

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-002:2009

**NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE
INŠTALACIJE**

izdaja

1

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-002:2009

**■ NIZKONAPETOSTNE
ELEKTRIČNE INŠTALACIJE**



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-002:2009

Minister za okolje in prostor izdaja na podlagi prvega odstavka 11. člena Zakona o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05-ZJC-B, 93/05-ZVMS, 111/05 - odl. US in 126/07) tehnično smernico

NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

Minister za okolje in prostor

KARL ERJAVEC

Številka: 0071-68/2006
V Ljubljani, dne 5. 6. 2009

K tej tehnični smernici je pridobljeno soglasje ministra za gospodarstvo, kot pristojnega ministra za dajanje gradbenih proizvodov v promet, številka 007-69/2005-4, z dne 26. 3. 2008.

Ta tehnična smernica je vključena v seznam tehničnih smernic Ministrstva za okolje in prostor, ki je bil objavljen v Uradnem listu Republike Slovenije.

V postopku izdaje te tehnične smernice so bile upoštevane vse zahteve Uredbe o postopkih notificiranja na področju standardov, tehničnih predpisov in postopkov ugotavljanja skladnosti (Uradni list RS, št. 66/00 in 35/05) v tistem delu, ki predstavlja prevzem Direktive 98/34/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. junija 1998 o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L št. 204 z dne 21. 6. 1998, str. 37), zadnjič spremenjeno z Direktivo 98/48/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 20. julija 1998 o spremembi Direktive 98/34/ES o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L št. 217 z dne 5. 8. 1998, str. 18).

Oblikovanje in prelom: **IDFL d.o.o.**

V sodelovanju z Elektrotehniško zvezo Slovenije je pripravo strokovnih vsebin izvedla in financirala Inženirska Zbornica Slovenije.

KAZALO

0	UVOD	5
0.1	POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE "NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE"	5
0.1.1	Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice	5
0.1.2	Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah - pravni okvir delovanja smernice	5
0.1.3	Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice	6
0.2	REFERENČNI DOKUMENTI	7
0.2.1	Predpisi	7
0.2.2	Standardi	7
0.2.3	Smernice in drugi dokumenti	8
0.3	POMEN IZRAZOV	8
1	NAMEN IN PODROČJE UPORABE	10
2	VRSTE SISTEMOV ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	10
3	TEMELJNE ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE	12
3.1	SPLOŠNO	12
3.2	VODI	12
3.2.1	Zaščita vodov	12
3.2.2	Način napeljave/položitve vodov	13
3.2.3	Dimenzioniranje vodnikov	13
3.3	STIKALNE IN ZAŠČITNE NAPRAVE	14
3.3.1	Stikalne naprave	14
3.3.2	Zaščitne naprave	14
3.3.3	Vklopne in zaščitne naprave energetske kondenzatorjev	14
3.4	NAPRAVE ZA IZKLOP IN KRMILJENJE	15
3.4.1	Splošno	15
3.4.2	Naprave za izklop	15
3.4.3	Naprave za krmiljenje	15
3.5	VARNOSTNI SISTEMI	16
3.5.1	Splošno	16
3.5.2	Napajanje	16
3.6	NAMEŠČANJE IN OZNAČEVANJE ELEKTRIČNE OPREME, VODNIKOV IN KABLOV	16
3.6.1	Splošno	16
3.6.2	Napisne ploščice na razdelilnikih	17
4	ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM	18
4.1	SPLOŠNO	18
4.2	NAČINI IZVEDBE ZAŠČITE	18
4.3	ZAŠČITA S POSTAVITVIJO ZUNAJ DOSEGA ROKE	19
4.4	ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM Z MALO NAPETOSTJO	20
4.5	ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA	21
4.6	ZAŠČITA OB OKVARI	22
4.7	ZAŠČITA Z UPORABO NAPRAV RAZREDA II	24
4.8	ZAŠČITA S POSTAVITVIJO V NEPREVODNE PROSTORE	24
4.9	ZAŠČITA Z ELEKTRIČNO LOČITVIJO	25
5	ZAŠČITNA IN OBRATOVALNA OZEMLJITEV	26
5.1	ZAŠČITNA OZEMLJITEV	26
5.2	OBRATOVALNA OZEMLJITEV	26
5.3	ZAHTEVE ZA VODNIKE	26
5.4	POLAGANJE OZEMLJITVENEGA VODA	27
5.5	GLAVNA IN DODATNA IZENAČITEV POTENCIALOV	28
5.5.1	Glavna izenačitev potencialov	28
5.5.2	Dodatna izenačitev potencialov	28

■ 6	ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVIJO VODNIKOV	30
6.1	SPLOŠNO	30
6.2	POSTAVITEV NAPRAVE ZA ZAŠČITO VODNIKOV	30
6.3	ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM	31
■ 7.	ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM IN PRENAPETOSTJO	32
7.1	ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM	32
7.2	ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO	32
■ 8	ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI	34
8.1	SPLOŠNO	34
8.2	IZVEDBA ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA	34
■ 9	ZAGOTAVLJANJE PRAVILNEGA IN NEMOTENEGA DELOVANJA ELEKTRIČNE OPREME	36
9.1	SPLOŠNO	36
9.2	NAMESTITEV ELEKTRIČNE OPREME	36
9.3	ZAŠČITA ELEKTRIČNE OPREME	36
9.4	PRIKLJUČITEV ELEKTRIČNE OPREME	36
9.5	ENERGETSKI KONDENZATORJI	36
■ 10	POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	38
10.1	SPLOŠNO	38
10.2	POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	38
10.2.1	Varnostna razsvetljava	38
10.2.2	Mehansko prezračevanje in klimatizacija	39
10.2.3	Delovanje električne inštalacije v primeru požara	39
10.2.4	Omejeni prevodni prostori	39
10.3	POSEBNI PROSTORI	39
10.3.1	Kopalnice	39
10.3.2	Bazeni	40
10.3.3	Savne	41
10.3.4	Skladišča	42
10.3.5	Plinske kotlovnice	42
10.3.6	Eksplozijsko ogroženi prostori	42
10.3.7	Nestanovanjske kmetijske stavbe	43
10.3.8	Kampi	44
■ 11	PREVERJANJE USTREZNOSTI	46
11.1	SPLOŠNO	46
11.2	PREGLEDI	46
11.3	PRESKUSI	46
11.4	MERITVE	47
11.5	ZAPISNIK O PREGLEDU	47
■ 12.	DODATEK	48

0 UVOD

0.1 POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE "NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE"

0.1.1

Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice

To tehnično smernico je izdal minister za okolje in prostor v soglasju z ministrom za gospodarstvo na podlagi prvega odstavka 11. člena Zakona o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05 - popr., in 126/07 - ZGO-1B).

V Zakonu o graditvi objektov je tehnična smernica opredeljena kot "dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredijo natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov oziroma materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopki, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene" (točka 3.2 prvega odstavka 2. člena).

Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je podrobneje obravnavana v 9. členu zakona, v katerem je določeno, da se z gradbenimi predpisi (to je vrsta izvršilnih predpisov, izdanih na podlagi zakona) za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse te bistvene zahteve:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom, ter
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

V navedeni zakonski določbi je tudi določeno, da se gradbeni predpisi lahko sklicujejo na standarde oziroma tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta in določijo njihovo obvezno uporabo oziroma določijo, da velja domneva, da je posamezen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Če je v gradbenih predpisih določena domneva skladnosti, morajo gradbeni predpisi določiti tudi pristojne organe za odločanje in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem niso bili uporabljeni standardi oziroma tehnične smernice, temveč je projektant pri svojem delu uporabil rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavlja vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo standardov ali tehničnih smernic.

Zadnje stanje gradbene tehnike je stanje, ki v danem trenutku, ko se izdeluje projektna dokumentacija ali izvaja gradnja, predstavlja določeno stopnjo razvoja

tehnične zmogljivosti gradbenih proizvodov, procesov in storitev, ki temeljijo na priznanih izsledkih znanosti, tehnike in izkušenj s področja graditve objektov, ob hkratnem upoštevanju razumnih stroškov (točka 3.1 prvega odstavka 3. člena zakona).

0.1.2

Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah - pravni okvir delovanja smernice

Gradbeni predpis, ki za stavbe podrobneje opredeljuje del bistvenih zahtev "varnost pred požarom" in "varnost pri uporabi", je Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah. V tem pravilniku so določene zahteve za električne inštalacije.

POZOR:

Področje uporabe te tehnične smernice je znatno širše kot področje pravne veljave pravilnika. Kot izhaja iz tretjega odstavka 1. člena pravilnika, se ob določenih pogojih njegove zahteve lahko smiselno uporabijo ne le za stavbe, pač pa tudi za druge objekte – gradbeno inženirske objekte.

6. člen (zagotovitev varnosti)

Električne inštalacije morajo biti projektirane, izvedene in vzdrževane tako, da

- se prepreči električni udar,
- se prepreči čezmerno segrevanje njihovih elementov,
- se prepreči vžig mogoče eksplozivne atmosfere,
- se prepreči podnapetostni, prenapetostni in čezmerni elektromagnetni vplivi,
- se prepreči nevarnosti prekinitve napajanja,
- se prepreči druge nevarnosti (npr. oblok, nenadzorovano mehansko delovanje),
- zagotavljajo pravilno in nemoteno delovanje naprav in opreme, ki se priključujejo nanje in
- ne ovirajo stalnosti in kakovosti dobavljene električne energije sosednjim inštalacijskim sistemom s prekomernimi nihanji napetosti ali drugimi tehničnimi motnjami.

V poglavju pravilnika, ki določa način izpolnjevanja predpisanih zahtev, so za uporabo te tehnične smernice najpomembnejše naslednje določbe:

7. člen (uporaba tehnične smernice)

- (1) Minister, pristojen za gradbene zadeve, izda tehnično smernico TSG-N-002 Nizkonapetostne električne inštalacije (v nadaljnjem besedilu: tehnična smernica), ki določa priporočene gradbene ukrepe

oziroma rešitve za dosego zahtev tega pravilnika.

- (2) Če so pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju električnih inštalacij v stavbah v celoti uporabljeni ukrepi oziroma rešitve (v nadaljnjem besedilu: ukrepi), navedeni v tehnični smernici oziroma v dokumentih, na katere se le-ta sklicuje, velja domneva o skladnosti z zahtevami iz tega pravilnika.

8. člen

(uporaba drugih ukrepov)

- (1) Pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju električnih inštalacij se smejo namesto ukrepov, navedenih v tehnični smernici, uporabiti rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, ki zagotavljajo vsaj enako stopnjo varnosti, kot projekt pripravljen z uporabo tehnične smernice.
- (2) Ukrepi iz prejšnjega odstavka pomenijo uporabo zadnjega stanja gradbene tehnike v skladu s predpisi, ki urejajo graditev objektov. Izpolnjenost zahtev za varnost električnih inštalacij po tem pravilniku se v takem primeru zagotovi v skladu s 14. členom tega pravilnika.
- (3) Ne glede na prvi odstavek tega člena je treba v vseh primerih dejanja iz 9. in 12. člena tega pravilnika izvesti izključno na način, kot je naveden v tehnični smernici.

V poglavju pravilnika, ki določa vsebino projektne dokumentacije, so najbolj pomembnejše naslednje določbe:

13. člen

(navedba podlage za projektiranje)

- (1) Odgovorni projektant mora v tehničnem poročilu načrta električnih inštalacij in električne opreme projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja in v njegovi vodilni mapi (v prilogi 1, v obrazcu 0.4, v točki »Druge klasifikacije«) izrecno navesti, ali je načrt izdelan na podlagi tehnične smernice ali na podlagi 8. člena tega pravilnika.
- (2) Če se v projektu uporabijo ukrepi iz 8. člena tega pravilnika, morajo biti v tehničnem poročilu natančno opisane vse bistvene predpostavke, na podlagi katerih je projektant prišel do predlaganih rešitev.

14. člen

(obveznost revizije)

- (1) Revizija projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja je, poleg v primerih, navedenih v Zakonu o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05–popr., 92/05-ZJC-B, 111/05 – odl. US, 93/05-ZVMS, 120/06 – odl. US in 126/07), obvezna tudi takrat, kadar projektant električne inštalacije v manj zahtevni stavbi projektira v skladu z 8. členom tega pravilnika in se opravi po postopku in z udeleženci, ki so določeni v zakonu, ki ureja graditev objektov.

- (2) Predmet revizije iz prejšnjega odstavka je izključno kontrola brezhibnosti tistih sestavin načrta električnih inštalacij v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja, s katerimi se dokazuje, da predloženi projekt izpolnjuje zahteve tega pravilnika z najmanj enakovredno ravno, kot če bi bili uporabljeni tehnična smernica in v njej navedeni dokumenti.
- (3) V povzetek revizijskega poročila v smislu predpisa, ki ureja projektno dokumentacijo, odgovorni revident vnese le tiste podatke, ki so bistveni za obseg revizije iz prejšnjega odstavka. S podpisom revizijskega poročila potrdi le to, da iz njegove revizije izhaja, da projekt izpolnjuje zahteve tega pravilnika.

0.1.3

Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice

a) Uporaba tehnične smernice - domneva skladnosti

Kot je razvidno iz prejšnjih točk tega uvoda, so v tej tehnični smernici navedeni gradbeni ukrepi oziroma rešitve zgolj priporočen način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev. Upoštevanje priporočenih tehničnih ukrepov je podlaga za domnevo, da so izpolnjene zahteve pravilnika. Pri tem je treba izhajati iz tega, da so ukrepi za zagotavljanje varnosti električnih inštalacij praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotne izbrane zasnove zagotavljanja varnosti. Zato mora odgovorni projektant pri izbiri ukrepov po tej tehnični smernici in njihovem kombiniranju z ukrepi, navedenimi v različnih referenčnih (podpornih) dokumentih, vedno poskrbeti za njihovo medsebojno usklajenost.

Dokazno breme o neizpolnitvi zahtev iz pravilnika je ob uporabi te tehnične smernice na strani pristojnih državnih organov oziroma z zakonodajo določenih udeležencev pri graditvi, katerih vloga je nadzor nad pravilnostjo projektiranja (inšpektorji in revidenti - glej tretji odstavek 7. člena pravilnika). Kadar je projektiranje sledilo gradbenim ukrepom iz te tehnične smernice, med gradnjo in pri pridobitvi potrebnih upravnih odločb, ni treba dokazovati skladnosti z ustreznimi predpisi, ker se ta samodejno domneva na podlagi določb pravilnika.

b) Projektiranje po zadnjem stanju gradbene tehnike

Če se odgovorni projektant v skladu s pravilnikom odloči za uporabo (delno ali v celoti) gradbenih ukrepov iz zadnjega stanja gradbene tehnike, kot je to opredeljeno v 8. členu pravilnika, pa se mora zagotovljenost vsaj enake stopnje varnosti nizkonapetostnih inštalacij izkazati z obvezno revizijo projektne dokumentacije, kar pomeni predpisani način dokazovanja odgovornega projektanta, da je izpolnil predpisano zahtevo.

Tudi pri projektiranju po zadnjem stanju gradbene tehnike je treba izhajati iz tega, da so ukrepi zagotavljanja varnosti nizkonapetostnih inštalacij praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče

obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotne izbrane zasnove zagotavljanja varnosti.

c) Razmerje do zahtev pravnih predpisov o nizkonapetostnih inštalacijah

Vsebina te tehnične smernice priporoča gradbene ukrepe, ki jih izjemoma lahko urejajo nekateri pravni predpisi. V razmerju do veljavnih predpisov je tehnična smernica napisana tako, da predlagani gradbeni ukrepi niso v nasprotju z zahtevami teh predpisov. Če pa se pri njeni uporabi kljub temu ugotovi, da bi izvedba določenega predlaganega ukrepa pomenila kršitev določb veljavnega predpisa, je treba v celoti upoštevati obvezne zahteve zakonodaje. V točki 0.2.1 je upoštevano stanje veljavnosti predpisov na dan izdaje te tehnične smernice. Spremembe, povezane z izdajo novih predpisov in s tem povezanimi razveljavitvami, morajo uporabniki spremljati v Uradnem listu Republike Slovenije oziroma Uradnem listu Evropskih skupnosti za pravne akte ES.

0.2.REFERENČNI DOKUMENTI*

0.2.1 Predpisi

- 0.2.1.1 Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 - uradno prečiščeno besedilo, 14/05 - popr., in 126/07),
- 0.2.1.2 Energetski zakon (Uradni list RS, št. 27/07 - uradno prečiščeno besedilo in 70/08),
- 0.2.1.3 Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS, št. 52/00),
- 0.2.1.4 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 99/04 - uradno prečiščeno besedilo),
- 0.2.1.5 Uredba o uvedbi in uporabi enotne klasifikacije vrst objektov in o določitvi objektov državnega pomena (Uradni list RS, št. 33/03, 78/05 - popr.),
- 0.2.1.6 Uredba o vrstah objektov glede na zahtevnost (Uradni list RS, št. 37/08),
- 0.2.1.7 Splošni pogoji za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije (Uradni list RS, št. 126/07),
- 0.2.1.8 Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 27/04),
- 0.2.1.9 Pravilnik o elektromagnetni združljivosti - EMC (Uradni list RS, št. 132/06),
- 0.2.1.10 Pravilnik o tehniških normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Uradni list SFRJ, št. 13/78),
- 0.2.1.11 Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb

* Referenčni dokumenti, navedeni v:

- točki 0.2.1 so dosegljivi na spletni strani: <http://zakonodaja.gov.si/>,
- točki 0.2.2 so dosegljivi na Slovenskem inštitutu za standardizacijo,
- točki 0.2.3 so dosegljivi spletni strani Ministrstva za okolje in prostor.

(Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02),

- 0.2.1.12 Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 102/00, 91/02 in 16/08),
- 0.2.1.13 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07),
- 0.2.1.14 Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08).
- 0.2.1.15 Pravilnik zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09).
- 0.2.2. Standardi
- 0.2.2.1 SIST IEC 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- 0.2.2.2 SIST EN 61140 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- 0.2.2.3 SIST EN 61140:2002/A1 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- 0.2.2.4 SIST HD 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred električnim udarom,
- 0.2.2.5 SIST HD 384.4.42 S1 Električne inštalacije zgradb – 4. del: Zaščitni ukrepi – 42. poglavje: Zaščita pred toplotnimi učinki,
- 0.2.2.6 SIST HD 384.4.42 S1:2000/A1 Električne inštalacije zgradb – 4. del: Zaščitni ukrepi – 42. poglavje: Zaščita pred toplotnimi učinki – Dopolnilo A1,
- 0.2.2.7 SIST HD 384.4.42 S1:2000/A2 Električne inštalacije zgradb – 4. del: Zaščitni ukrepi – 42. poglavje: Zaščita pred toplotnimi učinki – Dopolnilo A2
- 0.2.2.8 SIST HD 384-4-42 Električne inštalacije zgradb – 4-42. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred toplotnimi učinki,
- 0.2.2.9 SIST IEC 60364-4-43 Električne inštalacije zgradb – 4-43. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred nadtoki,
- 0.2.2.10 SIST IEC 60364-4-44 Električne inštalacije zgradb – 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred prenapetostmi – Zaščita pred napetostnimi motnjami in pred elektromagnetnimi motnjami,
- 0.2.2.11 SIST HD 60364-4-443 Električne inštalacije zgradb – 4-44. del: Zaščitni ukrepi, Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami – 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- 0.2.2.12 SIST HD 60364-5-54 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-54. del: Izбира in namestitvev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki,
- 0.2.2.13 SIST IEC 60364-5-51 Električne inštalacije zgradb – 5-51. del: Izбира in namestitvev električne opreme, Splošna pravila,

- 0.2.2.14 SIST EN 60439-1 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 1. del: Tipsko preskušeni in delno tipsko preskušeni sestavi,
- 0.2.2.15 SIST EN 60439-1:2000/A1 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 1. del: Tipsko preskušeni in delno tipsko preskušeni sestavi,
- 0.2.2.16 SIST EN 60439-3 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 3. del: Posebne zahteve za sestave nizkonapetostnih stikalnih naprav, predvidene za vgraditev na mestih, do katerih imajo dostop nestrokovne osebe, Razdelilniki,
- 0.2.2.17 SIST EN 60439-3:1998/A1 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 3. del: Posebne zahteve za sestave nizkonapetostnih stikalnih naprav, predvidene za vgraditev na mestih, do katerih imajo dostop nestrokovne osebe – Razdelilniki – Dopolnilo A1,
- 0.2.2.18 SIST EN 60439-3:1998/A2 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 3. del: Posebne zahteve za sestave nizkonapetostnih stikalnih naprav, predvidene za vgraditev na mestih, do katerih imajo dostop nestrokovne osebe – Razdelilniki – Dopolnilo A2,
- 0.2.2.19 SIST HD 384.5.52 S1 Električne inštalacije zgradb – 5. del: Izbira in namestitvev električne opreme – 52. poglavje: Inštalacijski sistemi,
- 0.2.2.20 SIST HD 384.5.52 S1:2000/A1 Električne inštalacije zgradb – 5. del: Izbira in namestitvev električne opreme – 52. poglavje: Inštalacijski sistemi – Dopolnilo A1,
- 0.2.2.21 SIST HD 384-5-52 Električne inštalacije zgradb – 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme, Inštalacijski sistemi,
- 0.2.2.22 SIST HD 60364-6 Nizkonapetostne električne inštalacije – 6. del: Preverjanja,
- 0.2.2.23 SIST EN 60079-10 Električne naprave za eksplozivne plinske atmosfere – 10. del: Razdelitev eksplozijsko ogroženih območij,
- 0.2.2.24 SIST EN 60079-14 Električne naprave za eksplozivne plinske atmosfere – 14. del: Električne inštalacije v eksplozijsko ogroženih območjih (razen v rudnikih),
- 0.2.2.25 SIST EN 60079-17 Eksplozivne atmosfere – 17. del: Pregledovanje in vzdrževanje električnih inštalacij,
- 0.2.2.26 skupina standardov SIST EN 61241 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu,
- 0.2.2.27 SIST EN 61241-0 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 0. del: Splošne zahteve,
- 0.2.2.28 SIST EN 61241-1 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 1. del: Zaščita z okrovom "tD",
- 0.2.2.29 SIST EN 61241-10 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 10. del: Razdelitev območij, v katerih je lahko prisoten gorljiv prah,
- 0.2.2.30 SIST EN 61241-11 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 11. del: Zaščita z lastno varnostjo "iD",
- 0.2.2.31 SIST EN 61241-17 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 17. del: Pregledovanje in vzdrževanje električnih inštalacij v eksplozijsko ogroženih območjih (razen v rudnikih),
- 0.2.2.32 SIST EN 61241-18 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 18. del: Zaščita zalivanje z zalivno maso "mD",
- 0.2.2.33 SIST EN 61241-2-2 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 2. del: Preskusne metode – 2. oddelek: Metoda določanja električne upornosti prahu v plasteh,
- 0.2.2.34 SIST EN 61241-4 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 4. del: Vrsta zaščite "pD".
- 0.2.3 Smernice
- 0.2.3.1 Tehnična smernica TSG-1-001:2007 Požarna varnost v stavbah,
- 0.2.3.2 Tehnična smernica TSG-N-003:2009 Zaščita pred delovanjem strele.

0.3 POMEN IZRAZOV

- (1) Izrazi s področja graditve stavb, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kakor je opredeljen v Zakonu o graditvi objektov, Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah oziroma v standardu SIST ISO 6707-1.
- (2) Izrazi s področja nizkonapetostnih električnih inštalacij, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kakor je opredeljen v Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah oziroma v standardu SIST IEC 60364-1.
- (3) Nizka napetost - električna napetost do vključno 1000V za izmenični tok in do vključno 1500 V za enosmerni tok.
- (4) Mala napetost - električna napetost do vključno 50 V, v posebnih primerih nižje upornosti človeškega telesa pa do vključno 25 V oziroma vključno 12 V izmenične napetosti oziroma do vključno 120 V oziroma vključno 60 V ali vključno 30 V enosmerne napetosti.
- (5) Električna inštalacija - z vodi medsebojno povezane električne naprave in oprema, ki so namenjene za izpolnjevanje določenega namena, nazivnih napetosti do vključno 1000 V izmenične oziroma do vključno 1500 V enosmerne napetosti.
- (6) Električni inštalacijski sistem - sestav električnih inštalacij, ki se napaja z električno energijo prek enega odjemnega in merilnega mesta za obračunske meritve porabljene električne energije in poteka od

- glavnih varovalk na priključku, do porabnikov električne energije ter v katerem morajo biti uporabljeni enotni zaščitni ukrepi za zaščito pred električnim udarom, nadtokom in čezmernim segrevanjem.
- (7) TN sistem ozemljitve - v tem sistemu sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni. Glede na način izvedbe zaščitnega in nevtralnega vodnika ločimo tri podsisteme:
- TN s sistem, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik ločena. Ločena morata biti vedno, kadar je prerez vodnikov enak ali manjši od 10 mm² Cu, oziroma 16 mm² Al;
- TN-C sistem, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik združena v nevtralnem vodniku z zaščitno funkcijo (PEN), kadar je prerez vodnikov večji od 10 mm² Cu oziroma 16 mm² Al;
- TN-C-S sistem, v katerem sta, gledano z napajalne strani, funkciji zaščitnega (PE) in nevtralnega (N) vodnika kombinirani, najprej združeni v enem (PEN) vodniku v delu inštalacije. Po ločitvi se ne smeta nikjer več združiti.
- (8) TT sistem ozemljitve - v tem sistemu sta zaščitna ozemljitev in obratovalna ozemljitev ločeni. Zaščitna ozemljitev mora biti pri objektu, za obratovalno ozemljitev pa se sme preko nevtralnega N vodnika uporabiti ozemljitev v transformatorski postaji. Če to ni dovolj, ali tako zahteva dobavitelj električne energije, je treba obratovalno ozemljitev izvesti pri objektu, ločeno od zaščitne ozemljitve.
- (9) IT sistem ozemljitve - v tem sistemu sta zaščitna in obratovalna ozemljitev, ki morata biti obe pri objektu, ločeni. Obratovalna ozemljitev naj bo izvedena prek visoke upornosti, tako da pri prvi okvari steče le majhen tok, ki okvaro samo nakaže in nanjo opozori. Sistem mora biti galvansko ločen od NN omrežja, če je nanj priključen, in mora pri drugi okvari delovati kot TT sistem.
- (10) NN omrežje - nizkonapetostno omrežje nazivne napetosti do vključno 1000 V, na katero se priključuje nizkonapetostni električni inštalacijski sistem.
- (12) Nizko napetostni zunanji priključek - naprave od omrežja upravljavca do napetostnega ločilnika ali do glavne naprave za omejevanje toka, npr. varovalke, odklopnika.
- (13) Nizko napetostni notranji priključek - sestav električnega voda in drugih naprav od zunanjega priključka do obračunskih merilnih naprav pri uporabniku, pri čemer so merilne, kontrolne in zaščitne naprave pri uporabniku del notranjega priključka.
- (11) Inštalacijski vod - vod enega tokokroga, ki se začne na varovalnem elementu v razdelilniku in konča pri zadnjem porabniku oziroma vtičnici.
- (12) Zvijavi priključni vod - namenjen priključevanju naprav na inštalacijski sistem in mora imeti enako število vodnikov, kot vod inštalacijskega sistema, na katerega se priključuje.
- (13) Tokokrog - vod ali skupek vodov, vezanih na isti zaščitni element v razdelilniku.
- (14) Varnostno napajanje - napajanje električnega inštalacijskega sistema iz akumulatorjev, primarnih celic in baterij, generatorskih agregatov, neodvisnih od normalnega napajanja, ali s posebnim napajalnim vodom, ki je popolnoma neodvisen od normalnega napajanja iz NN omrežja.
- (15) Varnostni sistem - v sistemu električnih inštalacij tiste naprave in napeljave, ki morajo delovati pri nastanku požara.
- (16) Varnostna razsvetljava – (pomožna in zasilna) razsvetljava, ki ob izpadu splošne razsvetljave omogoča, da ljudje, preden se umaknejo, izvedejo za varnost nujno potrebna opravila, pri umiku pa vidijo dele evakuacijskih poti in znake za izhode in smer evakuacijskih poti, ki vodijo na varno mesto znotraj ali izven stavbe.
- (17) Zasilna razsvetljava - ob izpadu električnega omrežja zagotavlja najmanjšo osvetljenost v osi poti za evakuacijo ali reševanje in v prostoru glavnega razdelilnik 1 lx, merjeno 0,85 m od tal.
- (18) Pomožna razsvetljava - zagotavlja nemoteno delo ob izpadu omrežne napetosti. Je vsa splošna razsvetljava ali del splošne razsvetljave, ki se ob izpadu omrežne napetosti napaja iz pomožnega vira napetosti.
- (19) Temeljsko ozemljilo - ozemljilo, ki se vgrajuje v zunanje stene temelja objekta v obliki obroča.
- (20) Glavna izenačitev potencialov - električna povezava med tujimi neelektričnimi prevodnimi deli, ki vstopajo v področje sistema električnih inštalacij iz okolice, s katero se doseže enakost potencialov, ki bi lahko ob izrednih dogodkih povzročili dotik napetosti, nevarne za fiziološko delovanje.
- (21) Dodatna izenačitev potencialov - električna povezava, kadar je za zagotavljanje varnosti to potrebno, med prevodnimi deli, s katero se doseže enakost potencialov med dostopnimi kovinskimi deli v prostoru.
- (22) Eksplozijsko ogrožen prostor - prostor, v katerem zmes gorljivih plinov ali par in zraka lahko doseže ali preseže 10 odstotkov spodnje meje eksplozivnosti.
- (23) Naprave (oprema) za obdelavo podatkov - enote, ki delujejo električno in samostojno, lahko pa so tudi združene v sisteme, da tako zbirajo, obdelujejo in hranijo podatke.
- (24) Naprave za samodejno zapiranje vrat ali loput - naprave, ki držijo protipožarna vrata ali lopute odprte ali zaprte in jih ob spremembi katere od požarnih veličin samodejno zaprejo ali odprejo.
- (25) Ustrezni ukrepi, preskusi ali izvedba - tisti, ki izpolnjujejo pogoje oziroma so združljivi v vsakem posameznem primeru, glede na določbe veljavnih tehničnih predpisov in standardov, določbe te tehnične smernice ter navodila in zahteve proizvajalca glede načina in področja uporabe.

1. NAMEN IN PODROČJE UPORABE

- (1) Ta tehnična smernica za zagotavljanje varnosti nizkonapetostnih električnih inštalacij, njihove kakovosti in usklajenosti z elektroenergetskim sistemom, določa:
1. lastnosti in karakteristike nizkonapetostnih električnih inštalacij, naprav in opreme za izvedbo električnih inštalacij,
 2. pogoje in zahteve za izvajanje in uporabo nizkonapetostnih električnih inštalacij,
 3. označevanje in zaznamovanje naprav, opreme in električnih inštalacij, ki pri uporabi vplivajo na varnost življenja in zdravje ljudi in živali, varnost premoženja, okolja in okolice,
 4. zaščitne tehnične ukrepe pri uporabi električnih inštalacij, ter
 5. postopek preverjanja ustreznosti električnih inštalacij.
- (2) Ta tehnična smernica se ne uporablja za:
1. električne inštalacije v rudnikih,
 2. električno vleko,
 3. ladje in druga plovila,
 4. letala,
 5. cestna vozila, počitniške prikolice in bivalne avtomobile,
 6. sisteme zaščite pred strelo,
 7. razsvetljavo ulic in drugih javnih površin, ki so del nizkonapetostnega distribucijskega omrežja,
 8. objekte in prostore za proizvodnjo in skladiščenje razstreliva,
 9. električne ograje,
 10. električno opremo strojev,
 11. nekatere vrste inštalacij dvigal.
- (3) Ta tehnična smernica se uporablja za električne inštalacije celotnega objekta, oziroma vsako zaključeno celoto električnega inštalacijskega sistema, ter tudi po spremembah, rekonstrukcijah in popravilih le dela električnega inštalacijskega sistema, če le-ta tvori zaključeno celoto oziroma je vezan na eno odjemno mesto.

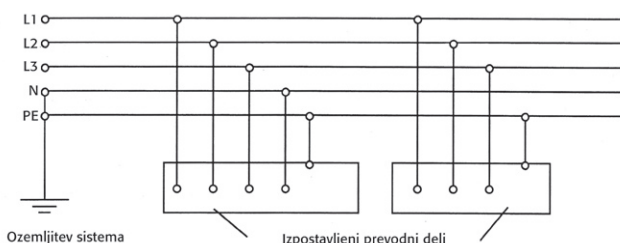
2. VRSTE SISTEMOV ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

- (1) V sistemih električnih inštalacij se uporabljajo naslednji simboli, ki pomenijo:
1. prva črka - odnos sistema proti zemlji:
 - a. **T** - neposredna povezava z zemljo v eni točki,
 - b. **I** - vsi vodniki pod napetostjo so izolirani proti zemlji ali pa je ena točka povezana z zemljo po impedanci;
 2. druga črka - odnos izpostavljenih prevodnih delov električne inštalacije proti zemlji:
 - a. **T** - neposredna električna povezava izpostavljenih prevodnih delov z zemljo, neodvisno od ozemljitve katerekoli točke napajalnega sistema,
 - b. **N** - neposredna povezava izpostavljenih prevodnih delov z ozemljeno točko napajalnega sistema (v izmeničnih sistemih je ozemljena točka normalno nevtralna);
 3. preostale črke (če so) - položaj nevtralnih in zaščitnih vodnikov:
 - a. **S** - nevtralna in zaščitna funkcija sta zagotovljeni z ločenimi vodniki,
 - b. **C** - nevtralna in zaščitna funkcija sta združeni v enem vodniku (PEN);
 4. **P** - zaščitna funkcija vodnika;
 5. **N** - nevtralni vodnik v izmeničnem sistemu;
 6. **E** - povezava vodnika z zaščitno funkcijo z zemljo;
 7. **L1, L2, L3** - fazni vodniki v izmeničnem sistemu;
 8. **M** - srednji vodnik v enosmernem sistemu;
 9. **L+, L-** - fazni vodniki v enosmernem sistemu.
- (2) Glede na vrste sistema vodnikov pod napetostjo se sistemi električnih inštalacij delijo na:
1. enofazne izmenične sisteme z dvema vodnikoma (L-N ali L-NPE ali L1-L2),
 2. enofazne izmenične sisteme s tremi vodniki (L-N-PE),
 3. dvofazne izmenične sisteme s tremi vodniki (L1-PE-L2, L1-NPE-L2),
 4. dvofazne izmenične sisteme s štirimi vodniki (L1-L2-N-PE),
 5. trifazne izmenične sisteme s tremi vodniki (L1-L2-L3),
 6. trifazne izmenične sisteme s štirimi vodniki (L1-L2-L3-PE ali L1-L2-L3-N ali L1-L2-L3-NPE),
 7. trifazne izmenične sisteme s petimi vodniki (L1-L2-L3-N-PE),
 8. enosmerne sisteme z dvema vodnikoma, in
 9. enosmerne sisteme s tremi vodniki.

(3) Tipi sistemov ozemljitve v izmeničnih napajalnih sistemih so:

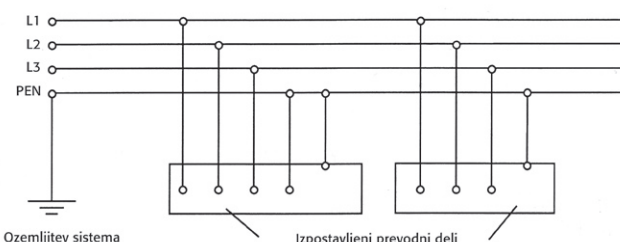
1. **TN** sistem, v katerem sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni. Glede na način izvedbe zaščitnega in nevtralnega vodnika ločimo tri pod sisteme:

TN-S sistem, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik ločena. Ločena morata biti vedno, kadar je prerez vodnikov enak ali manjši od $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, oziroma $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ (glej Sliko 1),



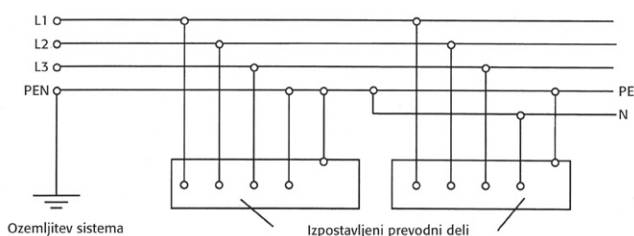
Slika 1: TN-S sistem

TN-C sistem, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik združena v nevtralnem vodniku z zaščitno funkcijo (PEN), kadar je prerez vodnikov večji od $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, oziroma $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ (glej Sliko 2),



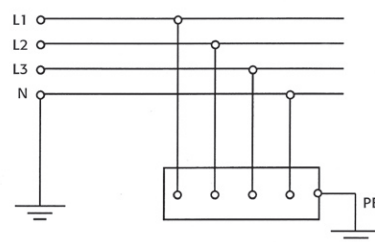
Slika 2: TN-C sistem

TN-C-S sistem, kjer sta, gledano z napajalne strani, funkciji zaščitnega (PE) in nevtralnega (N) vodnika kombinirani, najprej združeni v enem (PEN) vodniku v delu inštalacije. Po ločitvi se ne smeta nikjer več združiti (glej Sliko 3).



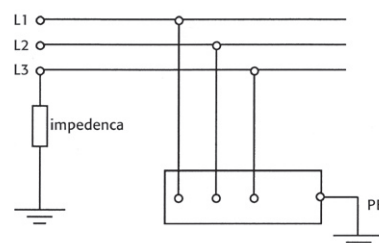
Slika 3: TN-C-S sistem

2. **TT** sistem, v katerem sta zaščitna ozemljitev in obratovalna ozemljitev ločeni. Zaščitna ozemljitev mora biti pri objektu, za obratovalno ozemljitev pa se sme prek nevtralnega (N) vodnika uporabiti ozemljitev v transformatorski postaji. Če to ni dovolj, ali tako zahteva dobavitelj električne energije, je treba obratovalno ozemljitev izvesti pri objektu, ločeno od zaščitne ozemljitve (glej Sliko 4).



Slika 4: TT sistem

3. **IT** sistem, v katerem sta zaščitna in obratovalna ozemljitev, ki morata biti obe pri objektu, ločeni. Obratovalna ozemljitev mora biti izvedena prek visoke upornosti, tako da pri prvi okvari steče le majhen tok, ki okvaro samo nakaže in nanjo opozori. Sistem mora biti galvansko ločen od NN omrežja in mora pri drugi okvari delovati kot TT sistem. V sistemu je lahko tudi nevtralni vodnik (glej Sliko 5).



Slika 5: IT sistem

(4) Drugi izmenični in enosmerni sistemi in pod sistemi glede ozemljitve napajalnih sistemov so opredeljeni v standardu SIST IEC 60364-1.

3. TEMELJNE ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE

3.1 SPLOŠNO

- (1) Za gospodarno in zanesljivo projektiranje sistema električnih inštalacij je treba določiti največjo napajalno moč, pri čemer se upošteva dejavnik istočasnosti.
- (2) Pri projektiranju sistema in izbiri elementov električnih inštalacij je treba v skladu s standardom SIST IEC 60364-1 oziroma SIST IEC 60364-5-51 upoštevati tudi naslednje zunanje vplive:
 1. temperaturo okolja,
 2. atmosfersko vlažnost,
 3. nadmorsko višino,
 4. prisotnost vode,
 5. prisotnost tujih trdnih teles,
 6. prisotnost korodirajočih ali onesnažujočih snovi,
 7. mehanske obremenitve,
 8. tresljaje,
 9. prisotnost rastlinstva in/ali glivic,
 10. prisotnost živalstva,
 11. elektromagnetne, elektrostatične ali ionizacijske vplive,
 12. sončno sevanje,
 13. seizmične učinke,
 14. učinke strele,
 15. gibanje zraka in veter,
 16. usposobljenost oseb za ravnanje z inštalacijskim sistemom,
 17. električno upornost človeškega telesa,
 18. dotik osebe z zemeljskim potencialom,
 19. možnost evakuacije v nujnem primeru,
 20. naravo in sestavo materiala, ki se obdeluje ali je uskladiščen, in
 21. konstrukcijske značilnosti objekta, v katerem je sistem električnih inštalacij.
- (3) Vsaka inštalacija mora biti razdeljena na več tokokrogov zaradi omejevanja škodljivih posledic ob okvari, olajšanja preverjanja, preskušanja in vzdrževanja ter zaradi nevarnosti, ki lahko nastanejo ob odpovedi enega od tokokrogov, kot je npr. tokokrog razsvetljave. Za dele inštalacij, ki se krmilijo posebej, je treba predvideti posebne tokokroge, tako, da niso ogroženi zaradi okvar ali izpada drugih tokokrogov.
- (4) V vsaki inštalaciji je treba z ustreznimi ukrepi zagotoviti, da s karakteristikami svoje opreme, ki povzročajo prehodne

prenapetosti, hitre spremembe obremenitve, zagonske toke motorjev, višje harmonske tokove, enosmerne komponente, visokofrekvenčna nihanja, uhajave toke, potrebo po dodatni povezavi z zemljo, itd., ne povzroča motenj ali škodljivih učinkov drugi inštalaciji ali drugi električni opremi.

- (5) Med električnimi in drugimi inštalacijami mora biti razmik najmanj 30 mm, oziroma najmanj tolikšen, da vzdrževanje ene inštalacije ne ogroža druge.
- (6) Sistem električnih inštalacij ne sme biti pod ne-električnim sistemom, na katerem se lahko nabira kondenzat.
- (7) Dovoljeni padec napetosti od napajalne točke, do katerekoli točke električne inštalacije, če se ta napaja iz javnega distribucijskega omrežja, je 3 % za tokokroge razsvetljave in 5 % za tokokroge drugih porabnikov. Če se inštalacija napaja iz transformatorske postaje, priključene na SN- ali VN- omrežje, je dovoljeni padec napetosti od napajalne točke, do katerekoli točke inštalacije, 5 % za tokokroge razsvetljave in 8 % za tokokroge drugih porabnikov. Za vode v inštalacijah, ki so daljši od 100 m, se dopustni padec poveča za 0,005 % za vsak meter nad 100 m dolžine, vendar za največ 0,5 %.
- (8) Za vsako inštalacijo je treba oceniti pogostost in obseg potrebnega vzdrževanja, pri čemer se morajo upoštevati predpisani občasni pregledi, preskusi, vzdrževanje in popravila, za katera se domneva, da bodo nujna v predvidenem času življenjske dobe inštalacije, učinkovitost varnostnih zaščitnih ukrepov v tem času in zanesljivost opreme, s katero se doseže pravilno delovanje v predvidenem času trajanja.

3.2 VODI

3.2.1

Zaščita vodov

- (1) Izolirani vodniki in kabli morajo biti zaščiteni pred mehanskimi, toplotnimi, kemičnimi in drugimi zunanjimi vplivi, ki jih določa standard SIST IEC 60364-5-51.
- (2) Spoj vodnika z drugo električno opremo mora imeti zaščitno stopnjo najmanj IP 2X ali IP XXB.
- (3) Sistem električnih inštalacij v bližini grelnega sistema mora biti zaščiten s toplotno izolacijo ali zasloni.
- (4) Izolirani vodniki in kabli se smejo spajati samo v inštalacijskih dozah, kabelskih spojkah ali razdelilnikih. Ob spojih vodniki ne smejo biti izpostavljeni nateznim ali upogibnim silam.
- (5) Vodniki inštalacijskega sistema morajo biti na izhodih iz sten in vhidih vanje trajno zatesnjeni, na prehodih pa je potrebna tudi dodatna mehanska zaščita (tulec, cev), katere robovi morajo biti zaobljeni.
- (6) Neizolirani vodniki morajo biti postavljeni oziroma zaščiteni tako, da ni mogoč dotik delov pod napetostjo, in pritrjeni na izolatorje tako, da je razdalja med izolatorji, kot jo navaja Tabela 1.

Tabela 1

Razdalja (m)	Vodoravno (cm)	Navpično (cm)
do 2	5	1
2,01 do 4	10	15
4,01 do 6	15	20
nad 6,01	20	25

- (7) Razmiki med neizoliranimi vodniki in deli objektov, jeklenih konstrukcij in podobno, morajo ustrezati medsebojnim razmikom neizoliranih vodnikov.
- (8) Razmik med izoliranimi vodniki, pritrjenimi na izolatorje, mora znašati najmanj 2 cm, v vlažnih prostorih in na prostem pa 5 cm.

3.2.2

Način napeljave/položitve vodov

- (1) Električne inštalacije praviloma ne smejo biti v istem kanalu z drugimi ne-električnimi inštalacijami. Če so v istem kanalu, jih je treba zaščititi pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja ali uporabo izolacije razreda II ter z ustrezno zaščito pred nevarnimi vplivi drugih inštalacij.
- (2) Sistem nizkonapetostnih inštalacij ne sme biti položen v isti plašč ali cev in tudi ne blizu inštalacijskega sistema višje napetosti, razen če je vmes izolacijska pregrada, ki vzdrži preskusno napetost višje napetostnega sistema.
- (3) V eni inštalacijski cevi ali kanalu, oziroma v enem kabelskem plašču večžilnega kabla, so lahko samo vodniki enega tokokroga ter krmilni in pomožni tokokrogi.
- (4) Če se inštalacijski vodnik polaga na steno, mora biti najmanjši odmik od stene 5 mm.
- (5) Vodniki v električnih inštalacijah morajo biti napeljeni vzporedno z robovi prostora (vodoravno ali navpično); vodoravno: 0,3 do 1,1 m od tal in 2,0 m od tal do stropa, navpično pa najmanj 0,15 m od robov oken in vrat.
- (6) Kabli se lahko polagajo nadzemno, prosto napeti ali pritrjeni (nosilne kljuge, objemke) ali položeni na kabelske police. Pri navpičnem polaganju morajo biti razbremenjeni lastne mase. Natezna obremenitev ne sme biti večja od 60 N/mm² skupnega prereza za baker oz. 30 N/mm² skupnega prereza za aluminij.
- (7) Kable je dovoljeno polagati na stene, če imajo izolacijo iz termoplastičnega materiala s polnilom in plaščem, če se polagajo na objemke in če so od tal do višine 2 m dodatno zaščiteni.
- (8) Kabli, položeni neposredno v omet ali steno, morajo biti po vsej dolžini pokriti z najmanj 4-milimetrskim ometom.
- (9) Kabli se morajo v odprtinah na mestih prehoda skozi mejne konstrukcijske elemente požarnega sektorja obložiti z negorljivim materialom, ki odprtine zatesni in ima enako odpornost proti požaru kot mejni konstrukcijski elementi.

- (10) Kabli se smejo vkopati v zemljo, če imajo ustrezen plašč za zaščito pred mehanskimi in drugimi vplivi. Globina polaganja mora biti najmanj 0,6 m oziroma najmanj 0,8 m, če se polagajo pod prometno površino.

3.2.3

Dimenzioniranje vodnikov

- (1) Da se zagotovi potrebna trajnost izoliranih vodnikov in kablov v sistemih električnih inštalacij, je treba pri njihovem dimenzioniranju upoštevati izpostavljenost izolacije toplotnim učinkom trajno dovoljenega toka in zunanjim vplivom med obratovanjem.
- (2) Pri dimenzioniranju vodnikov in kablov je treba upoštevati, da znaša najvišja temperatura okolja za:
1. izolirane vodnike in kable v zraku ne glede na način polaganja 40 °C,
 2. kable, ki so vkopani v zemljo ali položeni v ceveh pod zemljo 20 °C.
- (3) Pri dimenzioniranju vodnikov in kablov je treba upoštevati, da so najvišje dovoljene temperature, do katerih se sme segreti posamezna vrsta izolacije:
1. PVC-masa in naravna guma 70 °C na vodniku,
 2. omreženi polietilen in etilen-propilen 90 °C na vodniku,
 3. mineralna s PVC- ali kovinskim plaščem, če se kabli dotikajo 70 °C na plašču,
 4. mineralna s kovinskim plaščem, če se kabli ne dotikajo 105 °C na izolaciji.
- (4) Glede na način polaganja, število žil v vodnikih in kablilih in za skupine z več kot enim tokokrogom ali za več kot enožilni kabel, je treba pri njihovem dimenzioniranju upoštevati ustrezne korekcijske faktorje.
- (5) Prerez nevtralnega vodnika mora biti enak prerezu faznega vodnika v inštalacijah z bakrenimi vodniki prereza do vključno 16 mm², in v inštalacijah z aluminijastimi vodniki prereza do vključno 25 mm².
- (6) Prerez vodnikov v stalnih električnih inštalacijah ne sme biti manjši od 1,5 mm², če so bakreni, oziroma 2,5 mm², če so aluminijasti (to pa ne velja za vodnike v razdelilnikih).
- (7) V TN sistemih sta lahko funkciji PE- in N vodnika združeni, če ustrezen del inštalacije ni ščit en z zaščitnim stikalom na diferenčni tok in če je v trajno položenih inštalacijah zaščitni vodnik najmanj prereza 10 mm² Cu ali 16 mm² Al. Najmanjši prerez PEN vodnika sme biti 4 mm² pod pogojem, da je kabel s koncentričnim vodnikom in so zveze, ki zagotavljajo neprekinjenost, podvojene v vseh priključenih točkah.
- (8) Najmanjši prerez zaščitnega vodnika mora:
1. biti skladen z impedanco okvarne zanke in
 2. pri izvedbi zaščite s samodejnim odklopom ob okvari, katerega čas ne presega 5 s, ustrezati:

- a. efektivni vrednosti toka zemeljskega stika ali efektivni vrednosti toka zemeljskega stika pri pojavu prve okvare v IT sistemu, ki teče skozi zaščitno napravo, če je impedanca zanemarljiva,
 - b. času delovanja zaščitne naprave ob upoštevanju omejitev toka z impedancami električnega tokokroga in možnosti omejitve (džulski integral) zaščitne naprave,
 - c. vrsti kovine zaščitnega vodnika, izolacije in drugih delov ter začetni in končni temperaturi, pri čemer je treba upoštevati najvišjo dovoljeno temperaturo stikov.
- (9) Ozemljitveni vod mora ustrezati istim pogojem kot zaščitni vodnik, če pa je vkopan, mora biti njegov prerez za:
- 1. izoliran - mehansko nezaščiten vod: 16 mm² Cu ali Fe,
 - 2. neizoliran vod: 25 mm² Cu, ali 50 mm² Fe - vroče pocinkan,
 - 3. trak: 100 mm² Fe - najmanjše debeline 3 mm.
- (10) Za ozemljitvene vode se lahko uporabijo tudi vodniki, ki so enakovredni vodnikom, navedenim v prejšnjem odstavku.
- (11) Vijaki za stike ozemljitvenih vodov morajo biti M10.

3.3 STIKALNE IN ZAŠČITNE NAPRAVE

3.3.1

Stikalne naprave

- (1) Stikalne naprave ne smejo prekinjati zaščitnega vodnika.
- (2) Pri večpolnih stikalnih aparatih se morajo fazni kontakti istočasno mehansko stakniti oziroma ločiti. Kontakti za nevtralni vodnik se lahko pri vklopu staknejo prej, pri izklopu pa ločijo pozneje.
- (3) Enopolna stikalna naprava v večfaznem tokokrogu ne sme biti postavljena v nevtralnem vodniku, razen če je na napajalni strani zaščitna naprava na diferenčni tok, ki pri okvari samodejno izklopi napajanje.

3.3.2

Zaščitne naprave

- (1) V TN sistemu ozemljitve mora biti nadtokovna zaščitna naprava, ki je namenjena za zaščito pred posrednim dotikom s samodejnim odklopom napajanja, postavljena pa je na začetku vsakega tokokroga in na mestih, na katerih se zmanjša prerez vodnika, razen če zagotavlja zahtevano zaščito že kratkostična zaščitna naprava, postavljena pred tem mestom.
- (2) Zaščitna naprava na diferenčni tok, ki se uporablja za zaščito pred posrednim dotikom, mora zagotoviti izklop vseh vodnikov tokokroga pod napetostjo.
- (3) V TN-S sistemu nevtralnega vodnika ni treba prekiniti.

- (4) Zaščitni vodnik ne sme biti napeljan skozi magnetni krog zaščitne naprave na diferenčni tok.
- (5) Zaščitna naprava na diferenčni tok za zaščito pred posrednim dotikom ne sme delovati na diferenčni tok, ki se pojavlja med normalnim obratovanjem.
- (6) Zaščitna naprava na diferenčni tok v tokokrogu brez zaščitnega vodnika se ne šteje za zadostno zaščito ob okvari.
- (7) Če se v TT sistemu uporablja za zaščito ena zaščitna naprava na diferenčni tok, mora biti postavljena v napajalni točki inštalacije. Če je več napajalnih točk, mora biti postavljena v vsaki napajalni točki.
- (8) Pri podstavkih talilnih varovalk tipa D v nadtokovnih zaščitnih napravah mora biti središčni kontakt povezan z napajalno stranjo.
- (9) Pri podstavkih talilnih varovalk tipa B mora biti izključena možnost, da bi nosilec talilnega vložka povzročil stik med prevodnimi deli sosednjih podstavkov.
- (10) Na odklopnikih mora biti vidna oznaka nastavitve vrednosti nadtokovnega sproznika.
- (11) V sistemih električnih inštalacij se mora z ustrezno izbiro zaščitnih naprav zagotoviti selektivnost zaščite.
- (12) Limitator (tarifni odklopnik) se v sistemih električnih inštalacij lahko uporablja kot tarifni omejevalnik toka. Kot naprava za zaščito pred električnim udarom in nadtokom pa se lahko uporabi samo če zanj obstaja dokument o skladnosti s predpisi in standardi za zaščitne naprave za zaščito pred električnim udarom in nadtokom ter če izpolnjuje tudi pogoje glede izklopne zmogljivosti za preobremenitev in kratkostični tok na mestu vgradnje.
- (13) Če je zaščitna naprava na diferenčni tok vgrajena v nadtokovno zaščitno napravo ali je v kombinaciji z njo, morajo karakteristike take zaščitne naprave poleg pogojev za nazivni tok izpolnjevati tudi pogoje glede izklopne zmogljivosti za preobremenitev in kratkostični tok.
- (14) Če zaščitna naprava na diferenčni tok ni vgrajena v nadtokovno zaščito, mora brez poškodb zdržati toplotne in mehanske obremenitve ob kratkem stiku na strani obremenitve.
- (15) Zaščitna naprava na diferenčni tok se lahko uporablja tudi kot glavno stikalo.
- (16) Ločilnik, ki ne more prekiniti obremenilnega toka, mora biti zavarovan pred nepooblaščenim odpiranjem z zaklepanjem, ali namestitvijo v poseben prostor.

3.3.3

Vklopne in zaščitne naprave energetskih kondenzatorjev

- (1) Za vklop energetskih kondenzatorjev je treba uporabiti posebej za ta namen predvidene vklopne naprave, ki

morajo zagotoviti, da ob prekinjanju ne more nastati ponovni vžig, ki bi povzročil visoke prenapetosti. Če se pri odpiranju in zapiranju kontakti premikajo ročno, je treba omogočiti čim hitrejšo ravnanje s stikalom.

- (2) Vklonpe in zaščitne naprave ter spoji energetskih kondenzatorjev morajo biti izdelani tako, da lahko trajno prevajajo tok, ki je 1,3-krat večji od toka, dobljenega s sinusno napetostjo efektivne vrednosti, ki je enaka nazivni napetosti nazivne frekvence. Pri tem je treba upoštevati, da ima kondenzator lahko kapacitivnost, ki je 1,1-kratna vrednost njegove izhodne nazivne moči.
- (3) Pri vklopnih in zaščitnih napravah ter spojih energetskih kondenzatorjev je treba upoštevati, da imajo višjiharmonske komponente, če obstajajo, zaradi kožnega pojava večji toplotni učinek od ustrezne osnovne komponente.
- (4) Pri vklopnih in zaščitnih napravah ter spojih energetskih kondenzatorjev je treba upoštevati tudi prehodne pojave s tokom z veliko amplitudo in frekvenco, ki nastanejo ob priklopu skupine kondenzatorjev vzporedno z drugimi skupinami, ki so pod napetostjo.

3.4 NAPRAVE ZA IZKLOP IN KRMILJENJE

3.4.1

Splošno

- (1) Objekti, v katerih se lahko zbere več ljudi (60 ljudi), ne glede na to, ali so to obiskovalci ali stanovalci, morajo imeti na lahko dostopnem mestu stikalo za izklop električne energije v celotnem objektu ob izrednih dogodkih. S tem stikalom se ne sme izklopiti električna energija nujnim porabnikom, kot so dvigala in hidroforji ter drugim napravam in opremi, potrebnim za evakuacijo in reševanje, njegova izvedba pa mora čim bolj preprečevati nenameren ali zlonameren izklop ter ponoven vklop brez posega dobavitelja električne energije ali pooblaščen osebe.
- (2) Naprave za izklop električne inštalacije morajo biti postavljene v glavni napajalni tokokrog.
- (3) Če se za izklop uporabi stikalo, mora biti sposobno prekiniti tok celotne obremenitve določenega dela električne inštalacije.
- (4) Izklop tokokroga in ustavitev v sili morata biti predvidena v električnih inštalacijah črpalk vnetljivih tekočin, prezračevalnih sistemov velikih računalnikov in svetilnih cevi, ki se napajajo z visoko napetostjo ter v vseh drugih električnih inštalacijah, v katerih lahko pride do nevarnosti pri zagonu in obratovanju naprav in opreme.
- (5) Naprava za izklop v sili mora prenesti prekinitev toka celotne obremenitve, tudi morebitne toke zavrtih motorjev.
- (6) Elementi (pritisna tipka, ročica), ki se uporabljajo za izklop v sili, morajo biti rdeče barve, čelna plošča pa rumene barve. Biti morajo lahko dostopni, se zapahnuti in biti vidno označeni z O ali STOP. S sprostitvijo elementa za izklop se električna inštalacija ne sme ponovno vklopiti.
- (7) Zaščita z ločevanjem, izklapljanjem ter funkcionalnim vklapljanjem in izklapljanjem tokokrogov za odpravljanje nevarnosti, katere izvor je električna inštalacija ali oprema, mora biti izvedena z ne-samodejnim lokalnim ali daljinskim ločevanjem.
- (8) Pri zaščiti z ločevanjem, izklapljanjem ter funkcionalnim vklapljanjem in izklapljanjem tokokrogov za odpravljanje nevarnosti je treba upoštevati:
 1. PE vodnik se v nobenem sistemu inštalacij ne sme ločiti ali prekiniti;
 2. v TN-C sistemih se ne sme ločiti ali prekiniti PEN vodnik;
 3. v TN-S in TN-C-S sistemih N vodnika ni treba ločevati ali prekinjati.
- (9) Odklopnik električne energije mora biti nameščen povsod, kjer pri mehanskem vzdrževanju lahko nastanejo fizične poškodbe zaradi delovanja vzdrževanih naprav. Proženje odklopnika električne energije ali stikala za izklop tega odklopnika zaradi mehanskega vzdrževanja mora biti ročno, razdalja med odprtimi kontakti te naprave pa mora biti vidna ali označena z O. Na mestih za mehansko vzdrževanje mora biti predviden enak ukrep za preprečitev nezaželenega ponovnega vklopa električne inštalacije, kot je naveden za ločevanje tokokroga v osmem in devetem odstavku točke 3.4.3.

3.4.2

Naprave za izklop

- (1) Izklop krmilnega tokokroga motornega pogona je dovoljen le, če se uporabi dodatna zaščita z mehničnim omejevalnikom.
- (2) Izklop v sili mora biti izveden z eno stikalno napravo oziroma se mora prekinitev sprožiti z enkratnim delovanjem.
- (3) Izklop v sili mora biti izveden stikalom v glavnem tokokrogu ali s krmilnim stikalom v krmilnem ali pomožnem tokokrogu.

3.4.3

Naprave za krmiljenje

- (1) Naprave za funkcionalno krmiljenje morajo ustrezati najtežjim razmeram v okolju. Uporabljajo se lahko stikalo, polprevodniška naprava, odklopnik, kontaktor, rele in vtičnica do 16 A. Ne smejo se uporabljati ločilnik, varovalka in premostitvena spojica.
- (2) Naprave za funkcionalno krmiljenje, s katerimi se zagotavlja zamenjava napajanja z nadomestnim, morajo delovati na vse vodnike pod napetostjo in ne smejo vezati virov vzporedno.

- (3) Enopolna stikalna naprava za funkcionalno krmiljenje ne sme biti postavljena v nevtralni vodnik.
- (4) Naprava za zaščito pred padcem in izpadom napetosti se mora vgraditi, kadar lahko padec, izpad ali ponovna vzpostavitev napetosti povzroči nevarnost za ljudi ali opremo.
- (5) Naprava za zaščito pred padcem in izpadom napetosti sme delovati z zakasnitvijo, če zaščiteni aparat prenese kratkotrajno prekinitev ali padec napetosti. Če se uporabljajo kontaktorji, zakasnitev ne sme preprečiti takojšnjega izklopa s krmilno ali zaščitno napravo.
- (6) Naprava za zaščito pred padcem in izpadom napetosti mora biti nameščena v tokokrogih za napajanje motorjev, pri katerih je lahko ponovni zagon po ustavitvi zaradi padca napetosti ali izpada napetosti nevaren, ter v inštalacijah objektov, ki imajo opremo za varnostno in nadomestno napajanje.
- (7) Vsi tokokrogi morajo biti izvedeni tako, da se lahko ločijo od vseh vodnikov pod napetostjo. PE- vodniki v vseh inštalacijskih sistemih in PEN- vodniki v TN- sistemih se pri tem ne smejo ločevati.
- (8) Po ločitvi tokokroga od vseh vodnikov pod napetostjo je treba preprečiti nenamerno napajanje ločenega tokokroga z zaklepanjem, postavitvijo opozorilnih tablic, postavitvijo naprave za ločitev v okrove ali v prostore, ki se zaklepajo.
- (9) Kot dodatni zaščitni ukrep za preprečitev nenamernega napajanja tokokroga, ločenega od vseh vodnikov pod napetostjo, se mora uporabiti premostitev ali ozemljitev.
- (10) Na mestih, na katerih se električna energija akumulira, mora biti predvidena naprava za razelektrenje.
- (11) Krmilni tokokrogi motorjev morajo biti izvedeni tako, da motorji ne morejo začeti delovati nenadzorovano. Če je varnost odvisna od smeri vrtenja motorja, je ob izpadu ali spremembi faze treba preprečiti stek motorja v napačni smeri. V električnih inštalacijah motorjev, ki se zavirajo s povratnim tokom, je treba po končanem zaviranju preprečiti vrtenje v nasprotni smeri.

3.5. VARNOSTNI SISTEMI

3.5.1

Splošno

- (1) Tokokrogi varnostnih sistemov morajo biti ločeni od drugih tokokrogov z negorljivim izolirnim materialom, napeljavajo drugje ali okrovom tako, da električna okvara ali katerikoli poseg ali sprememba v enem sistemu ne vpliva na brezhibno obratovanje drugega sistema.
- (2) V varnostnih sistemih mora biti izvedena zaščita pred električnim udarom brez samodejnega odklopa napajanja pri pojavu prve okvare.

- (3) Stikalne naprave varnostnih sistemov se morajo razlikovati od stikalnih naprav splošnih inštalacij in morajo biti nameščene v prostor, ki je dostopen samo pooblaščenim strokovnim osebam.

3.5.2

Napajanje

- (1) Varnostni sistemi, ki morajo delovati, posebej pri nastanku požara, morajo imeti zagotovljeno napajanje z električno energijo v določenem času, oprema pa mora biti izvedena ali postavljena tako, da je ustrezen čas odporna proti ognju.
- (2) Kot varnostni napajalni viri ob izpadu električne energije se lahko uporabijo akumulatorji, primarne celice in baterije, generatorski agregati, neodvisni od normalnega napajanja, in posebni napajalni vodi, ki so popolnoma neodvisni od normalnega napajanja.
- (3) Varnostno napajanje je lahko nesamodejno, kadar vir vključi operater, ali samodejno, ki je neodvisno od operaterja. Glede na začetek delovanja po izpadu omrežne napetosti se samodejno napajanje deli na:
 1. neprekinjeno samodejno varnostno napajanje, ki zagotavlja trajno napajanje pod določenimi pogoji tudi ob prehodni periodi izpada omrežne napetosti, npr. pri nihanju napetosti in frekvence,
 2. samodejno napajanje z zelo kratko prekinitvijo, ki se vzpostavi v 0,15 sekunde,
 3. samodejno napajanje s kratko prekinitvijo, ki se vzpostavi v 0,5 sekunde,
 4. samodejno napajanje s srednje dolgo prekinitvijo, ki se vzpostavi v 15 sekundah,
 5. samodejno napajanje z dolgo prekinitvijo, ki se vzpostavi v času daljšem od 15 sekund.
- (4) Če obstaja samo en vir za napajanje varnostnega sistema, se ne sme uporabljati za drug namen.
- (5) Kadar se varnostni in drugi sistemi napajajo iz vzporednih virov, morajo biti izvedeni ukrepi za omejitev toka med nevtralnimi točkami teh virov, zaščita pred kratkim stikom in električnim udarom pa morata biti zagotovljeni, ne glede na to, iz katerega vira se inštalacija napaja.
- (6) Napajalni viri varnostnih sistemov morajo biti postavljeni in pritrjeni tako, da se ne morejo poškodovati zaradi okvar, ki lahko nastanejo v glavnih napajalnih virih.

3.6 NAMEŠČANJE IN OZNAČEVANJE ELEKTRIČNE OPREME, VODNIKOV IN KABLOV

3.6.1

Splošno

- (1) Električna oprema (tudi vodniki in kabli) mora biti

- nameščena tako, da se zlahka preverja in vzdržuje ter da so njeni priključki zlahka dostopni.
- (2) Na stikalnih aparatih morajo biti nameščene napisne ploščice in druga sredstva za prepoznavanje.
- (3) Vodniki in kabli morajo biti položeni in označeni tako, da se pri preskušanju, popravilu ali zamenjavi zlahka prepoznajo.
- (4) Zaščitni vodnik (PE) in zaščitno nevtralni vodnik (PEN) morata biti barvno označena z rumeno-zeleno, nevtralni vodnik (N vodnik) pa s svetlo-modro barvo. Te barvne oznake se ne smejo uporabljati za drugo označevanje.
- (5) Zaščitna naprava mora biti postavljena v razdelilnik in označena tako, da je njej pripadajoči tokokrog zlahka prepoznaven.
- (6) Ločilniki morajo biti označeni tako, da je nedvoumno razpoznavno, kateri tokokrog ločijo.
12. mere (predvsem višina, širina in globina),
13. masa.
- (4) Oznake oziroma napisne ploščice v električnih razdelilnikih morajo biti trajno zaznamovane in trajno pritrjene ter usklajene s tehničnimi podatki iz dokumentacije in navodili za obratovanje in vzdrževanje.
- (5) Oznake morajo omogočiti razpoznavanje posameznih tokokrogov in njihovih zaščitnih naprav v razdelilniku.
- (6) Če so posamezne naprave v razdelilniku označene, morajo biti oznake enake oznakam v shemah delovanja.
- (7) V razdelilnikih morajo biti zaščitne stikalne naprave, oziroma vsi elementi, jasno označeni po namenu in tokokrogu, ki mu pripadajo.

3.6.2

Napisne ploščice na razdelilnikih

- (1) Na zunanji strani razdelilnika morajo biti ploščica z imenom proizvajalca, tipska oznaka ali identifikacijska številka, ki omogoča, da se proizvajalca dobijo vse potrebne informacije, oznaka uporabljenega sistema ozemljitve (TT, TN, IT ...) in podatki o opremi, ki se iz njega napaja.
- (2) Napisne ploščice morajo biti nameščene tako, da so vidne in berljive tudi po montaži ter ves čas uporabe razdelilnika,
- (3) V električnem razdelilniku morajo biti na napisni ploščici tam, kjer je to opazno, oziroma v dokumentaciji razdelilnika ali električni ali drugi shemi, ki je v njem, navedeni:
1. vrsta napetosti (in frekvenca v primeru izmenične napetosti),
 2. nazivna obratovalna napetost,
 3. nazivna napetost izolacije,
 4. nazivna napetost pomožnih tokokrogov,
 5. meje obratovanja,
 6. nazivni tok vsakega tokokroga,
 7. kratkostična trdnost,
 8. stopnja mehanske zaščite (IP),
 9. ukrepi za zaščito pred električnim udarom,
 10. obratovalni pogoji za notranjo in zunanjo montažo ali za posebno uporabo, če se razlikujejo od normalnih obratovalnih pogojev,
 11. tip sistema ozemljitve, za katerega je razdelilnik predviden,

■ 4. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

4.1 SPLOŠNO

- (1) Projektant mora izbrati vrsto in izvedbo zaščite pred električnim udarom na podlagi naslednjih informacij, ki mu jih mora dati dobavitelj električne energije pred začetkom izdelave projektne dokumentacije:
 1. kolikšno priključno moč omogoča distribucijsko omrežje na mestu priključitve sistema električnih inštalacij,
 2. priključitev katerih vrst sistemov električnih inštalacij omogoča distribucijsko omrežje glede na njegove lastnosti,
 3. kolikšna je impedanca distribucijskega omrežja do mesta priključitve sistema električnih inštalacij, oziroma, kolikšni so nična komponenta impedance transformatorja ali subtranzientna reaktanca generatorja in prerezi ter dolžine vodnikov omrežja do odjemnega mesta,
 4. najvišja vrednost obratovalne ozemljitve sistema električnih inštalacij, kadar je to potrebno iz obratovalnih razlogov za distribucijsko omrežje.
- (2) Za izbiro zaščite pred električnim udarom je treba upoštevati tudi vplive, kot so:
 1. usposobljenost oseb,
 2. električna upornost človeškega telesa v posameznih primerih vlažnosti kože zaradi zunanjih vplivov,
 3. dotik oseb s potencialom zemlje,
 4. izbira opreme.
- (3) Kadar se lahko uporabijo različne vrste zaščite pred električnim udarom, mora biti njena izbira odvisna od:
 1. krajevnih razmer,
 2. narave opreme, ki se napaja z električno energijo, in
 3. pogojev, ki jih narekuje posebnost prostorov, v katerih so električne inštalacije.
- (4) Zaščita pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se ne uporablja za dele inštalacij, pri katerih je nujnost napajanja bistvena in kadar ta zaščita ne bi bila učinkovita. Zaščita se v teh primerih zagotovi tako, da se električna oprema postavi v neprevodne prostore, ali pa se izvede lokalna izenačitev potencialov brez povezave z zemljo.
- (5) Zaščita pred električnim udarom se ne uporablja pri izvajanju električne inštalacije:
 1. za podporne izolatorje nadzemnih inštalacijskih vodov in z njimi povezane kovinske dele,
 2. za pribor za nadzemne inštalacijske vode, če je zunaj dosega roke,
 3. za betonsko železo, če ni dostopno,
 4. za izpostavljene prevodne dele majhnih velikosti do največ 50 x 50 mm,
5. če izpostavljeni prevodni deli niso na dosegu roke, zaščitni ukrep s povezavo na zaščitni vodnik pa je težko izvedljiv (npr. vijaki, kovice, kabelske objemke, napisne ploščice).
- (6) Zaščita pred električnim udarom se lahko uporabi za celotno inštalacijo, za njen del ali za posamezno opremo. Če niso izpolnjeni temeljni pogoji za zaščito, so potrebni dodatni ukrepi za zagotovitev varnostne ravni popolne zaščite.
- (7) Zaščita pred električnim udarom, ki preprečuje dotik napetosti take vrednosti in trajanja, ki bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje, se doseže z zaščito:
 1. ob normalnih razmerah z osnovno zaščito,
 2. ob okvari.
- (8) Zaščitni ukrep mora pomeniti:
 1. primerno kombinacijo ukrepov za osnovno zaščito in neodvisni ukrep za zaščito ob okvari, ali
 2. povečan zaščitni ukrep, ki zajema hkrati osnovno zaščito in zaščito ob okvari.
- (9) Zaščita pred električnim udarom se ne zahteva na mestih, ki so dostopna samo za posebne namene, tj. pravočasno obveščenim, ali usposobljenim osebam, če so izpolnjeni naslednji pogoji:
 1. vsa taka mesta morajo biti jasno in vidno označena z ustreznimi znaki, dostop pa ne sme biti mogoč brez uporabe posebnih priprav,
 2. vhodna vrata v take prostore morajo dopuščati vstop s ključem, izstop pa vedno brez ključa, tudi če so od zunaj zaklenjena,
 3. za vse ozke prehode mora biti po namestitvi in zaprtju vseh delov panoja zagotovljena najmanjša širina prehoda pred ovirami ali ročicami naprav za ravnanje, ali med njimi in steno 0,7 m, ter najmanjša višina prehoda pod panojem 2,0 m,
 4. hodniki za vzdrževanje in ravnanje, ki so dolgi najmanj 20 m, morajo biti dostopni z obeh strani, prav tako tudi prehodi, ki so daljši od 6 m.

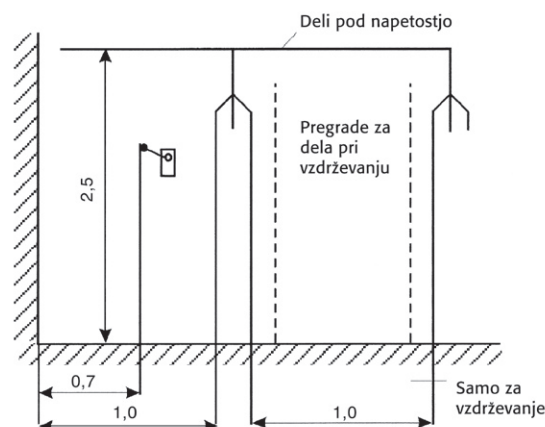
4.2 NAČINI IZVEDBE ZAŠČITE

- (1) Zaščita pred električnim udarom se izvaja z:
 1. malo napetostjo,
 2. samodejnim odklopom napajanja, ki pri okvari izolacije prepreči nastanek napetosti dotika z vrednostjo in trajanjem, nevarnim za fiziološko delovanje, in mora vključevati kombinacijo dveh pogojev:
 - a. obstoj prevodne poti (okvarne zanke), ki zagotavlja okvami tok, odvisen od vrste sistema ozemljitve inštalacije (TN, TT ali IT) in pogojev razdelilnega (distribucijskega) omrežja, ki jih mora sporočiti dobavitelj električne energije - nične komponente

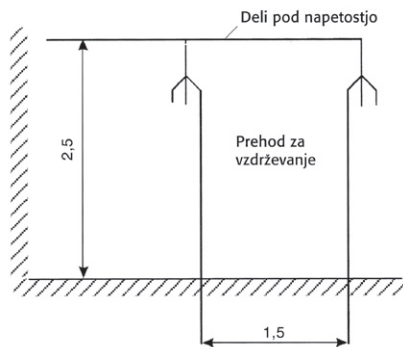
- impedance transformatorja ali subtranzientne reaktance generatorja in prerezov ter dolžine vodnikov omrežja do odjemnega mesta,
- b. odklop okvarnega toka z zaščitno napravo v času, ki je odvisen od verjetnosti pojava okvare, verjetnosti, da se oseba dotakne okvarjene opreme, in napetosti dotika, ki se ji oseba lahko izpostavi, glede na učinek toka na človeško telo.
3. uporabo naprav razreda II (z dvojno izolacijo) ali ustrezno izolacijo,
 4. postavitvijo v neprevodne prostore,
 5. lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo,
 6. električno ločitvijo,
 7. zaščito s pregradami ali okrovi najmanj v izvedbi IP 2X ali IP XXB,
 8. zaščito z ovirami, kjer so zgornje dostopne vodoravne ploskve najmanj v izvedbi IP 4X,
 9. zaščito s postavitvijo zunaj dosega roke.
- (2) Zaščita delov pod napetostjo z izolacijo mora preprečiti vsak dotik z deli pod napetostjo. Trajno mora zdržati mehanske, kemične, električne ali toplotne vplive, ki jim je lahko izpostavljena. Če se izolacija namesti pri izvedbi inštalacij, je treba z ustreznimi preskusi preveriti, ali je njena kakovost enaka kot pri tovarniško izdelani opremi.
- (3) Če so zaradi zamenjave delov, kot so žarnični okovi, vtičnice, varovalke, ali zaradi pravilnega delovanja opreme, pri zaščitnih pregradah ali okrovi potrebne večje odprtine, kot jih dopušča zaščita s pregradami ali okrovi, so potrebni ustrezni dodatni ukrepi, ki preprečujejo naključni dotik delov pod napetostjo.
 - (4) Zaščitna pregrada ali okrov, se sme odstraniti samo s ključem ali orodjem, ali po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ali pa če se vstavi druga, enakovredna pregrada.
 - (5) Zaščita z ovirami mora preprečiti naključni dotik delov pod napetostjo pri rednem obratovanju. Ovine morajo biti tako pritjene, da jih ni mogoče naključno odstraniti, se pa lahko odstranijo brez uporabe ključa ali orodja.
- (4) Če je prostor v vodoravni smeri omejen z oviro (npr. zaščitno letvijo, ograjo ali mrežo), ki pomeni stopnjo zaščite pod IP 2X ali IP XXB, se prostor na dosegu roke začne od te ovire.
 - (5) V navpični smeri je prostor na dosegu roke do višine 2,5 m glede na površino gibanja, ne glede na vmesne ovire s stopnjo zaščite pod IP 2X ali IP XXB.
 - (6) Zaščita z ovirami in nameščanjem zunaj dosega roke je dovoljena samo na mestih, dostopnih usposobljenim osebam, če so izpolnjeni naslednji pogoji:
 1. da nazivna napetost na takih mestih ne presega 1000 V efektivne vrednosti,
 2. da so taka mesta jasno in vidno označena s standardiziranimi znaki,
 3. da je zagotovljena po namestitvi in zaprtju vseh delov panoja tudi najmanjša širina prehoda pred ovirami ali ročicami naprav za ravnanje, ali med njimi in steno 0,7 m, ter najmanjša višina prehoda pod panojem 2,0 m,
 4. da so hodniki za vzdrževanje in ravnanje, ki so dolgi najmanj 20 m, dostopni z obeh strani, prav tako tudi prehodi, ki so daljši od 6 m.
 - (7) Če ima prehod z obeh strani dele pod napetostjo:
 1. mora biti za prehod, ki se uporablja samo za vzdrževanje, zagotovljena širina najmanj 1,0 m, pri tem pa morajo biti pred mestom, na katerem se opravljajo dela pregrade. Če pregrad ni, mora biti najmanjša razdalja 1,5 m,
 2. v prehodih, ki se uporabljajo samo za ravnanje, mora razdalja znašati 1,2 m.
 - (8) Če se prehod za ravnanje hkrati uporablja tudi za vzdrževanje, je treba pred začetkom del namestiti pregrade. Če ni pregrad, mora razdalja znašati najmanj 1,5 m.
 - (9) Najmanjša širina prehoda med deli za upravljanje, kot so npr. ročice, mora biti v prehodu za vzdrževanje 0,9 m, v prehodih za ravnanje pa 1,1 m. Primeri so prikazani na Slikah 6a, 6b, 7a in 7b.

4.3 ZAŠČITA S POSTAVITVIJO ZUNAJ DOSEGA ROKE

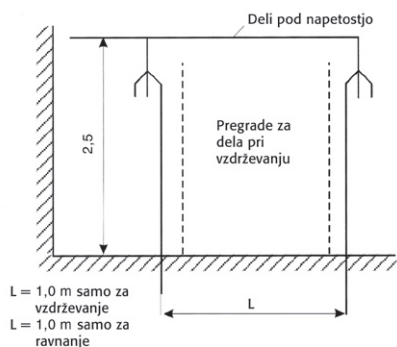
- (1) Zaščita s postavitvijo zunaj dosega roke se lahko uporablja samo za preprečitev naključnih dotikov delov pod napetostjo. Hkrati dostopni deli z različnimi potenciali na smejo biti na dosegu roke. Dva dela sta hkrati dostopna, če sta oddaljena manj kot 2,5 m.
- (2) Kot prostor na dosegu rok se šteje območje dotika z golimi rokami, brez pripomočkov.
- (3) V prostorih, v katerih se dela z zelo dolгими prevodnimi elementi, je treba razdaljena dosegu roke povečati glede na dolžine teh elementov.



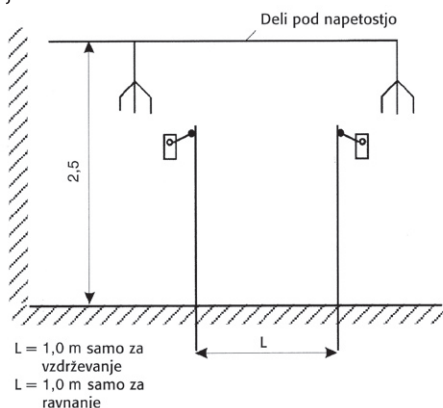
Slika 6a: Najmanjša širina prehoda med deli za vzdrževanje



Slika 6b: Najmanjša širina prehoda med deli za vzdrževanje



Slika 7a: Najmanjša širina prehoda med deli za vzdrževanje in ravnanje



Slika 7a: Najmanjša širina prehoda med deli za vzdrževanje in ravnanje

- (10) Dopolnilna zaščita z zaščitnimi napravami za diferenčni tok se lahko uporabi kot zaščitni ukrep samo kot dopolnitev drugih zaščitnih ukrepov pred neposrednim dotikom, če ti odpovejo in se ne sme uporabljati namesto zaščitnih ukrepov ob okvari. V ta namen se smejo uporabljati zaščitne naprave za diferenčni tok z nazivnim diferenčnim tokom, ki ni večji od 30 mA.

4.4 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM Z MALO NAPETOSTJO

- (1) Mala napetost je:

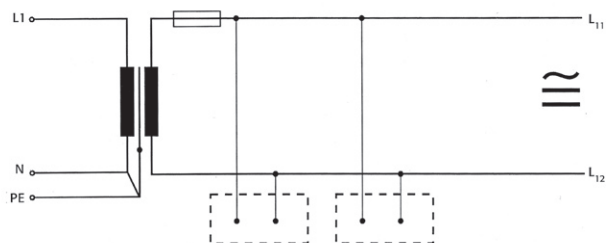
1. za suhe prostore do 50 V izmenične, oziroma 120 V enosmerne napetosti,
2. za vlažne in mokre prostore (gradbišča, kmetijstvo, vrtnarstvo ipd.) 25 V izmenične, oziroma 60 V enosmerne napetosti,
3. za prostore, v katerih je koža v neposrednem stiku z

vodo (kadi, bazeni ipd.), 12 V izmenične, oziroma 30 V enosmerne napetosti.

- (2) Kot zaščita pred električnim udarom z malo napetostjo, se uporabljata dva sistema:

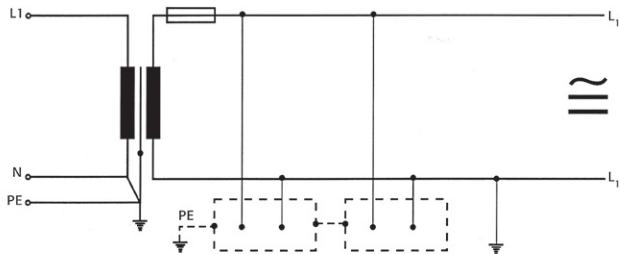
1. SELV (SAFETY EXTRA LOW VOLTAGE - zaščita z varnostno malo napetostjo), ki je prikazan na sliki 8.

Slika 8: Sistem SELV



2. PELV (PROTECTIVE EXTRA LOW VOLTAGE - zaščita z zaščitno malo napetostjo), ki je prikazan na sliki 9.

Slika 9: Sistem PELV



- (3) Zaščita pred električnim udarom z malo napetostjo se doseže:

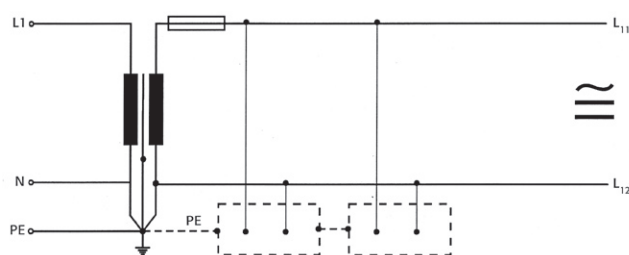
1. če nazivna napetost ne preseže meje iz prvega odstavka te točke,
2. če je napajalni vir eden od varnostnih virov,
3. če so izpolnjeni vsi pogoji za izvedbo tokokrogov,
4. če so izpolnjene zahteve za neozemljene (SELV) ali ozemljene (PELV) tokokroge.

- (4) Če se tokokrog napaja iz višjenapetostnega tokokroga s pomočjo naprav, kot so avtotransformatorji, potenciometri, polprevodniške naprave itd., je tak sekundarni tokokrog sestavni del primarnega tokokroga in zanj veljajo zaščitni ukrepi primarnega tokokroga.

- (5) Napajalni viri za zaščiti SELV in PELV so:

1. varnostni ločilni transformatorji,
2. napajalni viri, ki omogočajo isto varnostno raven kot varnostni ločilni transformatorji (npr. motor in generator z navitji, ki imajo enakovredno izolacijo),
3. elektrokemični viri (baterije ali akumulatorji),
4. drugi viri, ki niso odvisni od višjenapetostnih tokokrogov (npr. dizelski generator),
5. elektronske naprave, pri katerih so zagotovljeni ukrepi, da pri notranji okvari napetost na izhodnih sponkah ne preseže dovoljene meje - višja napetost je dovoljena le v primeru, kadar je zagotovljeno, da pri neposrednem

- ali posrednem dotiku napetost na izhodnih sponkah brez zakasnitve pade pod ali na dovoljene vrednosti.
- (6) Tokokrogi za zaščiti SELV in PELV morajo biti električno ločeni od višjenapetostnih tokokrogov, enakovredno električni ločitvi med primarnim in sekundarnim navitjem varnostnega ločilnega transformatorja.
 - (7) Vodniki zaščite SELV in PELV morajo biti fizično ločeni od vodnikov vseh drugih tokokrogov. Če to ni mogoče, se morajo namestiti v nekovinski plašč, ki dopolnjuje osnovno izolacijo. Od tokokrogov z različnimi napetostmi morajo biti ločeni z ozemljenim kovinskim zaslonom ali plaščem.
 - (8) Večžilni vodniki ali snop vodnikov ima lahko tokokroge različnih napetosti, če so vodniki tokokrogov zaščite SELV in PELV izolirani posamezno ali skupno za najvišjo napetost.
 - (9) Deli tokokrogov zaščite SELV, ki so pod napetostjo, ne smejo biti povezani z ozemljitvijo, deli pod napetostjo ali zaščitnimi vodniki, ki pripadajo drugim tokokrogom.
 - (10) Če vrsta opreme tako zahteva, so lahko izjemoma izpostavljeni deli sistema SELV neločljivo povezani s tujimi ali izpostavljenimi prevodnimi deli drugega sistema, kadar ti deli ne morejo priti pod napetost, večjo od mej dovoljene male napetosti. Če je nazivna napetost tokokroga višja od 25 V efektivne vrednosti izmeničnega toka ali 60 V enosmernega toka brez valovitosti, se mora zaščita pred neposrednim dotikom zagotoviti s pregradami ali okrovi, ki zagotavljajo najmanj stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki zdrži preskusno napetost 500 V efektivne vrednosti v času 60 sekund.
 - (11) V tokokrogih zaščite PELV, ki so ozemljeni, se mora zaščita pred neposrednim dotikom zagotoviti s pregradami ali okrovi, ki zagotavljajo najmanj stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki zdrži preskusno napetost 500 V efektivne vrednosti v času 60 sekund. Ta zaščita ni potrebna, če na opremo vpliva izenačitev potencialov in če nazivna napetost ne preseže 25 V efektivne vrednosti izmeničnega toka ali 60 V enosmernega toka brez valovitosti. V vseh drugih primerih se lahko oprema normalno uporablja v suhih razmerah, če nazivna napetost ne preseže 6 V efektivne vrednosti izmeničnega toka ali 15 V enosmernega toka brez valovitosti.
 - (12) Kadar iz funkcionalnih razlogov uporabimo FELV (functional extra low voltage) obratovalno malo napetost, ki ni zaščita je pri njeni uporabi treba uporabiti ustrezen zaščitni ukrep za zaščito pred električnim udarom, kot je prikazano na Sliki 10.



Slika 10: Sistem FELV

- (13) Ob uporabi sistema FELV, se mora zaščita pred električnim udarom zagotoviti s:
 1. povezavo izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom primarnega nizkonapetostnega tokokroga, ki je zaščiten z samodejnim odklopom napajanja v predpisanem času,
 2. povezavo izpostavljenih prevodnih delov z neozemljenim vodnikom za izenačitev potencialov primarnega nizkonapetostnega tokokroga, ki je zaščiten z električno ločitvijo.

4.5 ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA

- (1) Zaščita pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja v sistemih električnih inštalacij, mora pri okvari izolacije preprečiti nastanek napetosti dotika s tako vrednostjo in trajanjem, ki bi bila lahko nevarna za fiziološko delovanje.
- (2) Zaradi učinkovitosti zaščite pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja mora biti izvedena koordinacija med vrstami sistemov inštalacij, karakteristikami zaščitnega vodnika in zaščitne naprave. Vsaka okvara izolacije električne opreme mora povzročiti okvarni tok, ki zagotovi tako hiter samodejni odklop, da ni ogroženo zdravje ali življenje ljudi.
- (3) V TN sistemu je okvarna zanka sestavljena iz galvanskega tokokroga, ki obsega okvarjeni vodnik pod napetostjo in zaščitni vodnik, neposredno zvezan z nevtralno točko (PE ali PEN vodnik, odvisno od tega, ali je sistem TN-S ali TN-C).
- (4) Ukrep za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se ne uporablja za dele inštalacij, kadar je nujnost napajanja bistvena in/ali kadar zaščita ni učinkovita. Zaščita se zagotovi tako, da se električna oprema postavi v neprevodne prostore, ali z lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo.
- (5) Kadar je uporabljen zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja, se morajo v TN sistemu, vsi izpostavljeni prevodni deli inštalacije povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Običajno je to tudi nevtralna točka sistema.
- (6) V TN sistemu najdaljši odklopni časi, določeni v Tabeli 2, ustrezajo zagotavljanju zaščite pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme ob okvari v izolaciji (med deli pod napetostjo in izpostavljenimi prevodnimi deli), s samodejnim odklopom napajanja tokokroga. Z njimi napetost dotika nad dovoljeno vrednostjo male napetosti ne pomeni nevarnosti zaradi fiziološkega učinka na osebe v dotiku s hkrati dostopnimi prevodnimi deli. Ti časi veljajo za končne tokokroge, ki napajajo vtičnice ali neposredno, brez vtičnice, ročne aparate, katerih dostopni prevodni deli so povezani na zaščitni vodnik ali prenosne aparate, ki se med uporabo ročno premikajo. Daljši časi izklopa, ki ne smejo presežati 5 sekund, so dovoljeni za:

1. napajalne tokokroge,
2. končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosljivo opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega niso priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po preglednici,
3. končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosno opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega so priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po Tabeli 2, pod pogojem, da obstaja dodatna izenačitev potencialov.

Tabela 2

U_0 (V)	T (s)
od 50 do 120	0,8
od 121 do 230	0,4
od 231 do 400	0,2
nad 400	0,1

- (7) V istem električnem razdelilniku TN sistema ne smejo biti nameščeni skupaj zaščitni elementi za samodejni odklop napajanja s kratkim in elementi z dolgim izklopnim časom.
- (8) Če je v TN sistemu ozemljitve, v katerem je uporabljen zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja, napetost dotika nižja od trajno dovoljene, odklop napajanja zaradi zaščite ob okvari ni nujen (npr. pri tokokrogih halogenskih svetilk).
- (9) Samodejni odklop napajanja zaradi zaščite ob okvari je v TN sistemu nujen tudi zaradi nevarnosti požara in če je razmerje impedanc zaščitnega vodnika in okvarne zanke majhno, npr. kadar se za zaščitni vodnik uporabi vzporedno več vodnikov večžilnega kabla ali kabelska armatura vzporedno z golim zunanjim vodnikom.
- (10) Zunaj območja vpliva glavne izenačitve potencialov v TN sistemu s samodejnim odklopom napajanja, so potrebni drugi zaščitni ukrepi, še posebej za električno opremo, ki se napaja iz vtičnic. Ti ukrepi so:
 1. izdelava lokalnega TT sistema,
 2. napajanje prek ločilnega transformatorja in
 3. uporaba dodatne izolacije.
- (11) Če v TN sistemu ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja z nadtokovno zaščito ni mogoče izpolniti pogojev za zaščito pred električnim udarom, je treba uporabiti dodatno izenačitev potencialov ali pa zaščitne naprave na diferenčni tok.
- (12) Kadar lahko nastane kratki stik med faznim vodnikom in zemljo, tudi če je inštalacijski sistem priključen na omrežje z nadzemnimi vodi, je treba zagotoviti, da zaščitni vodnik in z njim povezani izpostavljeni prevodni deli ne pridejo pod napetost, ki presega dovoljeno napetost dotika.
- (13) V TN sistemih ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja, se smejo za zaščito pred električnim udarom uporabljati naprave za nadtokovno zaščito in naprave za diferenčno tokovno

zaščito, pri čemer je treba upoštevati:

1. v TN-C sistemu, ki ima PEN vodnik, se zaščita zagotovi z nadtokovno zaščito,
 2. če se za zaščito uporabi diferenčna tokovna zaščita, se PEN vodnik ne sme uporabiti na strani obremenitve naprave, ampak je treba izvesti TN-C-S sistem,
 3. če se za zaščito uporabi diferenčna tokovna zaščita, se mora povezava izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom izvesti na napajalni strani.
- (14) Ob uporabi naprave za samodejni odklop napajanja z diferenčno tokovno zaščito v TN-S sistemu, v tokokrogih zunaj vpliva glavne izenačitve potencialov ni treba povezati izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom TN sistema pod pogojem, da so povezani z ozemljilom, ki ima upornost, prilagojeno delovalnemu toku diferenčne tokovne zaščite. Tako zaščitni tokokrog se obravnava kot tokokrog v TT sistemu. To velja še posebej za električno opremo, ki se napaja iz vtičnic. Zanj lahko uporabimo ločena ozemljila, kar pomeni ločen TT sistem ozemljitve, napajanje prek ločilnega transformatorja ali dodatno izolacijo.
 - (15) Vsi izpostavljeni prevodni deli v TT sistemu, ki se ščitijo skupaj z isto zaščitno napravo za samodejni odklop napajanja, se morajo medsebojno povezati z zaščitnim vodnikom na isto skupno ozemljilo.
 - (16) Če se več zaščitnih naprav za samodejni odklop napajanja v TT sistemu poveže zaporedno, se mora vsaka skupina izpostavljenih prevodnih delov, zaščitnih z isto zaščitno napravo, medsebojno povezati z zaščitnim vodnikom na isto skupno ozemljilo.
 - (17) Za zaščito pred električnim udarom z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja mora biti v TT sistemu izpolnjen pogoj, da vrednost zmnožka vsote upornosti izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika ter vrednosti toka, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave, ne preseže vrednosti dovoljene zgornje meje male napetosti, glede na pogoje vplivov okolice, pri čemer delovalni čas zaščitnih naprav v vseh tokokrogih ne sme presegati 5 sekund.
 - (18) V TT sistemu ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja se sme zaradi selektivnosti diferenčna tokovna zaščita z zakasnitvijo (vrste S) uporabiti samo v zaporedni vezavi z diferenčno tokovno zaščito brez namerne zakasnitve. Za zagotovitev selektivnosti diferenčne tokovne zaščite je za napajalne tokokroge dovoljena zakasnitev delovalnega časa do 1 sekunde.

4.6 ZAŠČITA OB OKVARI

- (1) Kadar se v TT sistemu ozemljitve kot zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja uporabi nadtokovna zaščita, mora biti z inverzno časovno karakteristiko zagotovljeno, da okvarni tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave, povzroči samodejno delovanje te zaščite do 5 sekund, ali pa mora biti s

- trenutno prožilno karakteristiko zagotovljeno trenutno proženje inštalacijskega odklopnika, pri čemer mora biti tok, ki zagotavlja zanesljivo delovanje zaščitne naprave, najmanjši tok, ki to zagotavlja. Če teh zahtev ni mogoče izpolniti, se mora uporabiti dodatna izenačitev potencialov.
- (2) V TT sistemu ozemljitve je okvarna zanka sestavljena iz faznega vodnika, v katerem je nastala okvara, zaščitnega vodnika, ki povezuje izpostavljeni prevodni del z ozemljilom, ozemljila izpostavljenega prevodnega dela inštalacije in ozemljila nevtralne točke napajanja.
 - (3) V TT sistemu ozemljitve z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja je treba upoštevati tudi nepopolno okvaro, ki lahko zaradi manjšega okvarnega toka podaljša čas, ki zagotavlja delovanje zaščite pred posrednim dotikom.
 - (4) V TN sistemu nepopolne okvare ni treba upoštevati, ker se zaradi velikega okvarnega toka spremeni v popolno okvaro.
 - (5) Da se zagotovi varnost ob nepopolnih okvarah, pri katerih upornost povezave z zemljo ni znana, je treba zagotoviti, da napetost dotika ne preseže vrednosti, dovoljene za okvarni tok popolne okvare, pri čemer sme biti odklopni čas zaščitne naprave največ 5 sekund.
 - (6) Če se električna inštalacija s TT sistemom ozemljitve napaja iz nizkonapetostnega omrežja, za katero upornost ozemljila nevtralne točke (obratovalna ozemljitev) ni znana, se lahko vrednost upornosti zaščitnega ozemljila inštalacijskega sistema ugotovi z meritvijo impedance okvarne zanke.
 - (7) Za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se v TT sistemih lahko uporabljajo:
 1. naprave za diferenčno tokovno zaščito v vseh primerih,
 2. naprave za nadtokovno zaščito pri dovolj nizki ozemljitveni upornosti,
 3. napetostne zaščitne naprave v posebnih primerih, kadar se ne morejo uporabiti druge naprave (npr. v sistemih enosmernega toka).
 - (8) V IT sistemih ozemljitve mora biti inštalacija:
 1. izolirana od zemlje, ali
 2. povezana z zemljo prek dovolj velike impedance, ali
 3. povezana v nevtralni točki (zvezdišču) sistema ali v umetnem zvezdišču, neposredno z zemljo, če je rezultirajoča nična impedanca dovolj velika, ali
 4. se en fazni vodnik ozemlji prek dovolj velike impedance, če ni nevtralne točke (zvezdišča).
 - (9) Da v IT sistemu ozemljitve pri prvi okvari ni potreben odklop električne inštalacije, mora biti okvarni tok med pojavom prve okvare na izolaciji omejen tako, da ni mogoč pojav nevarne napetosti dotika, ki bi bila višja od trajno dovoljene.
 - (10) Po prvi okvari mora inštalacija IT sistema ozemljitve obratovati naprej kot električna inštalacija s TT sistemom ozemljitve in mora, skladno z določili zanj, samodejni odklop napajanja delovati, če se pojavi pred odstranitvijo prve druge okvare, ali če se pojavita dve okvari hkrati. Pri tem je treba preprečiti tudi možnost škodljivih fizioloških učinkov na osebe, ki bi prišle v dotik s hkrati dostopnimi prevodnimi deli.
 - (11) Če je inštalacija z IT sistemom ozemljitve izolirana od zemlje, se mora tok prve okvare ugotavljati s kapacitivnostma preostalih dveh faz proti zemlji, za kar je treba upoštevati ustrezno omejitev dolžine vseh tokokrogov inštalacije.
 - (12) Zveza inštalacije IT sistema ozemljitve z zemljo prek impedance se mora uporabiti predvsem, kadar se pričakujejo prenapetosti ali nihanja napetosti v inštalaciji zaradi resonance.
 - (13) Kadar je v IT sistemu ozemljitve inštalacija povezana z zemljo prek impedance, je treba upoštevati, da se jakost toka prve okvare omeji z vrednostjo te impedance, kapacitivnosti preostalih dveh faz proti zemlji pa večinoma precej povečata impedanco, razen če so v inštalaciji zelo dolgi vodniki ali če imajo vodniki kovinski plašč.
 - (14) Večinoma zadošča, da je vrednost ozemljilne impedance v IT sistemu reda 5- do 6-kratne fazne napetosti inštalacije, izražene v Ω (2,0-2,4 k Ω za napetost inštalacije 230/400 V), v vseh primerih pa je treba zagotoviti tako vrednost ozemljilne impedance:
 1. da se ne pojavijo nihanja napetosti,
 2. da je okvarni tok lahko odkriti, in
 3. da okvarni tok ne segreje zaščitnih vodnikov in ozemljila nad dovoljene vrednosti.
 - (15) Izpostavljeni prevodni deli v IT sistemu ozemljitve se morajo ozemljiti posamezno, skupinsko ali skupno, pri čemer mora biti izpolnjen pogoj, da vrednost zmnožka upornosti ozemljila izpostavljenih prevodnih delov in vrednosti okvarnega toka prve okvare z zanemarljivo impedanco med faznim vodnikom in izpostavljenim prevodnim delom, ki upošteva uhajave toke in skupno ozemljitveno impedanco električne inštalacije, zagotavljata delovanje zaščitne naprave tako, da ne bo presežena vrednost dovoljene zgornje meje male napetosti, glede na pogoje vplivov okolice.
 - (16) Naprava za nadzor nad izolacijo v IT sistemu ozemljitve, ki javi prvo okvaro dela pod napetostjo proti izpostavljenim prevodnim delom ali proti zemlji, mora oddati zvočni in/ali vidni signal.
 - (17) Prvo okvaro v IT sistemu ozemljitve je treba odstraniti čim prej.
 - (18) V IT sistemih se je treba izogibati uporabi nevtralnega vodnika, da zemeljski stik ne uniči prednosti pred sistemi, v katerih nevtralna točka ni neposredno povezana z zemljo. in da sta izbira naprav za zaščito

pred preobremenitvijo in odkrivanje mesta okvare lažja.

(19) V električni inštalaciji z nevtralnim vodnikom in IT sistemom ozemljitve je treba pri uporabi nevtralnega vodnika, ki ni zvezan z zemljo, zagotoviti:

1. da ob dveh okvarah, ki nastaneta v inštalaciji v dveh tokokrogih različnih prereзов, ne teče skozi nevtralni vodnik večji tok, kot je glede na njegov prerez trajno dovoljen,
2. da uporabljeni aparati niso izpostavljeni napetostim, večjim od njihove nazivne napetosti.

(20) Ob prvi okvari v IT sistemu je treba upoštevati odvisnost pogojev za odklop napajanja pri drugi okvari od tega, ali so vsi izpostavljeni prevodni deli, medsebojno povezani z zaščitnim vodnikom, skupno, skupinsko ali posamezno ozemljeni:

1. pri posamezno ali skupinsko ozemljenih izpostavljenih prevodnih delih je treba zaščito pred električnim udarom izvesti v skladu z zahtevami za TT sisteme, le da ni treba ozemljiti nevtralne točke ali enega od faznih vodnikov, če ni nevtralne točke transformatorja ali generatorja,
2. pri skupno ozemljenih izpostavljenih prevodnih delih je treba zaščito pred električnim udarom izvesti v skladu z zahtevami za TN sistem.

(21) Kot zaščitne naprave se v IT sistemih uporabljajo naprave za nadzor nad izolacijo, za nadtokovno zaščito in za diferenčno tokovno zaščito.

4.7 ZAŠČITA Z UPORABO NAPRAV RAZREDA II

(1) Za preprečevanje nevarne napetosti dotika na izpostavljenih delih električnih naprav ob okvari osnovne izolacije se lahko kot zaščitni ukrep uporabijo naprave razreda II ali temu ustrezna izolacija.

(2) Zaščita z uporabo naprav razreda II ali temu ustrezne izolacije se mora zagotavljati s:

1. tipskimi preskusi preverjeno opremo z dvojno ali ojačeno izolacijo ali tovarniško izdelano opremo, ki je označena z dvojnimi kvadratom (simbolom za dvojno izolacijo), ali
2. pomočjo dodatne izolacije električne opreme s samo osnovno izolacijo, ki se vgradi med izdelavo električne inštalacije in zagotavlja varnost, ki ustreza varnosti opreme z dvojno ali ojačeno izolacijo ter izpolnjuje tudi vse druge potrebne pogoje, ali
3. pomočjo ojačene izolacije neizoliranih delov pod napetostjo, ki se vgradi med izdelavo električne inštalacije in mora zagotoviti isto varnostno stopnjo kot električna oprema z dvojno ali ojačeno izolacijo ter izpolnjevati tudi druge predpisane pogoje, kar se lahko uporablja samo tedaj, če iz konstrukcijskih razlogov ni mogoča izdelava dvojne izolacije.

(3) Pri izvedbi zaščite pred električnim udarom z uporabo naprav razreda II ali temu ustrezne izolacije je treba

na vidnem mestu namestiti simbol, da ozemljitev ni potrebna.

(4) Kadar je uporabljena zaščita pred električnim udarom z uporabo naprav razreda II ali temu ustrezne izolacije, morajo biti vsi prevodni deli električne opreme, ki so ločeni od delov pod napetostjo samo z osnovno izolacijo, zaprti v izolirane okrove, ki imajo stopnjo zaščite najmanj IP 2X ali IP XXB in zdržijo predpisane mehanske, električne in toplotne obremenitve.

(5) Prevleke z barvo, lakom in podobnim materialom niso ustrezne za zaščito pred električnim udarom z uporabo naprav razreda II, razen če uspešno prestanejo ustrezne tipske preskuse.

(6) Če izolirni okrov ni bil tipsko preskušen, je treba njegovo dielektrično trdnost preskusiti glede na razred izolacije.

4.8 ZAŠČITA S POSTAVITVIJO V NEPREVODNE PROSTORE

(1) Z zaščito pred električnim udarom s postavitvijo v neprevodne prostore se prepreči hkratni dotik delov z različnimi potenciali ob okvari osnovne izolacije delov pod napetostjo.

(2) Za zaščito pred električnim udarom s postavitvijo v neprevodne prostore je dovoljena uporaba opreme s samo osnovno izolacijo, če so izpostavljeni prevodni deli razporejeni tako, da v normalnih pogojih osebe ne pride hkrati v dotik z izpostavljenima prevodnima deloma, ali izpostavljenim prevodnim delom ter katerim koli tujim prevodnim delom, na katerem bi se zaradi okvare osnovne izolacije delov pod napetostjo, lahko pojavili različni potenciali.

(3) Zaščita pred električnim udarom s postavitvijo v neprevodne prostore je ustrezna, če ima prostor izolirana tla in stene in če je dosežena oddaljenost med izpostavljenimi prevodnimi deli in tujimi prevodnimi deli ter oddaljenost do izpostavljenih prevodnih delov med elementoma najmanj 2 m, ki se sme zmanjšati do 1,25 m zunaj dosega roke.

(4) Zahteva za zaščito s postavitvijo v neprevodne prostore je pri uporabi opreme s samo osnovno izolacijo ustrezna tudi, če se postavijo učinkovite ovire med izpostavljene prevodne dele in tuje prevodne dele. Take ovire so dovolj učinkovite, če so v razdaljah, ki presegajo 2 m oziroma 1,25 m, zunaj dosega roke. Ne smejo pa se ozemljiti ali povezati z izpostavljenimi prevodnimi deli in morajo biti, če je le mogoče, iz izolirnega materiala.

(5) Električna upornost sten in tal, mora biti za učinkovito zaščito pred električnim udarom s postavitvijo v neprevodne prostore na katerem koli mestu:

1. večja od 50 k Ω , če nazivna napetost inštalacije ni višja od 500 V, sicer se stene ali tla štejejo za tuje prevodne dele glede na zaščito pred električnim udarom,

2. večja od 100 k Ω , če je nazivna napetost inštalacije višja od 500 V, sicer se stene ali tla štejejo za tuje prevodne dele glede zaščite pred električnim udarom.
- (6) Kadar se uporablja zaščita pred električnim udarom s postavitvijo v neprevodne prostore, je treba zagotoviti, da vlaga ne zmanjša izolacije tal in sten ter da tuji prevodni deli ne prenesejo potenciala iz neprevodnega prostora na okolico.
- (7) Povezave vodnikov v neprevodnih prostorih morajo biti trajne in učinkovite ter morajo zagotoviti tudi zaščito gibljivega in prenosnega aparata, če je predvidena njegova uporaba.
- (8) Pri nenadzorovanih električnih inštalacijah v neprevodnih prostorih, ki so uporabljeni za zaščito pred električnim udarom, je treba upoštevati nevarnost zaradi poznejšega vnosa novih prevodnih delov, kot so gibljivi in prenosni aparati s povezavo na zaščitni vodnik ali prevodni elementi, kot so kovinske vodovodne cevi.

4.9 ZAŠČITA Z ELEKTRIČNO LOČITVIJO

- (1) Zaščita pred električnim udarom z električno ločitvijo tokokroga inštalacije, je namenjena preprečitvi električnega udara zaradi dotika z izpostavljenimi prevodnimi deli, ki bi mogli priti pod napetost zaradi okvare osnovne izolacije tokokroga.
- (2) Zaščita z električno ločitvijo se mora izvesti na naslednji način:
1. zmnožek nazivne napetosti tokokroga v voltih in dolžine tokokroga v metrih ne sme biti večji od 100 000 Vm, pod pogojem, da dolžina tokokroga ni večja od 500 m,
 2. nazivna napetost električno ločenega tokokroga ne sme biti višja od 500 V,
 3. tokokrog se mora napajati iz ločilnega transformatorja ali vira, ki zagotavlja varnostno raven, ki je enakovredna tisti pri ločilnem transformatorju in katere zahtevana dielektrična trdnost je preverjena z visokonapetostnim preskusom, (npr. motor-generator z enakovredno izoliranimi navitji),
 4. gibljivi ločilni viri zaščite z električno ločitvijo (npr. motor-generator z enakovredno izoliranimi navitji), zvezani z omrežjem, morajo biti izbrani in postavljeni, kot to določajo zahteve za zaščito z uporabo naprav razreda II ali naprav s temu ustrezno izolacijo,
 5. pritrjeni ločilni viri zaščite z električno ločitvijo (npr. motor-generator z enakovredno izoliranimi navitji) morajo biti izbrani in postavljeni tako oziroma morajo biti taki, da je sekundarni tokokrog ločen od primarnega tokokroga in okrova z izolacijo, ki izpolnjuje zahteve za zaščito z uporabo naprav razreda II ali naprav s temu ustrezno izolacijo. Če en tak vir napaja več naprav, njihovi izpostavljeni prevodni deli na smejo biti povezani s kovinskim okrovom vira,
 6. deli pod napetostjo ločenega tokokroga ne smejo imeti skupne točke z drugimi tokokrogi in tudi ne povezave z zemljo. Da bi se izognili nevarnosti zaradi zemeljskega stika, je treba posebno paziti na izolacijo teh delov proti zemlji, predvsem pri zvijavih kablilih in vodnikih. Razmestitev mora zagotoviti električno ločitev kot pri ločilnem transformatorju,
 7. zvijavi kabli in vodniki morajo biti vidni po vsej dolžini, na kateri bi se lahko mehansko poškodovali,
 8. posebna električna ločitev je potrebna med deli pod napetostjo električne opreme, kot so releji, kontaktorji, pomožna stikala itd., in katerim koli delom drugega tokokroga,
 9. vodi električno ločenih tokokrogov se morajo polagati posebej. Če to ni izvedljivo, se morajo uporabiti večžilni vodniki brez kovinskega plašča ali izolirani vodniki, nameščeni v izolirne cevi ali kanale, pod pogojem, da so ti kabli in vodniki izolirani za napetost, ki je vsaj enaka najvišji uporabljeni napetosti, in da je vsak tokokrog posebej zaščiten pred nadtokom,
 10. če ločeni tokokrog napaja samo eno napravo, izpostavljeni prevodni deli ločenega tokokroga ne smejo biti povezani z zaščitnim vodnikom in tudi ne s prevodnimi deli drugih tokokrogov,
 11. če se prevodni deli električno ločenega tokokroga lahko namerno ali naključno dotaknejo izpostavljenih prevodnih delov drugega tokokroga, tedaj zaščitni ukrepi pred električnim udarom niso več odvisni samo od zaščite z električno ločitvijo, ampak od zaščitnih ukrepov, ki so uporabljeni za te izpostavljene dele,
 12. če so zagotovljeni ukrepi za zaščito ločenega tokokroga pred vsemi poškodbami in napakami v izolaciji, sme tokokrog, ki ustreza zahtevam za tokokroge, ki se napajajo iz ločilnega vira, napajati več naprav pod pogojem, da so izpolnjene naslednje zahteve:
 - a. izpostavljeni prevodni deli naprav ločenega tokokroga morajo biti medsebojno povezani z izoliranimi neozemljenimi vodniki za izenačitev potencialov, ki niso zvezani z zemljo. Ti vodniki ne smejo biti povezani z zaščitnimi vodniki in tudi ne z izpostavljenimi prevodnimi deli drugih tokokrogov, pa tudi ne s tujimi prevodnimi deli,
 - b. vse vtičnice morajo imeti zaščitne kontakte, ki morajo biti povezani z vodniki za izenačitev potencialov, ki niso zvezani z zemljo. Ti vodniki ne smejo biti povezani z zaščitnimi vodniki in tudi ne z izpostavljenimi prevodnimi deli drugih tokokrogov, pa tudi ne s tujimi prevodnimi deli,
 - c. če je oprema razreda II (dvojna izolacija), morajo imeti vsi zvijavi kabli zaščitni vodnik, ki se uporablja kot vodnik za izenačitev potencialov,
 - d. če nastaneta na izpostavljenih prevodnih delih, ki se napajajo z vodniki različnih polarnosti, dve okvari hkrati, mora zaščitna naprava prekiniti napajanje v času 0,2 sekunde.

■ 5. ZAŠČITNA IN OBRATOVALNA OZEMLJITEV

5.1 ZAŠČITNA OZEMLJITEV

- (1) Električna inštalacija mora imeti izvedeno zaščitno ozemljitev, kadar je za zaščito pred električnim udarom predviden ukrep s samodejnim odklopom napajanja in kadar je to določeno s predpisi.
- (2) V vsaki inštalaciji mora biti predviden en glavni ozemljitveni priključek, na katerega se povežejo:
 1. ozemljitveni vodi,
 2. zaščitni vodniki (PE),
 3. zaščitno nevtralni vodniki (PEN),
 4. glavni vodniki za izenačitev potencialov,
 5. vodniki za obratovalno ozemljitev (če uporabljeni sistem inštalacij in ozemljitev to zahtevata).
- (3) Kadar so za zaščito pred električnim udarom uporabljene naprave za nadtokovno zaščito, morajo biti zaščitni vodniki z vodniki pod napetostjo v istem kablu, plašču vodnika ali inštalacijski cevi.
- (4) Če je zaščitna ozemljitev izvedena s svojim ozemljilom, mora biti to ozemljilo električno ločeno in neodvisno od vseh drugih ozemljenih delov ter oddaljeno najmanj 10 m od ozemljila vseh ozemljenih kovinskih delov.
- (5) Povezava ozemljila s PE vodnikom mora biti izvedena z izoliranim vodom.
- (6) Zaščitni vodnik sme biti povezan le s prevodnimi deli električnih naprav, katerih napajanje se pri pojavu okvare prekine z delovanjem iste zaščitne naprave.
- (7) Če sta funkciji zaščitne in obratovalne ozemljitve združeni, je pri različnih zahtevah odločilna tista, ki se nanaša na zaščitno ozemljitev.
- (8) Z nadzorom nad neprekinjenostjo zaščitne ozemljitve naprav (opreme) za obdelavo podatkov s pomočjo naprave za samodejni izklop napajanja se mora zagotoviti izklop napajanja ob okvari in prekinitvi zaščitnega vodnika.
- (9) Vrednost ozemljitvene upornosti mora ustrezati zahtevam zaščite in obratovanja električnih inštalacij in se mora ohranjati, da zemljostični in uhajavi tok lahko vedno tečeta brez nevarnosti glede toplotnih, termomehaničnih in elektromehaničnih obremenitev.
- (10) Zagotovljeni morata biti trdnost in mehanska zaščita ozemljitve v odvisnosti od ocenjenih zunanjih vplivov.
- (11) Za zaščitna in obratovalna ozemljila se smejo uporabljati:
 1. cevi ali palice,

2. trakovi, žice ali plošče,
 3. temeljsko ozemljilo,
 4. betonska armatura za prednapeti beton, če je $\phi > 10$ mm,
 5. kovinske vodovodne cevi le, če to odobri lastnik vodovodnega omrežja in če je za premostitev vodovoda uporabljena pokositrena bakrena vrv 16 mm², pokositrena jeklena vrv 25 mm² ali pocinkan jeklen trak 60 mm², najmanjše debeline 3 mm, in
 6. druge vkopane konstrukcije, razen cevovodov za pretok vnetljive tekočine ali plina, centralno ogrevanje ipd., kar pa ne izključuje izenačenja potencialov z drugimi sistemi.
- (12) Za opravljanje meritev mora biti na ozemljilnih vodih predvidena ločljiva zveza - merilni spoj.

5.2 OBRATOVALNA OZEMLJITEV

- (1) Obratovalna ozemljitev mora biti izvedena skladno z zahtevami soglasja za priključitev. Če elektroenergetsko soglasje obratovalne ozemljitve ne zahteva, za inštalacijo zadostuje obratovalna ozemljitev omrežja.
- (2) Za ozemljitev inštalacij pri napravah za obdelavo podatkov je treba upoštevati njihov uhajavi tok, ki mu je treba prilagoditi izvedbo zaščite pred električnim udarom.
- (3) Pri izvedbi ozemljitev inštalacij pri napravah za obdelavo podatkov je treba upoštevati, da filtri za zmanjšanje radiofrekvenčnih motenj v teh napravah (opremi) lahko povzročijo velike uhajave toke, zaradi katerih lahko pri prekinitvi zaščitne povezave z zemljo pride do nevarnih napetosti dotika.
- (4) V TN-C sistemih se lahko uhajavi tok naprav za obdelavo podatkov do priključka naprave (opreme) obravnava kot obremenitveni tok.
- (5) Pri napravah (opremi) za obdelavo podatkov z velikim uhajavim tokom je treba zagotoviti, da diferenčni tok, povzročen z uhajavim polnilnim tokom kondenzatorja, pri vklopu naprave (opreme) ne sproži zaščitnega tokovnega stikala na diferenčni tok, kadar je uporabljeno za zaščito pred električnim udarom.
- (6) Za naprave (opremo) za obdelavo podatkov z velikim uhajavim tokom se mora neprekinjenost ozemljitve preskusiti ob postavitvi in prevzemu inštalacije ter občasno in po vsaki spremembi.

5.3 ZAHEVE ZA VODNIKE

- (1) VTN sistemih sta lahko funkciji zaščitnega in nevtralnega vodnika združeni, če ima v trajno položenih inštalacijah zaščitni vodnik prerez najmanj 10 mm² bakra ali 16 mm² Al in če tisti del inštalacije ni zaščiten z zaščitno napravo na diferenčni tok.

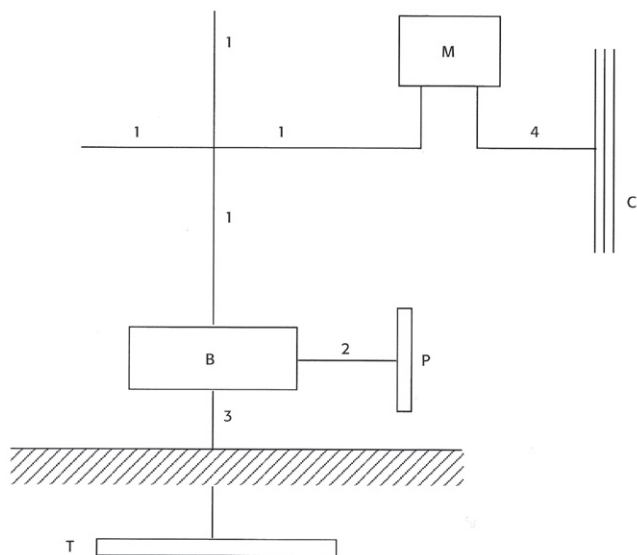
- (2) Prerez zaščitnega vodnika mora biti enak prerezu vodnikov pod napetostjo, oziroma je pri prerezi nad 35 mm² Cu lahko polovičen v primerjavi s prerezom vodnikov pod napetostjo, pri čemer je treba upoštevati posebne razmere pri inštalacijah, ki zahtevajo večje prereze.
- (3) Najmanjši prerez PEN vodnika sme biti 10 mm² Cu oziroma 16 mm² Al.
- (4) PEN vodnik mora biti izoliran za najvišjo napetost, ki ji je lahko izpostavljen.
- (5) Če se v neki točki inštalacije funkciji zaščitnega (PE) in nevtralnega (N) vodnika ločita, se za ločitveno točko ne smeta več povezati.
- (6) Na mestu ločitve PEN vodnika na PE in N vodnik, morajo biti predvidene za vsakega posebne sponke. PEN vodnik se mora priključiti na označeno sponko ali na zbiralko za zaščitni vodnik, N vodnik pa se po ločitvi ne sme več ozemljiti.
- (7) V notranjosti stikalnih naprav morajo biti posebne sponke za PE in N vodnik.
- (8) Zaščitni vodniki morajo biti zaščiteni pred mehanskimi in kemičnimi vplivi ter pred elektrodinamičnimi poškodbami.
- (9) Stiki zaščitnih vodnikov morajo biti dostopni zaradi preverjanja in preskušanja, razen če so zaliti in morajo biti izvedeni tako, da jih je mogoče ločiti le z orodjem.
- (10) V tokokrogu zaščitnega, oziroma zaščitno-nevtralnega vodnika ne smejo biti stikalni aparati.
- (11) V tokokrog PE oziroma PEN vodnika ne sme biti zaporedno vezano navitje naprave za nadzor nad neprekinjenostjo ozemljitve.
- (12) Izpostavljeni prevodni deli opreme, ki morajo biti povezani z zaščitnim vodnikom, ne smejo biti vezani zaporedno v zaščitni tokokrog, razen če je kot zaščitni vodnik uporabljen plašč tovarniško montiranih ali vnaprej tovarniško izdelanih inštalacijskih kovinskih kanalov.
- (13) Tovarniško nameščeni ali vnaprej tovarniško izdelani inštalacijski kovinski kanali, se lahko uporabijo kot zaščitni vodnik, če je njihova električna neprekinjenost taka, da zagotavlja zaščito pred mehansko, kemično ali elektrokemično poškodbo, če je njihova prevodnost najmanj enaka potrebnim prerezom zaščitnih vodnikov, in če omogočajo priključek drugih zaščitnih vodnikov na vsakem odcepu.
- (14) Kovinski neizolirani ali izolirani izolacijski kanali nekaterih električnih inštalacij, posebno zunanji izolacijski kanali, v katere so položeni kablji z mineralno izolacijo, kovinske izolacijske cevi in kovinski izolacijski kanali, se lahko uporabijo kot zaščitni vodnik ustreznega tokokroga, če izpolnjujejo pogoj iz prejšnjega odstavka.
- (15) Kot zaščitni vodniki se smejo uporabljati vodniki v večžilnih kablji, goli ali izolirani vodniki v skupnem kanalu, inštalacijskem kanalu ali cevi z vodniki, posebni izolirani ali goli vodniki, kovinske obloge (npr. opleti, zasloni, armature nekaterih kablov), kovinske inštalacijske cevi ali inštalacijski kanali in določeni prevodni deli.
- (16) Tuji prevodni deli se smejo uporabiti kot zaščitni vodnik, če:
 1. je njihova električna neprekinjenost zagotovljena s konstrukcijo ali galvanskimi zvezami tako, da je zavarovana pred mehanskimi, kemičnimi ali elektrokemičnimi poškodbami,
 2. je njihova prevodnost najmanj enaka potrebnim prerezom zaščitnih vodnikov,
 3. se ne morejo odmontirati, razen kadar so predvideni ukrepi za ustrezno zamenjavo, in
 4. so projektirani in prilagojeni za ta namen.Kovinske vodovodne cevi, plinske cevi, povezave kovinskih inštalacijskih cevi, sistem zbiralnih korit, upogljivi kovinski deli, gibke kovinske cevi (razen če so izdelane za ta namen) in rezervne žice, kabelske police in kabelske lestve se ne smejo uporabiti kot zaščitni vodnik.
- (17) Tuji prevodni deli se ne smejo uporabiti kot PEN vodniki.

5.4 POLAGANJE OZEMLJITVENEGA VODA

- (1) Globina in način vkopanja ozemljila morata biti taka, da sušenje in zmrzovanje tal ne povečata ozemljitvene upornosti nad določeno vrednost.
- (2) Upoštevati je treba, da je učinkovitost ozemljitve odvisna od krajevnih terenskih razmer (upornosti tal), zato je treba predvideti eno ali več ozemljil.
- (3) Če se z globino zmanjšuje prehodna upornost, je treba uporabiti globinska ozemljila. Kadar se uporabi več teh ozemljil, mora biti najmanjša razdalja med njimi enaka dvojni aktivni dolžini posameznega ozemljila. Upoštevati je treba, da globinsko ozemljilo ni aktivno po vsej svoji dolžini, če ima zgornja plast tal veliko specifično upornost.
- (4) Povezava ozemljitvenega voda z ozemljilom mora biti trdna in galvanska. Kadar se za spoje uporabijo povezovalni elementi, je treba zagotoviti, da ne poškodujejo ozemljilo (npr. cevi) ali ozemljitvenega voda. Stik med ozemljitvenim vodom in ozemljilom se lahko izvede tudi z vijaki, ki niso manjši od M10.
- (5) Če je ozemljilo vkopano v skale ali gramoz, je treba okrog njega nasuti prevodno plast zemlje.
- (6) Pri žarkastem ozemljilu mora biti med kraki kot 60°.
- (7) Temeljsko ozemljilo se vgradi v zunanje stene temelja objekta v obliki vklenjenega obroča iz pocinkanega

jeklenega traku prereza 100 mm^2 in najmanjše debeline 3 mm , ali iz polno pocinkanega jekla najmanjšega premera 10 mm , železne armature ali nerjavnega jekla. Trak je treba postaviti pokončno in zaliti v spodnjo plast betona z najmanj 300 kg cementa na 1 m^3 betona. Najmanjša debelina betona med ozemljilom in zemljo mora biti $0,1 \text{ m}$.

- (8) Na ozemljitvenem vodu mora biti na dostopnem mestu ločljiva zveza, ki omogoča meritev ozemljitvene upornosti (lahko je to tudi glavni ozemljitveni priključek) biti mora mehansko trdna in galvanska ter taka, da jo je mogoče ločiti samo z orodjem.
- (9) Del ozemljitvenega voda nad zemljo mora biti zaščiten pred mehanskimi vplivi in korozijo ter viden. Če je pokrit, mora biti dostopen po vsej dolžini.
- (10) V inštalacijskih sistemih je treba upoštevati način delovanja povezave ozemljitev in zaščitnih vodnikov, kot je prikazano na Sliki 11.



- | | |
|---|---|
| 1 - zaščitni vodnik | B - glavni priključek (ozemljitvena zbirka) |
| 2 - glavni vodnik za izenačitev potencialov | M - izpostavljeni prevodni deli |
| 3 - ozemljitveni vod | C - tuji prevodni deli |
| 4 - dodatni vod za izenačitev potencialov | P - vodovod |
| | T - ozemljitev |

Slika 11: Povezave ozemljitev in zaščitnih vodnikov

5.5 GLAVNA IN DODATNA IZENAČITEV POTENCIALOV

5.5.1

Glavna izenačitev potencialov

- (1) Glavna izenačitev potencialov se izvede s povezavo vseh tujih prevodnih delov med seboj in z zaščitno ozemljitvijo.
- (2) Vodnik za glavno izenačitev potencialov mora medsebojno in z zaščitno ozemljitvijo povezati naslednje prevodne dele v vsakem objektu:

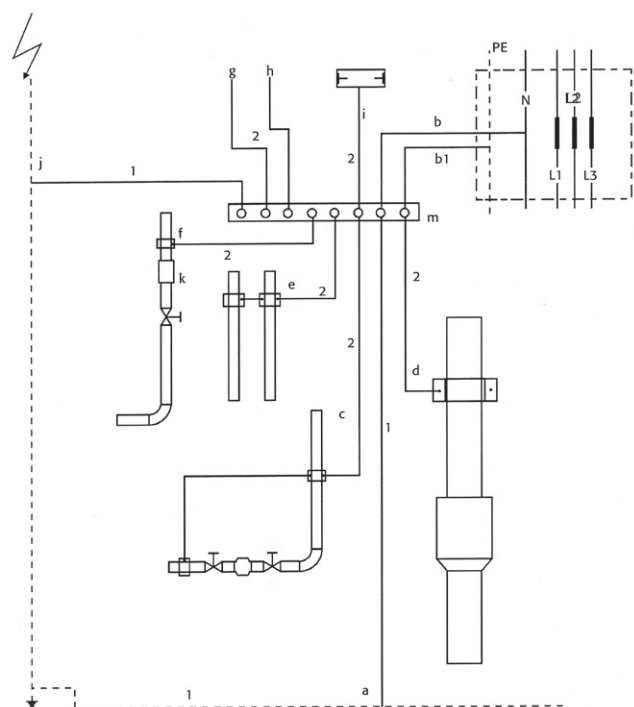
1. glavni zaščitni vodnik in glavni nevtralni vodnik pri TN-S sistemu,
2. PEN vodnik pri TN-C, ali TN-C-S sistemu,
3. glavno ozemljilno sponko glavnega ozemljitvenega vodnika,
4. cevi in podobne kovinske konstrukcije v objektu (npr. plinovod, vodovod, kanalizacija, vodila dvigal ...),
5. kovinske dele konstrukcij, centralne kurjave in klimatizacijskega sistema,
6. sistem zaščite pred delovanjem strele.

- (3) V TT in IT sistemih se N vodnik ne sme spojiti z ozemljitveno zbiralko.
- (4) Vsi posamezni vodniki za glavno izenačitev potencialov, morajo biti spojeni na ozemljitveno zbiralko glavne izenačitve potencialov.
- (5) Ozemljitvena zbiralka glavne izenačitve potencialov, s katero so povezani posamezni vodniki za izenačitev potencialov, mora imeti trajno in jasno označene sponke za priključek posameznih vodnikov za izenačitev potencialov.
- (6) Prerez vodnikov za glavno izenačitev potencialov mora biti med 6 in $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, če vodnik ni mehansko zaščiten, oziroma $16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$, pri čemer v tem razponu ne sme biti manjši od polovice prereza največjega zaščitnega vodnika v inštalacijskem sistemu.
- (7) Prerez ozemljilnega vodnika zbiralke za glavno izenačitev potencialov mora biti skladen z določili za zaščitne in ozemljilne vodnike.
- (8) Sistem za izenačitev potencialov se mora povezati z zaščitnimi vodniki celotne opreme, vključno z vtičnicami.
- (9) Glavne izenačitve potencialov se izvedejo, kot je prikazano za TN-S sistem ozemljitve na Sliki 12.

5.5.2

Dodatna izenačitev potencialov

- (1) Dodatna izenačitev potencialov je kompenzacijski zaščitni ukrep, ki se mora uporabiti, če zaščitni pogoji za neki inštalacijski sistem niso ustrezni.
- (2) Dodatna izenačitev potencialov je potrebna v TN ali IT sistemih v zelo dolгих tokokrogih in kadar je impedanca okvarne zanke prevelika, da bi se zagotovilo delovanje zaščitne naprave v predpisanem času.
- (3) Z dodatno izenačitvijo potencialov se mora znižati napetost dotika na vrednost, ki ni nevarna, in ki lahko ostane neomejeno dolgo.
- (4) Lokalno dodatno izenačitev potencialov je treba izvesti, kadar naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme pri okvari izolacije, ne zagotavlja izklopa tokokroga v času, ki bi preprečil vzdrževanje napetosti:



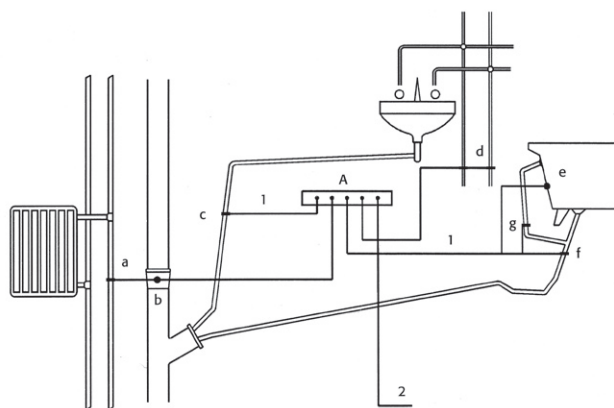
- | | |
|-------------------------------------|--|
| a - priključek zaščitnega ozemljila | i - vodilo dvigala |
| b - priključek nevtralnega vodnika | j - strelvod |
| b1 - priključek zaščitnega vodnika | k - izolacijski vložek |
| c - vodovodna cev | l - ozemljilo |
| d - kanalizacija | m - ozemljitvena zbiralka |
| e - centralno ogrevanje | 1 - ozemljitveni vod Fe Zn 25 x 4 mm ² |
| f - plinovod | 2 - glavni vodnik za izenačitev
potenciala 6 - 16 mm ² |
| g - antena | |
| h - telefon | |

Slika 12: Izvedba glavne izenačitve potencialov za TN-S sistem

1. nad 50 V efektivne izmenične napetosti 15-1000 Hz (oziroma 24 V zaradi vlažne ali 12 V zaradi mokre kože v posebnih pogojih okolja), ali
 2. nad 120 V enosmerne napetosti, katere valovitost ne presega 10 odstotkov efektivne vrednosti (oziroma 60 V zaradi vlažne ali 30 V zaradi mokre kože v posebnih pogojih okolja), ali
 3. nad 140 V najvišje temenske vrednosti enosmerne napetosti (oziroma 70 V zaradi vlažne ali 35 V zaradi mokre kože v posebnih pogojih okolja).
- (5) Kadar je izvedena dodatna izenačitev potencialov, je odklopni čas samodejnega odklopa napajanja do 5 sekund primeren, če je zaščitna naprava varovalka. Če je zaščitna naprava odklopnik, je tok, ki ga je treba upoštevati, najmanjši tok, ki zagotavlja trenutno delovanje odklopnika.
- (6) Dodatna izenačitev potencialov mora vključevati vse hkrati dostopne izpostavljene prevodne dele pritrdjene opreme in tuje prevodne dele, in kadar je mogoče, glavne kovinske betonske armature, uporabljene v objektu.
- (7) Za učinkovitost dodatne izenačitve potencialov, je treba izpolniti pogoj, da je upornost med hkrati izpostavljenimi prevodnimi deli in tujimi prevodnimi deli količnik med vrednostjo dovoljene zgornje meje

male napetosti, glede na pogoje vplivov okolice in toka, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave - za diferencialno tokovno zaščito je to delovalni diferencialni tok.

- (8) 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.
- (9) 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 prerezum vodnikov za glavno izenačitev potencialov.
- (10) Izvedba dodatne izenačitve potencialov za kopalnico, je prikazana na sliki 13.



- a - priključek na kovinsko cev centralnega ogrevanja
- b - priključek na kovinsko cev kanalizacije
- c - priključek na kovinsko odvodno cev umivalnika
- d - priključek na kovinske vodovodne cevi
- e - priključek na kovinsko kopalno kad
- f - priključek na kovinski odtok kovinske kopalne kadi
- g - priključek na kovinski preliv kopalne kadi
- A - zbiralka za dodatno izenačitev potencialov (Cu 20 x 30 mm v dozi 95 x 95 mm)
- 1 - vodniki dodatne izenačitve potencialov 4 mm²
- 2 - vodnik za povezavo med zbiralko dodatne izenačitve potencialov in zbiralko glavne izenačitve potencialov 6 - 16 mm²

Slika 13: Dodatna izenačitev potencialov v kopalnici

■ 6. ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVIJO VODNIKOV

6.1 SPLOŠNO

- (1) Vodniki pod napetostjo morajo biti zaščiteni z eno ali več napravami za samodejno prekinitev napajanja ob preobremenitvi, večji od 1,45-kratnega trajnega zdržnega toka, in ob kratkem stiku, razen kadar je nadtok omejen z napajalnimi karakteristikami.
- (2) Koordinacija zaščite pred preobremenitvijo vodnikov in kratkim stikom mora biti izvedena, kadar zaščito pred električnim udarom in preobremenitvijo zagotavlja ena naprava in kadar se zaščita zagotovi z ločenimi napravami.
- (3) Koordinacija zaščite pred preobremenitvijo in kratkim stikom mora izpolnjevati naslednje zahteve:
 1. ustrezna zaščitna naprava ustreza, mora ščititi vodnik na strani obremenitve v točki namestitve pred kratkostičnim tokom, njena izklopna zmogljivost pa ne sme biti manjša od vrednosti pričakovanega kratkostičnega toka v tej točki,
 2. karakteristike zaščitne naprave je treba izbrati tako, da energija, ki teče skozi kratkostično zaščitno napravo, ne preseže tiste, ki jo more brez poškodbe prenesti,
 3. vodniki so lahko zaščiteni pred preobremenitvijo in pred kratkostičnimi toki tudi, če se napajajo iz vira, katerega tok ne more biti večji od trajnega zdržnega toka vodnika, kot je to pri zvočnem transformatorju in varilnem transformatorju.
- (4) Ni treba, da zaščita vodnikov pred preobremenitvijo ščiti opremo, ki je priključena na te vodnike, mora pa ščititi vodnike pred okvarami, ki bi jih lahko povzročili nadtoki zaradi preobremenitve vodnikov.
- (5) Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred preobremenitvijo z nadtokom, morajo biti sposobne odklopiti preobremenitveni oziroma kratkostični tok, ki teče v vodnikih, preden povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje.
- (6) Ker zaščita z napravami za samodejni odklop napajanja ob preobremenitvi vodnika z dolgotrajnim nadtokom, manjšim od toka, ki zagotavlja zanesljivo delovanje preobremenitvene zaščitne naprave, ne zagotavlja popolne zaščite, je treba tokokroge načrtovati tako, da se male preobremenitve ne morejo pojaviti pogosto.

6.2 POSTAVITEV NAPRAVE ZA ZAŠČITO VODNIKOV

- (1) Naprava za zaščito vodnikov in kablov pred preobremenitvijo ali kratkim stikom mora biti postavljena na začetek vsakega tokokroga in na mesta, na katerih se zmanjša trajno dovoljeni tok, to je na mesta, na katerih je zmanjšan prerez vodnika, sprememba načina polaganja vodnikov, sprememba

izolacije ali števila žil vodov itd.

- (2) Zaščitna naprava za zaščito vodnikov in kablov pred preobremenitvijo in kratkim stikom se sme premakniti za največ 3 m od točke, v kateri mora biti izvedena zaščita, pod pogojem:
 1. da so vodniki pred napravo položeni tako, da so zaščiteni pred kratkim stikom v ločenih izoliranih ceveh,
 2. da so oddaljeni od vnetljivih materialov, in
 3. da ni razcepljanja in vtičnic.
- (3) Zaščita pred preobremenitvijo se sme opustiti v prostorih, v katerih ni nevarnosti požara in eksplozije, in sicer v tokokrogih, v katerih ni preobremenitev, razcepljanja in vtičnic, v telekomunikacijskih, krmilnih in signalnih tokokrogih, vodnikih in kablilih za povezavo električnih strojev.
- (4) V električnih inštalacijah z IT sistemi ozemljitve se smejo preobremenitvene zaščitne naprave premakniti vzdolž voda oziroma opustiti, če je vsak tokokrog zaščiten z zaščitno napravo na diferenčni tok ali če je vsa oprema, vključno z vodniki, izvedena kot oprema razreda II ali z enakovredno izolacijo.
- (5) Naprava za zaščito pred preobremenitvijo in kratkim stikom se ne postavlja v tokokrogih vzbujanja strojev, elektromagnetnih dvigal, sekundarnih tokokrogih tokovnih transformatorjev in podobno, kratkostična pa tudi ne v merilnih tokokrogih. V teh primerih mora biti izvedena alarmna naprava, ki deluje pri preobremenitvi.
- (6) Zaščita pred preobremenitvijo se mora vgraditi v vsak fazni vodnik in lahko izklopi samo vodnik, v katerem je prišlo do nadтока.
- (7) V TT sistemu ozemljitve, v katerem ni nevtralnega vodnika, se lahko predvidi zaščitna naprava za zaščito pred preobremenitvijo samo v dveh fazah pod pogojem, da je v tem trifaznem sistemu na strani napajanja zaščitna naprava na diferenčni tok, ki prekine vse fazne vodnike.
- (8) Če je v TT in TN sistemu ozemljitve prerez nevtralnega vodnika enak prerezu faznih vodnikov, ni potrebna zaščita pred preobremenitvijo v nevtralnem vodniku in tudi ne naprava za prekinitev tega vodnika.
- (9) Če je v TT in TN sistemu ozemljitve prerez nevtralnega vodnika manjši od prereza faznih vodnikov, je treba predvideti zaščito, ki mora povzročiti izklop faznih vodnikov, ne pa nujno tudi nevtralnega vodnika.
- (10) Zaščita nevtralnega vodnika pred preobremenitvijo ni potrebna, če je zaščiten pred kratkim stikom z zaščito faznih vodnikov in če je med normalnim delovanjem največji tok v nevtralnem vodniku precej manjši od trajno dovoljenega toka tega vodnika.
- (11) V IT sistemu ozemljitve, v katerem je nevtralni vodnik, mora biti predvidena za vsak tokokrog zaščita pred

preobremenitvijo nevtralnega vodnika, ki povzroči prekinitev faznih vodnikov in nevtralnega vodnika ustreznega tokokroga.

- (12) V IT sistemu ozemljitve zaščitna naprava za zaščito nevtralnega vodnika pred preobremenitvijo ni potrebna, če je nevtralni vodnik zaščiten pred kratkim stikom z zaščitno napravo na diferenčni tok, katere nazivna vrednost ne presega 0,15-kratne vrednosti trajno dovoljenega toka nevtralnega vodnika ter če ta naprava prekine fazne vodnike in nevtralni vodnik.

6.3 ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM

- (1) Naprave, ki zagotavljajo samo zaščito pred kratkostičnim tokom, se smejo postaviti tam, kjer se zaščita pred preobremenitvijo doseže drugače ali kjer ni obvezna zaščita pred preobremenitvijo. Prekiniti morajo kratkostični tok, ki teče skozi vodnike tokokroga, preden bi lahko povzročil nevarnost zaradi toplotnih in mehanskih učinkov v vodnikih in stikih.
- (2) Pričakovani kratkostični tok mora biti določen v vsaki posamezni točki inštalacije. Določi se lahko z izračunom ali meritvijo.
- (3) Kratkostična naprava mora izpolnjevati naslednje zahteve:
1. izklopna zmogljivost ne sme biti manjša od pričakovanega toka kratkega stika na mestu postavitve, razen, če je na napajalni strani uporabljena druga zaščitna naprava, ki ima potrebno izklopno zmogljivost. Karakteristike zaščite je treba nastaviti tako, da energija, ki prehaja skozi ti dve napravi, ne preseže vrednosti, ki jo lahko naprava na strani obremenitve in vodnikov, zaščiteneh s to napravo, zdrži brez poškodbe. Pri tem je treba upoštevati tudi druge karakteristike, kot so dinamične obremenitve in energija obloka, za naprave na strani obremenitve, ki jih navede proizvajalec;
 2. kratkostični tok, ki se pojavi v kateri koli točki tokokroga, mora biti prekinjen v času, v katerem se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature. Za kratke stike, ki trajajo do 5 sekund, se čas, v katerem dani kratkostični tok segreje vodnike do mejne temperature, določi približno z upoštevanjem prereza vodnika, efektivne vrednosti dejanskega kratkostičnega toka in korekcijskega faktorja glede na vrsto izolacije vodnika, ki znaša:
 - a. $K = 115$ - za bakrene vodnike s PVC izolacijo,
 - b. $K = 135$ - za bakrene vodnike z izolacijo iz gume, butilne gume, omreženega polietilena in etilenpropilenske gume,
 - c. $K = 74$ - za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo,
 - d. $K = 87$ - za aluminijaste vodnike z izolacijo iz gume.

Projektant mora pri računskem preverjanju segrevanja vodnika do mejne vrednosti upoštevati enačbo iz

standarda SIST IEC 60364-4-43.

- (4) Za zaščito pred kratkostičnim tokom za zelo kratko trajanje (0,1 sekunde), pri katerem je nesimetričnost toka precejšnja, je treba zaradi preprečevanja čezmernega segrevanja vodnikov upoštevati prepuščeno energijo, ki jo navede proizvajalec zaščitne naprave.
- (5) Nazivni tok kratkostične zaščitne naprave je lahko večji od dovoljene tokovne obremenitve.
- (6) Če so vodniki izbrani tako, da prevajajo enak tok, lahko ista zaščitna naprava ščiti več vzporedno vezanih vodnikov, pri čemer se upošteva kot trajni zdržni tok vodnika ali kabla vsota trajno zdržnih tokov vseh vzporedno vezanih vodnikov.

■ 7. ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM IN PRENAPETOSTJO

7.1 ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM

- (1) Da se v električnih inštalacijskih sistemih preprečijo požar, opekline in pregretje, morajo biti osebe, pritrjena električna oprema in material v bližini električnih inštalacij in opreme, zaščiteni pred škodljivim delovanjem toplote ali toplotnega sevanja, ki ga razvijajo električne inštalacije in naprave.
- (2) Pritrjena električna oprema se mora tam, kjer bi lahko dosegla površinske temperature, ki bi lahko povzročile požarno nevarnost za inštalacijske vodnike ali material v okolici:
 1. postaviti na material, ki je odporen proti takim temperaturam in ima majhno toplotno prevodnost, ali
 2. zasloniti pred konstrukcijskimi elementi z materialom, ki zdrži take temperature in ima majhno toplotno prevodnost, ali
 3. postaviti tako, da dovoljuje oddajanje toplote pri zadostni razdalji od materiala, na katerega bi taka temperatura škodljivo vplivala, ali od nosilca, ki ima majhno toplotno prevodnost.
- (3) Trajno pritrjena električna oprema, pri kateri se lahko pojavi oblok ali iskrenje med obratovanjem, mora biti:
 1. popolnoma obložena z materialom, ki je odporen proti obloku, ni vnetljiv, je toplotno slabo prevoden in ima ustrezne mere, ki zagotavljajo mehansko stabilnost, ali
 2. zaslonjena z materialom, ki je odporen proti obloku, ni vnetljiv, je toplotno slabo prevoden in ima ustrezne mere, ki zagotavljajo mehansko stabilnost proti elementom zgradbe, na katere bi mogel imeti oblok uničevalni toplotni učinek, ali
 3. postavljena tako, da omogoči zanesljivo gašenje obloka v zadostni oddaljenosti od konstrukcijskih elementov, na katere bi oblok lahko imel rušilni toplotni učinek.
- (4) Pritrjena električna oprema, ki povzroča fokusiranje ali koncentracijo toplote, mora biti dovolj oddaljena od katerega koli pritrjenega predmeta ali elementov konstrukcije, tako da v normalnih razmerah niso izpostavljeni nevarni temperaturi.
- (5) Če električna oprema vsebuje nad 25 l vnetljive tekočine na enem mestu, je treba zagotoviti varnostne ukrepe, da se prepreči prodor vnetljive tekočine, plamena, dima ali strupenih plinov v druge dele stavbe:
 1. zagotoviti je treba prostor, v katerem se zbira iztekla tekočina in ki omogoča ugasnitev ob gorenju, ali

2. vgraditi opremo v prostor, odporen proti požaru,
3. prostor mora imeti prage ali se mora kako drugače preprečevati širjenje goreče tekočine v druge dele zgradbe, zato se sme prezračevati samo z zunanjim zrakom.
- (6) Če električna oprema vsebuje manj kot 25 litrov tekočine, zadostujejo ukrepi, ki preprečujejo iztekanje tekočine.
- (7) Upornost ozemljila za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov tudi v najbolj sušnih vremenskih razmerah ne sme biti večja od tiste, ki jo proizvajalec uporabljenih odvodnikov navaja kot zgornjo mejo za učinkovito delovanje odvodnikov.
- (8) Pri pojavu ognja se mora električno napajanje prekiniti, razen če ni s posebnim predpisom drugače določeno.
- (9) Material za okrove električne opreme mora zdržati najvišjo temperaturo, ki jo ta oprema lahko ustvari. gorljiv material ni primeren, razen če so zagotovljeni ukrepi proti vžigu, kot je prekritje z negorljivim ali težko gorljivim in toplotno slabo prevodnim materialom.
- (10) Tokokrogi, ki napajajo opremo ali so napeljeni skozi prostore, v katerih obstaja nevarnost požara, morajo biti zaščiteni pred preobremenitvijo in kratkim stikom z zaščitno napravo zunaj teh prostorov.
- (11) Deli pod napetostjo v tokokrogih varnostne male napetosti in v prostorih, v katerih obstaja nevarnost požara, morajo biti zaščiteni z okrovom z zaščitno stopnjo najmanj IP 2X ali IP XXB ali pa morajo biti izolirani z izolacijo, ki lahko eno minuto zdrži preskusno napetost 500 V.
- (12) Kjer obstaja nevarnost požara, se sme PEN vodnik pridružiti tokokrogom, ki so napeljeni skozi take prostore, pod pogojem, da ni prekinitev.
- (13) Da bi se zmanjšala nevarnost požara v požarno ogroženih prostorih, mora biti tokokrog zaščiten z zaščitno napravo na diferenčni tok z nazivno vrednostjo, manjšo od 0,5 A, ali s trajnim nadzorom nad izolacijo z zvočnim signalom.
- (14) V zvezi z zaščito pred toplotnim učinkom v električnih inštalacijskih sistemih je treba upoštevati, da imajo višjeharmonske komponente zaradi "kožnega pojava" večji toplotni učinek od ustrezne osnovne komponente.

7.2 ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO

- (1) Omejevalnik napetosti mora biti postavljen tako, da med delovanjem ne pomeni nevarnosti za ljudi ali naprave v bližini.
- (2) V isti inštalacijski kanal se ne smejo polagati vodniki

napetostnega območja male in nizke napetosti, razen če so zagotovljeni ukrepi, da ne bodo izpostavljeni napetosti, višji od njihove preskusne napetosti omrežne frekvence.

- (3) Na mestih, na katerih lahko atmosferske prenapetosti povzročijo nevarnost, se morajo postaviti prenapetostni odvodniki.
- (4) Kadar se električne inštalacije priključujejo na nadzemno električno omrežje, se morajo prenapetostni odvodniki postaviti v priključni električni razdelilnik.
- (5) Prenapetostne odvodnike je treba ozemljiti po najkrajši poti.
- (6) Upornost ozemljila za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov mora imeti vrednost, ki zagotavlja njihovo nemoteno delovanje. Najprimernejša je ozemljilna upornost manjša od $10\ \Omega$. Pri specifični upornosti tal večji od $250\ \Omega\text{m}$ ozemljilna upornost ne sme biti večja od 8% izmerjene specifične upornosti tal (Ωm).
- (7) Za ozemljitev prenapetostnega odvodnika se lahko uporabijo obstoječa ozemljila.
- (8) Kadar ima objekt vgrajeno zaščito pred udarom strele, mora biti izvedena koordinacija z zaščito pred prenapetostmi, za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov pa se uporabi strelovodna ozemljitev.
- (9) Prenapetostni odvodniki in razna iskrila se ne smejo postaviti v prostorih, v katerih obstaja nevarnost požara ali eksplozije.
- (10) Kadar se za zaščito energetskih kondenzatorjev pred prenapetostmi uporabijo prenapetostni odvodniki, jih je treba namestiti čim bližje kondenzatorjev.
- (11) Kadar so prenapetostni odvodniki uporabljeni za zaščito velikih kondenzatorskih baterij pred prenapetostmi, je treba upoštevati toke praznjenja kondenzatorjev in uporabiti prenapetostne odvodnike posebne izvedbe.

8. ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI

8.1 SPLOŠNO

- (1) Pred električnimi razdelilniki mora biti najmanj 0,8 m širok prostor za upravljanje in vzdrževanje. V električnih razdelilnikih morajo zračne razdalje med neizoliranimi deli pod napetostjo in drugimi prevodnimi deli znašati najmanj 10 mm. Vodniki za napajanje merilnih aparatov in inštrumentov na pokrovi ali vratih razdelilnikov morajo biti zvižjavi.
- (2) V razdelilniku mora biti skupaj električna oprema iste vrste toka ali napetosti. Treba jo je ločiti od druge vrste tako, da ne more priti do škodljivih medsebojnih vplivov.

8.2 IZVEDBA ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA

- (1) Da se zagotovi pravilno delovanje električnega razdelilnika, je treba pri njegovi izvedbi upoštevati:
 1. temperaturo okolja pri notranji montaži od -5 °C do +40 °C,
 2. temperaturo okolja pri zunanji montaži od -25 °C do +40 °C,
 3. atmosferske pogoje pri notranji montaži, kjer relativna vlažnost pri 40 °C ne sme presegati 50 odstotne vlažnosti, je pa lahko večja pri nižjih temperaturah, npr. 90 odstotna pri 20 °C,
 4. atmosferske pogoje pri zunanji montaži, kjer je relativna vlažnost kratkotrajno lahko 100 odstotna pri največji temperaturi +25 °C,
 5. nadmorsko višino, ki za montažo ne sme presegati 2000 m,
 6. zmanjšanje dielektrične trdnosti in pogoje zračnega hlajenja za elektronsko opremo, ki se uporablja nad 1000 m.
- (2) Električni razdelilnik mora ustrezati posebnim zahtevam, če:
 1. so vrednosti temperature, relativne vlažnosti in/ali nadmorske višine, različne od običajnih,
 2. so temperaturne spremembe in/ali spremembe zračnega tlaka občasne in tako hitre, da povzročajo izjemno kondenzacijo,
 3. je zrak zelo onesnažen zaradi prahu, dima, korozijskih ali radioaktivnih delcev, pare in soli,
 4. je prisotna izpostavljenost močnim električnim ali magnetnim poljem,
 5. je prisotna izpostavitvev ekstremnim temperaturam, npr. sevanju sonca ali peči,
 6. se pojavlja napad plesni ali malih živali,
 7. je nameščen na mestu, na katerem obstaja možnost, da se pojavita ogenj ali eksplozija,

8. se pojavlja izpostavljenost močnim tresljajem in udarcem,

9. je uporabljen način montaže, ki vpliva na vzdržnost toka in izklopno zmogljivost, kot pri opremi, vgrajeni v stroje ali zidne vdolbine.
- (3) Med prevozom razdelilnikov so dovoljene temperature od -25 °C do +55 °C, za čas do največ 24 ur pa do +70 °C.
- (4) Če je inštalacijski sistem v krmilnih in razdelilnih razdelilnikih postavljen v neizolirane cevi, mora biti onemogočen dotik med njim in deli pod napetostjo. Konci neizoliranih cevi morajo biti najmanj 20 mm zračne razdalje oddaljeni od katerega koli dela pod napetostjo, tudi od sponk.
- (5) Kadar ni podatkov o dejanskih tokovih, je treba upoštevati faktorje istočasnosti razdelilnika ali dela razdelilnika, ki ima nekaj glavnih tokokrogov, iz Tabele 3.

Tabela 3

Število glavnih tokokrogov	Faktor istočasnosti
2 in 3	0,9
4 in 5	0,8
6 do 9	0,7
10 in več	0,6

- (6) Razdelilnik varnostne razsvetljave se mora vidno razlikovati od razdelilnika splošne razsvetljave.
- (10) Razdelilnika splošne in varnostne razsvetljave sta lahko združena v enega, če pri vklopu napaka ni mogoča in motnja, nastala pri eni vrsti napetosti, ne vpliva na drugo vrsto napetosti, biti pa morata ločena s pregrado iz negorljivega materiala, tudi takrat, ko je namesto dizelskega agregata uporabljena naprava za brezprekinitveno napajanje (UPS).
- (7) Na vsakem razdelilniku varnostne razsvetljave mora biti stikalo, s katerim se naenkrat vklopi celotna varnostna razsvetljava, ne da bi to povzročalo motnje pri samodejni preklopnosti zaradi izpada omrežne napetosti, in s katerim se mora:
 1. prekiniti morebitno polnjenje in napajanje akumulatorske baterije za zasilno razsvetljavo,
 2. dovesti napetost baterije do samodejnih stikal za pomožno in zasilno razsvetljavo,
 3. aktivirati sklop, ki nadzira napetost, potrebno za vklop varnostne razsvetljave ob izpadu oziroma padcu omrežne napetosti.
- (8) Kadar je za zaščito pred električnim udarom v inštalacijskem razdelilniku nameščeno zaščitno stikalo na diferenčni tok, ki ne ščiti razdelilnika nizko napetostnega notranjega priključka, je treba za njegovo zaščito pred električnim udarom uporabiti posebno zaščito pred električnim udarom.

- (9) Nameščanje katerihkoli naprav in opreme na ali v razdelilnik, ne sme vplivati na stopnjo mehanske zaščite (IP), ki jo zahtevajo vplivi okolja in okolice.
- (10) Razdelilniki, ki se deloma ali v celoti izdelajo med postavljanjem inštalacije, morajo izpolnjevati zahteve:
1. za zaščito pred električnim udarom,
 2. pred prenapetostjo,
 3. pred požarom ali širjenjem požara,
 4. pred vplivi okolice,
 5. pred zunanjimi vplivi, še posebej pred vplivi vlage, vode in prahu (ustrezna stopnja mehanske zaščite - IP),
 6. za povezovanje na zaščitni vodnik, ter
 7. za varno in nemoteno upravljanje in vzdrževanje.

■ 9. ZAGOTAVLJANJE PRAVILNEGA IN NEMOTENEGA DELOVANJA ELEKTRIČNE OPREME

9.1 SPLOŠNO

- (1) Kadar so v sistemu električnih inštalacij naprave ali oprema, ki povzročajo motnje zaradi čezmernih nihanj napetosti, flikerjev ali utripanj ter prevelikega deleža višjeharmonskih komponent, je treba z ustreznimi ukrepi zagotoviti:
 1. da te motnje ne presegajo predpisanih mej,
 2. da ne povzročajo motenj drugim napravam in opremi v inštalacijskem sistemu,
 3. da ne motijo naprav in opreme v drugih inštalacijskih sistemih,
 4. da v omrežje dobavitelja električne energije ne oddajajo motenj, ki bi lahko motile druge odjemalce,
 5. da je ustrezno izbran prerez nevtralnega vodnika.
- (2) Na električno inštalacijo se razen naprav za katodno zaščito, ne smejo priključevati električni aparati z elektrodami ali neizoliranimi gredi, ki se potapljajo v vodo.

9.2 NAMESTITEV ELEKTRIČNE OPREME

- (1) Električni generatorji morajo biti nameščeni v posebnih prostorih in zaščiteni z ustreznimi pregradami, če pa to ni mogoče, smejo biti komande dostopne samo strokovnemu osebju.
- (2) Stacionarni akumulatorji morajo biti nameščeni v posebnem zaprtem prostoru. Če nazivna napetost baterije presega 150 V, mora biti baterija postavljena izolirano od tal.
- (3) Svetilke se ne smejo obešati na napajalni vod.

9.3 ZAŠČITA ELEKTRIČNE OPREME

- (1) Električni motorji, razen v primeru iz tretjega odstavka točke 9.4, morajo biti opremljeni z ustreznimi zaganjalnimi in po potrebi tudi regulacijskimi napravami. Če regulacijske naprave ustvarjajo višjeharmonske komponente, je treba poskrbeti, da ne bodo s tem moteni drugi porabniki električne energije in da vrednosti višjeharmonskih komponent ne bodo presegale dovoljenih.
- (2) Aparati za ogrevanje prostorov, ogroženih zaradi vnetljivega materiala, morajo imeti napravo za omejevanje temperature ali napravo za zmanjševanje oddajanja toplote.
- (3) Tokokrog, ki se napaja iz sekundarnega navitja transformatorja, mora biti izveden po zahtevah za najvišjo vrednost napetosti. Napetost sekundarnega

tokokroga avtotransformatorja med vodnikoma ne sme presegati 1000 V.

- (4) Pri pretvornikih izmeničnega toka mora biti tokokrog za njimi posebej zaščiten glede na karakteristike pretvornika, zlasti glede selektivnosti.
- (5) Žarnični okovi s stikalom in tipko morajo biti v izolirnem okrovu. Pri žarničnih okovih, ki imajo stikala z vzvodi, mora biti delovanje stikala zavarovano z izolirno vrvico ali kovinsko verižico z vmesnim izolirnim delom.

9.4 PRIKLJUČITEV ELEKTRIČNE OPREME

- (1) Za priključitev električne opreme in naprav na električno inštalacijo neposredno ali s podaljševalnim zvijavim vodom je treba uporabiti enako število vodnikov, kot jih ima inštalacija, razen če zaščitni vodnik ni potreben. Zvijavi priključni vod mora imeti ustrezno električno in mehansko trdnost. Barva zaščitnega vodnika v podaljševalnem zvijavem vodu mora biti rumenozelena, barva nevtralnega vodnika pa svetlomodra. Za druge vodnike se ti barvi ne smeta uporabiti.
- (2) Aparati z odprtimi užarjenimi gredi se ne smejo priključiti na električno inštalacijo v prostorih, v katerih obstaja nevarnost požara ali dotika z vnetljivim materialom.
- (3) Električni 0,4-kilovoltni motorji s kratkostičnim rotorjem se smejo neposredno priključiti na sistem inštalacij:
 1. če padec napetosti pri zagonu ne doseže vrednosti, pri kateri bi se zmanjšal moment motorja, ki bi ogrožal zanesljiv stek,
 2. če padec napetosti pri zagonu ne doseže vrednosti, ki bi vplivala na stabilno delovanje drugih porabnikov električne energije, in
 3. če zagon ne more povzročiti delovanja zaščite električnih inštalacij.
- (4) Pretvorniki se morajo napajati prek transformatorja z električno ločenimi navitji.

9.5 ENERGETSKI KONDENZATORJI

- (1) Pri obremenitvah električne inštalacije je treba upoštevati, da delujejo energetski kondenzatorji, vzporedno priključeni na električno omrežje, s polno obremenitvijo oziroma obremenitvijo, ki niha z nihanjem napetosti, kadar so pod napetostjo.
- (2) Pri nameščanju energetskih kondenzatorjev je treba upoštevati, da lahko vnos njihovih koncentriranih kapacitivnosti povzroči neugodne obratovalne pogoje, kot so:
 1. ojačenje višjeharmonskih komponent omrežne napetosti,
 2. samovzbujanje električnih strojev,

3. prenapetosti pri vklopih.

- (3) Pred namestitvijo energetskega kondenzatorja in po njej je treba ugotoviti obliko valovitosti napetosti in karakteristike tokokroga, pri čemer je treba upoštevati tudi vire višjiharmonskih komponent.
- (4) Ker preobremenitve in pregrevanja zmanjšujejo čas trajanja energetskih kondenzatorjev, je treba stalno nadzorovati temperaturo, napetost in tok, ki določajo njihove delovne pogoje.
- (5) Zaradi različnih tipov energetskih kondenzatorjev in vplivov nanje je treba za njihovo izklapljanje pri majhni obremenitvi upoštevati navodila proizvajalcev kondenzatorjev in dobaviteljev električne energije.
- (6) Nazivna napetost kondenzatorjev mora biti enaka dejanski in ne nazivni napetosti omrežja, na katero je kondenzator priključen, pri čemer je treba upoštevati tudi vpliv kondenzatorja samega.
- (7) Kadar je v omrežjih dobavitelja električne energije razlika med dejansko in nazivno napetostjo tolikšna, da se zaradi večje obremenitve dielektrika v obratovanju energetskih kondenzatorjev pojavijo motnje in se njihova življenjska doba skrajša, mora odjemalec o takih odstopanjih napetosti obvestiti dobavitelja električne energije, ki mora odstopanja čim prej odpraviti.
- (8) Kadar so zaporedno z energetskimi kondenzatorji vključeni tokokrogi za blokiranje, ki naj bi znižali vpliv višjiharmonskih komponent, je treba upoštevati z njimi povzročeno višjo napetost na priključkih kondenzatorjev pri izbiri nazivne napetosti kondenzatorjev.
- (9) Pri določanju pričakovane napetosti na priključkih energetskih kondenzatorjev, je treba upoštevati:
 1. kondenzatorji povzročajo dvig napetosti na mestu, kjer so. Dvig napetosti je lahko za eno od prisotnih višjih harmonskih komponent še večji od dviga napetosti omrežne frekvence. Zaradi tega obratujejo kondenzatorji z višjo napetostjo od napetosti, izmerjene pred njihovo priključitvijo,
 2. ker je lahko napetost na priključkih kondenzatorjev med majhno obremenitvijo močno povišana, je treba v takih primerih del kondenzatorjev ali vse izključiti, da se preprečijo preobremenitve in pretiran dvig napetosti,
 3. samo v nujnih primerih smejo kondenzatorji kratkotrajno obratovati z najvišjo dovoljeno napetostjo v najvišji temperaturi okolice.
- (10) Energetske kondenzatorje, ki so izpostavljeni visokim prenapetostim zaradi udara strele, je treba ustrezno zaščititi.
- (11) Energetski kondenzatorji se ne smejo preobremeniti s toki, ki so večji od predpisanih za posamezen kondenzator.
- (12) Kadar je treba prevelike prehodne toke z veliko

amplitudo in frekvenco, ki nastanejo ob priklopu energetskih kondenzatorjev, znižati na potrebne vrednosti glede na kondenzator in opremo, je treba predvideti priklop kondenzatorja prek upora ali namestiti reaktanco v napajalni tokokrog vsakega dela kondenzatorske baterije.

10. POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

10.1 SPLOŠNO

- (1) V vseh prostorih, predvsem v bolnišnicah in zdravstvenih domovih, v katerih je nevarnost za življenje in zdravje ljudi zaradi električnega udara in prekinitev napajanja z električno energijo zelo velika, se priporoča, da se inštalacija izvede z IT sistemom ozemljitve, brezprekinitvenim rezervnim napajanjem in zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja ob drugi okvari, z zaščitno napravo na diferenčni tok, katerega delovalni diferenčni tok ne presega 10 mA.

10.2 POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

10.2.1

Varnostna razsvetljava

- (1) Varnostna razsvetljava (pomožna in zasilna), ki omogoča orientacijo v prostorih, v katerih se giblje ali zadržuje več ljudi, mora ob prekinitvi dobave električne energije iz električnega omrežja z zasilno razsvetljavo v osi poti za evakuacijo ali reševanje in prostoru glavnega razdelilnika zagotoviti najmanjšo osvetljenost 1 lx, merjeno 0,85 m od tal, s pomožno razsvetljavo, ki je vsa ali del splošne razsvetljave, pa nemoteno delo.
- (2) V običajnih delovnih razmerah se mora varnostna razsvetljava napajati iz istega vira, kot celotna splošna razsvetljava. Če je napetost varnostne razsvetljave nižja od napetosti splošne razsvetljave, se mora napetost znižati s transformatorjem z galvansko ločenimi navitji. Uporaba avtotransformatorja ni dovoljena.
- (3) Pomožna razsvetljava se mora samodejno vključiti, kadar pomožni elektroenergetski vir - akumulatorska baterija, iz katere se ne sme trajno napajati, ali pomožni agregat, ki mora dajati dovolj električne energije tudi za vse nujne porabnike - ob izpadu omrežne napetosti prevzame napajanje celotne razsvetljave ali njenega dela. Ob izpadu napetosti pomožnega agregata pa se mora samodejno preklopiti na akumulatorsko baterijo.
- (4) Ob izpadu ali padcu napetosti za splošno razsvetljavo na 0,85 do 0,7 nazivne napetosti se mora varnostna razsvetljava v 3 sekundah samodejno preklopiti na pomožni elektroenergetski vir, dokler omrežna napetost ne doseže 0,75 do 0,9 nazivne vrednosti.
- (5) Svetilke zasilne razsvetljave morajo biti vidno označene in nameščene nad vrati, na stopnišču, na izhodih in prehodih, tako da omogočijo, da ljudje po najkrajši poti zapustijo ogroženo mesto in odidejo na prosto oziroma na drugo varno mesto.
- (6) Kadar je akumulatorska baterija edini pomožni vir varnostne razsvetljave, morajo biti izpolnjeni naslednje

zahteve:

1. iz baterije se sme napajati samo varnostna razsvetljava,
 2. tokokrogi se smejo obremeniti z največ 12 svetilkami, katerih skupni tok ne sme biti večji od 6 A, pri čemer morata biti oba vodnika zavarovana z varovalkami 10 A,
 3. zmogljivost akumulatorske baterije mora brez pomoči omrežja zagotoviti najmanj triurno neprekinjeno delovanje varnostne razsvetljave,
 4. napajanje je lahko centralno, ali s posamičnim napajanjem svetilk.
- (7) Stikalo za izklop varnostne razsvetljave sme biti samo v glavnem razdelilniku. V posameznih tokokrogih varnostne razsvetljave ne sme biti stikal.
- (8) Inštalacije varnostne razsvetljave, pod ometom ali v njem:
1. morajo biti najmanj 50 mm oddaljene od vseh drugih elektroenergetskih inštalacij,
 2. morajo biti pod ometom, na policah ali v kanalih ter od drugih elektroenergetskih inštalacij ločene z negorljivo pregrado ali kovinsko cevjo,
 3. ne smejo biti obratovalno ozemljene, če se napajajo prek transformatorja z galvansko ločenimi navitji, zaščitnega transformatorja ali pomožnega agregata oziroma akumulatorske baterije.
- (9) Za inštalacije varnostne razsvetljave se smejo uporabljati samo vodniki s prerezom najmanj 1,5 mm², katerih izolacijska upornost je najmanj 1 MΩ in imajo temperaturni razred izolacije F/H.
- (10) Vodniki varnostne razsvetljave od akumulatorske baterije do glavnega razdelilnika in med razdelilniki se morajo polagati zunaj prostorov, v katerih je nevarnost požara. Če to ni izvedljivo, morajo imeti požarno izolacijo in morajo zankasto napajati razdelilnike.
- (11) V prostorih z dvema ali več varnostnimi svetilkami je treba izvesti najmanj dva tokokroga.
- (12) Z daljinskim krmiljenjem je treba omogočiti, da se varnostna razsvetljava izklopi, kadar ni omrežne napetosti in ni treba, da bi svetila.
- (13) V svetilke varnostne razsvetljave s posamičnimi akumulatorskimi baterijami se morajo vgrajevati akumulatorji, katerih življenjska doba je najmanj 3 leta. Izdelani morajo biti tako, da jih med uporabo ni treba vzdrževati. Usmernik za njihovo polnjenje mora biti tako dimenzioniran, da napolni popolnoma izpraznjeno baterijo v 36 urah, in mora zagotavljati najmanj 3 ure gorenja svetilke. Vsaka svetilka mora imeti prikaz polnjenja.
- (14) Razdelilnik varnostne razsvetljave se mora vidno razlikovati od razdelilnika splošne razsvetljave. Oba razdelilnika sta lahko združena v enega, če pri vklopu

napaka ni mogoča in motnja, nastala pri eni vrsti napetosti, ne vpliva na drugo vrsto napetosti. Ločena morata biti s pregrado iz negorljivega materiala, tudi takrat, kadar se namesto pomožnega agregata uporabi naprava za brezprekinitveno napajanje.

- (15) Na vsakem razdelilniku mora biti stikalo, s katerim se lahko naenkrat vklopi celotna varnostna razsvetljava, ne da bi to povzročalo motnje pri samodejni preklopitvi zaradi izpada omrežne napetosti. S stikalom se mora:

1. prekiniti morebitno polnjenje in napajanje akumulatorske baterije za zasilno razsvetlavo,
2. dovesti napetost baterije do samodejnih stikal za pomožno in zasilno razsvetlavo,
3. aktivirati sklop, ki nadzira napetost, potrebno za vklop varnostne razsvetljave ob izpadu oziroma padcu omrežne napetosti, in ki mora ostati aktiviran do ponovnega dviga omrežne napetosti.

10.2.2

Mehansko prezračevanje in klimatizacija

- (1) Sistemi za mehansko prezračevanje oziroma klimatizacijski sistemi morajo biti opremljeni z napravami za samodejni odklop pri preobremenitvi, kratkem stiku ali zemeljskem stiku. Odklopne naprave morajo biti dimenzionirane tako:

1. da lahko prekinajo največji mogoči kratkostični tok,
2. da je odklopni čas zaščite pred kratkim stikom pri najmanjšem toku kratkega stika krajši od 0,1 sekunde za električne inštalacije v conah 0 in 1 ter krajši od 0,5 sekunde v coni 2 eksplozijske ogroženosti.

- (2) Električne naprave ter inštalacije prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov v conah eksplozijske nevarnosti morajo biti eksplozijsko varne. Če so postavljene v prostorih, ki jih ogroža prah, morajo biti zavarovane tudi proti prahu.
- (3) Naprave prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov, ki se uporabljajo v conah eksplozijske nevarnosti, morajo biti posebej označene tako, da sta vidna vrsta protieksplozijske zaščite in območje uporabe.
- (4) Kabli, ki povezujejo električne naprave prezračevalnih ali klimatizacijskih sistemov v coni 0 eksplozijske nevarnosti, morajo biti stalno nadzorovani, uporabljajo pa se lahko samo, če je izolacijska upornost višja od $1000 \Omega/1V$ nazivne napetosti. Če se iz kakršnih koli razlogov upornost zmanjša pod dovoljeno vrednost, je treba kabel takoj dati v breznapetostno stanje.
- (5) Električni kabli, ki z energijo oskrbujejo naprave prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov, ki delujejo med požarom, morajo biti odporni proti požaru ali pa jih je treba tako zaščititi, da delujejo enako dolgo kot te naprave.
- (6) Prezračevalni in klimatizacijski sistemi morajo biti ozemljeni.

10.2.3

Delovanje električne inštalacije v primeru požara

Glede delovanja električnih inštalacij v primeru požara glej Pravilnik o požarni varnosti v stavbah in tehnično smernico za graditev TSG-1-001:2007 Požarna varnost v stavbah in tam navedene podporne dokumente.

10.2.4

Omejeni prevodni prostori

- (1) Kadar se uporablja varnostna mala napetost, ki ne sme presegati 25 V, se mora zaščita pred električnim udarom ne glede na vrednost nazivne napetosti, zagotoviti s pregradami ali okrovi, ki zagotavljajo zaščitno stopnjo najmanj IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki more zdržati preskusno napetost 500 V v času najmanj 1 minute.
- (2) Zaščita pred električnim udarom z ovirami ali postavitvijo zunaj dosega roke se ne sme uporabljati.
- (3) Za napajanje ročnega prenosnega električnega orodja in prenosnih merilnih aparatov se mora kot zaščita pred električnim udarom uporabljati varnostna mala napetost ali električna ločitev pod pogojem, da se iz sekundarnega navitja ločilnega transformatorja, ki ima lahko več sekundarnih navitij, napaja samo en aparat razreda II (dvojna izolacija), ali aparat z ozemljenim zaščitnim vodnikom, ki mora imeti izolirne ročaje ali ročaje, prevlečene z izolirno plastjo.
- (4) Kot zaščita pred posrednim dotikom ročnih svetilk, tudi fluorescenčnih svetilk z vgrajenim transformatorjem z dvema navitjema, se mora uporabljati varnostna mala napetost do 25 V.
- (5) Za neprenosne aparate se mora kot zaščita pred električnim udarom predvideti s samodejnim izklopom napajanja in dodatno izenačitevjo potencialov, ki mora povezati izpostavljene prevodne dele neprenosnih aparatov in prevodne dele prostora, ali varnostna mala napetost ali električna ločitev, pod pogojem, da se iz sekundarnega navitja ločilnega transformatorja napaja samo en aparat.
- (6) Viri varnostne male napetosti in viri za električno ločitev se morajo postaviti zunaj omejenih prevodnih prostorov, razen če so potrebni za napajanje ročnih svetilk.
- (7) Če je zahtevana obratovalna ozemljitev za posamezne neprenosne aparate ter merilne in krmilne aparate, mora izenačitev potencialov povezati vse izpostavljene prevodne dele, vse tuje prevodne dele v notranjosti omejenega prevodnega prostora in obratovalno ozemljitev.

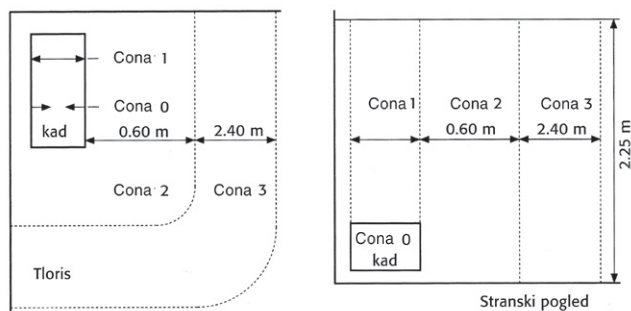
10.3. POSEBNI PROSTORI

10.3.1

Kopalnice

- (1) Kopalnico s kadjo ali prho je treba obravnavati razdeljeno

na štiri cone, kot je razvidno s Slike 14. Glede na te cone je treba izbrati zaščito pred električnim udarom, dodatno izenačitev potencialov ter izbiro in postavitev električne opreme in naprav.



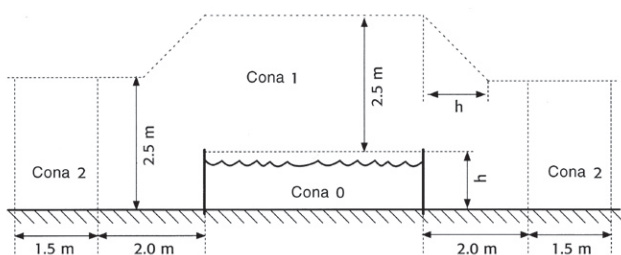
Slika 14: Mere con v kopalnici

- (2) V conah 1, 2 in 3 se morajo dodatno izenačiti potenciali, tako da se z vodniki za izenačitev potencialov med seboj in z glavnim izenačenjem potenciala povežejo:
 1. prevodni odtočni element na kadi ali pršni kadi,
 2. kovinska kad,
 3. kovinska pršna kad,
 4. kovinska vodovodna cev in
 5. drugi cevovodni sistemi iz prevodnega materiala.
- (3) Z vodniki za izenačitev potencialov ni treba medsebojno povezati tujih kovinskih delov. To so:
 1. okvir pršne kabine,
 2. okno in vrata,
 3. ročaji,
 4. pokrov talnega iztoka,
 5. izpiralnik straniščne školjke in
 6. podobno.
- (4) Vodnik za izenačitev potencialov je potreben tudi tedaj, če v prostoru s kado ali prho ni električne opreme.
- (5) Če sta kad in odtočna cev iz neprevodnega (sintetičnega) materiala in imata kovinski iztok, ga ni treba vezati na izenačitev potencialov.
- (6) Če je kad kovinska in ima kovinski iztok, odtočna cev pa je iz neprevodnega (sintetičnega) materiala, je treba z izenačenjem potenciala povezati samo kovinsko kad.
- (7) Premična in pršna kabina se morata povezati s pomočjo vodnika za izenačitev potencialov z zaščitnim vodnikom vgrajene električne opreme.
- (8) Za zaščito pred električnim udarom je v coni 0 dovoljen samo zaščitni ukrep z varnostno malo napetostjo, ki ne presega nazivne napetosti 12 V, če varnostni napajalni vir ni v coni 0. Zaščitni ukrepi s pripomočki, kot so ovire in namestitve zunaj dosega roke, namestitve v neprevodne prostore in dodatna izenačitev potencialov brez ozemljitve, niso dovoljeni.
- (9) V conah 0, 1 in 2 se smejo polagati samo vodniki in kabli za napajanje aparatov v teh prostorih, ki so vzdani do globine 5 cm, ali kabli, položeni na steno.
- (10) V conah 0, 1 in 2 ne sme biti razdelilnih doz ter se ne smejo postavljati stikalni aparat in priključni pribor.
- (11) V conah 1 in 2 smejo biti samo stikala, ki niso na dosegu roke in se prožijo z izolirno vrvico.
- (12) V coni 3 smejo biti le vtičnice, ki se napajajo z varnostnim ločilnim transformatorjem ali z varnostno malo napetostjo ali so zaščitene z zaščitno napravo na diferenčni tok, katerega delovalni diferenčni tok ne presega 30 mA, in imajo zaščitni pokrov, oziroma so zaščitene z zaščitno napravo, ki zanesljivo izklopi napetost pri vseh okvarah z upornostjo okvarne zanke, nižjo od 4 k Ω , v času, ki pri 230 V nazivne napetosti zanesljivo ni daljši od 100 ms.
- (13) Vtičnice morajo biti postavljene vsaj 1,5 m nad tlemi.
- (14) Stikala in vtičnice morajo biti oddaljene najmanj 0,6 m od vratne odprtine tovarniško izdelane kabine za prhanje.
- (15) V coni 0 se smejo uporabljati samo tista električna oprema in aparati, ki so napajani z varnostno malo napetostjo do 12 V in imajo stopnjo zaščite najmanj IP X7.
- (16) V coni 1 se sme postaviti samo grelnik vode, ki ima stopnjo zaščite najmanj IP X5.
- (17) V coni 2 se smejo postaviti samo grelnik vode, ki ima stopnjo zaščite najmanj IP X4, in svetilke razreda II (dvojna izolacija). V javnih kopališčih pa mora biti tudi v tej coni grelnik vode zaščitne stopnje najmanj IP X5.
- (18) V coni 3 se smejo uporabljati samo električna oprema in aparati, ki imajo stopnjo zaščite najmanj IP X1, v javnih kopališčih pa najmanj IP X5.
- (19) Električne grelne enote, vzdane v tla in namenjene za gretje prostora, se smejo postaviti v vseh prostorih, če so pokrite z ozemljeno kovinsko mrežo ali ozemljenim kovinskim plaščem, povezanim z dodatnim izenačenjem potenciala.

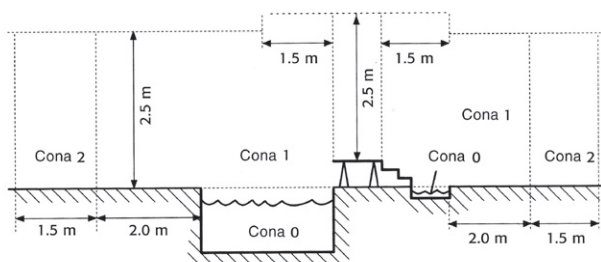
10.3.2

Bazeni

- (1) Za električne inštalacije v prostorih s plavalnimi bazeni, bazeni namenjenimi za razkuževanje nog, in v prostoru okoli njih je treba upoštevati povečano nevarnost električnega udara zaradi zmanjšane upornosti vlažnega človeškega telesa in zmanjšane upornosti človeškega telesa, potopljenega v vodo.
- (2) Prostor bazenov je treba obravnavati razdeljenega na tri cone, kot je razvidno s Slik 15 in 16.



Slika 15: Meri con za plavalne bazene nad zemeljskim nivojem (ob upoštevanju sten)



Slika 16: Meri con za plavalne bazene in bazene za razkuževanje nog pod nivojem tal (ob upoštevanju sten)

- (3) V coni 0 se sme uporabljati samo varnostna mala napetost, ki ne presega nazivne napetosti 12 V, če vira varnostne male napetosti ni v tej coni. Zaščita pred električnim udarom se mora pri tem zagotoviti s pomočjo pregrade ali okrova z najnižjo stopnjo IP 2X ali IP XXB ali z izolacijo, ki zdrži preskusno napetost 500 V v času 1 minute.
- (4) V coni 0 zaščitni ukrepi z ovirami, postavitvijo opreme zunaj dosega roke, postavitvijo v izoliran prostor in izenačitvijo potencialov brez ozemljitve niso dovoljeni.
- (5) V conah 0, 1 in 2 je treba izvesti dodatno izenačitev potencialov s povezavo vseh tujih prevodnih delov, ki so v teh conah.
- (6) Pri sistemih električnih instalacij, ki imajo električno inštalacijo vzdano v stene najmanj 5 cm globoko in je izvedena z enožilnimi kablji v izoliranih inštalacijskih ceveh ali z večžilnimi kablji z izolirnim plaščem, mora izolacija ustrezati zahtevam za izolacijo aparatov razreda II ali enakovredni izolaciji.
- (7) V conah 0 in 1 mora biti električna inštalacija omejena na napajanje aparatov v teh conah. Namestitev razdelilnih doz, stikalnih aparatov in pribora v teh conah ni dovoljena.
- (8) V coni 2 se smejo namestiti vtičnice, če se napajajo posamezno prek ločilnega transformatorja ali če se napajajo z varnostno malo napetostjo do 25 V ali če so zaščitene z zaščitno napravo na diferenčni tok, katerega delovalni diferenčni tok ne presega 30 mA.
- (9) V coni 0 je dovoljena samo uporaba aparatov in svetilk,

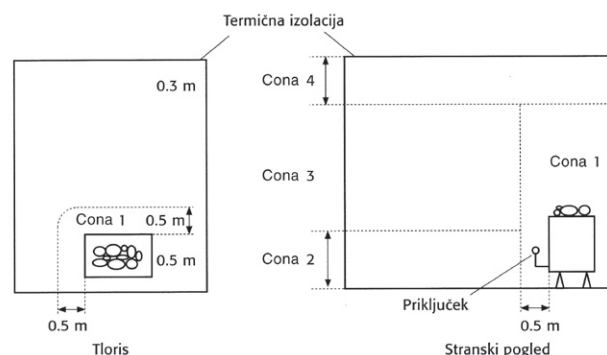
kot so podvodne svetilke in črpalke, ki se napajajo z varnostno malo napetostjo, katere nazivna napetost ne presega 12 V.

- (10) V coni 1 se morajo aparati napajati z varnostno malo napetostjo do 25 V, neprenosni pa so lahko aparati razreda II.
- (11) V coni 2 je poleg aparatov, ki se napajajo z varnostno malo napetostjo do 25 V, dovoljena postavitvev:
 1. aparatov razreda II,
 2. aparatov, katerih ohišje je vezano na ozemljen zaščitni vodnik in so zaščiteni z zaščitnim diferenčnim tokovnim stikalom, katerega delovalni diferenčni tok ne presega 30 mA, ali
 3. aparatov, ki se napajajo prek ločilnega transformatorja.
- (12) Grela, vgrajena v tla, se smejo vgraditi v conah 1 in 2, če so prekrite s kovinsko rešetko ali ozemljena s kovinskim plaščem, povezanim z dodatnim izenačenjem potencialov.

10.3.3

Savne

- (1) Prostor savne je treba obravnavati razdeljenega na štiri cone, kot je razvidno s Slike 17, še posebej glede zaščite pred električnim udarom in toplotne odpornosti opreme in materiala.



Slika 17: Meri con v savni z različnimi temperaturami okolice

- (2) Zaščita pred električnim udarom ne sme biti izvedena s pomočjo ovir, namestitvijo zunaj dosega roke, postavitvijo opreme v neprevodne prostore ali izenačitvijo potencialov brez povezave z ozemljitvijo.
- (3) Če se uporablja varnostna mala napetost do 25 V pri kateri koli vrednosti nazivne napetosti, se mora zaščita pred električnim udarom zagotoviti s pomočjo pregrad ali okrovov, ki zagotavljajo zaščitno stopnjo najmanj IP 2X ali IP XXB, ali s pomočjo izolacije, ki zdrži preskusno napetost 500 V v času 60 sekund.
- (4) Električna oprema mora imeti zaščitno stopnjo najmanj IP 24.
- (5) V coni 1 sme biti samo oprema, ki spada k električni peči savne.

- (6) V coni 2 je lahko oprema, za katero se ne zahteva posebna toplotna odpornost materiala.
- (7) V coni 3 mora izolacija vodnikov zdržati najmanj 170 °C, oprema pa najmanj 125 °C.
- (8) V coni 4 mora izolacija vodnikov zdržati najmanj 170 °C, oprema pa najmanj 125 °C. Vanjo se lahko postavijo samo naprave za krmiljenje električnih peči savn (termostati, toplotne varovalke) in električna inštalacija, ki spada k tem napravam.
- (9) Električna inštalacija mora imeti izolacijo razreda II ali temu enakovredno izolacijo in mora biti brez kovinskega plašča ali kovinskih cevi.
- (10) Stikalni aparat, ki ni vgrajen v električno peč savne, se mora postaviti zunaj savne.
- (11) Vtičnice se v savni ne smejo namestiti.
- (12) V savni mora biti vgrajena naprava za omejevanje temperature, ki izklopi napajanje električne peči savne, ko temperatura, izmerjena v coni 4, preseže 140 °C.

10.3.4

Skladišča

- (1) Vsa skladišča morajo imeti skupno glavno stikalo za izklop električne energije v vsem skladišču, vsak skladiščni prostor pa tudi svoje glavno stikalo. Vsa glavna stikala morajo biti na mestih, ki so ob požaru zlahka dostopna.
- (2) Vsa skladišča morajo imeti varnostno razsvetljavo, ki se samodejno vključi, če zmanjka električnega toka, in zagotavlja najmanj triurno razsvetljavo, ob požaru pa najmanj enourno razsvetljavo.
- (3) Za zaščito pred požarom je treba uporabiti zaščitno napravo na diferenčni tok, katere delovalni diferenčni tok ne presega 0,5 A. Če je v inštalacijskem sistemu več zaščitnih naprav na diferenčni tok, morajo biti vezane zaporedno.
- (4) V skladiščih, v katerih je nevarnost nastanka eksplozivnih zmesi, je treba upoštevati točko 10.3.6.

10.3.5

Plinske kotlovnice

- (1) Vsa električna oprema za prisilno prezračevanje v plinskih kotlovnica, ki je v kotlovniškem prostoru ali je z njim povezana s sesalnim prezračevalnim kanalom, mora biti izvedena v ustrezni protiekspluzijski zaščiti.
- (2) V prostoru upravljanja plinske kotlovnice morata biti zvočni alarm in svetlobna signalizacija, ki se morata vklopiti pri vsakokratnem blokiranju plinske kurilne napeljave.
- (3) Glavno stikalo za izklop električne energije v kotlovnici mora biti zunaj kotlovnice.
- (4) Plinska kotlovnica mora imeti stikalo za izklop v sili, ki mora biti najmanj na enem mestu, in sicer na izhodu

iz kotlovnice in/ali v neposredni bližini evakuacijske poti. S stikalom za izklop v sili se morajo izklopiti vsi porabniki električne energije, razen napeljave za zasilno razsvetljavo in črpalke napajalnega sistema postroja.

- (5) V plinski kotlovnici mora biti vtičnica z napetostjo 24 V za priključek prenosne ročne svetilke.

10.3.6

Eksplozijsko ogroženi prostori

- (1) Izvedba električne inštalacije in naprav mora zagotoviti, da ni za noben napetostni nivo mogoč dotik s tistimi deli pod napetostjo, ki z iskrenjem sproščajo dovolj energije za vžig eksplozivne zmesi.
- (2) Posamezni sistemi ozemljitve se lahko uporabljajo v conah eksplozijske nevarnosti pod temi pogoji:
 - 1. TN sistem se sme uporabiti v eksplozijsko ogroženem prostoru samo v različici TN-S.
 - a. Različica TN-C-S je dovoljena samo v coni 2, kadar ne vpliva na nastanek potencialnih razlik.
 - b. Različica TN-C ni dovoljena v nobeni coni eksplozijske nevarnosti.
 - 2. TT sistem se sme uporabljati v conah 1 in 2 pri tistih inštalacijskih sistemih, ki so opremljeni s trenutno delujočo zaščitno napravo proti zemeljskemu stiku. Uporabljati se sme tudi za male napetosti do 50 V v conah 1 in 2. V coni 0 se ne sme uporabljati.
 - 3. IT sistem se sme uporabljati z ozemljitveno impedanco najmanj 1000 Ω, s standardno napravo za zemljostično zaščito oziroma z omrežnim kontrolnikom v vseh conah eksplozijske nevarnosti.
- (3) Pri postrojih, pri katerih je pogostnost napak večja od treh napak letno, ter pri vlažnih in prevodnih okoljih čas delovanja zaščite ne sme biti daljši od 100 ms.
- (4) V conah 0, 1 in 11 mora biti izvedena dodatna izenačitev potencialov, v conah 2 in 12 pa le, če naj bi se lahko spremenila stopnja nevarnosti npr. zaradi prenehanja prezračevanja ali odsesavanja.
- (5) V vseh conah eksplozijske nevarnosti mora biti ne glede na uporabljen vrsto sistema ozemljitve glavna izenačitev potencialov izvedena z vodniki, ki imajo prerez najmanj 10 mm² Cu ali 16 mm² Al.
- (6) Predvidena mora biti izenačitev potencialov med morebitnimi vozili in inštalacijami s pomočjo za to predvidenih komponent, ki ne smejo povzročati nevarnega iskrenja in morajo biti zanje uporabljeni enaki zaščitni ukrepi kot pri električnih tokokrogih.
- (7) V vseh conah eksplozijske nevarnosti je treba preprečiti nabiranje statične elektrine z elektrostatičnim ozemljevanjem, katerega skupna upornost ne sme biti večja od 1 MΩ, tudi z električno prevodnimi napravami, tudi prenosljivih delov postroja.
- (8) Pri katodni zaščiti se mora nad izolacijskimi prirobnicami

- ali nad posebnimi izolacijskimi enotami uporabljati zaščitni oklep ali podobna izvedba, da se prepreči iskrenje pri njihovem morebitnem kratkem stiku.
- (9) Za odvod atmosferskih prenapetosti je treba uporabiti naprave, ki ne ustvarijo iskrenja ali temperature, dovolj visoke za vžig eksplozivne zmesi.
 - (10) Deli cevovodov v eksplozijsko ogroženem prostoru, ki so opremljeni s katodno zaščito, morajo biti ozemljeni, čeprav so premazani z neprevodno snovjo.
 - (11) Kovinski del katodne zaščite v eksplozijsko ogroženem prostoru se mora vezati na ozemljitev s pomočjo dveh spojnih vodov z ločenimi priključki in zaščititi z metodo dovedenega toka.
 - (12) Tokokrogi in naprave v eksplozijsko ogroženem prostoru, razen samovarnih, morajo biti opremljeni z napravami, ki jih ob preobremenitvi, kratkem ali zemeljskem stiku čim prej samodejno izklopijo. Te zaščitne naprave morajo imeti v conah nevarnosti 0, 1 in 11 samozadrževalo z ročnim izločanjem, v conah nevarnosti 2 in 12 pa naprave za pretokovno zaščito in samodjni izločevalnik samozadrževanja.
 - (13) Kadar odklop električne naprave pomeni zmanjšanje varnosti ali dodatno nevarnost, večjo od nevarnosti take naprave, se mora namesto samodejnega odklopa uporabiti signalna alarmna naprava ali opozorilo tako, da je zagotovljeno takojšnje ukrepanje.
 - (14) Zaščita pred preobremenitvijo mora zagotoviti, da obremenitev ne presega 10 % nazivne obremenitve, razen kadar proizvajalec opreme določi drugače. Vrednosti največjega in najmanjšega toka kratkega stika, ki se lahko pojavijo, morajo biti vedno računsko dokazane.
 - (15) Izklop električnih inštalacij in naprav v sili mora biti izveden z napravo, ki je zunaj eksplozijsko ogroženega prostora.
 - (16) Pri izvedbi električnih vodov in pripadajočih komponent morajo biti upoštevani vplivi okolice v eksplozijsko ogroženem prostoru, vključno z mehanskimi, kemijskimi in toplotnimi faktorji.
 - (17) V eksplozijsko ogroženih prostorih se za fiksne inštalacije ne smejo uporabljati kabli z zapognjenim kovinskim plaščem ali plaščem iz jeklene žice brez zaščitnega nepremočljivega kovinskega plašča. Zunanji plašč kabla, ki se ne polaga niti v zemljo, niti v cevi in ni zaščiten pred požarom, mora biti iz samougasljivega materiala.
 - (18) Enožilni in večžilni vodi brez zaščite pred mehanskimi poškodbami se smejo uporabljati samo za ožičenje v zaprtih okrovih ali cevnem sistemu inštalacij.
 - (19) Kadar se kabli polagajo v kanale in cevi, na kabelske police ali na drug ustrezen način, je treba preprečiti, da bi ob njih prehajali vnetljivi plini, pare ali tekočine iz enega prostora v drugega, ali da bi se nabirali v prostoru, v katerem so položeni kabli.
 - (20) Polaganje kablov in vodov mora biti izvedeno brez mehanskih okvar, segrevanja, korozije in delovanja raztvorljivih tekočin, par in prahu. Kadar se polagajo kabli, ki so izpostavljeni mehničnim okvaram, je treba uporabiti zaščitne cevi - če so kovinske, morajo biti njihovi konci izdelani tako, da se kabel pri uporabi ali uvlečenju ne more poškodovati.
 - (21) Uvodnice za kabel morajo zagotavljati ustrezno vrsto zaščite, tudi stopnjo IP in imeti tesnila, ki preprečujejo vdor vlage v izolacijo kabla. Kadar kabelski pribor - končniki in nastavki - ni preskušen na ustrezno vrsto zaščite, morata biti priključek in vezanje kabla izvedena zunaj cone eksplozijske nevarnosti.
 - (22) Izolacija kabelskih zvez ali zvez med vodniki mora biti izvedena s pomočjo zalivanja s termoplastičnimi smolami, razen, kadar niso izpostavljeni mehanskim obremenitvam.
 - (23) Za pomične in prenosljive naprave z nazivno napetostjo do 1000 V medfazne izmenične napetosti oziroma 600 V fazne napetosti ali 1500 V enosmerne napetosti med poli oziroma 900 V proti zemlji, morajo imeti priključni kabli za napajanje z električno energijo zaščitni plašč težke delavniške izvedbe iz polikloroprena ali gume. Če so v priključnem kablu zaščitni vodniki ali ozemljilni vodniki, morajo biti izolirani enako kot drugi vodniki v kablu in imeti skupen zaščitni plašč z njimi.
 - (24) Premične naprave ali orodje, razen tistega, izpostavljenega mehanskim poškodbam, z nazivnim tokom do 6 A in nazivno napetostjo 230/220 V se mora priključevati s pomočjo standardnih delavniških kablov s prerezom najmanj 1,5 mm² Cu in plaščem iz polikloroprena.
 - (25) Pri projektiranju električnih inštalacij v eksplozijsko ogroženih prostorih je treba upoštevati določila standardov SIST EN 60079-10, SIST EN 60079-14, SIST EN 60079-17, SIST EN 61241-10, SIST EN 61241-10, SIST EN 61241-10.

10.3.7

Nestanovanjske kmetijske stavbe

- (1) V prostorih, v katerih redijo živino - hlevih, kokošnjakih, svinjakih ipd., prostorih za pripravo živinske krme, senikih in podobnih prostorih za slamo in gnojila, rastlinjakih ipd. je treba pri izvedbi električnih inštalacij upoštevati večjo občutljivost živine na električni udar in vlažnost prostorov.
- (2) Kadar se uporabi varnostna mala napetost, ki ne sme presegati 25 V, se mora ne glede na nazivno napetost izvesti zaščita pred neposrednim dotikom s pomočjo pregrad ali okrovov, ki imajo najmanj zaščitno stopnjo IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki zdrži preskusno napetost 500 V v času 60 sekund.
- (3) Vsi tokokrogi, tudi tokokrogi v katerih so vtičnice, se morajo zaščititi pred posrednim dotikom s pomočjo

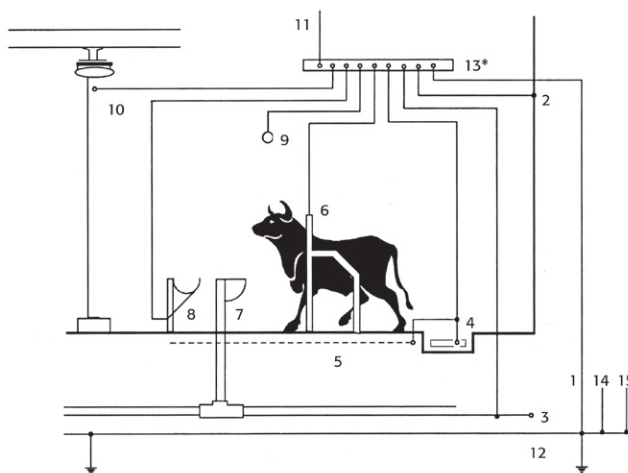
zaščitne naprave na diferenčni tok s čim krajšim izklopnim časom, katere delovalni diferenčni tok ne sme presegati 30 mA.

- (4) Zaščitne naprave na diferenčni tok v istem inštalacijskem sistemu ne smejo biti vezane vzporedno, temveč zaporedno.
- (5) Električna oprema mora imeti zaščitno stopnjo najmanj IP 35.
- (6) Najdaljši izklopni časi zaščite s samodejnim izklopom napajanja na krajih, na katerih se zadržuje živina, in krajih, ki so neposredno povezani s tujimi prevodnimi deli na kraju, na kateren se redi živina, so prikazani v Tabeli 4.

Tabela 4

Pričakovana napetost dotika (efektivna vrednost) (V)	Najdaljši dovoljeni izklopni čas (s)
25	> 5
50	0,47
75	0,30
90	0,25
110	0,18
150	0,10
220/230	0,035

- (7) Na krajih, na katerih se zadržuje živina, se morajo z dodatno izenačitvijo potencialov povezati vsi izpostavljeni prevodni deli in vsi tuji prevodni deli, ki se jih živina lahko dotakne, z zaščitnim vodnikom inštalacije (glej sliko 18). Priporoča se namestitev kovinske mreže na tleh, ki je prav tako povezana z zaščitnim vodnikom.
- (8) Za zaščito pred požarom je treba uporabiti zaščitno napravo na diferenčni tok, katere delovalni diferenčni tok ne sme presegati 0,5 A. Če je v inštalacijskem sistemu več zaščitnih naprav na diferenčni tok, morajo biti vezane zaporedno.
- (9) Aparati za segrevanje prostorov, v katerih se zadržuje živina, se morajo pritrditi tako, da so v ustrezni oddaljenosti od živine in vnetljivega materiala, da se preprečijo opekline pri živini in požar.
- (10) Naprave za izklop v nujnih primerih, vključno s tistimi za nujno zaustavitev, se ne smejo postavijo tja, kjer bi bile dostopne živini, ali tja, kjer bi bila lahko živina ogrožena. Pri tem je treba upoštevati tudi posebne pogoje, ki nastanejo, če živino zajame panika.
- (11) Če so električne ograje v bližini nadzemnih elektroenergetskih vodov, je treba upoštevati ustrezne oddaljenosti in ukrepe proti induciranim napetostim ter zaščitne ukrepe pred padcem nadzemnega voda.
- (12) Za čuvanje živine v večjem številu na večjih površinah je treba predvideti posebne varnostne sisteme.



- 1 - ozemljitveni vod
- 2 - kovinske pregrade
- 3 - kovinske vodovodne cevi
- 4 - kovinske kanalizacijske cevi
- 5 - dodatna izenačitev potencialov, na primer kovinska mreža
- 6 - kovinska ograja
- 7 - napajalnik
- 8 - jasli
- 9 - molzni stroj
- 10 - jeklena konstrukcija objekta
- 11 - zaščitni vodnik (PE)
- 12 - temeljsko ozemljilo, ozemljilo, druga ozemljila, vezana na to zemljo
- 13 - zbiralka za izenačitev potencialov
- 14 - strelovod
- 15 - ozemljitev kovinske ograje pašnika

Slika 18: Izvedba zaščite z izenačenjem potenciala v hlevu

10.3.8

Kampi

- (1) Električni priključni razdelilnik mora imeti ohišje z zaščito najmanj stopnje IP X4 in z eno ali več vtičnicami, ki so predvidene samo za spajanje priključnih kablov vozil za počitek ali opreme za kampiranje. Pri tem je priključni kabel z ustreznim vtičnem del opreme vozila za počitek ali del opreme za kampiranje.
- (2) Električno priključno mesto mora biti postavljeno tako, da je lahko dostopno od vseh enot za kampiranje in od opreme za kampiranje, pri tem pa ne sme biti oddaljeno več kot 20 m od vtičnice na vozilu za počitek ali od šotor. Na enem priključnem mestu se sme priključiti največ 8 avtomoblov, počitniških prikolic ali šotorov.
- (3) Vsako priključno mesto mora biti označeno z oznako, višine najmanj 100 mm. Nameščene morajo biti tudi oznake iz katerih so razvidni:
 1. ime izdelka,
 2. številka priključnega mesta,
 3. številka razdelilnika, iz katerega se priključno mesto napaja,
 4. sistem ozemljitve, ki je uporabljen,
 5. nazivna napetost,

6. nazivna frekvenca,
 7. nazivni tok delovanja zaščite,
 8. stopnja IP-zaščite in
 9. dovoljena priključna moč.
- (4) Za vsako mesto postavitve avtodoma, počitniške prikolice ali opreme za kampiranje mora biti na voljo najmanj ena vtičnica. Priporoča se, da se vse enofazne vtičnice zvežejo na eno fazo.
- (5) Vsaka vtičnica mora imeti svojo napravo za zaščito pred nadtokom. Vsaka vtičnica mora biti zaščiten pred električnim udarom z zaščitno napravo na diferenčni tok z delovalnim diferenčnim tokom, ki ni večji od 30 mA.
- (6) Vtičnice morajo imeti na priključnem mestu avtodoma zaščitni ozemljilni kontakt. Ohišje vtičnic mora biti iz materiala, ki izpolnjuje za dele, ki nosijo dele pod napetostjo, zahteve za preskus z 850 °C, za preostale dele pa s 650 °C. Vtičnice morajo biti nameščene na višini 0,8 do 1,5 m od zemlje, nazivna vrednost njihovega toka pa ne sme biti manjša od 16 A.
- (7) Če so vtičnice v omarici, ki se zaklepa, ne sme biti mogoče z istim ključem odpirati tistega dela omarice, v katerih je druga oprema.
- (8) Kabli za napajanje priključnih mest ne smejo biti vkopani na površinah za počitniške prikolice ali na drugih površinah, na katerih se zabijajo klini za šotore ali pribor, ki se vkopava, razen če je uporabljena dodatna mehanska zaščita ali če je globina vkopavanja kablov večja od 0,8 m.
- (9) Za zračne vode se morajo uporabiti samonosni kabli, ki so nameščeni najmanj 2 m zunaj navpičnice, ki se začne na vodoravni meji katere koli enote za kampiranje. Drogovi in drugi nosilci teh kablov morajo biti nameščeni ali zaščiteni tako, da ne more priti do poškodb zaradi gibanja vozil, kabli pa morajo biti najmanj 6 m nad površino, po kateri se gibljejo vozila.

■ 11. PREVERJANJE USTREZNOSTI

11.1 SPLOŠNO

- (1) Po končani izvedbi električnih inštalacij ter namestitvi električne opreme, strojev in naprav, po spremembah, obnovah, popravilih in občasno, je treba preverjati ustreznost in kakovost električnih inštalacij, njihove lastnosti, varnosti, zanesljivosti in funkcionalnost.
- (2) Kadar ima objekt vgrajeno zaščito pred udarom strele, je treba pregled, preskus in meritve električnih inštalacij opraviti v rokih, določenih za pregled, preskus in meritve zaščite pred udarom strele, razen meritev izolacijske upornosti, zaščite pred električnim udarom in zaščite pred prevelikim tokom, ki jih vključujejo samo pregledi določeni v predpisu o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije.

11.2 PREGLEDI

- (1) Pri preverjanju ustreznosti električnih inštalacij je treba opraviti pregled:
 1. ukrepov za zaščito pred razširjanjem ognja in zaščito pred toplotnimi vplivi,
 2. pravilnosti izbire in nastavitve zaščitnih naprav in naprav za nadzor,
 3. brezhibnosti postavitve stikalnih naprav glede ločilne razdalje,
 4. pravilnosti izbire opreme in zaščitnih ukrepov glede na zunanje vplive (stopnja IP - zaščite),
 5. pravilne izvedbe zaščite pred prenapetostmi,
 6. pravilne namestitve prenapetostnih odvodnikov,
 7. prepoznavanja nevtralnega in zaščitnega vodnika,
 8. obstoja shem, opozorilnih tablic ali podobnih informacij,
 9. prepoznavanja tokokrogov, varovalk, stikal, sponk in druge opreme,
 10. povezave vodnikov,
 11. razdelilnika, vključno z ožičenjem,
 12. dostopnosti in razpoložljivosti prostora za obratovanje in vzdrževanje,
 13. pravilne namestitve stacionarnih akumulatorjev,
 14. popolnosti izoliranosti delov pod napetostjo in skladnosti opreme z ustreznim veljavnim standardom,
 15. zaščite pred električnim udarom s pregradami in okrovi,
 16. zaščite pred električnim udarom z ovirami,
 17. zaščite pred električnim udarom s postavitvijo zunaj dosega roke,
 18. zaščite pred električnim udarom z malo napetostjo,
 19. zaščite pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja,

20. vrste ozemljitve sistema inštalacije ter njene skladnosti s projektom in elektroenergetskim soglasjem,
21. pravilne izvedbe ozemljitev naprav za obdelavo podatkov,
22. pravilnosti izvedbe splošnih načinov delovanja zaščite pred električnim udarom delov pod napetostjo ob normalnem obratovanju,
23. pravilnosti izvedbe glavne izenačitve potencialov,
24. pravilnosti izvedbe dodatne izenačitve potencialov,
25. pravilnosti izvedbe zaščite z uporabo naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo,
26. pravilnosti izvedbe zaščite z električno ločitvijo,
27. pravilnosti morebitne izvedbe zaščite s postavitvijo v neprevodne prostore,
28. pravilnosti morebitne izvedbe zaščite z lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo,
29. ali so pri razdelilnikih napisi in oznake vidni in čitljivi,
30. ali so bile pri tipskih in delnih tipskih preskusih opravljene kontrole:
 - a. mej segrevanja,
 - b. dielektričnih lastnosti,
 - c. kratkostične trdnosti,
 - d. neprekinjenosti zaščitnega tokokroga,
 - e. izolacijskih razdalj in plazilnih poti,
 - f. mehanskega delovanja,
 - g. stopnje mehanske zaščite (IP),
31. ali so bili na razdelilniku, ko je bil izdelan, opravljeni ti kosovni preskusi:
 - a. pregled stikalnega bloka, vključno z ožičenjem,
 - b. preskušanje električne funkcionalnosti,
 - c. dielektrični preskus,
 - d. preverjanje zaščite pred električnim udarom, zaščite pred nadtoki in električne neprekinjenosti zaščitnega tokokroga.

11.3 PRESKUSI

- (1) Pri preverjanju ustreznosti električnih inštalacij je treba opraviti preskuse:
 1. neprekinjenosti zaščitnega vodnika,
 2. neprekinjenosti glavnega vodnika za izenačitev potencialov,
 3. neprekinjenosti dodatnega vodnika za izenačitev potencialov,
 4. delovanja zaščite z električno ločitvijo tokokrogov,
 5. neprekinjenosti upornosti ozemljitve prenapetostnih odvodnikov,
 6. delovanja zaščite s samodejnim odklopom napajanja,

7. funkcionalnosti električnih inštalacij in naprav,
8. pravilnosti izvedbe zaščite pred električnim udarom,
9. segrevanja razdelilnikov, za katere ni bil opravljen tipski ali delni tipski preskus,
10. dielektričnih lastnosti razdelilnikov,
11. kratkostične trdnosti razdelilnikov, za katere ni bil opravljen tipski ali delni tipski preskus, kadar je to potrebno,
12. neprekinjenosti zaščitnega tokokroga razdelilnikov,
13. izolacijskih razdalj in plazilnih poti razdelilnikov, za katere ni bil opravljen tipski ali delni tipski preskus,
14. mehanskega delovanja razdelilnikov, za katere ni bil opravljen tipski ali delni tipski preskus,
15. stopnje mehanske zaščite razdelilnikov, za katere ni bil opravljen tipski ali delni tipski preskus,
16. električne funkcionalnosti razdelilnikov,
17. statične elektrine.

15. upornosti tal in sten, kadar je kot zaščita pred električnim udarom uporabljena postavitev v neprevodne prostore,
16. izolacije ločilnih transformatorjev, kadar je kot ukrep za zaščito pred električnim udarom uporabljeno električno ločevanje,
17. višjeharmonskih komponent in
18. jalove energije ($\cos \varphi$).

11.4 MERITVE

- (1) Pri preverjanju ustreznosti električnih inštalacij je treba opraviti meritve:
 1. izolacijske upornosti med vodniki pod napetostjo (tudi N vodnikom),
 2. izolacijske upornosti proti ozemljenemu PE vodniku (PEN vodniku),
 3. impedance okvarne zanke in kratkostične zanke ter ugotavljanje pravilnosti odklopnega časa zaščitnih naprav,
 4. upornosti zaščitnega vodnika med razdelilnikom in glavnim izenačenjem potenciala,
 5. pravilnosti delovanja naprav za diferenčno tokovno zaščito,
 6. najmanjše upornosti dotika z zemljo tujih prevodnih delov, ki niso povezani z zaščitnim vodnikom, vendar pri napajanju z nadzemnim vodom lahko prek njih pride do okvare med fazo in zemljo,
 7. in ugotavljanje pravilnosti zaščitnih ozemljitev,
 8. in ugotavljanje pravilnosti obratovalnih ozemljitev,
 9. in ugotavljanje pravilnosti združenih ozemljitev,
 10. in ugotavljanje pravilnosti ozemljitev prenapetostnih odvodnikov,
 11. zaščite pred električnim udarom v vseh priključnih točkah električne inštalacije,
 12. zaščite pred nadtoki v vseh priključnih točkah električne inštalacije,
 13. električne neprekinjenosti zaščitnega tokokroga električnih razdelilnikov,
 14. odvodljivosti podov in druge zaščite pred statično elektrino,

11.5 ZAPISNIK O PREGLEDU

- (1) Zapisnik o pregledu mora vsebovati podatke, iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preskusi in meritve, kot jih določajo točke 11. 2, 11.3 in 11.4 ter podatke o merilih, instrumentih in merilnih metodah.
- (2) Zapisnik o pregledu mora imeti vsebino, kot je določena v standardu SIST HD 60663-6 in dodatku 1.

12 DODATEK

<u>Operator:</u> _____ _____ _____	<u>Mesto:</u> _____ _____ _____	Stran: _____
---	--	--------------

ZAPISNIK O PREGLEDU IN PRESKUSU INŠTALACIJ

št. _____

OBJEKT: _____

ZAPISNIK JE SESTAVLJEN IZ _____ sklop -a/-ov S PRIPADAJOČIMI TOKOKROGI

ELEKTROENERGETSKO OMREŽJE: _____

DOBAVITELJ ELEKTRIČNE ENERGIJE _____

SISTEM OZEMLJITVE (TN-C-S/TT/IT) _____

PONIKALNA UPORNOST OBJEKTA: _____ Ohm

VRSTA PREGLEDA INŠTALACIJE: _____

UPORABLJENI MERILNI INSTRUMENTI: _____

ŠTEVILKE POTRDIL O SKLADNOSTI MERIL S PREDPISI: _____

UPORABLJENE MERILNE METODE: _____

ZAŠČITNI UKREPI PRED ELEKTRIČNIM UDAROM: _____

Preizkus izvršen dne: _____

Ponovni preizkus opraviti do: _____

ŽIG: _____

PODPISI: _____

Preizkuševalec: _____

Odgovorna oseba: _____

Operator:Mesto:

Stran:

MERILNO POROČILO O PREGLEDU IN PRESKUSU ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ št. _____

ZAPISNIK O PRESKUSU STIKALNEGA BLOKA _____ V PROSTORU _____

VIZUALNI PREGLED

- | | |
|--|---|
| ☐ Obstoje shem, tablic in opozoril ustreza. | ☐ Zaščitna ozemljitev je samostojna. |
| ☐ Velikost stikalnega bloka in številčnega prostora je zadovoljljiva. | ☐ Zaščitna ozemljitev je združena s strelovodno ozemljitvijo objekta. |
| ☐ Vgrajena oprema je dostopna in razpoznavna med delovanjem in vzdrževanjem. | ☐ Zaščitna ozemljitev je združena s strelovodno ozemljitvijo objekta. |
| ☐ Pregrade pred širjenjem požara in izvedba termalne zaščite so pravilno nameščene. | ☐ Zaščitna ozemljitev je združena s strelovodno ozemljitvijo objekta. |
| ☐ Izvedba električnih ločitev je pravilno izvedena. | ☐ Zaščitna ozemljitev je združena s strelovodno ozemljitvijo objekta. |
| ☐ Izbira opreme za zaščito pred zunanjimi vplivi ustreza. | ☐ Opombe: _____ |
| ☐ Preseki, označbe in barve vodnikov ustrezajo. | ☐ Opombe: _____ |
| ☐ Povezave in priklopi vodnikov so solidno izvedene. | ☐ Električna instalacija je izvedena brez bistvenih sprememb glede na tehnično dokumentacijo. |
| ☐ Izvedba in namestitve stikalnih naprav ustreza. | ☐ Električna instalacija je izvedena z bistvenimi spremembami glede na tehnično dokumentacijo. |
| ☐ Nameščenost odklopnih naprav na faznih vodnikih ustreza. | |
| ☐ Na napravah ni vidnih poškodb. | |
| ☐ Oznake tokokrogov, nadtokovne zaščite, stikal in opreme so razpoznavne. | |
| ☐ Ostalo: _____ | |
| ☐ Zaščita pred prevelikimi tokovi je predpisano izvedena. | |
| ☐ Zaščita pred električnim udarom je pravilno izvedena. | |
| ☐ Zaščita pred neposrednim dotikom je pravilno izvedena. | |
| ☐ Zaščita pri posrednem dotiku ustreza. | |

PRESKUSI ELEKTRIČNE FUNKCIONALNOSTI

- ☐ Električni postroji, naprave in napeljave delujejo pravilno
- ☐ Naprave za varnost in nadzor delujejo pravilno
- ☐ Smer faznega zaporedja in vrtenja elektromotorjev je pravilna

STIKALNI BLOK

_____ JE SKLADEN Z DOLOČILI STANDARDA

- ☐ Električni postroji, naprave in napeljave ustrezajo veljavnim tehničnim predpisom, standardom in izpolnjujejo pogoje elektroenergetskega soglasja.

Operator: 	Mesto: 	Stran:
------------------------------	---------------------------	---------------------------

Ime tokokroga	Presek žice	Izolacijska upornost med L-L-N vodniki pod nap. 500V DC	Izolacijska upornost proti zaščitnemu PE(PEN) vodniku 500V DC	Izolacijska upornost pri elektr. ločitvi delov pod napetostjo 500V DC	Upornost glavnega izenačenja potenciala	Upornost dodatnega izenačenja potenciala	Nadtokovna zaščita /In/ Izklopni čas lk mejni	Impedanca kratkostične zanke Zln/lk	Impedanca okvarne zanke Zlpe/lk okv.	RCD Tip G/S	RCD I naz.	RCD Idn naz. dif. tok	RCD Id izm. dif. tok odkl.	RCD odkl. čas pri Idnx1	RCD odkl. čas pri Idnx5	RCD nap. dotika Uc
	mm2	MOhm	MOhm	MOhm	Ohm	Ohm	Tip/A/ms/A / /	Ohm / A	Ohm / A	A	mA	mA	mA	ms	ms	V

[illegible]

Operator:

[illegible]

[illegible]

