

4 – NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME št. 121/03-14

INVESTITOR: OBČINA AJDOVŠČINA
Ulica 5.maja 6a
5270 Ajdovščina

OBJEKT: DOM KRAJANOV SKRILJE

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE PZI

ZA GRADNJO: NOVOGRADNJA
(REKONSTRUKCIJA, RUŠITEV IN DOZIDAVA)

PROJEKTANT: ERDADO d.o.o., Ul Vena Pilona 29, 5270 Ajdovščina

Žig projektanta:
Odgovorna oseba projektanta
David Furlan
Podpis:

ODGOVORNI PROJEKTANT
DAVID FURLAN
el. tehnik, IZS E-9035
Podpis:

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA
ANDREJ ČOPIČ u.d.i.a.
ZAPS 1251
Podpis:

ŠTEVILKA PROJEKTA

Št. projekta: 208/2013

Št. izvoda: 1 2 3 4 A

Kraj in datum Ajdovščina, junij 2014

KAZALO VSEBINE NAČRTA

<i>4 – NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME št. 121/03-14</i>	0
1. Splošno	4
2. NN priključek	4
3. TK priključek.....	5
4. Napajanje objekta	5
5. Meritve električne energije	5
6. Razdelilniki.....	6
7. Izvedba elektroinstalacije	6
8. Razsvetljava	7
9. Varnostna razsvetljava	8
10. Tabela obremenitev in dimenzioniranje vodnikov	8
11. Zaščita pred električnim udarom	13
12. Instalacija strukturiranega ožičenja	15
13. Multimedijaska oprema.....	15
14. SOS sistem invalidi	16
15. Strelovodna instalacija.....	16
16. Izenačitev potenciala	21
NAVEDBA TEHNIČNIH PREDPISOV IN NORMATIVOV	23
Popis materiala in del	24

II. RISBE

2.0	Legenda simbolov	0
2.1	Enopolna razdelilna shema razdelilnika PMO	1
2.2	Enopolna razdelilna shema razdelilnika R-G	2
2.3	Enopolna razdelilna shema razdelilnika R-V.P.	3
2.4	Enopolna razdelilna shema razdelilnika R-K.S.	4
2.5	Enopolna razdelilna shema razdelilnika R-N	5
2.6	Enopolna razdelilna shema razdelilnika R-E.P.	6
2.7	Enopolna razdelilna shema razdelilnika R-prireditve	7
2.8	Shema varnostne razsvetljave	8
2.9	Pregled priključkov na potencialno zbiralko	9
2.10	Blok shema ozvočenja in ur	10
2.11	Blok shema multimedijske opreme učilnice	11
3.12	Shema univerzalnega ožičenja	12
2.13	Situacija – NN priključek, TK priključek	13
2.14	Tloris pritličja – razsvetljava	14
2.15	Tloris pritličja – močnostna instalacija, izenačitve potencialov	15
2.16	Tloris pritličja –univerzalno ožičenje, ure, ozvočenje, videoprojekcija	16
2.17	Tloris nadstropja – razsvetljava	17
2.18	Tloris nadstropja – močnostna instalacija, izenačitve potencialov	18
2.19	Tloris nadstropja – univerzalno ožičenje, ure, ozvočenje, videoprojekcija	19
2.20	Tloris temeljev – temeljsko ozemljilo	20
2.21	SV in JZ fasada – strelovod	21
2.22	SZ in JV fasada – strelovod	22
2.23	Tloris strehe – strelovod	23

NAVODILA INVESTITORJU IN IZVAJALCU:

Projekt je sestavljen v skladu s *Pravilnikom o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije*. **Projekt PZI** (projekt za izvedbo) prikazuje grafično obliko objekta, napeljav in opreme ter njihovo medsebojno lego in lego v prostoru. Opremljen je še z vsemi potrebnimi detajlnimi načrti v skladu z naročilom investitorja.

Izvajalca opozarjamo, da mora pri gradnji upoštevati določbe **ZGO-1B**, med drugim:

- imenovati mora odgovornega vodjo del, ki ima ustrezen strokovni izpit
- voditi dnevnik o izvajanju del
- poskrbeti za načrt organizacije gradbišča, varnostni načrt in označitev gradbišča
- **izvajati dela po projektu za izvedbo (PZI)**
- **pregledati predano PZI dokumentacijo pred pričetkom izvajanja del** in zahtevati odpravo domnevnih pomankljivosti po dogovoru z odgovornim projektantom; v kolikor izvajalec opazi pomankljivosti v načrtih PZI šele med izvajanjem del, ne more bremeniti odgovornega projektanta za zamudo pri izvedbi, ker mu ZGO-1B nalaga pregled dokumentacije **tudi že pred izvedbo del**
- vgrajevati samo tiste gradbene proizvode, ki imajo ustrezne listine o skladnosti ter investitorju in nadzorniku sproti izročati vso dokumentacijo, ateste, dokazila o pregledih in meritvah

Investitorja opozarjamo, da mora pred gradnjo poznati ZGO-1B in imeti pooblaščenega **nadzornega**, ki ga zastopa. Še posebej mora biti pozoren na sledeče:

- dela izvajati samo v skladu z izdanim gradbenim dovoljenjem
- z izvajalcem imeti sklenjeno pisno pogodbo o gradnji
- od izvajalca dobiti vse ateste in dokazila o kakovosti vgrajenih materialov
- naročiti pri odgovornem projektantu tega načrta **Projekt izvedenih del (PID)** oz. ga lahko naroči pri drugem projektantu, v kolikor dobi pisno soglasje odgovornega projektanta tega načrta; izdelava PID s strani drugega projektanta brez pisnega soglasja odgovornega projektanta tega načrta se šteje za kršitev Etičnega kodeksa in avtorskih pravic.

I. TEHNIČNO POROČILO

ZAHTEVE:

Za električne inštalacije velja, da morajo biti projektirane in izvedene v skladu s Pravilnikom o zahtevah za NN električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS št. 41/2009). V 7. členu omenjenega pravilnika je tudi zahteva, da se objekte projektira z uporabo tehnične smernice TSG-N-002:2009.

Za strelovodno instalacijo velja, da mora biti projektirana in izvedena v skladu s Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, 28/2009). V 5. členu omenjenega pravilnika je tudi zahteva, da se objekte projektira z uporabo tehnične smernice TSG-N-003:2009.

1. Splošno

Izdelati je treba načrt elektroinstalacije za razsvetljavo, moč, šibkotočne instalacije, izenačitve potencialov in strelovod za objekt:

DOM KRAJANOV SKRILJE v Skriljah pri Ajdovščini.

Načrt je izdelan na podlagi gradbenega načrta, načrta strojnih instalacij, študije požarnega varstva in namenov prostorov. Vsa instalacija mora biti projektirana in izvedena v skladu z tehničnimi predpisi in standardi navedenimi v izjavah ter s pogoji iz izdanih soglasij prizadetih organov in organizacij.

Uporabljena literatura:

- Kaiserjev elektrotehniški priročnik
- Varovanje I. del - Lojze Eršte
- ozemljitve v električnih napravah I. del - Anton Bajec
- nizkonapetostne električne instalacije - Mitja Vidmar dipl. ing. elth.

Izvajalec elektroinstalacije mora ob tehničnem prevzemu predložiti sledeče a-teste oz. meritve:

- meritve kratkostičnih upornosti vodnikov,
- meritve izolacijske upornosti vseh tokokrogov,
- izjavo, da so vsi kovinski deli elektro naprav priključeni na zaščitni vodnik, meritve ozemljitvene upornosti.

2. NN priključek

Objekt ima obstoječi NN priključek 1x25A, ki pa ne bo ustrezal novi opremi obravnavanega objekta.

Predviden je novi NN priključek, ki se bo izvedel iz obstoječe transformatorske postaje TP-Skrilje skladno s projektnimi pogoji št. 7977 dne 09.04.2014, ki jih je izdalo podjetje ELEKTRO PRIMORSKA d.d., enota Nova Gorica.

Predviden je novi NN zračni kabel X00/0-A 3x70+71,5mm² od obstoječe TP-Skrilje preko obstoječih zidnih konzol na obravnavanem objektu do predvidene MPO na fasadi objekta.

Pri gradnji objekta je potrebno upoštevati varnostna pravila, ter dodatne varnostne ukrepe dogovorjene z distribucijo Elektro Primorska – nadzorništvo Ajdovščina.

3. TK priključek

TK priključek je obstoječ.

4. Napajanje objekta

Napajanje objekta se predvidi iz nove PMO (priključne merilne omare), ki je predvidena na fasadi objekta na lokaciji prvozne MPO.

Od predvidene nove PMO do predvidenega glavnega razdelilnika R-G, nameščenega v pitliču objekta, bo položen kabel FG70R 5x25 mm². Kabel bo varovan z varovalkami $I_n=3 \times 63$ A. Predvidena priključna moč je 43 kW.

5. Meritve električne energije

Meritve prevzete električne energije bodo izvedene na napetostnem nivoju 0,4kV. Merilne naprave bodo nameščene v novi PMO tako, da je omogočeno neovirano odčitavanje števca. Merilne naprave morajo biti pod ključem sistemkega operaterja distribucijskega omrežja in izbrane v skladu z internim pravilnikom o tehničnih pogojih za obračunsko mesto v distribucijskem omrežju za električno energijo.

Obsegati morajo:

- direktni trifazni števec delovne energije z dajalnikom impulza
(1x direktni trifazni univerzalni števec delovne energije z notranjo uro kl.2 (IEC) ali A (MID) s PLC komunikacijskim vmesnikom Iskraemeco.

Tip MT371-D1A54, 3x230/400V, 5-85A, 10-120A, PLC ali
Landis&Gyr tip ZMF120ACtFs, 3x230/400V, 5-85A, 10-120A, PLC z
modulom tip AD-FP91B140.

(tip merilnega števca se izbere po dogovoru z distribucijo)

6. Razdelilniki

Predvideni so razdelilniki po etažah in po posameznih zaključenih enotah:

- R-G (glavni pritličje), R-V.P. (večnamenski prostor), R-K.S. (krajevna skupnost), R-E.P. (energetski prostor), R-prireditve, R-N (nadstropje)

Razdelilniki bodo opremljeni z opremo, kot je razvidno iz enopolnih razdelilnih shem in popisa materiala. Priključki vseh dovodov in odvodov v razdelilniku, morajo biti dostopni od spredaj ter izvedeni tako, da je njihova pripadnost tokokrogom jasna in jih je mogoče odključiti posamezno. Fazni, nevtralni in zaščitni vodniki morajo biti priključeni na ločene zbiralke oz. vrstne sponke.

Električna oprema mora biti postavljena in grupirana tako, da ne more priti do pomoči pri posluževanju in do medsebojnih škodljivih vplivov.

Na primerno mesto naj se v razdelilniku namesti razdelilna shema. Oprema in posamezni tokokrogi morajo biti označeni z napisi v napisnih okvirčkih.

Na zunanji strani vrat naj se namesti opozorilni znak in označi razdelilnik tako kot je označen v enopolni razdelilni shemi.

7. Izvedba elektroinstalacije

Obstoječa elektroinstalacija v obstoječem objektu se odklopi in v celoti demontira.

Nova elektroinstalacija za razsvetljavo in moč se bo izvedla p/o s kabli FG7R, ter NPI. Kabli bodo vpeljani delno na kabelske police, delno v plastična kabelska korita, delno v plastične instalacijske cevi (p.i.c.), delno vpeljanimi v PN negorljive cevi, delno v fleksibilne ojačane cevi, v pisarnah v parapetne kanale.

Predvideni prerezi vodnikov, kablov:

- | | |
|------------------|--|
| -za razsvetljavo | kabel NPI 3x1,5 (5x1,5)mm ² |
| - za moč | kabel NPI 3x2,5, 5x2,5mm ² |

Razvod instalacije v objektu bo potekal p/o v plastičnih instalacijskih ceveh, v plastičnih kabelskih koritih, ter delno na kabelskih policah.

Prižiganje razsvetljave na hodnikih bo izvedeno s tipkali preko impulznega releja, v ostalih prostorih bo izvedeno s stikali nameščenimi ob vratih na višini 1,2 m od tal. V pritličju objekta je predvidena tudi celonočna razsvetljava, ki se bo vklopjala preko ustreznega foto upora, ki se namesti na fasado izven vpliva umetne svetlobe.

Vtičnice so predvidene p/o izvedbe, 16A z zaščitnim kontaktom in se namestijo na višini 0,4m, oziroma nad delovnimi površinami na višini 1,2m od tal. Pozicija vtičnic in izvodov mora biti usklajena s projektom notranje opreme.

Predvidijo se tudi priključki vseh vtičnic, priključke avtomatike splakovalnikov WC, pisoarjev, ventilatorjev.

Električne instalacije so predvidene tudi v skladu s projektom strojnih naprav. Pri tem morajo biti kabli položeni po kabelskih policah, v instalacijskih kanalih, po priponah in delno v samoglasnih instalacijskih ceveh oz. v gibljivih plastificiranih kovinskih ceveh.

Lokalno je izklop napajanja predviden z glavnimi stikali na posameznih razdelilnikih.

Potrebno je izvesti ekvipotencialno vez vseh kovinskih mas in zaščitnega vodnika instalacije (PE). Za izenačevanje potencialov je v vsakem objektu predvidena glavna ozemljitvena zbiralnica, ki se namesti v n/o dozi, v pritličju. Nanjo povežemo: glavni N vodnik, glavni ozemljitveni vodnik, glavni PE vodnik, glavne vodnike za izenačevanje potencialov, ki povezujejo vse kovinske dele v objektu.

Prenapetostna zaščita: Za zaščito pred prenapetostmi, javljajočimi zaradi učinkov udarov strele, stikalnih manevrov, dvigov napetosti pri kapacitivnih obremenitvah, se uporabljajo prenapetostni odvodniki. Ti so vgrajeni v vsaki fazi proti zemlji.

8. Razsvetljava

Razsvetljava se v objektu deli na:

- splošno razsvetljavo, ki predstavlja osnovno razsvetljavo prostorov
- varnostno razsvetljavo
- zunanjo razsvetljavo

Prostori in delovna mesta, kjer je pomembno razpoznavanje barv morajo biti opremljena s svetili z belo svetlobo, katerih barvni spekter je podoben barvnemu spektru dneвне svetlobe (6000K). Svetlobna tehnika in razpored svetilk mora biti izvedena z upoštevanjem namembnosti posameznega prostora, hkrati naj bo usklajen z zahtevami arhitekture.

Izračun razsvetljave v objektu je bil opravljen z računalniškimi programi proizvajalca svetilk, ter po metodi izkoristka. V večnamenskem prostoru je predvidena razsvetljava z nadgradnimi linijskimi svetilkami z zaščito pred udarci žoge. Prižiganje bo možno kombinirano. V prostorih s spušenim stropom so predvidene vgradne fluo svetilke s paraboločnim rastrom, v ostalih prostorih so predvidene nadgradne fluo svetilke, v pomožnih prostorih pa so predvidene fluo svetilke prahotesne izvedbe. Razsvetljava v pomožnih prostorih je izvedena delno s fluo svetilkami, delno s svetilkami z varčnimi žarnicami. Upoštevali smo, barvo stropov, sten in tlakov.

Zunanja razsvetljava se omejuje na osvetlitev vhodov objekta. Celotna električna moč zunanje razsvetljave obravnavanega objekta, ne presega 10kW.

Potrebne moči žarnic za stranske prostore smo določili skladno z DIN 5035.

V izračunih razsvetljave so bili upoštevani naslednji nivoji osvetljenosti:

- hodniki stopnišča	150-200lx
- pisarne	300-400lx
- učilnice	300-400lx
- jedilnica	250lx
- večnamenski prostor	400-500lx
- pomožni prostori	150-200lx
- tehnični prostori	250lx

Svetlobno tehnični izračun za določene prostore je bil opravljen z računalniškim programom in je razviden iz dodatka po tehničnem poročilu.

Upoštevana je bila uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur.l. RS št.: 81/2007).

9. Varnostna razsvetljava

Varnostna razsvetljava – zasilna omogoča orientacijo v prostoru v primeru izpada električne energije. Namenjena je osvetljevanju (1 lx) in označevanju smeri evakuacijskih poti in prostorov, kjer se nahajajo pomembne električne omare in hidranti. Izdelana je v skladu z veljavnimi predpisi in študijo požarne varnosti.

Izvedla se bo svetilkami LED11W z vgrajenimi akumulatorji, ki delujejo 1 uro po izpadu omrežne napetosti. Zasilne svetilke morajo biti nameščene nad evakuacijskimi vrati, na križiščih, hodnikih, v skupnih prostorih, v laboratorije in na najkrajše poti ter izhode iz objekta.

Svetilke se bodo napajale in preizkušale iz posameznih razdelilnikov v pritličju, in 1. nadstropju. Nova instalacija se bo izvedla s kabli NPI 3x1,5mm² položenimi delno v p.i.c., delno na kabelske police, delno v PN cevi.

Svetilke se označijo, tako da je na njih razvidno iz katerega razdelilnika se napajajo, številka tokokroga v razdelilniku, ter zaporedna številka svetilke, kar je razvidno iz sheme razvoda varnostne razsvetljave.

10. Tabela obremenitev in dimenzioniranje vodnikov

Vsi vodniki so dimenzionirani glede segrevanja, zaradi koničnih tokov v njih po SIST standardih.

Prav tako so določene jakosti v A (amper), za pripadajoče instalacijske varovalke, vendar tako, da je varovalka najšibkejši element v tokokrogu - glede obremenitve po toku.

Vodi so dimenzionirani z upoštevanjem prereza, materiala, ter vrste izolacije vodnika, števila vzporedno položenih in obremenjenih vodnikov, zunanje temperature, načina polaganja, ter z upoštevanjem selektivnosti delovanja.

Vodniki pod napetostjo so zaščiteni z napravami za samodejno prekinitev napajanja v primerih, ko so preobremenitve večje od $1,45 \times I_z$ (zdržni). Izvršena je koordinacija zaščite

pred preobremenitvijo in kratkim stikom. Mehansko so vodniki dimenzionirani v odvisnosti od načina polaganja in velikosti sil kratkih stikov.

IZRAČUNI:

a) Pregled intalirane in konične moči:

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnikov upoštevamo vsoto instaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti in obremenitve ter izkoristek priključenih aparatov.

$$P_k = \frac{P_i \times F_0 \times F_i (kW)}{\eta} \qquad P_k = f_p \times P_k \qquad I_k = \frac{1000 \times P_k}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

$P_k (kW)$ konična moč razdelilnika

$P_i (kW)$ inštalirana moč

f_i faktor istočasnosti

f_i faktor obremenitve

η izkoristek priključenih aparatov

f_p faktor prekrivanja

I_k konični tok

$\cos \varphi$ faktor moči

$U (V)$ nazivna napetost

b) Zaščita pred prevelikimi toki je izvedena z varovalkami; instalacijskimi odklopniki

- $Z = Z_m + Z_v + Z_k (\Omega)$

Z_m - upornost mreže, Z_v - upornost voda, Z_k - upornost kontaktnega mesta

- $I_k = U_0 \div Z = 230V \div Z (A)$

c) Zaščita pred kratkostičnim tokom:

Zaščitna naprava mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- odklopna zmogljivost zaščitne naprave mora biti večja od pričakovanega kratkostičnega toka
- kratkostični tok mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne temperature

Za kratke stike, ki trajajo od 0,1 do 5s velja enačba:

$$t \leq \left(k \times \frac{S}{I}\right)^2 (s)$$

$k=115$... za Cu vodnike s PVC izolacijo

$k=74$... za Al vodnike s PVC izolacijo

$S \text{ (mm}^2\text{)}$ – presek vodnika

$I(A)$ – efektivna vrednost toka kratkega stika

$t_i = 0,4s$ za vtičnice, $t_i = 5s$ za stalno priključene porabnike

Zaščitna naprava mora izklopiti v času $t_i = t$

d) Zaščita pred preobremenitvenim tokom :

1. pogoj $I_b = I_n = I_z$

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

I_b = tok obremenitve, I_n = nazivni tok zaščitne naprave

I_z = trajni zdržni tok vodnika

I_2 = tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave

$k = 1,2$ – za zaščitna stikala; $k = 1,45$ – za instalacijske odklopnike

Nizkonapetostne talilne varovalke	
$I_n(A)$	k
2 in 4	2,1
6, 10, 13	1,9
$16 < I_n < 63$	1,6
$63 < I_n < 160$	1,6
$160 < I_n < 400$	1,6

e) Kontrola padcev napetosti:

Padci napetosti so preverjeni za vodnike do 16 mm^2 :

$$\text{Cu} - 400/230\text{V}: U = P \times \frac{1}{S} \times 81 \quad (\%)$$

$$230\text{V}: U = P \times \frac{l}{S} \times 13,5 \quad (\%)$$

Za vodnike nad 16 mm^2 , so padci napetosti izračunani po formuli:

$$U = k \times P \times \frac{l}{S} \quad (\%) \quad k = \frac{X}{R} \times \tan \varphi$$

k - Električni izračuni razdelilnih omrežij, M. Plaper

U – padec napetosti, S – presek vodnika, l – dolžina kabla

Vodi so dimenzionirani tako, da so padci napetosti manjši od:

- 3% za električne instalacije za razsvetljavo, če se električna inštalacija napaja iz NN omrežja (priključne omarice)
- 5% za električne instalacije za razsvetljavo, če se električna inštalacija napaja neposredno iz lastne TP, ki je priključena na visoko napetost
- 5% za tokokroge drugih porabnikov, če se električna inštalacija napaja iz NN omrežja
- 8% za tokokroge drugih porabnikov, če se električna inštalacija napaja neposredno iz lastne TP, ki je priključena na visoko napetost

DIMENZIONIRANJE NAPAVALNIH KABLOV:

U% - padec napetosti na koncu voda

λ - specifična prevodnost (S m/mm^2)

$\Sigma P \cdot l$ - moment moči (kWm)

S – presek vodnika (mm^2)

U – medfazna napetost za trifazni vod; fazna napetost za enofazni vod (V)

r - ohmska upornost $\Omega / \text{km}_{\text{fazo}}$

x – induktivna upornost $\Omega / \text{km}_{\text{fazo}}$

1. Napajalni kabel od predvidene PMO na fasadi objekta, do predvidenega razdelilnika R—G v pritličju:

kabel: FG7R 5 x 25 mm^2 $l = 32 \text{ m}$

$$I_{\text{dopustni}} = 95 \text{ A}$$

$$I_{\text{varovalke}} = 3 \times 63 \text{ A}$$

$$P_{\text{konicna}} = 43 \text{ kW}$$

$$r = 0,823 \Omega / \text{km}$$

$$x = 0,086 \Omega / \text{km}$$

$$\Delta U \%_1 = \frac{P \times l}{10 \times U^2} \times (r + x \times \operatorname{tg} \varphi)$$

$$\Delta U \%_1 = \frac{43kW \times 0,032km}{10 \times (0,4kV)^2} \times (0,823 + 0,086 \times 0,328) = 0,73\%$$

Kontrola na tok kratkega stika:

$$l = 7m$$

$$R_{k1} = r \times 2l = 0,823 \times 2 \times 0,032 = 0,052\Omega / km$$

$$X_{k1} = x \times 2l = 0,086 \times 2 \times 0,032 = 0,0055\Omega / km$$

2. Napajalni kabel od razdelilnika R-G do predvidenega razdelilnika R-N v nadstropju objekta:

kabel: NPI 5 x 10mm² $l = 11m$

$$I_{dopustni} = 52A$$

$$I_{varovalke} = 3 \times 25A$$

$$P_{konicna} = 19,0kW$$

$$r = 2,06 \Omega / km$$

$$x = 0,094 \Omega / km$$

$$\Delta U \%_2 = \frac{P \times l}{10 \times U^2} \times (r + x \times \operatorname{tg} \varphi)$$

$$\Delta U \%_2 = \frac{19,0kW \times 0,011km}{10 \times (0,4kV)^2} \times (2,06 + 0,094 \times 0,328) = 0,27\%$$

Kontrola na tok kratkega stika:

$$l = 11m$$

$$R_{k2} = r \times 2l = 2,06 \times 2 \times 0,011 = 0,0453\Omega / km$$

$$X_{k2} = x \times 2l = 0,094 \times 2 \times 0,011 = 0,002\Omega / km$$

3. Napajalni kabel od razdelilnika R-N, do najneugodnejšega porabnika v nadstropju - tokokrog št.: 12.

kabel: NPI 3 x 2,5mm² $l = 26m$

$$I_{dopustni} = 36A$$

$$I_{varovalke} = 1 \times 16A$$

$$P_{konicna} = 2Kw$$

$$r = 8,23 \Omega / km$$

x = zanemarljiv

$$\Delta U\%_3 = \frac{200 \times P \times l}{\lambda \times S \times U^2}$$

$$\Delta U\%_3 = \frac{200 \times 2 \times 0,026}{56 \times 2,5 \times (230V)^2} = 1,4\%$$

Kontrola na tok kratkega stika: $l = 26m$

$$R_{k4} = r \times 2l = 8,23 \times 2 \times 0,026 = 0,427\Omega / km$$

X_{k4} = zanemarljiv

Skupni padec napetosti od PMO, do najneugodnejšega porabnika v nadstropju znaša:

$$\Sigma U\% = \Delta U\%_1 + \Delta U\%_2 + \Delta U\%_3 + \Delta U\%_4$$

$$\Sigma U\% = 0,73 + 0,27 + 1,4 = 2,4\%$$

$$\Sigma R_k = R_{k1} + R_{k2} + R_{k3} = 0,524\Omega / km$$

$$\Sigma X_k = X_{k1} = 0,0075\Omega / km$$

$$Z = \sqrt{\Sigma R_k^2 + \Sigma X_k^2} = 0,524\Omega$$

$$Z = 0,524 / f + Z_{omrezja}$$

$$Z = 0,524\Omega / f + 0,1 = 0,624\Omega$$

$$I_k = \frac{U}{Z} = \frac{230V}{0,624\Omega} = 368,6A$$

Primerjamo z instalacijskim odklopnikom v R-N - I_v (tokokrog št.12) = 16A.

Minimalni prerez kabla:

$$I_s = I_t = I_k = 368,0A$$

$$A = I_k \times 8,7 \sqrt{0,01} = 0,368kA \times 8,7 \times 0,1 = 0,32mm^2$$

$$C = 8,7 \text{ C za Cu vodnike; } t_1 = 65^\circ C, t_2 = 160^\circ C, t = 0,01$$

11. Zaščita pred električnim udarom

Predvidi se TN-S razdelilni sistem s samodejnim odklopom napajanja okvarjenega dela napeljave. Zaščita pred neposrednim dotikom, je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo vseh elementov električne instlacije v ohišja.

Zaščita pred posrednim dotikom, pa je izvedena s samodejnim izklopom napajanja okvarjenega dela instalacije, ki prepreči, da bi se ob okvari vzdrževala napetost dotika tako dolgo, da bi obstojala nevarnost. Zaščita je izvedena z uporabo zaščitnih naprav pred prevelikim tokom: varovalke, instalacijski odklopniki.

Uspešno delovanje zaščite, je zagotovljeno s tem, da predvidimo v vsakem tokokrogu zaščitno zanko tako majhne impedance, da lahko steče skozi zanko odklopilni tok zaščitne naprave. Kratkostično zanko tvorijo fazni in zaščitni vodniki (PE zelenorumenene barve), ki so predvideni v vsakem tokokrogu in vseh napajalnih kablji do izvora električne energije. S kratkostično zanko so z zaščitnimi vodniki vezani tudi vsi izpostavljeni prevodni deli (ohišja el. naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd.)

Kontrola delovanja zaščite: zaščita s samodejnim izklopom napajanja deluje uspešno, če pri stiku faznega vodnika z zaščitnim vodnikom steče večji tok kratkega stika od toka delovanja zaščite.

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

I_a ... tok delovanja zaščite v predpisanem času (A)

I_k ... tok kratkega stika

U_0 ... fazna napetost

Z_s ... celotna impedanca kratkostične zanke

R ... celotna ohmska upornost kratkostične zanke (Ω)

X ... celotna reaktanca kratkostične zanke (Ω)

Pri izračunu I_k uporabljamo v praksi ohmske upornosti, ker so običajno induktivne zanemarljive. Dovoljeni čas izklopa napajanja znaša največ $5s$ pod pogojem, da se pri tem na tokokrogih ne pojavi višja napetost dotika od dopustne; to je 50V. Najvišjo pričakovano napetost dotika na mestu okvare ali razdelilniku računamo po naslednjem obrazcu:

$$U_p = I_k \cdot Z_{pe} = I_k \cdot R_{pe}$$

U_{pe} ... pričakovana napetost dotika

R_{pe} - celotna upornost zaščitnih vodnikov kratkostične zanke

Najdaljši odklopni čas v omrežju TN za končne tokokroge, ki napajajo vtičnice ali prenosne ročne aparate razreda I., ki se med uporabo premikajo ročno:

U_0 (V)	t (s)
< 50	∞
50	5
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400, Ex	0,1

12. Instalacija strukturiranega ožičenja

Telefonska in računalniška instalacija bo združena izvedena po sistemu strukturiranega kabskega ožičenja. Osnovni podatki za izdelavo projekta univerzalnega strukturiranega ožičenja so bili:

- podatki o uporabniku
- razpored in namembnost prostorov na podlagi gradbenih načrtov
- drugi osnovni podatki in smernice za projektiranje
- splošni mednarodno veljavni standardi za ožičenje

Telefonska instalacija se izvede iz predvidene nove TK priključne omarice PA-20 nameščene na fasadi objekta. Dovod v objekt se zaključi na krone letvicah z ustrezno prenapetostno zaščito. Povezava od priključne TK omarice do komunikacijskega vozlišča v prostoru računalniški kabinet v nadstropju, se bo izvedla s kablom IY(St)Y 10x2x0,6mm. Instalacija od komunikacijskega vozlišča, do vtičnic CAT 5e, se bo izvedla z UTP CAT6 4 x 2 x 0,25 in RJ45 vtičnicami, vpeljanimi v p.i.c. Ø 16mm, ter na kabske police.

Vtičnice v pisarnah se namestijo v parapetne kanale na višini 0,8m od tal, oz. skladno z opremo. Predvidi se tudi razvod za brezžični dostop do interneta (Wi-Fi). Brezžični dostop je predviden na dveh lokacijah: v pritličju in nadstropju.

Komunikacijska omara bo sestavljena iz omar tip: DS 46HE: s teklenimi vrati in sledečo opremo: priključni panell 20 potr CAT3 za telefonijo, paneli 24 port CAT6 UTP, police, vodila kablov, PATCH kabli, ter energetske razdelilci (230V vtičnice).

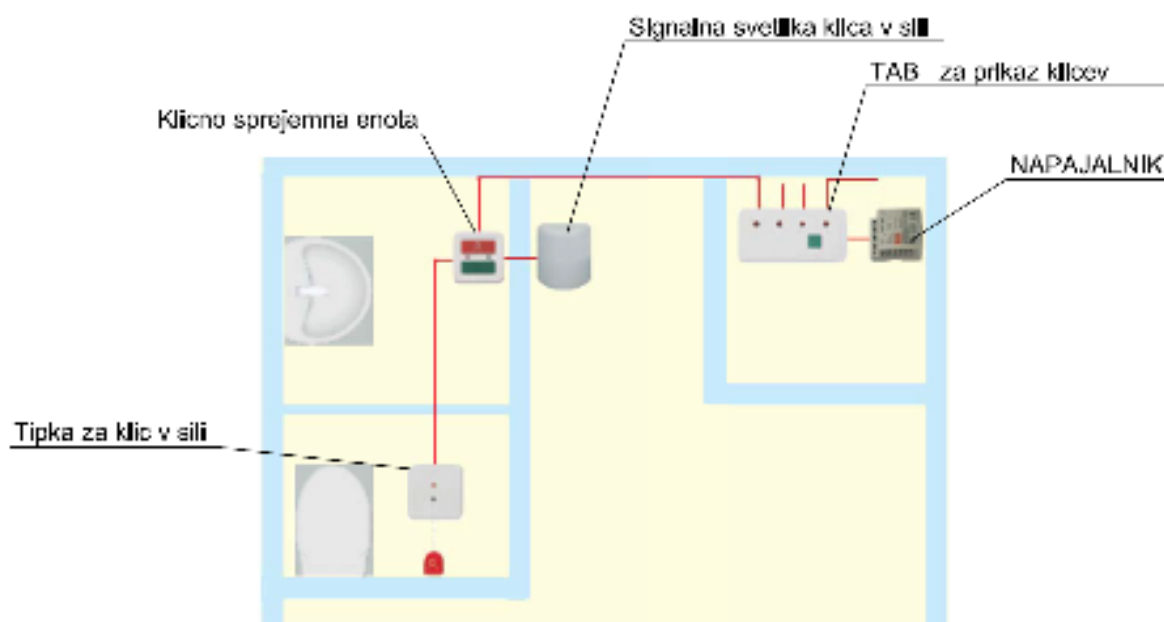
13. Multimedijška oprema

V učilnicah je na stropu predviden interaktivni videoprojektor za kratke razdalje. Projekcija bo na belo stensko magnetno tablo. Projektor bo napajan iz podometne doze, iz katere bo napajana tudi multimedijška naprava. V večnamenskem prostoru pa je predviden klasični video projektor na stropu, ter platno 300x240cm. Predvideno je ozvočenje v učilnicah, ter večnamenskem prostoru in hodnikih. Ojačevalna paprava je predvidena v večnamenskem prostoru.

V vseh učilnicah, večnameskem prostoru, zbornici , jedilnici in na hodnikih so predvidene dvostranske, oz. enostranske minutne ure, ki bodo povezane z matično uro s programatorjem zvonjenja. Matična ura HMPE700 bo nameščena v zbornici.

14. SOS sistem invalidi

Za WC invalidi predpis zahteva možnost vključitve nujnega klica. V primeru nesreče ga invalid vključi s pomočjo poteznega SOS tipkala ali z enoto klica, nameščeno poleg WC školjke. Klic je posredovan v prostor, kjer je nekdo vedno prisoten, kjer se signalizira svetlobno in zvočno. Razrešitev klica je možna le pred vrati WCja-sanitarij, v katerem je bil sprožen klic. To zahteva obvezno posredovanje, kar preprečuje eventualno izgubo poziva. Nujni klic je svetlobno-zvočno prikazan na tabloju receptorja oz. zaposlene osebe in se izključi z razrešitvijo. SOS sistem je predviden v sanitarijah za invalide, pred katerim bo nameščen tudi svetlobno-zvočni opozorilnik.



Prikaz delovanja SOS poziva

15. Strelovodna instalacija

15.1. Splošno

Objekt bo zaščiten pred udarom strele s strelovodno inštalacijo. Strelovod mora biti izveden tako, da lahko odvede atmosferska razelektrenja v zemljo brez škodljivih posledic in da pri odvajanju atmosferskega udarnega razelektrenja ne pride do preskoka elektrine.

Ozemljitvene vodnike je potrebno polagati v čim bolj ravnih linijah in se izogibati ostrim zavojem ter nepotrebnim prekinitvam. Največja dopustna sprememba smeri je 90°.

Stike na strelovodni inštalaciji je potrebno izvesti z varjenjem ali vijačenjem. Vsa inštalacija mora biti dobro zaščitena pred korozijo, posebno stiki in odvodi v zemljo ali izvedena iz korozijsko odpornega materiala. Betonsko armaturo objekta je potrebno na dveh ali več mestih povezati z ozemljitvijo.

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

Upoštevana je bila tehnična smernica TSG-N-003:2009.

Pregled strelovodne naprave je potrebno izvesti :

- po končani montaži strelovodne naprave;
- po vsakem udaru strele v napeljavo ali objekt;
- v rednih periodičnih presledkih.

O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami. Iz njega mora biti razvidno ali je strelovodna naprava brezhibna in kakšna morebitna popravila so na njej potrebna.

15.2 Določitev zaščitnega nivoja sistema zaščite pred delovanjem strele

Namen izbire ustreznega zaščitnega nivoja je znižanje tveganja poškodb pod največji dopustni nivo zaradi direktnih udarov strele v objekt.

Izbira ustreznega zaščitnega nivoja za načrtovan sistem zaščite pred delovanjem strele temelji na pričakovani pogostosti direktnih udarov strel N_d in na dopustni letni pogostosti udarov strele N_c .

V našem primeru smo dobili **četrti nivo zaščite**, kar pomeni, da je potrebno strelovodno inštalacijo izvajati po zahtevah za četrti nivo zaščite.

Izračun rizika tveganja:

Riziko tveganja se izračuna po standardu SIST HD 62305-2. Izračun je izdelan s programom IEC Risk Assessment Calculator: Version 1.0.3.

Objekt: DOMA KRAJANOV SKRILJE

Dimenzije:

Dolžina:	37m
Širina:	24m
Višina:	10m
Najvišja točka objekta:	11m
Zbirna površina:	7375 m ²

Število vrisanih odvodnih vodov: 12

Povprečja razdalja med odvodi: 16m

Struktura:

Riziko zaradi fizične škode na zgradbi: Nizek
Učinkovitost zaslanjanja oklopov v zgradbi: Povprečen
Notranje ožičenje: Neoklopljeno

Lokacija:

Faktor umeščanja: Objekt v bližini objekta s podobno višino
Faktor okolja: Podeželje
Gostota udarov strel: 7,3 udarov/km²

Napajalni vodi:

Napajalni NN vod: Nadzemni vod
Napajalni telefonski vod: Nadzemni vod

Vrsta zaščite:

Sistem zaščite pred delovanjem strele LPS: Zaščitni nivo IV
Protipožarna zaščita: Ročni gasilni aparat
Notranji sistem zaščite: Prenapetostna zaščita

Rezultati izračuna:

	<i>Tolerančna vrednost rizika (Rt)</i>	<i>Rizik zaradi direktnega udara strele (Rd)</i>	<i>Rizik zaradi indirektnega udara strele (Ri)</i>	<i>Skupna vrednost rizika (R)</i>
Izguba človeškega življenja	1,00E-05	1,36E-06	2,11E-06	3,47E-06
Izguba javne oskrbe	1,00E-03	4,04E+07	2,90E+04	2,91E+04
Izguba kulturne dediščine	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Izguba gospodarske vrednosti	1,00E-03	3,10E-06	2,95E-04	2,98E-04

15.3 Izvedba strelovodne instalacije

Predvidena je izdelava strelovodne instalacije z aluminijasto leguro ali Rf vodnikom, pritrjenim na strešno kritino in obrobno pločevino s tipskimi nosilnimi elementi ustreznimi dejanski kritini na objektu. Lovilni sistem bo izveden iz lovilnih vodnikov – Al vodnik Ø 8mm na podporah v medsebojni razdalji 1,1m, pritrjenim na steno objekta lai podometno. Zanke lovilnih vodnikov na strehi ne smejo biti večje od 20m. Z lovilnimi vodniki se povežejo tudi vsi žlebovi in odtoki za meteorno vodo, kovinske obrobe in ostale kovinske mase.

Odvodniški sistem:

Zunanji strelovodni odvodniki – Al vodnik Ø 8mm so nameščeni med lovilnim sistemom in ozemljitvenim sistemom. **Preskusni spoj** se vgradi v povezavi med glavnimi strelovodnimi odvodniki in med ozemljitvenim sistemom 1,5m od tal. Povezava med preskusnim spojem in ozemljitvenim trakom se izvede s povezovalnimi vodniki Rf 30 x 3,5mm. Merilni spoji se izvedejo v merilnih omaricah ali se predvidijo ustrezni merilni spoji z ustreznimi vertikalnimi zaščitami in nosilci vertikalnih zaščit (h=1,5m).

- Strešne pritikline (dimnike, kolektorji,...) se **ne povežejo** na strelovodno instalacijo, temveč se zaščitijo z lovilnimi palicami ustrezne višine. Višina palic se določi glede na dejansko višino strešnih pritiklin, višina se določi po metodi krogle oz. zaščitnega kota ustreznega zahtevam standarda SIST EN 62305.

Ozemljitveni sistem:

Nadaljevanje strelovodnih odvodnikov bo na krožno ozemljilo in delno na temeljsko ozemljilo, iz pocinkanega valjenca Rf 30 x 3,5mm, nameščenega na razdalji približno 1m okrog objekta v zemlji od 0,6m do 0,8m globoko. Na krožno ozemljilo se povežejo vsi glavni in pomožni odvodi, razdelilci, glavna zbiralka za izenačitev potencialov. Križanje strelovodne instalacije z ostalimi električnimi instalacijami se izvede tako, da se elektroinstalacije položijo v I.C. ceveh. Križanje naj bo po možnosti izvedeno čim bolj pod pravim kotom. Stiki vseh elementov za strelovode in naprave morajo biti izvedeni kvalitetno, zaščiteni morajo biti pred korozijo.

Zaščitni nivo	Razdalje med odvodi	
	Velikost krogle (m)	Velikost mreže (m)
I	20	5
II	30	10
III	45	15
IV	60	20

15.4 Dimenzioniranje ozemljila

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost manjša od 10Ω , najprimernejša. V našem primeru imamo notranji sistem SPD izveden s prenapetostnimi odvodniki na vseh vstopajočih električnih vodnikih v objekt v skladu s SIST EN 62305-4. Glede na navedeno mora biti ozemljilna upornost $R_{oz} \leq 5\Omega$.

Ponikalno upornost krožnega ozemljila izračunamo po enačbi:

$$R = \frac{\varphi}{\pi \times l} \ln \frac{2 \times l}{d} (\Omega), \text{ kjer pomeni}$$

φ - specifično upornost tal (ocenjena na 200 (Ω m))

d - premer vodnika v m (pri traku: polovica širine)

l - dolžina vodnika v m ($l = 480$ m)

Ponikalna upornost ozemljila je enaka:

$$R = \frac{\varphi}{\pi \times l} \ln \frac{2 \times l}{d} = \frac{150}{\pi \times 280} \ln \frac{2 \times 280}{0,015} = 1,8 < 5\Omega$$

Ponikalna upornost ustreza zahtevam.

Po končani montaži strelovodne instalacije je potrebno izvesti kontrolo in meritve upora ozemljitve. Meritev je potrebno opraviti v suhem vremenu. Za pregled in preizkušanje strelovodnih napeljav so pomembni čl.7, TP-9 in to zlasti 7.2 in 7.3.

15.5 Stiki:

Stiki so vijačeni ali varjeni. Trakasti vodniki so spojeni tako, da segajo 10cm drug čez drugega in so pritrjeni vsaj z dvema vijakoma.

Pregled in preizkus strelovoda:

Po namestitvi strelovodne zaščite se opravi pregled skladno z veljavnimi normativi.

Pregled je treba opraviti:

- med instaliranjem LPS (lightning protection system - strelovodni zaščitni sistem)
- po končanju del na LPS instalacijah
- po vsaki spremembi, oz. popravilu ščitene zgradbe
- po vsakem poznanem udaru strele v LPS
- vizualni pregled najmanj enkrat na leto

- popolni pregled vsakih dve, do šest let

Pri pregledu je treba ugotoviti:

- da je sistem v zadovoljivem stanju
- da ni slabih spojev in ne slučajnostnih prekinitev pri LPS vodnikih in njih spojih
- da zaradi korozije ni oslabil nobeden del sistema, zlasti ne pri tleh
- da so vsi ozemljitveni priključki nepoškodovani
- da so vsi vodniki in vse komponente sistema pritrjeni na montiranih površinah in da so komponente za mehansko zaščito nepoškodovane.
- da ni prišlo do dodatnih sprememb na ščiteni zgradbi, ki bi zahtevale dodatno zaščito
- da ni znakov okvar na prenapetostnih odvodnikih, ali okvar na varovalih, ki ščitijo SPD-je. (Surge protection device – prenapetostni odvodnik)
- da je bilo izvedeno pravilno izravnalno povezovanje na vsaki novi instalaciji, ali pri dodatnih delih, ki so bila opravljena na notranjih delih zgradbe, po zadnjem pregledu in da je zagotovljena neprekinjenost pregledov
- da so povezovalni vodniki in spoji znotraj zgradbe brezhibni
- da sistem ustreza v vsakem pogledu zahtevam IEC 1024-1 njih uporabnim navodilom in zahtevam IEC Zaščita pred LEMP, 1.del: Splošni principi:

Poročilo o pregledu LPS mora vsebovati sledeče informacije:

- splošno stanje lovilnih vodov in drugih komponent lovilnega sistema.
- splošna stopnja korozije in stanje korozijske zaščite
- zanesljivost povezav LPS vodnikov in ostalih komponent
- meritve ozemljitvene upornosti sistema
- dokumentacijo o vseh spremembah in povečavah na LPS-u in o spremembah na zgradbi. Dodatno je potrebno pregledati načrte in popis sestave LPS-a
- rezultate izvedenih preizkusov

Pri vsakem pregledu je treba sestaviti zapisnik in vanj vpisati vrednosti, ki so bile ugotovljene z meritvami. Iz zapisnika mora biti razvidno ali je napeljava brezhibna in ali so morebitna popravila na njej potrebna. V celotnem objektu se izvede izenačenje potenciala vseh kovinskih delov.

16. Izenačitev potenciala

Ker je strelovodna naprava povezana z električno napeljavo, je potrebno v vse razdelilnike namestiti prenapetostne odvodnike. V objektu se izvede izenačenje potenciala vseh kovinskih delov. S tem se prepreči preboje na ohišja in kovinske dele drugih naprav instalacij, ki so posledica razelektritvenega toka, ki ustvari po udaru strele močno magnetno polje v okoliških zankah, kar inducira napetost, ki uničuje naprave in predstavlja možnost za preskok iskre in s tem nastanek požara.

Zagotovljena mora biti galvanska povezava vseh kovinskih mas v objektu kot so: kovinska vrata objekta, kovinska okna, kovinske konstrukcije objekta in nadstrešnice, cevovodi, cevovode sanitarne vode, komprimiranega zraka, temeljno in strelovodno ozemljilo objekta, kovinske dele naprav in opreme v objektu, dovodvne vode naprav prenapetostne zaščite ter zaščitni PE vodnik. Vse dodatne izenačitve potencialov (DIP) se povežejo na glavne zbiralke za izenačitev potencialov (GIP), ki naj bodo v bližini glavnih razdelilnikov. DIP uporabimo le na delu inštalacije, kjer je povečana nevarnost električnega udara (mokri prostori zaradi narave tehnologije). Na skupni zbiralki GIP, mora biti povsem jasno razvidna vsaka sponka, kateri skupini galvanskih povezav izenačitev potencialov pripada, biti pa mora tudi ustrezno označena. Zbiralka GIP je izdelana iz ploščatega bakra, dimenzij 30x5mm, dolžine 300mm in je nameščena izolirano od kovinskih delov posamezne razdelilne omare.

Najmanjši prerezi zaščitnih vodnikov znašajo:

- do prereza faznega vodnika 16mm^2 je enak prerezu faznega vodnika,
- do prereza 35mm^2 je enak 16mm^2 ,
- nad prerezom 35mm^2 je enak prerezu $\frac{1}{2}$ faznega vodnika zaokrožen na pravi večji standardni prerez

Vse povezave na GIP in DIP so razvidne iz priložene sheme. Izvajalec instalacije izenačitve potencialov mora preveriti ponikalno upornost v suhem vremenu. Rezultate meritev z zapisnikom, mora predložiti investitorju. Kriterij za izenačitev potenciala določa standard IEC 1024.

Št.projekta: 208/2013

NAVEDBA TEHNIČNIH PREDPISOV IN NORMATIVOV

- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne instalacije v stavbah (Ur.l. RS, št. 41/2009).
- Zakon o graditvi objektov (Ur. l. RS 110/02).
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS 28/2009)
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93/2008, 47/2009)
- Navodila DES za izenačitev potencialov v zgradbah
- SIST HD 60364-4-41 - Nizkonapetostne električne instalacije – Zaščitni ukrepi
- SIST EN 50086-1:1999 – Sistemi kanalov za električne instalacije – 1.del: Splošne zahteve
- SIST EN 50110-1:1999 – Obratovanje električnih inštalacije
- SIST EN 60269-1/A1: 1995, A2: 1999 – Nizkonapetostne varovalke 1.del: Splošne zahteve z dopolnitvami (A1,A2)
- SIST EN 60269-1: 2000 - Nizkonapetostne varovalke 1.del: Splošne zahteve
- SIST EN 60269-3: 1995 - Nizkonapetostne varovalke 3.del: Dodatne zahteve za varovalke, ki jih uporabljajo nestrokovne osebe (uporaba varovalk zlasti v gospodinjstvih in podobnih okoljih)
- SIST EN 60439-1: 1995/A1, A2, A11: 1998 – Sklopi nizkonapetostnih stikalnih naprav 1.del: tipsko preizkušeni in delno tipsko preizkušeni sklopi
- SIST EN 60529 – 1997 – Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP)
- SIST EN 60598-1:1995/A1:1996-Svetilke-1.del: Splošne zadeve in preizkusi z dopolnitvijo (A1)
- SIST EN 60947 - 1/A1:1999,A2 Nizkonapetostne naprave-1: Splošna pravila,
- Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Ur. l. RS št. 64/94 in 51/06)
- Uredba o organiziranju, opremljanju in usposabljanju sil za zaščito, reševanje in pomoč (Ur. l. RS št. 92/07 in 54/09)
- Tehnična smernica TSG-N-002:2009, Nizkonapetostne električne inštalacije
- Tehnična smernica TSG-N-003:2009, Zaščita pred delovanjem strele