

# TEHNIČNO POROČILO

## NAČRT ELEKTROTEHNIKE

## 1.1 SPLOŠNO

Predmetna dokumentacija se nanaša na električne instalacije za:

**Osnovna šola Savsko naselje** za fazo **PROJEKT ZA IZVEDBO (PZI)**.

**Objekt je sestavljen iz 5 (petih) traktov A, B, C, D in E. Predmet tega načrta sta trakta A in B. Ostali trakti C, D in E so obdelano v ločenem načrtu.**

Dokumentacija je narejena na podlagi naslednjih projektnih osnov:

- Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov
- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr),
- študije požarne varnosti/načrt požarne varnosti
- Tehnična smernica – Učinkovita raba energije TSG-01-004:2010
- Tehnična smernica - Zaščita pred delovanjem strele TSG-N-003:2021
- Tehnična smernica – Nizkonapetostne električne inštalacije TSG-N-002:2021
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. list RS, št. 52/2010);
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Ur. l. RS št. 31/2004, 10/2005, 83/2005, 14/2007),
- Tehnična smernica TSG-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah,
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (EMC), (Ur. list RS št. 132/06),
- Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Ur. list RS št. 27/2004, 17/2011- ZTZPUS-1);
- Pravilnik o spremembi Pravilnika o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Ur. list RS št. 71/2011);
- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. list RS št. 81/2007, 109/2007, 62/2010),
- Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS št. 70/96),
- standardi:
  - SIST HD 60364-1: 2008 - NN električne instalacije -1. del;
  - SIST IEC 60364 - NN električne instalacije (družina standardov);
  - SIST IEC 60439 - Sestavi NN stikalnih in krmilnih naprav (družina standardov);
  - SIST IEC 62440 - Električni kabli nazivne napetosti do 450/750 V (družina standardov);
  - SIST IEC 60287 - Električni kabli - izračun tokovne obremenitve (družina standardov);
  - SIST EN 12464-1 in 12464-2 - Svetloba in razsvetljava.

in upoštevane zahteve investitorja.

Investitor je **Mestna občina Ljubljana, Mesti trg 1, 1000 LJUBLJANA**

**Predmet načrta je celovita prenova električnih inštalacij v OŠ Savsko naselje.**

Izdelan je načrt električnih instalacij za objekt OŠ Savsko naselje - prenova prostorov trakta A in B.

Skladno arhitekturnim načrtom se bodo obstoječi prostori delno prenovili, predvidena je zamenjava opreme učilnic ter izvedla so bodo ostala dela predvidena z arhitekturno gradbenimi načrti. Prostori, ki so bili že prenovljeni, ostajajo enaki in se ne prenavljajo. Sama dejavnost v prostoru pa se ne spreminja.

Za potrebe, Objekta, so predvidene naslednje vrste električnih inštalacij:

Električne inštalacije nizke napetosti:

- Splošna in varnostna razsvetljava
- elektro energetske napajanje novih prostorov
- instalacijske razvode in napajanje elementov strojnih in tehnoloških instalacij,
- el. razdelilniki,
- razsvetljava (splošna in zasilna oz. varnostna),
- izenačevanje potencialov, strelovod in prenapetostna zaščita

Električne inštalacije male napetosti:

- Univerzalno ožičenje,
- Požarno javljanje
- Protivlomno varovanje in videonadzor
- Ozvočenje in el. ure
- Multimedijska oprema učilnic

## 1.2 NAPAJANJE OBJEKTA

### A. OBSTOJEČE STANJE:

Objekt se napaja preko zemeljskega kablovoda iz bližnje distribucijske transformatorske postaje. Na fasadi objekta Osnovne šole Savsko naselje Matjaževa 4 se nahaja obstoječa vgradna kabelsko razdelilna omara, v kateri se nahajajo 200A varovalke. V glavnem električnem razdelilniku (R G) umeščenim na hodniku oz. avli so tri merilna mesta oz. trije obračunski števc:

Št. MM 3005834 OŠ Savsko naselje – kuhinja **66kW; 3x100A** ( števec ZMD410CT44 št. 86733075)

Št. MM 3005835 OŠ Savsko naselje **106kW; 3x160A** ( števec ZMD410CT44 št. 76544259)

Št. MM 3096932 OŠ Savsko naselje – hišniško stanovanje **17kW; 3x25A** ( števec T27CD št. 5812494)

### B. NOVO PROJEKTIRANO STANJE

**Novo stanje:**

Glede na to, da je predvidena gradnja prizidka se meritve prestavijo na fasado obstoječe šole in vanjo vgradijo naslednja merilna mesta z naslednjimi priključnimi močmi:

Št. MM 3005834 OŠ Savsko naselje – kuhinja **94kW; 3x160A** ( števec ZMD410CT44 št. 86733075) – trakt C in D

Št. MM 3005835 OŠ Savsko naselje **206kW; 3x300A** ( števec ZMD410CT44 št. 76544259) – trakt A in B

Št. MM 3096932 OŠ Savsko naselje – stanovanje **17kW; 3x25A** ( števec T27CD št. 5812494) – trakt B

**in novo merilno mesto Vrtec:**

Št. MM ... – Vrtec 17kW; 3x25A – trakt C in D

NN priključek skupaj z novimi in obstoječimi merilnimi mesti je obdelan v ločeni mapi in ni predmet tega načrta.

## NN DOVODNI KABEL od KPMO do R-G (gl. el. razdelilec v objektu)

Trasa od nove KPMO do novega glavnega el razdelilca poteka po trasi obstoječega dovodnega kabla, ki se predhodno odstrani. Nova EKK (elektro kabelska kanalizacija) je predvidena s cevmi  $\phi$  110mm.

Znotraj objekta je predvidena zamenjava glavnega el. radelilca **R-G** z s popolnoma novim el. razdelilcem.

Od novega razdelilnika **R-G** naprej se zamenja vse dovodne kable do podrazdelilnikov po objektu. Prav tako je predvidena zamenjava skoraj vseh razdelilnikov oziroma pod-razdelilnikov. Glavni podrazdelilnik za trakt B z oznako **R-P-G.1** se nahaja na veznem hodniku med traktom B in C.

Na posameznem hodniku po etažah (učilnice, skupna raba, telovadnica) sta predvidena po dva razdelilnika ločena za severni in južni del..

Od **R-P-G.1** do podrazdelilnikov se predvidijo novi kabli, kateri se položijo na kabelske police, katere potekajo pretežno pod stropom in delno v novih spušenih stropovih. Polaganje kablov v talno kineto po NPV ni dovoljeno in se ga zaradi tega dejstva ne poslužujemo.

Notranji razvodi od podrazdelilnikov do končnih porabnikov vtičnic oziroma svetilk se izvedejo podometno z dolbenjem v stene in stropove, oziroma medstropovju (kjer bo predviden spušen strop – akustični strop v učilnicah in delno po hodnikih). Kabli potekajo po ločenih kabelskih policah za močnostne kable in signalno komunikacijske kable

### IZRAČUN:

#### 1. Priključna moč šole (merilno mesto: MM 3005835 OŠ Savsko naselje)

$$P_i = 230 \text{ kW}$$

$$\text{Faktor istočasnosti: } 0,7$$

#### KONIČNA MOČ:

$$P_{sk} = 161 \text{ kW}$$

$$I_{sk} = 244,90 \text{ A}$$

#### El.razdelilec R-G

El.razdel.	kW	$\cos \phi$	kW	$\cos \phi$	V	A
R-G	230,00	0,7	161,00	0,95	400	244,90

NOV dovod **2xN2XH-J 4x95 mm<sup>2</sup>** za napajanje el.razdelilca R-G je priključen v PS-KPMO

#### Preverjanje ustreznosti kablovodov 2X **N2XH-J 4x95 mm<sup>2</sup>Cu**

Trajno dovoljeni tok za omenjen prerez kabla je podan v standardu SIST HD 603. Tok, ki teče skozi katerikoli vodnik med trajnim obratovanjem, ne sme povzročiti višjih temperatur, kot je najvišja dovoljena temperatura za kable s XLPE izolacijo (90°C) (SISTHD603 S1). Zahteva je izpolnjena, če tok izoliranih vodnikov ni večji od vrednosti, izbrane iz tabel tega standarda glede na tip električne napeljave in korekcije z ustreznimi korekcijskimi faktorji.

Trajno dovoljen tok znaša za predmetni kabel položen v zemlji:

- 274 A za kabel **N2XH-J 4x95 mm<sup>2</sup>Cu**

Pri izračunu upoštevamo sledeče korekcijske faktorje:

f1 – korekcijski faktor za preračunavanje tokovne obremenitve kablov položenih v ceveh v zemlji v odvisnosti od temperature zemljišča (20°C), faktorja obremenitve (0,7), specifične toplotne upornosti zemlje (1km/W).

Tako znaša  $f1 = 1$ .

f2 - korekcijski faktor za skupinske tokokroge, odvisen od specifične toplotne upornosti zemljišča in faktorja dnevne obremenitve kabla (0,7).

$f2 = 0,85$  (dva sistema kablovodov v cevi)

Trajno dovoljeni tok za predmetni kabel uporabljen v našem primeru ob upoštevanju korekcijskih faktorjev tako znaša:

$$I_z = I_{tr} \times 0,85 \times f1 \times f2 = 2 \times 275 \times 0,85 \times 1 = \underline{467 \text{ A}}$$

**NOV dovodni kabel je ustrezen. Prav tako ima kabel dovolj veliko rezervo v zdržnem toku za povečanje priključne moči celotnega objekta.**

TRASA novega napajalnega kabla za R-G je predvidena od lokacije KPMO po trasi obstoječega NN priključnega kabla, ki se predhodno odstrani. Predvidena je dvocevna kabelska kanalizacija fi 110mm.

### 1.3 REZERVNI VIR NAPAJANJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

Za neprekinjeno napajanje z električno energijo v objektu je predvidena naprava za neprekinjeno napajanje moči 10kVA. Avtonomija znaša 8-10minut.

Na sistem je povezana informacijska tehnologija in varnostni sistemi kateri potrebujejo neprekinjeno napajanje. Naprava se umesti v Sobo za šolsko omrežje – prostor S.00-19, kjer ni stalnega zasedenega mesta in je prostor ustrezno prezračevan oz. pohlajevan s split mono-klima napravo.

### 1.4 EL. RAZDELILCI V OBJEKTU

#### OŠ SAVSKO NASELJE:

##### TRAKT A

##### R-G:

Nov glavni el. razdelilec prostostoječe izvedbe, ki napaja vse porabnike trakta A in B je predviden na lokaciji obstoječega glavnega el. razdelilca.

##### R-ŠP.A in R-ŠP.B (pritličje)

Etažna razdelilca za potrebe napajanja učilnic in kabinetov z avlo. Predvidena sta prostostoječe izvedbe.

##### R-Š1N.A in R-Š1N.B (1.nadstropje)

Etažna razdelilca za potrebe napajanja učilnic in kabinetov z avlo. Predvidena sta prostostoječe izvedbe.

##### R-Š2N.A in R-Š2N.B (2.nadstropje)

Etažna razdelilca za potrebe napajanja učilnic in kabinetov z avlo. Predvidena sta prostostoječe izvedbe.

## TRAKT B

### R-P-G.1:

Glavni podrazdelilec, ki napaja trakt B in se nahaja v pritličju na mestu obstoječega z oznako RO6. Obstoječi el. razdelilec je dotrajan saj ima vgrajene še PK podnožja in uvojne varovalke, ki niso varna za posluževanje. Zaradi tega dejstva se uredi nov el. razdelilec vgradne izvedbe.

### R-P-B1:

Napaja prostore bazena v pritličju kot so bazen, tuši in garderobe. Predvidena je kovinska vgradna omarica.

### R-P-B2:

Za potrebe spremljajočih prostorov bazena je predviden el. razdelilec R-P-B2. Predvidena je kovinska vgradna omarica.

### R-1N-T:

Na lokaciji obstoječega el. razdelilca se predvidi nov el. razdelilec za potrebe telovadnice in spremljajočih prostorov (graderobe in kabineti). Predvidena je kovinska vgradna omarica.

### R-2N-STR:

Za potrebe napajanja strojnih naprav na strehi objekta je predviden el. razdelilec R-2N-STR, ki je prostostoječe izvedbe.

### R-OGŽ:

Za potrebe ogrevanja žlebov in odtokov je predviden el. razdelilec R-OGŽ, katerega oprema je predvidena v el. razdelilcu prizidka R-2N-STR.

Na posameznem el. razdelilcu morajo biti nameščene naslednje oznake:

- obstojna označba, ki opozarja na nevarnost pred el. tokom oz. el. udarom
- ploščica oziroma nalepka s podatki o proizvajalcu
- tip električne inštalacije oziroma zaščitni sistem pred el. udarom
- ostali podatki (nazivna napetost, frekvenca, stopnja zaščite in ostalo kot to določa **SIST EN 60439-1** Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav

### OPOMBA:

Vse obstoječe el. razdelilce se pred montažo novih odstrani in odpelje na deponijo.

### KABLI:

Napajalni vodi se izvedejo po ceveh v tlaku in pretežno na kabelskih policah.

Zahteve za kable:

**Potrebno je uporabiti električne kable z odzivom na ogenj razreda minimalno B2cas1d1a1.**

Zahteve za kable:

Stopnišče bo potrebno izvesti kot požarno zaščiteno. Skladno s predpisi morajo biti v stopnišču vgrajeni kabli z odzivom na ogenj najmanj B2ca s1 d1 a1. Dopolnilna oznaka a1 določa zahteve glede sproščanja korozivnih plinov.

#### POJASNILO:

Inštalacija bo izvedena s kablji v razredu B2ca s1d1a1 po CPR direktivi, ker je to zahteva za območje požarnega sektorja s stopniščem in je večina inštalacijskih povezav, izvedenih preko tega sektorja. Zaradi zahtev po uporabi inšt. kablov z nizkimi emisijami toksičnih snovi pri gorenju bodo tudi inšt. plastične cevi za betonske in montažne stene znotraj stavbe obvezno brez halogenih primesi!

Razred (ca)	PRIMERI TIPA KABLOV
Eca	PVC inštalacijski kabel, npr. NYM
	Inštalacijski kabel z izolacijo iz omreženega polietilena in plašča iz termoplastičnega
	PVC-ja nazivne napetosti 0,6/1 kV, npr. N2XY
	Zvijavi vodnik s termoplastično PVC-izolacijo, npr. H03VV-F ali H05VV-F v primeru trajne vgradnje v objekt
	Energetski kabel s PVC-plaščem, npr. NYY v primeru trajne vgradnje v objekt
	Inštalacijski kabli za signalizacijo in telekomunikacijo, npr. J-Y(St)Y in JE-Y(STY
Cca s1 d2 a1 ali B2ca s1 d1 a1	Kabli brez halogena ali z izboljšanimi lastnostmi v primeru požara, npr. NHXMH
	Kabli z izboljšanimi lastnostmi v primeru požara, npr. N2XH
	Energetski kabli z izboljšanimi lastnostmi v primeru požara, npr. NHXHX in NHXH
	Zvijavi kabli brez halogena, npr. H05Z1Z1-F, H07ZZ-F v primeru trajne vgradnje v objekt
	Inštalacijski kabli brez halogena za signalizacijo in telekomunikacijo, npr. J-H(St)H in JE-H(St)H

Temu primerno so predvideni brez halogenski težje gorljivi kabli tipa: N2XH-J in NHXHM-J ustreznih prevezov.

Glavno stikalo - za izklop električnega napajanja se nahaja na posameznem el. razdelilniku. GENERALNI IZKLOP je možno izvesti na glavnem el. razdelilcu objekta z oznako R-G

## 1.5 IZVEDBA ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

### *Inštalacijski sistem (SIST HD 60364-1, november 2008)*

Predviden je napajalni sistem, z ozirom na vrsto ozemljitve na viru napajanja in notranjem razdelilnem omrežju (razvodu), **TN-C** trifazni štirivodni sistem, napetostni nivo 3×400/230V, 50Hz.

Na končnem napajalnem sistemu manjših porabnikov pa je predviden sistem **TN-S** trifazni petvodni sistem napetostni nivo 3×400/230V, 50Hz, oz. enofazni trivodni sistem 230V, 50Hz.

#### 1.5.1 Polaganje kablov inštalacijskega razvoda

Električne instalacije služijo za dovod električne energije do porabnikov v objektu in njihovo delovanje. Glede na področja uporabe električne inštalacije delimo na:

- inštalacije nizke napetosti. Električna napetost do vključno 1000V za izmenični tok in do vključno 1500V za enosmerni tok (izmenična napetost ne presega 250V proti zemlji),

- mala napetost-nizka napetost do vključno 50 V, v posebnih primerih nižje upornosti človeškega telesa, pa do vključno 25 V, oziroma vključno 12 V izmenične napetosti oziroma do vključno 120 V, oziroma do vključno 60 V, ali vključno 30 V enosmerne napetosti (šibki tok).

V objektu so zastopane električne instalacije nizke napetosti in instalacije male napetosti (šibki tok). Za razvod električne energije med električnimi razdelilniki in od razdelilnikov do porabnikov je predvidena električna inštalacija. Za lažje polaganje električne inštalacije-kablov (tokokrogov) so predvidene kabelske trase.

Predvidene so kabelske trase sestavljene iz:

kabelske police, za horizontalne inštalacijske razvode. Police so galvansko pocinkane in perforirane. Pritrjene z nosilci na nosilne stene ali strop.

PN zaščitne inštalacijske cevi na patentnih skobah. Za nadometne horizontalne ali vertikalne razvode inštalacij. PN cevi se s patentnim skobami pritrdijo na nosilne stene ali strop.

PVC kvadro inštalacijski kanali. Za nadometne horizontalne ali vertikalne razvode inštalacij. Kvadro kanali se s sidrnim priborom pritrdijo na nosilne stene ali strop. gibljive zaščitne inštalacijske cevi. Za podometne horizontalne ali vertikalne razvode inštalacij. Cevi se polagajo na nosilno steno ali strop in prekrijejo z vsaj 4 mm ometa. Polagajo se tudi v beton ali pa v montažne (gips-knauf) stene.

Kabelske trase so predvidene tako da so ločene trase za tokokroge nizke napetosti in male napetosti. Medsebojna razdalja navedenih tras je minimalno 200 mm. Trase električnih inštalacij so predvidene odmaknjeno od ostalih inštalacijskih vodov (kanali prezračevanja, cevovodi tople-hladne vode, kanalizacijski cevovodi ). Pri križanjih z navedenimi ostalimi vodi, če so le ti z tekočino, so električne kabelske trase predvidene nad cevovodi.

Z pravilno izbranimi in položenimi kabelskimi trasami so preprečene mehanske, kemične in druge poškodbe kablov-tokokrogov.

Pri polaganju kablov v kabelske trase je potrebno paziti na:

Kabli nizke napetosti se polagajo v kabelske trase nizke napetosti, kabli male napetosti pa v trase male napetosti, v zaščitne cevi in kvadro kanale se polaga le kabel enega tokokroga. Dovoljeno je le dodatno položiti krmilni kabel istega tokokroga, podaljševanje kablov je treba izogniti v največji možni meri. Če pa je le to potrebno se mora izvesti v namenski razvodnici s oznako podaljšanega tokokroga, pri prehodu kabla iz kabelskih polic ali skozi druge ostre prehode je potrebno kabel dodatno zaščititi pred mehanskimi poškodbami, pri priklopu kabla na napravo je priključek potrebno izvesti v priključni omarici naprave, kabel posameznega tokokroga je potrebno označiti z oznako iz ustrezne sheme, oznake se namestijo minimalno na izhodu iz razdelilnika, pri priključnem mestu in na večjih spremembah smeri kabelske trase. Oznake morajo biti trajne in dobro vidne. na priključnem mestu je potrebno kable-žile zaključiti z ustreznimi zaključki (kabelski čevlji, tulci in podobno),

Za inštalacijske razvode so predvideni kabli tipa FG160M16 z ustreznim številom in prerezom žil.



### 1.5.2 Ognje odporne pregrade

Kabelske trase in instalacijski razvodi, na nekaterih mestih, prihajajo iz enega požarnega sektorja v drugi požarni sektor, ali iz požarnega sektorja v požarno celico.

Požarni sektorji in požarne celice so definirane s »študijo požarne varnosti«.

Požarni sektorji so med seboj v pravilu ločeni s stenami ali drugimi pregradami. Te pregrade imajo določeno ognje odpornost. Enako velja za požarne celice znotraj požarnih sektorjev. Pri izdelavi kabelskih tras se v pregradah izvedejo preboji. Le te je po položitvi kablov potrebno zatesniti z ognje odpornimi pregradami.

Ognje odporne pregrade morajo imeti enako ali večjo ognje odpornost od sten.

#### OPOMBA

*Pri polaganju ognje odpornih pregrad je potrebno v celoti upoštevati navodila proizvajalca. Pregrade mora izvajati oseba usposobljena in poučena za tovrstna dela.*

Ognje odporne pregrade so predvidene z različnimi materiali:

požarno zaščitne blazinice katere so vgrajene v odprtine pregrad-zidove in stropne.

Blazinice so narejene iz metalizirane steklene tkanine in polnjene s sipkimi ekspandirajočimi in toplotno izolativnimi snovmi. Pri povišani temperaturi (200°C) se volumen blazinic prične povečevati do ca. 50%, s čem se dodatno zatesni odprtina-preboj. Polnilo blazinice med požarom ostane kompaktno in se minimalno vsipa iz blazinice. Z blazinicami se doseže požarna odpornost 60 ali 120 minut. Blazinice se v odprtino polagajo tako, da so rege v zaporednih slojih medsebojno zamaknjene (kot pri zidanju z opeko). Pri več slojnem polaganju kablov posamezne plasti ločimo z vmesnimi blazinicami. Če to ni možno, se med kable stisne zaščitni kit PK EXPAN v globino 10 cm, okoli kablov pa se naložijo blazinice. Blazinice se v preboj zlagajo tako da daljša stranica blazinice poteka paralelno s kablji.

Pri zatesnitvi vertikalnih prebojev je potrebno pod preboj namestiti nerjavečo mrežo (RF 2,5×7mm). Pri prebojih večjih od 30 cm. tudi valjanec (FeZn 25×4mm), na vsakih 20 cm.

Prednost blazinic je v tem, da pri eventualnem dodajanju kablov blazinice odstranimo in po položitvi kablov ponovno zložimo.

požarno zaščitni kit je uporabljen pri zaščiti manjših prebojev (20×20cm) in pri dodatni obdelavi snopa kablov zaščitnih z požarno zaščitnimi blazinicami.

Kit se enostavno stisne v preboj. Pri tem je potrebno paziti da je odprtina popolnoma zatesnjena. Pri vnesenem kitu, v preboj, ne sme biti zračnih žepov. Pri obdelavi vertikalnega preboja pa je prvo potrebno spodnjo stran preboja zapolniti z kamnito volno. Da dosežemo deklarirano požarno odpornost je potrebno nanesti kit v plasti minimalno 10 cm.

Uporabljen je material PiroFix-TRIMO. Pri prebojih PP11, 12 in 13 kombinirana sestava pregrade, pri ostalih pa blazinice.

Pri zaščiti prebojev z kitom skozi zaščiteni preboj ni možno dodatno polaganje kablov.



## 1.6 RAZSVETLJAVA OBJEKTA

Razsvetljava obsega : splošno razsvetljavo, varnostno in zunanjo razsvetljavo

### 1.6.1. OBSTOJEČE STANJE:

Obstoječa razsvetljava po učilnicah in hodniku OŠ Savsko naselje je bila praktično v celoti prenovljena v letu 2018 (razen za območje bazena kjer so še vedno montirane stare »neustrezne« svetilke). Prav tako se po nekaterih prostorih menjajo svetilke glede na zahtevo naročnika. Vse nove svetilke so označene z oznako – NOVA.

Montirane so LED svetilke proizvajalca Philips z visokim izkristkom in dolgo življenjsko dobo. Zaradi tega dejstva se obstoječe svetilke v prostorih, ki so predvideni za prenovo praktično v celoti obdrži. Predhodno se jih demontira, skladišči, očisti in po koncu del ponovno montira na ista mesta.



Slika 1: Obstoječe svetilke zamenjane v letih 2017/18

### 1.6.2.. NOVO PROJEKTIRANO STANJE:

Glede na to, da so bile praktično vse svetilke že zamenjane je potrebno nove svetilke zamenjati zgolj v področju bazena tako kot je bilo to že omenjeno v uvodu.

Pri izračunu osvetljenosti so upoštevani ustrezni predpisi za osvetljenost v določenih prostorih.

Zahtevani nivo osvetljenosti je v skladu s priporočili evropskega društva za razsvetljavo, ki podaja vrednosti srednje osvetljenosti za posamezne prostore in standardom za razsvetljavo **SIST EN 12464**.

#### a) Osvetlitev bazena

Svetilke splošne razsvetljave so izbrana v skladu z opremo prostorov, vidnih zahtev in dejavnosti prostora. V vseh prostorih se predvidijo ustrezne svetilke z visokimi svetlobno tehničnimi izkoristki, svetilke morajo ustrezati namenu prostora.

Vklop-izklop razsvetljave je predviden lokalno preko ustreznih tipkal.



Reflektorska svetilka primerna za osvetlitev prostorov z bazenom.

Lastnosti svetilke:

Svetilka za bazene, velikosti 460mm x 410mm x 104mm, ohišje iz aluminija, sive barve, pokrov iz kaljenega stekla, odporna proti prahom in vlagi IP65, odporna proti udarcem IK07, barvna temperatura 4000K, indeks barvnega videza nad 80, ozek snop svetlobe, izhodni svetlobni tok svetilke 17000lm, priključna moč svetilke 120W, življenjska doba 75.000h L78, DALI regulacijska, izvedba s stropnim/stenskim nosilcem, garancija 5 let.

#### OPOMBA;

**Zaradi prisotnosti klora je potrebno vsa obešala in vijake pri svetilkah, ki se uporabljajo v prostorih za bazene menjati v roku 2-3 let.**

## SPLOŠNO O SVETILKAH:

Karakteristike dosedanjih svetilnih teles

**Fluorescentna sijalka:** Princip delovanja: na osnovi živosrebrne pare, cev dodatno polnjena z žlahtnim plinom (kripton, argon). Izkoristek: 75% vidna svetloba, 25% toplota. Življenjska doba: cca. 10.000 ur, vendar pri 20.000 vklopih le 3.600 ur. Ekološko nevarna (živo srebro). Pomanjkljivost: dolga doba od trenutka prižiganja do polne svetilnosti (cca 2 minuti).

**Kompaktna fluorescenčna sijalka ("varčna sijalka"):** Princip delovanja: fluorescentna sijalka. 10% manjša poraba energije kot fluorescenčne cevi. Življenjska doba: 8.000 ur, vendar pri 20.000 vklopih le 3.000 ur. Ekološko nevarna (živo srebro). Pomanjkljivost: dolga doba od trenutka prižiganja do polne svetilnosti (cca 2 minuti).

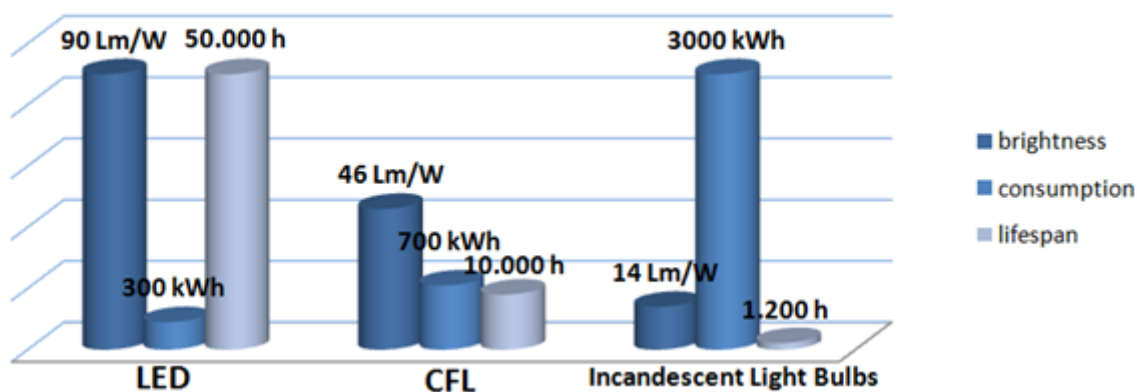
**Halogenska žarnica:** Princip delovanja: žarilna nitka, polnjeno z inertnim plinom in s halogenim elementom (jod, brom). Izkoristek: 70% vidna svetloba, 30% toplota. Življenjska doba: 2.000 do 3.500 ur. Ekološko varna. Nevarna zaradi visokih temperatur pri delovanju.

**Glede na sodobne trende in predvsem prihranke so predvidene izključno LED svetilke.**

### Prednosti LED svetil

**Izkoristek:** Pri LED svetilih se 90% porabljene energije spremeni v vidno svetlobo in le 10% v toplotno energijo. Tu so LED svetila v popolni prednosti pred ostalimi vrstami svetil. Ker je večina energije uporabljena za svetlobo, so 50% bolj varčne kakor najbližje varčno svetilo ("varčna sijalka").

**Življenjska doba:** 50.000 ur. Realna življenjska doba je 100.000 ur in več, vendar po 50.000 urah upada svetilnost. Velika prednost LED svetil je, da nikoli ne prenehajo svetiti (ne "pregorijo"). Življenjska doba LED diod je 6 krat daljša od CFL-ov in 40 krat daljša od žarnic z žarilno nitko. V življenjski dobi LED diode bi zamenjali najmanj 5 fluorescenčnih svetilk in 42 žarnic z žarilno nitko.



**Odpornost in robustnost:** Ni gibljivih delov oz. krhke žarilne nitke, ni lomljivih steklenih delov, zato se ne morejo enostavno poškodovati, zdrobiti. So robustne in odporne na vibracije.

**Trenutno delovanje:** LED svetila se hipno prižgejo in ugasnejo. Pogostost prižiganja in ugašanja ne vpliva na življenjsko dobo.

**Svetlobni spekter:** Svetlobni spekter je brez ultravijolične svetlobe, kar je pojav pri vseh svetilkah razen pri žarnicah na žarilno nitko (klasične, halogene).

**Ekološka neoporečnost:** LED svetila so narejena iz ekološko neoporečnih materialov. Možnost spreminjanja barve svetlobe: Z elektronskim krmiljenjem lahko LED svetilom spreminjamo barvo svetlobe.

**Možnost spreminjanja moči in temnitve ("dimming"):** Z elektronskim krmiljenjem lahko LED svetilom znižujemo moč svetilnosti (lumnov). Npr. pri svetilkah v naseljih lahko določimo 100% svetilnost v času od mraka do polnoči, nato svetilnost zmanjšamo na 50% in od 5.00 ure zopet povečamo na 100%. Vse to lahko programiramo za celo leto v naprej. LED svetila lahko temnimo (reostatsko stikalo). Druga svetila tega ne omogočajo (razen svetil na žarilno nitko).

**LED svetila svetijo svetleje:** LED svetila po moči svetlobnega toka svetijo veliko svetleje od ostalih vrst svetil ki so na trgu. LED svetila so dvakrat svetlejša od CFL(kompaktnih fluorescenčnih svetilk) in šestkrat svetlejša od žarnic z žarilno nitko. Najnovejše LED diode lahko dosežejo tudi 231 lm/W. Pogosto podcenjujemo pomembnost primerne kvaliteten svetlobe v prostorih kjer delamo in živimo. Študija o vplivu svetlobe na srčne bolnike je dokazala, da so pacienti, ki so dan preživeli pri kvalitetni svetlobi, ponoči spali 8% dlje kot pacienti, ki so dan preživeli pri navadnih svetilih.

**LED svetila porabijo manj električne energije:** Če primerjamo LED luči z ostalimi vrstami svetil časovnem razdobju 50.000 h delovanja lahko pridemo do zaključka, da LED svetila porabijo 57% manj električne energije od CFL-ov in 90% manj kot žarnice z žarilno nitko. Japonska ekonomska raziskava je pokazal, da bi z zamenjavo obstoječih luči z LED svetili bi v državi zmanjšali skupno porabo električne 92.2 TWh/leto. Z omenjenim ukrepom bi lahko na Japonskem ugasnili 36% jedrskih reaktorjev. Japonska je na tretjem mestu v svetu po številu jedrskih reaktorjev.

**Varnost:** Velika prednost LED svetil je, da se minimalno segrevajo. S tem se izognemo morebitnim nevarnostim (požari). Nizka delovna napetost omogoča varno rokovanje in zadostuje varnostnim zahtevam.

Prednosti zamenjave so v prid napisanemu predvsem iz naslednjih razlogov:

1. Neustreznost obstoječih svetilk, ki se bodo pokazale v prihodnjih letih saj je življenjska doba dušilk na mejni vrednosti.
2. Dolga življenjska doba novih LED svetil; 50.000 ur kar ustreza vsaj 15 letnemu nemotenemu obratovanju.
3. Višje osvetljenosti na delovnem mestu kar vpliva na ugodnejše počutje.
4. Bistveno nižji vzdrževalni stroški saj odpade zamenjava sijalk.

### Nivoji osvetljenosti

V izračunih razsvetljave bodo upoštevani naslednji nivoji osvetljenosti:

• hodniki, stopnišča	150-200 lx
• učilnice – splošne	300 lx
• učilnice - specialne	500 lx
• učilnice – za večerno učenje	500 lx
• osvetlitev table	500 lx
• sanitarije	100-150 lx
• strojnice	200-250 lx
• kuhinja	500 lx
• kabineti	300 lx

Izračuni osvetljenosti so bili izdelani s strani podjetja PHILIPS in s nahajajo v prilogi načrta

**Montažne višine stikal in vtičnic so sledeče** (merjene od gotovih tal - mišljena je sredina elementa oz. priključka razen tam, kjer je posebej napisano):

- stikala - **1,1m**,
- splošne vtičnice za čiščenje - **0,4m**,
- vtičnica za interaktivno tablo – v parapetnem kanalu,
- vtičnice nad pulti v kuhinji - **1,1m**,
- vtičnice v igralnici Vrtca v pritličju - **1,8m**,
- svetilka varnostne razsvetljave - **2,2m** na steni, oziroma nad vrati,
- parapetni kanali – pod okensko polico oz. pod tablo (glej detajl prikazan v shemah).

### b) Varnostna razsvetljava

Na osnovi zahtev iz zasnove požarne študije oz. načrta požarne varnosti in pripadajoče regulative (ISO-IEC, EN) bo objekt opremljen z varnostno zasilno razsvetljavo, ki zajema razsvetljavo poti umika, nam zagotavlja vidljivost poti umika, kaže smer in omogoča najti in uporabiti protipožarno in varnostno opremo (hidrante, gasilnike, ročne javljalnike požara ...) vzdolž poti umika, ter zmanjšuje možnost nastanka panike v prostorih in omogoča varno gibanje ljudi iz prostora na pot umika.

Varnostna razsvetljava je sprojektirana na osnovi načrta požarne varnosti in skladno z odgovarjajočimi slovenskimi standardi.

Varnostna razsvetljava je predvidena na evakuacijskih poteh, stopniščih, v učilnicah in prostorih kjer je lahko več oseb hkrati. V pisarniških prostorih je predvidena samo v hodnikih, v večjih sejnih sobah, garderobah, jedilnici, kuhinji in ostalih prostorih po zahtevah NPV.

Varnostna razsvetljava je predvidena delno v pripravnem stiku.

Nivo osvetljenosti z varnostno razsvetljavo je predviden:

- 1 lx – merjeno na tleh v osi poti za umik;
- 5 lx - na tleh na mestih s postavljenno opremo za gašenje in javljanja požara (ročni gasilniki, hidrantne omarice, ročni javljalniki).

Varnostna razsvetljava je predvidena:

- s svetilkami lastnim baterijskim rezervnim napajanjem v pripravnem oziroma trajnem spoju. **Svetilke so povezane skupen sistem za nadzor in testiranje za kar je predvidena ustrezna BUS povezava in mrežni krmilnik za centraliziran nadzor delovanja zasilne razsvetljave.**

Montaža svetilk varnostne razsvetljave:

Zasilna varnostna razsvetljava bo izvedena s pripadajočimi svetilkami z integrirano napajalno baterijo z 1h avtonomijo.

- iz stropa je viseča montaža pravokotno z daljšo stranico glede na smer umika, tako da je znak za umik viden;
- višina montaže svetilk za označitev izhodov, spremembe smeri, nivojev je 2,2m spodnji rob nad gotovim podom (nad vrati), razen tiste, pri katerih je napisana montažna višina (največ 3m nad tlemi);
- višina znakov za umik mora biti prilagojena največji razdalji, od koder mora biti znak še viden.

Višina mora biti najmanj:

- 0,5% razdalje pri svetlečih znakih (nalepka na svetilki),
- 1% razdalje pri osvetljenih znakih (osvetljena nalepka).

Varnostna razsvetljava bo povezana na sistem za skupen nazor in testiranje svetilk.

Preizkus varnostne razsvetljave je predviden preko nadzornega sistema varnostne razsvetljave. Zunanje svetilke varnostne razsvetljave so predvidene z grelcem. Zunanje svetilke morajo biti zaščitene pred direktnim dežjem z RF pločevinastim nadstreškom.

Vse svetilke zasilne razsvetljave morajo biti izdelane med drugim tudi skladno z EN 60598-1 standardom (požarna odpornost).

### c) Zunanja razsvetljava

Za zunanjo razsvetljavo so na fasadi objekta predvideni reflektorji v LED izvedbi. Predviden je ročni in avtomatski vklop preko Astro ure kar predstavlja dodatno zaščito mimoidočih in preganja nepridiprave pred zlorabami.

## 1.7 INŠTALACIJE ZA MOČ

Pri instalaciji za moč se obravnava razvod za vtičnice, priključke za tehnologijo tehnološke potrošnike in instalacije za nemoteno delovanje strojnih instalacij v objektu (prezračevanje, ogrevanje, sanitarna voda,...).

Razvod električne energije poteka od posameznih razdelilcev vertikalno in horizontalno v odvisnosti od postavljene opreme. Instalacija se izvede podometno s kabli uvlečenimi v instalacijske cevi, po kabelski polici, v ustreznih ceveh, ...

Vsi priključki za moč in malo moč se prilagodijo opreми.

### Vtičnice

Instalacije vtičnic se izvedejo podometno. Pozicija vtičnic mora biti usklajena s projektom notranje opreme. Splošne vtičnice se montirajo na višini 0,4 m od tal, vtičnice nad delovno površina - splošno na višini 1,1 m od tal v pisarniških prostorih, v umivalnici (sanitarije, WC) 0,4 m od tal - s pokrovom, oziroma v odvisnosti od zahtev posameznih porabnikov.

V ostalih prostorih se poleg ostalih vtičnic predvidi tudi sistem vtičnic za potrebe vzdrževanja in čiščenja objekta.

Vse vtičnice se predvidijo kot varnostne vtičnice **opremljene z varnostnim kontaktom in zaščito proti dotiku**.

### Polnilne postaje;

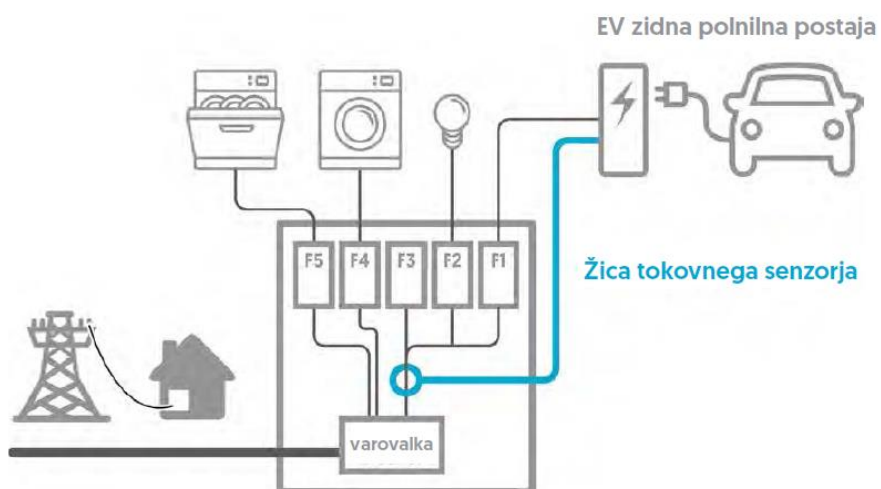


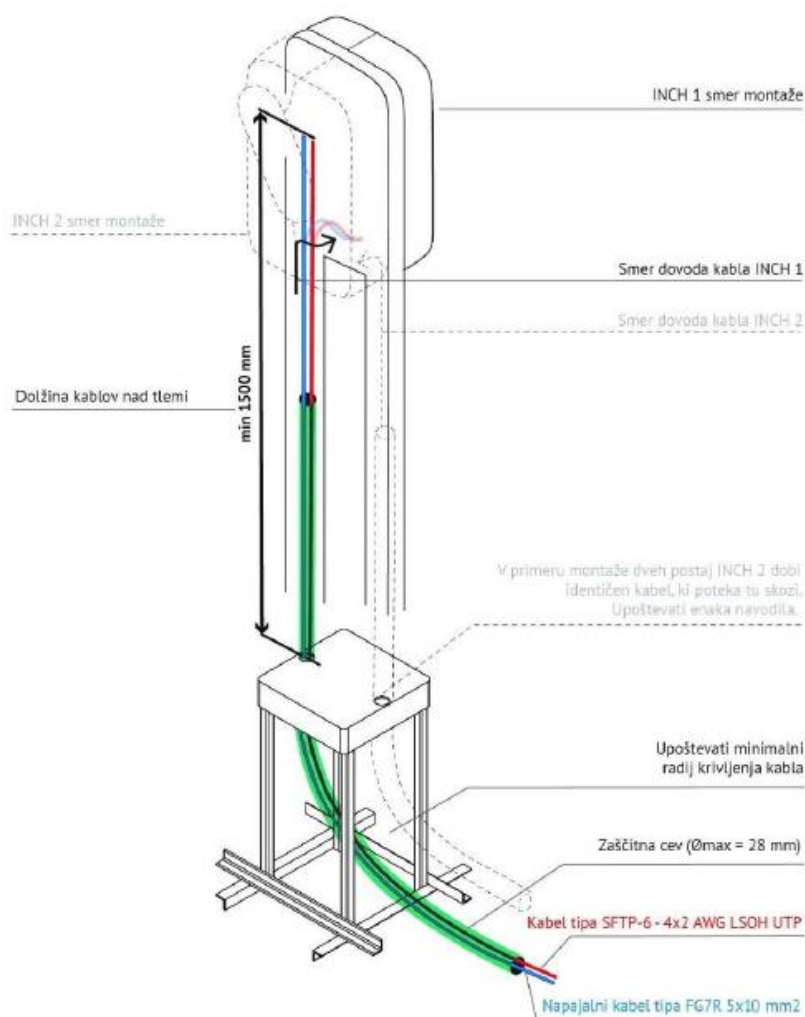
V tej fazi so predvideni cevni in kabelski razvodi za postavitev polnilne postaje.

Polnilne postaje za vsako lokacijo ponuja različne izvedbe opreme in ohišje, ki je odporno proti vremenskim vplivom. Polnilno mesto omogoča polnjenje z maksimalno močjo polnjenja do 11 kW.

polnilni tok/moč	<b>3x6 A</b> 4,1 kW	<b>3x8 A</b> 5,5 kW	<b>3x10 A</b> 6,9 kW	<b>3x13 A</b> 9,0 kW	<b>3x16 A</b> 11,0 kW
------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------------------

Dinamično polnjenje omogoča upravljanje obremenitve in nadzor nad polnjenji. Polnilna postaja se poveže z nadzornim relejem, ki se ga montira v glavni el. omari. Nadzorni rele ves čas meri trenutno moč objekta in prilagaja moč polnjenja polnilne postaje tako, da se priključna moč objekta nikoli ne preseže.





7

Slika 1: Postavitev prostostoječe polnilne postaje na temelj in kabske povezave

### Ogrevanje odtokov in žlebov:

V zimskem času, predvsem ob močnem sneženju, kjer pride do zmrzovanja lahko naletimo na velike probleme pri sistemu odvajanja meteorne vode iz strehe. Nastanek ledu lahko močno poškoduje streho in žlebove. Da bi preprečili to težavo in nastanek ledenih sveč, katera lahko ogrozijo življenja mimoidočih je predvideno, da žlebove in odtoke ogrevamo.

Predviden je el. razdelilec R-OGŽ (ki je lociran v el. razdelilcu R-2N.STR) z el. opremo za ogrevanje odtokov in žlebov (odtočnikov in žlot na strehi). Predvidena je možnost avtomatskega in ročnega vklopa.

### Prenapetostna zaščita

Za zaščito električne opreme pred prenapetostmi se uporabljajo prenapetostne zaščitne naprave. Njihova osnovna naloga je, da omejujejo višino prenapetosti na čim nižjo raven oz. na raven, ki ni nevarna za uničenje opreme in poškodovanja ljudi.

Prenapetosti se lahko pojavijo zaradi direktnega udara strele in raznih stikalnih manipulacij.

Prenapetostni odvodniki razreda SPD Type 1 se vgradijo v glavne NN omare.

Prenapetostni odvodniki razreda SPD Type 2 se vgradijo v podrazdelilne omare.

Prenapetostni odvodniki razreda SPD Type 3 se vgradijo pri končnih porabnikih oz. pri pomembnih električnih porabnikih (varnosti sistemi, TK oprema in ostala oprema, ki je pomembnega značaja za

objekt).

#### KOMPENZACIJA:

Glede na to, da je za ogrevanje, pohlajevanje in pripravo tople sanitarne vode predvidena toplotna črpalka za prezračevanje pa mehanske prezračevalne naprave je predvidena kompenzacijska naprava na dovodu pri glavnem el. razdelilcu.

V skladu z odločitvijo je predvidena montaža kompenzacijske naprave in sicer:

Izračun:

#### **kompenzacijska naprava:**

$$P_j = (tg\varphi_1 - tg\varphi_2) * P_d = (0,6197 - 0,3286) * 161 \text{ kW} = 46 \text{ kvar}$$

Izračunu ustreza kompenzacijska naprava **ASK2-52,5/400** (52,5 kvar) sestavljena iz 4 stopenj (1x7,5 + 3x15 kvar).

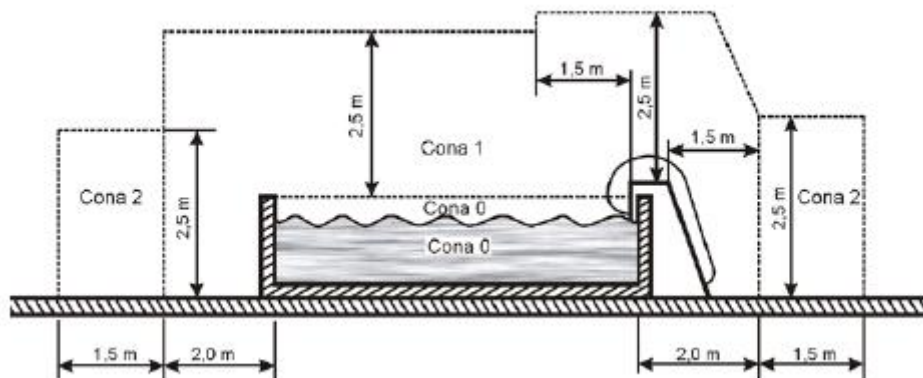
Kompenzacijska naprava tipa ASK spada med centralne kompenzacije, sestavljene iz kompenzacijskih modulov, ki jih upravlja regulator jalove moči. Posamezni kompenzacijski moduli so sestavljeni iz filterskega kroga dušilka – kondenzatorji, kontaktorja z upori za hitro praznjenje kondenzatorjev, termične zaščite filterske dušilke ter varovalnega podnožja z varovalkami. Takšni kompenzacijski moduli pa skupaj z ogradjem in regulatorjem tvorijo modularno izvedbo kompenzacijske naprave, ki se lahko kar najbolj prilagaja potrebam oziroma zahtevam investitorja.

#### OPOZORILO:

Pred montažo kompenzacijske naprave je potrebno izvršiti meritve in analizo višjih harmonikov!

#### EL. INŠTALACIJE V OBMOČJU BAZENA:

Prostor bazenov je treba obravnavati razdeljenega na tri cone. Opis in prikaz podaja standard SIST HD 60364-7-702 (slika v nadaljevanju). Glede na te cone je treba izbrati zaščito pred električnim udarom, dodatno izenačitev potencialov ter izbiro in postavitve električne opreme in naprav.



Bistvene zahteve:

- v coni 0 se sme uporabljati samo varnostna mala napetost, ki ne presega nazivne napetosti 12 V, če vira varnostne male napetosti ni v tej coni. Zaščita pred električnim udarom se mora pri tem zagotoviti s pomočjo pregrade ali okrova z najnižjo stopnjo IP 2X ali IP XXB ali z izolacijo, ki zdrži preizkusno napetost 500 V v času 1 minute

- V conah 0, 1 in 2 je treba izvesti dodatno izenačitev potencialov s povezavo vseh tujih prevodnih delov, ki so v teh conah.

- V coni 2 se smejo namestiti vtičnice, če se napajajo posamezno prek ločilnega transformatorja ali če se napajajo z varnostno malo napetostjo do 25 V ali če so zaščitene z zaščitno napravo na diferenčni tok, katerega delovalni diferenčni tok ne presega 30 mA

#### **OPOMBA:**

**Vse naprave v območju bazena so napajanje in ščitene z zaščitno napravo na diferenčni tok 30mA; TIP A.**

## **1.8 ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE**

Zaščita pred delovanjem strele je predvidena v skladu s »Pravilnik o zaščiti pred strelo« Ur.l. RS 28/09, »tehnična smernica, zaščita pred delovanjem strele« - TSG-N-003:2019, in skupino standardov SIST EN 62305 in SIST EN 50164.

#### **Obstoječe stanje:**

Obstoječa zaščita pred delovanjem strele je izvedena s pocinkanim trakom Fe-Zn 25x4 mm. Pred kratkim so bile izvedene meritve, ki pa so bile negativne. Nekateri odводи imajo previsoko ozemljitveno upornost zaradi prekinitve traku v zemlji oz. temeljih objekta.

Zaradi tega dejstva se pristopi k celoviti sanaciji oz. zamenjavi zaščite pred delovanjem strele.

#### **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 namestitvev 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. LPS mora po rekonstrukciji izpolnjevati vse tehnične lastnosti, ki jih je imel pred rekonstrukcijo. Glede na položaj v objektih je LPS sestavljen iz zunanega in notranjega LPS. V posameznih primerih, kadar ni potreben zunanji LPS, je potrebno izdelati samo notranji LPS.

#### **Vrednotenje rizika**

Investitor namerava izvesti celovito sanacijo obstoječe OŠ Savsko naselje.

Za vrednotenja rizika je potrebno določiti ustrezen nivo zaščite objekta.

#### **Izbrani zaščitni nivo**

Glede na riziko in njegove komponente, ter lokacijo objekta in karto maksimalnih vrednosti strel je določen nivo zaščite za predmetni objekt.

Riziko in njegove komponente

Izračunano po programu za določitev rizika, IEC Risk Assessment calculator.

Maksimalne vrednosti gostote strel za področje:

- **Ljubljana (št. polja 116); 4,4 /km<sup>2</sup>/leto**

Določen zaščitni nivo – glede na obstoječe stanje:

- **Zaščitni nivo IV**

Zaščitni nivo IV določa, da imamo razdalje med odvodi max. na **20m** ter velikost lovilne mreže max. **20x20m**. Vse projektirane razdalje so manjše od navedenih.

### **Načrtovanje, izbira in pregledni postopek zaščite pred elektromagnetnim udarnim tokom strele (LEMP)**

Načrtovanje in izbira zaščitnih naprav pred LEMP mora potekati hkrati s projektiranjem celotnega objekta in pred njegovo gradnjo.

#### **Zaključek**

Vrednotenje rizikov je bilo izdelano z licenčno programsko opremo v podjetju HERMI. Podatki o objektu in sestava objekta sta povzeta po podatkih in 3D risbah arhitekture.

Iz , omenjenega in priloženega izračuna, izhaja:

- zaščitni nivo IV, vrsta LPS IV,
- polmer kotaleče krogle  $r = 60\text{m}$ , velikost mrežne zanke max.  $20 \times 20\text{m}$ ,
- lovilni sistem (mreža) Al žica  $\varnothing 8\text{mm}$ . Na ustreznih podporah,
- odvodni sistem Al žica  $\varnothing 8\text{mm}$ ,. Skupno predvidenih odvodov 19
- ozemljitveni sistem jekleni trak RF  $30 \times 3,5\text{ mm}$  v zemlji. Predvidena skupna dolžina cca. 280 m.
- merilni spoji so predvideni na fasadi v fasadnih omaricah

Za zaščito pred napetostjo dotika je predviden TN-C-S sistem ozemljitve.

Da pri vnosu nevarnih napetosti v instalacijo (enofazni stik z zemljo), ostane napetost v mejah dovoljene napetosti dotika  $U_D < 50\text{ V}$ , so predvideni ukrepi izenačitve potencialov.

Za TN sisteme zaščite predpisi dovoljujejo skupno ozemljitveno upornost vseh vzporedno vezanih ozemljil  $R_{SKUP} < 2 \Omega$ .

Ozemljitev je predvidena s trakastimi ozemljili Rf  $30 \times 3,5\text{ mm}$  v okolici objekta.

Ozemljila so vkopana v zemljo kot kaže načrt ozemljitve.

Upornosti ozemljil so narejeni po naslednjih enačbah:

Za obročasto in površinsko (trakasto)

$$R_{Ox} = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l}{d}$$

Za temeljsko (pravokotno položeno v temeljih objekta)

$$R_{Tx} = \frac{2 \cdot \rho_B}{\pi \cdot D}, \text{ kjer je } D = \sqrt{\frac{4 \cdot l \cdot b}{\pi}}$$

V enačbi pomenijo:

- $\rho_z$  - specifična upornost tal v  $m\Omega$ , prevzeto za droben vlažen pesek 250  $m\Omega$   
 $\rho_B$  - specifična upornost betona v  $m\Omega$ , prevzeto 250  $m\Omega$   
 $l$  - dolžina ozemljila (za obročasto-celotna dolžina, za temeljsko-dolžina pravokotnika)  
 $b$  - širina temeljskega ozemljila  
 $D$  - premer nadomestnega ozemljila v krožni obliki  
 $d$  - premer ozemljila v m, za trak 30x3,5mm je  $d=0,00125m$

Izračunan ozemljitvene upornosti:

Tip ozemljila	Opis	b (m)	l (m)	$\rho$ ( $\Omega m$ )	d (m)	Upornost ozemljila R (ohm)	1/R (ohm)
obročasto	zunanj obroč okrog objekta	25	205	500	0,00125	0,388	2,556

Skupna ozemljitvena upornost izračunana je po enačbi:

$$\frac{1}{R_{SKUPNA}} = \frac{1}{R_{O1}} + \frac{1}{R_{O2}} + \dots + \frac{1}{R_{On}}$$

in je  $R_{SKUPNA}=2,556 \Omega$

## LOČILNA RAZDALJA MED KOVINSKIMI DELI IN LPS

Električna izolacija med lovilno mrežo, odvodi in kovinskimi deli se lahko v danih primerih doseže z vzpostavitev ločilne razdalje med kovinskimi deli v objektu in sistemom LPS. Ločilna razdalja mora biti večja kot varnostna razdalja »s« in sicer:

Ločilna razdalja s:

<p>S – ločilna razdalja  <math>k_i</math> – koeficient odvisne od izbrane vrste LPS  <math>k_c</math> – koeficient odvisne od toka strele  <math>k_m</math> – koeficient odvisne od elekt. Izol. materiala  <math>l</math> – dolžina vodnika LPS  <math>d</math> – varnostna razdalja</p>	<p><math>k_i</math> – 0,04  <math>k_c</math> – 0,44  <math>k_m</math> – 0,5  <math>l</math> – 35 m</p>	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} * l = 0,5m$
---	--	--------------------------------------

Razred LPS	$k_i$	št. odvodov n	$k_c$
I	0,08	1 (samo pri izol LPS)	1
II	0,06	2	0,66
III in IV	0,04	3 in več	0,44

Izol. material	$K_m$
----------------	-------

zrak	1
beton, opeka	0,5

$d \geq s$   
 $d \geq 0,5 \text{ m}$

## POVZETEK ELABORATA ZAŠČITE PRED STRELO

### 1 Zaščita pred strelo

Sistem zaščite pred strelo je sestavni del objekta in mora biti združljiv ter smiselno povezan z vsemi drugimi napravami in napeljavami v objektu.

Za učinkovito zaščito se na objektu namesti zunanji sistem zaščite pred strelo, ki objekt varuje pred posledicami neposrednega udara strele, ter notranji sistem zaščite pred strelo, ki objekt oz. naprave, napeljave in živa bitja v objektu varuje pred neposrednim ter posrednim udarom strele.

### 2 Zunanji sistem zaščite pred strelo

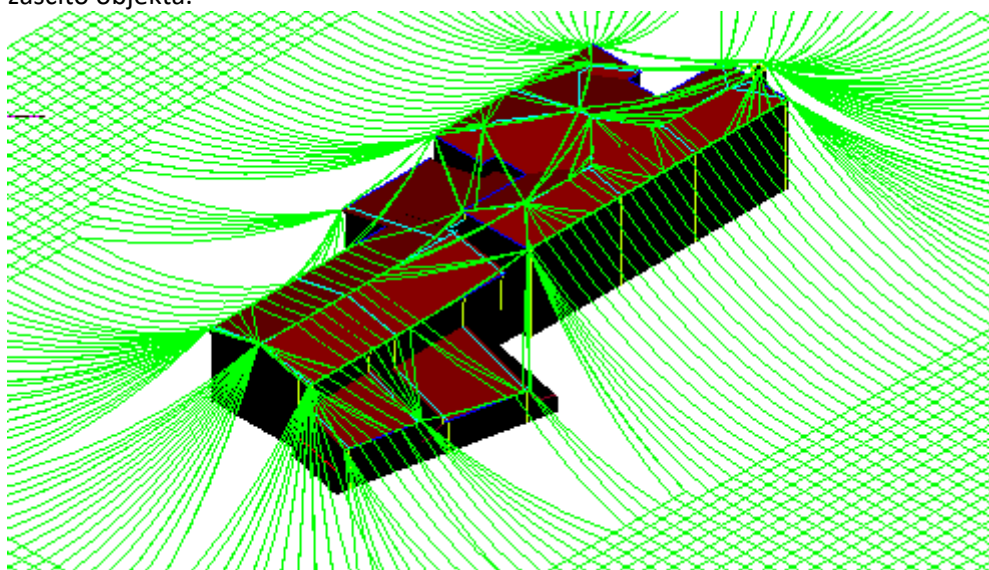
Zunanji sistem zaščite pred strelo je namenjen zaščiti objekta pred neposrednim udarom strele. Sestoji se iz lovilnega sistema, odvodnega sistema in ozemljilnega sistema.

#### 2.1 Lovilni sistem

Kot lovilni del strelovodne instalacije se na objektu izvede lovilna strelovodna instalacija v obliki lovilne mreže z aluminijastim strelovodnim vodnikom, ki ustreza zahtevam SIST EN 50164-2. Lovilni vodnik AH1 Ø8mm se položi na tipske nosilne elemente ustrezne kritini na strehi. Lovilna strelovodna instalacija se spoji na nadometne vertikalne odvode.

Postavitev lovilne instalacije je določena z uporabo metode kotaleče krogle polmera  $R=60\text{m}$  skladno z zahtevami zaščitnega nivoja IV. Izračun je izveden z uporabo računalniške simulacije s programom SHIELD.

Iz izračuna je razvidno, da predvidena strelovodna instalacija zagotavlja ustrezno ščitno področje za zaščito objekta.



Slika 3: Prikaz zaščitne cone

## 2.2 Odvodni del

Odvodni vodniki povezujejo lovilni del strelovodne instalacije z ozemljilom. Kot odvodni vodnik se izvedejo podometni vertikalni odvodi izvedeni z AH1 Ø8mm vodnikom iz aluminija oplášenim s PC izolacijo.

## 2.3 Ozemljilni del in izenačitev potencialov

Kot ozemljilo je izvedeno obročasto ozemljilo okoli objekta. Okoli objekta je z ozemljitvenim trakom RH1 30x3,5mm izvedeno obročno ozemljilo - zanka položena okoli objekta. Na mestih, kjer so predvideni vertikalni odvodi se pripravijo izvodi ozemljitvene instalacije, prav tako se pripravijo izvodi ozemljitvene instalacije za potrebe ozemljevanja konstrukcije objekta.

## 2.4 Izračun upornosti ozemljilnega dela

$$R_e = \frac{K \cdot \rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + \ln \frac{l}{2 \cdot h} \right) = \frac{1,25 \cdot 300}{2 \cdot \pi \cdot 1249} \left( \ln \frac{2 \cdot 1249}{0,015} + \ln \frac{1249}{2 \cdot 0,7} \right) = 3,00 \Omega$$

$K$ -korekcijski koeficient

$d$ -premer ozemljila[m]

$h$ -globina vkopa[m]

$l$ -dolžina ozemljila[m]

$\rho$ -specifična upornost zemlje[Ωm]

Dovoljena ozemljilna upornost je 10Ω. Ozemljilna upornost za izobraževalni objekt znaša 3,00Ω.

## 3 Notranji sistem zaščite pred strelo

Kot notranji sistem zaščite pred strelo je izveden sistem koordinirane prenapetostne zaščite v skladu z zahtevami SIST EN 62305-4. Koordinirani sistem zaščite pred strelo pomeni stopenjsko zaščito, pri čemer je I.stopnja zaščite vgrajena v glavno prikjučno omarico, II.stopnja v notranje razdelilne omare ter III.stopnja zaščite pred porabniki. Kot ukrep pred napetostmi dotika se izvede izenačitev potencialov.

## 4 Izjava

Predvidena zaščita pred strelo ustreza zahtevam pravilnika o zaščiti stavb pred strelo ter standarda SIST EN 62305.



## 1.9 ELEKTRIČNE INSTALACIJE ZA STROJNE INSTALACIJE

Električne instalacije za strojne naprave v objektu so predvidene v skladu s projektom in zahtevami projektanta strojnih instalacij za predmetni objekt.

### PREZRAČEVANJE:

Predvidene so dve novi in ena obstoječa prezračevalna naprava:

- **KN-1**; prezračevalna naprava Velika telovadnica - NOVO
- **KN-2**; prezračevalna naprava Mala telovadnica - NOVO
- **KN-3**; prezračevalna naprava Bazena - OBSTOJEČE

### OPOMBA:

Oba nova klimata se poveže na CNS objekta. Krmilnik se nahaja v kleti v el. razdelilcu toplotne postaje 1 (Petrol-Siemens). Uporabi se kabel: J-H(St)-H 2x2x0.8 (modBus protokol).

### OGREVANJE in HLAJENJE:

Sistem ogrevanja obravnavanega trakta "A" in "B" bo enak obstoječemu in sicer ogrevanje s pomočjo dvocevnega črpalnega radiatorskega sistema. Objekt je priključen na daljinsko oskrbo s toploto JP ENERGETIKA preko dveh vročevodnih priključkov in dveh toplotnih postaj, od katerih je toplotna postaja za ogrevanje trakta "A" locirana v prizidku objekta oz. traktu "E" za ogrevanje trakta "B", "C" in "D" pa je locirana v kleti trakta "B".

Posamezni prostori v traktu "A" imajo predvideno pohlajevanje prostorov. Pohlajevanje prostorov je predvideno v VRV sistemom. Prostori, ki se pohlajujejo sistemom VRV so:

- ravnateljstvo;
- tajništvo;
- pomočnik ravnatelja;
- sejna soba;
- zbornica;
- računalnica;
- kabinet za kemijo;
- laboratorij za naravoslovne predmete.

Sistem VRV je sestavljen iz ene zunanje enote (toplotna črpalka) ter notranjih stropnih kasetnih enot ali stenskih enot, cevni povezavi iz Cu cevi za prenos hladilnega medija (parna in tekoča faza) ter električnih BUS povezav. Sistem deluje neodvisno od ostalih sistemov. Zunanja enota se namesti na strehi objekta med objektom "A" in veliko telovadnico - prostor za klimato.

Dodatno je predvideno hlajenje z mono split enoto za komunikacijsko vozlišče v pritličju objekta, zunanja enota pa je nameščena na steni objekta.

## 1.10 TELEKOMUNIKACIJE

V objektu so predvidene naslednje vrste instalacij za telekomunikacije:

- telefonija in lokalna računalniška mreža LAN -  
- univerzalno strukturirano ožičenje
- požarno javljanje
- protivlomno varovanje
- videonadzor
- šolsko ozvočenje in ure
- multimedijška oprema učilnic

### SPLOŠNO

Instalacije za telekomunikacije bodo izvedene s telekomunikacijskimi vodniki in signalnimi kabli, ki bodo uvlčeni v instalacijske cevi, parapetne kanale ali pa položeni na kabelske police. Instalacijske cevi bodo položene v dvojnem stropu nadometno, po stenah pa podometno. Kjer je večja koncentracija instalacij, so za vse instalacije telekomunikacij predvidene kabelske police.

### 1. TELEFONIJA IN LAN

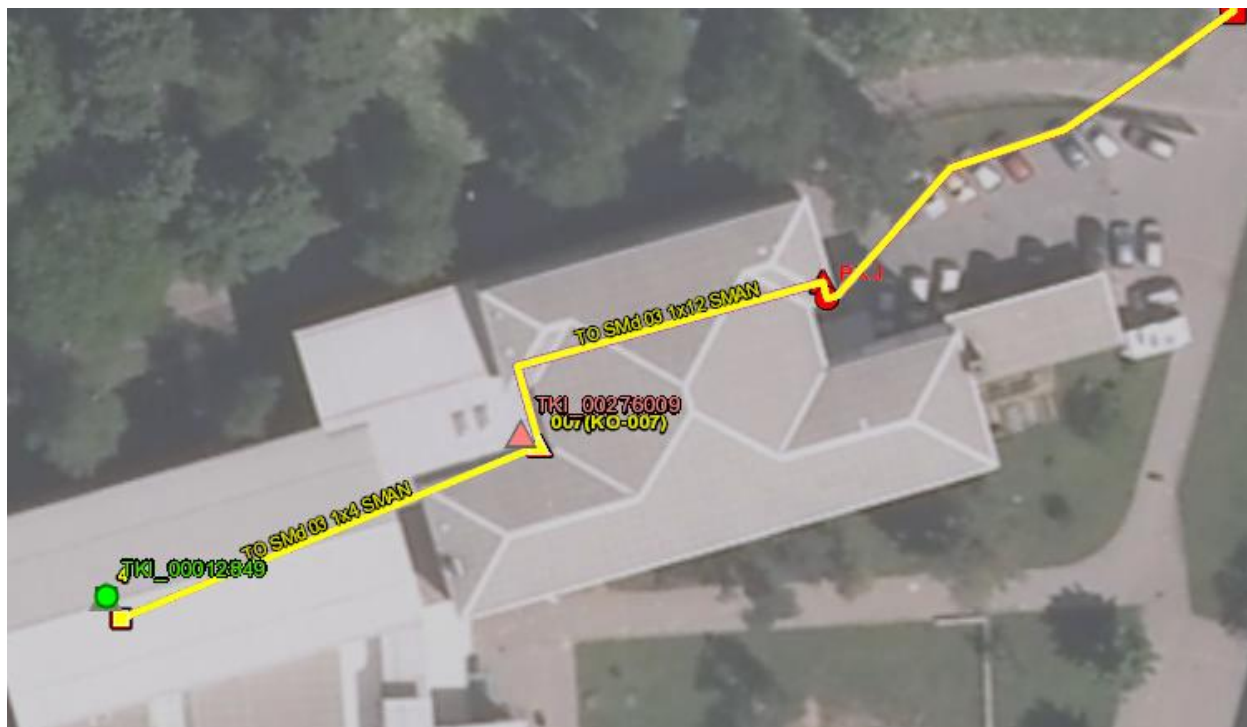
Telefonska in računalniška instalacija je združena, izvedena po sistemu univerzalnega, strukturiranega kabelskega ožičenja, ki omogoča prenos vseh vrst signalov: govora, slike, podatkov, multimedije...

Pasivno ožičenje oz. izgradnja pasivnega omrežja je sestavni in osnovni del izgradnje celovitega informacijsko – komunikacijskega sistema. Pasivno omrežje je v primerjavi z višjimi sloji omrežja sicer manj kompleksno in je njegova izvedba bolj vsakdanja in preprosta. Vsekakor pa to omrežje predstavlja osnovni gradnik celovitega sistema in je ustrezna kvaliteta tega omrežja predpogoj za ustrezno kvaliteto celovitega informacijsko – komunikacijskega sistema mejnega prehoda.

Celoten kompleks je že priključen na **TK omrežje izbranega operaterja (ARNES)**. V objektu se že nahaja optična povezava (kabel), ki ga bo potrebno pred izvedbo del prestaviti izven območja sanacije in ga ustrezno zaščititi.

Za ta namen se pred vstopom v objekt predvidi nov kabelski jašek (betonska cev fi 80cm z LTŽ pokrovom), ki bo služil za uvlek kabla v objekt.

Prav tako se v objektu nahaja optika operaterja T-2 za potrebe hišniškega stanovanja. Tudi ta kabel se pred posegom ustrezno zaščiti in uvlče v nov glavni komunikacijski prostor (Soba za šolsko omrežje – prostor S.00-19), od tu naprej pa do hišniškega stanovanja.



Slika: Prikaz poteka TK optičnega kabla do objekta in v objektu

Predviden je sistem univerzalnega (strukturiranega ožičenja), s kablji U/FTP 4x2x0.51mm (24 AWG), Category 6A.

Zasnova univerzalno strukturiranega ožičenja na horizontalni ravni temelji na uporabi 4- parnega bakrenega vodnika. Glede na namembnost in tehnologijo obravnavanega objekta je predvidena uporaba U/FTP vodnikov kategorije 6A (Class EA po ISO/IEC 11801 Ed.2.) in konektorjev tipa RJ45. Tovrstno ožičenje zagotavlja visoke prenosne hitosti in pasovne širine (500MHz), obenem pa zagotavlja visoko zanesljivost v delovanju omrežja in preprečuje vpliv EM motenj.

Nove vtičnice tipa RJ45 so predvidene v učilnici, kabinetih ter hodnikih in bodo povezane na novo glavno komunikacijsko omarico, ki je predvidena v Sobi za šolsko omrežje – prostor S.00-19 (pritličje).

Novo komunikacijska vozlišča z oznako **GKV** mora izpolnjevati naslednje zahteve:

- 19", dimenzije 42U, 800(Š)x800(G)x 2000mm (2x)
- delilni paneli cat 6A 1HE,
- optični panel 12 x LC, 1HE
- horizontalne organizatorji kablov 1HE,
- police za aktivno opremo 19" 600x600

Za potrebe računalniške učilnice v 1. nadstropju je predvideno etažno komunikacijsko vozlišče **KV-U**, ki se nahaja v kabinetu v prostoru S.01-12. V predmetnem vozlišču so zaključeni zgolj kablji za potrebe računalniške učilnice. Povezava med GKV je predvidena z optičnim kablom tipa SM ustrezne kapacitete.

#### OPOZORILO:

Aktivna oprema v GKV je predvidena in usklajena z zahtevami Arnesa za šolske objekte.

#### **OPOMBA:**

Obstoječe dostopne točke in mrežna stikala se morajo pred rekonstrukcijo odstraniti in shraniti v čistem prostoru. Po zaključku gradbeno-obrtniških del se montirajo v prenovljene prostore oz. v novo komunikacijsko vozlišče.

#### **IZVEDBA NOVE HRBTENIČNE POVEZAVE (optična, bakrena U/FTP)**

Izvedejo se tako optične kot tudi bakrene hrbtenične podatkovne povezave. Stičišče vseh podatkovnih hrbteničnih povezav je novo komunikacijsko vozlišče GKV

Za bakrene podatkovne povezave se uporabi instalacijski kabel U/FTP, kategorija 6A, LSZH.

#### **KABELSKE TRASE**

Kabelske trase se izvedejo s kabelskimi policami. Izvede se nova kabelska trasa med komunikacijskim vozliščem in delovnimi mesti. Kabelska trasa se izvede nad spuščnim stropom. Uporabi se polico dimenzij PK100 in PK200.

Pri izvedbi kabelskih tras in polaganju kablov je potrebno upoštevati naslednje zahteve:

- Kable v kanalih in na policah je potrebno polagati tako, da je čim manj medsebojnega križanja in prepletanja.
- Kable je potrebno na obeh koncih enoznačno označiti v skladu z projektno dokumentacijo in sicer tako, da bodo oznake transparentne.
- Kabelske police morajo biti po zaključku z deli očiščene in nepoškodovane. Kabli na kabelski polici pa urejeni.
- Vertikalno položeni kabli morajo biti pritrjeni z objemakmi ali sponkami.
- Vse kabelske uvodnice oziroma prehode in odprtine je potrebno zatesniti v skladu z predvidenimi požarnimi sektorji.
- Kable v kabelske police se polaga tako, da so upoštevani vsi predpisani in zahtevani pogoje za močnostne in tudi za TK inštalacije.

## **2. JAVLJANJE POŽARA**

#### **Sistem avtomatskega javljanja požara**

V objektu se v skladu s požarno študijo oz. NPV predvidi sistem avtomatskega javljanja požara (AJP) po sistemu popolne zaščite.

**V skladu z NPV se predvidi javljanje požara za celoten objekt po principu popolne zaščite.**

Projektiranje in izvedba avtomatskega sistema javljanja požara mora biti skladno s **SIST EN 54** za elemente, ki niso urejeni s tem standardom pa je treba uporabiti **VdS 2095**. Gostota javljalnikov mora biti izbrana skladno z zahtevami proizvajalca izbranega sistema. Za sistem javljanja požara mora biti po izvedbi izdano potrdilo o brezhibnem delovanju skladno s pravilnikom o pregledovanju in preizkušanju vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite.

#### Centrala krmili:

- zapre požarne lopute v sistemu prezračevanja,
- izklopi prezračevanje,
- izklopi plinsko kotlovnico

- signal o požaru prenese do pristojne gasilske enote ali družbe registrirane za požarno varovanje s stalno 24-urno prisotnostjo,
- sproži sistem za alarmiranje, ki prisotne preko naprav za alarmiranje (zvočne in svetlobne sirene) obvesti, da je v objektu prišlo do požara.

### **Alarmiranje**

Javljanje intervencijskim enotam opravi centrala po alarmu druge stopnje. Med alarmom prve in druge stopnje je časovni zamik od **1 do 3 minute**, kar omogoča kontrolo morebitnega lažnega signala. V primeru aktiviranja ročnega javljalca preide signal takoj k investitorjevi intervencijski enoti. Med obratovalnim časom odkrivajo in javljajo eventualne požare poleg avtomatskega javljanja še zaposleni.

### **Opis sistema:**

V projektu predvidevamo vgradnjo javljalnikov požara, ki se vežejo na zanke požarnega javljanja in posledično priklopijo na požarno centralo, ki je predvidena v Sobi za šolsko omrežje – prostor S.00-19 (pritličje). Paralelni tablo je predviden v prizidku.

Sistem omogoča, da ima vsak javljalnik, s tem tudi vsak prostor, svojo identifikacijsko številko - adresno. Na alfanumeričnem prikazovalniku se izpiše адреса javljalnika, ki je sprožil alarm in njegova lokacija. Alarme, napake in manipulacije v sistemu zabeleži tiskalnik, z datumom in točnim časom dogodka. V primeru izpada omrežne napetosti se sistem 48 (72) ur napaja iz vgrajenih akumulatorskih baterij.

Javljalniki so priključeni na 2-žične zanke, napeljene skozi zaščitene prostore. Centralna naprava kliče zapovrstjo posamezne javljalnike, ki se na poziv odzivajo tako, da vsak sporoči analogno vrednost koncentracije dima ali višine temperature v svoji okolici. Komunikacija poteka v digitalni obliki. Digitalno/analogno pretvorbo opravijo javljalniki, ki so napajani preko iste 2-žične zanke. Kontroler zanke kliče elemente na zanki izmenično z ene in druge strani. Na ta način je zagotovljeno, da sistem deluje neprekinjeno, če se zanka na kateremkoli mestu prekine.

### **Opis elementov za javljanje požara:**

#### **Optični javljalnik dima**

Optični dimni javljalniki delujejo na principu razprševanja infrardeče svetlobe na dimnih delcih, ki zaidejo v notranjost optičnega labirinta v javljalniku.

Pulzirajoča svetleča dioda in foto-dioda sta nameščeni pod topim kotom. Kadar je zrak čist, foto-dioda ne sprejema svetlobe iz svetleče diode in proizvaja temu ustrezno nizek analogni signal. Dim, ki vstopi v komoro, razprši žarek svetleče diode, del svetlobe pade na foto-diodo in poveča njen izhodni signal.

#### **Ročni javljalnik požara**

Zaradi povečane zanesljivosti delovanja sistema za odkrivanje in javljanje požara se poleg avtomatskih javljalnikov v objektu nameščajo tudi ročni javljalniki. Namenjeni so stanovalcem in osebju, da jih sprožijo, kadar opazijo požar. Ti javljalniki imajo po alarmni organizaciji prednost pred avtomatskimi, ker se vsak alarm smatra za pravega.

Predvideni so za proženje ob razbitju stekla. Ob sprožitvi se istočasno vključi LED dioda, ki signalizira alarmirajoči javljalnik. Linija javljalnika je kontrolirana na kratek stik ali prekinitev, kar pomeni, da se v tem primeru na centrali sproži optični in akustični signal napake.

Javljalnik se montira na višini 120 do 150 cm od tal.

#### **Alarmne sirene**

so nameščene tako, da so slišne po celotnem objektu.

Adresirni vhodno/izhodni krmilni element krmili naslednje elemente:

#### Adresne zanke:

Zahteve za namestitev električnih vodnikov in časovna zahteva po ohranitvi delovanja so navedene v smernici SZPV 408.

Vodniki varnostnega napajanja z ohranitveno funkcijo v primeru požara morajo biti vodeni po ločenih trasah. Če so vodeni nadometno in brez požarne obloge, mora biti ohranitvena funkcija zagotovljena z nosilnimi in pritrdilnimi elementi ter ustreznim načinom polaganja, kot to na podlagi opreavljenih preizkušanj pri akreditiranem organu deklarira proizvajalec.

#### Centrala krmili:

- aktiviranje sistema javljanja požara,
- izklop klimatov oziroma prezračevalnih instalacij (sistema prezračevanja),
- zaprtje posamezne požarne lopute v sistemu prezračevanja in klimatizacije,
- sprostitve magnetov na požarnih vratih, ki se zaprejo
- signal za ODT okna v avli
- sprožitev alarma na požarni centrali,
- signal o požaru prenese do pristojne gasilske enote ali družbe registrirane za požarno varovanje s stalno 24-urno prisotnostjo,
- sproži sistem za alarmiranje, ki uporabnike preko naprav za alarmiranje (zvočne in svetlobne signale) obvesti, da je v objektu prišlo do požara.

#### **Zahteve za krmiljenje tehnologij, inštalacij ter drugih elementov, ki lahko vplivajo na potek požara**

- ob pojavu požara mora biti zagotovljeno, da so vsa požarna vrata zaprta, kar se zagotovi z namestitvijo in pravilno regulacijo samozapiral,
- vrata, ki so v normalnem stanju stalno odprta (odprta drži elektromagnet), se morajo v primeru požara avtomatsko zapreti preko signala iz centrale AJP
- vrata, ki so namenjena samo zasilnemu izhodu in so v normalnem stanju stalno zaklenjena, se morajo v primeru nastanka požara avtomatsko odkleniti preko signala iz centrale AJP,
- v sistemu prezračevanja mora biti omogočen izklop dovodnega dela v primeru požara, kar se zagotovi preko centrale AJP,
- ob pojavu požara se morajo zapreti požarne lopute v požarnem sektorju, kjer je prišlo do zaznave požara,
- v primeru sprožitve aktivnega sistema za javljanje požara (avtomatski ali ročni javljalnik požara) se mora signal o požaru prenesti do pristojne gasilske enote ali družbe registrirane za požarno varovanje s stalno 24-urno prisotnostjo (skladno s standardom EN 50136 1-4),
- v primeru izpada napajanja objekta z električno energijo se morajo svetilke varnostne razsvetljave prižgati oziroma preklopiti,
- v primeru sprožitve sistema javljanja požara v celotnem objektu se sproži sistem za alarmiranje, ki uporabnike in zaposlene preko naprav za alarmiranje (zvočne in svetlobne sirene) obvesti, da je v objektu prišlo do požara,

Čeprav se zahteva popoln nadzor objekta, v nekaterih prostorih oz. delih objekta javljanje ni potrebno. Standard SIST EN 54-14. del prostore opredeljuje na:

- sanitarije,
- vertikalne kabelske kanale <2 m<sup>2</sup>, ki so požarno dobro zaščiteni na prehodih skozi tla in strope,
- nepokrite nakladalne rampe,
- hladilnice hrane brez zračenja z <20 m<sup>3</sup>,
- prazne prostore (tudi tehnični stropi ali podi), ki potrebujejo ločeno javljanje le, če se skozi njih pričakuje močno širjenje dima pred detekcijo požara, ali če v njih obstoja možnost poškodovanja kablov varnostnih sistemov pred detekcijo požara,
- majhni prazni prostori, če so nižji od 1 m, krajši od 10 m in ožji od 10 m ter so popolnoma požarno ločeni od ostalih prostorov. Prav tako ne vsebujejo požarne obremenitve več kot 25 MJ na 1 m<sup>2</sup>, oziroma ne vsebujejo kablov varnostnih sistemov, ki nimajo vsaj 30 min. požarne odpornosti,
- če višina vmesnega prostora ne presega 0,8 m,
- če je vmesni prostor predeljen z negorljivim materialom (npr. mineralna volna) tako, da so nastali vmesni prostori dolgi in široki največ 10 m.

V dodatku standarda SIST EN 54-14 je obsežna tabela, ki opredeljuje, kolikšno požarno ogroženost predstavljajo električni kabli. Spodnja tabela je izveček iz nje z dodanim stolpcem, v katerem je prikazano, koliko kablov je potrebno, da se doseže meja ogroženosti 25 MJ/m<sup>2</sup>.

Tip kabla	dimenzija	Faktor požarne obremenitve	Meja 25 MJ/m <sup>2</sup>
NYM	1 x 1,5 mm <sup>2</sup>	0,61 MJ/m	40 kos
NYM	1 x 2,5 mm <sup>2</sup>	0,79 MJ/m	31 kos
NYM	3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	1,58 MJ/m	15 kos
NYM	3 x 2,5 mm <sup>2</sup>	2,09 MJ/m	11 kos
NYM	5 x 2,5 mm <sup>2</sup>	2,70 MJ/m	9 kos
I-YY	4 x 0,6 mm <sup>2</sup>	0,60 MJ/m	41 kos
IE-Y(St)Y	4 x 0,8 mm <sup>2</sup>	1,00 MJ/m	25 kos

**Tabela: Požarna obremenitev zaradi električnih kablov**

Določeno je, kolikšen del stavbe lahko nadzira en javljalik določenega tipa in pri določeni višini prostora.

SIST EN 54-14	Višina stropa					
	do 4,5 m	4,5 do 6 m	6 do 8 m	8 do 11 m	11 do 25 m	nad 25 m
Tip javljalnika	Dovoljena razdalja (polmer kroga pokrivanja)					
Temperaturni EN 54 grade 1	5	5	5	NN	NS	NS
Dimni točkovni EN 54-7	7,5	7,5	7,5	7,5	NN	NS
Žarkovni EN 54-12	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5 A)	NS
NS – ni primeren za podano višino prostora NN – navadno se ne uporablja za to višino, dovoljeno v posebnih primerih						
A) navadno je potreben še en nivo javljalnikov na polovični višini prostora poševni stropi: za vsako 1° nagiba se zmanjša polmer pokrivanja za 1 %, vendar ne več kot 25 %. Upošteva se povprečen nagib.						

**Tabela: Največje dovoljene razdalje nadzora posameznega javljalnika**

#### Izpad električne energije:

- Vklon, varnostna razsvetljava



Indikatorji delovanja, ki so nameščeni na avtomatskih javljalnikih, morajo biti obrnjeni v smeri vrat, tako da so ob vstopu v prostor takoj vidni.

Napajanje centrale je predvideno iz omrežja 230V, 50Hz in mora biti izvedeno po ločenem tokokrogu. V primeru izpada omrežne napetosti je predvideno rezervno napajanje iz akumulatorske baterije centrale za javljanje požara.

Vsa krmiljenja se vršijo selektivno po etažah, delih etaž oz. klima napravi.

Inštalacija za požarno javljanje je predvidena z ognjevarnimi kabli JE-H(ST)H 2x2x0,8 Bd E30, uvlečenimi v zaščitne instalacijske cevi, ki se jih vloži v beton in delno na ognjevarne objemke. Za napajanje požarnih alarmnih siren in vmesnikov se predvidi ognjevarni kabel E30.

### **ODVOD DIMA IN TOPLOTE - ODT:**

V skladu s požarno študijo je predviden ODT v avli na. Za ta namen je predvidena centrala za ODT 1, ki se krmili preko požarnega vmesnika, oz. omogoča tudi ročno odpiranje. Za potrebe naravnega prezračevanja je v prostoru S.02-08 predvidena tipka, ki omogoča odpiranje oken. Za primer dežja je na strehi predvidena vremenska postaja, ki v primeru neurja zapre vsa okna.

Detalji so razvodni iz shem in tlorisnih načrtov.

### **3. PROTIVLOMNA NAPELJAVA**

Za avtomatsko odkrivanje in javljanje vloma je za celoten objekt predviden skupni protivlomni sistem. Predvidena je zaščita prostorov s kombiniranimi prostorskimi IR/MW senzorji.

Sistem bo krmiljen s pomočjo upravljalnih tipkovic.

Predviden je tihi alarm, zvočno alarmiranje pa je predvideno na vlomni centrali.

Področja varovana s protivlomnim sistemom se konfigurirajo tako, da omogočajo nastavitve particij za vsaki segment objekta po želji uporabnikov.

Vlomna signalna centrala je predvidena v prostoru Soba za šolsko omrežje – prostor S.00-19 na zadnji strani RACK-a požarne centrale.

### **4. VIDEONADZOR**

Za potrebe video nadzora posameznih področij oziroma prostorov je predviden sistem video nadzora s pomočjo barvnih visoko resolucijskih video kamer podprtih z IP tehnologijo, ki omogočajo napajanje preko Ethernet mreže (PoE).

Predviden je nadzor komunikacijskih poti in dostopov do pomembnejših prostorov. V nadzorovanih območjih bo zagotovljena stalna ustrezna osvetljenost. Sistem bo brezprekinitveno napajan.

Sistem bo omogočal spremljanje, snemanje in pregledovanje posnetkov vseh video kamer.

Predviden je digitalni način snemanja na HDD.

Glavno nadzorno mesto je predvideno v pritličju v prostoru Soba za šolsko omrežje – prostor S.00-19.

Sistem omogoča posameznim uporabnikom vpogled v dogajanje na monitorjih v lastnim lokacijam.

Predvideno je tudi snemanje. Kamere so opremljene z video senzorji, ki sprožijo snemanje s te kamere.

Napeljava je predvidena v zaščitnih instalacijskih ceveh, ki bodo vložene v beton oz. položene podometno.

Tipi kablov bodo (so) razvidni iz tlorisnih načrtov in sheme. Snemalna naprava je predvidena v Sobi za šolsko omrežje – prostor S.00-19.

## **5. KONTROLA PRISTOPA**

Za šole je predviden sistem kontrole pristopa s tako imenovanimi pametnimi kljukami. Kljuke Aperio hub, proizvajalca Assa Abloy so povezane preko oblačne solucije s pomočjo cluster controlerjev – ruterjev, preko katerih lahko kljukam omogočamo pravice kontrole dostopa. To pomeni, da lahko določimo katere osebe bodo dostopale skozi določeno kljuko. Poleg dodeljevanja pravic odpiranja kljuk, lahko tudi določimo čas ko bodo kljuke aktivne. Kljuke je možno odpreti z medijem, lahko pa se nastavi čas, ko se kljuka sprosti in je odprta ves čas dokler ji ne zaukažemo, da se zapre. Kljuke so z notranje strani vedno odklenjene in omogočajo nemoten in nemuden izhod iz prostora.

Kljuke odpiramo z različnimi pametnimi mediji – čipi, kartice, nalepke... V primeru izgube medija za odpiranje, lahko le tega nemudoma zberemo oz omejimo njegovo uporabo. Preko oblačne solucije lahko pooblaščen oseba dostopa do uporabniških strani in upravlja s funkcijami odpiranja. Prav tako lahko preko omenjenega dostopa pooblaščen oseba preveri kdo in kdaj je dostopal v prostor.

## **6. OZVOČENJE**

Inštalacija za ozvočenje je namenjena predvajanju glasbe, sporočil, opozorila za začetek oz. konec pouka ter obvestila v primeru aktiviranja požarne centrale.

Vsaka učilnica ima možnost neodvisne nastavitve zvoka z atenuatorjem montiranim v parapetnem kanalu ali na steni pri tabli. Na hodniku, jedilnici, telovadnici... je možna nastavev zvoka pri ojačevalni napravi. Cel sistem ima predvideno povezavo na radijski signal.

Poziv iz mikrofona je moč vršiti enakopravno z enim izmed reproduktorjev ali pa prioriteto. In sicer se ob vklopu mikrofona trenutna glasba izključi, nato pa je možno poslati govorno sporočilo preko ozvočenja.

Ojačevalno predvajalno napravo se priključi na matično uro. Signalizacija zvonjenja na šoli ne uporabljajo, se pa pripravi zaradi morebitne kasnejše uvedbe.

Vsi zvočniki so vezani na novo šolsko ozvočenje katerega omarica je locirana v 1. nadstropju v sejni sobi – prostor S.01-05.

## **7. EL. URE**

V celotni zgradbi šole se izvede centralizirano prikazovanje časa. Električne ure se predvidi povsod tam, kjer se nahaja večje število ljudi. To so hodniki in učilnice. Matična ura, ki je namenjena krmiljenju posameznih ur, se montira v server omaro v el-prostoru-server.

Matični uri je tudi dograjen programator opozarjanja za začetek oz. konec pouka in vklopa predvajanja šolskega radijskega programa. Krmiljenje je možno izvesti preko vgrajenih relejskih izhodov.

Na matično uro je priključen tudi DFC sprejemnik točnega časa TR-1. Sprejemnik se montira na takšno mesto, da bo zanesljivo sprejemal signal.

Ure na hodnikih so dvostranske, v drugih prostorih pa stenske enostranske.

Inštalacijski kabel bo položen delno v izolacijske cevi in delno na kabelske police

## **8. SOS – SIGNALIZACIJA V SANITARIJAH ZA INVALIDE**

Sistem signalizacije SOS je nameščen v sanitarijah za invalide. Klicna enota in enota

razrešitve se nahaja v samem prostoru. Nad vhodom v sanitarije se nahaja svetlobni indikator.

Sistem signalizacije SOS sestavljajo

- enota klica,
- enota razrešitve,
- sobna svetilka

## **9. MULTIMEDIJSKA OPREMA UČILNIC**

V vseh učilnicah se montira Interaktivni zaslon ustreznih velikosti, glede na velikost učilnice.

Interaktivni zaslon služi kot tabla za učne procese in predstavitve. Deluje preko senzorske tehnologije za povezovanje fizičnega in digitalnega učenja ter optimizacijo okolja v učilnici.

Zaslone se montirajo v vseh učilnicah, telovadnicah in zbornici.

Zahteve za interaktivni zaslon:

### **Interaktivni zaslon**

Tehnologija: IR slikovni senzor

Delovna površina: 1960 x 1225 mm, 89"

Upravljanje: dotik / pisalo

10 točkovni dotik

Format: 16 : 10

Priloženo stylus pisalo

Ključne funkcije programske opreme:

Podpora različnim OS: Windows, Mac

Prilagodljiva plavajoča orodna vrstica

Prepoznavanje rokopisa

Raznolikost digitalnih črnih

Izvozi opombe v različne oblike datotek

Neposreden dostop do interneta, Googlovo iskanje slik

Uvozite datoteke Microsoft Office

Podpira IWB Common File Format (CFF) za enostavno izmenjavo izobraževalnih vsebin

Vključena funkcija oddaljene konference

Ključne značilnosti strojne opreme

Upravljanje table s prstom ali katerim koli predmetom

Veliko interaktivno območje

Do 10 hkratnih vhodov za skupno delo

Funkcije z več dotiki za intuitivno uporabo

15 funkcijskih gumbov za enostaven dostop do pogosto uporabljenih orodij

z magnetno jekleno površino



Primer interaktivnega zaslona.

## 1.11 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

V skladu s standardom *SIST HD 60364-4-41:2007* velja osnovno pravilo zaščite pred električnim udarom, da nevarni deli pod napetostjo ne smejo biti dotakljivi in da dotakljivi prevodni deli niti v normalnih razmerah niti ob prvi okvari ne smejo postati nevarni deli pod napetostjo.

Po standardu so predvideni naslednji zaščitni ukrepi:

- **osnovna zaščita** (zaščita pred neposrednim dotikom) kot zaščitni ukrep v normalnih razmerah,
- **zaščita ob okvari** (zaščita pri posrednem dotiku) kot zaščitni ukrep ob prvi okvari.

Zaščita mora obsegati:

- primerno kombinacijo ukrepa za osnovno zaščito neodvisnega ukrepa za zaščito ob okvari ali,
- ustrezn ukrep, ki zagotavlja tako zaščito v normalnem obratovanju in tudi ob okvari.

V splošnem se lahko uporabljajo naslednji zaščitni ukrepi:

- samodejni odklop napajanja,
- dvojna ali ojačena izolacija
- električna ločitev za napajanje enega porabnika,
- mala napetost (SELV in PELV)

Določeni zaščitni ukrepi (npr. uporaba ovir in postavitev zunaj dosega rok, neprevodno okolje, lokalna izenačitev potencialov brez povezave z zemljo, električna ločitev za napajanje več kot enega porabnika,...) se smejo uporabiti le, če je instalacija pod nadzorom strokovnega ali poučenega osebja, tako, da nedopustne spremembe niso mogoče.

Če določenih pogojev zaščitnega ukrepa ni mogoče izpolniti, je treba uporabiti dodatne ukrepe, tako, da je s celotno zaščito zagotovljena enaka stopnja varnosti.

### TN napajalni sistem glede ozemljitve

V skladu s standardom *SIST HD 60364-4-41 (točka 411.4.5)* se v sistemih TN za zaščito ob okvari (zaščita pri posrednem dotiku) lahko uporabljajo naslednje zaščitne naprave:

- nadtokovne zaščitne naprave (varovalke, instalacijski odklopniki),
- zaščitne naprave na diferenčni tok - RCD (kot dopolnilna varianta).

Zaščitne naprave na diferenčni tok (RCD) se ne smejo uporabljati v sistemih TN-C.

Če je RCD uporabljen v sistemih TN-C-S, se na bremenski strani RCD ne sme uporabiti vodnik PEN. Povezava zaščitnega vodnika z vodnikom PEN se mora izvesti na napajalni strani RCD.

Če izvajamo zaščito s samodejnim odklopom napajanja z napravami za nadtokovno zaščito, moramo preveriti, ali izbrana zaščitna naprava izklopi v predvidenem času.

Temeljni pogoj je tu, da karakteristiko zaščitne naprave in impedanco tokokroga izberemo tako, da se ob okvari (kratek stik) med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenim prevodnim delom kjerkoli v instalaciji, napajanje v določenem času samodejno izklopi. Impedanca okvarne zanke

mora biti torej dovolj majhna, da steče dovolj velik tok, ki prekine tokokrog (izklop zaščitne naprave) v predpisanem času.

Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare na ta način preprečuje vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi lahko bilo uporabniku nevarno.

Ta zahteva je izpolnjena s pogojem:

$$Z_s \cdot I_a < U_0 \quad I_a < I_k = \frac{U_0}{Z_s} = \frac{U_0}{\sqrt{\sum R^2 + \sum X^2}}$$

kjer pomeni:

$I(A)$  ..... tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele

$I_k(A)$  ..... tok kratkega stika

$U_0(V)$  ..... fazna napetost (nazivna napetost proti zemlji, 230V)

$Z_s(\Omega)$  ..... impedanca celotne okvarne zanke (ki zajema izvor napetosti (navitje transformatorja), fazni vodnik do mesta okvare in zaščitni vodnik med mestom okvare in izvorom napetosti)

$\sum R(\Omega)$  ..... celotna ohmska upornost kratkostične zanke

$\sum X(\Omega)$  ..... celotna induktivna upornost kratkostične zanke

Vsi prevodni deli električnih naprav, ki bi ob okvari lahko prišli pod vpliv nevarne napetosti dotika, so z zaščitnim vodnikom povezani z izolirno zaščitno zbiralko v stikalnem bloku, ta pa je galvansko povezana z nevtralno zbiralko.

Zaščitna naprava mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga naprava ščiti. Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v instalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim.

Tabela največjih odklopnih časov v TN omrežjih za končne tokokroge z nazivnimi toki do 32A, ki napajajo vtičnice ali prenosne ročne aparate I. razreda, ki se med uporabo premikajo:

Sistem	Največji dovoljeni odklopni časi (s)	Najvišja pričakovana napetost dotika $U_0$ (V) (efektivna napetost izmenične napetosti)
TN	0,8	od 50 do 120
	0,4	od 120 do 230
	0,2	od 230 do 400
	0,1	nad 400, Ex

V sistemih TN je za razdelilne tokokroge in tokokroge, ki niso zgoraj zajeti dovoljen odklopni čas do 5 sekund.

V sistemih TN je kakovost ozemljitvene instalacije pogojena z zanesljivim in učinkovitim spojem vodnikov PEN ali PE z zemljo. Če je ozemljitev zagotovljena z javnim ali drugim napajalnim sistemom, mora upravljavec omrežja poskrbeti za skladnost s potrebnimi pogoji zunaj instalacije.

### **Zaščita pred nadtoki**

Standard SIST IEC 60364-4-43:2009 obravnava zahteve za zaščito vodnikov pod napetostjo pred učinki nadtokov. Standard opisuje, kako so vodniki pod napetostjo zaščiteni z eno ali več napravami za samodejni odklop napajanja v primeru preobremenitve in kratkega stika.

Zaščitne naprave morajo zagotoviti odklop kakršnegakoli nadtoka vodnikov tokokroga, preden bi tak tok lahko povzročil nevarnost in bi zaradi toplotnih ali mehanskih učinkov škodil izolaciji, spojem, končnikom ali materialu okoli vodnikov.

Velikost zaščitne (izklopne) naprave, ki varuje vodnike pred preobremenitvijo in kratkim stikom je določena glede na konični tok in selektivnost varovanja.

Zaščitne naprave morajo ustrezati tipom:

- Naprave, ki zagotavljajo zaščito pri preobremenitvenem in kratkostičnem toku:
  - a) odklopniki s preobremenitvenim in kratkostičnim proženjem,
  - b) odklopniki, kombinirani z varovalkami,
  - c) varovalke s karakteristikami gG
- Naprave, ki nudijo samo preobremenitveno zaščito
  - a) zaščitne naprave z inverzno (obratno sorazmerno) časovno zakasnitvijo (op.: varovalke tipa aM ne ščitijo pred preobremenitvijo).
- Naprave, ki nudijo samo kratkostično zaščito

Kot takšne je treba namestiti samo tam, kjer je preobremenitvena zaščita zagotovljena z drugimi ukrepi.

  - a) odklopniki s samo kratkostičnim proženjem,
  - b) varovalke tipov gM, aM.

### **Zaščita pri preobremenitvenem toku**

Po standardu morajo prožilne lastnosti naprave za preobremenitveno zaščito kabla ustrezati naslednjima pogojema:

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

2. pogoj  $I_2 \leq 1.45 \times I_z$   
 $I_2 = k \times I_n \quad k \times I_n \leq 1.45 \times I_z$

kjer pomeni:

$I_b$  (A) ..... obratovalni tok (tok za katerega je tokokrog predviden),

izračunan po formuli:

$$I_b = \frac{P_k}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = A \quad \text{za trifazne porabnike}$$

$$I_b = \frac{P_k}{U \times \cos \varphi} = A \quad \text{za enofazne porabnike}$$

- $I_z$  (A) ..... trajni dopustni tok vodnika ali kabla  
 $I_z = I \times k_1 \times k_2$  (A)  
 $I$  ..... trajni tok kabla (A)  
 $k_1$  ..... korekcijski faktor za več kablov  
 $k_2$  ..... korekcijski faktor temperature okolice  
 $I_n$  (A) ..... naznačeni tok zaščitne naprave  
 $I_2$  (A) ..... tok, ki zagotavlja učinkovito delovanje zaščitne naprave v določenem času  
 $k$  ..... 1,1 - za zaščitna stikala  
 $k$  ..... 1,45 - za instalacijske odklopnike  
 $k$  ..... 1,2 - za zaščitna stikala  
 $k$  ..... za talilne varovalke po tabeli (npr. 1,6 za tokove  $16A < I_n < 400A$ )

Napravo, ki zagotavlja zaščito pred preobremenitvijo, je potrebno namestiti na mestu tako, da spremembe, kot so sprememba prereza vodnika, okolja, način polaganja ali konstitucije, povzročijo zmanjšanje vrednosti tokovne obremenljivosti vodnikov.

## **1.12 Splošni napotki pri izvajanju**

Vsa elektroinštalacijska dela morajo biti izvedena skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi in pravili stroke, vključno z ustreznim pristopom in potekom del glede varstva pri delu. Pri izbiri materialov je treba paziti, da bodo vgrajeni materiali in oprema takšni, pri katerih proizvajalec z ustreznimi atesti dokaže brezhibnost pri pogojih vgradnje oz. uporabe.

Pred začetkom del mora izvajalec pregledati projekt oz. načrte in vse morebitne pripombe in pomanjkljivosti pravočasno posredovati nadzornemu organu. Morebitne spremembe in odstopanja od projektno predvidenih rešitev je potrebno izvesti v koordinaciji z odgovornim nadzornikom in odgovornim projektantom. Izvajalec mora voditi gradbeni dnevnik, v katerem je treba evidentirati vse nastale spremembe. Prav tako mora izvajalec koordinirati elektroinštalacijska dela z izvajalci gradbenih del in izvajalci instalacijskih in montažnih del.

Izvajalec del mora imeti ustrezno izobrazbo in kvalifikacije in je dolžan o izvedeni inštalaciji in montiranih napravah po Gradbenem zakonu dostaviti potrebne izjave vodje del in/oz. posameznih del, zbrati certifikate za vgrajene naprave, izdelati predpisane meritve električnih inštalacij, poročila o pregledih varnostnih sistemov ter navodila o vzdrževanju in upravljanju sistemov ter naprav. Spremembe oz odstopanja od PZI načrtov, nastale tekom del, mora izvajalec zabeležiti v projektno dokumentacijo in/oz. gradbeni dnevnik. Vse omenjeno je osnova za izdelavo oz. sestavni del PID tehnične dokumentacije.

Vse razdelilnike je potrebno opremiti z enopolnimi in vezalnimi shemami, samo omarico in vse vgrajene elemente pa označiti z enournimi oznakami identično tistim v načrtih. Obračun del in materiala se izvede po enotnih cenah glede na popis in dejanske izmere oz. v skladu z izvajalsko pogodbo.

Za vse sisteme aktivne požarne zaščite, sisteme električnih inštalacij in sisteme strelovodne zaščite je potrebno pridobiti ustrezna zakonsko določena spričevala, in sicer ob izgradnji kot tudi periodično glede na veljavno zakonodajo.

Po zaključenih delih je potrebno dostaviti, skladno z Gradbenim zakonom, projekte izvedenih del (PID), ki jih izdela pooblaščen organizacija.



## RISBE

### SITUACIJA

Zunanja ureditev ..... list 1.0

### HEME

Shema NN razvoda ..... list 2.0

Enopolna shema el.razdelilcev ..... list 2.x

Detajli ..... list 3.x

Shema šibko-točnih napeljav ..... list 4.x

Shema požarnega javljanja ..... list 5.x

### TLORISI

Tloris pritličja – razsvetljava ..... list E1

Tloris pritličja – moč ..... list E2

Tloris pritličja – šibki tok ..... list E3

Tloris pritličja – požarno javljanje in teh. varovanje ..... list E4

Tloris 1.nadstropja – razsvetljava ..... list E5

Tloris 1.nadstropja – moč ..... list E6

Tloris 1.nadstropja – šibki tok ..... list E7

Tloris 1.nadstropja – požarno javljanje in teh. varovanje ..... list E8

Tloris 2.nadstropja – razsvetljava ..... list E9

Tloris 2.nadstropja – moč ..... list E10

Tloris 2.nadstropja – šibki tok ..... list E11

Tloris 2.nadstropja – požarno javljanje in teh. varovanje ..... list E12

Tloris kleti – razsvetljava, moč in požarno javljanje ..... list E13

Tloris temeljev. – ozemljitve in razvod ..... list E14

Tloris strehe – strelovod ..... list E15

Fasade – strelovod ..... list E16...19

## PRILOGE:

Priloga 1: IZRAČUNI OSVETLJENOSTI

Priloga 2: TABELA PORABNIKOV IN BILANCA MOČI

Priloga 3: IZRAČUN OCENE TVEGANJA ZA STRELOVODNO ZAŠČITO