

MINISTRSTVO ZA  
INFRASTRUKTURO IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-002:2013

**NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE  
INŠTALACIJE**

izdaja

**2**



**MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO IN PROSTOR**

Tehnična smernica

**TSG-N-002:2013**

**■ NIZKONAPETOSTNE  
ELEKTRIČNE INŠTALACIJE**





REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO IN PROSTOR**

**TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-002: 2013**

Minister za infrastrukturo in prostor 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, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 20/11 – odl. US, 57/12 in 110/13) izdaja tehnično smernico

# NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

Minister za infrastrukturo in prostor

**SAMO OMERZEL**

Številka: **0071-1/2012**  
V Ljubljani, dne 31. 12. 2013

K tej tehnični smernici je pridobljeno soglasje ministra pristojnega za gospodarstvo kot pristojnega ministra za dajanje gradbenih proizvodov v promet, številka 315-36/2013-2

Ta tehnična smernica je vključena v seznam tehničnih smernic Ministrstva za infrastrukturo 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. 7. 1998, str. 37), zadnjič spremenjeno z Uredbo (EU) št. 1025/2012 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 25. oktobra 2012 o evropski standardizaciji, spremembi direktiv Sveta 89/686/EGS in 93/15/EGS ter direktiv 94/9/ES, 94/25/ES, 95/16/ES, 97/23/ES, 98/34/ES, 2004/22/ES, 2007/23/ES, 2009/23/ES in 2009/105/ES Evropskega parlamenta in Sveta ter razveljavitvi Sklepa Sveta 87/95/EGS in Sklepa št. 1673/2006/ES Evropskega parlamenta in Sveta (UL L št. 316 z dne 14. 11. 2012, str. 12).

Druga izdaja tehnične smernice TSG-N-002:2013 v celoti nadomešča prvo izdajo tehnične smernice TSG-N-002:2009.

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

Pripravo strokovnih vsebin je v sodelovanju s strokovno javnostjo in z Inženirsko zbornico Slovenije izvedla Elektrotehniška zveza Slovenije.

<b>■</b>	<b>KAZALO</b>	
<b>■ 0</b>	<b>UVOD</b>	<b>5</b>
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	9
0.3	POMEN IZRAZOV	9
<b>■ 1.</b>	<b>NAMEN IN PODROČJE UPORABE</b>	<b>12</b>
<b>■ 2.</b>	<b>VRSTE SISTEMOV ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ</b>	<b>13</b>
<b>■ 3.</b>	<b>ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE IN IZVEDBO NIZKONAPETOSTNIH ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ</b>	<b>15</b>
3.1	SPLOŠNO	15
3.2	VODI	15
3.2.1	Zaščita vodov	15
3.2.2	Način napeljave/položitve vodov	16
3.2.3	Dimenzioniranje vodnikov	16
3.3	STIKALNE IN ZAŠČITNE NAPRAVE	17
3.3.1	Stikalne naprave	17
3.3.2	Zaščitne naprave	17
3.3.3	Vklopne in zaščitne naprave močnostnih kondenzatorjev	18
3.4	NAPRAVE ZA IZKLOP IN KRMILJENJE	18
3.4.1	Splošno	18
3.4.2	Naprave za izklop	18
3.4.3	Naprave za krmiljenje	19
3.5.	VARNOSTNI SISTEMI	19
3.5.1	Splošno	19
3.5.2	Napajanje	19
3.6	NAMEŠČANJE IN OZNAČEVANJE ELEKTRIČNE OPREME, VODNIKOV IN KABLOV	20
3.6.1	Splošno	20
3.6.2	Napisne ploščice na razdelilnikih	20
<b>■ 4.</b>	<b>ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM</b>	<b>21</b>
4.1	SPLOŠNO	21
4.2	NAČINI IZVEDBE ZAŠČITE	21
4.3	ZAŠČITA S POSTAVITVIJO ZUNAJ DOSEGA ROKE	22
4.4	ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM Z MALO NAPETOSTJO	22
4.5	ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA	23
4.6	ZAŠČITA Z UPORABO NAPRAV RAZREDA II ALI Z USTREZNO IZOLACIJO	25
4.7	ZAŠČITA S POSTAVITVIJO V NEPREVODNE PROSTORE	26
4.8	ZAŠČITA Z ELEKTRIČNO LOČITVIJO	26
<b>■ 5.</b>	<b>ZAŠČITNA IN OBRATOVALNA (FUNKCIJSKA) OZEMLJITEV</b>	<b>28</b>
5.1	ZAŠČITNA OZEMLJITEV	28
5.2	OBRATOVALNA (FUNKCIJSKA) OZEMLJITEV	28
5.3	ZAHTEVE ZA VODNIKE IN ELEMENTE	29
5.4	POLAGANJE OZEMLJILNEGA VODA	29
5.5	GLAVNA IN DODATNA IZENAČITEV POTENCIALOV	30
5.5.1	Glavna izenačitev potencialov	30
5.5.2	Dodatna izenačitev potencialov	30
5.6	NAPETOST KORAKA IN DOTIKA	31

<b>■ 6.</b>	<b>ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVIJO VODNIKOV</b>	<b>32</b>
6.1	SPLOŠNO	32
6.2	POSTAVITEV NAPRAVE ZA ZAŠČITO VODNIKOV	32
6.3	ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM	32
<b>■ 7.</b>	<b>ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM IN PRENAPETOSTJO</b>	<b>33</b>
7.1	ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM	33
7.2	ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO	33
<b>■ 8.</b>	<b>ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI</b>	<b>35</b>
8.1	SPLOŠNO	35
8.2	IZVEDBA ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA	35
<b>■ 9.</b>	<b>ZAGOTAVLJANJE PRAVILNEGA IN NEMOTENEGA DELOVANJA ELEKTRIČNE OPREME</b>	<b>37</b>
9.1	SPLOŠNO	37
9.2	NAMESTITEV ELEKTRIČNE OPREME	37
9.3	ZAŠČITA ELEKTRIČNE OPREME	37
9.4	PRIKLJUČITEV ELEKTRIČNE OPREME	37
9.5	MOČNOSTNI KONDENZATORJI	38
<b>■ 10.</b>	<b>POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ</b>	<b>39</b>
10.1	SPLOŠNO	39
10.2	POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	39
10.2.1	Zasilna/nujnostna razsvetljava	39
10.2.2	Mehansko prezračevanje in klimatizacija	40
10.2.3	Delovanje električne inštalacije v primeru požara	40
10.2.4	Omejeni prevodni prostori	40
10.3.	POSEBNI PROSTORI	41
10.3.1	Kopalnice	41
10.3.2	Bazeni	42
10.3.3	Savne	43
10.3.4	Plinske kotlovnice	43
10.3.5	Nestanovanjske kmetijske stavbe	43
10.3.6	Kampi	44
10.3.7	Druge posebne vrste električnih inštalacij	45
<b>■ 11.</b>	<b>PREVERJANJE USTREZNOSTI</b>	<b>46</b>
11.1	SPLOŠNO	46
11.2	VIZUALNI PREGLED	46
11.3	PRESKUSI IN MERITVE	46
11.4	ZAPISNIK O PREGLEDU	47



## 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 infrastrukturo in prostor v soglasju z ministrom pristojnim za gospodarstvo 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, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 20/11 – odl. US, 57/12 in 110/13).

V Zakonu o graditvi objektov je tehnična smernica opredeljena kot “dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredi 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 postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene” (tč. 3.2 prvega odstavka 2. člena).

Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je bolj podrobno obravnavana v 9. členu zakona, kjer 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 naslednje bistvene zahteve:

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

V navedeni zakonski določbi je nadalje 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 določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Če je v gradbenih predpisih določena domneva o skladnosti, morajo gradbeni predpisi opredeliti 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 doseženo 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 (tč. 3.1, prvega odstavka 2. 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 (Uradni list RS, št. 41/2009, 2/12). V tem pravilniku so določene zahteve za električne inštalacije.

#### POZOR:

Področje uporabe te tehnične smernice je znatno širše od področja 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 prekomerno segrevanje njihovih elementov,
- se prepreči vžig možne eksplozivne atmosfere,
- se preprečijo podnapetostni, prenapetostni in prekomerni elektromagnetni vplivi,
- se preprečijo nevarnosti prekinitev napajanja,
- se preprečijo 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 najbolj pomembne 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 doseg 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 pomembne 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 – uradni 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 bila uporabljena 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 o skladnosti  
Kot je razvidno iz prejšnjih točk tega uvoda, so v tej tehnični smernici zapisani gradbeni ukrepi oziroma rešitve zgolj priporočen način za izpolnitev v pravilniku predpisanih zahtev. Upoštevanje priporočenih tehničnih ukrepov je podlaga za ustvaritev domneve o izpolnjenosti zahtev pravilnika. Pri tem je treba izhajati iz dejstva, 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 neizpolnjenosti zahtev iz pravilnika je pri uporabi te tehnične smernice na strani pristojnih državnih organov oziroma zakonsko 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 električnih inštalacij izkazati z obvezno revizijo projektne dokumentacije, kar je predpisani način dokazovanja odgovornega projektanta, da je izpolnil predpisano zahtevo.

Tudi pri projektiranju po zadnjem stanju gradbene tehnike velja, da so ukrepi zagotavljanja varnosti nizkonapetostnih električnih inštalacij praviloma medsebojno povezani in njihovega končnega učinka ni mogoče obravnavati izključno na podlagi analize vsakega ukrepa posebej, torej brez upoštevanja rezultatov celotnega izbranega koncepta zagotavljanja varnosti.

- c) Razmerje do zahtev pravnih predpisov s področja nizkonapetostnih inštalacij  
Vsebinska te tehnične smernice priporoča gradbene ukrepe, ki so izjemoma lahko tudi predmet urejanja nekaterih pravnih predpisov. V razmerju do veljavnih predpisov je tehnična smernica napisana tako, da predlagani gradbeni ukrepi niso v nasprotju z zahtevami predmetnih 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 preko Uradnega lista Republike Slovenije oziroma Uradnega lista 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-UPB1, 14/05-popr., 92/05-ZJC-B, 93/05-ZVMS, 126/07, 108/09, 61/10-ZRud-1 (62/10 popr.), 20/11 Odl.US, 57/12, 110/13)
- 0.2.1.2 Energetski zakon (Uradni list. RS, št. 27/07 EZ-UPB2),

\* Uporabnik mora uporabljati zadnje veljavne referenčne dokumente. 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 (SIST),  
- točki 0.2.3 so dosegljivi na spletni strani Ministrstva za infrastrukturo in prostor, na SIST in SZPV.

- 0.2.1.3 Zakon o gradbenih proizvodih (Uradni list RS št. 82/13)),
- 0.2.1.4 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti, (Uradni list RS, št. 17/11),
- 0.2.1.5 Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11),
- 0.2.1.6 Uredba o razvrščanju objektov glede na zahtevnost gradnje (Uradni list RS, št. 18/13, 24/13, 16/13),
- 0.2.1.7 Splošnimi pogoji za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije (Uradni list RS, št. 126/2007),
- 0.2.1.8 Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 27/04, 71/11),
- 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 (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, 16/08 in 1/11),
- 0.2.1.13 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07, 12/13),
- 0.2.1.14 Pravilnik o projektni dokumentaciji (Uradni list RS, št. 55/08),
- 0.2.1.15 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09, 2/12),
- 0.2.1.16 Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (Uradni list RS, št. 41/11),
- 0.2.1.17 Pravilnik o varnosti dvigal (Uradni list RS, št. 83/2007, 81/2011),
- 0.2.1.18 Pravilnik o varnosti strojev (Uradni list RS, št. 75/2008, 66/2010, 74/2011),
- 0.2.1.19 Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/2005),
- 0.2.1.20 Uredba o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS (UL L št. 88/2011).

### 0.2.2. Standardi

- 0.2.2.1 SIST EN 81-72 Varnostna pravila za konstruiranje in vgradnjo dvigal (liftov) - Posebne aplikacije za osebna in osebno-tovorna dvigala - 72. del: Dvigala za gasilce,
- 0.2.2.2 SIST EN 1838 Razsvetljava – Zasilna razsvetljava,
- 0.2.2.3 SIST ISO 6707-1 Stavbe in gradbeni inženirski objekti - Slovar - 1. del: Splošni izrazi,
- 0.2.2.4 SIST EN 50110-1 Obratovanje električnih inštalacij,
- 0.2.2.5 SIST EN 50110-2 Upravljanje z električnimi inštalacijami - 2. del: Nacionalni dodatki,
- 0.2.2.6 SIST EN 50160 Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih,

- 0.2.2.7 SIST EN 50172 Sistemi za nujnostno razsvetljavo evakuacijskih poti,
- 0.2.2.8 SIST-TP CLC/TR 50404 Elektrostatika - Pravila ravnanja za izogibanje nevarnostim zaradi statične elektrike,
- 0.2.2.9 SIST IEC 60050-195 Mednarodni elektrotehniški slovar - Ozemljitev in zaščita pred električnim udarom (in pri njem),
- 0.2.2.10 SIST IEC 60050-826 Mednarodni elektrotehniški slovar – Električne inštalacije,
- 0.2.2.11 SIST EN 60204-1 Varnost strojev – Električna oprema strojev – 1. del: Splošne zahteve,
- 0.2.2.12 SIST HD 60364-1 Niskonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije,
- 0.2.2.13 SIST HD 60364-4-41 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom,
- 0.2.2.14 SIST HD 60364-4-42 Električne inštalacije zgradb – 4-42. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred toplotnimi učinki,
- 0.2.2.15 SIST HD 60364-4-43 Električne inštalacije zgradb – 4-43. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki,
- 0.2.2.16 SIST IEC 60364-4-44 Električne inštalacije zgradb – 4-44. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred prenapetostmi – Zaščita pred napetostnimi motnjami in elektromagnetnimi motnjami,
- 0.2.2.17 SIST HD 60364-4-442 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-442. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita niskonapetostnih inštalacij pred trenutnimi prenapetostnimi zaradi zemeljskega stika v visokonapetostnem sistemu in zaradi napak v niskonapetostnem sistemu,
- 0.2.2.18 SIST HD 60364-4-443 Električne inštalacije zgradb – 4-443. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami – Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi,
- 0.2.2.19 SIST HD 60364-4-444 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-444. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami,
- 0.2.2.20 SIST HD 60364-5-51 Električne inštalacije zgradb – 5-51. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Splošna pravila,
- 0.2.2.21 SIST HD 60364-5-52 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Inštalacijski sistemi,
- 0.2.2.22 SIST IEC 60364-5-53 + A1 Električne inštalacije zgradb – 5-53. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Ločevanje, stikanje in krmiljenje,
- 0.2.2.23 SIST HD 60364-5-54 Niskonapetostne električne inštalacije - 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki,
- 0.2.2.24 SIST IEC 60364-5-55 Električne inštalacije zgradb – 5-55. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Druga oprema,
- 0.2.2.25 SIST HD 60364-5-56 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-56. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Varnostno napajanje,
- 0.2.2.26 SIST HD 60364-5-534 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-534. del: Izbira in namestitvev električne opreme - Ločevanje, stikanje in krmiljenje – Naprave za prenapetostno zaščito,
- 0.2.2.27 SIST HD 60364-5-551 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-551. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Druga oprema – Niskonapetostni generatorji,
- 0.2.2.28 SIST HD 60364-5-559 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-559. del: Izbira in namestitvev električne opreme – Svetilke in inštalacijske razsvetljave,
- 0.2.2.29 SIST HD 60364-6 Niskonapetostne električne inštalacije – 6. del: Preverjanja,
- 0.2.2.30 SIST HD 60364-7-701 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-701. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Prostori s kopalno kadjo ali tušem,
- 0.2.2.31 SIST HD 60364-7-702 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-702. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Plavalni bazeni in vodnjaki,
- 0.2.2.32 SIST HD 60364-7-703 Električne inštalacije zgradb – 7-703. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Sobe in kabine s savna gredi,
- 0.2.2.33 SIST HD 60364-7-705 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-705. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Električne inštalacije kmetijskih in vrtnarskih objektov,
- 0.2.2.34 SIST HD 60364-7-706 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-706. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Omejeni prevodni prostori ,
- 0.2.2.35 SIST HD 60364-7-708 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-708. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Električne inštalacije v avtokampih in podobnih lokacijah,
- 0.2.2.36 SIST HD 60364-7-709 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-709. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Marine in podobne lokacije,
- 0.2.2.37 SIST HD 60364-7-710 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-710. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Medicinski prostori,
- 0.2.2.38 SIST IEC 60364-7-711 Električne inštalacije zgradb – 7. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – 711. oddelek: Razstavišča, sejmišča in stojnice,
- 0.2.2.39 SIST HD 60364-7-712 Električne inštalacije zgradb – 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Sončna fotonapetostna napajalna omrežja,
- 0.2.2.40 SIST IEC 60364-7-713 Električne inštalacije zgradb – 7. del: Zahteve za posebne inštalacije in lokacije – 713. oddelek: Pohištvo,
- 0.2.2.41 SIST HD 60364-7-715 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-715. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Inštalacije razsvetljav za malo napetost,



- 0.2.2.42 SIST HD 60364-7-717 Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-717. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Premične ali prenosne enote,
- 0.2.2.43 SIST HD 60364-7-722 Električne inštalacije zgradb – 7-722. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Napajanje električnih vozil,
- 0.2.2.44 SIST HD 60364-7-729 Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-729. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Delovni ali vzdrževalni prehodi,
- 0.2.2.45 SIST HD 60364-7-740 Električne inštalacije zgradb – 7-740. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Začasne električne inštalacije za objekte, zabaviščne naprave in stojnice na sejmiščih, v zabaviščnih parkih in cirkusih,
- 0.2.2.46 SIST IEC 60364-7-753 Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-753. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Sistemi talnega in stropnega ogrevanja,
- 0.2.2.47 SIST EN 60529 Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP),
- 0.2.2.48 SIST EN 60598-2-22 Svetilke – 2.22. del: Posebne zahteve – Svetilke za nujnostno/zasilno razsvetljavo,
- 0.2.2.49 SIST EN 61140+A1 Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo,
- 0.2.2.50 SIST EN 61241-2-2 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 2.2. del: Preskusne metode – Metoda določanja električne upornosti prahu v plasteh,
- 0.2.2.51 SIST EN 61241-4 Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 4. del: Vrsta zaščite “pD”,
- 0.2.2.52 SIST EN 61439-1 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 1. del: Splošna pravila,
- 0.2.2.53 SIST EN 61439-2 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 2. del: Sklopi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav,
- 0.2.2.54 SIST EN 61439-3 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnajo navadni ljudje (DBO),
- 0.2.2.55 SIST EN 61439-4 Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 4. del: Posebne zahteve za sestave na gradbiščih,
- 0.2.2.56 SIST EN 61439-5 Nizkonapetostne stikalne in krmilne naprave – 5. del: Sestavi za distribucijo električne energije v javnih omrežjih,
- 0.2.2.57 SIST EN 61439-6 Sestavi nizkonapetostnih in krmilnih naprav – 6. del: Zbiralčni povezovalni sistemi (zbiralčna vodila),
- 0.2.2.58 SIST EN 62305-3 Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja,
- 0.2.2.59 SIST EN 62305-4 Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah,
- 0.2.2.60 SIST EN 62446 Fotonapetostni sistemi, priključeni na omrežje – Minimalne zahteve za sistemsko dokumentacijo, prevzemne preskuse in nadzor.

### 0.2.3

#### Smernice in drugi dokumenti

- 0.2.3.1 Tehnična smernica TSG-1-001: Požarna varnost v stavbah,
- 0.2.3.2 Tehnična smernica TSG-N-003: Zaščita pred delovanjem strele,
- 0.2.3.3 Smernica SZPV 408 Požarnovarnostne zahteve za električne in cevne napeljave v stavbah,
- 0.2.3.4 Smernica SZPV 411 Električni sistemi za zaklepanje vrat na evakuacijskih poteh,
- 0.2.3.5 Smernica SZPV 512 Požarna varnost sončnih elektrarn.

### 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 standardih SIST IEC 60050-195 in SIST IEC 60050-826.
- (3) Nizka napetost – je električna napetost do vključno 1000 V izmenično in do vključno 1500 V enosmerno.
- (4) Mala napetost – napetost do vključno 50 V izmenično oziroma 120 V enosmerno, v posebnih primerih nižje upornosti človeškega telesa do vključno 25 V izmenično oziroma 60 V enosmerno ali do vključno 12 V izmenične napetosti oziroma 30 V enosmerne napetosti (SIST IEC 60050-826).
- (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 (SIST IEC 60050-826).
- (6) Električna oprema – predmet, ki se uporablja za take namene, kot so proizvodnja, pretvorba, prenos, razdeljevanje ali izkoriščanje električne energije, kot npr. električni stroji, transformatorji, razdelilniki, merilni instrumenti, zaščitne naprave, sistemi napeljav, oprema, ki troši električno energijo (SIST IEC 60050-826).
- (7) Električni inštalacijski sistem – sestav električnih inštalacij, ki se napaja z električno energijo prek enega odjemnega in merilnega mesta 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 (SIST IEC 60050-826).

- (8) Sistem TN – v tem sistemu sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni. Glede na način izvedbe zaščitnega in nevtralnega vodnika je sistem razdeljen v tri podskeme:
- Sistem TN-S, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik ločena,
- Sistem TN-C, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik združena v nevtralnem vodniku z zaščitno funkcijo (PEN),
- Sistem TN-C-S, kjer sta, gledano z napajalne strani, funkciji zaščitnega (PE) in nevtralnega (N) vodnika kombinirani, najprej združeni v enem (PEN) vodniku v delu inštalacije.
- (9) Sistem TT – v tem sistemu sta zaščitna ozemljitev in obratovalna ozemljitev ločeni.
- (10) Sistem IT – v tem sistemu sta zaščitna in obratovalna ozemljitev ločeni; obratovalna ozemljitev naj bo izvedena preko visoke upornosti, tako da pri prvi okvari steče le majhen tok, ki okvaro samo zazna in nanjo opozori. Sistem mora biti galvansko ločen od NN omrežja, če je nanj priključen in mora pri drugi okvari delovati kot sistem TT.
- (11) NN omrežje – nizkonapetostno omrežje nazivne napetosti do vključno 1000 V izmenično oziroma 1500 V enosmerno, na katero se priključuje nizkonapetostni električni inštalacijski sistem.
- (12) Priključek – je sestav električnih vodov in naprav visoke, srednje ali nizke napetosti, ki so potrebne za priključitev uporabnika na omrežje in jih opredeli sistemski operater v soglasju za priključitev.
- (13) Inštalacijski vod – je vod enega tokokroga, ki se začne na zaščitnem elementu v razdelilniku in se konča pri zadnjem porabniku oziroma vtičnici.
- (14) Zvijavi priključni vod – je namenjen priključevanju naprav na inštalacijski sistem in mora imeti enako število vodnikov, kot vod inštalacijskega sistema, na katerega se priključuje.
- (15) Tokokrog – je vod ali skupek vodov, vezanih na isti zaščitni element v razdelilniku.
- (16) Varnostni sistem – so v sistemu električnih inštalacij tiste naprave in napeljave, ki morajo delovati pri nastanku izrednih dogodkov (požar, vlom, prisotnost plina, itd).
- (17) Osnovno napajanje je napajanje nizkonapetostne električne inštalacije iz omrežja ali drugih virov, ki zagotavlja njeno namensko delovanje.
- (18) Splošna ali normalna razsvetljava je običajno uporabljena razsvetljava, ki se napaja iz osnovnega vira.
- (19) Zasilna razsvetljava/nujnostna razsvetljava je namenjena za uporabo, ko odpove napajanje normalne razsvetljave (IEC 60050-845).
- (20) Razsvetljava za umik, evakuacijska razsvetljava je tisti del zasilne/nujnostne razsvetljave, ki naj zagotavlja učinkovito oznako in uporabo poti za umik (IEC 60050-845).
- (21) Varnostna razsvetljava je tisti del zasilne/nujnostne razsvetljave, ki naj zagotavlja varnost ljudem, vpletenim v potencialno nevaren proces (IEC 60050-845).
- (22) Nadomestna razsvetljava je tisti del nujnostne razsvetljave, ki naj omogoča, da se normalne dejavnosti nadaljujejo bistveno nespremenjene (IEC 60050-845).
- (23) Temeljsko ozemljilo je prevodni del (ozemljitvenega sistema), zakopan v zemljo pod temeljem stavbe ali, bolje, vgrajen v betonski temelj stavbe, navadno v obliki sklenjene zanke (obročja) (SIST IEC 60050-826)
- (24) Glavna izenačitev potencialov električna povezava med tujimi prevodnimi deli, s katero se doseže enakost potencialov, ki bi lahko ob izrednih dogodkih prišli pod napetost z namenom preprečitve električnega udara.
- (25) Preostali tok – algebraična vsota vrednosti električnih tokov v vodnikih pod napetostjo v istem času v dani točki električnega tokokroga v električni inštalaciji, prej diferenčni tok (SIST IEC 60050-826).
- (26) Uhajavi tok – električni tok po neželeni prevodni poti pri normalnih obratovalnih pogojih (SIST IEC 60050-826).
- (27) Dodatna izenačitev potencialov – električna povezava med tujimi prevodnimi deli, ko je za zagotavljanje varnosti to potrebno in s katero se doseže enakost potencialov med dostopnimi tujimi prevodnimi deli znotraj prostora z namenom preprečitve električnega udara.
- (28) Ustrezni ukrep, preskus ali izvedba – je ukrep za vsak posamezen primer, ki zagotavlja izpolnitev pogojev in zahtev, določenih v veljavnih tehničnih predpisih, standardih, tehničnih smernicah in navodilih proizvajalcev.
- (29) Zahtevne nizkonapetostne električne inštalacije so inštalacije, ki so nameščene v objektih z eksplozijsko ogroženimi prostori, prostori z lastno transformatorsko postajo ali lastnim virom električne energije in v objektih v zaščitnem nivoju I in II zaščite pred delovanjem strele.
- (30) Manj zahtevne nizkonapetostne električne inštalacije so inštalacije, ki ne sodijo v skupino zahtevnih nizkonapetostnih električnih inštalacij (SIST EN 60079-18).
- (31) Razdelilnik – Sestav nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav (SIST EN 61439)

- (31) Izvajalec pregleda ali preglednik je posameznik s pridobljeno nacionalno poklicno kvalifikacijo ali potrdilom o usposobljenosti, kot določa Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah.
- (33) Preverjanje izvedbe je postopek s pregledom, preskusom in meritvami, s katerim ugotavljamo izpolnitev pogojev in zahtev za vsak posamezen primer, ki so določeni v veljavnih tehničnih predpisih, standardih, tehničnih smernicah in navodilih proizvajalcev.
- (34) Prvo preverjanje je preverjanje novo izvedenih nizkonapetostnih električnih inštalacij in ga izvaja izvajalec pregleda (preglednik).
- (35) Redno preverjanje na obstoječih nizkonapetostnih električnih inštalacijah je preverjanje v rokih, zahtevanih s predpisi.
- (36) Vzdrževalno preverjanje in preverjanje po popravilu in spremembi so redna preverjanja in izredni pregledi po poškodbah, popravilih in obnovah nizkonapetostnih električnih inštalacij, ki lahko vplivajo na varnost delovanja.
- (37) Značilnost napajalne napetosti – opredeljeno v SIST EN 50160 – se navezuje na frekvenco, velikost in obliko vala ter simetrijo trifaznega napetostnega sistema.
- (38) Zaščitna ozemljitev je ozemljitev točke ali točk v sistemu ali v nizkonapetostni električni inštalaciji ali opremi, namenjena električni varnosti (SIST IEC 60050-826).
- (39) Obratovalna ozemljitev je funkcijska in zaščitna ozemljitev točke ali točk v elektroenergetskem sistemu (IEC 60050-604 Proizvodnja, prenos in distribucija elektrike).
- (40) Združena ozemljitev je ozemljitev, pri kateri sta povezani obratovalna in zaščitna ozemljitev.
- (41) Naznačena vrednost (napetosti, toka...) je vrednost, ki jo proizvajalec označi na napravi ali v napravi pripadajočem navodilu.
- (42) Napetost med linijskima vodnikom je napetost, ki se pojavi med dvema linijskima vodnikoma na podanem mestu električnega tokokroga (prej tudi medfazna napetost) (SIST IEC 60050-826).

## ■ 1. NAMEN IN PODROČJE UPORABE

- (1) Ta tehnična smernica za zagotavljanje varnosti nizkonapetostnih električnih inštalacij, njihove kakovosti in usklajenosti z elektroenergetskim sistemom (če obstaja) in določa:
1. lastnosti in karakteristike nizkonapetostnih električnih inštalacij, naprav in opreme za izvajanje električnih inštalacij,
  2. pogoje in zahteve za izvajanje in uporabo nizkonapetostnih električnih inštalacij,
  3. označevanje in zaznamovanje naprav, opreme in električnih inštalacij, ki imajo pri uporabi vpliv na varnost življenja in zdravja 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 avtodome,
  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 eksplozivov,
  9. električne ograje,
  10. električno opremo strojev, razen za stroje, ki zagotavljajo obratovanje objekta in so podaljšek električnih inštalacij z upoštevanjem zahtev SIST EN 60204-1,
  11. določene vrste inštalacij dvigal.
- (3) Ta tehnična smernica se uporablja za nizkonapetostne električne inštalacije celotnega objekta oziroma za vsako zaključeno celoto električnega inštalacijskega sistema ter tudi po spremembah, rekonstrukcijah in popravilih le dela električnega inštalacijskega sistema, če le-ta tvori zaključeno celoto.
- (4) Določbe te smernice se smiselno uporabljajo za vse vrste nizkonapetostnih električnih inštalacij, kot je na primer proizvodnja in raba električne energije in druge posebne vrste nizkonapetostnih električnih inštalacij, razen če z drugimi predpisi ni drugače določeno.



## 2. VRSTE SISTEMOV ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

(1) V sistemih električnih inštalacij se uporabljajo naslednji simboli, ki pomenijo:

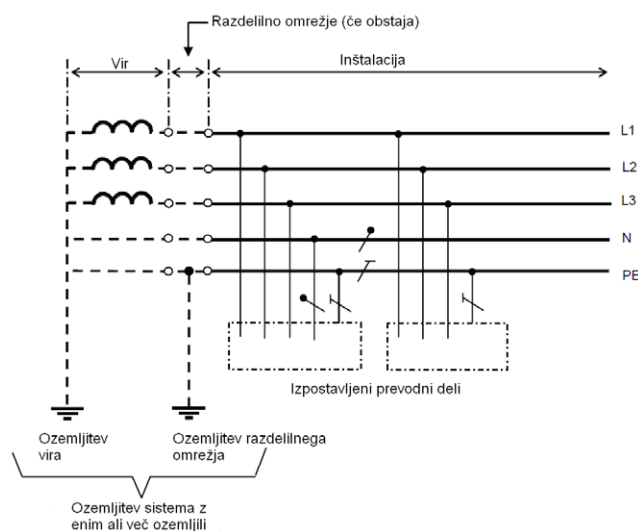
1. Prva črka - odnos sistema proti zemlji:
  - a. **T** – neposredna povezava z zemljo v eni točki,
  - b. **I** – vsi vodniki pod napetostjo so izolirani proti zemlji ali pa je ena točka povezana z zemljo po impedanci,
2. Druga črka - odnos izpostavljenih prevodnih delov električne inštalacije proti 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. Naslednje črke (če obstajajo) – razporeditev 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** – linijski vodniki v izmeničnem sistemu,
8. **M** – srednji vodnik v enosmernem sistemu,
9. **L+, L-** – linijska vodnika v enosmernem sistemu.

(2) Glede na število vodnikov pod napetostjo se sistemi električnih inštalacij delijo na:

1. enofazne izmenične sisteme z dvema vodnikoma, (L-N ali L-PEN ali L1-L2),
2. enofazne izmenične sisteme s tremi vodniki (L-N-PE),
3. dvofazne izmenične sisteme s tremi vodniki (L1-PE-L2, L1-PEN-L2),
4. dvofazne izmenične sisteme s 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-PEN),
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.

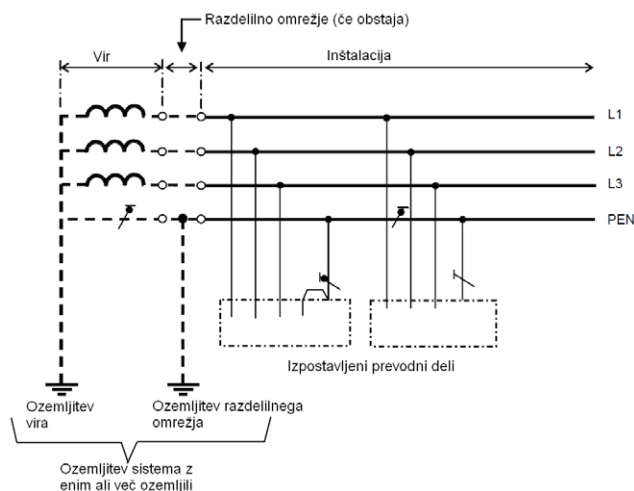
(3) Tipi sistemov v izmeničnih napajalnih sistemih so:

1. Sistem **TN**, v katerem sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni. Glede na način izvedbe zaščitnega in nevtralnega vodnika ločimo tri pod sisteme:
  - Sistem **TN-S**, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik ločena. Ločena morata biti vedno, kadar je prerez vodnikov manjši od 10 mm<sup>2</sup> Cu oziroma 16 mm<sup>2</sup> Al (slika 1).



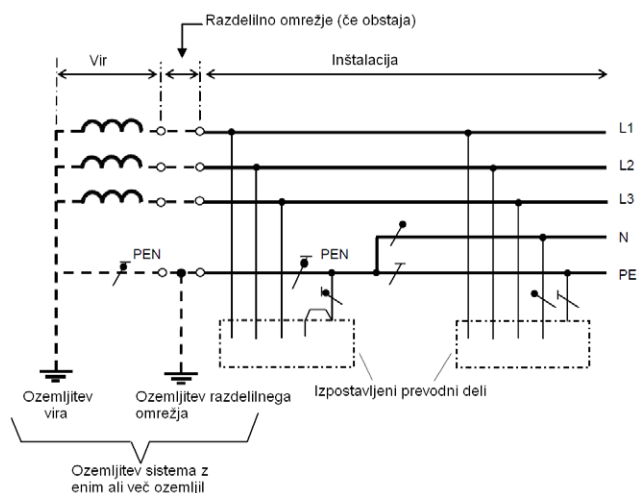
Slika 1: Sistem TN-S z ločenima nevtralnim in zaščitnim vodnikom v celotnem sistemu (SIST HD 60364-1: 2008, slika 31A1)

- Sistem **TN-C**, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik združena v nevtralnem vodniku z zaščitno funkcijo (PEN), kadar je prerez vodnikov enak ali večji od 10 mm<sup>2</sup> Cu oziroma 16 mm<sup>2</sup> Al (slika 2).



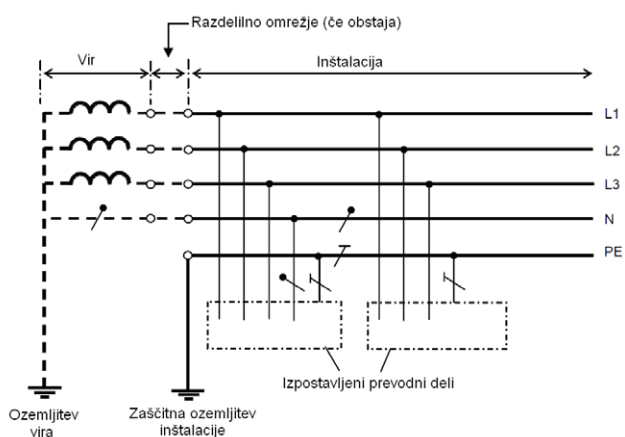
Slika 2: Sistem TN-C z združenima funkcijama nevtralnega in zaščitnega vodnika v enem vodniku v celotnem sistemu (SIST HD 60364-1: 2008, slika 31C1)

- Sistem **TN-C-S**, 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 (slika 3).



Slika 3: Sistem TN-C-S v trifaznem štirivodnem sistemu: vodnik PEN je na poljubnem mestu inštalacije ločen v zaščitni vodnik (PE) in nevtralni vodnik (N), (SIST HD 60364-1: 2008, slika 31B1)

2. Sistem **TT**, v katerem sta zaščitna in obratovalna ozemljitev ločeni. Zaščitna ozemljitev mora biti pri objektu, za obratovalno ozemljitev pa se sme preko vodnika N uporabiti ozemljitev v transformatorski postaji, ko se nizkonapetostna električna inštalacija priključuje na razdelilno omrežje. Če to ni dovolj ali pa tako zahteva sistemski operater distribucijskega omrežja, je treba obratovalno ozemljitev izvesti pri objektu, ločeno od zaščitne ozemljitve (slika 4).

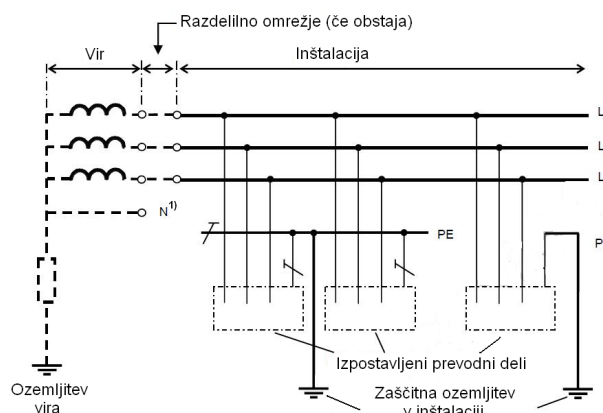


Slika 4: Sistem TT z ločenima nevtralnim in zaščitnim vodnikom v celotni inštalaciji (SIST HD 60364-1: 2008, slika 31E1)

3. Sistem **IT** ima vse dele pod napetostjo izolirane od zemlje ali ozemljene preko visoke impedance, ki mora biti dovolj visoka, da pri prvi okvari steče le majhen tok, ki okvaro samo zazna 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 (slika 5).

- (4) Nevtralni vodnik je v inštalaciji lahko prisoten, ni pa obvezen



Slika 5: Sistem IT z vsemi izpostavljenimi prevodnimi deli, medsebojno povezanim z zaščitnim vodnikom, ki je skupinsko ali posamično ozemljen (SIST HD 60364-1: 2008, slika A.31G2)

- (5) Drugi izmenični in enosmerni sistemi in podsistemi glede ozemljitve napajalnih sistemov so opredeljeni v standardu SIST HD 60364-1.

### 3. ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE IN IZVEDBO NIZKONAPETOSTNIH ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

#### 3.1 Splošno

- (1) Za gospodarno in zanesljivo projektiranje sistema električnih inštalacij je treba določiti največjo inštalirano moč, pri čemer se upošteva faktor istočasnosti.
- (2) Pri projektiranju sistema in izbiri elementov električnih inštalacij je treba v skladu s standardom SIST HD 60364-1 oziroma SIST HD 60364-5-51 upoštevati tudi naslednje zunanje vplive okolja:
  1. temperaturo okolice,
  2. atmosfersko vlažnost,
  3. nadmorsko višino,
  4. prisotnost vode,
  5. prisotnost tujih trdnih teles,
  6. prisotnost korodirajočih ali onesnažujočih snovi,
  7. mehanske obremenitve,
  8. vibracije,
  9. prisotnost flore in/ali gliv,
  10. prisotnost favne,
  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 se nahaja sistem električnih inštalacij.
- (3) Vsaka inštalacija mora biti razdeljena na več tokokrogov zaradi omejevanja škodljivih posledic ob okvari, olajšanja preverjanja, preizkušanja 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 toke, enosmerne komponente, visokofrekvenčna nihanja, uhajave toke, potrebo po dodatni povezavi z zemljo, itd., ne povzročajo motenj ali škodljivih učinkov drugi inštalaciji ali drugi električni opremi.
- (5) Med električnimi in drugimi inštalacijami (voda, kanalizacija, plin, ogrevanje/hlajenje, varnostne inštalacije,

telefonija, informacijske inštalacije, itd...) mora biti razmik v skladu s posebnimi veljavnimi predpisi za posamezne specifične inštalacije, oziroma najmanj tolikšen, da vzdrževanje ene inštalacije ne ogroža druge.

- (6) Sistem električnih inštalacij ne sme biti pod drugimi inštalacijami, na katerih se lahko nabira tekočina (kondenz), razen če so uporabljeni dodatni zaščitni in varnostni ukrepi, s katerimi se prepreči negativen vpliv okolja.
- (7) Dovoljeni padec napetosti od napajalne točke na nizkonapetostnem javnem omrežju do katerekoli točke električne inštalacije je 3 % za tokokroge razsvetljave in 5 % za tokokroge drugih porabnikov.

Če se nizkonapetostna električna inštalacija napaja iz transformatorske postaje, priključene na SN 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 električnih inštalacijah, ki so daljši od 100 m, se dopustni padec napetosti lahko poveča za 0,005 % za vsak meter nad 100 m dolžine, vendar za največ 0,5 %.

- (8) Za vsako nizkonapetostno električno inštalacijo je treba oceniti pogostost in obseg potrebnega vzdrževanja, pri čemer se morajo upoštevati predpisani periodični pregledi, preskusi, vzdrževanje in popravila, za katere se domneva, da bodo nujni v predvideni življenjski dobi inštalacije, učinkovitost varnostnih zaščitnih ukrepov v tem času in zanesljivost opreme, s katero se doseže pravilno delovanje v predvidenem obdobju.

#### 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 HD 60364-5-51.
- (2) Spoj vodnika z drugo električno opremo mora imeti stopnjo zaščite najmanj IP 2X ali IP XXB.
- (3) Sistem električnih inštalacij v bližini grelnega sistema mora biti zaščiten s toplotno izolacijo ali z zasloni.
- (4) Izolirani vodniki in kabli se smejo spajati samo v inštalacijskih dozah električne inštalacije, kabelskih spojkah ali električnih razdelilnikih. Ob spojih vodniki ne smejo biti izpostavljeni nateznim ali upogibnim silam.

- (5) Vodniki inštalacijskega sistema morajo biti na izhodih in vhodih v/ali iz sten 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 podaja tabela 1.

Tabela 1: Razdalja med izolatorji

Razpetje (m)	Vodoravno (cm)	Navpično (cm)
do 2	5	10
2 do 4	10	15
4 do 6	15	20
nad 6	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 biti najmanj 2 cm, v vlažnih prostorih in na prostem pa 5 cm.

### 3.2.2

#### Način napeljave/položitve vodov

- (1) Električna inštalacija praviloma ne sme biti v istem kanalu z drugimi inštalacijami. Če je v istem kanalu, jo je treba zaščititi pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja ali z uporabo izolacije razreda II (dvojna izolacija) ter z ustrezno zaščito pred 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 zdrži preizkusno 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 za pripadajoči tokokrog.
- (4) Vodniki v električnih inštalacijah v podometni in nadometni izvedbi morajo biti napeljeni vzporedno z robovi prostora (vodoravno ali navpično); vodoravno: 30 cm do 110 cm od tal in 200 cm od tal do stropa, navpično pa najmanj 15 cm od robov oken in vrat.
- (5) 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/mm<sup>2</sup> skupnega prereza za baker oziroma 30 N/mm<sup>2</sup> skupnega prereza za aluminij.

- (6) Kable je dovoljeno polagati na stene, če imajo izolacijo iz termoplastičnih materialov s polnilom in plaščem, če se polagajo na objemke in če so od tal do višine 2 m dodatno zaščiteni.
- (7) Kabli, položeni neposredno v omet ali steno, morajo biti po vsej dolžini pokriti z ometom debeline najmanj 4 mm.
- (8) 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.
- (9) 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 tlačno obremenjeno površino, oziroma pod pogoji upravljavcev infrastrukture. Globina je lahko manjša, vendar le v primeru dodatnih zaščitnih ukrepov pred mehanskimi obremenitvami in drugimi vplivi.

### 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 SIST HD 60364-5-52 s poudarkom upoštevanja izpostavljenosti izolacije termičnim učinkom trajno dovoljenega toka in zunanjih vplivov v času obratovanja.
- (2) Pri dimenzioniranju vodnikov in kablov je treba upoštevati, da znaša najvišja temperatura okolice za:
- izolirane vodnike in kable v zraku ne glede na način polaganja 30 °C,
  - 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:
- Polivinilklorid (PVC) 70 °C na vodniku,
  - Omrežni polietilen (XLPE) ali etilen propilen guma (EPR) 90 °C na vodniku,
  - Mineralna (obdana s PVC ali brez, dostopna za dotik) 70 °C na plašču,
  - Mineralna (nepokrita in nedostopna za dotik ter ni v stiku z vnetljivo snovjo) 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 linijskega vodnika v inštalacijah z bakrenimi vodniki

- prereza do vključno 16 mm<sup>2</sup>, in v inštalacijah z aluminijastimi vodniki prereza do vključno 25 mm<sup>2</sup>. Prerez nevtralnega vodnika po katerem tečejo višji harmonski tokovi se določa po SIST HD 60364-5-52.
- (6) Prerez vodnikov v stalnih električnih inštalacijah ne sme biti manjši od 1,5 mm<sup>2</sup>, če so bakreni, oziroma 2,5 mm<sup>2</sup>, če so aluminijasti (to pa ne velja za vodnike v razdelilnikih).
  - (7) Za krmilne in signalne tokokroge je dovoljen najmanjši prerez vodnika 0,5 mm<sup>2</sup>.
  - (8) Najmanjši prerez zaščitnega vodnika mora biti skladen z impedanco okvarne zanke in
    1. pri izvedbi zaščite s samodejnim odklopom napajanja ob okvari, katerega čas ne presega 5 s, ustrezati efektivni vrednosti toka zemeljskega stika ali efektivni vrednosti toka zemeljskega stika pri pojavu prve okvare v sistemu IT, ki teče skozi zaščitno napravo, če je impedanca zanemarljiva,
    2. času delovanja zaščitne naprave ob upoštevanju omejitev toka z impedancami električnega tokokroga in možnosti omejitve (jouski integral) zaščitne naprave,
    3. 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:
    1. izoliran, mehansko nezaščiten vod s presežkom 16 mm<sup>2</sup> Cu ali Fe,
    2. neizoliran vod s presežkom 25 mm<sup>2</sup> Cu, ali 50 mm<sup>2</sup> Fe - vroče pocinkan,
    3. trak s presežkom 100 mm<sup>2</sup> Fe - najmanjše debeline 3 mm - vroče pocinkan.
  - (10) Za ozemljitvene vode se lahko uporabijo tudi vodniki, ki so ekvivalentni vodnikom, navedenim v prejšnjem odstavku.
  - (11) Podrobnejše zahteve za izvajanje ozemljitev opisuje standard SIST HD 60364-5-54.
  - (12) Spoji ozemljilnih vodov in ozemljil morajo biti izvedeni s standardiziranimi spojnimi elementi v skladu s Tehnično smernico TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele.

### 3.3 Stikalne in zaščitne naprave

#### 3.3.1

##### Stikalne naprave

- (1) Stikalne naprave ne smejo prekinjati zaščitnega vodnika.
- (2) Pri večpolnih stikalnih napravah se morajo kontakti linijskih vodnikov sočasno mehansko stakniti ali ločiti. Isto velja za nevtralni vodnik, pri katerem pa nevtralni vodnik ne sme biti prekinjen, ko so linijski vodi sklenjeni.

- (3) Enopolna stikalna naprava v večfaznem tokokrogu ne sme biti vgrajena v nevtralni vodnik, razen če je na napajalni strani zaščitna naprava na preostali/diferenčni tok, ki pri okvari avtomatično odklopi vse napajalne vodnike.

#### 3.3.2

##### Zaščitne naprave

- (1) V sistemu TN mora biti nadtokovna zaščitna naprava, ki je namenjena za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja, priključena 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 preostali/diferenčni tok, ki se uporablja za zaščito pred posrednim dotikom, mora zagotoviti izklop vseh napajalnih vodnikov.
- (3) V sistemu TN-S nevtralnega vodnika ni treba prekiniti, razen v električnih inštalacijah v eksplozijsko ogroženih okoljih, kjer je treba ločiti tudi nevtralni vodnik.
- (4) Zaščitni vodnik ne sme biti napeljan skozi magnetni krog zaščitne naprave na preostali/diferenčni tok.
- (5) Zaščitna naprava na preostali/diferenčni tok za zaščito pred posrednim dotikom ne sme delovati na preostali/diferenčni tok, ki se pojavlja med normalnim obratovanjem.
- (6) Zaščitna naprava na preostali/diferenčni tok v tokokrogu brez zaščitnega vodnika se ne šteje za zadostno zaščito ob okvari.
- (7) Če se v sistemu TT uporablja za zaščito ena zaščitna naprava na preostali/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 sprožnika.
- (11) V sistemih električnih inštalacij se mora z ustrezno izbiro zaščitnih naprav zagotoviti selektivnost zaščite.
- (12) Omejilnik toka (tarifni odklopnik) se v sistemih električnih inštalacij lahko uporablja kot tarifni omejevalnik toka. Če naprava združuje funkcije za zaščito pred električnim udarom in nadtokom, pa se lahko uporabi samo, kadar zanj obstaja dokument o skladnosti s predpisi in standardi za zaščitne naprave za zaščito pred



električnim udarom in nadtokom in če izpolnjuje tudi pogoje glede izklopne zmogljivosti za preobremenitev in kratkostični tok na mestu vgradnje.

- (13) Če je zaščitna naprava na preostali/diferenčni tok vgrajena v nadtokovno zaščitno napravo ali je v kombinaciji z njo, mora karakteristika take zaščitne naprave poleg pogojev za naznačeni tok izpolnjevati tudi pogoje glede izklopne zmogljivosti za preobremenitev in kratkostičnega toka.
- (14) Če zaščitna naprava na preostali/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 preostali/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 močnostnih kondenzatorjev

- (1) Za močnostne kondenzatorje se morajo uporabiti posebej za ta namen predvidene stikalne aparate, ki morajo zagotoviti, da se pri njihovem delovanju ali rokovanju ne more pojaviti ponoven vžig obloka na kontaktih stikalnega aparata, ki povzroči visoke prenapetosti. Če se premikajo kontakti pri odpiranju in zapiranju ročno, je treba omogočiti čim hitrejše ravnanje s stikalom.
- (2) Vklopne in zaščitne naprave ter spoji močnostnih 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 močnostnih kondenzatorjev je treba upoštevati, da imajo višje harmonske komponente, če obstajajo, zaradi »skin efekta« večji toplotni učinek od ustrezne osnovne komponente.
- (4) Pri vklopnih in zaščitnih napravah ter spojih močnostnih kondenzatorjev je treba upoštevati tudi prehodne pojave s tokom z veliko amplitudo in frekvenco, ki nastanejo ob vklopu skupine kondenzatorjev vzporedno z drugimi skupinami, ki so pod napetostjo.

## 3.4 Naprave za izklop in krmiljenje

### 3.4.1

#### Splošno

- (1) Projektant električnih inštalacij mora v skladu s požarno študijo za zahtevne stavbe predvideti na dostopnem

mestu napravo za izklop električne inštalacije v izrednih primerih.

- (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 ali obremenitve določenega dela električne inštalacije; izvedba mora preprečiti nenameren izklop.

### 3.4.2

#### Naprave za izklop

- (1) Izklop krmilnega tokokroga motornega pogona je dovoljen le, če se pred nenadzorovanim izklopom uporabi dodatna zaščita z zaklepanjem.
- (2) Izklop v sili mora biti izveden z eno stikalno napravo oziroma se mora prekinitve sprožiti z enkratnim delovanjem.
- (3) Izklop v sili mora biti izveden s stikalom v glavnem tokokrogu ali s krmilnim stikalom v krmilnem ali pomožnem tokokrogu.
- (4) Izklop tokokroga in ustavitve 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/nuji mora prenesti prekinitve toka celotne obremenitve, tudi morebitne toke zavrtih motorjev.
- (6) Elementi (pritisna tipka, ročica), ki se uporabljajo za izklop v sili/nuji, morajo biti rdeče barve, čelna plošča pa rumene barve. Biti morajo lahko dostopni, se zapahnuti in biti vidno označeni z O ali STOP. Sprostitev elementa za izklop ne sme ponovno vključiti električne inštalacije.
- (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 nesamodejnim 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 sistemu TN-C se ne sme ločiti ali prekiniti PEN-vodnika;
  3. V sistemih TN-S in TN-C-S ni treba ločevati ali prekinjati nevtralnega vodnika N.

### 3.4.3

#### Naprave za krmiljenje

- (1) Naprave za funkcionalno krmiljenje morajo ustrezati najtežjim pogojem okolja. Uporablja se lahko stikalo, polprevodniška naprava, odklopnik, kontaktor, rele in vtičnica do 16 A. Ne sme se uporabljati ločilnika, varovalke in premostitvene spojnice.
- (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 znižanjem in izpadom napetosti se mora vgraditi, kadar lahko znižanje, izpad ali ponovna vzpostavitev napetosti povzroči nevarnost za ljudi ali opremo.
- (5) Naprava za zaščito pred znižanjem in izpadom napetosti sme delovati z zakasnitvijo, če zaščiteni aparat prenese kratkotrajno prekinitev ali znižano napetost. Če se uporabljajo kontaktorji, zakasnitev ne sme preprečiti takojšnjega izklopa s krmilno ali zaščitno napravo.
- (6) Naprava za podnapetostno zaščito mora biti nameščena v tokokrogih za napajanje motorjev, pri katerih je lahko nevaren ponovni zagon po ustavitvi zaradi delovanja zaščite.
- (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 sistemih TN se pri tem ne smejo ločevati.
- (8) 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 koncu zaviranja preprečiti vrtenje v nasprotni smeri.

### 3.5. Varnostni sistemi

Varnostni sistem - so v sistemu električnih inštalacij tiste naprave in napeljave, ki morajo delovati pri nastanku izrednih dogodkov (požar, vlom, prisotnost plina, itd).

#### 3.5.1

##### Splošno

- (1) Tokokrogi varnostnih sistemov morajo biti ločeni od drugih tokokrogov z negorljivimi izolirnimi materiali, z napeljavo druge ali z 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.
- (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 ob izrednih dogodkih, posebej pri nastanku požara, morajo imeti zagotovljeno napajanje z električno energijo za določeni čas, oprema pa mora biti izvedena ali postavljena tako, da je določen čas odporna proti ognju.
- (2) Kot napajalni viri v varnostnih sistemih, ob izpadu električne energije, se lahko uporabijo akumulatorji, primarni členi celice in baterije, generatorski agregati, neodvisni od normalnega napajanja, in posebni napajalni vodi, ki so popolnoma neodvisni od normalnega napajanja.
- (3) Ob izpadu električne energije je upravljanje napajanja varnostnega sistema ročno, kadar vir vključi operater, ali samodejno, ki je neodvisno od operaterja. Glede na začetek delovanja po izpadu omrežne napetosti se samodejni način napajanja deli na:
  1. neprekinjeno samodejno varnostno napajanje, ki zagotavlja trajno napajanje pod določenimi pogoji tudi v času prehodne periode izpada omrežne napetosti, npr. pri kolebanju napetosti in frekvence;
  2. samodejno napajanje z zelo kratko prekinitvijo, ki se vzpostavi v 0,15 s;
  3. samodejno napajanje s kratko prekinitvijo, ki se vzpostavi v 0,5 s;
  4. samodejno napajanje s srednje dolgo prekinitvijo, ki se vzpostavi v 15 s.
 Podrobneje je opredeljeno v SIST HD 60364-1.
- (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 zaščita pred električnim udarom pa morata biti zagotovljeni ne glede na to, iz katerega vira se inštalacija napaja. Podrobneje je opredeljeno v SIST HD 60364-4-444.
- (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 druge oznake 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) mora biti barvno označen z rumeno-zeleno, zaščitno nevtralni vodnik (PEN) z rumeno-zeleno po vsej dolžini in z modrimi oznakami na priključkih, nevtralni vodnik pa z 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

#### 3.6.2 Napisne ploščice na razdelilnikih

- (1) Na zunanji strani razdelilnika mora biti ploščica z imenom proizvajalca, tipska oznaka ali identifikacijska številka, oznaka uporabljenega sistema (TT, TN, IT...). Oznake morajo ustrezati določbam SIST EN 61439-1.
- (2) Napisne ploščice morajo biti nameščene tako, da so vidne in berljive tudi po montaži in ves čas uporabe razdelilnika,
- (3) V električnem razdelilniku mora biti na napisni ploščici oziroma v dokumentaciji razdelilnika ali električni ali drugi shemi, ki se nahaja v njem, navedena:
  1. vrsta napetosti (in frekvenca v primeru izmenične napetosti),
  2. naznačena obratovalna napetost,
  3. nazivna napetost izolacije,
  4. naznačena napetost pomožnih tokokrogov,
  5. meje obratovanja
  6. naznačen nazivni tok,
  7. naznačen nazivni tok vsakega tokokroga,
  8. kratkostična trdnost,
  9. stopnja zaščite (koda IP),
  10. ukrepi za zaščito pred električnim udarom,
  11. obratovalni pogoji za notranjo in zunanjo montažo ali za posebno uporabo, če se razlikujejo od normalnih obratovalnih pogojev,
  12. tip sistema ozemljitve, za katerega je razdelilnik predviden,

13. mere (predvsem višina, širina in globina),
14. masa.

- (4) Oznake oziroma napisne ploščice v električnih razdelilnikih morajo biti zaznamovane na trajen način in trajno pritrjene ter usklajene s tehničnimi podatki iz dokumentacije in navodili za obratovanje in vzdrževanje.
- (5) Oznake morajo omogočiti razpoznavanje posameznih tokokrogov in njihove zaščitne naprave znotraj razdelilnika.
- (6) Če so posamezne naprave v razdelilniku označene, morajo biti oznake identične oznakam v shemah delovanja.
- (7) V razdelilnikih morajo biti zaščitne stikalne naprave ali vsi njegovi elementi jasno označeni po namenu in tokokrogu, ki mu pripadajo.
- (8) Razdelilniki naj imajo dodatne oznake za posebne vrste namena napajanja.



## ■ 4. ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

### 4.1 Splošno

- (1) Zaščitni ukrep pred električnim udarom mora obsegati:
  - primerno kombinacijo ukrepa za osnovno zaščito in neodvisni ukrep za zaščito ob okvari, ali
  - povečan zaščitni ukrep, ki zajema hkrati osnovno zaščito in zaščito ob okvari.
- (2) Izbrani zaščitni ukrepi morajo biti upoštevani pri izbiri in postavitvi opreme. Posebno pozornost je treba posvetiti izbiri zaščitnih ukrepov v posebnih in specifičnih inštalacijah in/ali lokacijah.
- (3) Vsi zaščitni ukrepi morajo biti zasnovani in izvedeni tako, da bodo učinkoviti v predvidenem trajanju inštalacije, sistema ali opreme, če se uporabljajo za predvideni namen in so primerno vzdrževani.
- (4) Upoštevatvi je treba tudi okolje. Pozornost se posveti predvsem temperaturi okolice, klimatskim pogojem, prisotnosti vode, mehanskim obremenitvam, usposobljenosti oseb in območju dotika oseb ali živali z zemeljskim potencialom.
- (5) Če določenih pogojev zaščitnega ukrepa ni mogoče izpolniti, je treba uporabiti dopolnilne ukrepe tako, da je s celotno zaščito zagotovljena enaka stopnja varnosti.
- (6) Različni zaščitni ukrepi, uporabljeni v celotni inštalaciji, njenem delu ali opremi, ne smejo vplivati drug na drugega tako, da bi odpoved enega zaščitnega ukrepa škodljivo vplivala na druge ukrepe.
- (7) Zaščita pred električnim udarom se ne uporablja pri izvajanju električne inštalacije:
  - za podporne izolatorje nadzemnih inštalacijskih vodov in z njimi povezane kovinske dele,
  - za pribor za nadzemne inštalacijske vode, če je zunaj dosega roke,
  - za betonsko železo, če ni dostopno,
  - za izpostavljene prevodne dele majhnih dimenzij do največ 50 mm x 50 mm,
  - če so izpostavljeni prevodni deli zunaj dosega roke, zaščitni ukrep s povezavo na zaščitni vodnik pa je težko izvedljiv (npr. vijaki, kovice, kabelske objemke, napisne ploščice).
- (8) V vsakem delu inštalacije mora biti uporabljen en ali več zaščitnih ukrepov, odvisno od zunanjih vplivov. Projektant mora izbrati vrsto in izvedbo zaščite pred električnim udarom. Pri tem mora zlasti upoštevati:
  - temperaturo okolice,
  - klimatske pogoje,
  - prisotnost vode in prahu,
  - mehanske obremenitve,
  - usposobljenost oseb,
  - električno upornost človeškega telesa glede na vlažnosti kože zaradi zunanjih vplivov,

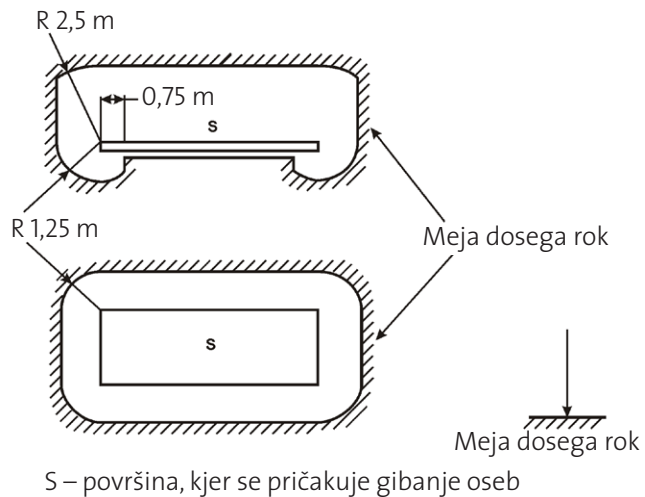
- dotik oseb s potencialom zemlje,
- izbiro opreme,
- druge lokalne pogoje in zunanje vplive,
- naravo opreme, ki se napaja z električno energijo,
- pogoje, ki jih narekuje specifičnost prostorov, v katerih so električne inštalacije in
- pogoje, ki jih poda sistemski operater, če se električna inštalacija priključi na distribucijsko omrežje.

### 4.2 Načini izvedbe zaščite

- (1) Zaščita naprav pred električnim udarom se izvaja s/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 obsegati kombinacijo dveh pogojev:
    - a. obstoj prevodne poti (okvarne zanke) in posledično okvarnega toka, odvisnega od vrste sistema (TN, TT ali IT) in pogojev javnega omrežja, ki jih je dolžan objaviti sistemski operater javnega omrežja,
    - 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 razreda II 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 stopnji zaščite IP 2X ali IP XXB,
  8. zaščito z ovirami, kjer so zgornje dostopne vodoravne ploskve najmanj v stopnji zaščite IP 4X,
  9. 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 izvajanju inštalacij, je treba z ustreznimi preskusi preveriti, ali je njena kakovost enaka kot pri kakovosti tovarniško izdelane opreme.
- (3) Zaščitna pregrada ali okrov se sme odstraniti samo s ključem ali orodjem po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ali pa če se pred njeno odstranitvijo vstavi druga, enakovredna pregrada.
- (4) Zaščita z ovirami mora preprečiti naključni dotik delov pod napetostjo pri rednem obratovanju. Ovire morajo biti tako pritrjene, da jih ni mogoče naključno odstraniti, se pa lahko odstranijo brez uporabe ključa ali orodja.

### 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 ne smejo biti v dosegu rok. Dva dela sta hkrati dostopna, če sta oddaljena manj kot 2,5 m.
- (2) Kot prostor dosega rok se šteje območje dotika z golimi rokami, brez pripomočkov.
- (3) V prostorih, kjer se dela z zelo dolgimi prevodnimi elementi, je treba razdalje dosega rok povečati glede na dolžine teh elementov.
- (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 dosega roke začne od te ovire.
- (5) V navpični smeri je prostor dosega rok 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 poučenim osebam, če so izpolnjeni naslednji pogoji:
  1. da nazivna napetost na takih mestih ne presega 1000 V izmenične napetosti ali 1500 V enosmerne napetosti
  2. da so taka mesta jasno in vidno označena s standardiziranimi znaki,
  3. da je po namestitvi in zaprtju vseh delov panoja zagotovljena tudi najmanjša širina prehoda pred ovirami ali ročicami naprav za upravljanje, ali med njimi in steno 0,7 m, in najmanjša višina prehoda 2 m,
  4. da so hodniki za vzdrževanje in upravljanje, ki so daljši od 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 služi samo za vzdrževanje, zagotovljena širina najmanj 1 m, pri tem pa morajo biti pred mestom, na katerem se opravljajo dela, nameščene pregrade. Če pregrad ni, mora biti najmanjša razdalja 1,5 m,
  2. v prehodih, ki se uporabljajo samo za upravljanje, mora znašati razdalja 1,2 m.
- (8) Če se prehod za upravljanje sočasno uporablja tudi za vzdrževanje, je treba pred začetkom del namestiti pregrade. Če pregrad ni, mora znašati razdalja najmanj 1,5 m.
- (9) Podrobneje so opredeljeni pogoji za zaščito s postavitvijo zunaj dosega rok v SIST HD 60364-4-41. (slika 6)



Slika 6: Postavitev zunaj dosega rok  
(vir: SIST HD 60364-4-41: 2007, slika B1)

### 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, kjer ima koža direkten dotik 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)
  2. PELV (Protective Extra Low Voltage - zaščita z zaščitno malo napetostjo)
- (3) 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.
- (4) Napajalni viri za zaščito SELV in PELV so:
  1. varnostni ločilni transformatorji,
  2. napajalni viri, ki dajejo isto varnostno raven kot varnostni ločilni transformatorji,
  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, ko je zagotovljeno, da pri neposrednem ali posrednem dotiku napetost na izhodnih sponkah brez zakasnitve pade pod ali na dovoljeno vrednost.

- (5) Tokokrogi za zaščito SELV in PELV morajo biti električno ločeni od višjenapetostnih tokokrogov, enakovredno električni ločitvi med primarnim in sekundarnim navitjem varnostnega ločilnega transformatorja.
- (6) Vodniki SELV in PELV zaščite 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.
- (7) Večžilni vodniki ali snop vodnikov ima lahko tokokroge različnih napetosti, če so vodniki tokokrogov zaščite SELV in PELV izolirani posamič ali skupaj za najvišjo napetost.
- (8) Če vrsta opreme tako zahteva, so lahko izjemoma izpostavljeni deli SELV sistema 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 izmenična napetost tokokroga višja od 25 V ali 60 V enosmerne napetosti brez valovitosti, se mora zaščita pred električnim udarom zagotoviti s pregradami ali okrovi, ki zagotavljajo najmanj stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki zdrži preskusno izmenično napetost 500 V v trajanju 1 minute.
- (9) V tokokrogih zaščite PELV se mora zaščita pred električnim udarom zagotoviti s pregradami ali okrovi, ki zagotavljajo najmanj stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB. Ta zaščita ni potrebna, če na opremo vpliva izenačitev potencialov in če nazivna izmenična napetost ne preseže 25 V ali 60 V enosmerne napetosti brez valovitosti. V vseh ostalih primerih se lahko oprema normalno uporablja v suhih pogojih, če nazivna napetost ne preseže 6 V izmenične ali 15 V enosmerne brez valovitosti.
- (10) Kadar se iz funkcionalnih razlogov uporablja FELV (Functional Extra Low Voltage – funkcionalna mala napetost) obratovalno malo napetost, ki ni zaščita, je treba pri njeni uporabi uporabiti ustrezen zaščitni ukrep za zaščito pred električnim udarom.

#### 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 takšno 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 samodejen odklop, da ni ogroženo zdravje ali življenje ljudi in živali.
- (3) Okvarna zanka v sistemu TN je galvanski tokokrog, ki obsega okvarjeni vodnik pod napetostjo in zaščitni vodnik, neposredno zvezan z nevtralno točko (PE- ali PEN-vodnik, odvisno od tega, če je sistem TN-S ali TN-C).
- (4) Ukrep za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se ne uporablja za dele inštalacij, kjer je nujnost napajanja bistvena in/ali kadar zaščita ni učinkovita.
- (5) Kjer je uporabljen zaščitni ukrep s samodejnim odklopom napajanja, se morajo v sistemu TN vsi izpostavljeni prevodni deli inštalacije povezati z ozemljitveno točko sistema z zaščitnim vodnikom. Običajno je to tudi nevtralna točka sistema.
- (6) V sistemu TN ustrezajo najdaljši odklopni časi, določeni v tabeli 2, zagotavljanju zaščite pred električnim udarom 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 presegati 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 tabeli 2,
  3. končne tokokroge, ki napajajo samo neprenosljivo opremo, če so priključeni na električni razdelilnik, na katerega so priključeni tokokrogi, za katere so zahtevani krajši odklopni časi po tabeli 2, s pogojem, da obstoji dodatna izenačitev potencialov.

Tabela 2: sistem TN (SIST HD 60364-4-41:2007, tabela 41.1)

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

- (7) Samodejni odklop napajanja zaradi delovanja zaščite ob okvari je v sistemu TN nujen tudi zaradi nevarnosti požara.
- (8) Zunaj območja vpliva glavne izenačitve potencialov v sistemu TN 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 sistema TT,
2. napajanje preko ločilnega transformatorja in
3. uporaba dodatne izolacije.

(9) Če v sistemu TN 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 preostali/diferenčni tok.

(10) Kadar lahko pride do stika med linijskim vodnikom in zemljo, tudi v primeru, če je inštalacijski sistem priključen na javno 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.

(11) V sistemih TN z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja se smejo za zaščito pred električnim udarom uporabljati naprave za nadtokovno zaščito in zaščitne naprave na preostali/diferenčni tok, pri čemer je treba upoštevati:

1. v sistemu TN-C, ki ima PEN vodnik, se zaščita zagotovi z nadtokovno zaščito.
2. če se za zaščito uporabi naprava na preostali/diferenčni tok, se vodnik PEN ne sme uporabiti na strani obremenitve naprave, ampak je treba izvesti TN-C-S sistem.
3. če se za zaščito uporabi naprava na preostali/diferenčni tok, se mora povezava izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom izvesti na napajalni strani.

(12) Ob uporabi naprave na preostali/diferenčni tok za samodejni odklop napajanja v sistemu TN-S, v tokokrogih zunaj vpliva glavne izenačitve potencialov, ni treba povezati izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom sistema TN pod pogojem, da so povezani z ozemljilom, ki ima upornost, prilagojeno obratovalnemu toku naprave na preostali/diferenčni tok. Tako zaščiten tokokrog se obravnava kot tokokrog v sistemu TT. To velja še posebej za električno opremo, ki se napaja iz vtičnic. Zanj se lahko uporabijo ločena ozemljila, kar pomeni ločen sistem TT, napajanje preko ločilnega transformatorja ali dodatno izolacijo.

(13) Vsi izpostavljeni prevodni deli v sistemu TT, ki se ščitijo skupaj z isto zaščitno napravo za samodejni odklop napajanja, se morajo medsebojno povezati z zaščitnim vodnikom na isto skupno ozemljilo.

(14) Za zaščito pred električnim udarom z uporabo zaščitnega ukrepa s samodejnim odklopom napajanja mora biti v sistemu TT izpolnjen pogoj, da vrednost zmnožka vsote upornosti izpostavljenih prevodnih delov in zaščitnega vodnika in vrednosti toka, ki zagotavlja delovanje zaščitne naprave ne preseže vrednosti dovoljene zgornje meje male napetosti glede na pogoje vplivov okolice.

Obratovalni čas zaščitnih naprav v končnih tokokrogih do vključno 32 A so podani v tabeli 3, pri vseh drugih tokokrogih pa ne sme presegati 1 sekunde.

Tabela 3: sistem TT (SIST HD 60364-4-41:2007, tabela 41.1)

Nazivna napetost proti zemlji $U_0$ (V)	T (s)
50 do 120	0,3
od 121 do 230	0,2
od 231 do 400	0,07
nad 400	0,04

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

(16) Ob uporabi sistema FELV se mora zaščita pred električnim udarom zagotoviti s:

1. povezavo izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom primarnega niskonapetostnega tokokroga, ki je zaščiten s samodejnim odklopom napajanja v predpisanem času,
2. povezavo izpostavljenih prevodnih delov z neozemljenim vodnikom za izenačitev potencialov primarnega niskonapetostnega tokokroga, ki je zaščiten z električno ločitvijo.

(17) Kadar se v sistemu TT 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 v času do 1 sekunde, 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.

(18) V sistemu TT je okvarna zanka sestavljena iz linijskega 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.

(19) Če se električna inštalacija s sistemom TT napaja iz niskonapetostnega javnega omrežja, za katerega upornost ozemljila nevtralne točke (obratovalna ozemljitev) ni znana, se lahko vrednost upornosti zaščitnega ozemljila inštalacijskega sistema dobi z meritvijo impedance okvarne zanke.



- (20) Za zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja se v sistemih TT lahko uporabljajo:
1. naprave na preostali/diferenčni tok v vseh primerih,
  2. naprave za nadtokovno zaščito v primeru dovolj nizke ozemljitvene upornosti,
  3. napetostne zaščitne naprave v posebnih primerih, kjer se druge naprave ne morejo uporabiti (npr. v sistemih enosmernega toka).
- (21) V sistemih IT mora biti inštalacija:
1. izolirana od zemlje ali
  2. povezana z zemljo preko dovolj velike impedance.
- (22) Da v sistemu IT pri prvi okvari ni potreben odklop električne inštalacije, mora biti okvarni tok med pojavom prve okvare na izolaciji omejen tako, da ni možen pojav nevarne napetosti dotika, ki bi bila višja od trajno dovoljene.
- (23) Po prvi okvari mora inštalacija s sistemom IT obratovati naprej kot inštalacija s sistemom TT in mora, skladno z določili zanj, delovati samodejni odklop napajanja, če se pojavi pred odstranitvijo prve okvare druga okvara ali če se pojavita dve okvari hkrati.
- (24) Povezava inštalacije sistema IT z zemljo preko impedan- ce se mora uporabiti predvsem tam, kjer se pričakujejo prenapetosti ali nihanja napetosti v inštalaciji zaradi resonance.
- (25) V večini primerov zadošča, da je vrednost ozemljilne impedance v sistemu IT reda 5 do 6- kratne napetosti med linijskima vodnikoma, izražene v  $\Omega$  (2,0 k $\Omega$  – 2,4 k $\Omega$  za napetost med linijskima vodnikoma 400 V), v vseh primerih pa je treba zagotoviti takšno vrednost ozemljilne impedance:
1. da se ne pojavijo nihanja napetosti,
  2. da je okvarni tok mogoče odkriti in
  3. da okvarni tok ne segreje zaščitnih vodnikov in oze- mljila čez dovoljene vrednosti.
- (26) Izpostavljeni prevodni deli v sistemu IT se morajo oze- mljiti 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 linijskim vodnikom in izpostavljenim prevodnim delom, ki upošteva uhajave toke in skupno ozemljitveno impedanco električne inštalacije, zagotavlja delovanje zaščitne naprave tako, da glede na pogoje vplivov oko- lice ne bo presežena vrednost dovoljene zgornje meje male napetosti.
- (27) Naprava za nadzor izolacije v sistemu IT, ki javi prvo okvaro dela pod napetostjo proti izpostavljenim pre- vodnim delom ali proti zemlji, mora oddati zvočni in/ ali vidni signal.
- (28) V električni inštalaciji z nevtralnimi vodnikom v sistemu IT 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 prerezov, ne teče skozi nevtralni vodnik večji tok, kot je glede na njegov prerez trajno dovoljen,
  2. da uporabljeni aparati niso izpostavljeni napeto- stim, večjim od njihove nazivne napetosti.
- (29) Ob prvi okvari v sistemu IT je treba upoštevati odvisnost pogojev za odklop napajanja pri drugi okvari od tega, ali so vsi izpostavljeni prevodni deli, medsebojno povezani z zaščitnim vodnikom, ozemljeni skupno, skupinsko ali posamezno:
1. pri posamezno ali skupinsko ozemljenih izpostavlje- nih prevodnih delih je treba zaščito pred električnim udarom izvesti v skladu z zahtevami za sisteme TT, le da ni treba ozemljiti nevtralne točke ali enega od linijskih vodnikov, če ni nevtralne točke transforma- torja ali generatorja,
  2. pri skupno ozemljenih izpostavljenih prevodnih delih je treba zaščito pred električnim udarom izvesti v skladu z zahtevami za sistem TN.
- (30) Kot zaščitne naprave se v sistemih IT uporabljajo napra- ve za nadzorovanje izolacije, za nadtokovno zaščito ali naprave na preostali/diferenčni tok. Podrobneje zaščito pred električnim udarom v sistemu IT opredeljuje SIST HD 60364-4-41

#### 4.6 Zaščita z uporabo naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo

- (1) Za preprečevanje električnega udara na izpostavljenih delih električnih naprav pri okvari osnovne izolacije se lahko kot zaščitni ukrep uporabijo naprave razreda II ali temu ustrezna izolacija.
- (2) Zaščita delov pod napetostjo z izolacijo mora preprečiti vsak dotik njimi. Trajno mora zdržati izolacija mehanske, kemične, električne ali toplotne vplive, ki jim je lahko izpostavljena. Če se izolacija namesti pri izvajanju inštalacij, je treba z ustreznimi preskusi preveriti, ali je njena kakovost enaka kakovosti tovarniško izdelane opreme.
- (3) Zaščitna pregrada ali okrov se sme odstraniti samo s ključem ali orodjem po odklopu napajanja delov pod napetostjo, ali pa če se pred njeno odstranitvijo vstavi druga, enakovredna pregrada.
- (4) Zaščita z ovirami mora preprečiti naključni dotik delov pod napetostjo pri rednem obratovanju. Ovire morajo biti tako pritrdjene, da jih ni mogoče naključno odstraniti, se pa lahko odstranijo brez uporabe ključa ali orodja.
- (5) 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 ostale 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 možna izdelava dvojne izolacije.
- (6) 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.
  - (7) 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 držijo predpisane mehanske, električne in toplotne obremenitve.
  - (8) Prevrleke z barvo, lakom in podobnimi materiali niso ustrezne za zaščito pred električnim udarom kot naprave razreda II, razen če uspešno prestanejo ustrezne tipske preskuse.
  - (9) Če izolirni okrov ni bil tipsko preskušen, je treba njegovo dielektrično trdnost preskusiti glede na razred izolacije.

#### 4.7 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 istočasno v dotik z dvema izpostavljenima prevodnima deloma, ali izpostavljenim prevodnim delom in katerikoli 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 dvema elementoma najmanj 2 m, ki se sme zmanjšati do 1,25 m zunaj območja dosega roke.

- (4) Zahteva za zaščito s postavitvijo v neprevodne prostore je pri uporabi opreme s samo osnovno izolacijo ustrezna tudi v primeru, če se postavijo učinkovite ovire med izpostavljene prevodne dele in tuje prevodne dele. Takšne ovire so dovolj učinkovite, če so v razdaljah, ki presegajo 2 m oziroma 1,25 m zunaj območja dosega roke. Ne smejo pa se ozemljiti ali povezati z izpostavljenimi prevodnimi deli in morajo biti, če je le mogoče iz izolirnega materiala.
- (5) Impedanca sten in tal mora biti za učinkovito zaščito pred električnim udarom s postavitvijo v neprevodne prostore na kateremkoli mestu:
  1. večja od 50 k $\Omega$ , če nazivna napetost inštalacije nižja ali enaka 500 V izmenične napetosti, sicer se štejejo stene ali tla za tuje prevodne dele glede zaščite pred električnim udarom,
  2. večja od 100 k $\Omega$ , če je nazivna napetost inštalacije višja od 500 V izmenične napetosti, sicer se štejejo stene ali tla 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 izolacijske upornosti izolacije tal in sten in 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 kasnejšega vnosa novih prevodnih delov, kot so gibljivi in prenosni aparati s povezavo na zaščitni vodnik ali prevodni elementi, kot so kovinske vodovodne cevi.

#### 4.8 Zaščita z električno ločitvijo

- (1) Zaščita pred električnim udarom z električno ločitvijo tokokroga inštalacije je namenjena preprečenju 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 izmenične napetosti,
3. tokokrog se mora napajati iz ločilnega transformatorja ali iz vira, ki zagotavlja varnostni nivo, enakovreden nivoju pri ločilnem transformatorju in katerega zahtevana dielektrična trdnost je preverjena z visokonapetostnim preskusom, (npr. motor – generator z enakovredno izoliranimi navitji),
4. prenosni ločilni viri zaščite z električno ločitvijo, priključeni na električno inštalacijo, 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 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 ne 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 zemeljskega stika, je zlasti treba 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 električne opreme, ki so pod napetostjo, kot so releji, kontaktorji, pomožna stikala itd., in katerimkoli delom drugega tokokroga,
9. vodi električno ločenih tokokrogov se morajo polagati posebej. Če to ni izvedljivo, se morajo uporabiti večžilni kabli 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, ne smejo biti izpostavljeni prevodni deli ločenega tokokroga 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, 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 polov dve okvari sočasno, mora zaščitna naprava prekiniti napajanje v 0,2 s.

## ■ 5. ZAŠČITNA IN OBRATOVALNA (FUNKCIJSKA) 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 predpisano z drugimi 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 zahteva).
- (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) Zaščitni vodnik sme biti povezan le s izpostavljenimi prevodnimi deli električnih naprav, katerih napajanje se pri pojavu okvare prekine z delovanjem zaščitne naprave pripadajočega tokokroga.
- (6) Če je združena funkcija zaščitne in obratovalne ozemljitve, je pri različnih zahtevah odločilna tista, ki se nanaša na zaščitno ozemljitev.
- (7) Če so na isto nizkonapetostno omrežje priključene nizkonapetostne inštalacije sistema TN in nizkonapetostne inštalacije sistema TT, mora ozemljitvena upornost združene ozemljitve ustrezati zahtevam sistema TN.
- (8) Z nadzorom neprekinjenosti zaščitne ozemljitve naprav 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 zemeljskostični in uhajavi tok lahko vedno tečeta brez nevarnosti glede toplotnih, termomehaničnih in elektromehaničnih obremenitev.
- (10) Zagotovljena morata biti trdnost in mehanska zaščita ozemljitvenega sistema v odvisnosti od ocenjenih zunanjih vplivov.
- (11) Za zaščitna in obratovalna ozemljila se smejo uporabljati:
  1. cevi ali palice,
  2. trakovi ali žice ali plošče,
  3. temeljsko ozemljilo,

4. kovinska armatura za prednapeti beton, če je premer palice večji od 10 mm,
  5. druge vkopane konstrukcije, razen cevododov za pretok vnetljive tekočine ali plina, centralno gretje ipd., kar pa ne izključuje izenačenja potencialov z drugimi sistemi.
- (12) Pri projektiranju ozemljil oziroma povezav z ozemljili in za opravljanje meritev je treba predvideti ločljivo zvezo – merilni spoj in:
- za meritev dostopne glavne zbiralke zaščitnih, ozemljitvenih in nevtralnih vodov,
  - v sistemu z več kot enim ozemljilom je treba za vsako ozemljitveno vejo predvideti na primerno dostopnem mestu priklop za najmanj ene tokovne klešče,
  - v urbanem okolju mora biti predvidena možnost za dvokleščno meritev na vsaki veji, pri tem mora biti omogočena razdalja najmanj 300 mm za uporabo ločenih tokovnih klešč na isti veji in pri tem en priklop tokovnih klešč, ki mora omogočiti enostavno objemanje veje ozemljila z dvojnimi tokovnimi kleščami debeline 60 mm in zunanjšega premera čeljusti 120 mm,
  - merilna mesta morajo biti tako zasnovana, da so dostopna tako za prevzemni preizkus kot tudi za redna preskušanja in preskušanje po vzdrževalnih delih ter popravilih.

### 5.2 Obratovalna (funkcijska) ozemljitev

- (1) Če je električna inštalacija priključena na distribucijsko omrežje, mora biti obratovalna (funkcijska) ozemljitev izvedena skladno z zahtevami systemskega operaterja distribucijskega omrežja v soglasju za priključitev. Če soglasje za priključitev obratovalne (funkcijske) ozemljitve ne zahteva, zadostuje za inštalacijo obratovalna (funkcijska) ozemljitev omrežja.
- (2) Kjer so v inštalaciji prisotni uhajavi toki, je temu ustrezno treba prilagoditi zaščito pred električnim udarom in izvesti ozemljitvene sestave. Neprekinjenost zaščitnih vodnikov takšnih ozemljitvenih sestavov se pregleduje in preskuša ob postavitvi in prevzemu inštalacije, periodično in po vsaki spremembi
- (3) Če se na električno inštalacijo, periodično in po vsaki spremembi inštalacije priključi elektronska oprema, je treba upoštevati, da filtri za zmanjšanje elektromagnetnih motenj lahko povzročijo velike uhajave tokove, zato je treba upoštevati, da pri prekinitvi zaščitne povezave z zemljo lahko pride do nevarnih napetosti dotika.
- (4) Kjer se v električni inštalaciji pojavljajo uhajavi toki, je treba zagotoviti, da uhajavi tok ne sproži zaščitno napravo na preostali/diferenčni tok, kadar je ta uporabljena za zaščito pred električnim udarom.



- (6) Za naprave z velikim uhajavim tokom se mora neprekinjenost ozemljitve preskusiti ob postavitvi in prevzemu inštalacije, periodično in po vsaki spremembi.

### 5.3 Zahteve za vodnike in elemente

- (1) V sistemih TN je lahko vloga zaščitnega in nevtralnega vodnika združena, če ima v trajno položenih inštalacijah zaščitni vodnik prerez enak ali večji od 10 mm<sup>2</sup> baker ali 16 mm<sup>2</sup> aluminij in če tisti del inštalacije ni zaščiten z zaščitno napravo na preostali/diferenčni tok.
- (2) Prerez zaščitnega vodnika mora biti enak prerezu vodnikov pod napetostjo, oziroma je pri prerezih nad 35 mm<sup>2</sup> Cu lahko polovičen v primerjavi s prerezom vodnikov pod napetostjo, pri čemer je treba upoštevati posebne razmere v inštalacijah, ki zahtevajo večje prerese.
- (3) PEN vodnik mora biti izoliran za najvišjo napetost, ki ji je lahko izpostavljen.
- (4) V notranjosti stikalnih naprav morajo biti posebne sponke za PE in N vodnik.
- (5) Zaščitni vodniki morajo biti zaščiteni pred mehanskimi in kemičnimi vplivi ter pred elektrodinamičnimi poškodbami.
- (6) Spoji 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.
- (7) V tokokrog PE oziroma PEN vodnika ne sme biti zaporedno vezano navitje naprave za nadzor neprekinjenosti ozemljitve ali stikalni aparati.
- (8) 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.
- (9) Kovinski neizolirani ali izolirani izolacijski kanali nekaterih električnih inštalacij, posebej zunanji izolacijski kanali, v katere so položeni kabli z mineralno izolacijo, kovinske izolacijske cevi in kovinski izolacijski kanali, se lahko uporabijo kot zaščitni vodnik ustreznega tokokroga, če izpolnjujejo pogoj iz prejšnjega odstavka.
- (10) 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 itd.), kovinske inštalacijske cevi ali inštalacijski kanali in določeni prevodni deli.
- (11) Tuji prevodni deli se smejo uporabiti kot zaščitni vodnik, če:

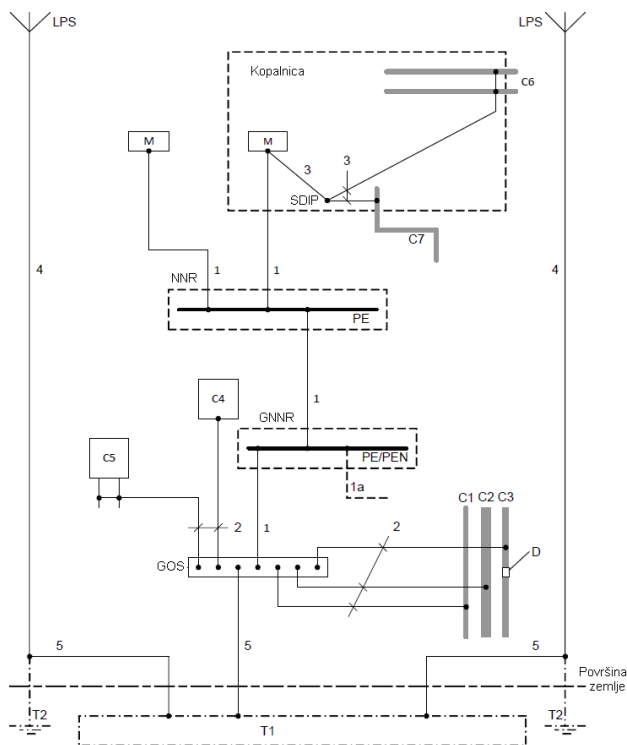
1. je njihova električna neprekinjenost zagotovljena s konstrukcijo ali galvanskimi zvezami tako, da je zavarovana pred mehanskimi, kemičnimi ali elektrokemičnimi poškodbami,
2. je njihova prevodnost najmanj enaka potrebnim prerezom zaščitnih vodnikov,
3. se ne morejo odmontirati, razen kadar so predvideni ukrepi za ustrezno zamenjavo, in
4. so projektirani in prilagojeni za ta namen.

Kovinske vodovodne cevi, plinske cevi, povezave kovinskih inštalacijskih cevi, sistem zbiralčnih 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.

- (12) Tuji prevodni deli, ki ne pripadajo tokokrogom električne inštalacije se ne smejo uporabiti kot PEN vodniki.

### 5.4 Polaganje ozemljilnega voda

- (1) Načini polaganja ozemljilnega voda in specifične izvedbe ozemljil se izvedejo v skladu s SIST EN 62305-3, SIST EN 62305-4 in SIST HD 60364-5-54 in tehnično smernico TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele.
- (2) Temeljsko ozemljilo se vgradi v zunanje stene temelja objekta v obliki sklenjenega obroča iz pocinkanega jeklenega traku prereza 100 mm<sup>2</sup> in najmanjše debeline 3 mm, ali iz polno pocinkanega jekla, železne armature ali nerjavnega jekla, če je premer palice večji od 10 mm. Trak je treba postaviti pokončno in zaliti v spodnjo plast betona z najmanj 300 kg cementa na 1 m<sup>3</sup> betona. Najmanjša debelina betona med ozemljilom in zemljo mora biti 10 cm.
- (3) 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 in jo je mogoče ločiti samo z orodjem.
- (4) Del ozemljitvenega voda nad zemljo mora biti zaščiten pred mehanskimi vplivi in korozijo ter viden. Če je pokrit, pa mora biti dostopen po vsej dolžini.
- (5) V inštalacijskih sistemih je treba upoštevati princip povezave ozemljitev in zaščitnih vodnikov na načine, prikazane v SIST HD 60364-5-54 (slika 7).



Oznake pomenijo:

- C Tuji prevodni del:
- C1 Zunanji kovinski vodovod
- C2 Zunanji dovod tople vode
- C3 Zunanji kovinski plinovod s izolirnim vložkom
- C4 Klima
- C5 Ogrevalni sistem
- C6 Kovinski vodovod, npr. v kopalnici
- C7 Kovinski vodovod za toplo vodo, npr. v kopalnici
- D Izolirni vložek
- GNNR Glavni razdelilnik
- NNR Razdelilnik
- GOS Glavna ozemljitvena sponka (zbiralka)
- SDIP Sponka (zbiralka) za dodatno izenačitev potencialov
- T1 Temeljsko ozemljilo ali ozemljilo v zemlji
- T2 Ozemljilo sistema zaščite pred delovanjem strele, če je potrebno
- LPS Sistem zaščite pred delovanjem strele
- PE Sponka (zbiralka) PE v razdelilniku
- PE/PEN Sponka (zbiralka) PE v glavnem razdelilniku
- M Izpostavljeni prevodni del
- 1 Zaščitni ozemljitveni vodnik
- 1a Vodnik PE ali vodnik PEN, če obstaja, iz napajalnega omrežja
- 2 Vodnik za izenačitev potencialov, za priključitev na glavno ozemljitveno sponko/zbiralko
- 3 Zaščitni vodnik za dodatno izenačitev potencialov
- 4 Odvodni vod zaščite pred delovanjem strele
- 5 Ozemljitveni vodnik

Slika 7: Ozemljitveni sistemi, zaščitni vodniki in vodniki za zaščitno izenačitev potencialov (SIST HD 60364-5-54: 2011, slika B54.1)

## 5.5 Glavna in dodatna izenačitev potencialov

### 5.5.1

#### Glavna izenačitev potencialov

- (1) Glavna izenačitev potenciala se izvede z galvanско povezavo vseh tujih prevodnih delov, ki ne pripadajo tokokrogom električne inštalacije, med seboj in z zaščitno ozemljitvijo.
- (2) Vodnik za glavno izenačitev potencialov mora medsebojno in z zaščitno ozemljitvijo povezati tuje prevodne dele v objektu:
  1. cevi in podobne kovinske konstrukcije znotraj objekta
  2. kovinske dele konstrukcij, centralne kurjave in klimatizacijskega sistema idr.
- (3) V sistemih TT in IT 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) Prez vodnikov za glavno izenačitev potencialov se določi po SIST HD 60364-5-54.
- (7) Prez 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.

### 5.5.2

#### Dodatna izenačitev potencialov

- (1) Dodatno izenačitev potencialov je kompenzacijski zaščitni ukrep, ki se mora uporabiti, če zaščitni pogoji za določen inštalacijski sistem niso ustrezni.
- (2) Dodatna izenačitev potencialov je potrebna v sistemih TN ali IT v zelo dolgih 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 v primeru, ko naprava, ki zagotavlja zaščito pred posrednim dotikom tokokroga ali opreme pri okvari izolacije, ne zagotavlja izklopa tokokroga v času, ki bi preprečil vzdrževanje napetosti:
  1. nad 50 V izmenične napetosti 15 – 1000 Hz (oziroma 24 V zaradi vlažne ali 12 V zaradi mokre kože v specifičnih pogojih okolja), ali

2. nad 120 V enosmerne napetosti, katere valovitost ne presega 10 % nazivne vrednosti (oziroma 60 V zaradi vlažne ali 30 V zaradi mokre kože v specifičnih pogojih okolja), oziroma
  3. nad 140 V najvišje temenske vrednosti enosmerne napetosti (oziroma 70 V zaradi vlažne ali 35 V zaradi mokre kože v specifičnih pogojih okolja).
- (5) Dodatna izenačitev potencialov mora obsegati vse hkrati dostopne izpostavljene prevodne dele pritrjene opreme in tuje prevodne dele in, kjer je mogoče, glavne kovinske betonske armature, uporabljene v objektu.
  - (6) 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 na preostali/ diferencialni tok.
  - (7) 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.

## 5.6 Napetost koraka in dotika

- (1) Napetost koraka in dotika je treba izmeriti na robovih enotno povezanih obsežnih ozemljitvenih sistemov v primeru, kot ga nakazuje deseti odstavek točke 4.5. oziroma v primeru visokih uhajavih tokov v ozemljitveni sistem. Napetost koraka in dotika se preračuna na najvišji tok, ki se lahko pojavi v takem sistemu in ne sme presegati konvencionalnih mej napetosti dotika, to je 50 V za sisteme izmenične napetosti in 120 V za sisteme enosmerne napetosti.
- (2) Projektant mora predvideti ukrepe za izogibanje problemu nevarne napetosti dotika oziroma koraka. Z meritvijo je treba preveriti ustreznost ukrepov.
- (3) Pri dodatno ugotovljenih nevarnostih zaradi previsoke napetosti koraka in dotika ob meritvi iz drugega odstavka določi projektant potrebne dodatne ukrepe.

## 6. ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVIJO VODNIKOV

### 6.1 Splošno

- (1) Vodniki pod napetostjo morajo biti pri preobremenitvi in kratkem stiku zaščiteni z eno ali več napravami za samodejno prekinitev napajanja.
- (2) Koordinacija zaščite pred preobremenitvijo vodnikov in kratkim stikom mora biti usklajena s SIST HD 60364-4-43.
- (3) Ni treba, da zaščita vodnikov pred preobremenitvijo ščiti opremo, ki je priključena na te vodnike, mora pa ščititi vodnike pred nadtoki, ki jih povzročijo okvarni toki zaradi okvare v napravah.
- (4) Naprave, ki zagotavljajo zaščito pred preobremenitvijo z nadtokom, morajo biti sposobne odklopiti vsak nadtok oziroma kratkostični tok, ki teče v vodnikih, preden le-ta povzroči segrevanje, škodljivo za izolacijo, spoje, sponke ali okolje.
- (5) Ker zaščita z napravami za samodejni odklop napajanja ob preobremenitvi vodnika z dolgotrajnim nadtokom, manjšim od toka, ki zagotavlja zanesljivo delovanje nadtokovne 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 po zahtevah SIST 60364-4-43.
- (2) Zaščita pred preobremenitvijo se sme opustiti v prostorih, kjer ni nevarnosti požara in eksplozije.
- (3) Naprave za zaščito pred preobremenitvijo in kratkim stikom se ne postavljajo 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.
- (4) Zaščita pred preobremenitvijo se mora vgraditi v vsak linijski vodnik in lahko izklopi samo vodnik, v katerem je prišlo do nadtoka.
- (5) V sistemu IT, kjer ni nevtralnega vodnika, se lahko predvidi zaščitna naprava za zaščito pred preobremenitvijo samo v dveh linijah pod pogojem, da je v tem trifaznem sistemu na strani napajanja zaščitna naprava na preostali/diferenčni tok, ki prekine vse linijske vodnike.
- (6) Če je prerez nevtralnega vodnika v sistemih TT in TN enak prerezu linijskih vodnikov, ni potrebna zaščita pred preobremenitvijo v nevtralnem vodniku in tudi ne naprava za prekinitev tega vodnika.
- (7) Če je prerez nevtralnega vodnika v sistemih TT in TN manjši od prereza linijskih vodnikov, je treba predvideti zaščito, ki mora povzročiti izklop linijskih vodnikov, ne pa nujno tudi nevtralnega vodnika.

### 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 naprava na strani obremenitve in vodnikov, zaščiteneh s to napravo, lahko 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. Vsak kratkostični tok, ki se pojavi v katerikoli točki tokokroga, mora biti prekinjen v času, preden se vodniki segrejejo do dopustne mejne temperature. Za kratke stike, ki trajajo do 5 s, 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.  $K = 143$  – za bakrene vodnike z izolacijo iz omreženega polietilena, EPR...,
      - c.  $K = 76$  – za aluminijaste vodnike s PVC izolacijo,
      - d.  $K = 94$  – za aluminijaste vodnike z izolacijo iz omreženega polietilena, EPR...
- Projektant mora pri računskem preverjanju segrevanja vodnika do mejne vrednosti upoštevati enačbo in tabelo za vrednosti »k« za tipe izolacij vodnikov iz standarda SIST IEC 60364-4-43.
- (4) Za obratovalne čase zaščitnih naprav manjše od 0,1 s, kjer je pomembna nesimetrija toka in za naprave za omejevanje toka je treba zaradi preprečevanja čezmernega segrevanja vodnikov upoštevati najvišjo propustno energijo ( $I_2t$ ), ki jo naznači proizvajalec zaščitne naprave.

## 7. ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM IN PRENAPETOSTJO

### 7.1 Zaščita pred toplotnim učinkom

- (1) Zaradi preprečitve požara, opeklin in pregretja v električnih inštalacijskih sistemih morajo biti osebe, pritrjene 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 ali ob materiale, ki so odporni proti takim temperaturam in imajo majhno toplotno prevodnost, ali
  2. zasloniti pred konstrukcijskimi elementi z materiali, ki zdržijo takšne temperature in imajo majhno toplotno prevodnost, ali
  3. postaviti tako, da dovoljuje oddajanje toplote pri zadostni razdalji od materiala, na katerega bi takšna temperatura imela škodljiv vpliv, ali od nosilca, ki ima majhno toplotno prevodnost.
- (3) Trajno pritrjena električna oprema, pri kateri se lahko pojavi oblok ali iskenje 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 kateregakoli pritrjenega predmeta ali elementov konstrukcije, tako da v normalnih pogojih niso izpostavljeni nevarni temperaturi.
- (5) Če vsebuje električna oprema 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 zgradbe:
  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 na drug način preprečevati širjenje goreče tekočine v druge dele zgradbe, zato se sme prezračevati samo z zunanjim zrakom.
- (6) Če vsebuje električna oprema manj od 25 l tekočine, zadostujejo ukrepi, ki preprečujejo iztekanje tekočine.
- (7) Prenapetostni odvodniki in razna iskriča se ne smejo postaviti v prostorih, kjer obstaja nevarnost požara ali eksplozije.
- (8) Pri pojavu ognja mora biti omogočena prekinitvev električnega napajanja, ki je lahko samodejna ali ročna.
- (9) Materiali za okrove električne opreme morajo zdržati najvišjo temperaturo, ki jo ta oprema lahko ustvari. Gorljiv material ni primeren, razen če so zagotovljeni ukrepi proti vžigu, kot je prekritje z nevnetljivim ali težko vnetljivim in toplotno slabo prevodnim materialom.
- (10) Tokokrogi, ki napajajo električno opremo ali so napeljeni skozi prostore, v katerih obstaja nevarnost požara, morajo biti zaščiteni pred preobremenitvijo in kratkim stikom z zaščitno napravo, postavljeno zunaj teh prostorov.
- (11) Deli pod napetostjo v tokokrogih varnostne male napetosti, ki so v prostorih, kjer obstaja nevarnost za požar, morajo biti zaščiteni z okrovom s stopnjo zaščite najmanj IP 2X ali IP XXB ali pa morajo biti izolirani z izolacijo, ki lahko eno minuto zdrži preskusno napetost 500 V izmenične napetosti.
- (12) 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) Prenapetostni odvodnik mora biti postavljen tako, da v trenutku delovanja 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, kjer lahko atmosferske prenapetosti povzročijo nevarnost, se morajo postaviti prenapetostni odvodniki.
- (4) Kadar se električne inštalacije priključujejo na javno električno omrežje, se prenapetostni odvodniki lahko postavijo v priključno merilno omarico v skladu z zahtevami soglasja za priključitev systemskega operaterja javnega omrežja.

- (5) Prenapetostne odvodnike je treba ozemljiti po najkrajši poti.
- (6) Upornost ozemljila za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov tudi v najbolj sušnih vremenskih pogojih ne sme biti večja od tiste, ki jo proizvajalec uporabljenih odvodnikov podaja kot zgornjo mejo za učinkovito delovanje odvodnikov. Ozemljilo prenapetostnega odvodnika mora biti po najkrajši poti povezano z združenim sistemom ozemljil v objektu ali vključeno v ozemljitveni sistem v zgradbi, v kateri je prenapetostni odvodnik nameščen. Prenapetostni odvodnik mora ustrezati zahtevam notranje zaščite pred prenapetostmi v sklopu zaščite pred delovanjem strele. V splošnem je najprimernejša nizka ozemljilna upornost, manjša od  $10 \Omega$ .
- (7) Za ozemljitev prenapetostnega odvodnika se lahko uporabijo obstoječa ozemljila, če ustrezajo zahtevam točke (6).
- (8) Kadar ima objekt vgrajeno zaščito pred delovanjem strele, mora biti izvršena koordinacija nameščanja prenapetostnih odvodnikov z notranjo zaščito pred prenapetostmi v sistemu zaščite pred delovanjem strele, za ozemljitev prenapetostnih odvodnikov pa se smiselno uporabi koordiniran sistem ozemljitve skladno z zahtevami celotnega zaščitnega koncepta glede na zaščitni nivo zaščite pred strelo.
- (9) Kadar se za zaščito močnostnih kondenzatorjev pred prenapetostmi uporabijo prenapetostni odvodniki, jih je treba namestiti čim bliže kondenzatorjem.
- (10) 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 nizkonapetostnih 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 pokrovnih ali vratih razdelilnikov morajo biti zvižjavi.
- (2) V razdelilniku mora biti skupaj električna oprema za 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) Za zagotovitev pravilnega delovanja električnega razdelilnika je treba pri njegovi izvedbi upoštevati SIST EN 61439-1:
  1. temperaturo okolja pri notranji montaži od  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
  2. temperaturo okolja pri zunanji montaži od  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
  3. atmosferske pogoje pri notranji montaži, kjer relativna vlažnost pri  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ne sme preseči 50 %, je pa lahko večja pri nižjih temperaturah, npr. 90 % pri  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
  4. atmosferske pogoje pri zunanji montaži, kjer je relativna vlažnost kratkotrajno lahko 100 % pri maksimalni temperaturi  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,
  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 zračni tlak sporadični in tako hitri, da povzročajo izjemno kondenzacijo,
  3. je zrak zelo onesnažen zaradi prahu, dima, korozijskih ali radioaktivnih delcev, pare in soli,
  4. je izpostavljen močnim električnim ali magnetnim poljem,
  5. je izpostavljen ekstremnim temperaturam, npr. neposrednemu sevanju sonca ali peči,
  6. se pojavlja napad plesni ali malih živali,
  7. je nameščen na mestu, kjer obstaja možnost, da se pojavita ogenj ali eksplozija,
  8. je lahko izpostavljen močnim vibracijam 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 transportom razdelilnikov so dovoljene temperature od  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , za kratek čas do največ 24 ur pa do  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- (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 kateregakoli dela pod napetostjo, tudi od sponk.
- (5) Kadar niso na voljo podatki o dejanskih tokovih, je pri izračunih tokovne obremenitve razdelilnika ali dela razdelilnika treba upoštevati faktorje sočasnosti iz tabele 4.

Tabela 4: Faktor sočasnosti v odvisnosti od števila tokokrogov

Število glavnih tokokrogov	Faktor sočasnosti
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 v primeru uporabe centralne baterije.
- (7) Razdelilnika splošne in varnostne razsvetljave sta lahko združena v enega, če pri posluževanju napaka ni možna in motnja, ki bi nastala pri eni vrsti napetosti, ne vpliva na drugo vrsto napetosti. Ločena morata biti s pregrado iz negorljivega materiala ne glede na vrsto vira (dizel agregat ali naprava za neprekinjeno napajanje (UPS)).
- (8) Na vsakem razdelilniku varnostne razsvetljave mora biti stikalo, s katerim se vklopi celotna varnostna razsvetljava, ne da bi to povzročalo motnje pri samodejni prekloplitvi zaradi izpada omrežne napetosti in s katerim se mora:
  1. prekiniti morebitno polnjenje in napajanje akumulatorske baterije za zasilno razsvetljava,
  2. dovesti napetost baterije do samodejnih stikal za pomožno in zasilno razsvetljava,
  3. aktivirati sklop, ki kontrolira napetost, potrebno za vklop varnostne razsvetljave ob izpadu oziroma padcu omrežne napetosti.
- (9) Kadar je za zaščito pred električnim udarom v inštalacijskem razdelilniku nameščena naprava z zaščito na preostali/diferenčni tok, ki ne ščiti razdelilnika in nizkonapetostnega notranjega priključka, je treba

za zaščito tega razdelilnika pred električnim udarom uporabiti posebno zaščito pred električnim udarom.

- (10) Nameščanje katerihkoli naprav in opreme na ali v razdelilnik ne sme vplivati na stopnjo zaščite (koda IP), ki jo zahtevajo vplivi okolja.
- (11) Razdelilniki, ki se deloma ali v celoti izdelajo med postavljanjem inštalacije, morajo izpolnjevati zahteve:
1. za zaščito pred električnim udarom,
  2. za zaščito pred prenapetostjo,
  3. za zaščito pred požarom ali širjenjem požara,
  4. za zaščito pred vplivi okolja,
  5. za zaščito pred zunanjimi vplivi (ustrezna stopnja 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) Vsa vgrajena električna oprema električne inštalacije mora ustrezati določbam točke 0.1.3 te smernice.
- (2) Naprave in oprema v sistemu električnih inštalacij morajo ustrezati pravilniku o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej.
- (3) Naprave in oprema v sistemu električnih inštalacij morajo biti elektromagnetno združljivi za predvideno okolje. Za tiste naprave in opremo v sistemu električnih inštalacij, ki povzročajo previsoke motnje zaradi svojega delovanja, kot so npr: nihanje napetosti, flikerji, previsoki harmoniki in drugo, je treba z ustreznimi ukrepi, zagotoviti, da
  1. te motnje ne presegajo predpisanih mej po SIST EN 50160,
  2. ne povzročajo motenja delovanja drugim napravam in opremi v inštalacijskem sistemu,
  3. ne motijo naprav in opreme v drugih inštalacijskih sistemih,
  4. ne oddajajo previsokih motenj v javno omrežje električne energije, ki bi lahko motile druge odjemalce,
  5. je izbran ustrezen prerez nevtralnega vodnika.
- (3) Na električno inštalacijo se, razen naprav za katodno zaščito, ne smejo priključevati električni aparati z elektrodami ali neizoliranimi gredi, ki se potapljuje v vodo.
- (4) Na električno inštalacijo se lahko priključujejo le aparati in naprave, skladni z veljavno zakonodajo.
- (5) Po vsakokratnem posegu ali servisiranju v inštalacijo vgrajenih aparatov ali naprav je treba tem aparatom ali napravam zagotoviti enako stopnjo varnosti, kot je bila izvirno določena.

### 9.2 Namestitev električne opreme

- (1) Električni generatorji morajo biti nameščeni v posebnih prostorih in zaščiteni z ustreznimi pregradami, če pa to ni mogoče, sme biti upravljanje dostopno samo strokovnim osebam.
- (2) Stacionarni akumulatorji morajo biti nameščeni v posebnem zaprtem prostoru. Če nazivna enosmerna 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) Elektromotorji, razen v primeru iz tretjega odstavka točke 9.4, morajo biti opremljeni z ustreznimi zagnjalnimi in po potrebi tudi z 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 z vnetljivimi materiali, 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 sekundarnega navitja. Napetost sekundarnega tokokroga avtotransformatorja med vodnikoma ne sme preseči 1000 V.
- (4) Pri pretvornikih izmeničnega toka mora biti tokokrog za njimi posebej zaščiten glede na karakteristike pretvornika, zlasti glede selektivnosti.
- (5) Okovi sijalk s stikalom ali tipko morajo biti v izolirnem okrovu. Pri okovih sijalk, ki imajo stikala z vzvodi, mora biti delovanje stikala zavarovano z izolirno vrstico ali s 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 rumeno-zelena, barva nevtralnega vodnika pa svetlo modra. Ti barvi se ne smeta uporabiti za druge vodnike.
- (2) Aparati z odprtimi užarjenimi gredi se ne smejo priključiti na električno inštalacijo v prostorih, v katerih obstaja nevarnost požara ali dotika z vnetljivimi materiali.
- (3) Električni 0,4 kV motorji s kratkostičnim rotorjem se smejo neposredno priključiti na sistem inštalacij, če:
  1. padec napetosti pri zagonu ne doseže vrednosti, pri kateri bi se zmanjšal navor motorja, ki bi ogrožal zanesljiv stek,
  2. zagon in režim obratovanja ne vpliva na kakovost in značilnost napajalne napetosti, ki bi vplivala na stabilno delovanje drugih porabnikov električne energije in

3. zagon ne more vzbuditi delovanja zaščite električnih inštalacij.
- (4) Pretvorniki se morajo napajati preko transformatorja z električno ločenimi navitji.
- ### 9.5 Močnostni kondenzatorji
- (1) Pri obremenitvah električne inštalacije je treba upoštevati, da delujejo močnostni kondenzatorji, paralelno priključeni na električno omrežje, s polno obremenitvijo oziroma obremenitvijo, ki niha z nihanjem napetosti, kadar so pod napetostjo.
- (2) Pri nameščanju močnostnih kondenzatorjev je treba upoštevati, da lahko vnos njihovih koncentriranih kapacitivnosti povzroči neugodne obratovalne pogoje, kot so:
1. povečanje vrednosti višjeharmonskih komponent omrežne napetosti,
  2. samovzbujanje električnih strojev,
  3. prenapetosti pri vklopih.
- (3) Pred in po namestitvi močnostnega kondenzatorja je treba ugotoviti obliko valovitosti napetosti in karakteristike tokokroga, pri čemer je treba upoštevati tudi vire višjeharmonskih komponent.
- (4) Ker preobremenitve in pregrevanja zmanjšujejo čas trajanja močnostnih kondenzatorjev, je treba stalno kontrolirati temperaturo, napetost in tok, ki določajo njihove delovne pogoje.
- (5) Zaradi različnih tipov močnostnih kondenzatorjev in vplivov nanje je treba za njihovo izklapljanje pri majhnih obremenitvah upoštevati navodila proizvajalcev kondenzatorjev in zahteve systemskega operaterja javnega omrežja.
- (6) Naznačena 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 močnostnih kondenzatorjev pojavijo motnje in se njihova življenjska doba skrajša, mora odjemalec o takih odstopanjih napetosti seznaniti systemskega operaterja javnega omrežja, ki mora odstopanja v najkrajšem možnem času odpraviti.
- (8) Kadar so zaporedno z močnostnimi kondenzatorji vključene naprave za zmanjšanje vpliva višjeharmonskih komponent, je treba upoštevati z njimi povzročeno višjo napetost na priključkih kondenzatorjev pri izbiri naznačene napetosti kondenzatorjev.
- (9) Pri določanju pričakovane napetosti na priključkih močnostnih kondenzatorjev je treba upoštevati:
1. kondenzatorji povzročajo dvig napetosti na mestu, kjer se nahajajo. 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 v času majhne obremenitve močno povišana, je treba v takih primerih del kondenzatorjev ali vse izključiti, da se preprečijo napetostne preobremenitve in pretiran dvig napetosti.
  3. samo v nujnih primerih smejo kondenzatorji kratkotrajno obratovati z najvišjo dovoljeno napetostjo pri najvišji temperaturi okolice.
- (10) Močnostne kondenzatorje, ki so izpostavljeni visokim prenapetostim zaradi udara strele, je treba na ustrezen način zaščititi.
- (11) Močnostni kondenzatorji se nikdar ne smejo preobremeniti s toki, ki so večji od predpisanih za posamezni kondenzator.
- (12) Kadar je treba prevelike prehodne toke z veliko amplitudo in frekvenco, ki nastanejo ob priklopu močnostnih kondenzatorjev, znižati na potrebne vrednosti glede na kondenzator in opremo, je treba predvideti priklop kondenzatorja preko 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 v zdravstvenih domovih, kjer je nevarnost za življenje in zdravje ljudi zaradi električnega udara in prekinitve napajanja z električno energijo zelo velika, se priporoča, da se inštalacija izvede z IT sistemom, z neprekinjenim rezervnim napajanjem in z zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja v primeru druge okvare, z zaščitno napravo na preostali/diferenčni tok, katerega obratovalni preostali/diferenčni tok ne presega 10 mA.

### 10.2 Posebni primeri električnih inštalacij

#### 10.2.1

##### Zasilna/nujnostna razsvetljava

- (1) Zasilna/nujnostna razsvetljava je namenjena za uporabo, ko odpove napajanje normalne razsvetljave se deli na razsvetlavo za umik, varnostno in nadomestno razsvetlavo.
- (2) Razsvetljava za umik je tisti del nujnostne razsvetljave, ki zagotavlja učinkovito označitev in uporabo evakuacijske poti (poti za umik). V osi poti za umik mora zagotoviti osvetljenost na tleh najmanj 1 lx.
- (3) Varnostna razsvetljava je tisti del nujnostne razsvetljave, ki zagotavlja varnost ljudem, vpletenim v potencialno nevaren proces. Zagotoviti mora osvetljenost na tleh najmanj 1 lx.
- (4) Nadomestna razsvetljava je tisti del nujnostne razsvetljave, ki omogoča, da se normalne dejavnosti nadaljujejo bistveno nespremenjene po izpadu splošne razsvetljave; nadomestna razsvetljava se napaja iz ločenega vira in omogoča gibanje, usmerjanje v prostoru in izvajanje potrebnih varnostno zaščitnih ukrepov. Osvetljenost na tleh mora biti najmanj 5 lx.
- (5) Če je napetost zasilne/nujnostne razsvetljave nižja od napetosti splošne razsvetljave, se mora napetost za napajanje zasilne/nujnostne razsvetljave znižati s transformatorjem z galvansko ločenimi navitji. Uporaba avtotransformatorja ni dovoljena.
- (6) Nadomestna razsvetljava se lahko v normalnem obratovalnem stanju napaja iz istega vira kot splošna razsvetljava z možnostjo samodejnega preklopa na drugi vir (dizel agregat, akumulatorske baterije, itd.) v primeru izpada osnovnega napajanja.
- (7) Ob izpadu ali padcu napetosti osnovnega napajanja za splošno razsvetlavo na 0,85 do 0,7 nazivne vrednosti napetosti se morata varnostna razsvetljava in razsvetljava za umik v 3 sekundah avtomatično preklopiti na pomožni elektroenergetski vir, dokler napetost osnovnega ali nadomestnega napajanja ne doseže 0,75 do 0,9 nazivne vrednosti.
- (8) Svetilke varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik morajo biti vidno označene in nameščene nad vrati, na stopniščih, na izhodih in prehodih, tako da omogočijo, da ljudje po najkrajši poti zapustijo ogroženo mesto in odidejo na prosto oziroma na drugo varno mesto.
- (9) Kadar se uporabi skupna akumulatorska baterija kot edini pomožni vir varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:
1. 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 varovalkama 10 A,
  2. kapaciteta akumulatorske baterije mora brez pomoči omrežja zagotoviti najmanj triurno neprekinjeno delovanje varnostne razsvetljave (to pa ne velja za pomožne vire v posamezni svetilki ob izpolnitvi posebnih pogojev – šestnajsti odstavek točke 10.2.1),
  3. napajanje je lahko centralno ali pa s posamičnim napajanjem svetilk.
- (10) Stikalo za izklop varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik sme biti samo v glavnem razdelilniku. V posameznih tokokrogih varnostne razsvetljave ne sme biti stikal.
- (11) Inštalacije varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik pod ometom ali v njem, na policah ali v kanalih:
1. morajo biti najmanj 50 mm oddaljene od vseh drugih elektroenergetskih inštalacij,
  2. odmik je lahko manjši od 50 mm, če so ločene od drugih elektroenergetskih inštalacij s požarno odporno pregrado ali položene v svojo požarno odporno, negorljivo cev,
  3. ne smejo biti obratovalno/funkcijsko ozemljene, če se napajajo preko iz transformatorja z galvansko ločenimi navitji, zaščitnega transformatorja. Posebej je treba biti pozoren pri priključitvi pomožnega agregata ali akumulatorske baterije ali drugega nadomestnega vira.
- (12) Za inštalacije varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik se smejo uporabljati samo vodniki s prezom najmanj 1,5 mm<sup>2</sup>, katerih izolacijska upornost je najmanj 1 MΩ in imajo temperaturni razred izolacije F/H.
- (13) Vodniki varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik 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 varno izolacijo in zankasto napajati razdelilnike.

- (14) V prostorih z dvema ali več varnostnimi svetilkami je treba izvesti najmanj dva tokokroga.
- (15) Omogočiti je treba, da se varnostna razsvetljava in razsvetljava za umik nadzorovano izklopita, kadar ni omrežne napetosti in ni treba, da bi svetili.
- (16) Pri centralnem napajanju varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik mora akumulatorska baterija zagotavljati najmanj tri ure delovanja varnostne razsvetljave.
- (17) V svetilke varnostne razsvetljave in razsvetljave za umik s posamičnimi akumulatorskimi baterijami se morajo vgrajevati akumulatorji z življenjsko dobo najmanj tri leta. Izdelani morajo biti tako, da jih v tem času ni treba vzdrževati. Usmernik za njihovo polnjenje mora biti tako dimenzioniran, da napolni popolnoma izpraznjeno baterijo v 36 urah. Kapaciteta baterij v svetilkah se lahko zmanjša na eno uro gorenja svetilke pod pogojem, da agregat zagotavlja napajanje pri polni obremenitvi najmanj tri ure. Vsaka svetilka mora imeti indikacijo polnjenja.

### 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 prekinejo največji mogoči kratkostični tok,
  2. da je odklopni čas zaščite pred kratkim stikom pri minimalnem toku kratkega stika krajši od 0,1 s za električne inštalacije v coni 0 in coni 1 ter krajši od 0,5 s v coni 2 eksplozijske ogroženosti.
- (2) Pri projektiranju, izvajanju in vzdrževanju električnih inštalacij sistemov za prezračevanje in klimatizacijo je treba za zagotovitev požarne varnosti upoštevati tudi ustrezne zahteve predpisov, ki urejajo požarno varnost.
- (3) Električne naprave in 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.
- (4) 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.
- (5) Kabli, ki povezujejo električne naprave prezračevalnih ali klimatizacijskih sistemov v coni 0 eksplozijske nevarnosti, morajo biti stalno kontrolirani, uporabljajo pa se lahko samo, če je izolacijska upornost višja od 1 M $\Omega$  nazivne napetosti. Če pride iz kakršnihkoli razlogov do zmanjšanja upornosti pod dovoljeno vrednost, je treba

kabel takoj dati v breznapetostno stanje.

- (6) Električni kabli za napajanje naprav prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov, ki delujejo med požarom, morajo biti odporni proti požaru ali pa jih je treba tako zaščititi.
- (7) Prezračevalni in klimatizacijski sistemi morajo biti ozemljeni.

### 10.2.3

#### Delovanje električne inštalacije v primeru požara

- (1) Glede delovanja električnih inštalacij v primeru požara se upošteva Pravilnik o požarni varnosti v stavbah in tehnično smernico za graditev TSG-1-001 Požarna varnost v stavbah in tam navedene podporne dokumente.
- (2) V požarno ogroženih prostorih se mora predvideti uporaba zaščitne naprave na preostali/diferenčni tok (RCD), katere naznačeni tok je največ 0,3 A.

### 10.2.4

#### Omejeni prevodni prostori

- (1) Kjer se uporablja varnostna mala napetost, ki ne sme presegati 25 V izmenično, se mora zaščititi 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 preizkusno izmenično napetost 500 V v času najmanj 1 min.
- (2) Zaščito 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, 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 izmenično.
- (5) Za neprenosne aparate se mora kot zaščita pred električnim udarom predvideti s samodejnim izklopom napajanja in dodatno izenačitvijo 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.

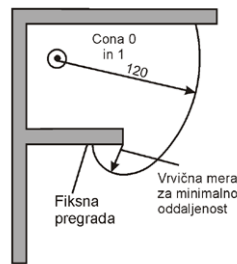
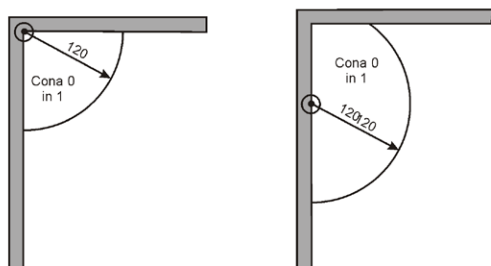
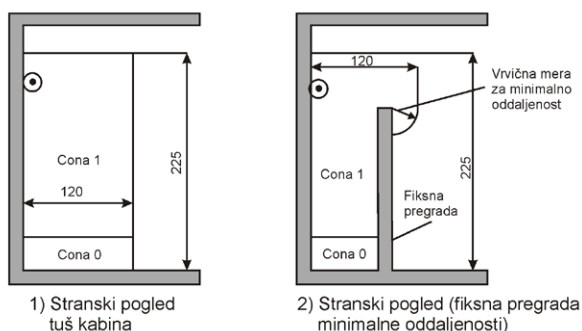
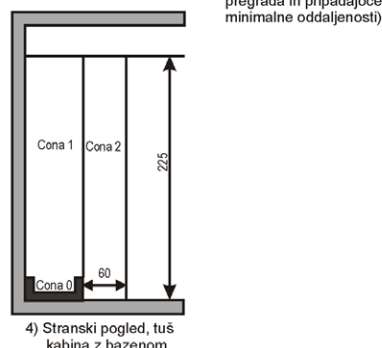
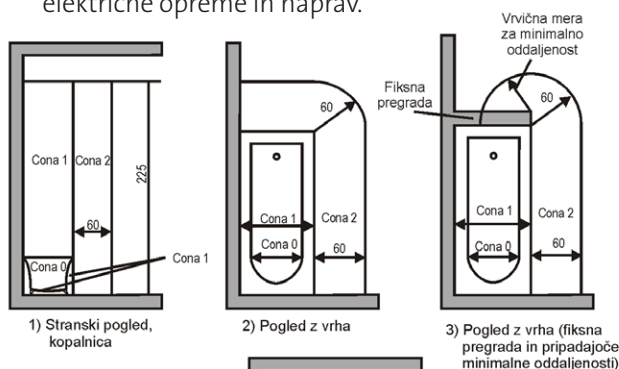
- (7) Če je zahtevana obratovalna/funkcijska ozemljitev za posamezne neprenosne aparate, kot za merilne in krmilne aparate, mora izenačitev potencialov povezati vse izpostavljene prevodne dele, vse tuje prevodne dele v notranjosti omejenega prevodnega prostora in obratovalno ozemljitev.

### 10.3. Posebni prostori

#### 10.3.1

##### Kopalnice

- (1) Kopalnico s kadjo ali prho je treba obravnavati kot prostor, razdeljen na tri cone. Opis in prikaz podaja standard SIST HD 60364-7-701 (slika 8). Glede na te cone je treba izbrati zaščito pred električnim udarom, dodatno izenačitev potencialov ter izbiro in postavitev električne opreme in naprav.



4) Pogled z vrha s fiksnim priključkom vode (fiksna pregrada in minimalne oddaljenosti od priključka)

Slika 8: Mere con v kopalnici ali kabini s tušem, vse mere so v centimetrih (vir: SIST HD 60364-7-701: 2007)

- (2) V prostoru s kadjo ali prho se izvede dodatna izenačitev potencialov s povezavo z zemljo, tako da se z zaščitnimi vodniki med seboj povežejo vsi hkrati dosegljivi izpostavljeni in tuji prevodni deli:
1. prevodni odtočni element na kadi ali pršni kadi,
  2. kovinska kad,
  3. kovinska pršna kad,
  4. kovinska vodovodna cev, in
  5. drugi kovinski cevovodni in prezračevalni sistemi.
- (3) Tujih kovinskih delov ni treba medsebojno povezati z vodniki za izenačitev potencialov. To so med drugim:
1. okno in vrata,
  2. ročaji,
  3. pokrov talnega iztoka,
  4. izpiralnik straniščne školjke.
- (4) Dodatno izenačitev potencialov je treba izvesti tudi, če v prostoru s kadjo ali prho ni električne opreme.
- (4a) Presek vodnikov za dodatno izenačitev potencialov se izbere skladno zahtevami standarda SIST HD 60364-5-54.
- (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 kad 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 izmenične napetosti 12 V, oziroma 30 V enosmerne napetosti, če varnostni napajalni vir ni v coni 0. Zaščitni ukrepi ob okvari s pregradami in postavitvijo zunaj dosega roke, niso dovoljeni.
- (9) Dopolnilna zaščita pred električnim udarom se izvede z uporabo ene ali več zaščitnih naprav na preostali/diferenčni tok, katerih naznačeni obratovalni preostali/diferenčni tok ni višji od 30 mA. Uporaba tega ukrepa ni dovoljena v tokokrogih, kjer je zaščitna mera električna ločitev ali mala napetost.



(10) 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.

(11) V conah 0, 1 in 2 ne sme biti razdelilnih doz in ne postavljen stikalni aparat.

(12) V coni 1 se sme namestiti le fiksna in trajno priključena oprema. Oprema mora biti primerna za namestitev v coni 1 v skladu z navodili proizvajalca opreme. Takšna oprema je:

1. oprema za vrtinčenje vode;
2. črpalke za prhanje;
3. oprema z zaščito pred električnim udarom z malo napetostjo;
4. ventilacijska oprema;
5. sušilniki za brisače;
6. naprave za gretje vode;
7. svetilke.

(13) Stikala in vtičnice morajo biti oddaljene najmanj 0,6 m od vratne odprtine tovarniško izdelane kabine za prhanje.

(14) 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.

(15) V coni 1 se sme postaviti samo grelnik vode, ki ima stopnjo zaščite najmanj IP X5.

(16) V coni 2 se smejo postaviti samo grelnik vode, ki ima stopnjo zaščite najmanj IP X4, in svetilke razreda II. V javnih kopalnicah pa mora biti tudi v tej coni grelnik vode zaščitne stopnje najmanj IP X5.

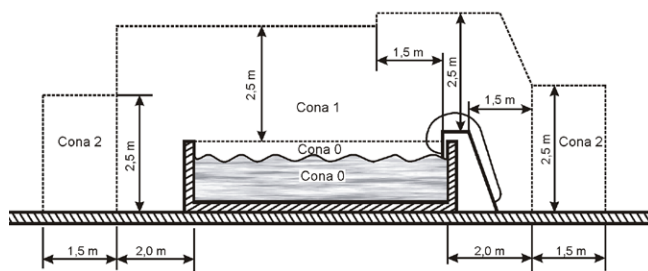
Natančnejše zahteve za izvedbo električnih inštalacij v kopalnicah podaja SIST HD 60364-7-701.

### 10.3.2

#### Bazeni

(1) Za električne inštalacije v prostorih s plavalnimi bazeni, bazeni za dezinfekcijo 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. Opis in prikaz podaja standard SIST HD 60364-7-702 (slika 9). Glede na te cone je treba izbrati zaščito pred električnim udarom, dodatno izenačitev potencialov ter izbiro in postavitev električne opreme in naprav.



Slika 9: Mere con za plavalne bazene nad zemeljskim nivojem

(3) V coni 0 se sme uporabljati samo varnostna mala napetost, ki ne presega izmenične napetosti 12 V, če vir varnostne male napetosti ni v tej coni. Zaščita pred električnim udarom se mora pri tem zagotoviti s pomočjo pregrade ali okrova z najnižjo stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB ali z izolacijo, ki zdrži preskusno izmenično napetost 500 V 1 minuto.

(4) V coni 0 niso dovoljeni zaščitni ukrepi z ovirami, postavitvijo opreme zunaj dosega roke, s postavitvijo v izoliran prostor in z izenačitvijo potencialov brez ozemljitve.

(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 inštalacij, ki imajo električno inštalacijo vzdano v stene najmanj 5 cm globoko in je izvedena z enožilnimi kabli v izoliranih inštalacijskih ceveh ali z večžilnimi kabli 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 preko ločilnega transformatorja ali če se napajajo z varnostno malo izmenično napetostjo do 25 V ali če so zaščitene z zaščitno napravo na preostali/diferenčni tok (RCD), katerega obratovalni preostali/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 izmenična napetost ne presega 12 V.

(10) V coni 1 se morajo aparati napajati z varnostno malo izmenično napetostjo do 25 V, neprenosni pa so lahko aparati razreda II.

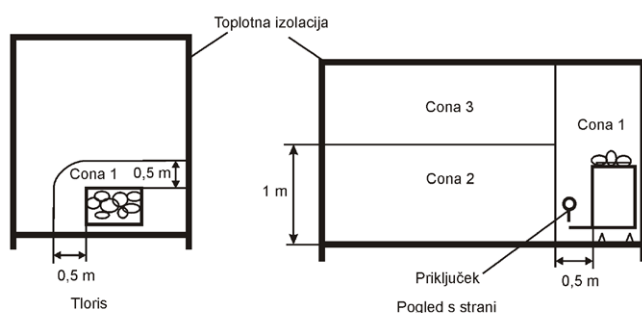
(11) V coni 2 je poleg aparatov, ki se napajajo z varnostno malo izmenično napetostjo do 25 V, dovoljena postavitvev:



1. aparatov razreda II,
  2. aparatov, katerih ohišje je vezano na ozemljen zaščitni vodnik in so zaščiteni z zaščitno napravo na preostali/diferenčni tok, katere obratovalni preostali/diferenčni tok ne preseže 30 mA, ali
  3. aparatov, ki se napajajo preko ločilnega transformatorja.
- (12) Grela, vgrajena v tla, se smejo vgraditi v cono 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 iz slike 10, še posebej glede zaščite pred električnim udarom in toplotne odpornosti opreme in materialov.



Slika 10: Mere con v savni (SIST HD 60364-7-703: 2005)

- (2) Zaščita pred električnim udarom ne sme biti izvedena s pomočjo ovir, z namestitvijo zunaj dosega roke, s postavitvijo opreme v neprevodne prostore ali z izenačitvijo potencialov brez povezave z ozemljitvijo.
- (3) Če se uporablja varnostna mala napetost do 25 V, pri katerikoli vrednosti naznačene napetosti, se mora zaščita pred električnim udarom zagotoviti s pomočjo pregrad ali okrovov, ki zagotavljajo stopnjo zaščite najmanj IP 2X ali IP XXB, ali s pomočjo izolacije, ki zdrži preskusno izmenično napetost 500 V v času ene minute.
- (4) Električna oprema mora imeti stopnjo zaščite 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 temperaturo 125 °C. Vanj se lahko postavijo samo naprave za krmiljenje električnih peči savn (termostati, termične 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.
- (13) Podrobnosti so opredeljene v standardu SIST HD 60364-7-703.

### 10.3.4 Plinske kotlovnice

- (1) Električna oprema in električna inštalacija v plinskih kotlovnica in pripadajočih prezračevalnih sistemih mora biti izvedena v ustrezni protieksplzijski zaščiti, kot jo zahtevajo predpisi.
- (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, če je moč kotlovnice večja od 100 kW.
- (4) Vsaka plinska kotlovnica mora imeti stikalo za izklop v sili/nuji, ki mora biti najmanj na enem mestu in sicer na izhodu iz kotlovnice in/ali v neposredni bližini evakuacijske poti (poti za umik). S stikalom za izklop v sili/nuji se morajo izklopiti vsi porabniki električne energije, razen napeljave za varnostno razsvetlavo in razsvetlavo za umik ter črpalke napajalnega sistema postroja.

### 10.3.5 Nestanovanjske kmetijske stavbe

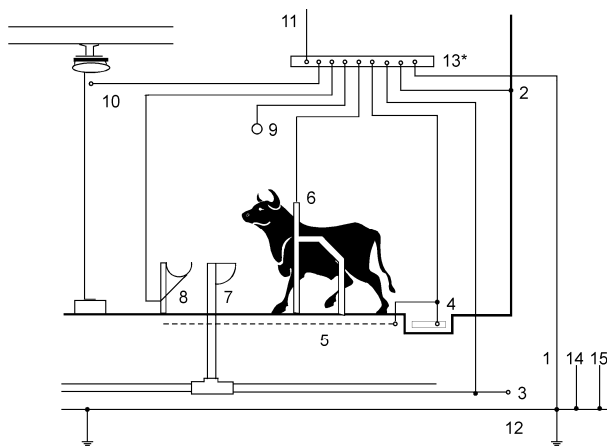
- (1) V stavbah z živalmi, npr. hlevih, kokošnjakih, svinjakih ipd., v stavbah za pripravo živalske krme, v senikih in podobnih prostorih za slamo in gnojila, v rastlinjakih ipd., je treba pri izvedbi električnih inštalacij upoštevati večjo občutljivost živine na električni udar in vlažnost prostorov. Podrobnosti so opredeljene v standardu SIST HD 60364-7-705.
- (2) Kjer se uporabi varnostna mala izmenična napetost, ki ne sme preseči 25 V, se mora, ne glede na napetost, izvesti zaščita pred neposrednim dotikom s pomočjo pregrad ali okrovov, ki imajo najmanj stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki zdrži preskusno izmenično napetost 500 V vsaj eno minuto.
- (3) Vsi tokokrogi, tudi tokokrogi, v katerih so vtičnice, se morajo zaščititi pred posrednim dotikom s pomočjo

- zaščitne naprave na preostali/diferenčni tok, katere naznačeni preostali/diferenčni tok je največ 30 mA.
- (4) Zaščitne naprave na preostali/diferenčni tok v istem inštalacijskem sistemu ne smejo biti vezane vzporedno, temveč zaporedno.
- (5) Električna oprema mora imeti stopnjo zaščite najmanj IP 35.
- (6) Najdaljši izklopni časi zaščite s samodejnim izklopom napajanja na mestih, kjer se zadržuje živina, in na mestih, ki so neposredno povezana s tujimi prevodnimi deli na kraju, kjer se redi živina, so podani v tabeli 5.

Tabela 5: Izklopni čas

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
230	0,035

- (7) Na mestih, kjer se zadržuje živina, se morajo z dodatno izenačitvijo potencialov povezati vsi izpostavljeni prevodni deli in vsi tuji prevodni deli, ki se jih lahko živina dotakne, z zaščitnim vodnikom inštalacije (glej sliko 11). Na tleh se priporoča namestitev kovinske mreže, ki je prav tako povezana z zaščitnim vodnikom.



Slika 11: Izvedba zaščite z izenačitvijo potenciala v hlevu

- 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 j asli
- 9 molzni stroj
- 10 jeklena konstrukcija objekta
- 11 zaščitni vodnik (PE)
- 12 temeljsko ozemljilo, ozemljilo, ostala ozemljila, vezana na to ozemljilo
- 13 zbiralka za izenačitev potencialov
- 14 strelovod
- 15 ozemljitev kovinske ograje pašnika

- (8) Aparati za ogrevanje prostorov, kjer se zadržuje živina, se morajo pritrditi tako, da so v ustrezni oddaljenosti od živine in vnetljivih materialov, da se preprečijo opekline pri živini in požar.
- (9) Naprave za izklop v nujnih primerih, vključno s tistimi za nujno zaustavitev, se ne smejo postaviti tja, kjer bi bile dostopne živini, ali tja, kjer bi bila lahko živina ogrožena. Pri tem je treba upoštevati tudi posebne pogoje, če živino zajame panika.
- (10) 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.
- (11) Pri uporabi RCD-stikal so zahteve po standardu SIST EN 60364-7-705:2007:
- Končni tokokrogi do vtičnic: do 32 A: RCD z  $I_{\Delta} \leq 30$  mA, nad 32 A: RCD z  $I_{\Delta} \leq 100$  mA.
  - Drugi tokokrogi: nad 32 A: RCD z  $I_{\Delta} \leq 300$  mA.

### 10.3.6 Kampi

- (1) Električni priključni razdelilnik mora imeti ohišje s stopnjo zaščite najmanj IP X4 in eno ali več vtičnic, ki so predvidene samo za spajanje priključnih kablov vozil za počitek ali opreme za kampiranje. Pri tem je priključni kabel z ustreznim vtikačem del opreme vozila za počitek ali del opreme za kampiranje.
- (2) Električno priključno mesto mora biti postavljeno tako, da je lahko dostopno vsem enotam za kampiranje in opremi 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 vozil za počitek ali šotorov.
- (3) Na vsakem priključnem mestu mora biti oznaka, visoka najmanj 100 mm. Na njej morajo biti razvidni podatki:
  1. ime izdelka,
  2. številka priključnega mesta,

3. številka razdelilnika, iz katerega se priključno mesto napaja,
  4. uporabljeni sistem izvedbe električne inštalacije,
  5. naznačena napetost,
  6. naznačena frekvenca,
  7. naznačeni tok delovanja zaščitne naprave na preostali/diferenčni tok (RCD),
  8. stopnja zaščite IP in
  9. naznačeni tok posamezne priključne vtičnice.
- (4) Za vsako mesto postavitve vozila za počitek 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 zaščitena pred električnim udarom z zaščitno napravo na preostali tok z obratovalnim preostalim/diferenčnim tokom, ki ni večji od 30 mA.
- (6) Vtičnice morajo imeti na priključnem mestu vozil za počitek zaščitni ozemljilni kontakt. Vtičnice morajo biti nameščene na višini 0,8 do 1,5 m od tal, naznačena vrednost njihovega toka pa ne sme biti manjša od 16 A.
- (7) Če so vtičnice v zaklenjeni omarici, ne sme biti možnosti z istim ključem odpirati tistega dela omarice, kjer je preostala oprema.
- (8) Natančnejše zahteve za izvedbo električnih inštalacij in razdelilnikov v kampih podaja SIST HD 60364-7-708.

### 10.3.7

#### Druge posebne vrste električnih inštalacij

Za posebne električne inštalacije, ki niso navedene v predhodnih poglavjih, kot so:

- Sončne elektrarne,
- Polnilnice električnih avtomobilov v stavbah,
- Agregati in sistemi neprekinjenega napajanja,
- Razstavni prostori, prireditveni prostori, stojnice,
- Marine in podobne lokacije,
- Električne inštalacije bolnišnic in hišne inštalacije za priklop medicinskih naprav,
- Električne inštalacije v prostorih, kjer je nevarnost eksplozije,
- Električne inštalacije gradbišč

veljajo naslednje zahteve:

1. Priključevanje na javno omrežje se izvede v skladu s tehničnimi pogoji systemskega operaterja.
2. Nameščanje na stavbe in priključevanje na električno inštalacijo stavbe je obravnavano v tehničnih dokumentih, ki predstavljajo zadnje stanje tehnike.
3. Natančnejše zahteve za izvedbo, priključevanje in preverjanje podajajo ustrezni standardi, ki se uporabljajo v delih, ki niso v nasprotju s to tehnično smernico.

## 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 opraviti preverjanje ustreznosti in kakovosti električnih inštalacij, njihovih lastnosti, varnosti, zanesljivosti in funkcionalnosti ter uporabe predpisanih gradbenih proizvodov (vgrajene električne inštalacije).
- (2) Pregleduje se celoten objekt ali pa zaključeno celoto dela objekta. Nov objekt je treba pregledati v celoti. Po spremembah, rekonstrukcijah in popravilih dela električnega inštalacijskega sistema, ki je del zaključene celote oziroma je vezan na eno odjemno mesto, je treba opraviti pregled vseh električnih inštalacij, ki sodijo v zaključeno celoto dela objekta, pri čemer je treba ugotoviti strokovno pravilnost in varnost tudi v tistem delu, ki se ni spreminjal, rekonstruiral ali popraviljal.
- (3) Varnost, zanesljivost in kakovost strokovno zahtevnih nizkonapetostnih električnih inštalacij lahko opravljajo le posamezniki, ki so pridobili poklicno kvalifikacijo NPK ali ustrezno potrdilo za preglednika zahtevnih električnih inštalacij in zaščite pred delovanjem strele.  
Vse druge, manj zahtevne električne inštalacije lahko preverjajo le posamezniki, ki si so pridobili poklicno kvalifikacijo NPK ali ustrezno potrdilo za preglednika manj zahtevnih električnih inštalacij in zaščite pred delovanjem strele.
- (4) Po opravljenem pregledu mora preglednik na glavni razdelilnik namestiti svojo številko potrdila o usposobljenosti in datum opravljenega pregleda, kar omogoča inšpekcijski nadzor o zakonsko določenih preverjanjih in zagotovljeni varnosti električne inštalacije.
- (5) Kadar ima objekt vgrajeno zaščito pred udarom strele, je treba pregled, preskus in meritve električnih inštalacij opraviti v rokih, določenih za pregled in preskus zaščite pred udarom strele, razen meritev izolacijske upornosti, zaščite pred električnim udarom in zaščite pred prevelikim tokom, ki jih vključujejo samo pregledi, predpisani s pravilnikom, na podlagi katerega je izdana ta tehnična smernica.

### 11.2 Vizualni pregled

- (1) Pri preverjanju ustreznosti električnih inštalacij je treba opraviti vizualni pregled električnega razdelilnika v smislu standarda SIST HD 61439-1:
  1. ukrepov za zaščito pred širjenjem ognja in zaščito pred termičnimi 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 zaščite IP),
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 ter skladnost opreme z ustreznim veljavnim standardom,
15. zaščite pred električnim udarom,
16. vrste ozemljitve sistema inštalacije ter njene skladnosti s projektom in elektroenergetskim soglasjem,
17. pravilne izvedbe ozemljitev in izvedbe glavne izenačitve potencialov,
18. pravilne izvedbe dodatne izenačitve potencialov,
19. pregled pravilne eventualne izvedbe zaščite z lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo.

### 11.3 Preskusi in meritve

- (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 napanja,
  7. funkcionalnosti električnih inštalacij in naprav,
  8. pravilnosti izvedbe zaščite pred električnim udarom,
  9. statične elektrine,
  10. delovanja naprav za nadzorovanje preostalih/diferenčnih tokov, če so vgrajene,
  11. delovanja naprav za nadzorovanje izolacijske upornosti pri sistemu IT in pri neozemljenih agregatih.
- (2) Pri preverjanju ustreznosti električnih inštalacij je treba v skladu SIST HD 60364-6 izvesti meritve:

1. izolacijske upornosti med vodniki pod napetostjo (tudi N vodnikom), kjer je to mogoče,
2. izolacijske upornosti vodnikov pod napetostjo proti ozemljenemu PE (PEN) vodniku pri prvem preskusu in pri periodičnih pregledih,
3. izolacije inštalacij s pregledom uhajavih tokov pri nazivni napetosti,
4. impedance okvarne zanke in kratkostične zanke ter ugotavljanje pravilnosti odklopnega časa zaščitnih naprav,
5. padca napetosti na vodnikih med razdelilnikom in najbolj oddaljeno točko tokokroga,
6. upornosti zaščitnega vodnika med razdelilnikom in glavnim izenačenjem potenciala,
7. pravilnosti delovanja zaščitnih naprav na preostali/diferenčni tok,
8. najmanjše upornosti dotika z zemljo tujih prevodnih delov, ki niso povezani z zaščitnim vodnikom, vendar pri napajanju z nadzemnim vodom lahko preko njih pride do okvare med linijskim vodnikom in zemljo,
9. pravilnosti zaščitnih ali obratovalnih ozemljitev,
10. pravilnosti ozemljitev prenapetostnih odvodnikov,
11. napetosti koraka in dotika na robovih obsežnejših ozemljitvenih sistemov in na področju ozemljitev energetskega naprave,
12. zaščite pred električnim udarom v vseh priključnih točkah električne inštalacije,
13. odvodljivosti podov in druge zaščite pred statično elektrino,
14. upornosti tal in sten, kadar je kot zaščita pred električnim udarom uporabljena postavitev v neprevodne prostore,
15. izolacije ločilnih transformatorjev, kadar je kot ukrep za zaščito pred električnim udarom uporabljeno električno ločevanje,

s pregledom oziroma preizkusi in meritvami preveriti rezultate. To je treba ponavljati, dokler končni zapisnik ne da pozitivne ocene ustreznosti.

- (5) Lastnik/upravljalavec se pisno seznaniti z možnimi nevarnostmi zaradi odkritih neustreznosti oziroma nepregledanih delih stavbe in ta seznanitev je priloga zapisnika.
- (6) Zapisnik o pregledu mora imeti najmanj vsebino, kot je določena v standardu SIST HD 60364-6.
- (7) Za objekte brez izdelane enopolne sheme inštalacij se lahko izda pozitiven zapisnik le, če se pri pregledu upošteva najslabši možni primer (upošteva se karakteristika najmočnejšega vgrajenega elementa za zagotavljanje samodejnega odklopa).

#### 11.4 Zapisnik o pregledu

- (1) Zapisnik o pregledu (v nadaljevanju zapisnik) mora vsebovati podatke, iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preskusi in meritve iz točk 11.2 in 11.3 ter podatke o preglednikih, inštrumentih in merilnih metodah.
- (2) V zapisniku je treba navesti oznako, številko in datum veljavnega potrdila, ki dokazuje podatke o umerjanju uporabljenih merilnih inštrumentov.
- (3) Zapisnik mora podati oceno o ustreznosti električne inštalacije za celoten objekt oziroma zaključeno celoto dela objekta, kot je določeno v drugem odstavku točke 11.1. Pozitivna ocena je le, če rezultati vseh predvidenih pregledov in preskusov ustrezajo. Pri negativni oceni mora zapisnik vsebovati prilogo s seznamom odkritih neustreznosti in predvidenih ukrepov.
- (4) V primeru negativne ocene oziroma neustrezne inštalacije je treba po odkritih neustreznosti te odpraviti in





