašajo dopustne tokovne obremenitve.

N-A2XY-J 4x240 SM mm²

$$I_{dop} = 363 \text{ A}$$

Ob upoštevanju korekcijskih faktorjev

$$I_{dop2} = I_{dop} \times f_c = 363 \times 0,9 \text{ A} = 326,7 \text{ A}$$

tako znaša skupna dopustna obremenitev

$$I_{dop2} = 326,7 \text{ A}$$

varovanje izvoda za objekt je v NN omari v TP : 3 x 250 A.

3.3 Kontrola pregoreta varovalk v TP v primeru kratkega stika.

Impedanca transformatorja 400 kVA

$$Z_t = 0,0053 \text{ ohm}$$

Upornost kratkostične zanke:

Tip vodnika	dolžina	R (ohm)	X (ohm)
N-A2XY-J 4x240 SM	200m	0.0250	0.0022
Z _{nn} na NN TP		0.01	

skupaj	0.0350	0.0022
--------	--------	--------

Impedanca NN izvoda znaša $Z_{nn} = 0.0408 \text{ ohm}$

Kratkostični tok na koncu izvoda znaša.

$$I_k = U_f / (Z_v + Z_t) = 230 / 0.0355 = 5637 \text{ A}$$

Pri tem KS bo predvidena varovalka na izvodu zanesljivo pregorela, saj je izpolnjen pogoj :

$$I_i = 2,5 \times I_v = 2,5 \times 250 = 625 \text{ A} < 5637 \text{ A}$$