3.3. KAZALO VSEBINE NAČRTA

3				**Načrt električnih inštalacij in električne opreme**
3.1.				**Naslovna stran načrta električnih inštalacij in opreme**
3.2.				**Izjava projektanta načrta**
3.3				**Kazalo vsebine načrta**
3.4.				**Tehnično poročilo**
	3.4.1.			Splošni opis
		3.4.1.1.		Podatki o projektu
		3.4.1.2.		Seznam uporabljenih predpisov, standardov in normativov
	3.4.2.			Tehnični del
		3.4.2.1.		Izvedba instalacije jaki tok
		3.4.2.2.		Razsvetljava
		3.4.2.3.		Instalacije šibkega toka
	3.4.3.			Tehnični izračuni (dimenzioniranje)
		3.4.3.1.		Dimenzioniranje vodnikov in zaščitnih naprav
			3.4.3.1.1.	Padec napetosti
			3.4.3.1.2.	Zaščita pred prevelikimi tokovi
			3.4.3.1.3.	Zaščita pred električnim udarom
	4.4.4.			Strelovodna instalacija
3.5.				**Izračun priključnega voda**
3.6				**Popis materiala in del**
3.7.				**Načrti**

Tloris pritličja – razsvetljava, G-1
Tloris medetaža – zasilna razsvetljava, G-2
Tloris nadstropja – moč, razsvetljava, javljanje požara, komunikacije G-3
Tloris pritličja – odvod dima in toplote G-4

Tripolne sheme – razdelilnik Rjed 1-8
Izgled razdelilne omare Rjed 9

Enopolna shema zasilna razsvetljava R-1
Enopolna shema javljanje požara R-2
Enopolna shema NODT N-1,2

Strelovodna inštalacija – temeljno ozemljilo S-1
Strelovodna inštalacija – tloris strehe S-2
Strelovodna inštalacija – odvodi - južna fasada S-3

3.4 TEHNIČNO POROČILO

3.4.1. Splošni opis

3.4.1.1. Podatki o projektu

Predmet načrta je gradnja prizidka obstoječi jedilnici v Osnovni šoli Podčetrtek, ter spremembi namembnosti prostorov računovodstva v glasbeno učilnico.

Dozidan objekt bo priključen na notranje elektro, telekomunikacijsko, vodovodno omrežje.

V načrtu električne napeljave in oprema bo obdelano:

- inštalacijski stikalni blok v objektu,
- energetski razvod kablov od stikalnih blokov do porabnikov,
- napajanje strojnih in tehnoloških naprav,
- inštalacije notranje splošne razsvetljave,
- inštalacije zasilne razsvetljave,
- inštalacije mala moč (vtičnice, priključnice),
- inštalacija za izenačenje potencialov,
- strelovodna inštalacija,
- prenapetostna zaščita,
- kontrola pristopa,

Načrt je izdelan na podlagi :

- Arhitekture,
- Obstoječega elektro soglasja, ki jih je izdalo Elektro Celje d.d.
- Načrtov strojnih inštalacij in razgovora z investitorjem.

3.4.1.2. Seznam uporabljenih predpisov, standardov in normativov

Pri projektiranju so bili upoštevani veljavni tehnični predpisi, normativi in smernice. Načrt je izdelan na podlagi načrta arhitekture in namembnosti prostorov.

Pri izvajanju se mora uporabiti oprema in material, ki je izdelan v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi. Električne napeljave in naprave morajo biti izdelane, oz. vgrajene tako, da zaradi vlage, mehanskih, kemičnih, toplotnih ali električnih vplivov ne bo ogrožena varnost ljudi, predmetov in obratovanja. Pri polaganju električnih vodnikov je potrebno upoštevati tudi ostale predvidene komunalne naprave ter njihovo prioriteto izgradnje.

Projektna dokumentacija je načrtovana v skladu s Tehnično smernico (TSG – N – 002: 2021 Nizkonapetostne električne inštalacije), katera pa je skladna z zakonom o graditvi objektov s tem pa so v projektni dokumentaciji upoštevani naslednji zakoni, veljavni predpisi, standardi in normativi:

ZAKONODAJA

1. Zakon o graditvi objektov;
2. Energetski zakon;
3. Zakon o varnosti in zdravju pri delu;
4. Zakon o varstvu pred požarom;

PRAVILNIKI

Pravilnik o projektni dokumentaciji;
Pravilnik o varstvu pri delu pred nevarnostjo električnega toka;
Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele;

TEHNICNE SMERNICE

5. TSG – 1 – 001: 2019 (Požarna varnost v stavbah)
   TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije)
   TSG – N – 003: 2021 (Zaščita pred delovanjem strele)

6. *Študija št. 2090 - Elektroinštitut Milan Vidmar*

7. Priporočila SDR (Slovensko društvo za razsvetljavo): Notranje okolje in načrtovanje razsvetljave, PR 4/1 in PR4/2, 2004.

3.4.2. Tehnični del

3.4.2.1. Izvedba instalacije jaki tok

Podatki za soglasodajalca elektro distribucije

Meritve porabljene el. energije se izvajajo na NN strani v obstoječi merilni omarici v medetaži obstoječega objekta.

Močnostni električni razvod v prizidanem objektu

V obstoječem delu jedilnice bo v vzhodni steni vgrajena nova razdelilna omarica Rjed, ki se bo napajala iz glavnega razdelilnika Rg, ki je lociran v na koncu hodnika spodnje medetaže. Nov dovodni kabel se položi v obstoječi kabelski kineti. Na začetku trase pa se delno položi v parapetni kanal.

Glavni razvodi iz razdelilnika Rjed

- Toplotni črpalki,
- Klimat,
- El. grelniki.

Kabelski razvodi iz razdelilnika bodo potekali v večini v medstropovju, na kabelskih policah, zaščitnih ceveh. Lokacija, trase, razdelilnik, preseki kablov so razvidni v načrtu tlorisne situacije in tripolnih shem.

Inštalacija moči

Elektro instalacija moči zajema instalacijo vtičnic 230 V in 400V, z zaščitnim kontaktom in priključkov za fiksne porabnike el. energije tehnološke opreme strojnih inštalacij.
Za kabliranje se uporabijo električni vodniki N2XH-J, odgovarjajočega preseka in števila žil. Kabli bodo potekali nadometno na kabelskih policah, podometno v betonu in zaščitnih ceveh.

Priključitev vseh dovodov in odvodov v električnem sestavu, morajo biti dostopni od spredaj ter izvedeni tako, da je njihova pripadnost tokokrogom jasna in jih je možno odklopiti posamezno. Fazni, nevtralni in zaščitni vodniki morajo biti priključeni na ločene zbiralke oziroma vrstne sponke.

V prostorih (glej tloris) so predvidene vtičnice, ki se namestijo cca 0,5 m od gotovega tlaka. Razen vtičnic na delovni mizi učitelja v razredu ta bodo nameščene v parapetnem kanalu pod mizo skupaj z komunikacijskimi vtičnicami.

3.4.2.2 Razsvetljava

Načrtovanje osvetljenosti je izvedeno skladno z Evropskim standardom EN 12464-1 – Svetloba in razsvetljava na delovnem mestu – 1. Del: Notranji delovni prostori (DIN EN 12464-1), >> Priporočila SDR (Slovensko društvo za razsvetljavo: Notranje okolje in načrtovanje razsvetljave , PR4/1 in PR4/2, 2004 << in >>Tehnična smernica TGS-1-004: 2010, Učinkovita raba energije<<.

Zahtevani nivo osvetljenosti bo v skladu s priporočili Slovenskega društva za razsvetljavo, ki podaja vrednosti srednje osvetljenosti za posamezne prostore. Podane so tudi max. Vrednosti UGR (metoda za ocenjevanje in omejevanje neugodnega bleščanja).

PROSTOR	ESR(lx)	UGR
Pisarniški prostori	500	19
Sejna soba	500	19
Vhodne avle in recepcije	200	22
Hodniki in stopnišča	150	25
Sanitarije, garderobe, čistila	200	25
Delavnice	500	22
Prosotro za UPS in server	500	22
Skladišče embalaže	250	19
Gostinski lokal	300	25
Čajna kuhinja	500	22
Arhiv	250	25

Po izbiri proizvajalca in tipa svetilk je potrebno s svetlobno tehničnem izračunu preveriti, če predvidena razporeditev svetilk ustreza zahtevanim pogojem.

Splošna razsvetljava

- Vsa razsvetljava v objektu bo predvidena z LED svetili
- Barvana temperatura svetil naj bo med 3000-4000K.
- V proizvodnih prostorih, kjer se bodo ljudje zadrževali dalj časa se vklapljanje razsvetljave izvede s stikali, ki so montirana na vratih razdelilnika oziroma ob vratih pri vhodu v proizvodni prostor.
- Zunanja razsvetljava se izvedena z LED svetilkami, ki se montirajo na fasado objekta. Vklop te razsvetljave se izvede s pomočjo avtomatske ure, kateri se nastavi zemljepisna širina in dolžina ter z izbirnim stikalom na razdelilni omari (1-ročni ,2-avtomatski)

Elektro instalacija razsvetljave se izvede nadometno na v kabelskih policah oziroma v zaščitnih ceveh, s kabli N2XH-J odgovarjajočega preseka in števila žil.

Varnostna razsvetljava

Za primer izpada el. mreže se v objektu vgradijo svetilke varnostne razsvetljave, ki označujejo smer evakuacije na prosto. Osvetljujejo prostor z minimalno zahtevano osvetljenostjo 1 lux merjeno 0.85 m od tal. Varnostne svetilke 150 lm, z avtonomijo delovanja najmanj 1 ure.
Inštalacije varnostne razsvetljave morajo biti najmanj 0.5 m oddaljene od preostalih elektroenergetskih inštalacij. Predviden je vodnik s prerezom 1.5 mm^2 izolacijske upornosti najmanj 1 MΩ.

Po zaključenih delih mora izvajalec pridobiti potrebno poročilo o brezhibnem delovanju sistema od pooblačene osebe za to področje.

3.4.2.3 Inštalacije šibkega toka

Komunikacije

V prostoru, ki se mu spreminja namembnost iz računovodstva v glasbeno učilnico so v parapetnem kanalu pod mizo izvedene komunikacijske elektro inštalacije s povezavo na obstoječo komunikacijsko omaro. Pred začetkom del je potrebno obstoječe kable umakniti. Med gradnjo se preveri ali dolžine obstoječih kablov še ustrezajo novi razporeditvi. V primeru da so prekratki se položijo novi.

Novo lokalno univerzalno komunikacijsko omrežje iz obstoječe KV omare bo potekalo s komunikacijskimi kabli cat 6, z minimalnim razredom odziva na ogenj Cca,s1,d2,a1, do posameznih vtičnic, strojev in ostalih tehnoloških naprav.

Razvod telekomunikacij v objektu poteka zaščitnih ceveh. Komunikacijski kabli CAT 6 se na eni strani zaključuje na RJ-45 vtičnici, na drugi strani pa v distribucijskem panelu v TK omari

POŽARNO JAVLJANJE IN ODVOD DIMA IN TOPLOTE

Na osnovi načrta požarne varnosti za objekt je potrebno izvesti avtomatsko javljanje požara.

V Vrtcu, ki je obstoječi prizidek osnovne šole Podčetrtek je izvedeno aktivno avtomatsko javljanje požara z vgrajenimi optičnimi senzorji, ki so vezani na požarno centralo. V delu objekta, ki se rekonstruira in dozidava je potrebno namestiti avtomatsko javljanje požara, ki se poveže na obstoječo požarno centralo.
Za inštalacijo javljanja požara je uporabljen kabel Y(ST)Y 2x0,8 mm², rdeče barve, položen na kabelske police, delno pa uvlečen v zaščitne cevi, fi 13 mm.
Prehodi kablov skozi požarne cone so zatesnjeni z maso odporno na ogenj. Izvedba prehoda je narejena po zahtevah standarda SIST EN 1366-3 in SZPV (slovensko združenje za požarno varstvo). Električni vodniki v delu, kjer je izdelan sistem za tesnitve ne smejo biti v ceveh. Vodniki so po odprtini enakomerno razporejeni. vodniki ne smejo zapolniti več kot 60 % odprtine. Vodniki so 50 cm pred in za prehodom zaščiteni s požarno odpornim premazom.

Inštalacije za javljanje požara so položene ločeno od ostalih močnostnih inštalacij. Minimalna oddaljenost je 20 cm. Ob montaži javljalnikov so vsi elementi sistema pravilno označeni.

V primeru požara se izvedejo naslednji postopki:
- vklopijo se požarne sirene po sektorjih,
- izklopijo se prezračevalne naprave. Po resetu požarne centrale ne sme biti avtomatskega vklopa klima oziroma prezračevalne naprave, ampak šele po potrditvi vklopa na sami napravi,
- zaprejo se požarne lopute na mejah požarnih sektorjev in v prezračevalnih kanalih,
- odprejo se lopute (okna) za odvod dima in toplote,
- dvigala se aktivirajo v požarni sistem, spustijo se v pritličje in odpro se vrata,
- zaprejo se požarna vrata ,
- deblokirajo se terminali kontrole pristopa,
- aktivira se javljanje požara na gasilsko enoto.

Narejena je tudi povezava s poklicno gasilsko brigado preko GSM sistema.

Optični javljalnik dima
Montira se montirajo po celotnem objektu razen v prostoru kjer bo uporabljen žarkovni. Montirajo se tudi v glavne električne razdelilnike. Javljalnik reagira na svetli dim, ki se pojavlja v prvi določenih vrst požarov. Ta lastnost zahteva strogo namensko uporabo. Posamezno področje uporabe teh javljalnikov predstavljajo prostori, v katerih je posebnega značaja ogroženost električnih in elektronskih naprav.

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

Alarmiranje – zvočni signali
Sistem za alarmiranje je nujno potreben za obveščanje ljudi v objektu o nevarnosti požara in za njihovo varno in pravočasno evakuacijo. Za alarmiranje se bo uporabljal sistem s sirenami, za katere so zahteve glede na normo EN 54/14 naslednje:

- alarmiranje mora biti usklajeno s požarnim redom,
- vsak splošni alarm mora biti v splošni obliki,
- splošno alarmiranje se vklopi z zakasnitvijo,
- alarmni signal mora biti enak v celotni zgradbi in se mora razlikovati od vseh ostalih signalov,

Zvočna jakost slišnega alarma mora biti minimalno 65 dB(A) ali 5 dB(A) nad hrupom okolice, ki lahko traja več kot 30 sekund. Povezava siren (hupe) se poveže s požarno centrala preko kabla požarne zanke.

Odvod dima in toplote in zapiranje požarnih vrat
Za obstoječi in dozidani del jedilnice se odvod dima in toplote predvidi naravno, preko sedmih stropnih kupol. Odprta površina kupol mora zagotavljati 2% talne površine. Odpiralo na motorni pogon se priključi na mikroprocesorsko krmiljeno centralo za odpiranje dimovodnih odprtin. Za dovod zraka v primeru požara se stenska okna opremijo z motornimi pogoni. Tudi ti motorni pogoni se povežejo z centralo ODT. Centrala se poveže preko relejskega vmesnika v krmilno zanko požarne centrale. V primeru izpada distribucijskega el. omrežja mora centrala imeti lastno rezervno napajanje (akumulatorsko). Sistem mora zagotavljati tudi ročno odpiranje oken za potrebe prezračevanja.

Po zaključenih delih mora izvajalec pridobiti potrebno poročilo o brezhibnem delovanju sistema Sistem mora biti redno vzdrževan in servisiran v skladu z navodili proizvajalca, zaposleni pa morajo biti poučeni o potrebnem ukrepanju v primem aktiviranja.

3.4.2.4 Ogrevanje in hlajenje

Ogrevanje in hlajenje objekta bo izvedeno preko toplotne črpalke.
Vsa regulacija in krmiljenje ogrevanja in hlajenja bo izvedeno preko CNS-a, ki je v sklopu strojnih inštalacij. Ko bo dokončno znana oprema strojnih inštalacij se bo dopolnil tudi načrt elektro inštalacij. Oprema za krmiljenje različnih dobaviteljev strojne opreme ni med sabo kompatibilna.

3.4.2.5 Prezračevanje

Prezračevanje bo izvedeno prisilno preko preko aktivne prezračevalne naprave.

3.4.3. Tehnični izračuni (dimenzioniranje)

Dimenzioniranje je izvedeno skladno s Tehnično smernico TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije).

3.4.3.1. Dimenzioniranje vodnikov in zaščitnih naprav

Dimenzioniranje vodnikov in ukrepi nad tokovne zaščite so izvedeni skladno s Tehnično smernico TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije). Pri dimenzioniranju vodnikov so upoštevane sledeče zahteve:

- padci napetosti,
- zaščita pred prevelikimi tokovi,
- zaščita pred električnim udarom.
-

Konična moč

	$P_{ins} = P_1 + P_2 + ...P_n \quad [kW]$
	$P_k = P_{ins} \cdot f_i \quad [kW]$
P_{ins} *[kW]*	inštalirana moč porabnikov
P_n *[kW]*	moč posamičnega porabnika
P_k *[kW]*	konična moč porabnikov
f_i	korekcijski faktor istočasnosti

Konični tok

Največji obremenitveni tok električnega voda posamičnega porabnika, oziroma skupine porabnikov.

	$P_k = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_b \cdot \cos\varphi \Rightarrow I_k = \frac{\sum P_k}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\phi} \quad [A]$
P_k *[kW]*	konična moč
U_n *[V]*	nazivna napetost
$\cos\varphi$ *[kW]*	faktor delavnosti
I_k *[A]*	konični tok

Trajno zdržni tok

Zaradi skupnega polaganja večjega števila električnih vodov, je potrebno upoštevati korekcijski faktor večjega števila vodnikov. Z dimenzioniranjem se zagotavlja zadovoljiva trajnost električnih vodnikov, glede na izpostavljenost izolacije termičnim učinkom trajno dovoljenega toka in zunanjim vplivom v obratovalnem ciklu.

	$I_z = I_z^{"} \cdot f_p \cdot f_T \quad [A]$
I_Z *[A]*	trajni vzdržni tok električnega voda
$I_Z^{"}$ *[A]*	trajni vzdržni tok električnega voda, določen po SIST HD 384.5.5.523 S1:2000 (trajni tok za katerega je tokokrog predviden
f_p *[kW]*	korekcijski faktor zaradi skupinskega polaganja
f_T *[V]*	korekcijski faktor glede na temperaturo okolice

3.4.3.1.1. Padec napetosti

Po Tehničnih smernicah TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije) so določene naslednje mejne vrednosti padcev napetosti od napajalne točke, do katerekoli točke električne inštalacije, če se le ta napaja iz javnega distribucijskega omrežja:

- 3% za električne tokokroge razsvetljave,
- 5% za tokokroge drugih porabnikov.

Če se inštalacija napaja neposredno iz transformatorske postaje, priključene na srednje ali visokonapetostno omrežje, je dovoljeni padec napetosti od napajalne točke do katere koli točke električne inštalacije:

- 5 % za električne razsvetljave,
- 8 % za tokokroge drugih porabnikov.

Za vode v inštalacijah, ki so daljši od 100m, se dopustni padec poveča za 0.005 [%] za vsak meter nad 100 [m] dolžine, vendar za največ 0.5 [m]

Enačba za procentualni padec napetosti:

	$\Delta U = 2 \cdot I_k \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi) \cdot l \Rightarrow u\% = \frac{200 \cdot l \cdot I \cdot \cos\varphi}{\lambda \cdot S \cdot U} \Rightarrow Enofazni\ sistem$
	$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_k \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi) \cdot l \Rightarrow u\% = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos\phi}{\lambda \cdot S \cdot U} \Rightarrow Trifazni\ sistem$
	$\Delta u = 100 \cdot \frac{\Delta U}{U_n} = \frac{100 \cdot P_k \cdot l}{\lambda \cdot S \cdot U_n^{\,2}} \quad [\%]$
P_k *[V]*	konična moč
λ *[S/m]*	specifična prevodnost voda
l *[m]*	dolžina vodnika
S *[kW]*	presek vodnika
$\cos\varphi$	faktor delavnosti
ΔU *[V]*	padec napetosti
U_n *[V]*	nazivna napetost
Δu *[%]*	celotni padec napetosti izražen v procentih

Zaščitne naprave morajo biti sposobne prekiniti kratkostični tok, preden bi povzročil nevarnost zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in stikih.
Odklopni čas, v katerem izbrana varovalka prekine tokokrog, pri izračunanem kratkostičnem toku, odčitamo iz I-t karakteristik proizvajalca varovalk.

3.4.3.1.2. Zaščita pred prevelikimi tokovi

Dimenzioniranje in izbira vodnikov ter ukrepi nadtokovne zaščite, morajo biti izvedeni skladno s Tehničnimi smernicami TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije) in standardom IEC 60364-4-43 (Zaščita pred nadtoki).

Vodniki so zaščiteni z eno ali več napravami za samodejno prekinitev napajanja, v primeru:

- preobremenitve,
- kratkega stika.

Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred prevelikim in kratkostičnim tokom:

- odklopniki, ki imajo nadtokovni sprožilnik,
- odklopniki v kombinaciji z varovalkami,
- varovalke gl.

Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred prevelikim tokom, so zaščitne naprave z inverzno zakasnitvijo, pri katerih je lahko odklopna zmogljivost pod vrednostjo pričakovanega kratkostičnega toka v točki, kjer je naprava postavljena.

Naprave, ki zagotavljajo samo zaščito pred kratkostičnim tokom, se smejo postaviti tam, kjer se zaščita pred preobremenitvijo doseže na drug način, ali kjer ni obvezna zaščita pred preobremenitvijo. Te naprave morajo prekiniti kratkostični tok do pričakovanega kratkostičnega toka.

Takšne naprave so lahko:

- odklopniki s kratkostičnim sprožilnikom,
- varovalke.

a) Zaščita v primeru preobremenitve

Zaščitne naprave morajo odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih preden ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje.
Zaščitne naprave (odklopniki z nadtokovnim sprožilnikom, varovalke gI ali varovalke gII), morajo biti sposobne odklopiti vsak preobremenitveni tok, ki teče v vodnikih, preden povzroči segretje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje.

Zaščita električnih naprav pred prevelikimi toki je zagotovljena s pravilno izbiro varovalk, kjer mora ta za primer preobremenitve, izpolniti dva pogoja:

	Pogoj 1: $I_b < I_n < I_z$ (SIST HD 384.43 S2:2003)
	Pogoj 2: $I_2 < 1.45 \cdot I_z \rightarrow I_n < 1.45 \cdot \frac{I_z}{k}$
I_n *[A]*	nazivni tok zaščitne naprave
I_z *[A]*	trajni vzdržni tok električnega voda, določen po SIST HD 384.5.5.523 S1:2000 (trajni tok za katerega je tokokrog predviden
I_b *[A]*	tok, za katerega je tokokrog predviden
I_2 *[A]*	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitnega elementa v določenem času (pogojni preobremenitveni tok $k \cdot I_z$)

Faktor k:	
Inštalacijski odklopniki (B in C):	1,45
Taljivi vložki 6 in 10 [A]	1,9
Taljivi vložki 16 [A]	1,6

b) Zaščita v primeru kratkega stika

Zaščitne naprave morajo biti sposobne prekiniti kratkostični tok, preden bi ta povzročil nevarnost, zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in spojih.

Odklopni čas in minimalni presek vodnika

V skladu s Tehničnimi smernicami TSG – N – 002: 2021 (Nizkonapetostne električne inštalacije) in standardom IEC 60364-4-43, je potrebno vsak kratkostični tok, ki se pojavi v katerikoli točki tokokroga, prekiniti v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature. Za kratke stike, ki trajajo do 5 s, za čas t v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike od najnižje dovoljene temperature v normalnem obratovanju, do mejne temperature. Odklopna zmogljivost zaščitne naprave ne sme biti manjša od pričakovanega kratkostičnega toka na mestu postavitve.

Kontrola minimalnega preseka voda se izračuna po enačbi:

	$\sqrt{t}_{odk} = k \cdot \frac{S_{\min}}{I_{KSNN}} \Rightarrow S_{\min} = \frac{\sqrt{t}_{odk} \cdot I_{KSNN}}{k}$
k	Faktor določen v standardu
t_{odk} *[s]*	Max. odklopni čas zaščitne naprave
$S_{\min}$ *[mm²]*	Minimalni dopustni presek vodnika, pri katerem se vodnik v času t_{odk} segreje na dopustno temperaturo (PVC 70 °C)
I_{KSNN} *[A]*	Tok kratkega stika na NN zbiralkah

Pri zelo visokih kratkostičnih tokih, kjer so odklopni časi krajši od 5ms, je odločilna energija tista, ki steče skozi taljivi vložek (Joulov integral). Joulov integral je vrednost kvadrata toka za določen časovni interval ($I^2 \cdot t$) in merilo za energijo, katera steče skozi taljivi vložek ali zaščitno napravo. Za kratke stike, ki trajajo v času do 0,1sekund mora biti izpolnjen pogoj:

	$k^2 \cdot S^2 \geq {I_{KSNN}}^2 \cdot t_{odk}$

Vrednosti niso definirane za:

- male vodnike (prereza manj kot 10mm²),
- trajanje kratkega stika čez 5s,
- druge vrste spoje vodnikov,
- gole vodnike,
- vodnike z mineralnim izolantom.

3.4.3.1.3. Zaščita pred električnim udarom

Sistem ozemljitve je TN-S. Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo elementov električne instalacije v ohišja.

Za vtična gnezda je dodatni zaščitni ukrep predviden z diferenčnim tokovnim zaščitnim stikalom.

Zaščita v normalnih razmerah (zaščita pred neposrednim dotikom)
Zaščito pred neposrednim dotikom izvedemo z zaščito delov pod napetostjo, z izolacijo in s pregradami ali okrovi. Deli pod napetostjo morajo biti popolnoma prekriti z izolacijo, ki jo je mogoče odstraniti samo z uničenjem. Pri tovarniško izdelani opremi mora izolacija ustrezati standardom, za to vrsto opreme. Pri drugi opremi se izolacija izdela tako, da trajno vzdrži mehanske, kemične, električne in toplotne vplive, ki jim je oprema lahko izpostavljena.

Deli pod napetostjo se zaprejo ali pregradijo tako, da zagotavljajo stopnjo zaščite najmanj IP2X. Pregrade ali okrovi, pri katerih so zgornje vodoravne ploskve odprte, morajo imeti stopnjo zaščite najmanj IP4X. Pregrade ali okrovi so zanesljivo pritrjeni, zadosti trdni in trajni, da obdržijo zahtevano stopnjo zaščite in ustrezen odmik od delov pod napetostjo, v pogojih normalnega obratovanja.
Če je treba odstraniti pregrado, odpreti okrov, ali odstraniti dele okrova mora to biti možno samo na enega od naslednjih načinov:
- s ključem ali orodjem,
- po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ki so zaščiteni s temi pregradami in okrovi, s tem da je njihovo ponovno napajanje možno šele po njihovi ponovni namestitvi, ali
- če se vstavi druga pregrada, ki zagotavlja stopnjo zaščite najmanj IP2X in ki preprečuje vsak dotik delov pod napetostjo, ki pa se da odstraniti samo s ključem ali orodjem.

Zaščita ob okvari (zaščita pred posrednim dotikom)
Zaščita pred posrednim dotikom se izvede z avtomatičnim odklopom napajanja.

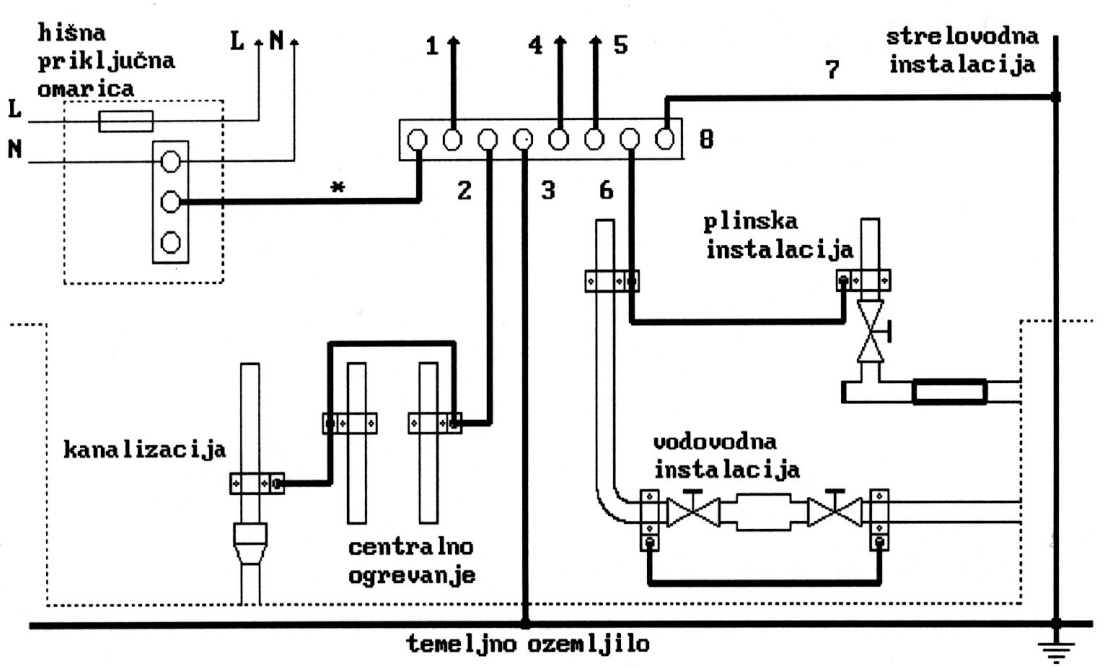
V primeru okvare na izolaciji ima avtomatični odklop napajanja namen, da prepreči nastanek napetosti dotika takšne vrednosti in s takšnim trajanjem, ki bi mogel pomeniti nevarnost v smislu škodljivega fiziološkega delovanja.

Splošni principi zaščite je izenačitev potenciala, katera se izvede kot:

Glavna izenačitev potenciala (GIP)

Vsi posamezni vodniki za glavno izenačitev potencialov, s katero so povezani posamezni vodniki za izenačitev potencialov, morajo imeti trajno in jasno označene sponke za priključek posameznih vodnikov za izenačitev potencialov.
Glavni vodnik za izenačitev potenciala, mora imeti presek od 6 mm^2 do 16 mm^2 Cu, če vodnik ni mehansko zaščiten, oziroma 16 mm^2 Al, pri čemer v tem razponu ne sme biti manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalacijskem sistemu.
V zgradbi vodniki za glavno izenačenje potencialov medsebojno povezujejo naslednje prevodne dele:

- glavni zaščitni vodnik,
- vodnik PEN v glavni omarici,
- PE zbiralka v razdelilnikih,
- glavni ozemljitveni vodnik ali glavno ozemljitveno sponko,
- cevi in podobne kovinske konstrukcije znotraj zgradbe,
- kovinske dele konstrukcij,
- strelovodne instalacije.



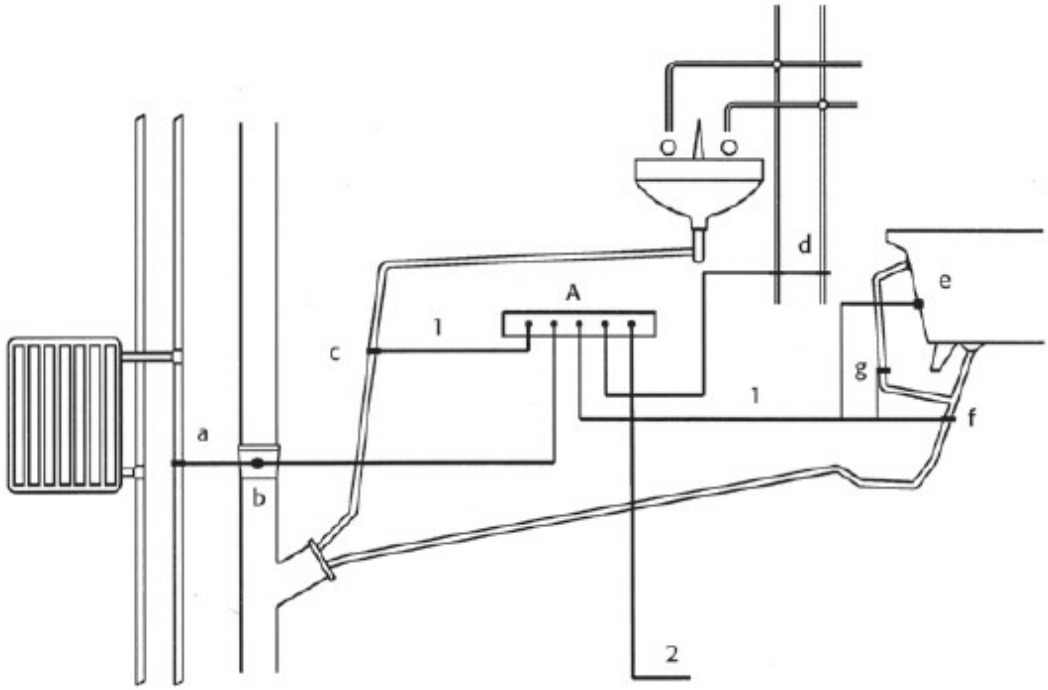
LEGENDA:
1. vodnik za povezavo z glavnim razdelilnikom
2. vodnik za povezavo z instalacijami centralnega ogrevanja in kanalizacije
3. vodnik za povezavo z ozemljilom
4. vodnik za povezavo s kovinskimi deli zgradbe in armaturo
5. vodnik za povezavo z napravami informacijskega sistema
6. vodnik za povezavo z vodovodnimi in plinskimi instalacijami
7. vodnik za povezavo s strelovodno instalacijo
8. zbiralka glavnega izenačenja potenciala
   povezava je potrebna pri TN-sistemih instalacije

Slika 1: Izvedba glavne izenačitve potenciala (GIP).

Dodatna izenačitev potenciala (DIP)

Z dodatno izenačitvijo potencialov se mora znižati napetost dotika na vrednost, ki ni nevarna in lahko ostane neomejeno dolgo. Lokalno dodatno izenačitev potencialov je treba izvesti, kadar naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednem dotikom tokokroga ali opreme pri okvari izolacije, ne zagotavlja izklopa tokokroga v času, ki bi preprečil vzdrževanje napetosti. Vsi posamezni vodniki za dodatno izenačitev potencialov, morajo biti povezani na zbiralko za dodatno izenačitev potencialov, ki mora imeti trajno in jasno označene sponke za priključek posameznih vodnikov za dodatno izenačitev potencialov in biti povezana z zbiralko glavne izenačitve potencialov.
Prerez vodnikov za dodatno izenačitev potencialov mora biti 4 mm^2, prerez povezave med zbiralko dodatne izenačitve potencialov in zbiralko glavne izenačitve potencialov, pa mora biti enak prerezom vodnikov za glavno izenačitev potencialov.

Vse kovinske mase v objektu je potrebno medsebojno galvansko povezati z zbiralko glavne izenačitve potenciala (GIP).



LEGENDA:
a. vodnik za povezavo z instalacijami centralnega ogrevanja
b. vodnik za povezavo z instalacijami kanalizacije
c. vodnik za povezavo z odvodno cevjo umivalnika
d. vodnik za povezavo z kovinsko vodovodno cevjo
e. vodnik za povezavo z kovinsko kopalno kadjo
f. vodnik za povezavo z odvodno cevjo kovinske kopalne kadi
g. vodnik za povezavo z kovinskim priključkom preliva kopalne kadi
A. zbiralka za dodatno izenačitev potenciala (Cu 20x30 mm v dozi 95x95 mm
1. vodnik za dodatno izenačitev potencialov 4 mm^2
2. vodnik za povezavo med zbiralko glavne in dodatne izenačitve potencialov 6-16 mm^2

Slika 2: Izvedba dodatne izenačitve potenciala (primer v kopalnici)

Izpostavljeni prevodni deli se povežejo z ozemljitveno točko sistema preko zaščitnega vodnika. Zaščitni vodniki so ozemljeni na mestu vstopa v objekt.

Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare, mora preprečiti vzdrževanja napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi lahko postalo nevarno. Zaščitna naprava mora samodejno

odklopiti napajanje tistega dela instalacije, ki ga ta 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, če se na kateremkoli delu instalacije ali v sami napravi pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi deli. Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj:

Tabela največjih dovoljenih odklopnih časov za končne tokokroge z nazivnimi tokovi do 32 A:

odklopni čas (s)	Efektivna vrednost izmenične napetosti dotika U_o [V]
0.8	50 V < U_o ≤ 120 V
0.4	120 V < U_o ≤ 230 V
0.2	230 V < U_o ≤ 400 V
0.1	U_o > 400 V

Za razdelilne tokokroge, ki niso zajeti v tabeli so dovoljeni odklopni časi do 5 s.

Zaščitne naprave in impedance tokokrogov so izbrane tako, da se v primeru okvare z zanemarljivo impedanco med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi prevodnimi deli kjerkoli v instalaciji avtomatsko odklopi napajanje v času:

0.4 s	za vtičnice ali aparate razreda I ali prenosne aparate, ki se med uporabo premikajo ročno
5 s	za napajalne tokokroge ali za tokokroge, ki napajajo neprenosno opremo, če so priključeni na stikalni blok, na katerega niso priključeni tokokrogi navedeni v zgornji vrstici

Ta zahteva je izpolnjena s pogojem:

	$Z_s \cdot I_a < U_o$
Z_s *[Ω]*	Impedanca okvarne zanke (skupna impedanca vira, linijskega vodnika do mesta okvare in zaščitnega vodnika med mestom okvare in virom)
I_a *[A]*	tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitnega elementa v določenem času (pogojni preobremenitveni tok $k \cdot I_z$)
U_o *[V]*	nazivna napetost, med linijskim vodnikom in zemljo

Instalacija se izvede trižilno za enofazne in petžilno za trifazne porabnike, kjer je dodatni vodnik zaščitni vodnik. Le ta se veže na ohišja naprav, zaščitne kontakte vtičnic na eni strani, ter za izenačenje potencialov na drugi strani.

3.4.4. Strelovodna instalacija

Sistem zaščite pred delovanjem strele v nadaljevanju LPS (Lightening Protection System), 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 in, da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkrati iskrenj. Tehnične lastnosti LPS morajo med uporabo objekta zagotavljati vse projektirane zahteve, upoštevajoč primerno vzdrževanje, skladno s tehnično smernico. Objekt se izvede za III. stopnjo zaščite.

Strešni lovilni vod.

Strelovodna inštalacija se izvede za **III.** zaščitni razred. Lovilno mreža tvori Al legura ∅ 8 mm žica po praktično ravni strehi. Na mestih kjer bodo locirane kupole za odvod dima in toplote bodo za njihovo zaščito nameščene lovilne palice. Na stiku obstoječega dela objekta z dozidavo se predvideni lovilni vod poveže z obstoječim lovilnim vodom.

Glavni odvodi

Odvodi bodo položeni vidno po fasadi objekta na strelovodnih nosilcih z vodnikom AL legura ø 8 mm. Merilna mesta se izvedejo na višini 1,5 m nad zaščitno lato.

Zemnik

Izvede se kot podaljšek krožnega ozemljila. V zemljo na globino 0,8 m se položi trak Rf 30x3,5 mm, ki se spaja na armaturo temeljev na vsaki drugi tekoči meter. Na obeh koncih se novi ozemljitveni trak poveže z obstoječim.

Izračun obročastega ozemljila:

$$R_E = \frac{\rho}{\Pi \cdot l} = \frac{2 \cdot l}{d} = 5{,}29\Omega$$

ρ – specifična upornost temelja (Ωm) (v izračunu vzeto 500 Ωm)
l – dolžina ozemljila (m)
d – premer ozemljila v m (za tračno ozemljilo 0,015)

Vrednost izračunane ponikalne upornosti ozemljila zadovoljuje zahtevam za pravilno delovanje strelovodne zaščite in zahtevam za priklop prenapetostnih odvodnikov R < 5 ohm.

3.5 Tabele izračunov kablov

Izračun priključnega voda od razdelilnika RG do glavnega razdelilnika Rjed

OSNOVNI PODATKI			
Tip kabla		**NHXMH -J**	
Presek kabla	*S*	**25**	mm^2
Material vodnika		**Cu**	
Specifična prevodnost vodnika	ρ	**56**	Sm/mm^2
Dolžina vodnika	*l*	**58**	m
Odjemna moč	*Pk*	**22**	kW
Način položitve kabla		**D**	
Fazni faktor	*cos fi*	**0,9**	
Faktor induktivnosti (cosφ=0.95 potem je):	*k*	**1,22**	
Nazivna napetost	*U*	**400**	V
Impedanca NN omrežja na priključnem mestu	*Znno*	**0,2**	Ω
Velikost transformatorja			kVA
Začetna moč kratkega stika	*Skn*		MVA
Napetost kratkega stika transformatorja	*uk*		%
Dopustna ozemljilna upornost prenapet. odvodnikov	*Rpo*	**5**	Ω

KONIČNI TOK			
Bremenski tok	*Ib*	**35,28**	A
Zaščitna naprava	*In*	**50**	A
Trajno zdržni tok kabla	*Iz'*	**128**	A
Faktor temperature	*f1*	**1**	
Faktor polaganja	*f2*	**0,85**	
Dejanski zdržni tok vodnika	I_z	**108,8**	A
Največji preizkusni tok varovalke	I_2	**80,0**	A
Max. dovoljeni tok varovalke	I_{NVmax}	**98,6**	A
1,45 x Iz		**157,8**	A
Kontrola *Ib<In<Iz*		**USTREZA**	
Kontrola $I2<1,45xI_z$		**USTREZA**	

IMPEDANCA OKVARNE ZANKE			
Impedanca tujega napajalnega omrežja	Z_{tm}		Ω
Impedanca transformatorja	Z_T		Ω
Impedanca NN omrežja na priključnem mestu	Z_{nno}	**0,200**	Ω
Ohmska upornost vodnika *(2xl)*	R_v	**0,083**	Ω
Induktivna upornost vodnika *2xl)*	X_v	**0,009**	Ω

Impedanca voda	Zv		**0,083**	Ω
Skupna Impedanca do porabnika	Z_{Sk}		**0,283**	Ω

ENOPOLNI KRATKOSTIČNI TOK

Korekcijski faktor za izračun kratkega stika	c		**0,95**	
Tok kratkega stika	I_{ks1}		**771,06**	A
Razmerje I_{ks1}/I_n			**15,42**	
Kontrola razmerja Iks1/In>2,5			**USTREZA**	

PADEC NAPETOSTI

Dovoljeni padec napetosti	Δu_{dov}		**5**	%
Padec napetosti do točke priključitve	Δu		**0,69**	%
Kontrola padca napetosti $\Delta u<\Delta u_{dov}$			**USTREZA**	

MINIMALNI PRESEK KABLA

Maksimalni odklopni čas zaščitne naprave	t_{dop}		**5**	s
Dejanski odklopni čas zaščitne naprave	t_{dej}	<	**0,1**	s
Odklopni čas zaščitne naprave pri Iks1	t_{Iks1}		**0,1**	s
Faktor	k		**115**	
Minimalni presek kabla	Smin		**2,1**	mm^2
Kontrola S>Smin			**USTREZA**	

Joulov integral v primeru t_{odk}<0,1s, $k^2 \times S^2 > I^2 \times t$

$k^2 \times S^2$			**8265625**	
Joulov integral **$I^2 \times t$** NV gL-gG talilnih vložkov -500V ETI			**10700**	
$k^2 \times S^2 > I^2 \times t$,	Izbrani kabel		**USTREZA**	

Izračun dovodnega kabla iz Rjed do klimata in Rjed do porabnika

Osnovni podatki	Tokokrog			Rjed-do-klimat	do vtičnice
	Nazivna napetost	U_0	V	400	230
	Moč porabnika	P_b	W	13000	2000
	cos φ	C		0,95	0,95
	Vrsta odklopne naprave	G		G	B
	Nazivni tok varovalnega elementa	I_n	A	35	16
	Tip kabla			NHXMH -J	NHXMH -J
	Specifična prevodnost vodnika	λ	S/m	56,00	56,00
	Dolžina kabla	L	m	18,00	20,00
	Način polaganja kabla			E	E
	Presek faznega vodnika	s_f	mm^2	16,00	2,50
	Presek nevtralnega vodnika	s_n	mm^2	16,00	2,50
	Trajno zdržni tok kabla	I_{z0}	A	79,00	25,00
	Število paralelno položenih kablov	n		3,00	3,00
	Faktor skupine kablov	f_s		0,80	0,80
	Temperatura okolice	T	^0C	30,00	30,00
	Faktor temperature okolice	f_t		1,00	1,00
	Impedanca predhodne mreže	Z_0	Ω	0,28	0,28
Zaščita pred prevelikimi toki	Dejanski zdržni tok kabla	I_z	A	63,20	20,00
	Nazivni tok porabnika	I_b	A	19,77	9,15
	Preizkusni tok varovalke	I_2	A	56	23,2
	Pogoj I $I_b<I_n<I_z$			**ustreza**	**ustreza**
	1.45 x I_z		A	91,64	29,00
	Pogoj II $I_2<1.45xI_z$			**ustreza**	**ustreza**
Zaščita pred kratkim stikom	Enopolni kratki stik	I_{k1}	A	682,43	386,24
	Tropolni kratki stik	I_{k3}	A	1588,71	FALSE
	Dejanski izklopni čas varovalke	t<	s	0,10	0,03
	Minimalni dopustni presek vodnika	S_{min}	mm^2	4,37	0,00
	Kontrola $S_f > S_{min}$			**ustreza**	**ustreza**

Zašč. pred el. udarom v TN	Ohmska upornost vodnika	$R_{V,NN}$	Ω	0,04	0,29
	Impedanca okvarne zanke	Z_{sk}	Ω	0,32	0,57
	Tok izklopa varovalke v dopustnem času	I_{p-G}	A	FALSE	FALSE
		I_{p-BC}	A	FALSE	80,00
	$Z_{sk}*I_a$	U	V	0,00	45,26
	Pogoj $Z_{sk}*I_a < U_o$			**ustreza**	**ustreza**
	Tok okvare	I_a	A	682,43	386,24

	Dovoljeni odklopni čas	t_{dop}	s	5,0	0,4

Padci napet.	Padec napetosti do razdelilnika	Δu	%	0,00	0,47
	Padec napetosti od razdelilnika do bremena	Δu	%	0,1632	1,0802
	Skupni padec napetosti	∑Δu	%	0,16	1,55
	Dovoljeni padec napetosti			5	5
	Pogoj $\Delta u_{dov} > \Delta u$			**ustreza**	**ustreza**

3.7. NAČRTI

Tloris pritličja – razsvetljava,	G-1
Tloris medetaža – zasilna razsvetljava,	G-2
Tloris nadstropja – moč, razsvetljava, javljanje požara, komunikacije	G-3
Tloris pritličja – odvod dima in toplote	G-4
Tripolne sheme – razdelilnik Rjed	1-8
Izgled razdelilne omare Rjed	9
Enopolna shema zasilna razsvetljava	R-1
Enopolna shema javljanje požara	R-2
Enopolna shema NODT	N-1,2
Strelovodna inštalacija – temeljno ozemljilo	S-1
Strelovodna inštalacija – tloris strehe	S-2
Strelovodna inštalacija – odvodi - južna fasada	S-3

Poz.	Naziv materiala	Em	Kol.	Cena na enoto v €	Vrednost v €
6.	***ODVOD DIMA IN TOPLOTE*** (dobava in montaža)				
	"Krmilna centrala za proženje 24V DC elementov namenjena odvodu dima in toplote. Opis krmilnih funkcij:				
	Krmilna centrala CPS-M1 80A ; Dobavitelj: ZIP inženiring d.o.o. Tolmin - 1x kovinsko ohišje - 1x identifikacija napake; stanje krmilja, kontrola linij, izpad omrežja, napaka Akku, itd. - 1x požarna linija - 10x grupa motornih pogonov 24Vdc - Akku - Vds certifikat EN 12101-10	1	kpl		
	SHEV ročni javljalnik RT45/G; funkcija - normalno, napaka, požar, reset -	kos	2		
	Testiranje, zagon sistema, predaja in šolanje uporabnika	kpl	1		
	NARAVNI ODVOD DIMA IN TOPLOTE TER NARAVNA VENTILACIJA	**kpl**	1		
	Elektro motor 24 V, Tandem 2 x 4 A (Actulux) za odvod dima in toplote v primeru požara, kot odpiranja 140^0, Klasifikacija WL 1500, SL 500, T (-15), B 300 a=372, čas odpiranja krajši od 60 sek (dobavi dobavitelj kritine)				
	Montažo pogonov za ODT in prezračevanja izvede dobavitelj kupol Kabelske povezave s priključevanjem pogonov izvede izvajalec el. inštalacij				
	Vsi krmilni elementi so medsebojno usklajeni na krmilno omarico dobavitelja **ZIP inženiring d.o.o. Tolmin.**				
	Prikop motornih pogonov ODT in oken za dovod zraka	kos	13		
	Ognje odporna doza E30/E90 za spajanje kablov od motorjev za pogon kupol in siren	kos	13,0		
	Ognjeodporni kabel NHXH FE 180/E30 3x2,5 mm2 za napajanje odpiranja kupol za odvod dima in toplote, ter odpiranje oken za dovod zraka, komplet s pritrditvijo z ognjeodpornimi pritrdilnimi elementi E30/E90, v razmiku 0,7 m z certificiranimi pritrdilnimi elementi.	m	215,0		
	Izdaja potrdila o brezhibnem delovanju sistema ODT od strani pooblaščene organizacije, 'izdaja certifikata o skladnosti opreme s SIST EN54	kpl	1		

Poz.	*Naziv materiala*	*Em*	*Kol.*	*Cena na enoto v €*	*Vrednost v €*
	REKAPITULACIJA - ODVOD DIMA IN TOPLOTE	kpl	1		