elgro Projektiranje, svetovanje in nadzor v elektrotehniki e-mail: Marjan.Grobelsek@amis.net
MARJAN GROBELŠEK s.p., *Verače 27a, Podčetrtek* mob: 041-751-926 tel:03-809-5550

NASLOVNA STRAN NAČRTA

3 - NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OPREME

OSNOVNI PODATKI O RADNJI	
naziv gradnje	**VEČNAMENSKI OBJEKT – PGD Planina pri Sevnici 70, 3225 Planina pri Sevnici**
kratek opis gradnje	**Izvedba električnih inštalacij v večnamenskem objektu**
Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.	
vrste gradnje *Označiti vse ustrezne vrste gradnje*	☑ **novogradnja - novozgrajen objekt** **novogradnja - prizidava**

DOKUMENTACIJA	
vrsta dokumentacije *(IZP, DGD, PZI, PID)*	**PZI**
številka projekta	**6/21**
☐	**sprememba dokumentacije**

PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OPREME**
številka načrta	**20E422**
datum izdelave	**April, 2022**

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	**Marjan Grobelšek, inž.el.**
identifikacijska številka	**IZS-E 9063**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	MARJAN GROBELŠEK univ.el. IZS E-9063

PODATKI O PROJEKTANTU	
projektant (naziv družbe)	**Engenerija, Vid Žogan s.p.** **Zdraviliški trg 15** **3250 Rogaška Slatina**
vodja projekta	**Vid Žogan, univ. dipl. inž. grad**
identifikacijska številka	**IZS - G A-3879**
podpis vodje projekta	VID ŽOGAN univ.dipl.inž.grad. IZS G-3879 žig in podpis
odgovorna oseba projektanta	**Vid Žogan, univ. dipl. inž. grad.**
podpis odgovorne osebe projektanta	engenerija arhitekturno in grad. projektiranje Vid Žogan s.p. Zdraviliški trg 15, 3250 Rogaška Slatina žig in podpis

3.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA

4				**Načrt električnih inštalacij in električne opreme**
3.1.				**Naslovna stran načrta električnih inštalacij in opreme**
3.2.				**Kazalo vsebine načrta**
4.3				**Izjava odgovornega projektanta DGD**
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
	3.4.4			Strelovodna inštalacija
3.5				**Popis materiala in del**
3.6				**Priloge** Izračun dovodnega kabla iz PMO omarice do razdelilnika R z enim porabnikom,
3.7.				**Načrti**
	T-1			Tloris pritličja – moč, razsvetljava, komunikacije
	T-2			Tloris nadstropja – moč, razsvetljava, komunikacije
	1-7			Tropolna shema razdelilnika RG
	1-2			Tropolna shema razdelilnika Rk
	1-3			Tropolna shema razdelilnika Rn
	S-1			Strelovodna inštalacija – temeljno ozemljilo
	S-2			Strelovodna inštalacija – tloris strehe
	S-3			Strelovodna inštalacija – zahodna fasada
	S-4			Strelovodna inštalacija – severna in južna fasada
	E-1			Enopolna shema – zasilne razsvetljave in komunikacij

3.4 TEHNIČNO POROČILO

3.4.1. Splošni opis

3.4.1.1. Podatki o projektu

Investitor PGD Planina pri Sevnici 70, 2325 Planina pri Sevnici nameravata zgraditi nov večnamenski objekt v Kraju Planina pri Sevnici.

Objekt bo priključen na javno elektro, telekomunikacijsko in vodovodno omrežje. Za Predviden objekt je potrebno zgraditi novo odjemno mesto v prostostoječi priključno merilni omarici PS-PMO. (NN priključek ni predmet tega projekta)

V načrtu električne napeljave in oprema bo obdelano:

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

Načrt je izdelan na podlagi:

- arhitekture,
- elektroenergetskega soglasja, ki ga 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*

3.4.2. Tehnični del

3.4.2.1. Izvedba instalacije jaki tok

PREDVIDENA POTREBNA EL. ENERGIJA ZA OBJEKT (OBTEŽBA ELEKTRO OMREŽJA)

Podatki za soglasodajalca elektro distribucije

Instalirana moč objekta	**39,5 kW**
Faktor istočasnosti	**0,4**
Konična moč stanovanja (v razdelilniku R)	**15,8 kW**
Faktor moči (cos fi)	**0,95**
Konični tok	**24 A**

Za predviden objekt je potreben trifazni priključek moči **1x17 kW** z omejevalci toka 3x25A.

Nizkonapetostni priključek

Izvede se nov NN priključek. Načrt je obdelan v posebni mapi.

Dovod električne energije iz PS- PMO omarice do večnamenskega objekta.

V zemljo se položi dovodni kabel N2XH-J 4x16 mm^2 iz PS-PMO omarice do glavnega razdelilnika Rg postavljenega v pritličje objekta. (presek dovodnega kabla je predimenzioniran za morebitna poznejša povečanja priključne moči). Poleg glavnega dovodnega kabla se v razdelilnik pripelje tudi napajalni kabel iz omarice na fasadi objekta v kateri bo nameščen trifazni fiksni vtikač za priklop dizel agregata. Iz glavnega razdelilnika Rg se napajajo vsi porabniki v pritličju ter pod razdelilnika Rn in Rk. Razdelilnik Rn je namenjen napajanju in varovanju izvodov v nadstropju. Razdelilnik Rk je namenjen porabnikom v kotlovnici.

Način polaganja glavnega dovodnega kabla
Na mestih, kjer bo kabel potekal pod povoznimi površinami ga je potrebno uvleči v zaščitno cev DWP in *obbetonirati. Ostali del trase se lahko kabel položi prosto v izkopati kabelski jarek širine 0,4 m in globi*ne 0,9 m. Z dna jarka je potrebno odstraniti vse ostre predmete, ki bi lahko poškodovali kabel. Kabel se položi na 10 cm debelo plast mivke ali drobnozrnate zemlje, ter prekrije z enako plastjo iste. Kabel se zasuje z zemljo iz izkopa v slojih 0,2 m. Pri zasipavanju je potrebno položiti plastični opozorilni trak » POZOR ENERGETSKI KABEL«. Opozorilni trak se položi 0,4 m nad kablom oziroma 0,3 m pod nivojem površine kabelskega jarka.

Inštalacija moči

Elektro instalacija moči zajema instalacijo vtičnic 230 V, z zaščitnim kontaktom in priključkov za fiksne porabnike el. energije. Za kabliranje se uporabi električni vodnik N2XH-J odgovarjajočega preseka in števila žil. Kabli bodo potekali podometno delno tudi nadometno v ognjevarnih zaščitnih ceveh. Dimenzije bodo usklajene z enopolnimi shemami tega načrta pri katerih je treba še upoštevati 25% rezervnega prostora.

Ogrevanje
Objekt se ogreva s kotlom na pelete. Za ogrevanje sanitarne tople vode se je zmontirala toplotna črpalka.

Prezračevanje
Vsi prostori se bodo prezračevali po naravni poti in preko prezračevalnega sistema (tehnično obdelano v načrtu strojnih inštalacij).

3.4.2.2 Razsvetljava

Svetilke v in na objektu so dimenzionirane v podjetju ETT Lighting d.o.o. lahko pa se uporabijo svetilke drugega dobavitelja. V tem primeru svetilke izbereta arhitekt in investitor na podlagi prilagajanja notranjim interjerjem.
Razpored svetilk je razvidna iz tlorisnih načrtov. Svetilke so večinoma predvidene za montažo na strop, delno pa tudi na stene. Napajalnike, ki so ločeni od svetilke morajo biti vgrajeni v ustrezno protipožarno zaščitne lokacije (v stenah, glavnem razdelilniku, posebni požarno odporni omarici, v stropu v zaščitni mavčni škatli, itd.)

Stikala za vklop svetilk se namestijo pri vratih, pred ali v prostoru na višini 1,2 m od tal.
Elektro instalacija razsvetljave se izvede podometno in delno na kabelskih policah, s kabli N2XH-J odgovarjajočega preseka in števila žil.

3.4.2.3 Komunikacije

Telekom

Priključek bo izveden v PVC Telekom omarici. Na fasado objekta se vgradi TK omarica. Objekt še ni priključen na telekomunikacijsko omrežje, trasa TK priključka se pripravi s cevmi ustreznega preseka.
V Večnamenskem objektu so predvidene telefonske in računalniške vtičnice. Instalacije telefonije in računalniških povezav bodo izvedene z neoklopljenimi paricami (FTP) kategorije FTP Cat. 6 4x2x24 AWG 100W. Ožičenje ima komunikacijsko vozlišče (KV) v omarici v prostoru 3 poleg omare krmilne omare za sireno. Lokacija komunikacijskega vozlišča se lahko spremeni po navodilu investitorja.

3.4.3. Tehnični izračuni (dimenzioniranje)

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

4.4.3.1. 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

Zaščita pred udarom električnega toka je trenutni izklop okvarjenega tokokroga v **TN** sistemu napajanja. Zaščitni vodnik mora biti rumeno-zelene barve.

Zaščito pred udarom električnega toka sestavlja:
- zaščita v normalnih razmerah (zaščita pred neposrednim dotikom),
- zaščita ob okvari (zaščita pred posrednim dotikom).

Zaščita v normalnih razmerah (zaščita pred neposrednim dotikom)
Zaščito pred neposrednim dotikom zagotovimo 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 ta namen se uporabi RCD stikalo z občutljivostjo 30 mA.

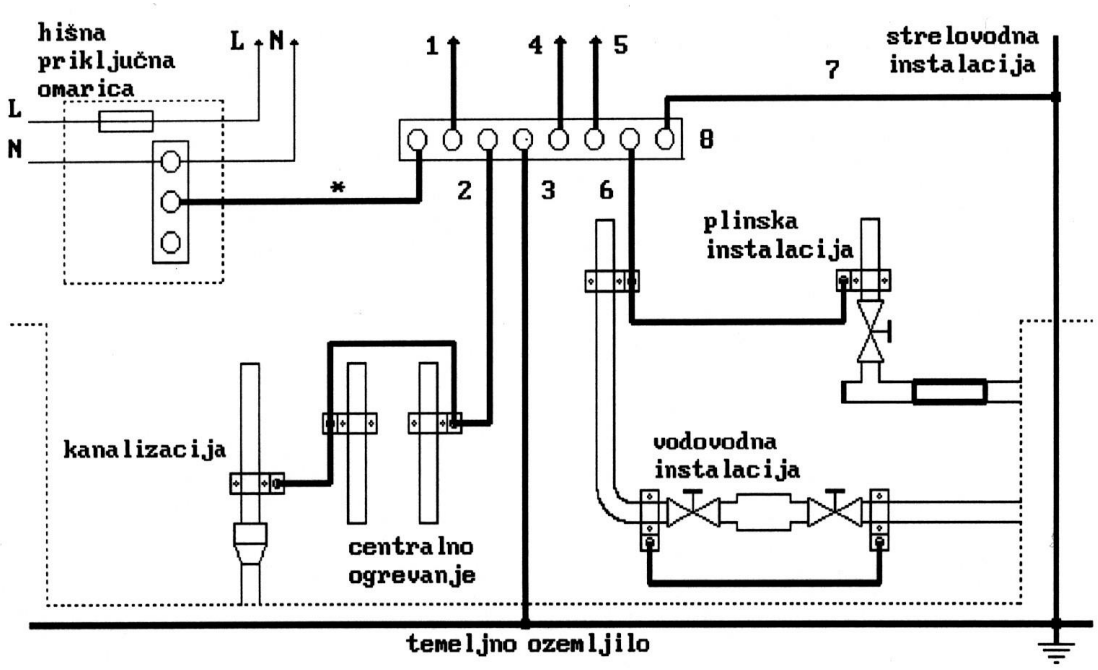
V primeru okvare na izolaciji ima avtomatični odklop napajanja namen, da prepreči nastanek napetosti dotika takšne vrednosti in s takšnim trajanjem, ki bi mogel pomeniti nevarnost v smislu škodljivega fiziološkega delovanja.

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

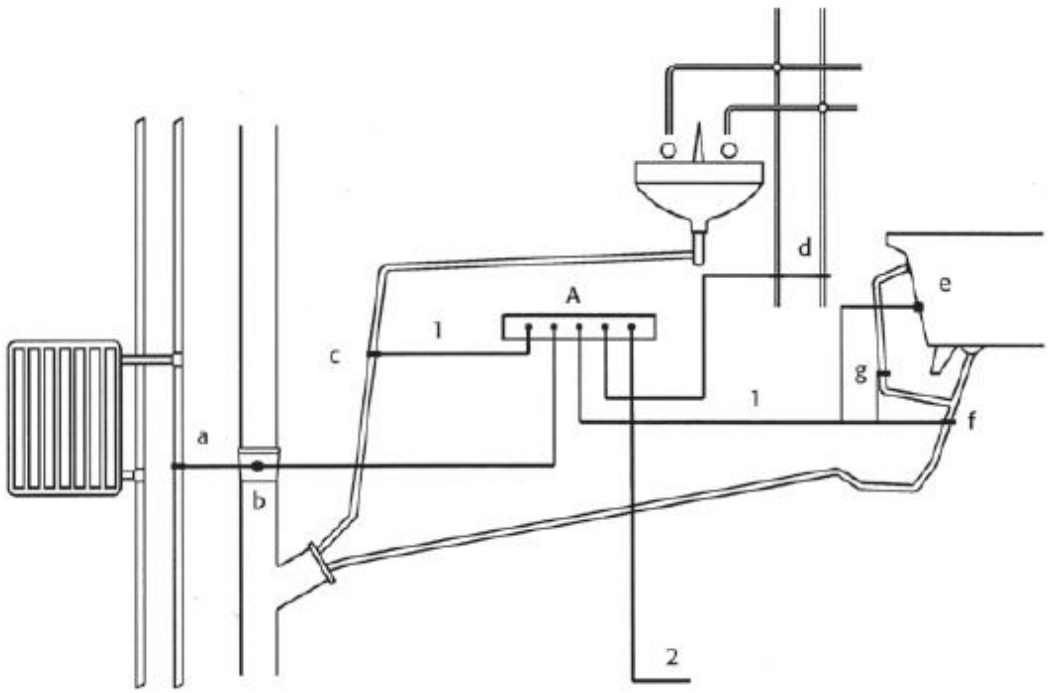
7. vodnik za povezavo s strelovodno instalacijo
8. zbiralka glavnega izenačenja potenciala
   povezava je potrebna pri TN-sistemih instalacije

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 s kovinsko vodovodno cevjo
e. vodnik za povezavo s kovinsko kopalno kadjo
f. vodnik za povezavo s odvodno cevjo kovinske kopalne kadi
g. vodnik za povezavo s kovinskim priključkom preliva kopalne kadi
A. zbiralka za dodatno izenačitev potenciala Cu 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 strelovodne zaščite.

Strešni lovilni vod.

Strešna lovilna mreža tvori Al ∅8 mm žica, položena na sleme in robove strehe.

Glavni odvodi

Odvoda se položita po robovih fasade (po možnostih na odtokih meteorne vode) z Al legura vodniki ∅ 8 mm. Merilna mesta se izvedejo na višini 1, 5 m. nad zaščitno lato, ki pokriva ozemljitveni trak od tal do merilnega mesta.

Zemnik

Uporabi trak Rf 30x3,5 mm za položitev v temelje. Tu se trak spaja na armaturo temeljev na vsaki drugi tekoči meter. Trak se položi na višino 5 cm od spodnje meje temelja. Na temeljno ozemljilo se priključi tudi izvod za glavno zbiralko za izenačitev potencialov.
Za preprečitev nevarnosti napetosti koraka, se poleg temeljnega ozemljila še položi v zemljo ozemljitveni obroč okoli objekta na oddaljenostjo 1 m od stene na globini 0,7 m s povezavami na temeljno ozemljilo.

3.6. PRILOGE

Izračun dovodnega kabla iz PMO omarice do razdelilnika Rg z enim porabnikom

					PMO-do-Rg	R-do- vtičnice
Osnovni podatki	Tokokrog				PMO-do-Rg	R-do- vtičnice
	Nazivna napetost	U_0	V		400	230
	Moč porabnika	P_b	W		15800	2000
	cos φ	C			0,95	0,95
	Vrsta odklopne naprave	G			G	B
	Nazivni tok varovalnega elementa	I_n	A		25	16
	Tip kabla				N2XH-J	N2XH-J
	Specifična prevodnost vodnika	λ	S/m		56,00	56,00
	Dolžina kabla	L	m		35,00	15,00
	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		0,80	0,88
Zaščita pred previsokimi toki	Dejanski zdržni tok kabla	I_z	A		63,20	20,00
	Nazivni tok porabnika	I_b	A		24,03	9,15
	Preizkusni tok varovalke	I_2	A		40	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**
Zascita pred kratkim stikom	Enopolni kratki stik	I_{k1}	A		248,83	199,67
	Tropolni kratki stik	I_{k3}	A		579,27	FALSE
	Dejanski izklopni čas varovalke	t<	s		0,10	0,03
	Minimalni dopustni presek vodnika	S_{min}	mm^2		1,59	0,00
	Kontrola $S_f > S_{min}$				**ustreza**	**ustreza**
pred el.	Ohmska upornost vodnika	$R_{V,NN}$	Ω		0,08	0,21
	Impedanca okvarne zanke	Z_{sk}	Ω		0,88	1,09

	Tok izklopa varovalke v dopustnem času	$I_{p\text{-}G}$	A	110,00	FALSE
		$I_{p\text{-}BC}$	A	FALSE	80,00
	$Z_{sk}*I_a$	U	V	96,59	87,54
	Pogoj $Z_{sk}*I_a < U_o$			**ustreza**	**ustreza**
	Tok okvare	I_a	A	248,83	199,67
	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	%	0,3857	0,8102
	Skupni padec napetosti	∑Δu	%	0,39	1,28
	Dovoljeni padec napetosti			5	5
	Pogoj $\Delta u_{dov} > \Delta u$			**ustreza**	**ustreza**

3.7. NAČRTI

T-1 Tloris pritličja – moč, razsvetljava, komunikacije
T-2 Tloris nadstropja – moč, razsvetljava, komunikacije
1-7 Tropolna shema razdelilnika RG
1-2 Tropolna shema razdelilnika Rk
1-3 Tropolna shema razdelilnika Rn
S-1 Strelovodna inštalacija – temeljno ozemljilo
S-2 Strelovodna inštalacija – tloris strehe
S-3 Strelovodna inštalacija – zahodna fasada
S-4 Strelovodna inštalacija – severna in južna fasada
E-1 Enopolna shema – zasilne razsvetljave in komunikacij