PRO-ELEKT d.o.o.
Projektiranje električnih inštalacij,
inženiring in tehnično svetovanje
Staničeva 41, 1000 Ljubljana
Tel: 0590-15-612

NASLOVNA STRAN NAČRTA

PODATKI O GRADNJI	
investitor	**PSIHIATRIČNA BOLNIŠNICA BEGUNJE BEGUNJE NA GORENJSKEM 55, 4275 BEGUNJE NA GORENJSKEM**
naziv gradnje	**STAVBA ZA ZDRAVSTVENO OSKRBO – DNEVNA AMBULANTA**
kratek opis gradnje	**Rekonstrukcija in sprememba namembnosti obstoječe stavbe (mizarske delavnice) v dnevno ambulanto v sklopu PBB.**
vrste gradnje	**REKONSTRUKCIJA SPREMEMBA NAMEMBNOSTI**
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI	
vrsta dokumentacije	**PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)**
številka projekta	**PBB-01-24-DB**
PODATKI O NAČRTU	
strokovno področje načrta	**3/I NAČRT ELEKTROTEHNIKE**
številka načrta	**PE94/24-60**
datum izdelave	**JULIJ 2025**
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA	
projektant (naziv družbe)	**PRO-ELEKT d.o.o.**
naslov	**Staničeva ulica 41, 1000 Ljubljana**
odgovorna oseba projektanta	**BOJAN KRALJ, dipl. or. man.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	PRO-ELEKT d.o.o.
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA	
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	**JANEZ TOMŠE, dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**IZS E-1959**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	JANEZ TOMŠE dipl.inž.el. IZS E-1959

PRO-ELEKT d.o.o.
Projektiranje električnih inštalacij,
inženiring in tehnično svetovanje
Staničeva 41, 1000 Ljubljana
Tel: 0590-15-612

IZJAVA PROJEKTANTA NAČRTA IN POOBLAŠČENEGA STROKOVNJAKA, KI JE IZDELAL NAČRT V PZI IN PID

PROJEKTANT NAČRTA	
projektant načrta (naziv družbe)	**PRO-ELEKT d.o.o.**
naslov	**Staničeva ulica 41, 1000 Ljubljana**
odgovorna oseba projektanta načrta	**BOJAN KRALJ, dipl. or. man.**

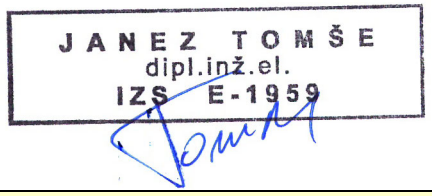
IN POOBLAŠČENI STROKOVNJAK, KI JE IZDELAL NAČRT	
pooblaščeni strokovnjak	**JANEZ TOMŠE, dipl. inž. el.**

IZJAVLJAVA:

da načrt

vrsta dokumentacije	**PZI**
strokovno področje načrta	**PODROČJE ELEKTROTEHNIKE**
naziv načrta	**3/I NAČRT ELEKTROTEHNIKE**
številka načrta	**PE94/24-60**
datum izdelave	**JULIJ 2025**

upošteva relevantne predpise in druge normativne dokumente ter da so upoštevane ustrezne bistvene in druge zahteve.

pooblaščeni strokovnjak	**JANEZ TOMŠE, dipl. inž. el.**
identifikacijska številka	**IZS E-1959**
podpis pooblaščenega strokovnjaka	
odgovorna oseba projektanta načrta	**BOJAN KRALJ, dipl. or. man.**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta	

2. KAZALO VSEBINE NAČRTA

1. **Naslovna stran načrta**
2. **Kazalo vsebine načrta**
3. **Tehnično poročilo**

4. **Risbe**

Št. strani	Oznaka risbe	Merilo
L1	Tloris pritličja – razsvetljava	M 1:50
L2	Tloris pritličja – moč ,tk	M 1:50
L3	Tloris nadstropja – razsvetljava	M 1:50
L4	Tloris nadstropja – moč, tk	M 1:50
L5	Enopolna shema glavnega razdelilnika RG	-
L6	Enopolna shema razdelilnika RP1	-
L7	Enopolna shema razdelilnika RP2	-
L8	Enopolna shema razdelilnika RN1	-
L9	Enopolna shema razdelilnika RN2	-
L10	Enopolna shema razdelilnika R-kot	-
L11	Enopolna shema razdelilnika R-IT	-
L12	Shema zasilne razsvetljave	-
L13	Shema telekomunikacij	-
L14	Shema protivlomne inštalacije	-
L15	Shema kontrole pristopa	-
L16	Tloris pritličja – požarno javljanje	M 1:100
L17	Tloris nadstropja – požarno javljanje	M 1:100
L18	Shema požarnega javljanja	-
L19	Tloris temeljev in strehe – strelovodna inštalacija	M 1:100
L20	Fasada JZ in SV – strelovodna inštalacija	M 1:100

5. **Priloge**

Št. priloge	Oznaka priloge	Merilo
P1	Glavno izenačevanje potenciala	-
P2	Dodatno izenačevanje potenciala	-

PODATKI ZA ELEKTRO DISTRIBUTERJA

Predmetni objekt se na elektro energetsko omrežje priklopi preko obstoječega odjemnega mesta celotnega kompleksa Psihiatrične bolnišnice Begunje. S predvideno gradnjo se konična moč na obstoječem odjemnem mestu poveča za 32kW.

Zagotovitev potrebne moči na obstoječem odjemnem mestu ni predmet tega načrta, je v domeni investitorja, lastnika odjemnega mesta.

TEHNIČNO POROČILO

I. Električne inštalacije

1.1 Splošno

Načrt je izdelan skladno s/z:

- Gradbenim zakonom (GZ-1, Ur. list RS, št.199/21,105/22–ZZNŠPP,133/23 in 85/24-ZAID-A)
- Pravilnikom o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije (Ur. list RS, št. 30/23)
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Ur. list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07 in 12/13)
  ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-1-001:2019**
- Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur. l. RS, št. 140/21) ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-002:2021**
- Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. list RS, št. 140/21)
  ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-003:2021**
- Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 129/23)
  ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-004:2022**

Inštalacije morajo biti izvedene skladno z navedenim pravilniki in tehničnimi smernicami.

V načrtu so upoštevane zahteve z načrta požarne študije, katero je izdelalo podjetje ISP d.o.o. št.: 25 02 23, z dne maj 2025.

Projekt je izdelan na osnovi arhitekturnih načrtov, razgovorov s predstavnikom investitorja, podatkov projektanta strojnih inštalacij ter veljavnih standardov in tehničnih predpisov.

Predviden je TN-C-S sistem električne inštalacije kot zaščitni ukrep pred nevarno napetostjo dotika.

1.2 Napajanje objekta in meritev električne energije

Napajanje predmetnega objekta je predvideno iz obstoječega glavnega razdelilnika kompleksa Psihiatrične bolnišnice Begunje, lociranega v tehničnem prostoru graščine. V obstoječ razdelilnik se vgradi dodatni odcep z varovalkami 3x63A. Dovod je predviden s kablom NA2XY 4x70mm2 v prepripravljeni kabelski kanalizaciji. Določanje trase dovoda ni predmet tega načrta, predviden je samo kabel, traso kabelske kanalizacije določi in izvede naročnik.

Meritev porabe električne energije predmetnega objekta je predvidena preko obstoječega odjemnega mesta celotnega kompleksa Psihiatrične bolnišnice Begunje. S predvideno gradnjo se konična moč na obstoječem odjemnem mestu poveča za 32kW.
Zagotovitev potrebne moči na obstoječem odjemnem mestu ni predmet tega načrta, je v domeni investitorja, lastnika odjemnega mesta.

1.3 Napajanje razdelilnikov

Na hodnmiku v pritličju je predviden glavni razdelilk RG, iz katerega se napajajo podrazdelilniki in posamezni večji porabniki:

- RP1 (pritličje levi del)
- RP2 (pritličje desni del)

- RN1 (nadstropje levi del)
- RN2 (nadstropje desni del)
- Rkot (kotlovnica)
- R-IT (server prostor)
- dvigalo

V razdelilniku RG je glavno stikalo za izklop napetosti v celotnem objektu. Stalna napetost ostane le na odcepu za napajanje dvigala, ki je priključeno pred glavnim stikalo.
Dovod do RG je predviden iz obstoječega glavnega razdelilnika kompleksa Psihiatrične bolnišnice Begunje, lociranega v tehničnem prostoru graščine.

Dimenzije tokokrogov in njihovo varovanje je razvidno iz stikalnih načrtov.

Vsak razdelilnik mora biti označen z napisnimi tablicami:
- ime razdelilnika,
- proizvajalec,
- sistem ozemljitve (TN-S),
- nazivna napetost in frekvenca.

Vsi elementi v razdelilniku morajo biti označeni skladno z vezalno shemo razdelilnika, katera mora biti nameščena na notranji strani vrat. Proizvajalec razdelilnika mora izdati ustrezne ateste z navedbo opravljenih preizkusov in meritev.

1.4 Izvedba električnih inštalacij

Inštalacija je predvidena s kabli ustreznih tipov in dimenzij v podometni izvedbi v ceveh v ometu oziroma betonu, v medstropovju na kabelskih policah, delno v izolirnih ceveh na distančnih objemkah ter v montažnih stenah v samougasnih izolirnih ceveh. Pri izvajanju inštalacij je potrebno paziti na predpisane odmike od ostalih inštalacij in razmak med električnimi in telekomunikacijskimi inštalacijami:
- pri paralelnem vodenju električnih in telekomunikacijskih inštalacij je minimalen razmak 20 cm,
- pri križanju električnih in telekomunikacijskih inštalacij je dovoljen minimalen pravokoten razmak 3 cm ter

Zahteve za kable:
Vgrajeni kabli morajo ustrezati zahtevam razreda **$B2_{ca}$ s1d1a1.**

Pri prehodih kablov skozi različne požarne cone je potrebno prehodne ustrezno zatesniti z tesnilimi ekspandirnimi vrečkami ali požarno odpornim kitom, ki mora imeti enako požarno odpornost, kot mejni material, skozi katerega potekajo inštalacije.

1.5 Izvedba priključnih mest in prižiganje

Pri izvedbi mikrolokacij elementov v prostoru je potrebno upoštevati načrte notranje opreme. Mikrolokacije vseh elementov mora pred izvedbo potrditi porjektant nnotranje opreme. Če ni drugače označeno oziroma definirano, je predvideno:
- Vtičnice na višini 0,3 m od tal, nad kuhinjskim pultom 1,1 m, nad delovnimi površinami 1,2 m V sanitarijah 1,6 m od tal;
- Parapetni kanal 0,65 m od tal (zg. rob)
- Stikala 1,2 m od tal;
- Priključki za tehnološke porabnike, ter porabnike ostalih inštalacij priključenih na električno inštalacijo, se izvedejo v skladu z zahtevami teh naprav in

v skladu z zahtevami ostalih izvajalcev.

1.6 Izvedba razsvetljave

Razsvetljava prostorov je predvidena z svetilkami z LED svetlobnim virom. V posameznih prostorih so na delovnih mestih predvidene svetilke z možnostjo regulacije svetlobnega toka. Prižiganje razsvetljave je predvideno namensko pri vhodu oz. izhodu iz prostora, v prehodnih prostorih avtomatsko preko senzorjev gibanja.

1.7 Varnostna razsvetljava

V predmetnih prostorih je predvidena varnostna razsvetljava, ki v primeru izpada električne energije označuje evakuacijsko pot iz objekta. Ob izpadu električnega omrežja se mora varnostna razsvetljava avtomatično preklopiti v času, ki ni daljši od 3 sekund. Po evakuacijskih površinah je minimalna osvetlitev 1lx. Razdelilniki in gasilna sredstva so osvetljeni z Emin= 5lx.
Zasilna razsvetljava je predvidena s svetilkami z lastnim baterijskim napajanjem. Izvedba instalacije je predvidena s kablom NHXMH-J 3x1.5mm2.
Zasilna razsvetljava je predvidena in jo je potrebno izvesti v skladu s SIST EN 1838, SIST EN50171, SIST EN60598-2-22 in SIST 1013.

1.8 Prenapetostna zaščita

V glavnem razdelilniku je predvidena prenapetostna zaščita stopnje B z ustreznim predvarovanjem. V posameznih podrazdelilnikih so predvideni prenapetostni odvodniki stopnje C.

II. TELEKOMUNIKACIJE

2.1 Splošno

V nadstropju v prostoru M13 Server soba je predvideno novo glavno komunikacijsko vozlišče K.V.. Predvideni sta dve komunikacijski omari 100x80cm 42HE. V komunikacijskih omarah so vgrajeni optični in pach paneli za zaključevanje podatkovnih kablov. V preostalem delu komuniacijskih omar je predviden prostor za vgradnjo aktivne opreme po izboru investitorja.

Dovod do komunikacijskega vozlišča je predviden z optičnim kablom 8x08µm SM DuctGrade UNI OS2 iz obstoječega glavnega komunikacijskega vozlišča v obstoječem kompleksu Psihiatrične bolnišnice Begunje. Določanje trase dovoda ni predmet tega načrta, predviden je samo kabel, traso kabelske kanalizacije določi in izvede naročnik.

2.2 Podatkovna inštalacija

V prostorih so predvidene podatkovne vtičnice RJ45, večinoma vgrajene v parapetnih kanalih, deloma podometno. Dovod je predviden iz komunikacijskega vozlišča K.V. v server sobi. Instalacija je predvidena s kablom FTP Category 6a v vseh prostorih v podometni izvedbi v samogasnih zaščitnih inštalacijskih ceveh v sendviču montažnih sten oziroma betonu/ometu, v medstropovju spuščenih stropov nadometno na kabelskih policah in v izolirnih ceveh na distančnih objemkah.

2.3 Požarno javljanje

V objektu je predvideno avtomatsko odkrivanje in javljanje požara. Predvideni so adresni optični javljalniki dima v vseh prostorih, razen mokrih. Pri izhodih iz objekta in posameznih etaž ter na poti evakuacije so predvidene tipke za ročni vklop. Alarmiranje je predvideno preko adresnih alarmnih hup. Požarna centrala je predvidena v server prostoru v. nadstropju objekta. Pri vgodu v objekt je predviden oddaljeni posluževalni tablo požarne centrale.

Požarna centrala krmili:
- vklop alarmiranja preko siren
- izklop prezračevanja
- zapiranje požarnih loput
- deblokada kontrole pristopa
- a odvod dima in toplote
- krmiljenje dvigala

Inštalacija je predvidena z vodnikom JB-H(ST)H 1x2x0,8mm^2 E30 (rdeč-ognjevaren).

Javljanje intervencijskim enotam opravi centrala po alarmu druge stopnje. Med alarmom prve in druge stopnje je časovni zamik od **1 do 3 minute**, kar omogoča kontrolo morebitnega lažnega signala. V primeru aktiviranja ročnega javljalca preide signal takoj k intervencijski enoti. V primeru aktiviranja ročnega javljalca preide signal na centrali v alarm druge stopnje. V primeru požara mora biti možno alarmiranje tudi preko telefona. V objektu mora biti izveden sistem alarmiranja (sirena oziroma ozvočenje), ki omogoča takojšnje obveščanje obiskovalcev, da je v objektu oziroma v prostoru prišlo do požara in da naj takoj zapustijo objekt oziroma prostor.

2.4 Protivlomna inštalacija

V objektu je predvidena inštalacija protivlomnega sistema. V vseh prostorih z možnostjo vdora od zunaj so predvideni senzorji gibanja, pri vhodih v objekt so predvidene dekodirne tipkovnice, na fasadi je predvidena alarmna sirena z bliskavico. Protivlomna centrala je predvidena v server prostoru v nadstropju.
Inštalacija za protivlom je predvidena s kablom LiHCH 2x0,5+4x0,22mm^2 v izolirnih ceveh fi 16 mm v ometu oziroma betonu, v medstropovju spuščenih stropov nadometno na kabelskih policah in v izolirnih ceveh na distančnih objemkah.

2.5 Kontrola pristopa

V predmetnih prostorih je predvidena kontrola dostopa, ki omejuje dostop v posamezne prostore oziroma funkcionalne enote skladno z željami in zahtevami investitorja oziroma uporabnika. Predviden je kartični sistem z brezkontaktnimi čitalniki kartic in električnimi ključavnicami.

III. STRELOVODNA INŠTALACIJA

3.1 Splošno

Strelovodna inštalacija se projektira na podlagi Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Ur. l. RS, št. 140/21) ter pripadajoče tehnične smernice **TSG-N-003:2021**.
Inštalacije morajo biti izvedene skladno navedenim pravilnikom in tehničnimi smernicami. Strelovodna naprava je projektirana po metodi kotaleče krogle in ustreza IV. zaščitnemu nivoju LPS po standardu SIST EN 62305. Polmer kotaleče krogle pri tem nivoju znaša 60 m.

3.2 Izvedba strelovodne inštalacije

Strelovodna inštalacija je predvidena tako, da tvori zaprto kletko okrog varovanega objekta. To kletko sestavljajo:- lovilci- odvodi- merilni in vezni stiki- zemljevodi- ozemljitev.

3.3 Lovilci

Za lovilni vod je uporabljen Al vodnik fi 8 mm montiran na strešnih nosilcih. Z lovilnim vodom je potrebno povezati vse kovinske obrobe strehe, žlebove, itd…

3.4 Odvodi

Odvodi povezujejo lovilce z merilnimi sponkami. Kot odvodi nam služi Al vodnik fi 8 mm podometno v samougasni izolirni cevi v fasadi. Z odvodi so povezane vse kovinske mase na fasadi, kovinske obloge, kovinske ograje, itd..

3.5 Merilni stiki

Merilni stiki (ZT) služijo za kontrolo ozemljitve in povezavo med odvodom in zemljevodom. Merilni stiki so izvedeni pri stikih zemljevodov in odvodov. Predvideni so v povoznih talnih merilnih dozah ob fasadi objekta.
Vse kovinske mase na fasadi so priključene na strelovodno inštalacijo nad merilnimi stiki. Na pomožnih odvodih so merilni stiki predvideni 0,5 m nad tlemi.

3.6 Zemljevodi

Zemljevodi povezujejo merilne stike z ozemljitvijo. Predvideni so s Rf trakom 30x3,5 mm vkopani v zemljo ob temelju do globine ozemljitev.

3.7 Ozemljitev

Ozemljitev je predvidena z FeZn trakom 25x4mm, položenim v nove temelje in z Rf trakom 30x3,5 mm položenim v zemljo v globino 60 cm z zanko okrog objekta.
Z ozemljitvijo je potrebno povezati vse kovinske mase v zemlji kot so cevovodi, itd., če so od ozemljitve oddaljeni manj kot 3 m. Prav tako je potrebno z ozemljitvijo povezati vse ozemljitve sosednjih objektov tudi, če so oddaljene več kot 3 m.

3.8 Izračun ločilne razdalje

Izračun ločilne razdalje se izračuna po spodnji enačbi:

$$S = ki\,\frac{kc}{km}\mathrm{l}\ (\mathrm{m})$$

kjer so:
k_i - koeficient odvisen od izbranega zaščitnega nivoja
k_c – koeficient razdelitve toka odvisen od toka strele
k_m – koeficient odvisen od ločilnega materiala
l (m) – dolžina vzdolž odvodov, merjena od točke, kjer se ugotavlja bližina, do najbližje točke izenačitve potencialov

Zaščitni nivo	Tipične razdalje (m)
I.	0,08
II.	0,06
III.	0,04
IV.	0,04

Preglednica 1: Odvisnost koeficienta k_i od izbranega zaščitnega nivoja

Število odvodnih vodnikov	Ozemljilo tipa A	Ozemljilo tipa B
1	1	1
2	0,66	0,5-1
3 ali več	0,44	0,25-0,5

Preglednica 2: Odvisnost koeficienta k_c od števila odvodnih vodnikov in tipa ozemljila

Material	k_m
Zrak	1
Beton, opeka	0,5

Preglednica 3: Odvisnost koeficienta k_m od uporabljenega materiala

Vzamemo:
k_i = 0,04
k_c = 0,25
k_m = 1
l= 20 m

Ločilna razdalja v našem primeru znaša 20 cm in mora biti večja kot varnostna.

SISTEM NAPAJANJA ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

Do objekta je predviden TN-C sistem električne inštalacije kar pomeni:

- Nevtralna točka sistema električnega napajanja je direktno ozemljena v trafo postaji. V isti točki so s pomočjo zaščitenih vodnikov PEN (rumeno zelene barve) ozemljeni tudi vsi izpostavljeni prevodni deli (ohišja električnih naprav, zaščitni kontakti vtičnic itd.) .

- Vsi zaščitni vodniki so dodatno ozemljeni pri vhodu električne inštalacije v zgradbo (glavno izenačenje potencialov).

Za inštalacije v objektu je predviden TN-S sistem električne inštalacije, kar pomeni:

- Zaščitni vodnik PE poteka vedno ločeno od nevtralnega vodnika N.

Izračun koničnih moči in dovodnih kablov

Pri izračunu koničnih moči in koničnih tokov razdelilnika upoštevamo vrsto inštaliranih moči vseh tokokrogov in ocenjene faktorje istočasnosti, obremenitve ter izkoristka motorjev. Pri napajalnih razdelilnikih pa upoštevamo vsoto končnih moči napajanih razdelilnikov in ocenjeni faktor prekrivanja:

$$Pk = \frac{Pi * fi * fo}{\eta} \qquad Pkk = fp * \sum Pk \qquad Ik = \frac{Pk * 1000}{U * \cos\phi * \sqrt{3}}$$

Pk (kw) ..... konična (nazivna) moč razdelilnika ali napajalnega razdelilnika
Pi (kw) ..... inštalirana moč
fi ..... faktor istočasnosti
fo ..... faktor obremenitve
η ..... izkoristek motorjev
fp ..... faktor prekrivanja
Ik (A) ..... konični tok
cos ϕ ..... faktor moči
U (V) ..... nazivna napetost

Velikost izklopne naprave, ki varuje kabel pred preobremenitvijo in kratkim stikom, je določen gledena konični tok in selektivnost varovanja.

Presek vodnika je določen po **SIST HD 60364-5-52** v odvisnosti od tipa električne inštalacije in od korekcijskih faktorjev vzporednega polaganja ter temperature okolice.

Skladno s **SIST HD 60364-4-43** pa kontroliramo izbrane vodnike še z ozirom na zaščito pred prevelikimi tokovi, ki navaja pogoje:

$$Ik \leq In \leq Iz$$

in

$$I2 \leq Iz * 1.45$$

oziroma

$$In \leq \frac{1.45 * Iz}{k}$$

kjer pomeni:

In (A) .... nazivni tok zaščitne naprave
Iz (A) .... trajno zdržni tok kabla po standardu
I2 (A) .... pogojni stalilni (preizkusni) tok
k .... faktor varovalke

Vrednost za k po standardu znašajo:

k = 2,1 za varovalke 2 in 4 A
k = 1,9 za varovalke 6 in 10 A
k = 1,6 za varovalke 16 A in več
k = 1,45 za inštalacijske odklopnike

Izračuni koničnih moči in dovodnih kablov posameznih razdelilnikov so razvidni iz tabele moči in dovodov.

TABELA MOČI IN DOVODOV												
RAZDELILNIK			**RG**		**RP1**		**RP2**		**RN1**		**RN2**		**R-IT**	
oznaka tokokroga	-		W0		W1		W2		W3		W4		W5	
napetost tokokroga	U	V	400		400		400		400		400		400	
dolžina tokokroga	L	m	350		5		20		25		15		20	
sistem el. instalacije	-		TN-C-S		TN-S		TN-S		TN-S		TN-S		TN-S	
skupna instalirana moč	Pi	kW	81,00		5,00		15,00		16,00		10,00		12,00	
faktor istočasnosti	fi		1		0,5		0,3		0,3		0,4		1	
izkoristek	η		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	
faktor obremenitve	fo		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	
faktor prekrivanja	fp		0,70		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	
faktor moči	cosφ		0,95		0,95		0,95		0,95		0,95		0,95	
konična delovna moč	Pk	kW	32		3		5		5		4		12	
konična navidezna moč	S	kVA	33		3		5		5		4		13	
konični tok	Ik	A	48		4		7		7		6		18	
zaščitna naprava	In	A	NVgL /	63	NVgl- /	20	NVgL /	20	NVgL /	20	NVgL /	20	NVgL /	25
tip el. instalacije	-		D		E-J		E-J		E-J		E-J		E-J	
faktor okolne temp.	fT		0,89		1,06		1,06		1,06		1,06		1,06	
faktor skupine kablov	fs		1		1		1		1		1		1	
obremen. kabla: In/fT/fs	-	A	71		19		19		19		19		24	
zdržni tok kabla	Iz	A	117		69		69		69		69		69	
tip in			1 x	NA2XY Y	1 x	N2XH Y	1 x	N2XH Y	1 x	N2XH Y	1 x	N2XH Y	1 x	N2XH Y
presek kabla	mm^2		4 x	70	5 x	10	5 x	10	5 x	10	5 x	10	5 x	10
kontrola preobremenitve:														
Ik < In < Iz	-	A		USTREZA		USTREZA		USTREZA		USTREZA		USTREZA		USTREZA
In * k < 1,45 * Iz	-	A		USTREZA		USTREZA		USTREZA		USTREZA		USTREZA		USTREZA
padec napetosti	u	%		3,17%		0,02		0,11		0,15		0,07		0,30
napajanje razdelilnikov:			RP1 RP2 RN1 RN2 R-IT R-kot											
OPOMBA:														

TABELA MOČI IN DOVODOV			
RAZDELILNIK			**R-kot**
oznaka tokokroga	-		W6
napetost tokokroga	U	V	400
dolžina tokokroga	L	m	30
sistem el. instalacije	-		TN-S
skupna instalirana moč	Pi	kW	18,00
faktor istočasnosti	fi		0,7
izkoristek	η		1,00
faktor obremenitve	fo		1,00
faktor prekrivanja	fp		1,00
faktor moči	$\cos\varphi$		0,95
konična delovna moč	Pk	kW	13
konična navidezna moč	S	kVA	13
konični tok	Ik	A	19
zaščitna naprava	In	A	NVgL / 25
tip el. instalacije	-		E-J
faktor okolne temp.	fT		1
faktor skupine kablov	fs		1
obremen. kabla: In/fT/fs	-	A	25
zdržni tok kabla	Iz	A	69
tip in			1 x N2XH Y
presek kabla	mm^2		5 x 10
kontrola preobremenitve:			
Ik < In < Iz	-	A	USTREZA
In * k < 1,45 * Iz	-	A	USTREZA
padec napetosti	u	%	0,47
napajanje razdelilnikov:			
OPOMBA:			

ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM IN PADEC NAPETOSTI

Skladno s **SIST HD 60364-5-51** so predvideni naslednji zaščitni ukrepi:

1. Zaščita pred neposrednim dotikom
2. Zaščita pred posrednim dotikom

Ad.1) Zaščita pred neposrednim dotikom je izvedena z izoliranjem vodnikov in s postavitvijo elementov električne inštalacije v ohišja.

Ad.2) Zaščita pred posrednim dotikom pa obsega naslednje ukrepe:
a) zaščita s samodejnim odklopom napajanja
b) izenačitev potencialov

Ad.2.a) Zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja v primeru okvare, mora preprečiti vzdrževanje napetosti dotika v takšnem trajanju, da bi postalo nevarno. Zaščitna naprava (v našem primeru inštal. odklopniki in taljive varovalne patrone) mora samodejno odklopiti napajanje tistega dela inštalacije, ki ga naprava ščiti.

Zato morajo biti tako zaščitna naprava kot vodniki v inštalaciji izbrani tako, da se samodejni odklop izvrši v času, ki ustreza v spodnji tabeli navedenim vrednostim, če se na kateremkoli delu inštalacije ali v sami napravi pojavi kratek stik med faznim in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenimi deli.

Ta zahteva je izpolnjena, ko je izpolnjen pogoj:

$$Zs * Ia < Uo$$

kjer pomeni:

- Zs ….. impedanca okvarne zanke
- Ia ….. tok delovanja naprave za samodejni odklop v času, ki ustreza podatkom iz spodnje tabele
- Uo ….. nazivna fazna napetost

Impedanco izračunamo po formuli:

$$Zs = \frac{l}{56 * Sf} + \frac{L}{56 * So}$$

kjer pomeni:

- l [m] ..... dolžina kabla
- Sf [mm^2] ..... prerez faznega vodnika
- So [mm^2] …. prerez ničnega (zaščitnega) vodnika
- Zs [Ω] ….. impedanca okvarne zanke

Tabela najdaljših dovoljenih časov trajanja napetosti dotika

Najdaljši dovoljeni odklopni čas (s)	Najvišja pričakovana napetost dotika Ul (V) (efektivna vrednost izmenične napetosti)
neskončno	≤50
5	50
0.8	120
0.4	230 ali 220
0.4	277
0.2	400 ali 380
0.1	nad 400

Za tokokroge z vtičnicami do 63A, na katere se lahko priključijo prenosni aparati, je maximalni dovoljeni izklopni čas 400 ms. Za napajalne tokokroge je dovoljeni izklopni čas do 5 sekund. Kot dopolnilna zaščita pa je v nekaterih tokokrogih -predvsem v kopalnicah - predvidena zaščitna naprava na diferenčni tok KZS 68.

Zaščita pri kratkostičnem toku

Skladno s **SIST HD 60364-4-43** kontroliramo delovanje zaščite pri kratkem stiku. Izračun kratkega stika se izdela za primer tripolnega ali enopolnega kratkega stika kateri se pojavi računsko na koncu kabla.

Kratkostični tok računamo po enačbi

$$Iks = \frac{1.1 * Un}{\sqrt{3} * Zk}$$

kjer pomeni:

- Iks [A] …. impedanca okvarne zanke
- Un [V] …. nazivna napetost
- Zk [Ω] …. impedanca kratkostične zanke

Pri vodnikih prereza nad 6 mm^2 preverimo, če je odklopni čas zaščitne naprave manjši od časa v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature vodnika. Za kratke stike kateri trajajo do 5s se čas v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do dopustne mejne temperature, izračuna približno po formuli:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I}$$

kjer pomeni:

S [mm^2] ..... prerez
t [s] ..... trajanje
I [A] ..... efektivna vrednost dejanskega kratkostičnega toka
k ..... 115 za Cu vodnike s PVC izolacijo
76 za Al vodnike s PVC izolacijo

Za čase krajše od 0,1s mora biti izpolnjen pogoj

$$k^2 * s^2 > I^2 * t$$

kjer je

$$I^2 * t (A^2 s)$$

vrednosti prepuščene energije, ki jo poda proizvajalec zaščitne naprave.

Kontrola min. preseka se izvede po standardu **SIST HD 60364-4-43** in sicer po formuli

$$S \min = \frac{1}{k} * IA * \sqrt{t}$$

kjer pomeni:

k …. faktor določen v standardu
t [s] .... izklopni čas zaščitne naprave
(izklopna karakteristika zaščitne naprave)

Za vodnike manjše od 10 mm^2 kontrole Smin ne izvajamo. Kontrola preseka zaščitnih vodov se izvede po standardu **SIST HD 60364-5-54** kateri določa da mora biti presek zaščitnega vodnika

- enak preseku faznega vodnika do preseka 16 mm^2
- 16 mm^2 če je fazni vodnik od 16 mm^2 do 35 mm^2
- polovični presek faznega vodnika če je ta > 35 mm^2

V primeru da zaščitni vodnik ni del kabla mora biti po **SIST HD 60364-5-54**

- 2,5 mm^2 za Cu ali 4mm^2 za Al če je vodnik mehansko zaščiten
- 4 mm^2 za Cu če ni mehansko zaščiten
- 50 mm^2 za FeZn

Odklopni časi zaščitnih naprav, pri danem kratkem stiku, so vzeti iz diagramov I-t proizvajalca. Izračunani časi, so prikazani v tabeli zaščite.
Tabela: izklopni tokovi , ki zagotavljajo delovanje naprave za samodejni odklop napajanja v času. Ki je še dovoljen s predpisi in zgornje vrednosti dopustnih impedanc (Zs) oz. upornosti (Rs) okvarnih zank, pri nazivni napetosti Uo=230V, pri uporabi taljivih vložkov gG.
(po Ivan Ravnikar Električne inštalacije zgradb skladno z družino standardov SIST HD 60364)

Nazivni tok taljivega vložka In (A)	Taljivi vložek gG					
	Ia	Zs	Ia	Zs	Ia	Zs
	(0,2s)		(0,4s)		(5s)	
	(A)	(Ω)	(A)	(Ω)	(A)	(Ω)
2	19	12,1	16	14,3	9,2	25
4	39	5,8	32	7,1	18,5	12,4
6	57	4,0	47	4,8	28	8,2
10	97	2,3	82	2,8	48	4,7
16	135	1,7	110	2,0	68	3,3
20	175	1,3	150	1,5	85	2,7
25	220	1,0	190	1,2	110	2,0
32	315	0,7	275	0,8	160	1,4
40	380	0,6	320	0,7	190	1,2
50	550	0,4	470	0,48	265	0,86
63	675	0,34	550	0,41	325	0,70
80	970	0,23	840	0,27	450	0,51
100	1200	0,19	1020	0,22	580	0,39
125	1700	0,13	1500	0,15	750	0,3
160	2100	0,10	1700	0,13	950	0,24
200	3000	0,07	2600	0,08	1350	0,17
250	3600	0,06	3000	0,07	1600	0,14
315	4950	0,04	4100	0,05	2250	0,1
400	6500	0,03	5500	0,04	2800	0,08
500	8800	0,02	7150	0,03	3800	0,06
630	11600	0,01	9500	0,02	5100	0,04

V uporabi inštalacijskih odklopnikov B,C,D:

Nazivni tok nadtokovne zaščite In (A)	Inštalacijski odklopnik					
	Tip B		Tip C		Tip D	
	5*In	Zs	10*In	Zs	20*In	Zs
	(A)	(Ω)	(A)	(Ω)	(A)	(Ω)
2	10	23	20	11,5	40	5,7
4	20	11,5	40	5,7	80	2,8
6	30	7,6	60	3,8	120	1,9
8	40	5,7	80	2,8	160	1,4
10	50	4,6	100	2,3	200	1,1
13	63	3,6	130	1,7	260	0,8
16	80	2,8	160	1,4	320	0,7
20	100	2,3	200	1,1	400	0,5
25	125	1,8	250	0,9	500	0,4
32	160	1,4	320	0,7	640	0,3
40	200	1,15	400	0,57	800	0,28
50	250	0,92	500	0,46	1000	0,23
63	315	0,73	630	0,36	1260	0,18

Padci napetosti

Padci napetosti po pravilniku **Ur. l. RS, št. 41/09**, električne inštalacije na porabniku ne smejo presegati dopustnih padcev ki znašajo

3% ... za tokokroge razsvetljave
5% ... za vse ostale tokokroge

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

5% ... za tokokroge razsvetljave
8% ... za vse ostale tokokroge

Če je dolžina električne inštalacije večja od 100 m, lahko povečamo dovoljen padec napetosti za 0,05 % za vsak meter, ki presega 100 m, vendar skupno največ 0,5%.

Izračuni padcev napetosti za eno in trifazni tokokrog so izvedeni po obrazcih:

enofazni

$$\Delta u = \frac{200 * P * 1}{\lambda * S * U_f^2}$$

trifazni

$$\Delta u = \frac{100 * P * l}{\lambda * S * U^2}$$

kjer pomeni:

Δu [%] ..... padec napetosti na koncu voda
P [W] ..... priključna moč tokokroga ali konična moč razdelilnika
l [m] ..... dolžina vodnika
S [mm^2] ..... presek vodnika
Uf [V] ..... fazna napetost
U [V] ..... medfazna napetost
λ [m/Ωmm^2] ..... specifična prevodnost (λCu=56, λAl=37)

Kontrola delovanja zaščite za nekatere najbolj kritične tokokroge, je prikazana v priloženih tabelah.

KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE

RAZDELILNIK		**RG**	
trafo postaja		1 x	630
upornost:	R (Ω)		0,1000
	X (Ω)		0,0100
kontaktne upornosti	R (Ω)		0,0099
dovod iz razdelilnika	-		PMO
oznaka tokokroga	-		W0
napetost tokokroga	U (V)		400
konična moč tokokroga	Pk (kW)		32
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/	63
dolžina tokokroga	l (m)		350
material kabla	-		Al
št. in presek L	S (mm^2)	1 x	70
vzpored.vodnikov PE	S (mm^2)	1 x	70
upornost tokokroga	R (Ω)		0,3234
	X (Ω)		0,0574
upornost celotne	Rs (Ω)		0,4333
KS zanke	Xs (Ω)		0,0674
impedanca KS zanke	Zs (Ω)		0,4385
korekcijski faktor	C (-)		1
kratkostični tok	Iks (A)		580
izklopni tok:	Ia (A)	5s :	325
izklopni čas	ta (s)		
vrsta izolacije	-		PVC
dopustni čas KS	tk (s)		79,8
padec napetosti tokokroga	u (%)		3,17%
skupni padec napetosti	u (%)		3,17%
dopustni padec napetosti	u (%)		
opomba			

KONTROLA DELOVANJA ZAŠČITE

RAZDELILNIK		RN2	5 razsv.	17 vtič
trafo postaja				
upornost:	R (Ω)	0,4333		
	X (Ω)	0,0674		
kontaktne upornosti	R (Ω)	0,0099		
dovod iz razdelilnika	-	RG	RN2	RN2
oznaka tokokroga	-	W4	5	17
napetost tokokroga	U (V)	400	230	230
konična moč tokokroga	Pk (kW)	4	0,2	0,8
izklopna naprava	In (A)	NV-gL/ 20	ST-68/B 10	ST-68/C 16
dolžina tokokroga	l (m)	15	25	25
material kabla	-	Cu	Cu	Cu
št. in presek L	S (mm^2)	1 x 10	1 x 1,5	1 x 2,5
vzpored.vodnikov PE	S (mm^2)	1 x 10	1 x 1,5	1 x 2,5
upornost tokokroga	R (Ω)	0,0571	0,7072	0,3853
	X (Ω)	0,0028	0,0058	0,0055
upornost celotne	Rs (Ω)	0,5003	1,2075	0,8856
KS zanke	Xs (Ω)	0,0702	0,0760	0,0757
impedanca KS zanke	Zs (Ω)	0,5052	1,2099	0,8888
korekcijski faktor	C (-)	1	0,8	0,8
kratkostični tok	Iks (A)	503	152	207
izklopni tok:	Ia (A)	5s : 85	0.4s : 50	0.4s : 160
izklopni čas	ta (s)			
vrsta izolacije	-	PVC	PVC	PVC
dopustni čas KS	tk (s)	5,2	1,3	1,9
padec napetosti tokokroga	u (%)	0,07%	0,25%	0,60%
skupni padec napetosti	u (%)	3,24%	3,49%	3,84%
dopustni padec napetosti	u (%)		3%	5%
padec napetosti 1. tokokroga		3,17%		

Glavno izenačenje potencialov

Skladno s **SIST HD 60364-4-41** in **SIST IEC 60364-5-54** se predvidi izenačevanje potencialov.

Za glavno izenačenje potencialov v zgradbi je predvidena glavna ozemljitvena zbiralnica, nameščena pod glavnim razdelilnikom objekta. Nanjo mora biti vezano naslednje:
- glavni ozemljitveni vod
- glavni PEN ali PE vodnik
- glavni vodniki za izenačenje potenciala, ki povezujejo glavne cevi vodovoda, kanalizacije, centralne kurjave, plina, kanale za prezračevanje in druge večje kovinske mase v zgradbi.

Glavni ozemljitveni vod povezuje glavno ozemljitveno zbiralnico z ozemljilom objekta, ki je predviden kot združena zaščita in strelovodna ozemljitev.

Dopolnilno izenačenje potencialov
V objektu je kot dodatni zaščitni ukrep predvideno dopolnilno izenačenje potencialov. Dopolnilno izenačenje potencialov povezuje poleg vseh izpostavljenih prevodnih delov tudi vse tuje prevodne dele (odtoki kadi, vodovodne pipe, radiatorji, kabelske police in druge kovinske mase v prostoru). Vsi tuji prevodni deli so z vodnikom preseka najmanj 4 mm^2 povezani z zbiralko za dopolnilno izenačenje potencialov DIP nameščeno na kabelski polici ter v zaščitenem prostoru. Ta pa je z vodnikom preseka najmanj 6 mm^2 povezana z glavno ozemljitveno zbiralnico GIP obravnavanega objekta.

Presek vodnikov za izenačevanje potenciala je izbran skladno s standardom SIST HD 60364-5-54 in je sledeč:

Od ozemljila do GIP -	Rf 30x3,5mm
Od GIP na kovinske mase	≥ H07V 6mm^2 (Ru/Ze)
Od GIP na PE zbiralko v razdelilniku	≥ H07V 10mm^2 (Ru/Ze)