
OBČINA DUPLEK
Trg slovenske osamosvojitve 1
2241 Spodnji Duplek

Številčna oznaka	Načrt	Številka načrta
4	NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME	2017-00088-EI

VRTEC ŽITEČKA VAS

PROJEKT ZA IZVEDBO [PZI]

REKONSTRUKCIJA IN NOVA GRADNJA – DOZIDAVA

Številka projekta	Številka izvoda	Kraj in datum
27/2017	1 2 3 4 5 6	Žerovinci, december 2017

ElektroCAD, projektiranje, elektroinženiring d.o.o.
Žerovinci 44, SI – 2259 Ivanjковci
t: +386 (0)2 719 44 50
f: +386 (0)2 719 41 25
m: +386 (0)41 648 815
info@elektrocad.si
www.elektrocad.si

4.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

Vrsta načrta **NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME**

Investitor **OBČINA DUPLEK**
Trg slovenske osamosvojitve 1
2241 Spodnji Duplek

Objekt **VRTEC ŽITEČKA VAS**

Vrsta projektne dokumentacije **PROJEKT ZA IZVEDBO [PZI]**

Za gradnjo **Rekonstrukcija in nova gradnja – dozidava**

Projektant **ElektroCAD projektiranje, elektroinženiring d.o.o.**
Žerovinci 44, SI - 2259 Ivanjkovci

Odgovorna oseba projektanta **Marko Lačen,**
dipl.inž.el.

Datum

Odgovorni projektant

Bojan Potočnik inž. el.

.....

Odgovorni vodja projekta

Uroš Rošker, univ.dipl.inž.arh.

.....

Številka projekta

27/2017

Številka načrta

2017-00088-EI

SEZNAM SODELAVCEV PRI IZDELAVI PROJEKTNE DOKUMENTACIJE

Vrsta načrta	4 NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
Številka projekta	27/2017
Vrsta projektne dokumentacije	PROJEKT ZA IZVEDBO [PZI]
Številka načrta	2017-00088-EI

Pri izdelavi projektne dokumentacije so na osnovi odločbe podjetja ElektroCAD projektiranje, elektroinženiring d.o.o. sodelovali naslednji sodelavci:

Drugi sodelavci	Marko Lačen, dipl.inž.el.
-----------------	----------------------------------

4.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

Vrsta načrta	4 NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
Številka projekta	27/2017
Vrsta projektne dokumentacije	PROJEKT ZA IZVEDBO [PGD]
Številka načrta	2017-00088-EI

Številka mape	1/1
---------------	-----

4.1	NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU
4.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA
4.3	IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA NAČRTA V PROJEKTU [PGD]
4.4	TEHNIČNO POROČILO
4.5	RISBE

4.4 TEHNIČNO POROČILO

Vrsta načrta	4 NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
Številka projekta	27/2017
Vrsta projektne dokumentacije	PROJEKT ZA IZVEDBO [PZI]
Številka načrta	2017-00088-EI

Oznaka	Dokument / Vsebina	Strani
--------	--------------------	--------

EDD	TEHNIČNI OPIS S TEHNIČNIMI IZRAČUNI ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
-----	---

EEC	POPIS DEL IN OPREME S PREDIZMERAMI
-----	------------------------------------

4.6 RISBE

Vrsta načrta	4 NAČRT ELEKTRIČNIH INSTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME
Številka projekta	27/2017-A
Vrsta projektne dokumentacije	PROJEKT ZA IZVEDBO [PZI]
Številka načrta	2017-00088-EI

Številka risbe	Del objekta / Sistem	Vsebina risbe	Merilo
E01	TLORIS KLETI	ELEKTROINSTALACIJE MOČ, RAZSVETLJAVA	1:50
E02	TLORIS PRITLIČJA	ELEKTROINSTALACIJE MOČ, RAZSVETLJAVA	1:50
E03	TLORIS STREHE	ELEKTROINSTALACIJE MOČ	1:50
E04	SHEMA	SHEMA ENERGETSKEGA RAZVODA	
E05	SHEMA	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILEC R_K	
E06	SHEMA	ENOPOLNA SHEMA RAZDELILEC R_P	
E07	SHEMA	SHEMA TELEKOMUNIKACIJSKIH PRIKLJUČKOV	
E08	NAČRT FASADE	STRELOVOD	1:100

1 TEHNIČNI OPIS S TEHNIČNIMI IZRAČUNI

Investitor	OBČINA DUPLEK Trg slovenske osamosvojitve 1 2241 Spodnji Duplek
Objekt	VRTEC ŽITEČKA VAS
Načrt	ELEKTRIČNE INŠTALACIJE IN ELEKTRIČNA OPREMA

Načrt električnih inštalacij in električne opreme je izdelan na osnovi projektne naloge, veljavnih tehniških predpisih ter slovenskih standardov [SIST IEC, SIST HD In SIST EN] za električne inštalacije in električno opremo.

Pri izdelavi projektne dokumentacije načrta električnih inštalacij in električne opreme so upoštevani veljavni pravilniki in tehnične smernice :

- Pravilnik o projektni dokumentaciji [Uradni list Republike Slovenije št.55/2008].
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah [Uradni list Republike Slovenije št. 41/2009]
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele [Uradni list Republike Slovenije št. 28/2009].
- Tehnična smernica TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah.
- Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita Raba Energije
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije.
- Tehnična smernica TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele.

Ustrezno s Pravilnikom o projektni dokumentaciji je načrt električnih inštalacij in električne opreme izdelan v obsegu, ki omogoča izvedbo del.

1.1 ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

1.1.1 Električni priključek

Sistem splošnega napajanja je iz zunanjenega omrežja [zunanji električni priključek] distribucijskega podjetja, izdelan na osnovi soglasja za priključitev in ni predmet tega načrta.

Osnovni podatki o objektu:

Obstoječa priključna moč objekta znaša 18,0 kW.
Dodatna priključna moč objekta znaša 15,8 kW.

Skupaj: 33,8 kW

Napetost 3 x 230/400 V 50 Hz

Sistem zaščite TN-C-S z napravami za samodejni izklop napajanja.

Bremenski tok obtežbe objekta I_b [A] znaša:

$$I_b = \frac{P_b}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos \varphi} = \frac{33800}{1,73 \times 400} = 49,7 \text{ A}$$

I_b	Bremenski tok obtežbe objekta	[A]
P_b	Bremenska moč objekta	[W]
U_n	Nazivna napetost	[V]

Za navedeno priključno moč bo v kabelski priključni merilni omari vgrajen omejevalnik toka jakosti 3 x 50 A.

Na fasadi objekta bo vgrajena nova priključno merilna omara. Obstoječa merilna mesta bodo združena v eno. V merilno omaro bo prestavljen eden izmed obstoječih števecov.

Merilno mesto mora biti izvedeno v skladu z »Tipizacijo merilnega mesta« Upravljalca distribucijskega omrežja in soglasja za priključitev.

1.1.2 Dimenzioniranje vodnikov in kablov za notranji električni priključek

Notranji električni priključek, od priključne merilne omare PMO do električnega razdelilnika +R0, je izdelan z energijskim kablom NYY-J 4x25 mm² 06/1 kV. Položen je v zaščitno cev.

Dopustno tokovno obremenitev dovodnega kabla $I_{z'}$ določimo po standardu SIST HD 60364-5-52 Niskonapetostne električne inštalacije - 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme - Inštalacijski sistemi.

I_z	Referenčni tip električnih napeljav po tabeli 52-B1	A2
k_1	Nazivna trajna tokovna obremenitev kabla v [A] po tabeli 52-C3 kolona 3	68
k_2	Korekcijski faktor za temperature okolice različne od 20 °C po tabeli 52-D2	1
	Korekcijski faktor za število položenih kablov in njihove razporeditve po tabeli 52-E3	1

Z upoštevanjem korekcijskih faktorjev, ki vplivajo na nazivno trajno tokovno obremenitev kabla, dobimo dopustno tokovno obremenitev kabla pri razmerah različnih od referenčnih:

$$I_{z'} = I_z \times k_1 \times k_2 = 68 \times 1 \times 1 = 68 \text{ A}$$

1.1.2.1.1 Termično dimenzioniranje vodnikov in kablov za notranji električni priključek

1.1.2.1.1.1 Zaščita pri preobremenitvenem toku

Zaščita pri preobremenitvenem toku ustreza standardu SIST HD 60364-4-43 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-43.del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki.

Prožilne lastnosti zaščitnih naprav za preobremenitveno zaščito kabla [električnih vodov] ustrezajo naslednjima pogojema:

1.	I_b	\leq	I_N	\leq	$I_{z'}$	
pogoj:	49,7	\leq	50	\leq	68	
2.	I_2	\leq	1,45	\times	$I_{z'}$	
pogoj:	80	\leq	1,45	\times	68	
	80	\leq	98,6			
	I_2	$=$	k	\times	I_N	
	I_2	$=$	1,6	\times	50	$=$ 80

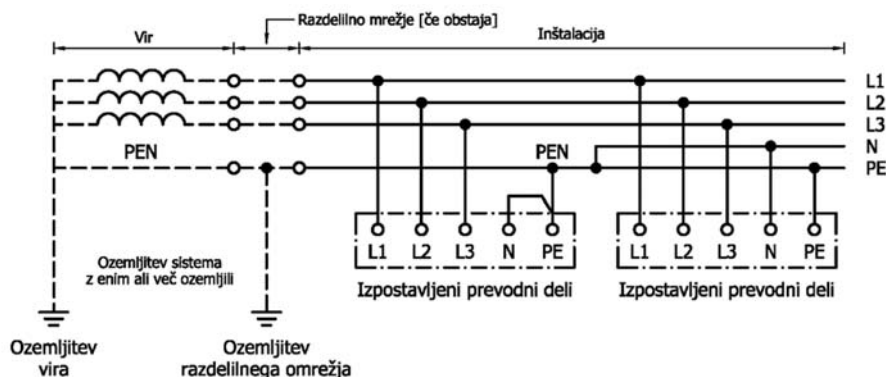
I_b	Obratovalni tok za tokokrog	[A]
I_N	Naznačeni tok zaščitne naprave	[A]
$I_{z'}$	Dopustna tokovna obremenitev kabla z upoštevanimi faktorji	[A]
I_2	Tok, ki zagotavlja učinkovito delovanje zaščitne naprave v določenem času	[A]
k	Mnogokratnik nazivnega toka, za odklopnike [zaščitna stikala]	1,2
k	Mnogokratnik nazivnega toka, za inštalacijske odklopnike	1,45
k	Mnogokratnik nazivnega toka, za taljive varovalke po posebni tabeli [SIST EN 60269]	

V standardu SIST EN 60269 Niskonapetostne varovalke so navedeni faktorji »k« za posamezne nazivne toke varovalk karakteristike gG. Vrednosti so zbrane v spodnji preglednici.

	I_N [A]	k
2	I_N	2,1
6	I_N	1,9
	I_N	1,6

Iz gornjih pogojev je razvidno da bodo zaščitne naprave ustrezno delovale.

Razdelilni sistem elektroenergetskih inštalacij glede ozemljitve je TN-C-S sistem napajanja. Dovod splošnega napajanja je iz obstoječega električnega razdelilnika.



Obstoječe merilne varovalke ostanejo nespremenjene zaradi sorazmerno majhnega povečanja priključne moči objekta.

1.1.3 Električni razdelilnik

Električni razdelilnik ustreza standardu SIST EN 61439-1 - Sklopi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 1. del: Splošna pravila, standardu SIST EN 61439-3 - Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnajo navadni ljudje ter standardu SIST EN 62208 Prazna ohišja za sestave nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - Splošne zahteve.

Električni razdelilnik je tipske izvedbe; razreda I izdelan v stopnji zaščite IP30, podometne montaže. Zaščita pred mehanskimi vplivi je IK06. Vsa oprema in priključki so nedvoumno označeni po namembnosti in tokokrogu, ki mu pripadajo. Oznake oziroma napisne ploščice so obstojne, trajno pritrjene in usklajene s tehničnimi podatki iz dokumentacije in navodil.

Na zunanji strani električnega razdelilnika je napisna ploščica z imenom proizvajalca, oznaka uporabljenega sistema napajanja glede ozemljitve [TT, TN-...] ustrezno s standardom SIST HD 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1.del: Temeljna načela, ocena splošnih karakteristik, definicije.

Obstoječa oprema bo iz razdelilca demontirana, saj je zastarela. Vgrajena bo nova oprema skladno z enopolno shemo.

1.1.4 Izbira in namestitev električne opreme

Izbira in namestitev električne opreme ustreza standardu SIST HD 60364-5-51 Električne inštalacije zgradb – 5-51.del: Izbira in namestitev električne opreme – Splošna pravila.

Zunanji vplivi določajo normalne karakteristike za izvedbo električnih instalacij in vgrajene opreme. Drugačne karakteristike so za posamezne prostore določene v tlorisnem načrtu.

Električne inštalacije ter namestitev električne opreme v prostorih s kopalno kadjo ali tušem so izdelane ustrezno s standardom SIST HD 60364-7-701 Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-701 del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Prostor s kopalno kadjo ali tušem.

Električne inštalacije moči in razsvetljave so izdelane z inštalacijskimi kabli NYM-J nazivne napetosti 300/500 V, razmeščene ali označene so tako, da jih je mogoče prepoznati pri pregledu, preizkušanju, popravilu ali predelavi.

Razvod električnih instalacij moči in razsvetljave v suhih prostorih, glede načina polaganja, je podometne izvedbe v stenah.

Električne inštalacije v podometni in nadometni izvedbi potekajo vzporedno z robovi prostora [vodoravno in navpično]. Vodoravno od 0,3 m do 1,1 m od tal in 2 m od tal do stropa. Navpično najmanj 0,15 m od robov oken in vrat.

Med električnimi inštalacijami in drugimi inštalacijami je razmik najmanj 30 mm, oziroma najmanj toliko, da vzdrževanje ene inštalacije ne ogroža druge.

V eni inštalacijski cevi ali kanalu, oziroma v enem kabelskem plašču večžilnega kabla, so samo vodniki enega tokokroga ter krmilni in pomožni tokokrogi.

1.1.5 Inštalacije moči

Vtičnice so v PROSTORIH VRTCA podometne izvedbe 16 A / 250 V izdelane v stopnji zaščite IP 20, vgrajene na višino 1,8 m opremljene z otroško zaščito.

Vtičnice prostorih kleti podometne izvedbe 16 A / 250 V izdelane v stopnji zaščite IP 20, vgrajene na višino 0,4 in 1,2 m glede na notranjo opremo.

Priključki nepremične opreme [bojler, štedilnik, klimatske naprave] so izdelani z priključno krmilno omarico nepremične opreme v stopnji zaščite IP 20 glede na lokacijo in razporeditev opreme. Lokacija je usklajena s proizvajalcem opreme.

1.1.6 Inštalacije razsvetljave

1.1.6.1 Splošna razsvetljava

Srednja vzdrževana osvetljenost notranjih prostorov na delovnem mestu ustreza standardu SIST EN 12464 – 1: Svetloba in razsvetljava – Razsvetljava na delovnem mestu – 1.del: Notranji delovni prostori.

Svetilke so vgrajene na strop in delno na zid glede na notranjo opremo. Razporeditev svetilk ustreza priporočilom Slovenskega društva za razsvetljavo SRD, publikacija PR 4/1 in PR 4/2 Notranje okolje in načrtovanje razsvetljave.

Razsvetljava prostorov je izdelana z nadgradnimi/vgradnimi svetilkami s paraboličnim rastrom razreda I izdelane v stopnji zaščite IP20, z vgrajeno LED sijalko.

Razsvetljava hodnikov in kopalnic je izdelana z nadgradnimi svetilkami s kapo razreda I izdelane v stopnji zaščite IP44, z vgrajeno z vgrajeno LED sijalko.

Vklop razsvetljave v prostorih vrtca je lokalno s stikali podometne izvedbe 10 A / 250 V izdelana v stopnji zaščite IP20, vgrajena na višino 1,8m glede na notranjo opremo.

Vklop razsvetljave v prostorih kleti je lokalno s stikali podometne izvedbe 10 A / 250 V izdelana v stopnji zaščite IP20, vgrajena na višino 1,2m glede na notranjo opremo.

1.1.6.2 Zasilna/nujnostna razsvetljava

Svetilke zasilne razsvetljave [varnostna] omogočajo orientacijo v prostorih ter osvetlitev izhodov, in izhodnih poti ob izpadu omrežne napetosti.

Svetilke zasilne razsvetljave so označene z označbo električnega razdelilnika, s številko tokokroga in zaporedno številko svetilke v tokokrogu.

1.1.6.2.1 Varnostna razsvetljava

Minimalna horizontalna osvetljenost pri tleh v smeri osi evakuacijske poti ter minimalna osvetljenost požarno varnostnih točk ustreza standardu SIST EN 50172 Sistemi za nujnostno razsvetljavo evakuacijskih poti ter standardu SIST EN 1838 Razsvetljava - Zasilna razsvetljava.

Razsvetljava za umik na evakuacijski poti je izdelana z nadgradnimi svetilkami zasilne razsvetljave razreda II izdelane v stopnji zaščite IP65, z vgrajeno fluorescenčno sijalko T8 in predstikalno napravo EVG.

Svetilke varnostne razsvetljave bodo priključene na centralni napajalnik v pritličju objekta.

Smer evakuacijske poti je označen z nadgradnimi varnostnimi znaki [piktogram bežečega človeka s smerjo evakuacije] z notranjo osvetlitvijo razreda II izdelane v stopnji zaščite IP65, z vgrajeno fluorescenčno sijalko T8.

Varnostni znaki so v trajnem spoju z lastnim napajanjem preko vgrajene NiCd baterije, avtonomije 3h



Varnostni znaki ustrezajo standard SIST 1013 Požarna zaščita - Varnostni znaki - Evakuacijska pot, naprave za gašenje in ročni javljalniki požara.

1.1.7 Dimenzioniranje vodnikov in kablov za notranje inštalacije

1.1.7.1 Termično dimenzioniranje vodnikov in kablov za notranje inštalacije

1.1.7.1.1 Zaščita pri preobremenitvenem toku

Zaščita pri preobremenitvenem toku ustreza standardu SIST HD 60364-4-43 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-43.del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki.

Prožilne lastnosti zaščitnih naprav za preobremenitveno zaščito kabla [električnih vodov] ustrezajo naslednjima pogojem:

1. pogoj:	I_b	\leq	I_N	\leq	$I_{Z'}$
2. pogoj:	I_2	\leq	1,45	\times	$I_{Z'}$
	I_2	$=$	k	\times	I_N

I_b	Obratovalni tok za tokokrog	[A]
I_N	Naznačeni tok zaščitne naprave	[A]
$I_{Z'}$	Dopustna tokovna obremenitev kabla z upoštevanimi faktorji	[A]
I_2	Tok, ki zagotavlja učinkovito delovanje zaščitne naprave v določenem času	[A]
k	Mnogokratnik nazivnega toka, za odklopnike [zaščitna stikala]	1,2
k	Mnogokratnik nazivnega toka, za inštalacijske odklopnike	1,45
k	Mnogokratnik nazivnega toka, za taljive varovalke po posebni tabeli [SIST EN 60269]	

V standardu SIST EN 60269 Niskonapetostne varovalke so navedeni faktorji »k« za posamezne nazivne toke varovalk karakteristike gG. Vrednosti so zbrane v spodnji preglednici.

		I_N [A]			k
2		ter		4	2,1
6	\leq	I_N	\leq	13	1,9
		I_N	\geq	16	1,6

1.1.7.1.2 Zaščita pri kratkostičnem toku

Zaščita pri kratkostičnem toku ustreza standardu SIST HD 60364-4-43 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-43.del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki.

Za kable in izolirane vodnike velja, da je potrebno vse toke, nastale zaradi kratkega stika, ki se pojavijo na katerikoli točki tokokroga, izključiti v času, ki ni daljši od tistega, v katerem bi bila presežena dovoljena mejna temperatura izolacije vodnikov.

Za kratke stike, ki trajajo do 5s, se čas t, v katerem navedeni kratkostični tok dvigne temperaturo izolacije vodnikov na najvišje dovoljene temperature obratovanja do mejne temperature, lahko približno izračunamo iz formule:

$$t_{dop} = \left(k \times \frac{S}{I_k} \right)^2 \text{ sek}$$

t_{dop}	Dopustni čas trajanja kratkega stika	[s]
I_k	Tok kratkega stika	[A]
S	Nazivni prerez vodnika	[mm ²]
k	Faktor, ki je odvisen od specifične upornosti, temperaturnega koeficienta in toplotne kapacitete materiala vodnika ter ustrezne začetne in končne temperature.	Al [76] Cu [115]

Za izklopne čase zaščitnih naprav [inštalacijski odklopnik] manjših od 0.1 s, kjer je pomembna asimetrija tokov, mora biti za tokovno-omejilne naprave $k^2 \cdot S^2$ večji kot vrednost prepuščene energije $I^2 \cdot t$, ki jo navede proizvajalec zaščitne naprave:

$$k^2 \cdot S^2 > I^2 \cdot t$$

1.1.7.2 Električno dimenzioniranje vodnikov in kablov za notranje inštalacije

Ustrezno s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v zgradbah [Uradni list Republike Slovenije št. 41/2009] so določene naslednje mejne vrednosti padcev napetosti od napajalne točke do katere koli točke električne inštalacije, če se ta napaja iz javnega distribucijskega omrežja:

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

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

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

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

$\Delta u_{\%}$	Padec napetosti na koncu voda	[%]
P	Moč v točki odjema	[W]
l	Dolžina kablovoda (vodnika)	[m]
λ	Specifična prevodnost vodnika	[Sm/mm ²]
S	Nazivni presek vodnika	[mm ²]
U	Medfazna napetost	[V]

Če je dolžina električne inštalacije večja od 100 m, lahko povečamo dovoljeni padec napetosti za 0,005 % za vsak meter, ki presega 100 m, vendar skupno največ 0,5 %.

1.1.7.3 Mehansko dimenzioniranje vodnikov in kablov za notranje inštalacije

Najmanjši še dovoljeni prerezi vodnikov in kablov za stalne električne inštalacije ustrezajo standardu SIST HD 60364-5-52 Nizkonapetostne električne inštalacije - 5-52.del: Izbira in namestitvev električne opreme - Inštalacijski sistemi.

Vrsta vodnika	Namen vezja	Vodnik	
		Material	Presek [mm ²]
Kabli in izolirani vodniki	Vezje za napajanje in osvetljlitev	Baker	1,5
		Aluminij	2,5
	Vezje za signalizacijo in upravljanje	Baker	0,5
Goli vodniki	Vezje za napajanje	Baker	10
		Aluminij	16
	Vezje za signalizacijo in upravljanje	Baker	4

Vrsta vodnika	Namen vezja	Vodnik	
		Material	Presek [mm ²]
Kabli in izolirani vodniki	Vezje za napajanje in osvetljlitev	Baker	1,5
	Vezje za signalizacijo in upravljanje	Baker	0,5

1.1.8 Svetlobnotehnični izračun notranje razsvetljave po metodi izkoristka

Izračun notranje razsvetljave po metodi izkoristka temelji na izračunu po podatkih, ki ga podajajo proizvajalci svetilk ter svetlobnih virov in je izdelan s pomočjo računalniškega programa.

Glede na prostor in podatkih arhitekta je določena odsevnost strop/stena/tla. Odvisna je od barve stropa, sten z opremo in vrsto tal.

1.1.9 Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki

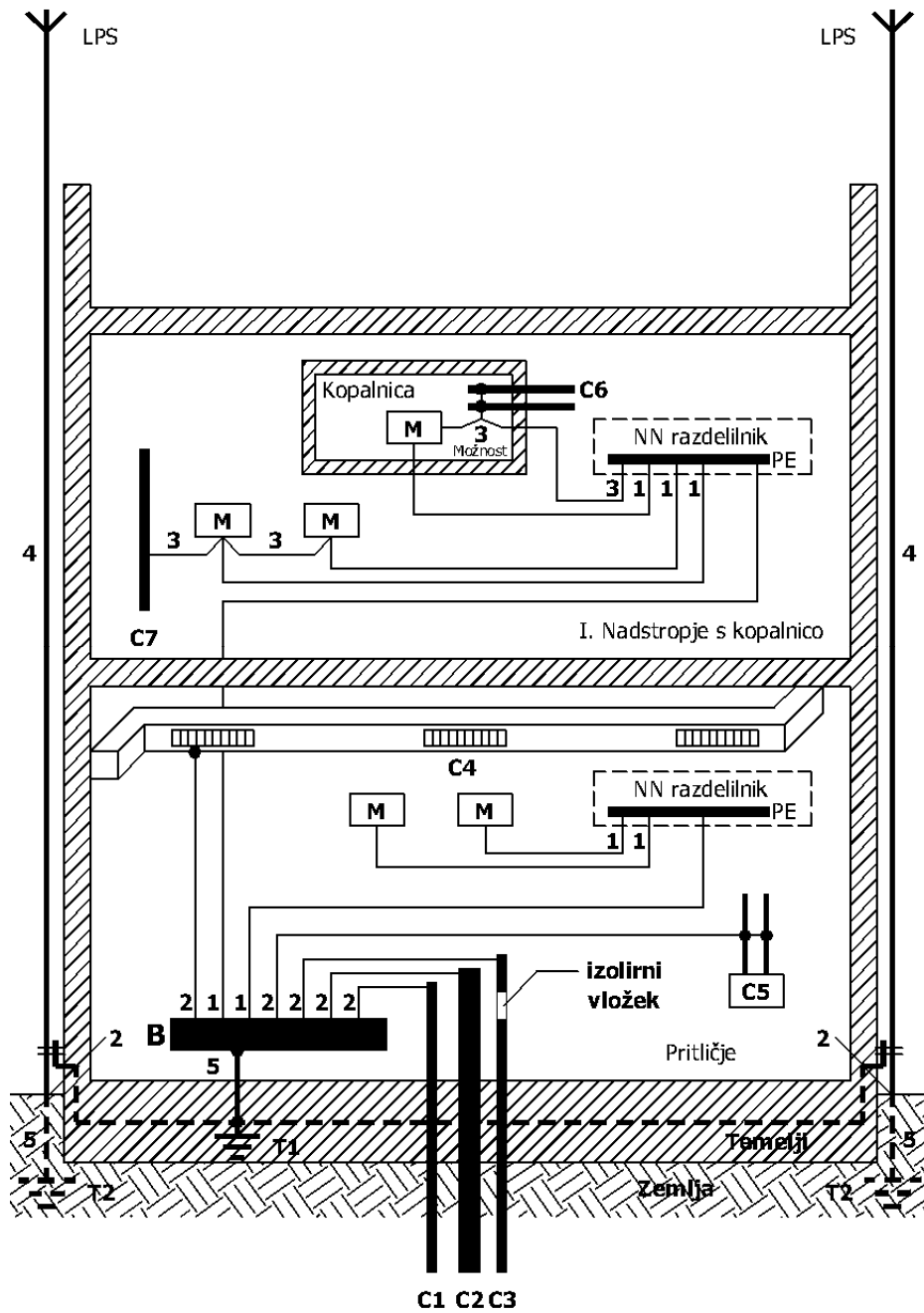
Ozemljitveni sestavi z zaščitnimi vodniki [PE] in vodniki za zaščitno izenačitev potencialov so izdelani ustrezno s standardom SIST HD 60364-5-54 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-54.del: Izbira in namestitvev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki; tako da izpolnjujejo varnostne zahteve za električne inštalacije.

1.1.9.1 Prikaz ozemljitvenih sistemov, zaščitnih vodnikov in vodnikov za zaščitno izenačitev potencialov

Definicije, uporabljene za ozemljitvene sestave, zaščitne vodnike [PE] in vodnike za zaščitno izenačitev potencialov so navedene in prikazane v nadaljevanju.

- M** Izpostavljeni prevodni del. Prevodni del električne opreme, ki se ga je mogoče dotakniti in ki normalno ni pod napetostjo, a lahko ob okvari osnovne izolacije pride pod napetost.
- C** Tuji prevodni del. Prevodni del, ki ni del električne inštalacije, a lahko privede električni potencial, navadno električni potencial okolnje zemlje.
- B** Glavna ozemljitvena sponka [Glavna ozemljitvena zbiralka]. Sponka ali zbiralka, ki je del ozemljitvenega sistema inštalacije in omogoča električno povezavo vodnikov v ozemljitvene namene.
- T** Ozemljilo. Prevodni del, ki je v električnem stiku z zemljo. Lahko je vkopan v poseben prevodni medij, naprimer beto ali leš.
- 1** Zaščitni vodnik. Vodnik, ki zagotavlja varnost, naprimer za zaščitno pred električnim udarom
- 2** Vodnik za izenačitev potencialov. Zaščitni vodnik, ki zagotavlja zaščitno izenačitev potencialov
- 3** Vodnik za dodatno izenačitev potencialov
- 4** Odvod sistema zaščite pred delovanjem strele [LPS]
- 5** Ozemljitveni vodnik. Vodnik, ki zagotavlja prevodno pot ali del prevodne poti med dano točko v sistemu ali inštalaciji ali opremi in ozemljilom.

Ozemljitveni vodnik je tist vodnik, ki povezuje ozemljilo s točko skupnega sistema izenačitve potencialov, slednja je ponavadi glavna ozemljitvena zbiralka.



1.1.9.2 Ozemljitveni sestavi

1.1.9.2.1 Splošne zahteve

Ozemljitveni sestavi predstavljajo električno prevodno povezavo med izpostavljenimi prevodnimi deli ter tujimi prevodnimi deli, ki so ozemljeni in zemljo.

1.1.9.2.1.1 Temeljsko ozemljilo

Temeljsko ozemljilo je obstoječe, izdelano iz ploščatega vodnika FeZn 25x4 mm. Položen je v temelje objekta v obliki sklenjenega obroča ter oddaljen od površine betona najmanj 10 cm na globini, kjer ni vpliva vremenskih razmer. Ploščati vodnik je postavljen pokončno, s tem je zagotovljen dober stik s tlemi ter s tem nizka upornost ozemljila.

1.1.9.2.2 Ozemljitveni vodniki

Ozemljitveni vodniki so dimenzionirani ustrezno z zahtevami za zaščitne vodnike; kjer so vkopani v zemljo, imajo prereze ustrezne s spodnjo preglednico.

Ozemljitveni vodnik	Najmanjši prerez v mm ² Zaščitni pred mehanskimi poškodbami		Najmanjši prerez v mm ² Nezaščitni pred mehanskimi poškodbami	
	Baker	Jeklo	Baker	Jeklo
Zaščitni pred korozijo	2,5	10	16	16
Nezaščitni pred korozijo	25	50	25	50

V sistemih TN, kjer po ozemljitvenem vodniku ni pričakovati prevajanja omembe vrednega okvarnega toka, je ozemljitveni vodnik dimenzioniran v skladu z zahtevami vodnikov za zaščitno izenačitev potencialov za povezavo z glavno ozemljitveno zbiralko.

1.1.9.2.3 Glavna ozemljitvena zbiralka

V električnih inštalacijah, kjer se uporablja zaščitna izenačitev potencialov, je izdelana glavna ozemljitvena zbiralka na katero se priključi:

- Vodnike za izenačitev potencialov
- Ozemljitvene vodnike
- Zaščitne vodnike
- Vodnike funkcijske ozemljitve, če je potrebno

Priključevanje vsakega posameznega zaščitnega vodnika neposredno na glavno ozemljitveno zbiralko ni nujno, če so s to zbiralko povezani preko drugih zaščitnih vodnikov.

1.1.9.3 Zaščitni vodniki

Zaščitni vodnik se uporablja za električno povezavo izpostavljenih prevodnih delov, tujih prevodnih delov, glavne ozemljitvene zbiralke, ozemljila, ozemljitvene točke napajalnega vira ali umetne nevtralne točke.

1.1.9.3.1 Najmanjši prerezi

Prerez vsakega posameznega zaščitnega vodnika izpolnjuje zaščitni ukrep za samodejni odklop napajanja, ustrezno s standardom SIST HD 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-41.del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom in mora biti sposoben prevajati predviden okvarni tok.

Prerez zaščitnega vodnika se izračuna po enačbi $S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$, ki se uporablja samo, kadar izklopni čas ni daljši od 5s ali izbran ustrezno s spodnjo preglednico:

Prezorez linijskega vodnika S mm ²	Najmanjši prerez pripadajočega zaščitnega vodnika [mm ²]	
	Če je zaščitni vodnik iz enekaga materiala kot linijski vodnik	Če zaščitni vodnik ni iz enekaga materiala kot linijski vodnik
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 \leq S \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
k_1 vrednost za k za linijski vodnik izbran po preglednici 43A v SIST HD 384.4.43 S2:2003, upoštevajoč materiale za vodnik in izolacijo		
k_2 vrednost za k za zaščitni vodnik, izbrana iz ustrezne preglednice A.54.2 do A.54.6 v SIST HD 60364-5-54		

V vsakem primeru so upoštevane zahteve, da prerez vsakega zaščitnega vodnika, ki ni sestavni del kabla ali ni v skupnem okrovi z linijskim vodnikom, ni manjši kot to prikazuje spodnja preglednica:

Najmanjši prerez v mm ² Zaščiten pred mehanskimi poškodbami		Najmanjši prerez v mm ² Nezaščiten pred mehanskimi poškodbami	
Baker	Aluminij	Baker	Aluminij
2,5	16	4	16

1.1.9.3.2 Vrste zaščitnih vodnikov

Za zaščitne vodnike [električna povezava izpostavljenih prevodnih delov, tujih prevodnih delov, glavne ozemljitvene zbiralke, ozemljila, ozemljilne točke napajalnega vira ali umetne nevtralne točke] so uporabljeni eden ali več od spodaj naštetih možnosti:

- Vodnik v večžilnih kablilih
- Izolirani ali goli vodniki v skupnem okrovi z linijskimi vodniki
- Fiksno nameščeni goli ali izolirani vodniki
- Kovinski kabelski plašč, kabelski zaslon, kabelski oklep, pletenica, koncentrični vodnik, kovinska cev v skladu s spodnjimi pogoji, točka a) in b)

Inštalacijska oprema, kot so nizkonapetostne stikalne ali krmilne naprave ali sistemi kabelskih korit, ki imajo kovinske okrove ali konstrukcijske dele, se lahko uporabijo kot zaščitni vodniki, če izpolnjujejo hkrati naslednje tri zahteve:

- Njihova električna neprekinjenost mora biti zagotovljena s konstrukcijo ali z ustrezno povezavo, tako da je zagotovljena zaščita pred mehanskimi, kemičnimi ali elektrokemičnimi poškodbami
- So skladne z zahtevami za najmanjših prerezih zaščitnih vodnikov
- Morajo omogočiti povezavo z drugimi zaščitnimi na vsaki vnaprej predvideni odcepni točki

1.1.9.3.3 Električna neprekinjenost zaščitnih vodnikov

Zaščitni vodniki so primerno zaščiteni pred mehanskimi poškodbami, kemičnimi ali elektrokemičnimi vplivi ter elektrodinamičnimi in termodinamičnimi silami.

V zaščitni vodnik ni vgrajena nobena stikalna naprava, lahko pa je za izvedbo meritev predvidena povezava [vez], ki jo je mogoče ločiti le z orodjem.

1.1.9.3.4 Vodnik PEN

Vodnik PEN je ozemljitveni vodnik, ki opravlja funkciji zaščitnega in nevtralnega vodnika hkrati. Uporablja se samo v trajno položenih inštalacijah [TN sistem napajanja] in ima zaradi mehanskih razlogov prerez ustrezen kot to prikazuje spodnja preglednica.

Najmanjši prerez v mm ²	
Baker	Aluminij
10	16

Kovinski okrovi inštalacijskih sistemov se ne smejo uporabiti kot vodniki PEN, razen za sisteme kabelskih korit, ki izpolnjujejo zahteve standarda SIST EN 61534-1 Sistemi napajalnih razvodnic - 1. del: Splošne zahteve.

Če so v katerikoli točki inštalacije za nevtralne in zaščitne funkcije uporabljeni ločeni vodniki, nevtralnega vodnika ni dovoljeno priključiti na katerikoli ozemljeni del inštalacije [npr. zaščitni vodnik iz vodnika PEN]. Za ločitveno točko ju ne smemo več povezati.

Dovoljeno je izvesti več kot samo en nevtralni vodnik in več kot samo en zaščitni vodnik iz vodnika PEN. Ločene sponke ali zbiranke so lahko predvidene za zaščitne in nevtralne vodnike. V tem primeru mora biti vodnik PEN priključen na sponko ali zbiralko, namenjeno za zaščitni vodnik.

1.1.9.3.5 Namestitev zaščitnih vodnikov

Kadar se nadtokovne zaščitne naprave uporabljajo kot zaščita pred električnim udarom, je zaščitni vodnik vključen v isti sistem ožičenja kot vodniki pod napetostjo ali mora biti v njihovi neposrednji bližini.

1.1.9.4 Vodniki za zaščitno izenačitev potencialov

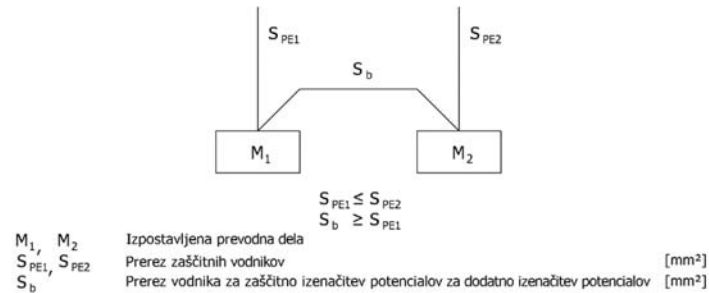
1.1.9.4.1 Vodniki za zaščitno izenačitev potencialov za povezavo z glavno ozemljitveno zbiralko.

Prerez vodnikov za zaščitno izenačitev potencialov, ki so uporabljeni za zaščitno izenačitev potencialov ustrezno s standardom SIST HD 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-41.del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom in so povezani z glavno ozemljitveno zbiralko, ne smejo biti manjši kot to prikazuje spodnja preglednica:

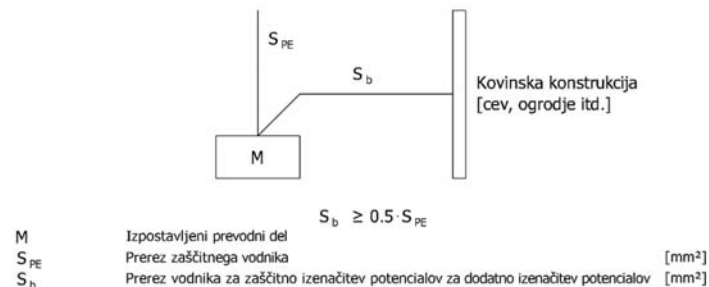
Najmanjši prerez v mm ²		
Baker	Aluminij	Jeklo
6	16	50

1.1.9.4.2 Vodniki za zaščitno izenačitev potencialov za dodatno izenačitev potencialov

Vodniki za zaščitno izenačitev potencialov, ki povezuje dvojje izpostavljenih prevodnih delov, nima prevodnosti manjše od prevodnosti najmanjšega zaščitnega vodnika, priključenega na izpostavljena prevodna dela.



Vodnik za zaščitno izenačitev potencialov, ki povezuje izpostavljeni prevodni del s tujim prevodnim delom, nima prevodnosti manjše od prevodnosti polovice ustreznega prereza zaščitnega vodnika.



Vodnik za zaščitno izenačitev potencialov, ki ni del kabla je mehansko zaščiten s tem, ko je položen v cev, korito, žleb ali zaščiten na podoben način.

Najmanjši prerez vodnikov za zaščitno izenačitev potencialov za dodatno izenačitev potencialov izpolnjuje zahteve za najmanjši prerez zaščitnega vodnika, ki ni sestavni del kabla ali ni v skupnem okrovu z linijskimi vodniki.

1.1.10 Koordinacija električne opreme in zaščitnih ukrepov znotraj električne inštalacije

Temeljna načela in zahteve, ki so skupna pri električnih inštalacijah, sistemih in opremi oziroma so potrebni za njihovo uskladiitev ustrezajo standardu SIST EN 61140 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo.

S kombinacijo konstrukcijskih ureditev za opremo in naprave ter s sistemom električnih inštalacij je dosežena določena vrsta [razred] zaščitne opreme. Ta je razvrščena v tri različne sisteme.

1.1.11 Zaščita pred električnim udarom

Osnovno pravilo zaščite pred električnim udarom, da nevarni deli pod napetostjo ne smejo biti dotakljivi in da dotakljivi prevodni deli niti v normalnih razmerah niti ob prvi okvari ne smejo postati nevarni deli pod napetostjo, ustreza standardu SIST HD 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-41.del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom

Zaščito v normalnih razmerah predstavljajo zaščitni ukrepi osnovne zaščite, zaščito ob prvi okvari pa zaščitni ukrepi ob okvari ustrezno s standardom SIST EN 61140 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo.

Zaščita pred električnim udarom obsega primerno kombinacijo ukrepa za osnovno zaščito in neodvisnega ukrepa za zaščito ob okvali ali ustreznim ukrep, ki zagotavlja tako zaščito ob normalnem obratovanju in tudi ob okvari.

1.1.11.1 Zaščitni ukrep: Samodejni odklop napajanja

1.1.11.1.1 Splošno

Samodejni odklop napajanja je zaščitni ukrep, pri katerem je osnovna zaščita zagotovljena z osnovno izolacijo delov pod napetostjo in s pregradami ali okrovi ter je zaščita ob okvari zagotovljena z zaščitno izenačitvijo potencialov in samodejnim odklopmom napajanja v primeru okvare.

1.1.11.1.2 Osnovna zaščita

1.1.11.1.2.1 Osnovna izolacija delov pod napetostjo

Deli pod napetostjo so popolnoma prekriti z izolacijo, ki jo je mogoče odstraniti le z njenim uničenjem. Za opremo, izolacija ustreza veljavnim standardom za električno opremo.

1.1.11.1.2.2 Pregrade ali okrovi

Deli pod napetostjo so v okrovih ali nameščeni za pregradami s stopnjo zaščite, ustrezno s standardom SIST EN 60529 Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje [koda IP], najmanj IPXXB ali IP2X.

Lahko dostopne vodoravne zgornje površine pregrad ali okrovov so v stopnji zaščite, ustrezno s standardom SIST EN 60529 Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje [koda IP], najmanj IPXXD ali IP4X.

1.1.11.1.3 Zaščita ob okvari

1.1.11.1.3.1 Zaščitna ozemljitev in zaščitna izenačitev potencialov

1.1.11.1.3.1.1 Zaščitna ozemljitev

Vsi izpostavljeni prevodni deli so povezani z zaščitnim vodnikom pod podanimi pogoji, ki veljajo za vsako vrsto ozemljitvenega sistema napajanja. Hkrati dotakljivi izpostavljeni prevodni deli so povezani na isti ozemljitveni sistem posamično, v supinah ali skupno.

Vodniki za zaščitno ozemljitev ustreza zahtevam za zaščitni vodnik, ustrezno s standardom SIST HD 60364-5-54 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-54.del: Izbira in namestitev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki.

V vsakem tokokrogu je na voljo zaščitni vodnik, ki je ozemljen preko povezave z ozemljitveno sponko ali zbiralko, predviden za ta tokokrog.

1.1.11.1.3.1.2 Zaščitna izenačitev potencialov

V objektu so ozemljitveni vodnik, glavna ozemljitvena zbiralka in naslednji prevodni deli povezani v zaščitno izenačitev potencialov:

- Kovinske cevi napajalnih sistemov, ki so od zunaj napeljene v notranjost objekta, naprimer plinske in vodovodne cevi
- Tuji prevodni deli konstrukcije objekta, če so dotakljivi ob normalni uporabi, kovinski deli centralnega ogrevanja in klimatskih naprav.
- Kovinske armature železobetonskih konstrukcij, če so dotakljive in zanesljivo medsebojno povezane

Če ti prevodni deli prihajajo od zunaj, jih je treba povezati skupaj čim bliže mestu njihovega vstopa v objekt.

Vodniki za zaščitno izenačitev potencialov ustreza zahtevam za zaščitni vodnik, ustrezno s standardom SIST HD 60364-5-54 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-54.del: Izbira in namestitev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki.

V glavno izenačitev potencialov so zajeti vsi kovinski plašči telekomunikacijskih kablov, ob upoštevanju zahtev lastnika ali upravljalca kablov.

1.1.11.1.3.2 Samodejni odklop ob okvari

Zaščitna naprava [talilna varovalka ali inštalacijski odklopnik] samodejno odklopi napajanje linijskih vodnikov tokokroga ali opreme ob stiku z zanemarljivo impedanco med linijskim vodnikom in izpostavljenim prevodnim delom ali zaščitnim vodnikom v tokokrogu ali opremi v odklopnem času.

Največji odklopni časi podani v spodnji preglednici veljajo za končne tokokroge z nazivnimi toki do 32 A.

Sistem	50 V < U ₀ ≤ 120 V [s]		120 V < U ₀ ≤ 230 V [s]		230 V < U ₀ ≤ 400 V [s]		U ₀ ≥ 400 V [s]	
	izmenična	enosmerna	izmenična	enosmerna	izmenična	enosmerna	izmenična	enosmerna
TN	0,8	Opomba 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	Opomba 2	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Če je v TT sistemu kot odklopni element predvidena nadtokovna zaščitna naprava in so v inštalaciji vsi tuji prevodni deli povezani z zaščitno izenačitev potencialov, se lahko uporabijo največji dovoljeni odklopni časi za TN. U₀ je nazivna napetost med linijskim vodnikom in zemljo.

Opomba 1: Odklop je lahko zahtevan iz drugih razlogov, kot je zaščita pred električnim udarom.

Opomba 2: Če je kot odklopna naprava predvidena RCD je potrebno upoštevati zahteve, ki so navedene pri uporabi RCD.

V sistemu TN je za razdelilne tokokroge in tokokroge, ki niso zajeti v zgornji preglednici dovoljen odklopni čas do 5 s.

Če samodejnega odklopa napajanja ni mogoče zagotoviti v času, kot se zahteva za samodejni odklop ob okvari, je potrebno izvesti dodatno zaščitno izenačitev potencialov.

1.1.11.1.3.3 Dodatna zaščita

V izmeničnih sistemih je dodatna zaščita z uporabo zaščitne naprave na diferenčni tok RCD zagotovljena za vtičnice z naznačenimi toki do vključno 20 A, ki jih lahko uporabljajo laiki in so namenjene za splošno uporabo ter končne tokokroge za premično opremo z naznačenim tokom do vključno 32 A za zunanjo uporabo.

1.1.11.1.4 Sistem TN

V sistemu TN je kakovost ozemljitve inštalacije pogojena z zanesljivim in učinkovitim spojem vodnikov PEN ali PE z zemljo. Če je ozemljitev zagotovljena z javnim ali drugim napajalnim sistemom, mora upravljalec omrežja poskrbeti za skladnost s potrebnimi pogoji.

Nevtralna ali skupna točka napajalnega sistema je ozemljena. Če nevtralne ali skupne točke ni ali nista dostopni, je potrebno ozemljiti linijski vodnik.

Izpostavljeni prevodni deli inštalacije so preko zaščitnega vodnika povezani z glavno ozemljitveno zbiralko inštalacije, ki je povezana z ozemljitveno točko napajalnega sistema.

Lastnosti zaščitnih naprav in impedanca tokokroga je izbrana tako, da se v primeru okvare z zanemarljivo impedanco med linijskim vodnikom in zaščitnim vodnikom ali izpostavljenim prevodnim delom kjerkoli v inštalaciji samodejno odklopi napajanje v zahtevanem času za samodejni odklop ob okvari. Ta zahteva je izpolnjena z naslednjim pogojem:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

Z_s	Impedanca okvarne zanke, ki sestoji iz impedanc vira, linijskega vodnika do mesta okvare in zaščitnega vodnika med mestom okvare in virom.	[Ω]
I_a	Tok, ki povzroči samodejni izklop odklopne naprave v času, ki je zahtevan za samodejni odklop ob okvari. Če se uporablja zaščitna naprava na diferenčni tok RCD, je ta tok diferenčni tok, ki povzroči odklop v času, ki je zahtevan za samodejni odklop ob okvari.	[A]
U_0	Nazivna napetost, izmenična ali enosmerna, med linijskim vodnikom in zemljo.	[V]

1.1.11.2 Dodatna zaščita

Dodatna zaščita je lahko zahtevana skupaj z drugimi zaščitnimi ukrepi v posebnih razmerah zunanjih vplivov in v posebnih lokacijah, po ustreznem 7. delu standarda SIST HD 60364 Niskonapetostne električne inštalacije - Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije.

1.1.11.2.1 Dodatna zaščita z zaščitnimi napravami na diferenčni tok [RCD]

Uporaba RCD z naznačenim tokom do vključno 30 mA je v izmeničnih sistemih priznana kot dodatna zaščita v primeru odpovedi ukrepa za osnovno zaščito in/ali ukrepa za zaščito ob okvari ali zaradi nepazljivosti uporabnika.

Uporaba takšnih naprav ne more biti edini zaščitni ukrep in ne izključuje potrebe po uporabi zaščitnih ukrepov.

1.1.11.2.2 Dodatna zaščita z dodatno zaščitno izenačitvijo potencialov

V dodatno zaščitno izenačitev potencialov so zajeti vsi hkrati dosegljivi izpostavljeni prevodni deli nepremične opreme in zunanji prevodni deli, vključno z glavno armaturo konstrukcij iz armiranega betona, če je mogoče. Sistem zaščitne izenačitve potencialov je povezan z zaščitnimi vodniki vse opreme, vključno z zaščitnimi vodniki vtičnic.

Če obstaja dvom glede učinkovitosti dodatne zaščitne izenačitve potencialov, se je treba prepričati, da upornos R, med hkrati dosegljivimi izpostavljenimi prevodnimi deli in zunanjimi prevodnimi deli ustreza naslednjemu pogoju:

$$\text{Izmenični sistemi} \\ R \leq \frac{50 \text{ V}}{I_a}$$

$$\text{Enosmerni sistemi} \\ R \leq \frac{120 \text{ V}}{I_a}$$

I_a	Tok delovanja zaščitne naprave za zaščine naprave na diferenčni tok [RCD], naznačeni diferenčni tok $I_{\Delta n}$	[A]
	Tok delovanja zaščitne naprave za nadtokovne zaščitne naprave, tok ki povzroči delovanje v 5 s	[A]

1.1.12 Zaščita pred toplotnimi učinki

V električnih inštalacijskih sistemih se preprečijo požar, opekline in pregretje tako da, so osebe, pritrjena električna oprema in materiali v bližini električnih inštalacij in opreme, zaščiteni pred škodljivim delovanjem toplote ali toplotnega sevanja, ki ga razvijejo električne inštalacije in naprave ustrezno s standardom SIST HD 60364-4-42 Nizkonapetostne električne inštalacije - 4-42. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred toplotnimi učinki.

Pritrjena električna oprema, ki povzroča fokusiranje in koncentracijo toplote, je dovolj oddaljena od katerega koli pritrjenega predmeta ali elementov konstrukcije, tako da v normalnih razmerah niso izpostavljeni nevarni temperaturi. Pri pojavu ognja se elektroenergetsko napajanje prekine, razen če ni s posebnim predpisom drugače določeno. Material za okrove električne opreme zdrži najvišjo temperaturo, ki jo ta oprema lahko ustvari. Zagotovljen je ukrep proti vžigu, kot je prekritje z negorljivimi ali težko gorljivimi in toplotno slabo prevodnim materialom.

Tokokrogi, ki napajajo opremo ali so napeljeni skozi prostore, v katerih obstaja nevarnost požara, so zaščiteni pred preobremenitvijo in kratkim stikom z zaščitno napravo zunaj teh prostorov.

1.2 KOMUNIKACIJSKE INŠTALACIJE

1.2.1 Komunikacijski razdelilnik

Komunikacijski razdelilnik je obstoječ, standardne izvedne.

1.2.2 Izbira in namestitev komunikacijske opreme

Izbira in namestitev komunikacijske opreme ustreza skupini standardov SIST EN 50173 - Informacijska tehnologija - Univerzalni sistemi pokabljenja ter skupini standardov SIST EN 50174 - Informacijska tehnologija - Polaganje kablov.

Sistem univerzalnega pokabljenja je namenjen telefonski in podatkovni mreži ter komunikacijskim povezavam, ki jih zahtevajo sedanje in bodoče informacijske storitve ter ustreza kategoriji 6 Razred E [6_A Razred E_A].

Strukturirano ožičenje je sestavljeno iz elektroenergetskih inštalacij 230V in univerzalnega sistema pokabljenja, kjer so upoštevani medsebojni vplivi, ki pogojujejo zanesljivo delovanje priključenih naprav na strukturirano ožičenje. Namenjeno je uporabi telefonske in podatkovne mreže in ostalim napeljavam za potrebe CATV sistema, požarne sisteme, alarmne sisteme, ter drugo.

Minimalne razdalje med elektroenergetskimi inštalacij 230V in univerzalnim sistemom pokabljenja, kjer je skupni poteki tras večji kot 35 m, so prikazani v spodnji preglednici.

Tip Kabla	Minimalne razdalje [mm]		
	Brez pregrade	Pregrada iz aluminija	Pregrada iz jekla
Neoklopljen energetski kabel Neoklopljen podatkovni LAN kabel	200	100	50
Neoklopljen energetski kabel Oklopljen podatkovni LAN kabel	50	20	5
Oklopljen energetski kabel Neoklopljen podatkovni LAN kabel	30	10	2
Oklopljen energetski kabel Oklopljen podatkovni LAN kabel	0	0	0

Horizontalni razvodi univerzalnega kabliranja so izdelani s podatkovnimi LAN kabli UTP 4x2x24 AWG Cat.6, razmeščene ali označene so tako, da jih je mogoče prepoznati pri pregledu, preizkušanju, popravilu ali predelavi.

Razvod komunikacijskih inštalacij [univerzalnega kabliranja, CATV] v suhih prostorih, glede načina polaganja, je podometne izvedbe v stenah.

Izolirani vodniki in kablji so zaščiteni pred mehanskimi, toplotnimi in kemičnimi vplivi ter drugimi zunanjimi vplivi z negorljivimi in samougasljivimi inštalacijskimi cevmi.

Komunikacijske inštalacije v podometni in nadometni izvedbi potekajo vzporedno z robovi prostora [vodoravno in navpično]. Vodoravno od 0,3 m do 1,1 m od tal in 2 m od tal do stropa. Navpično najmanj 0,15 m od robov oken in vrat.

Med komunikacijskimi inštalacijami in drugimi inštalacijami je razmik najmanj 30 mm, oziroma najmanj toliko, da vzdrževanje ene inštalacije ne ogroža druge.

V eni inštalacijski cevi ali kanalu, oziroma v enem kabelskem plašču večžilnega kabla, so samo vodniki enega tokokroga.

1.2.3 Inštalacije telefonske mreže

Vtičnice so podometne izvedbe RJ11 izdelane v stopnji zaščite IP 20, vgrajene na višino 0,4 m glede na notranjo opremo.

1.2.4 Inštalacije podatkovne mreže

Vtičnice so podometne izvedbe RJ45 izdelane v stopnji zaščite IP 20, vgrajene na višino 0,4 m glede na notranjo opremo.

Vtičnice podatkovne mreže so priključene po sistemu B standarda TIA/EIA-568 kot prikazuje spodnja slika.

Inštalacijski [parapetni] kanali ustrezajo skupini standardov SIST EN 50085 Sistemi kabelskih korit in sistemi kabelskih cevi za električne inštalacije.

1.3 ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO

Na mestih, na katerih lahko atmosferske prenapetosti povzročijo nevarnost, so postavljeni prenapetostni odvodniki ustrezno s standardom SIST HD 60364-4-44 - Nizkonapetostne električne inštalacije - 4-44 del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred prenapetostmi – Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami.

Za zaščito objektov oziroma instalacij in nanje priključenih naprav v objektu poznamo tri stopnje [koordinirana zaščita] prenapetostnih zaščitnih elementov, ustrezno s standardom SIST EN 62305-4 Zaščita pred delovanjem strele - 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah, ki se v glavnem razlikujejo po tokovni zmogljivosti odvajanja.

Za kvalitetno ter zanesljivo zaščito so prenapetostni zaščitni elementi pravilno dimenzionirati. To pomeni v splošnem, da so nameščene vse tri stopnje zaščite, kajti le v tem primeru ob pojavu prenapetosti ne bo prišlo do poškodb električne opreme.

1.3.1 Prenapetostna zaščita sistemov napajanja do 1000V

Prenapetostni zaščitni elementi za zaščito sistemov napajanja do 1000V ustrezajo standardu SIST EN 61643-11 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme - Zahteve in preskusi ter standardu SIST 61643-12 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari - 12. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme - Izbira in načela za uporabo.

1.3.1.1 Prenapetostna zaščita sistemov napajanja do 1000V razreda I+II

Prenapetostne zaščitne naprave razreda I+II so nameščene na vhodu sistemov napajanja v objekt oz. na prehodih iz zaščitne cone LPZ 0 – 1, ustrezno s standardom SIST EN 62305-1 Zaščita pred delovanjem strele - 1. del: Splošna načela.

Prenapetostne zaščite razreda I+II so namenjene odvajanju toka strele, kot tudi zaščiti pred stikalnimi oz. trenutnimi prenapetostmi. Izdelane kot plinski odvodnik ali odvodnik z varistorjem. Prenapetostna zaščita razreda I+II je vgrajena v zunanji [glavni] električni razdelilniki.

1.3.1.2 Prenapetostna zaščita sistemov napajanja do 1000V razreda II

Prenapetostne zaščitne naprave razreda II so nameščene na prehodu iz zaščitne cone LPZ 1 – 2, ustrezno s standardom SIST EN 62305-1 Zaščita pred delovanjem strele - 1. del: Splošna načela.

Prenapetostna zaščita razreda II pomeni drugo stopnjo zaščite oz. zaščito pred tokovnim valom 8/20, ki je predvsem posledica stikalnih manipulacij, lahko pa tudi oddaljenih udarov strele. Prenapetostna zaščita razreda II je vgrajena v notranji električni razdelilniki.

1.3.1.3 Prenapetostna zaščita sistemov napajanja do 1000V razreda III

Prenapetostne zaščitne naprave razreda III so nameščene na prehodu iz zaščitne cone LPZ 2 – 3, ustrezno s standardom SIST EN 62305-1 Zaščita pred delovanjem strele - 1. del: Splošna načela.

Prenapetostne zaščitne naprave razreda III so namenjene zaščiti pred induciranimi prenapetostmi. Prenapetostna zaščita razreda III je vgrajena v bližini naprave, katera je ščitena [za ustrezno zaščito je največja dovoljena oddaljenost 7m]. Opremljene so lahko z visokofrekvenčnim filtrom za zaščito pred višje harmonskimi komponentami.

1.3.2 Uporaba odvodnikov prenapetosti v elektroenergetskih inštalacijah

Na objektu je vgrajena zaščita pred udarom strele, zato je izvedena koordinacija z zaščito pred prenapetostmi, za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov se lahko uporablja strelovodna ozemljitev.

1.4 ZAŠČITA PRED DELOVANJEM STRELE

1.4.1 Izbira zaščite pred delovanjem strele

Zaščita pred delovanjem strele [načrtovanje, postavitve in vzdrževanje] ustreza standardu SIST EN 62305-1 - Zaščita pred delovanjem strele - 1. del: Splošna načela, standardu SIST EN 62305-2 - Zaščita pred delovanjem strele - 2. del: Vodenje rizika, standardu SIST EN 62305-3 - Zaščita pred delovanjem strele - 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja ter standardu SIST EN 62305-4 - Zaščita pred delovanjem strele - 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah.

Zaščita pred delovanjem strele je sestavni del objekta in je združljiva ter smiselno povezana z vsemi drugimi napeljavami v objektu. Izdelan je tako, da odvede atmosfersko razelektritev v zemljo brez škodljivih posebic in da pri tem ne pride do poškodb živih bitij, električnih preskokov in hkratnih iskrenj.

Glede na vrednotenje rizika in sprejemljiv riziko je za objekt določen zaščitni nivo zaščite pred delovanjem strele in s tem vrsta zaščite pred delovanjem strele. V spodnji preglednici so podane maksimalne vrednosti zaščitnih metod glede na vrsto zaščite pred delovanjem strele.

Zaščitni nivo	Vrsta LPS	Zaščitna metoda		
		Polmer kotaleče krogle [m]	Velikost mrežne zanke [m]	Zaščitni kot α
I	I	20	5×5	Slika
II	II	30	10×10	
III	III	45	15×15	
IV	IV	60	20×20	

1.4.2 Izvedba zaščite pred delovanjem strele

Uporabljena oprema ustreza standardu SIST EN 50164-1 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 1. del: Zahteve za povezovalne elemente, standardu SIST EN 50164-2 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 2. del: Zahteve za vodnike in ozemljila, standardu SIST EN 50164-3 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 3. del: Zahteve za iskrišča, standardu SIST

EN 50164-4 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 4. del: Zahteve za pritrdilne elemente, standardu SIST EN 50164-5 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 5. del: Zahteve za merilne omarice ozemljil in tesnjenje izolacije pri ozemljilih, standardu SIST EN 50164-6 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 6. del: Zahteve za števec udarov strele ter standardu SIST EN 50164-7 - Elementi za zaščito pred strelo (LPC) - 7. del: Zahteve za spojine, ki izboljšujejo ozemljitve.

Zunanja zaščita pred delovanjem strele je namenjena prestrežanju, odvajanju in porazdelitvi toka strele v zemljo. Pri tem se na ščitenu objektu ne sme pojaviti škoda. Sestavljena je iz lovilnega sistema, odvodnega sistema in sistema ozemljil, ki skupaj tvorijo varno pot toka strele med točko udara in zemljo.

1.4.2.1 Lovilni sistem

Lovilni vod je izdelan z Al odnikom \varnothing 10 m, kateri je položen na slemenske in strešne nosilce. Istočasno so z lovilnim vodom povezani kovinski strešni deli, vsi kovinski žlebovi obrobe in ostale kovinske mase ustreznih dimenzij. Galvanske povezave zagotavljajo enakomernejšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju.

Kot lovilni sistem je uporabljena strešna kovinsko kritina. Istočasno so z lovilnim sistemom povezani kovinski strešni deli, vsi kovinski žlebovi obrobe in ostale kovinske mase ustreznih dimenzij. Galvanske povezave zagotavljajo enakomernejšo razporeditev toka strele pri njegovem odvajanju.

Slemenski in strešni nosilci so med seboj oddaljeni 1 m in zagotavljajo minimalno razdaljo $[0,1 \div 0,4]$ m med lovilnim sistemom in strešnimi konstrukcijskimi deli.

1.4.2.2 Odvodni sistem

Odvodni sistem je izdelan z Al vodniki \varnothing 10 mm od lovilnega sistema do merilne sponke, kateri so položeni na strešne in zidne nosilce ter objemke odtočnik cevi. Od merilne sponke [Alu/FeZn] do ozemljitvenega sistema je pod vertikalno mehansko zaščito položen ploščati vodnik FeZn 30x4 mm.

Razdalje med navpičnimi odvodi in med posameznimi horizontalnimi krožnimi povezavami glede na vrsto zaščite pred delovanjem strele so prikazani v spodnji preglednici.

Vrsta zaščite pred delovanjem strele	Razdalje med odvodi [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

Odvodi vzpostavljajo najkrajšo navpično možno povezavo z ozemljilom, brez spremembe smeri. Nameščeni so blizu robov objekta ter oddaljeni od oken, vrat, električnih napeljav in tistih kovinskih mas, ki iz posebnih razlogov niso priključeni na zaščito pred delovanjem strele.

Strešni in zidni nosilci so med seboj oddaljeni 1,5 m in zagotavljajo minimalno razdaljo med odvodnim sistemom in strešnimi konstrukcijskimi deli ter steno.

1.4.2.3 Ozemljitveni sistem

Ozemljilo je iz ploščatega vodnika FeZn 25x4 mm položeno v zemljo na globini $0,5 \div 0,8$ m ter oddaljeno od objekta $1 \div 1,5$ m. Na ta krožni obroč je na več mestih povezano tudi temeljsko ozemljilo objekta.

Z ozemljilom so povezani vsi odvodi, pomožni odvodi, sosednja ozemljila bližnja od 20 m, odtočne cevi, kovinske konstrukcije v zemlji in glavna potencialna zbiralka. Vsi stiki elementov zaščite pred delovanjem strele so dobro galvansko prevodni in zaščiteni z bitumnom.

Pri razpršitvi toka strele v zemljo se zmanjšujejo prenapetosti s primernim razporejanjem ozemljil. V splošnem je nizka ozemljilna upornost, manjša od 10 Ω , najprimernejša. Pri specifični upornosti tal, ki je večja od 250 Ω m, ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal [Ω m].

1.4.3 Pregled, preizkus in meritve zaščite pred delovanjem strele

Pregled, preizkus in meritve zaščite pred delovanjem strele je potrebno izvesti po njegovi končani izvedbi ali po spremembah, rekonstrukcijah in poravilih ter tudi periodično ustrezno z Pravilnikom o zaščiti stavb pred delovanjem strele [Uradni list Republike Slovenije št. 28/2009].

Pregled je potrebno izvesti ustrezno z dodatkom E7 standarda SIST EN 62305-3. Ob pregledu je potrebno upoštevati predhodne preglede in ugotovitve prejšnjih poročil ter ugotoviti morebitna odstopanja. Pregled mora potekati ustrezno z dokumentacijo, ki mora vsebovati naslednje podatke:

- Osnovne podlage za posamezne rešitve
- Opis zunanje in notranje zaščite pred delovanjem strele
- Razporeditev, usklajitev in nameščanje prenapetostnih zaščitnih naprav
- Tehnične načrte, skupaj z načrti za povezave izenačitve potencialov.

O vsakem pregledu je potrebno sestaviti zapisnik in vanj vnesti ugotovljene in izmerjene vrednosti. Iz zapisnika mora biti razvidno, da je vgradnja prenapetostnih zaščitnih naprav brezhibna, oziroma katera popravila so potrebna, da bo brezhibna.

V zapisniku mora biti skica oštevilčenih odvodnih sistemov, ki omogoča, da je meritve mogoče kadar koli ponoviti. Navedene morajo biti kovinske mase, katerih galvanska povezava je bila priskušena.

V zapisniku morajo biti natančno navedeni uporabljeni merilni instrumenti. Zapisnik mora zajemati vse dejavnosti, navedene v točkah 7.1, 7.2 in 7.3 dodatke E7, standarda SIST EN 62305-3 in ga mora izvajalec pregleda podpisati. Podan mora biti tudi rok naslednjega pregleda.

Žerovinci, december 2017

Odgovorni projektant
Bojan Potočnik, inž.el.