

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-002: 2021

**NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE
INŠTALACIJE**

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

Tehnična smernica

TSG-N-002:2021

**■ NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE
INŠTALACIJE**



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

TEHNIČNA SMERNICA TSG-N-002: 2021

Minister za okolje in prostor na podlagi tretjega odstavka 26. člena Gradbenega zakona (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr. in 15/21 – ZDUOP) izdaja tehnično smernico

NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

Minister za okolje in prostor

ANDREJ VIZJAK

Številka: 007-134/2019
V Ljubljani, 1. septembra 2021

Ta smernica se izda ob upoštevanju postopka informiranja v skladu z Direktivo (EU) 2015/1535 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. septembra 2015 o določitvi postopka za zbiranje informacij na področju tehničnih predpisov in pravil za storitve informacijske družbe (UL L št. 241, z dne 17. 9. 2015, str. 1).

Tretja izdaja tehnične smernice TSG-N-002:2021 v celoti nadomešča drugo izdajo tehnične smernice TSG-N-002:2013.

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

■	KAZALO	
■ 0	UVOD	5
0.1	POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE »NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE«	5
0.1.1	Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice	5
0.1.2	Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah – Pravni okvir delovanja smernice	5
0.1.3	Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice	6
0.2	REFERENČNI DOKUMENTI	7
0.2.1	Predpisi	7
0.2.2	Standardi	8
0.2.3	Smernice in drugi dokumenti	12
0.3	POMEN IZRAZOV	12
0.3.1	Izrazi	13
■ 1	NAMEN IN PODROČJE UPORABE	15
■ 2	VRSTE SISTEMOV ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	16
3.	ZAHTEVE ZA PROJEKTIRANJE IN IZVEDBO NIZKONAPETOSTNIH ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	18
3.1	SPLOŠNO	18
3.2	VODI	19
3.2.1	Zaščita vodov	19
3.2.2	Način napeljave/položitve vodov	19
3.2.3	Dimenzioniranje vodnikov	19
3.3	STIKALNE IN ZAŠČITNE NAPRAVE	20
3.3.1	Stikalne naprave	20
3.3.2	Zaščitne naprave	20
3.3.3	Vklopne in zaščitne naprave naprav za kompenzacijo jalove energije	21
3.4	NAPRAVE ZA IZKLOP IN KRMILJENJE	21
3.4.1	Splošno	21
3.4.2	Naprave za izklop	21
3.4.3	Naprave za krmiljenje	22
3.5	VARNOSTNI SISTEMI	22
3.5.1	Splošno	22
3.5.2	Napajanje	22
3.6	NAMEŠČANJE IN OZNAČEVANJE ELEKTRIČNE OPREME, VODNIKOV IN KABLOV	23
3.6.1	Splošno	23
3.6.2	Napisne ploščice na razdelilnikih	23
■ 4	ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM	24
4.1	SPLOŠNO	24
4.2	NAČINI IZVEDBE ZAŠČITE	24
4.3	ZAŠČITA S POSTAVITVIJO ZUNAJ DOSEGA ROKE	25
4.4	ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM Z MALO NAPETOSTJO	25
4.5	ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAJANJA	26
4.6	ZAŠČITA Z UPORABO NAPRAV RAZREDA II ALI Z USTREZNO IZOLACIJO	28
4.7	ZAŠČITA S POSTAVITVIJO V NEPREVODNE PROSTORE	29
4.8	ZAŠČITA Z ELEKTRIČNO LOČITVIJO	29
■ 5	ZAŠČITNA IN OBRATOVALNA (FUNKCIJSKA) OZEMLJITEV	31
5.1	ZAŠČITNA OZEMLJITEV	31
5.2	OBRATOVALNA (FUNKCIJSKA) OZEMLJITEV	31
5.3	ZAHTEVE ZA VODNIKE IN ELEMENTE	32
5.4	POLAGANJE OZEMLJILNEGA VODA	32
5.5	GLAVNA IN DODATNA IZENAČITEV POTENCIALOV	34
5.5.1	Glavna izenačitev potencialov	34
5.5.2	Dodatna izenačitev potencialov	34
5.6	NAPETOST KORAKA IN DOTIKA	34
■ 6	ZAŠČITA PRED PREOBREMENITVIJO VODNIKOV	35

6.1	SPLOŠNO	35
6.2	POSTAVITEV NAPRAVE ZA ZAŠČITO VODNIKOV	35
6.3	ZAŠČITA PRED KRATKOSTIČNIM TOKOM	35
■ 7	ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM IN PRENAPETOSTJO	36
7.1	ZAŠČITA PRED TOPLOTNIM UČINKOM	36
7.2	ZAŠČITA PRED PRENAPETOSTJO	36
■ 8	ELEKTRIČNI RAZDELILNIKI	38
8.1	SPLOŠNO	38
8.2	IZVEDBA ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA	38
■ 9	ENERGIJSKA UČINKOVITOST ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	40
9.1	SPLOŠNO	40
9.2	POTROŠNIK/PROIZVAJALEC (PROSUMER)	40
9.3	LOKALNI PROIZVODNI NIZKONAPETOSTNI VIRI ELEKTRIČNE ENERGIJE	40
■ 10	ZAGOTAVLJANJE PRAVILNEGA IN NEMOTENEGA DELOVANJA ELEKTRIČNE OPREME	42
10.1	SPLOŠNO	42
10.2	NAMESTITEV ELEKTRIČNE OPREME	42
10.3	ZAŠČITA ELEKTRIČNE OPREME	42
10.4	PRIKLJUČITEV ELEKTRIČNE OPREME	42
10.5	NAPRAVE ZA KOMPENZACIJO JALOVE ENERGIJE	43
10.6	POSEBNE ZAHTEVE	43
■ 11	ZAHTEVE ZA POSEBNE PRIMERE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN LOKACIJ	45
11.1	SPLOŠNO	45
11.2	POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	45
11.2.1	Zasilna razsvetljava	45
11.2.2	Mehansko prezračevanje in klimatizacija	46
11.2.3	Delovanje električne inštalacije v primeru požara	46
11.2.4	Omejeni prevodni prostori	46
11.3	POSEBNI PROSTORI	47
11.3.1	Kopalnice	47
11.3.2	Bazeni	48
11.3.3	Savne	48
11.3.4	Plinske kotlovnice	49
11.3.5	Nestanovanjske kmetijske stavbe	49
11.3.6	Kampi	50
11.3.7	Vgrajene fotonapetostne naprave in fotonapetostna napajalna omrežja	51
11.3.8	Prenosne fotonapetostne naprave (naprave »Plug & Play«)	52
11.3.9	Polnilnice električnih avtomobilov	52
11.3.10	Druge posebne vrste električnih inštalacij	53
■ 12	PREVERJANJE NIZKONAPETOSTNIH ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ	54
12.1	SPLOŠNO	54
12.1.1	Pristojnosti preglednika	55
12.1.2	Odgovornost preglednika	55
12.1.3	Električne inštalacije, ki jih je treba redno preverjati	55
12.2	VIZUALNI PREGLED	56
12.3	PRESKUSI	56
12.4	MERITVE	57
12.5	VZDRŽEVALNI PREGLED	57
12.6	OBDODBJA ZA PREVERJANJE	57
12.7	ZAPISNIK O PREVERJANJU	58
■ 13	DODATEK A:	
	Primeri zapisnikov o preverjanju nizkonapetostne električne inštalacije	59

0 UVOD

0.1 POMEN IN VLOGA TEHNIČNE SMERNICE »NIZKONAPETOSTNE ELEKTRIČNE INŠTALACIJE«

0.1.1

Zakonska podlaga za izdajo tehnične smernice

(1) To tehnično smernico je izdal minister za okolje in prostor na podlagi tretjega odstavka 26. člena Gradbenega zakona (Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr. in 15/21 - ZDOUP).

(2) V Gradbenem zakonu je določeno, da se s »tehničnimi smernicami za graditev objektov (v nadaljnjem besedilu: tehnične smernice) za določene vrste objektov natančno opredelijo:

- priporočene tehnične rešitve, s katerimi se doseže izpolnjevanje bistvenih zahtev za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objektov,
- izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati, in način njihove vgradnje

ter, da se s tehničnimi smernicami se za določene vrste objektov natančno opredelijo tudi priporočene tehnične rešitve, ki se nanašajo na izpolnjevanje drugih zahtev.”

(3) Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je obravnavana v 24. in 26. členu zakona. V prvem je določeno, da predpise o bistvenih zahtevah izdaja minister, pristojen za graditev, če pa gre za posebne vrste objektov ali dele bistvenih zahtev pa jih smejo določiti tudi ministri, v katerih delovno področje spadajo takšne vrste takšnih objektov ali bistvene zahteve. Isti člen določa tudi razmerje med predpisi in smernicami, ko določa, da se smejo gradbeni tehnični in drugi predpisi sklicevati na standarde ali tehnične smernice oziroma določijo, da velja domneva o skladnosti z zahtevami predpisa, če ustreza zahtevam v njem navedenih standardov ali tehničnih smernic. Če je v gradbenem tehničnem predpisu določena domneva o skladnosti iz prejšnjega odstavka, se s temi predpisi opredelijo tudi metode in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem je projektant uporabil rešitve zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavlja vsaj enako stopnjo zanesljivosti kot projekt, pripravljen z uporabo tehničnih smernic in obveznih ali priporočenih standardov.

(4) Druge zahteve podrobneje določi minister, v čigar delovno področje spada vrsta objektov ali te zahteve.

(5) V 15. členu zakona je določeno, da morajo objekti izpolnjevati bistvene zahteve glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti objekta. Bistvene zahteve za objekte so:

1. mehanska odpornost in stabilnost,
2. **varnost pred požarom,**
3. higienska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja,
4. **varnost pri uporabi,**

5. zaščita pred hrupom,

6. **varčevanje z energijo in ohranjanje toplote,**

7. univerzalna graditev in raba objektov,

8. trajnostna raba naravnih virov.

(6) Če mora določena rešitev ustrezati zahtevam različnih predpisov, se zanjo izberejo najneugodnejše vrednosti – najstrožje zahteve, kot so podane v predpisih, ki jih je treba upoštevati.

0.1.2

Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah – Pravni okvir delovanja smernice

(1) 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. 140/21). V tem pravilniku so določene zahteve za električne inštalacije.

7. člen

(zagotovitev varnosti)

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

- se preprečijo ali vsaj omejijo kvarne posledice električnega udara,
- se prepreči čezmerno segrevanje njihovih elementov,
- se prepreči vžig možne eksplozivne atmosfere,
- se preprečijo podnapetostni, prenapetostni in čezmerni elektromagnetni vplivi,
- se preprečijo nevarnosti prekinitve napajanja,
- se preprečijo druge nevarnosti (npr. oblok, nenadzorovano mehansko delovanje),
- omogočajo pravilno in nemoteno delovanje vgrajenih naprav
- omogočajo pravilno in nemoteno delovanje opreme, ki se priključuje nanje ter
- ne ovirajo stalnosti in kakovosti dobavljene električne energije sosednjim inštalacijskim sistemom s čezmernimi nihanji napetosti ali drugimi tehničnimi motnjami.

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 – gradbene inženirske objekte.

- (2) V poglavju pravilnika, ki določa način izpolnjevanja predpisanih zahtev, so za uporabo te tehnične smernice najbolj pomembne naslednje določbe:

7. člen
(tehnična smernica)

- (1) Tehnična smernica za graditev, ki določa priporočene gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseg zahtev tega pravilnika, je tehnična smernica za graditev TSG-N-002 Nizkonapetostne električne inštalacije (v nadaljnjem besedilu: tehnična smernica).
- (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 ali v dokumentih, na katere se smernica sklicuje, velja domneva o skladnosti z zahtevami iz tega pravilnika.

9. člen
(uporaba drugih ukrepov)

- (1) Pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju električnih inštalacij se smejo namesto ukrepov, navedenih v tehnični smernici, uporabiti rešitve v skladu z zadnjim stanjem gradbene tehnike, ki zagotavljajo izpolnitev zahtev tega pravilnika in vsaj enako stopnjo varnosti kot za projekt, pripravljen z uporabo tehnične smernice.
- (2) Ukrepi iz prejšnjega odstavka pomenijo upoštevanje zadnjega stanja gradbene tehnike v skladu z zakonom, ki ureja graditev. Izpolnjenost zahtev za varnost električnih inštalacij po tem pravilniku se v takem primeru zagotovi v skladu s 16. členom tega pravilnika.
- (3) Ne glede na prvi odstavek tega člena je treba v vseh primerih dejanja iz 11. in 14. člena tega pravilnika izvesti izključno na način, kot je naveden v tehnični smernici.

15. člen
(navedba podlage za projektiranje)

- (1) Projektant mora v projektni dokumentaciji izrecno navesti, ali je dokumentacija za izvedbo gradnje izdelana na podlagi tehnične smernice ali na podlagi 9. člena tega pravilnika.
- (2) Če se v projektu uporabijo ukrepi iz 9. člena tega pravilnika, morajo biti v tehničnem poročilu projekta za izvedbo gradnje natančno opisane vse bistvene predpostavke, na podlagi katerih je projektant prišel do predlaganih rešitev.

Če projektant izbral projektiranje v skladu z 9. členom pravilnika (uporaba drugih ukrepov) je pomemben še naslednji člen pravilnika:

16. člen
(obveznost preverjanja dokumentacije za izvedbo gradnje)

- (1) Če projektant projektira električne inštalacije stavbe v skladu z 9. členom tega pravilnika, je treba opraviti preverjanje tistega dela dokumentacije za izvedbo gradnje, ki se nanaša na nadzor brezhibnosti in računske pravilnosti tistih sestavin načrta, ki določajo električne inštalacije stavbe, s katerimi se dokazuje, da predložena dokumentacija izpolnjuje zahteve tega pravilnika z najmanj enakovredno ravno, kot če bi bila uporabljena tehnična smernica.
- (2) Preverjanje iz prejšnjega odstavka izvede projektant, ki deluje na področju, ki ga ureja ta pravilnik in ni sodeloval pri projektiranju obravnavane stavbe. Preverjanje v imenu in za potrebe projektanta opravi pooblaščen inženir elektrotehniške stroke, ki ni sodeloval pri projektiranju obravnavane stavbe.
- (3) Projektant, ki opravi preverjanje, vnese v zapisnik o preverjanju le tiste podatke, ki so bistveni za obseg preverjanja iz prvega odstavka tega člena. S podpisom zapisnika o preverjanju potrdi, da projekt izpolnjuje zahteve tega pravilnika. Zapisnik je priloga projektne dokumentacije za izvedbo gradnje.

0.1.3

Pravne posledice (ne)uporabe tehnične smernice

a) Uporaba tehnične smernice - domneva o skladnosti

Kot je razvidno iz prejšnjih točk 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 celotnega 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 stanovski zbornici). Kadar se je pri projektiranju, gradnji in pri pridobitvi potrebnih upravnih odločb sledilo gradbenim ukrepom iz te tehnične smernice 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 obveznim preverjanjem tistega dela dokumentacije za izvedbo gradnje, ki se nanaša na nadzor brezhibnosti in računske pravilnosti tistih sestavin načrta, ki določajo električne inštalacije stavbe, kar je predpisani način dokazovanja projektanta, da je izpolnil predpisano zahtevo (15. člen pravilnika). 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 DOKUMENTI¹

0.2.1

Predpisi

- 0.2.1.1 Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr. in 15/21 - ZDOUP),
- 0.2.1.2 Energetski zakon (Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo),
- 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 razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18),
- 0.2.1.6 Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11 – ZVZD-1),
- 0.2.1.7 Uredba o izvajanju Uredbe (EU) o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov (Uradni list RS, št. 77/12),
- 0.2.1.8 Uredba o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Uradni list RS, št. 70/96 in 41/04 – ZVO-1),
- 0.2.1.9 Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 17/19),
- 0.2.1.10 Uredba o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s soproizvodnjo z visokim izkoristkom (Uradni list RS, št. 14/20),
- 0.2.1.11 Pravilnik o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 39/16),
- 0.2.1.12 Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (Uradni list RS, št. 39/16 in 9/20),
- 0.2.1.13 Pravilnik o zaščiti nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih postaj (Uradni list RS, št. 90/15),
- 0.2.1.14 Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02 in 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ),
- 0.2.1.15 Pravilnik o protieksplzijski zaščiti (Uradni list RS, št. 41/16),
- 0.2.1.16 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ),
- 0.2.1.17 Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Uradni list RS, št. 36/18 in 51/18 – popr.),
- 0.2.1.18 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21),
- 0.2.1.19 Pravilnik o varnosti dvigal (Uradni list RS, št. 25/16),

¹ Uporabnik uporablja zadnje veljavne referenčne dokumente, navedene v:
točki 0.2.1, ki so dosegljivi na spletni strani: <http://www.pisrs.si/Pis.web/>,
točki 0.2.2, ki so dosegljivi na Slovenskem inštitutu za standardizacijo (SIST),
točki 0.2.3, ki so dosegljivi na spletni strani Ministrstva za okolje in prostor, SZPV in EZS.

- 0.2.1.20 Pravilnik o varnosti strojev (Uradni list RS, št. 75/08, 66/10, 17/11 – ZTZPUS-1 in 74/11),
- 0.2.1.21 Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samo-oskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16 in 46/18)
- 0.2.1.22 Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99, 39/05 in 43/11 – ZVZD-1),
- 0.2.1.23 Pravilnik o univerzalni graditvi in uporabi objektov (Ur. l. 41/18),
- 0.2.1.24 Pravilnik o elektroenergetskih postrojih izmenične napetosti nad 1 kV (Uradni list RS, št. 63/16),
- 0.2.1.25 Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev (Uradni list RS, št. 98/15),
- 0.2.1.26 Sistemsko obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (Uradni list RS, št. 41/11 in 17/14 – EZ-1),
- 0.2.1.27 Uredba Komisije (EU) 2016/631 z dne 14. aprila 2016 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (OJ L 112, 27.4.2016).

0.2.2

Standardi

0.2.2.1	SIST 1050	Dimenzijske zahteve za vtiče in vtičnice za hišno in podobno uporabo
0.2.2.2	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
0.2.2.3	SIST EN 1838	Razsvetljava – Zasilna razsvetljava
0.2.2.4	SIST ISO 6707-1	Stavbe in gradbeni inženirski objekti - Slovar - 1. del: Slovar
0.2.2.5	SIST EN 50110-1	Obratovanje električnih inštalacij - 1. del: Splošne zahteve
0.2.2.6	SIST EN 50110-2	Upravljanje z električnimi inštalacijami - 2. del: Nacionalni dodatki
0.2.2.7	SIST EN 50160	Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih
0.2.2.8	SIST EN 50172	Sistemi za nujnostno razsvetlavo evakuacijskih poti
0.2.2.9	SIST-TP CLC/TR 50404	Elektrostatika - Pravila ravnanja za izogibanje nevarnostim zaradi statične elektrike
0.2.2.10	SIST EN 50438	Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem
0.2.2.11	SIST EN 50549-1	Zahteve za vzporedno vezavo generatorskih postrojev z javnim razdelilnim omrežjem - 1. del: Priklop na nizkonapetostno razdelilno omrežje - Generatorski postroji do vključno tipa B
0.2.2.12	SIST EN 50575	Elektroenergetski, krmilni in komunikacijski kabli - Kabli za splošno uporabo za gradbena dela glede na zahteve za odpornost proti požaru
0.2.2.13	SIST IEC 60050-195	Mednarodni elektrotehniški slovar - Ozemljitev in zaščita pred električnim udarom (in pri njem)
0.2.2.14	SIST IEC 60050-826	Mednarodni elektrotehniški slovar – Električne inštalacije
0.2.2.15	SIST EN 60079-2	Eksplzivne atmosfere - 2. del: Zaščita opreme z nadtlakom „p“
0.2.2.16	SIST EN 60079-14	Eksplzivne atmosfere - 14. del: Načrtovanje, izbira in namestitve električnih inštalacij
0.2.2.17	SIST EN 60079-17	Eksplzivne atmosfere - 17. del: Pregledovanje in vzdrževanje električnih inštalacij
0.2.2.18	SIST EN 60079-19	Eksplzivne atmosfere - 19. del: Popravilo, obnova in remont opreme
0.2.2.19	SIST EN 60204-1	Varnost strojev – Električna oprema strojev – 1. del: Splošne zahteve
0.2.2.20	SIST EN 60269-6	Nizkonapetostne varovalke - 6. del: Dopolnilne zahteve za taljive vložke za zaščito sončnih fotonapetostnih energijskih sistemov
0.2.2.21	SIST HD 60364-1	Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocenjevanje splošnih značilnosti, definicije

0.2.2.22	SIST HD 60364-4-41	Niskonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom
0.2.2.23	SIST HD 60364-4-42	Električne inštalacije zgradb – 4-42. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred toplotnimi učinki
0.2.2.24	SIST HD 60364-4-43	Električne inštalacije zgradb – 4-43. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred nadtoki
0.2.2.25	SIST IEC 60364-4-44	Električne inštalacije zgradb – 4-44. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred prenapetostmi – Zaščita pred napetostnimi motnjami in elektromagnetnimi motnjami
0.2.2.26	SIST HD 60364-4-442	Niskonapetostne električne inštalacije – 4-442. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita nizkonapetostnih inštalacij pred trenutnimi prenapetostnimi zaradi zemeljskega stika v visokonapetostnem sistemu in zaradi napak v nizkonapetostnem sistemu
0.2.2.27	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
0.2.2.28	SIST HD 60364-4-444	Niskonapetostne električne inštalacije – 4-444. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami
0.2.2.29	SIST IEC 60364-4-44/AMD2	Niskonapetostne električne inštalacije – 4-444. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami, 2. dodatek
0.2.2.30	SIST HD 60364-5-51	Električne inštalacije zgradb – 5-51. del: Izbira in namestitev električne opreme – Splošna pravila
0.2.2.31	SIST HD 60364-5-52	Niskonapetostne električne inštalacije – 5-52. del: Izbira in namestitev električne opreme – Inštalacijski sistemi
0.2.2.32	SIST IEC 60364-5-53 / A1	Električne inštalacije zgradb – 5-53. del: Izbira in namestitev električne opreme – Stikalne in krmilne naprave
0.2.2.33	SIST HD 60364-5-54	Niskonapetostne električne inštalacije - 5-54. del: Izbira in namestitev električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vezni vodniki
0.2.2.34	SIST IEC 60364-5-55	Električne inštalacije zgradb – 5-55. del: Izbira in namestitev električne opreme – Druga oprema
0.2.2.35	SIST HD 60364-5-56	Niskonapetostne električne inštalacije – 5-56. del: Izbira in namestitev električne opreme – Varnostno napajanje
0.2.2.36	SIST HD 60364-5-534	Niskonapetostne električne inštalacije – 5-534. del: Izbira in namestitev električne opreme - Ločevanje, stikanje in krmiljenje - Naprave za prenapetostno zaščito
0.2.2.37	SIST HD 60364-5-537	Niskonapetostne električne inštalacije - 5-53. del: Izbira in namestitev električne opreme - Stikalne in krmilne naprave - 537. oddelek: Ločevanje in stikanje
0.2.2.38	SIST HD 60364-5-551	Niskonapetostne električne inštalacije – 5-551. del: Izbira in namestitev električne opreme – Druga oprema – Niskonapetostni generatorji
0.2.2.39	SIST HD 60364-5-557	Niskonapetostne električne inštalacije - 5-557. del: Izbira in namestitev električne opreme - Pomožni tokokrogi
0.2.2.40	SIST HD 60364-5-559	Niskonapetostne električne inštalacije – 5-559. del: Izbira in namestitev električne opreme – Svetilke in inštalacijske razsvetljave
0.2.2.41	SIST HD 60364-6	Niskonapetostne električne inštalacije – 6. del: Preverjanje
0.2.2.42	SIST HD 60364-7-701	Niskonapetostne električne inštalacije – 7-701. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Prostori s kopalno kadjo ali tušem

0.2.2.43	SIST HD 60364-7-702	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-702. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Plavalni bazeni in vodnjaki
0.2.2.44	SIST HD 60364-7-703	Električne inštalacije zgradb – 7-703. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Sobe in kabine s savna greli
0.2.2.45	SIST HD 60364-7-704	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-704. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Gradbišča
0.2.2.46	SIST HD 60364-7-705	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-705. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Električne inštalacije kmetijskih in vrtnarskih objektov
0.2.2.47	SIST HD 60364-7-706	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-706. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Omejeni prevodni prostori
0.2.2.48	SIST HD 60364-7-708	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-708. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Električne inštalacije v avtokampih in podobnih lokacijah
0.2.2.49	SIST HD 60364-7-709	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-709. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Marine in podobne lokacije
0.2.2.50	SIST HD 60364-7-710	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-710. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Medicinski prostori
0.2.2.51	SIST IEC 60364-7-711	Električne inštalacije zgradb – 7. del: Zahteve za posebne inštalacije ali prostore - Razstave, predstave in stojnice
0.2.2.52	SIST HD 60364-7-712	Električne inštalacije zgradb – 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Fotonapetostni (PV) sistemi
0.2.2.53	SIST IEC 60364-7-713	Električne inštalacije zgradb – 7. del: Zahteve za posebne inštalacije in lokacije – 713. oddelek: Pohištvo
0.2.2.54	SIST IEC 60364-7-714	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-714. del: Zahteve za posebne napeljave ali lokacije - Napeljave za zunanjo razsvetljavo
0.2.2.55	SIST HD 60364-7-715	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-715. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Inštalacije razsvetljav za malo napetost
0.2.2.56	SIST HD 60364-7-717	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-717. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Premične ali prenosne enote
0.2.2.57	SIST HD 60364-7-718	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-718. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Komunalne naprave in delovna mesta
0.2.2.58	SIST HD 60364-7-721	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-721. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Električne inštalacije v počitniških prikolicah in avtodomih
0.2.2.59	SIST HD 60364-7-722	Električne inštalacije zgradb – 7-722. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Napajanje električnih vozil
0.2.2.60	SIST HD 60364-7-729	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-729. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Delovni ali vzdrževalni prehodi
0.2.2.61	SIST HD 60364-7-730	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-730. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Kopenske naprave za napajanje plovil za celinske vode
0.2.2.62	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

0.2.2.63	SIST IEC 60364-7-753	Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-753. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Ogrevalni kabli in z njimi povezani sistemi ogrevanja
0.2.2.64	SIST HD 60364-8-1	Nizkonapetostne električne inštalacije - 8-1. del: Energijska učinkovitost
0.2.2.65	SIST HD 60364-8-2	Nizkonapetostne električne inštalacije - 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev
0.2.2.66	SIST EN 60529	Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP)
0.2.2.67	SIST EN 60598-2-22	Svetilke – 2.22. del: Posebne zahteve – Svetilke za zasilno razsvetljavo
0.2.2.68	serija standardov SIST EN 60898	Električni pribor - Odklopniki za nadtokovno zaščito za gospodinjstvo in podobne inštalacije
0.2.2.69	SIST EN 60947-1	Nizkonapetostne stikalne naprave – 1. del: Splošna pravila
0.2.2.70	SIST EN 60947-2	Nizkonapetostne stikalne naprave – 2. del: Odklopniki
0.2.2.71	SIST EN 60947-3	Nizkonapetostne stikalne in krmilne naprave - 3. del: Stikala, ločilniki, ločilna stikala in stikalni aparati z varovalkami
0.2.2.72	SIST EN 61000-3-3	Elektromagnetna združljivost (EMC) - 3-3. del: Mejne vrednosti - Omejitve vrednosti kolebanja napetosti in flikerja v nizkonapetostnih napajalnih sistemih za opremo z naznačenim tokom do 16 A in ni priključena pod posebnimi pogoji
0.2.2.73	SIST EN 61140+A1	Zaščita pred električnim udarom – Skupni vidiki za inštalacijo in opremo
0.2.2.74	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
0.2.2.75	SIST EN 61241-4	Električne naprave za uporabo v prisotnosti gorljivega prahu – 4. del: Vrsta zaščite “pD”.
0.2.2.76	SIST-TP IEC/TR 61439-0	Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 0. del: Navodila za specificiranje sestavov
0.2.2.77	SIST EN 61439-1	Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 1. del: Splošna pravila
0.2.2.78	SIST EN 61439-2	Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 2. del: Sklopi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav
0.2.2.79	SIST EN 61439-3	Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnaajo nestrokovnjaki (DBO),
0.2.2.80	SIST EN 61439-4	Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 4. del: Posebne zahteve za sestave na gradbiščih
0.2.2.81	SIST EN 61439-5	Nizkonapetostne stikalne in krmilne naprave – 5. del: Sestavi za distribucijo električne energije v javnih omrežjih
0.2.2.82	SIST EN 61439-6	Sestavi nizkonapetostnih in krmilnih naprav – 6. del: Zbiralčni povezovalni sistemi (zbiralčna vodila)
0.2.2.83	SIST EN IEC 61439-7	Sestavi nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav - 7. del: Sestavi za posebno uporabo, na primer za marine, prostore za kampiranje, tržnice, napajalne postaje za električna vozila
0.2.2.84	serija standardov SIST EN 61557	Električna varnost v nizkonapetostnih razdelilnih sistemih izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV - Oprema za preiskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov
0.2.2.85	SIST EN 61851-1	Sistem za polnjenje električnih vozil prek kabla - 1. del: Splošne zahteve

0.2.2.86	SIST EN 61851-21-1	Sistem kabskega napajanja električnih vozil - 21-1. del: Zahteve EMC za vgrajen napajalnik pri kabski priključitvi na izmenično/enosmerno napajanje
0.2.2.87	SIST EN 61851-21-2	Sistemi za napajanje električnih vozil - 21-2. del: Zahteve za električna vozila za priključitev na izmenično/enosmerno napajanje - EMC zahteve za zunanje napajalne sisteme električnih vozil
0.2.2.88	SIST EN 61851-23	Sistem kabskega polnjenje električnih vozil - 23. del: Postaja za kabsko polnjenje električnega vozila z enosmernim tokom
0.2.2.89	SIST EN 62109-1	Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih - 1. del: Splošne zahteve
0.2.2.90	SIST EN 62109-2	Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih - 2. del: Posebne zahteve za razsmernike
0.2.2.91	SIST EN 62196-1	Vtiči, vtičnice, konektorji in uvodnice na vozilih - Kabsko napajanje električnih vozil - 1. del: Splošne zahteve
0.2.2.92	SIST EN 62262	Stopnje zaščite pred mehanskimi udarci, ki jo ohišja nudijo električni opremi (koda IK)
0.2.2.93	SIST EN 62305-3	Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja
0.2.2.94	SIST EN 62305-4	Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah
0.2.2.95	SIST EN 62423	Odklopniki na preostali tok tipov F in B z vgrajeno nadtokovno zaščito ali brez nje za gospodinjstvo in podobno rabo
0.2.2.96	SIST EN 62446-1	Fotonapetostni sistemi – Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje – 1. del: Sistemi, priključeni na omrežje – Dokumentacija, prevzemni preskusi in nadzor
0.2.2.97	SIST EN 62446-2	Fotonapetostni sistemi - Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje - 2. del: Sistemi, priključeni na omrežje - Vzdrževanje fotonapetostnih sistemov
0.2.2.98	SIST EN IEC 62485-2	Varnostne zahteve za sekundarne baterije in baterijske naprave - 2. del: Nepremične baterije
0.2.2.99	SIST EN 62606	Splošne zahteve za obločne detektorje (AFDD)

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,
- 0.2.3.6 Priporočilo EZS; Agregati za rezervno napajanje; EZS TPR-02-2013,
- 0.2.3.7 Priporočilo EZS; Uporaba premičnih agregatov za zasilno nadomestno napajanje družinskih hiš in kmetij; EZS TPR-5-2018,

- 0.2.3.8 81 IEEE smernica za merjenje ozemljitvene upornosti, impedance tal in zemeljskih površinskih potencialov ozemljitvenega sistema; IEEE 81,
- 0.2.3.9 519 IEEE priporočena praksa in zahteve za nadzor harmonikov v električnih napajalnih sistemih; IEEE 519.

0.3 POMEN IZRAZOV

- (1) Izrazi s področja graditve stavb, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kot so opredeljeni v Gradbenem zakonu, Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah in v slovenskem standardu SIST ISO 6707-1.

- (2) Izrazi s področja nizkonapetostnih električnih inštalacij, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kot so opredeljeni v Pravilniku o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah in v slovenskih standardih SIST IEC 60050-195 in SIST IEC 60050-826.

0.3.1

Izrazi

- 0.3.1.1 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.
- 0.3.1.2 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.
- 0.3.1.3 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.
- 0.3.1.4 Električni inštalacijski sistem – sestav električnih inštalacij, ki se napaja z električno energijo iz enega priključnega mesta (merilnega mesta za obračunske meritve) in poteka od glavnih varovalk na priključku do končnih priključkov električnih naprav. V primeru stalnega priključka naprave poteka inštalacijski sistem do priključnih sponk v napravi. V njem so uporabljeni usklajeni ukrepi za zaščito pred električnim udarom, nadtokom in prekomernim segrevanjem.
- 0.3.1.5 Električni razdelilnik – sestav nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav.
- 0.3.1.6 Električni razdelilnik DBO (distribution board intended to be operated by ordinary person) je razdelilnik, ki ga lahko uporabljajo laiki.
- 0.3.1.7 Električno zaključena celota inštalacije pomeni tisto, kar obsega projekt izvedenih del (PID).
- 0.3.1.8 Elektroenergetska naprava je stikalna naprava, transformatorska naprava ali naprava za proizvodnjo električne energije na prostorsko omejenem mestu, ki je sestavljena iz več elementov in medsebojnih povezav.
- 0.3.1.9 Enostavna ločitev je ločitev z osnovno izolacijo med električnimi tokokrogi ali med električnim tokokrogom in lokalno zemljo.
- 0.3.1.10 Fotonapetostni sistem (v nadaljevanju PV) je elektroenergetska naprava za proizvodnjo električne energije, sestavljena iz več elementov (npr. PV modul, pretvornik, električni vodniki, zaščitne naprave, električne omarice in nosilne konstrukcije sistema).

- 0.3.1.11 Gibki priključni vod – je namenjen priključevanju naprav na inštalacijski sistem in mora imeti enako število vodnikov, kot vod inštalacijskega sistema, na katerega se priključuje.
- 0.3.1.12 Glavna izenačitev potencialov je 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.
- 0.3.1.13 Hranilnik električne energije je naprava za shranjevanje električne energije, ki v odvisnosti od obratovalnega stanja (hranilnika) električno energijo absorbira in shrani za določen čas ali z električno energijo napaja.
- 0.3.1.14 Informacijsko komunikacijska inštalacija (IKI) – splošen izraz za električne povezave in opremo praviloma male napetosti, ki je namenjena prenašanju podatkov upravljanju, prenašanju avdio / video signalov povezavi naprav informacijske tehnologije, signalizaciji, idr. in ni neposredno povezana z električno inštalacijo.
- 0.3.1.15 Inštalacijski vod – je vod enega tokokroga, ki se začne na zaščitnem elementu v razdelilniku in se konča pri zadnjem porabniku oziroma vtičnici.
- 0.3.1.16 Izvajalec preverjanja ali preglednik je posameznik s pridobljeno nacionalno poklicno kvalifikacijo ali potrdilom o usposobljenosti, kot določa Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah.
- 0.3.1.17 Mala napetost – je električna 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.
- 0.3.1.18 Nadomestna razsvetljava je tisti del zasilne razsvetljave, ki omogoča, da se normalne dejavnosti nadaljujejo bistveno nespremenjene.
- 0.3.1.19 Napetost med linijskima vodnikom je napetost, ki se pojavi med dvema linijskima vodnikoma na podanem mestu električnega tokokroga (prej tudi medfazna napetost).
- 0.3.1.20 Naprava za proizvodnjo električne energije (proizvodna naprava) je namenjena pridobivanju električne energije s pretvorbo primarne energije. Lahko jo sestavlja več generatorskih enot in vključuje vse povezane pomožne naprave, opremo in proizvodne enote.
- 0.3.1.21 Naznačena vrednost (napetosti, toka...) je vrednost, ki jo proizvajalec označi na napravi ali v napravi pripadajočem navodilu.
- 0.3.1.22 Nizka napetost – je električna napetost do vključno 1000 V izmenično in do vključno 1500 V enosmerno.
- 0.3.1.23 NN omrežje – nizkonapetostno omrežje nazivne napetosti do vključno 1000 V izmenično oziroma 1500 V enosmerno, na katero se priključuje nizkonapetostni električni inštalacijski sistem.

- 0.3.1.24 Običajno polnilno mesto pomeni polnilno mesto, ki omogoča prenos električne energije na električno vozilo z močjo, ki je manjša ali enaka 22 kW, razen naprav z močjo, manjšo ali enako 3,7 kW, ki so nameščene v zasebnih gospodinjstvih ali katerih prvotni namen ni polnjenje električnih vozil in ki niso dostopne javnosti.
- 0.3.1.25 Obratovalna ozemljitev je funkcijska in zaščitna ozemljitev točke ali točk v elektroenergetskem sistemu.
- 0.3.1.26 Ocena združljivosti je pregled skladnosti izvedenih priključkov na električno inštalacijo objekta z ozirom na projektne rešitve oz. projektna izhodišča.
- 0.3.1.27 Oprema z zaščito pred električnim udarom razreda II je označena s simbolom; , dvojna izolacija obsega:
- opremo z osnovno izolacijo kot postopkom osnovne zaščite in dopolnilno izolacijo kot postopkom zaščite ob okvari, ali opremo,
 - pri kateri sta osnovna zaščita in zaščita ob okvari zagotovljeni z ojačeno izolacijo.
- 0.3.1.28 Osnovno napajanje je napajanje nizkonapetostne električne inštalacije iz omrežja ali drugih virov, ki zagotavlja njeno namensko delovanje.
- 0.3.1.29 Polnilno mesto pomeni vmesnik, prek katerega je mogoče polniti eno električno vozilo ali zamenjati baterijo enega električnega vozila.
- 0.3.1.30 Polnilno mesto visoke moči pomeni polnilno mesto, ki omogoča prenos električne energije na električno vozilo z močjo, večjo od 22 kW.
- 0.3.1.31 Preostali tok – algebrainska vsota vrednosti električnih tokov v vodnikih pod napetostjo v istem času v dani točki električnega tokokroga v električni inštalaciji, prej diferenčni tok.
- 0.3.1.32 Preverjanje je postopek z vizualnim 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.
- 0.3.1.33 Priključek – je sestav električnih vodov in naprav visoke, srednje ali nizke napetosti, ki so potrebne za priključitev uporabnika na omrežje in jih opredeli distribucijski operater v soglasju za priključitev.
- 0.3.1.34 Prvo preverjanje je preverjanje novo izvedenih nizkonapetostnih električnih inštalacij.
- 0.3.1.35 Redna preverjanja na obstoječih nizkonapetostnih električnih inštalacijah so preverjanja v rokih, zahtevanih s predpisi.
- 0.3.1.36 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 galvan-sko ločen od NN omrežja, če je nanj priključen in mora pri prvi okvari delovati kot sistem TN ali TT.
- 0.3.1.37 Sistem TN – v tem sistemu sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni. Glede na način izvedbe zaščitnega in nevtralnega vodnika je sistem razdeljen v tri pod sisteme:
- 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.
- 0.3.1.38 Sistem TT – v tem sistemu sta zaščitna ozemljitev in obratovalna ozemljitev ločeni.
- 0.3.1.39 Splošna ali normalna razsvetljava je običajno uporabljena razsvetljava, ki se napaja iz osnovnega vira.
- 0.3.1.40 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 (obroča).
- 0.3.1.41 Tokokrog – je vod ali skupek vodov, vezanih na isti zaščitni element v razdelilniku.
- 0.3.1.42 Uhajavi tok – električni tok po neželeni prevodni poti pri normalnih obratovalnih pogojih.
- 0.3.1.43 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.
- 0.3.1.44 Varnostna razsvetljava, je razsvetljava, ki ob izpadu splošne razsvetljave omogoča, da uporabniki vidijo znake za izhod, smer evakuacijskih poti in evakuacijsko pot.
- 0.3.1.45 Varnostni sistem – so v sistemu električnih inštalacij tiste naprave in napeljave, ki morajo delovati pri nastanku izrednih dogodkov (požar, vlom, prisotnost plina, itd).
- 0.3.1.46 Vzdrževalni pregledi – vizualni pregledi, ki jih lahko izvaja druga usposobljena oseba v obdobju med rednimi preverjanje po drugi zakonodaji.
- 0.3.1.47 Zasilna razsvetljava je namenjena za uporabo, ko odpove napajanje običajne razsvetljave.
- 0.3.1.48 Zaščitna ozemljitev je ozemljitev točke ali točk v sistemu ali v nizkonapetostni električni inštalaciji ali opremi, namenjena električni varnosti.
- 0.3.1.49 Združena ozemljitev je ozemljitev, pri kateri sta povezani obratovalna in zaščitna ozemljitev.
- 0.3.1.50 Značilnost napajalne napetosti – opredeljeno v standardu SIST EN 50160 – se navezuje na frekvenco, velikost in obliko vala ter simetrijo trifaznega napetostnega sistema.

■ 1 NAMEN IN PODROČJE UPORABE

- (1) Ta tehnična smernica za zagotavljanje varnosti nizkonapetostnih električnih inštalacij, njihove kakovosti in usklajenosti z elektroenergetskim sistemom (če obstaja) 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,
 4. zaščitne tehnične ukrepe pri uporabi električnih inštalacij, ter
 5. postopek preverjanja ustreznosti električnih inštalacij.
- (2) Ta tehnična smernica se, poleg omejitev iz pravilnika, 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 za zaščite pred strelo,
 7. razsvetljavo ulic in drugih javnih površin, ki so del nizkonapetostnega distribucijskega omrežja,
 8. stavbe in prostore za proizvodnjo in skladiščenje eksplozivov,
 9. električne ograje,
 10. električno opremo strojev od priključnih sponk naprej, razen za stroje, ki zagotavljajo delovanje stavbe in so podaljšek električnih inštalacij z upoštevanjem zahtev standarda SIST EN 60204-1,
 11. drugo električno opremo od priključnih sponk naprej,
 12. nekatere vrste inštalacij dvigal.
- (3) Ta tehnična smernica se uporablja za gradnjo nove nizkonapetostne električne inštalacije celotne stavbe oziroma vsake zaključene celote električnega inštalacijskega sistema ter tudi pri rekonstrukcijah in vzdrževanju ter drugih spremembah.
- (4) Določbe te smernice se ob upoštevanju omejitev iz pravilnika smiselno uporabljajo za druge vrste nizkonapetostnih električnih inštalacij, kot je na primer proizvodnja in raba električne energije in druge posebne vrste nizkonapetostnih električnih inštalacij.

2 VRSTE SISTEMOV ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

(1) Način ozemljitve napajalnega dela električnih inštalacij in povezave zaščitnega vodnika PE predstavljajo osnovo za določitev vrste ozemljitvenega sistema. Označevanje, katerega osnova je podana v naslednjem odstavku, je označevanje ozemljitvenega sistema, npr. TT ozemljitveni sistem, ker pa je to splošno znano, se tako kot drugje, tudi v tej smernici uporablja krajša oblika - TT sistem.

(2) 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.

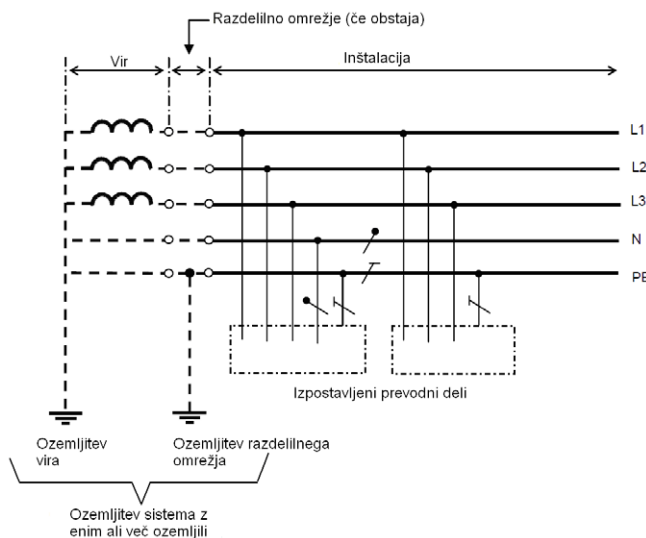
(3) Glede na število vodnikov pod napetostjo se sistemi električnih inštalacij delijo na:

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 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.

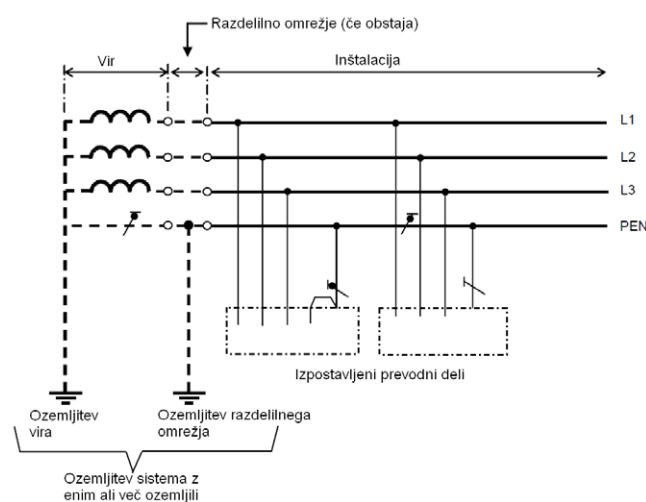
(4) Tipi sistemov v izmeničnih napajalnih sistemih so:

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 mm² Cu oziroma 16 mm² Al (slika 1).



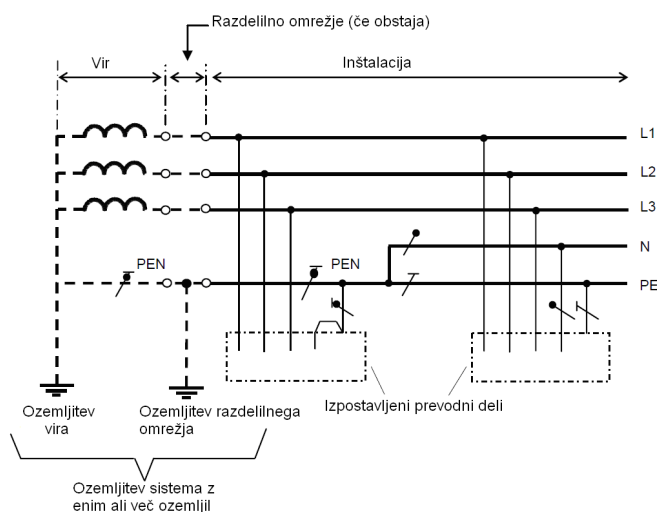
Slika 1: Sistem TN-S z ločenima nevtralnim in zaščitnim vodnikom v celotnem sistemu

- 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 mm² Cu oziroma 16 mm² Al (slika 2).



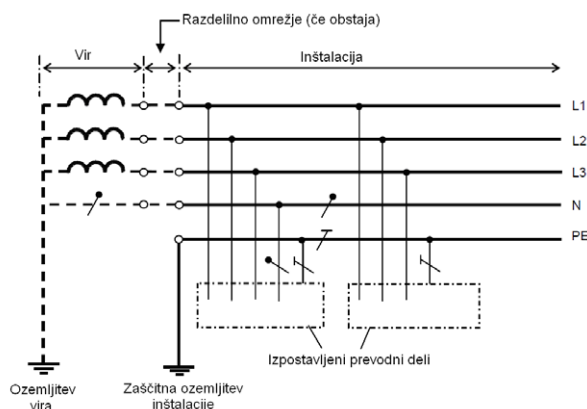
Slika 2: Sistem TN-C z združenima funkcijama nevtralnega in zaščitnega vodnika v enem vodniku v celotnem sistemu

- 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).



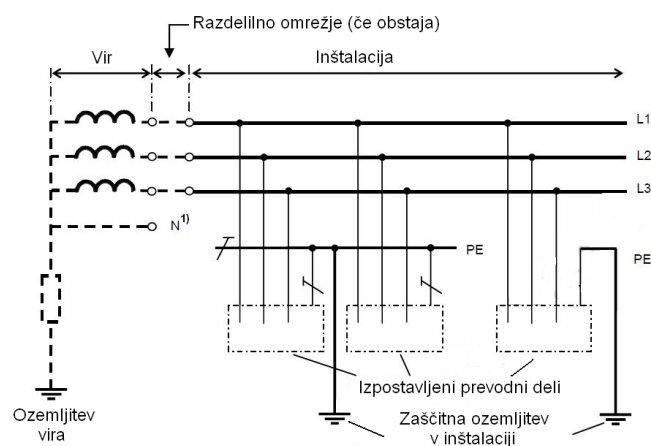
Slika 3: Sistem TN-C-S v trifaznem štirivodnem sistemu: vodnik PEN je na poljubnem mestu inštalacije ločen v zaščitni vodnik (PE) in nevtralni vodnik (N)

2. Sistem TT, v katerem sta zaščitna in obratovalna ozemljitev ločeni. Zaščitna ozemljitev mora biti pri stavbi, 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 distribucijski operater, je treba obratovalno ozemljitev izvesti pri stavbi, ločeno od zaščitne ozemljitve (slika 4).



Slika 4: Sistem TT z ločenima nevtralnim in zaščitnim vodnikom v celotni inštalaciji

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).



¹⁾ 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

4. Drugi izmenični in enosmerni sistemi in pod sistemi 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 konično moč, pri čemer se ob inštalirani moči upošteva faktor istočasnosti.
- (2) Pri projektiranju sistema in izbiri elementov električnih inštalacij je treba v skladu s standardom SIST HD 60364-1 oziroma standardom 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 glivic,
 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 stavbe, v kateri se nahaja sistem električnih inštalacij.
- (3) Vsaka inštalacija mora biti razdeljena na več tokokrogov zaradi omejevanja škodljivih posledic ob okvari, olajšanja preverjanj, 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 povzroča motenj ali škodljivih učinkov drugi inštalaciji ali drugi električni opremi.
- (5) Med električnimi in drugimi inštalacijami (voda, kanalizacija, plin, ogrevanje/hlajenje, informacijsko komunikacijske inštalacije (varnostne inštalacije, telefonija, informacijske inštalacije, itd...)) mora biti razmik v skladu s 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 redni 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.
- (9) Pri projektiranju električne inštalacije je treba upoštevati pogoje, kot jih poda upravljavec distribucijskega omrežja. Med pogoji je podan tudi sistem ozemljitve, s katerim distributer zagotavlja varno delovanje nizkonapetostne inštalacije tudi v primeru kratkih stikov na visokonapetostni strani napajalnega sistema. Nevarna napetost, ki se v omenjenem primeru lahko pojavi na nizkonapetostni strani je predmet distributerja in se nanjo s projektom nizkonapetostnega dela električne inštalacije ne da vplivati, pa tudi preglednik ne more oceniti vpliva na rezultat preverjanja.
- (10) V nizkonapetostni električni inštalaciji na katero so priključene naprave za proizvodnjo in shranjevanje električne energije, je treba pri določitvi in dimenzioniranju zaščite pred električnim udarom in preobremenitvami vodnikov upoštevati spremenjene pretoke električne energije, različna obratovalna stanja, v katerih deluje inštalacija ter predvsem okvare, ki se lahko pojavijo.

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) Spoji med vodniki in spoji med vodniki in drugo opremo morajo zagotavljati neprekinjeno električno prevodnost, ustrezno mehansko trdnost in zaščito 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 vkih 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: Potrebna 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 stavbe, 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/mm² skupnega prereza za baker oziroma 30 N/mm² 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, debelim 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 upravljalcev infrastruktur. Globina je lahko manjša, vendar le v primeru dodatnih zaščitnih ukrepov pred mehanskimi obremenitvami in drugimi vplivi.
- (10) Informacijsko komunikacijsko inštalacijo je treba voditi ločeno od električnih inštalacij. Najmanjša razdalja brez pregrad je 200 mm, v zaprtem jeklenem parapetu z debelino sten 1,5 mm je razdalja lahko 0 mm. Podrobnejše zahteve so podane v standardu SIST IEC 60364-4-44/A2. Če je zaradi varnosti zahtevana drugačna razdalja, se upošteva večjo.

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 standard 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:
1. izolirane vodnike in kable v zraku ne 30 °C, glede na način polaganja
 2. kable, ki so vkopani v zemljo ali 20 °C. položeni v ceveh pod zemljo
- (3) Pri dimenzioniranju vodnikov in kablov je treba upoštevati, da so najvišje dovoljene temperature, do katerih se sme segreti posamezna vrsta izolacije:
1. Polivinilklorid (PVC) 70 °C na vodniku,
 2. Omrežni polietilen (XLPE) ali etilen propilen guma (EPR) 90 °C na vodniku,
 3. Mineralna (obdana s PVC ali brez, dostopna za dotik) 70 °C na plašču,
 4. Mineralna (nepokrita in nedostopna za dotik ter ni izolaciji. 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 mm², in v inštalacijah z aluminijastimi vodniki prereza do vključno 25 mm². Prerez nevtralnega vodnika po katerem tečejo višji harmonski tokovi se določa po standardu SIST HD 60364-5-52.
- (6) Prerez vodnikov v stalnih električnih inštalacijah ne sme biti manjši od 1,5 mm², če so bakreni, oziroma 2,5 mm², če so aluminijasti (to pa ne velja za vodnike v razdelilnikih).
- (7) Za krmilne in signalne tokokroge je dovoljen najmanjši prerez vodnika 0,5 mm². V krmilnih in signalnih tokokrogih, ki so namenjeni za elektronsko opremo je dovoljen najmanjši prerez vodnika 0,1 mm².
- (8) Podrobnejše zahteve za najmanjše prereze vodnikov opisuje standard SIST HD 60364-5-52.
- (9) 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. ustrezati času delovanja zaščitne naprave ob upoštevanju omejitev toka z impedancami električnega tokokroga in možnosti omejitve (jouski integral) zaščitne naprave,
 3. ustrezati vrsti kovine zaščitnega vodnika, izolacije in drugih delov ter začetni in končni temperaturi,

pri čemer je treba upoštevati najvišjo dovoljeno temperaturo stikov.

- (10) Ozemljitveni vod mora ustrezati istim pogojem kot zaščitni vodnik, če pa je vkopan, mora biti:
1. izoliran, mehansko nezaščiten vod s prerezom 16 mm² Cu ali Fe,
 2. neizoliran vod s prerezom 25 mm² Cu, ali 50 mm² Fe - vroče pocinkan,
 3. trak s prerezom 100 mm² Fe - najmanjše debeline 3 mm - vroče pocinkan.
- (11) Za ozemljitvene vode se lahko uporabijo tudi vodniki, ki so ekvivalentni vodnikom, navedenim v prejšnjem odstavku.
- (12) Podrobnejše zahteve za izvajanje ozemljitev opisuje standard SIST HD 60364-5-54.
- (13) Spoji ozemljilnih vodov in ozemljil morajo biti izvedeni s standardiziranimi spojnimi elementi v skladu s Tehnično smernico TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele.
- (14) Pri dimenzioniranju vodnikov in kablov je treba upoštevati preobremenitve ter okvarna stanja v primerih, ki se lahko pojavijo, ko so na nizkonapetostno inštalacijo priključene naprave za proizvodnjo in shranjevanje električne energije.

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 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 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 tok.
- (5) Zaščitna naprava na preostali tok za zaščito pred posrednim dotikom ne sme delovati na preostali tok, ki se pojavlja med normalnim obratovanjem.
- (6) Zaščitna naprava na preostali 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 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 središnji kontakt povezan z napajalno stranjo.
- (9) Pri podstavkih talilnih varovalk tipa B mora biti izključena možnost, da bi nosilec talilnega vložka povzročil stik med prevodnimi deli sosednjih podstavkov.
- (10) Na odklopnikih mora biti vidna oznaka nastavitve vrednosti nadtokovnega sproznika.
- (11) Kadar je večfazni ali enosmerni tokokrog ščiten z (inštalacijskimi) odklopniki, mora zaščitna naprava ob okvari oziroma preobremenitvi v posameznem linijskem vodniku tokokroga odklopiti vse linijske vodnike.
- (12) V sistemih električnih inštalacij se mora z ustrezno izbiro zaščitnih naprav zagotoviti selektivnost zaščite.
- (13) 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.
- (14) Če je zaščitna naprava na preostali 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 kratkostični tok.
- (15) Če zaščitna naprava na preostali tok ni vgrajena v nadtokovno zaščito, mora brez poškodb zdržati toplotne in mehanske obremenitve ob kratkem stiku na strani obremenitve.
- (16) Zaščitna naprava na preostali tok se lahko uporablja tudi kot glavno stikalo. Inštalacijski odklopnik se lahko uporabi kot stikalo.
- (17) 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 naprav za kompenzacijo jalove energije

- (1) Za naprave za kompenzacijo jalove energije se morajo uporabiti posebej za ta namen predvidene stikalne naprave, ki morajo zagotoviti, da se pri njihovem delovanju ali rokovanju ne more pojaviti ponoven vžig obloka na kontaktih stikalne naprave, ki povzroči visoke prenapetosti. Če se premikajo kontakti pri odpiranju in zapiranju ročno, je treba omogočiti čim hitrejšo ravnanje s stikalom.
- (2) Vklopne in zaščitne naprave ter spoji naprav za kompenzacijo jalove energije 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.
- (3) Pri vklopnih in zaščitnih napravah ter spojih naprav za kompenzacijo jalove energije je treba upoštevati, da imajo višje harmonske komponente, če obstajajo, zaradi „skin efekta“ večji toplotni učinek od enakovredne osnovne komponente.
- (4) Pri vklopnih in zaščitnih napravah ter spojih naprav za kompenzacijo jalove energije s kondenzatorji 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.
- (4) Izvedba stikala in način njegove vgradnje morata preprečiti neupravičeno izklapljanje.

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 prekinitev 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 ustavitev v sili morata biti predvidena v električnih inštalacijah črpalk vnetljivih tekočin, prezračevalnih sistemov podatkovnih centrov, 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 prekinitev 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 vkapljanjem in izklapljanjem tokokrogov za odpravljanje nevarnosti, katere izvor je električna inštalacija ali oprema, mora biti izvedena z ne-samodejnim lokalnim ali daljinskim ločevanjem.
- (8) Pri zaščiti z ločevanjem, izklapljanjem ter funkcionalnim vkapljanjem 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) Zamenjavo smeri vrtenja elektromotorjev je zaradi kakršnihkoli vzrokov potrebno izvesti izključno s krmilnimi napravami, kadar to zahteva delovni proces.
- (4) Enopolna stikalna naprava za funkcionalno krmiljenje ne sme biti postavljena v nevtralni vodnik.
- (5) 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.
- (6) 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.

- (7) Naprava za podnapetostno zaščito mora biti nameščena v tokokrogih za napajanje motorjev, pri katerih je lahko nevaren ponovni zagon po ustavitvi zaradi delovanja zaščite.
- (8) 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.
- (9) 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 v primeru pojava 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 drugje 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 sekunde;
3. samodejno napajanje s kratko prekinitvijo, ki se vzpostavi v 0,5 sekunde;
4. samodejno napajanje s srednje dolgo prekinitvijo, ki se vzpostavi v 15 sekundah.

Podrobneje je ta vsebina obravnavana v standardu 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 standardu 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-zelelo 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 standardov SIST EN 61439-1 in SIST EN 61439-2.
- (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. ozemljitveni sistem, 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. Oznake morajo omogočiti razpoznavanje posameznih tokokrogov in njihove zaščitne naprave znotraj razdelilnika.
- (5) Če so posamezne naprave v razdelilniku označene, morajo biti oznake identične oznakam v shemah delovanja. V razdelilnikih morajo biti zaščitne stikalne naprave ali vsi njegovi elementi jasno označeni po namenu in tokokrogu, ki mu pripadajo. Razdelilniki naj imajo dodatne oznake za posebne vrste namena napajanja.
- (6) Pred izdajo izjave o skladnosti za razdelilnik in najkasneje pred začetkom njegovega obratovanja je treba preveriti oznake na sestavu, dokumentacijo, identifikacijo naprav in sestavnih delov, kar za razdelilnik poda njegov proizvajalec.

■ 4 ZAŠČITA PRED ELEKTRIČNIM UDAROM

4.1 SPLOŠNO

- (1) Zaščitni ukrep pred električnim udarom mora obsegati:
 1. primerno kombinacijo ukrepa za osnovno zaščito in neodvisni ukrep za zaščito ob okvari, ali
 2. 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) Upoštevati 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:
 1. za podporne izolatorje nadzemnih inštalacijskih vodov in z njimi povezane kovinske dele,
 2. za pribor za nadzemne inštalacijske vode, če je zunaj dosega roke,
 3. za betonsko železo, če ni dostopno,
 4. za izpostavljene prevodne dele majhnih dimenzij, do največ 50 mm x 50 mm,
 5. 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:
 1. temperaturo okolice,
 2. klimatske pogoje,
 3. prisotnost vode in prahu,
 4. mehanske obremenitve,
 5. usposobljenost oseb,
 6. električno upornost človeškega telesa glede na vlažnosti kože zaradi zunanjih vplivov,

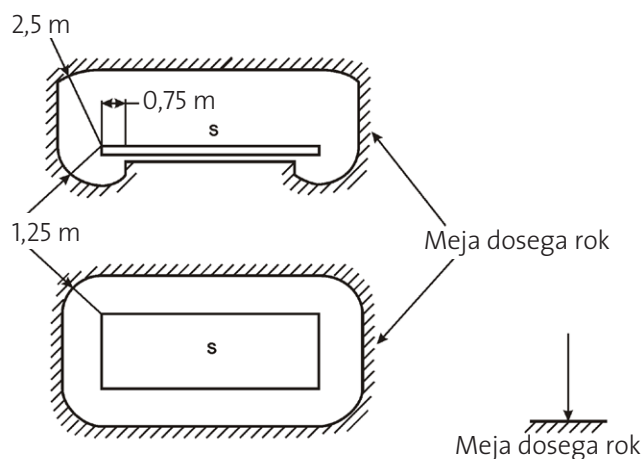
7. dotik oseb s potencialom zemlje,
8. izbiro opreme,
9. druge lokalne pogoje in zunanje vplive,
10. naravo opreme, ki se napaja z električno energijo,
11. pogoje, ki jih narekuje specifičnost prostorov, v katerih so električne inštalacije in
12. pogoje, ki jih poda distribucijski operater, če se električna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

4.2 NAČINI IZVEDBE ZAŠČITE

- (1) Zaščita naprav pred električnim udarom se izvaja z:
 1. malo napetostjo,
 2. samodejnim odklopom napajanja, ki pri okvari izolacije prepreči nastanek napetosti dotika z vrednostjo in trajanjem, nevarnim za fiziološko delovanje in mora 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 distribucijski operater,
 - 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. Kot prostor dosega rok se šteje območje dotika z golimi rokami, brez pripomočkov.
- (2) V prostorih, kjer se dela z zelo dolgimi prevodnimi elementi, je treba razdalje dosega rok povečati glede na dolžine teh elementov.
- (3) 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.
- (4) 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.
- (5) 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.
- (6) 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 razdalja najmanj 1,5 m,
 2. v prehodih, ki se uporabljajo samo za upravljanje, mora biti razdalja najmanj 1,2 m.
- (7) Če se prehod za upravljanje sočasno uporablja tudi za vzdrževanje, je treba pred začetkom del namestiti pregrade. Če pregrad ni, mora biti razdalja najmanj 1,5 m.
- (8) Podrobneje so opredeljeni pogoji za zaščito s postavitvijo zunaj dosega rok v standardu SIST HD 60364-4-41 (slika 6).



S – površina, kjer se pričakuje gibanje oseb

Slika 6: Postavitev zunaj dosega rok

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,
 4. kot je določeno v drugih predpisih ali standardih.
- (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 višenapetostnih 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 ene minute.
- (9) V tokokrogih zaščite PELV se je treba zaščito 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.
- (11) V tokokrogih SELV in PELV so lahko vgrajene zaščitne naprave, ki pa imajo drugo funkcijo od zaščite pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja.

4.5 ZAŠČITA S SAMODEJNIM ODKLOPOM NAPAČANJA

- (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, karakteri-

stikami 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 pet 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: Odklopni čas - sistem TN

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 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 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 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 tok, se mora povezava izpostavljenih prevodnih delov z zaščitnim vodnikom izvesti na napajalni strani.
- (12) Ob uporabi naprave na preostali 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 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.

Najdaljši odklopni 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: Odklopni čas - sistem TT

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 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 tok z nazivnim preostalim 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 nizkonapetostnega tokokroga, ki je zaščiten s samodejnim odklopom napajanja v predpisanem času,
 2. povezavo izpostavljenih prevodnih delov z neozemljenim vodnikom za izenačitev potencialov primarnega nizkonapetostnega tokokroga, ki je zaščiten z električno ločitvijo.
- (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, je treba uporabiti dodatno 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 nizkonapetostnega 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 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 prek 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 TN ali 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 impedance 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 Ω ($2,0 \text{ k}\Omega - 2,4 \text{ k}\Omega$ 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 mogoče zaznati okvarni tok in
3. da okvarni tok ne segreje zaščitnih vodnikov in ozemljila čez dovoljene vrednosti.

(26) Izpostavljeni prevodni deli v sistemu IT se morajo ozemljiti posamezno, skupinsko ali skupno, pri čemer mora biti izpolnjen pogoj, da vrednost zmnožka upornosti ozemljila izpostavljenih prevodnih delov in vrednosti okvarnega toka prve okvare z zanemarljivo impedanco med 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 okolice 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 prevodnim delom ali proti zemlji, mora oddati zvočni in/ali vidni signal.

(28) V električni inštalaciji z nevtralnim 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 prereзов, ne teče skozi nevtralni vodnik večji tok, kot je glede na njegov prerez trajno dovoljen,
2. da uporabljeni aparati niso izpostavljeni napetostim, večjim od njihove nazivne napetosti.

(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 izpostavljenih 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 transformatorja 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 naprave za nadzorovanje izolacije, za nadtokovno zaščito ali naprave na preostali tok. Podrobneje zaščito pred električnim udarom v sistemu IT opredeljuje standard 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 z njimi. Izolacija mora trajno 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 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. Owire morajo biti tako pritrjene, 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 zdržijo predpisane mehanske, električne in toplotne obremenitve.
 - (8) Preveleke 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 katerimkoli 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 Ω , 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 Ω , 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) Zaščito z električno ločitvijo je treba izvesti na naslednji način:
 1. zmnožek nazivne napetosti tokokroga v voltih in dolžine tokokroga v metrih ne sme biti večji od 100 000 Vm, in dolžina tokokroga ni večja od 500 m;
 2. nazivna napetost električno ločenega tokokroga ni večja 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 gibkih kablilih in vodnikih. Razmestitev mora zagotoviti električno ločitev kot pri ločilnem transformatorju;
7. gibki 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. vsi gibki kabli morajo imeti zaščitni vodnik, ki se uporablja kot vodnik za zaščitno izenačitev potencialov, razen če napajajo opremo razreda II;
 - 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 sekunde.

■ 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 z 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) Kjer se uporablja nadzorovanje neprekinjenosti zaščitne ozemljitve, se zaporedno z zaščitnim vodnikom ne sme priključevati namenskih naprav (npr. delovni senzorji, tuljave, tokovniki). Z nadzorom neprekinjenosti zaščitne ozemljitve naprav je treba 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 Φ palice > 10 mm,
 5. druge vkopane konstrukcije, razen cevovodov 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:
 1. za meritev dostopne glavne zbiralke zaščitnih, ozemljitvenih in nevtralnih vodov,
 2. v sistemu z več kot enim ozemljilom je treba za vsako ozemljitveno povezavo predvideti na primerno dostopnem mestu namestitev najmanj enih tokovnih klešč,
 3. v urbanem okolju mora biti predvidena možnost za dvokleščno meritev na vsaki povezavi, pri tem mora biti omogočena razdalja najmanj 300 mm za uporabo ločenih tokovnih klešč na isti povezavi in pri tem en priklop tokovnih klešč, ki mora omogočiti enostavno objemanje povezave ozemljila z dvojnimi tokovnimi kleščami debeline 60 mm in zunanega premera čeljusti 120 mm,
 4. 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.
- (13) Pri projektiranju novih električnih inštalacij je treba predvideti zaščitni vodnik tudi pri tokokrogih za svetila, pri prenavljanju obstoječih tokokrogov pa je treba dodati še zaščitni vodnik.

5.2 OBRATOVALNA (FUNKCIJSKA) OZEMLJITEV

- (1) Če je električna inštalacija priključena na distribucijsko omrežje, mora biti obratovalna (funkcijska) ozemljitev izvedena skladno z zahtevami distribucijskega operaterja v soglasju za priključitev. Če soglasje za priključitev obratovalne (funkcijske) ozemljitve ne zahteva, zadoštuje 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 preverja 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 elektromagne-

tnih 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 tok, kadar je ta uporabljena za zaščito pred električnim udarom.
- (5) 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 mm² baker ali 16 mm² aluminij in če tisti del inštalacije ni zaščiten z zaščitno napravo na preostali tok.
- (2) Prerez zaščitnega vodnika mora biti enak prerezu vodnikov pod napetostjo. Pri prerezih bakrenih vodnikov nad 35 mm² je lahko prerez polovičen v primerjavi s prerezom vodnikov pod napetostjo, pri čemer je treba upoštevati posebne razmere v inštalacijah, ki zahtevajo večje prereze, glej tabelo 4.

Tabela 4: Najmanjši prerezi zaščitnih vodnikov

Prerez bakrenega linijskega vodnika, S (mm ²)	Najmanjši prerez pripadajočega bakrenega zaščitnega vodnika (mm ²)	
	Zaščitni vodnik je iz istega materiala, kot je linijski vodnik	Zaščitni vodnik je iz drugega materiala, kot je linijski vodnik
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16^a	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$\frac{S}{2}^a$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$
Za k_1 in k_2 glej standard SIST HD 60364-5-54.		
^a manjšanje prereza PEN vodnika je dovoljeno samo v skladu s pravili za določanje velikosti nevtralnega vodnika (glej standard SIST HD 60364-5-52).		

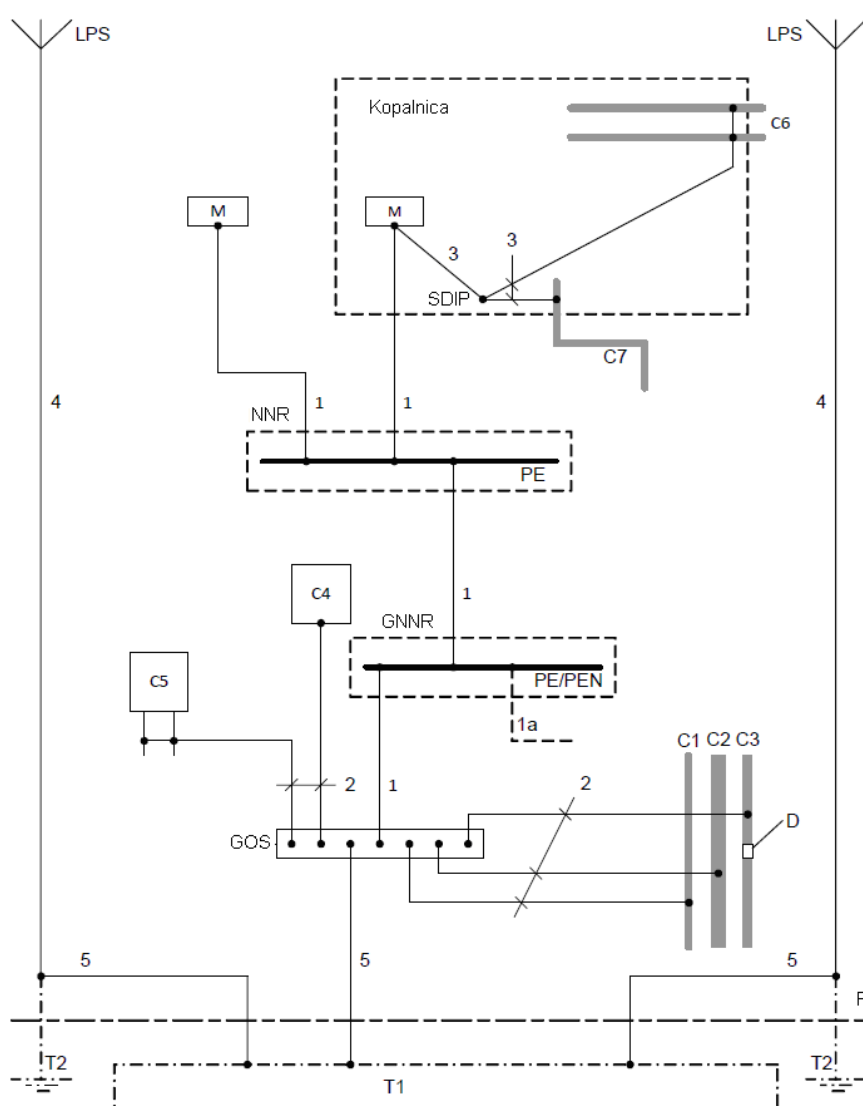
- (3) PEN vodnik mora biti izoliran za najvišjo napetost, ki ji je lahko izpostavljen.
- (4) V notranjosti stikalnih naprav morajo biti posebne sponke za PE in N vodnik.

- (5) Zaščitni vodniki morajo biti zaščiteni pred mehanskimi in kemičnimi vplivi ter pred elektrodinamičnimi poškodbami.
- (6) Spoji zaščitnih vodnikov morajo biti dostopni zaradi preverjanj, 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 kablji z mineralno izolacijo, kovinske izolacijske cevi in kovinski izolacijski kanali, se lahko uporabijo kot zaščitni vodnik ustreznega tokokroga, če izpolnjujejo pogoj iz prejšnjega odstavka.
- (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, zaslone, armature nekaterih kablov), 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.
- (12) Kovinske vodovodne cevi, plinske cevi, povezave kovinskih inštalacijskih cevi, sistem zbiralnih korit, upogljivi kovinski deli, gibke kovinske cevi (razen če so izdelane za ta namen) in rezervne žice, kabelske police in kabelske lestve se ne smejo uporabiti kot zaščitni vodnik.
- (13) 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 standardi SIST EN 62305-3, SIST EN 62305-4 in SIST HD 60364-5-54 ter tehnično smernico TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele.

- (2) Temeljsko ozemljilo se vgradi najmanj v zunanji obod temelja stavbe v obliki sklenjenega obroča iz pocinkanega jeklenega traku prereza 100 mm^2 in najmanjše debeline 3 mm, ali iz polno pocinkanega jekla, železne armature ali nerjavnega jekla, če je ϕ palice $> 10 \text{ mm}$. Trak je treba postaviti pokončno in zaliti v spodnjo plast betona z najmanj 300 kg cementa na 1 m^3 betona. Najmanjša debelina betona med ozemljilom in zemljo mora biti 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 zaščiteno 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 standardu 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 z 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

5.5 GLAVNA IN DODATNA IZENAČITEV POTENCIALOV

5.5.1

Glavna izenačitev potencialov

- (1) Glavna izenačitev potenciala se izvede z galvansko 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 stavbi:
 1. cevi in podobne kovinske konstrukcije znotraj stavbe,
 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) Prerez vodnikov za glavno izenačitev potencialov se določi po standardu SIST HD 60364-5-54.
- (7) Prerez ozemljilnega vodnika zbiralke za glavno izenačitev potencialov mora biti skladen z določili za zaščitne in ozemljilne vodnike.
- (8) Sistem za izenačitev potencialov se mora povezati z zaščitnimi vodniki celotne opreme, vključno z vtičnicami.

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, TT 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), ali
 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 zunanje prevodne dele vključno, kjer je mogoče, glavne kovinske betonske armature, uporabljene v stavbi. Sistem za izenačitev potencialov mora biti povezan na vse zaščitne vodnike vse opreme vključno z zaščitnimi vodniki v vtičnicah.
- (6) Upornost (R) med hkrati dostopnimi izpostavljenimi prevodnimi deli in zunanjimi prevodnimi deli mora ustrezati pogoju:

$$R \leq \frac{U_L}{I_a}$$

kjer je

U_L dogovorjena meja napetosti dotika (v normalnih razmerah 50 V izmenične napetosti ali 120 V enosmerne napetosti)

I_a tok, ki zagotavlja samodejno delovanje nadtokovne zaščitne naprave v 5 s oziroma $I_{\Delta N}$ za zaščitne naprave na preostali 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 prejšnjega 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 standardom 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 standarda SIST 60364-4-43.
- (2) Zaščita pred preobremenitvijo se sme opustiti v prostorih, kjer ni nevarnosti požara ali eksplozije po zahtevah standarda SIST 60364-4-43.
- (3) Naprave za zaščito pred preobremenitvijo in kratkim stikom se ne postavlja v tokokrogih vzbujanja strojev, elektromagnetnih dvigal, sekundarnih tokokrogih tokovnih transformatorjev in podobno, kratkostična pa tudi ne v merilnih tokokrogih. V teh primerih mora biti izvedena alarmna naprava, ki deluje pri preobremenitvi.
- (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 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 $t < 0,1$ 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, pritrjena električna oprema in material v bližini električnih inštalacij in opreme zaščiteni pred škodljivim delovanjem toplote ali toplotnega sevanja, ki ga razvijajo električne inštalacije in naprave.
- (2) Pritrjena električna oprema se mora tam, kjer bi lahko dosegla površinske temperature, ki bi lahko povzročile požarno nevarnost za inštalacijske vodnike ali material v okolici:
 1. postaviti na material 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 iskrenje med obratovanjem, mora biti:
 1. popolnoma obložena z materialom, ki je odporen proti obloku, ni vnetljiv, je toplotno slabo prevoden in ima ustrezne mere, ki zagotavljajo mehansko stabilnost, ali
 2. zaslonjena z materialom, ki je odporen proti obloku, ni vnetljiv, je toplotno slabo prevoden in ima ustrezne mere, ki zagotavljajo mehansko stabilnost proti elementom zgradbe, na katere bi mogel imeti oblok uničevalni toplotni učinek, ali
 3. postavljena tako, da omogoči zanesljivo gašenje obloka v zadostni oddaljenosti od konstrukcijskih elementov, na katere bi oblok lahko imel rušilni toplotni učinek.
- (4) Pritrjena električna oprema, ki povzroča fokusiranje ali koncentracijo toplote, mora biti dovolj oddaljena od kateregakoli pritrjenega predmeta ali elementov konstrukcije, tako da v normalnih pogojih niso izpostavljeni nevarni temperaturi.
- (5) Če vsebuje električna oprema nad 25 litrov vnetljive tekočine na enem mestu, je treba zagotoviti varnostne ukrepe, da se prepreči prodor vnetljive tekočine, plama, dima, ali strupenih plinov v druge dele stavbe:
 1. zagotoviti je treba prostor, v katerem se zbira iztekla tekočina in ki omogoča ugasnitev ob gorenju, ali
 2. vgraditi opremo v prostor, odporen proti požaru,
 3. prostor mora imeti prag ali na drug način preprečevati širjenje goreče tekočine v druge dele stavbe, zato se sme prezračevati samo z zunanjim zrakom.
- (6) Če vsebuje električna oprema manj od 25 litrov tekočine, zadostujejo ukrepi, ki preprečujejo iztekanje tekočine.
- (7) Prenapetostni odvodniki in razna iskrila se ne smejo postaviti v prostorih, kjer obstaja nevarnost požara ali eksplozije.
- (8) Pri pojavu ognja mora biti omogočena ročna prekinitev električnega napajanja.
- (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 višje harmonske 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 distribucijskega operaterja.

- (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 stavbi 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 prejšnjega odstavka.
- (8) Kadar ima stavba 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 naprav za kompenzacijo jalove energije pred prenapetostmi uporabijo prenapetostni odvodniki, jih je treba namestiti čim bliže tem napravam.
- (10) Kadar so prenapetostni odvodniki uporabljeni za zaščito naprav za kompenzacijo jalove energije z velikimi kondenzatorskimi baterijami 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.
- (2) Glede na namen uporabe in okolje so za razdelilnik zahtevane najmanjše zračne in plazilne razdalje, ki predstavljajo osnovno izolacijo, pri tem mora biti najmanj dvojna izolacija vseh dostopnih delov proti napajalnemu vodnemu oziroma vodnikom ter drugim delom pod napetostjo. Le če so dostopni prevodni deli povezani na ozemljitveni tokokrog, je dovoljena osnovna izolacija.
- (3) Vodniki za napajanje merilnih aparatov in inštrumentov na pokrovih ali vratih razdelilnikov morajo biti gibki.
- (4) 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.
- (5) Če je razdelilnik - proizvod vgrajen in uporabljen po navodilih proizvajalca, potem zanj veljajo specifikacije, kot jih podaja in zanje jamči proizvajalec. V primeru izdelav oziroma predelav takega razdelilnika, nepravilne vgradnje ali nepravilne uporabe za pravilno delovanje razdelilnika odgovarja inštalater / izdelovalec sestava.
- (6) Razdelilniki morajo v predvidenem okolju ustrezati naslednjim konstrukcijskim zahtevam:
 1. mehanska trdnost materialov in delov (odpornost na korozijo, termična stabilnost izolacijskih materialov, odpornost na UV sevanje, dvigovanje, mehanski udari, oznake mehanske delovanje),
 2. stopnja zaščite ohišij (ustrezna stopnja IP ustrezno s standardom SIST EN 60529),
 3. zračne in plazilne razdalje,
 4. zaščita pred električnim udarom in celovitost zaščitnih tokokrogov,
 5. vgrajevanje stikalnih naprav in komponent,
 6. notranji električni tokokrogi in povezave,
 7. priključki za zunanje vodnike.
- (7) Ne glede na proizvajalca/izdelovalca/inštalaterja morajo razdelilniki v predvidenem okolju ustrezati naslednjim lastnostim:
 1. napetostne vzdržnosti,
 2. povišana temperatura,
 3. kratkostične vzdržnosti,
 4. elektromagnetna združljivost.
- (8) Razdelilniki morajo zagotavljati primerno funkcionalno varnost, še posebej pri tipu DBO, pri katerem je lahko izrazit vpliv laičnega uporabnika.
- (9) Glede na področje uporabe je treba pri zahtevah upoštevati za razdelilnike upoštevati osnovni standard

SIST EN 61439-1 in del iz serije standardov, ki pokriva posamezno področje uporabe.

- (10) Vgrajene naprave v razdelilniku morajo ustrezati svojim produktnim standardom, med drugim tudi seriji standardov SIST EN 60947.
- (11) V verigi zaporedno vezanih zaščitnih naprav je treba upoštevati princip usklajenosti, se pravi, da mora v primeru okvare delovati zaščitna naprava najbližje okvari gledano v smeri dovoda napajanja.

8.2 IZVEDBA ELEKTRIČNEGA RAZDELILNIKA

- (1) Za zagotovitev pravilnega delovanja in uporabo električnega razdelilnika morajo biti podane naslednje karakteristike:
 1. naznačena napetost sestava U_n , mora biti najmanj nazivna napetost električnega sistema,
 2. naznačena napetost tokokroga v sestavi U_e (ne sme biti nižja od nazivne napetosti električnega sistema, na katerega je priključen),
 3. naznačena napetost izolacije U_i (napetost, na katero se nanašajo napetosti za preizkus napetostne vzdržnosti ter plazilne razdalje in mora biti enaka ali višja od U_n , oziroma U_e za isti tokokrog),
 4. naznačena vzdržna impulzna prenapetost U_{imp} (mora biti najmanj tako, kot je podana prenapetost prehodnega pojava za predvideno mesto v električni inštalaciji, primer za 230/400 V sistem je na priklopnem mestu 6 kV, za notranji razdelilnik pa 4 kV),
 5. naznačen tok sestava I_{na} (je manjši od naznačenega toka dovodnih tokokrogov),
 6. naznačen tok omrežnega tokokroga I_{nc} (vrednost toka, s katerim je ta tokokrog obremenjen v normalnih delovnih pogojih),
 7. naznačena temenska vrednost vzdržnega toka tokokroga I_{pk} (mora biti enak ali višji od vrednosti, ko so podane za temensko vrednost možnega kratkostičnega toka napajalnih sistemov, na katere so tokokrogi priključeni),
 8. naznačen kratkotrajni vzdržni tok I_{cw} tokokroga v sestavi (mora biti enak ali višji od možnega kratkostičnega toka v vsaki točki priklopa na napajanje, v sestavi so lahko podane različne vrednosti trajanja, npr. 0,2 s),
 9. naznačen pogojni kratkostični tok sestava I_{ca} ,
 10. naznačen pogojni kratkostični tok tokokroga v sestavi I_{cc} ,
 11. naznačen faktor sočasnosti RDF (glej tabelo 5),
 12. naznačena frekvenca f_n ,
 13. zahteve, če so, glede na specifične pogoje delovanja funkcijskih enot (npr. tip usklajenosti, preobremenilne karakteristike),

14. stopnja onesnaženja (za stanovanja, urade in podobno je navadno 2),
 15. vrsta ozemljitvenega sistema za katerega je razdelilnik razvit,
 16. notranja ali zunanja uporaba,
 17. razdelilnik za stalno vgradnjo ali premičen,
 18. stopnja zaščite (npr. IP 20 ali IP 44),
 19. namen uporabe za usposobljene ljudi ali laike,
 20. razred elektromagnetne združljivosti (A za industrijske lokacije in kjer so prisotne srednje in visoke napetosti, B za okolje napajano iz nizkonapetostnega omrežja vendar ne iz industrijskih lokacij),
 21. posebni pogoji delovanja (če obstajajo),
 22. izvedba sestava (npr. odprti, vgradni...),
 23. zaščita pred mehanskim udarom, (če obstaja),
 24. vrsta konstrukcije s stalnimi ali odstranljivimi deli,
 25. način naprav(e) za zaščito pred kratkim stikom,
 26. ukrepi za zaščito pred električnim udarom,
 27. celotne mere (če je treba),
 28. masa (če je treba).
- (2) Kadar niso na voljo podatki o dejanskih tokovih, je pri izračunih tokovne obremenitve razdelilnika ali dela razdelilnika treba upoštevati faktorje sočasnosti iz tabele 5.
3. aktivirati sklop, ki kontrolira napetost, potrebno za vklop varnostne razsvetljave ob izpadu oziroma padcu omrežne napetosti.
 - (7) Kadar je za zaščito pred električnim udarom v inštalacijskem razdelilniku nameščena naprava z zaščito na preostali tok, ki ne ščiti razdelilnika in nizkonapetostnega notranjega priključka, je treba za zaščito tega razdelilnika pred električnim udarom uporabiti posebno zaščito pred električnim udarom, kar se lahko izvede z ustreznimi od navedenih ukrepov:
 1. napajalni kabel se položi v izolirano PVC cev, ki mora ustrezati pogojem polaganja (zemlja, beton...), kabli in vodniki v razdelilniku se zaključijo na zaščitni napravi brez vmesnih sponk,
 2. napajalni kabel ne sme vsebovati PE vodnika, če je TT sistem, zaradi prenosa nevarnega potenciala,
 3. pri TT sistemu je treba dovod dodatno izolirati do prvih priključnih sponk zaščitne naprave v razdelilniku.
 - (8) Nameščanje katerihkoli naprav in opreme na ali v razdelilnik ne sme vplivati na stopnjo zaščite (koda IP), ki jo zahtevajo vplivi okolja.

Tabela 5: Faktorji 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

- (3) Za nadmorske višine nad 2000 m do 3000 m je treba upoštevati večje zračne razdalje, faktor je 1,14.
- (4) Razdelilnik varnostne razsvetljave se mora vidno razlikovati od razdelilnika splošne razsvetljave v primeru uporabe centralne baterije.
- (5) 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).
- (6) 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,

■ 9 ENERGIJSKA UČINKOVITOST ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

9.1 SPLOŠNO

- (1) V skrbi za okolje, za čim bolj ugodno razporejanje in upravljanje z viri energije in potrošniki, zaradi uporabe razpršenih virov energije, ki so vezani na javno nizkonapetostno električno omrežje tudi preko električnih inštalacij končnih porabnikov, je treba to upoštevati tudi pri projektiranju novih ali projektiranju sprememb obstoječih nizkonapetostnih električnih inštalacij.
- (2) Zahteve in priporočila za energijsko učinkovitost ne smejo vplivati na do sedaj doseženo raven varnosti. Varnost ljudi ima vedno prednost.
- (3) Upravljanje z energijsko učinkovitostjo ne sme znižati razpoložljivosti električne energije in uslug pod raven, ki je dogovorjena z uporabnikom
- (4) Področja, kjer se projektira energijsko učinkovitost so:
 1. električne inštalacije bivališč,
 2. električne inštalacije poslovnih prostorov,
 3. industrijske električne inštalacije in
 4. infrastrukturne električne inštalacije.
- (5) Izhodišča za projektiranje energijsko učinkovitih električnih inštalacij so:
 1. energijski profil bremena (delovna in jalova energija),
 2. razpoložljivost lokalnih virov (fotonapetostne naprave, vetrne turbine, generatorji, itd.) in shranjevanje,
 3. znižanje izgub energije pri električnih inštalacijah,
 4. razporeditev tokokrogov glede na energijsko učinkovitost (mreže),
 5. uporaba energije na osnovi zahtev uporabnikov,
 6. struktura tarif v ponudbi dobavitelja električne energije,
 obenem pa zadrži kvaliteto storitve in lastnosti električne inštalacije.
- (6) Izvedba ukrepov električne energijske učinkovitosti lahko zahteva učinkovitost drugih energij, v tem primeru je treba celoto pri oceni energijske učinkovitosti.
- (7) Podrobnejše zahteve za upravljanje energijske učinkovitosti električnih inštalacij so podane v standardu SIST HD 60364-8-1.

9.2 POTROŠNIK/PROIZVAJALEC (PROSUMER)

- (1) Električna inštalacija potrošnika/proizvajalca (PEI) je lahko ali pa ni priključena na javno električno omrežje in lahko deluje z:
 1. lokalnimi napajalnimi viri ali
 2. lokalnimi hranilniki in
 nadzoruje ter upravlja energijo priključenih virov, da jih dobavi:
 1. opremi, ki porablja energijo,
 2. lokalnim hranilnikom oziroma,
 3. v javno električno omrežje.
- (2) Zahteve in priporočila se uporabijo v skladu z zahtevami vseh delov standarda SIST HD 60364 za nove inštalacije in spreminjanje obstoječih.
- (3) Pametna omrežja imajo naslednja vpliva na PEI:
 1. obravnava potreb uporabnika mora upoštevati omejitve javnega omrežja in
 2. projektiranje in oblikovanje inštalacij, ki omogočajo razporejanje bremen in izbiro virov.
- (4) Poraba in proizvodnja energije iz nekaterih obnovljivih virov (kot sta fotonapetostna naprava in vetrna naprava) je prekinjajoča, zato se priporoča uporabo lokalnih hranilnikov električne energije, ki omogoča otočno ali ločeno delovanje.
- (5) Varnost PEI ne sme biti slabša, kot jo zahtevajo ta smernica in ostali deli standardov serije SIST HD 60364.
- (6) Nizkonapetostna PEI se šteje kot set električne opreme z naslednjimi funkcijami:
 1. napajanje (priklop na javno omrežje, lokalni generatorji, sistemi fotonapetostni naprav, vetrnih naprav, baterije...).
 2. distribucija (npr. razdelilniki, sistemi ožičenja)
 3. potrošnja (motorji, ogrevalni sistemi, svetila, dvigala...)
 4. upravljanje z energijo (oprema za razporejanje bremen, naprave za nadzorovanje...).
- (7) Podrobnejše zahteve za PEI so podane v standardu SIST HD 60364-8-2.

9.3 LOKALNI PROIZVODNI NIZKONAPETOSTNI VIRI ELEKTRIČNE ENERGIJE

- (1) Zahteve za proizvodne vire električne energije so določene v normativnih dokumentih SODO.
- (2) Najvišjo skupno moč obnovljivih virov za končnega odjemalca določata Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije in Uredba o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s soproizvodnjo z visokim izkoristkom.
- (3) Za priklop lokalnih proizvodnih virov se ne sme uporabiti običajnih kombinacij vtič/vtičnica.
- (4) Lokalni proizvodni vir iz drugega odstavka te točke do skupne moči, ki je določena v normativnih dokumentih SODO, se lahko priključi v končni tokokrog hišne nizkonapetostne inštalacije končnega odjemnika s presekom

napajalnih vodnikov najmanj 1,5 mm². Uporabnik ne sme obremeniti tega tokokroga nad projektirano vrednostjo oziroma nad vrednostjo, ki jo določa nazivna vrednost varovalke, ki ščiti končnega odjemnika.

- (5) Predelave električne inštalacije stavbe, električne inštalacije lokalnih virov (naprave za samooskrbo) in predelave razdelilnikov vključno z možno predelavo merilnega mesta morajo ustrezati pogojem soglasja za priključitev.
- (6) Nosilne konstrukcije lokalnih proizvodnih nizkonapetostnih virov in njim pripadajočih pretvornikov ter druge pripadajoče opreme so del stavbe. Kovinski deli nosilnih konstrukcij, ki niso pod napetostjo, morajo biti med seboj povezani in ozemljeni v skladu s 5. točko in za fotonapetostne naprave v skladu s točko 11.3.7 te smernice.

10 ZAGOTAVLJANJE PRAVILNEGA IN NEMOTENEGA DELOVANJA ELEKTRIČNE OPREME

10.1 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 omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana 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: hitre in počasne napetostne spremembe, jakost flikerja, harmonska napetost in harmonski tok, medharmonska napetost in medharmonski tok, napetostna nesimetrija, enosmerni tok in drugo, je treba z ustreznimi ukrepi, zagotoviti, da:
 1. te motnje ne presegajo predpisanih mej v skladu s standardom SIST EN 50160 in normativnimi navodili SODO,
 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.

Celoten sestav nizkonapetostnih električnih inštalacij skupaj s fiksno priključeno opremo sodi po Pravilniku o elektromagnetni združljivosti v področje nepremičnih sestavov in zanje veljajo zahteve, kot so navedene v omenjenem pravilniku.

- (4) Na električno inštalacijo se, razen naprav za katodno zaščito, neposredno ne smejo priključevati električni aparati z elektrodami ali neizoliranimi greli, ki se potaplja v vodo.
- (5) Po vsakokratnem posegu ali servisiranju v inštalacijo vgrajenih aparatov ali naprav jim je treba zagotoviti enako stopnjo varnosti, kot je bila prvotno določena.

10.2 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) Svetilk se ne sme obešati na napajalni vod.

10.3 ZAŠČITA ELEKTRIČNE OPREME

- (1) Elektromotorji, razen v primeru iz tretjega odstavka točke 10.4, morajo biti opremljeni z ustreznimi zaganjalnimi 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 vrvico ali s kovinsko verižico z vmesnim izolirnim delom.

10.4 PRIKLJUČITEV ELEKTRIČNE OPREME

- (1) Za priključitev električne opreme in naprav na električno inštalacijo, neposredno ali s podaljševalnim gibkim vodom, je treba uporabiti enako število vodnikov kot jih ima inštalacija, razen če zaščitni vodnik ni potreben. Gibki priključni vod mora imeti ustrezno električno in mehansko trdnost. Barva zaščitnega vodnika v podaljševalnem zvižavem vodu mora biti rumeno-zelena, barva nevtralnega vodnika pa svetlo modra. Ti barvi se ne smeta uporabiti za druge vodnike. Trifazne vtičnice morajo imeti izvedeno enotno desno smer vrtilnega polja.
- (2) Aparati z odprtimi užarjenimi greli 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.

10.5 NAPRAVE ZA KOMPENZACIJO JALOVE ENERGIJE

- (1) Pri obremenitvah električne inštalacije je treba upoštevati, da delujejo naprave za kompenzacijo jalove energije, paralelno priključene na električno omrežje, s polno obremenitvijo oziroma obremenitvijo, ki niha z nihanjem napetosti, kadar so pod napetostjo.
- (2) Pri nameščanju naprav za kompenzacijo jalove energije je treba upoštevati, da lahko povzroči neugodne obratovalne pogoje, kot so:
 1. sprememba resonančne frekvence omrežja oziroma vnos dodatne resonančne frekvence,
 2. zaradi spremenjene impedance omrežja se lahko povečajo harmonski toki in/ali harmonske napetosti v omrežju,
 3. samovzbujanje električnih strojev,
 4. prenapetosti pri vklopih.
- (3) Pred in po namestitvi naprave za kompenzacijo jalove energije je treba s pomočjo ustreznih meritev ugotoviti harmonsko vsebnost napetosti in toka na mestu priključitve v različnih obratovalnih stanjih, omrežja in naprav priključenih vanj.
- (4) Pred priključitvijo filterne kompenzacije je treba preučiti impedančno karakteristiko celotnega omrežja do napajalnega transformatorja in na podlagi tega določiti ustrezno vrednost dušilke (faktor p), da ne bo povzročala neugodnih resonančnih stanj v omrežju. Prav tako mora biti taka kompenzacija frekvenčno uglasena dovolj oddaljeno od frekvenc, ki se uporabljajo za prenos MTK signalov v distribucijskem omrežju.
- (5) Ker preobremenitve in pregrevanja zmanjšujejo življenjsko dobo naprav za kompenzacijo jalove energije, je treba stalno kontrolirati temperaturo, napetost in tok, ki določajo njihove delovne pogoje.
- (6) Zaradi različnih tipov naprav za kompenzacijo jalove energije in vplivov nanje je treba za njihovo izklapljanje pri majhnih obremenitvah upoštevati navodila proizvajalcev naprav za kompenzacijo jalove energije in zahteve distribucijskega operaterja.
- (7) Če se naprave za kompenzacijo jalove energije uporabljajo za kompenzacijo jalove moči asinhronskih generatorjev je treba glede vklopa in izklopa naprave za kompenzacijo jalove energije upoštevati navodila operaterja omrežja, kamor je priključen uporabnik omrežja.
- (8) Naznačena napetost naprav za kompenzacijo jalove energije mora biti enaka dejanski in ne nazivni napetosti omrežja, na katero je naprava za kompenzacijo jalove

energije priključena, pri čemer je treba upoštevati tudi vpliv same naprave za kompenzacijo jalove energije.

- (9) Kadar so v napravah za kompenzacijo jalove energije vključene naprave za zmanjšanje vpliva harmonskih komponent (filterna kompenzacija), je treba upoštevati z njimi povzročeno višjo napetost na priključkih pri izbiri naznačene napetosti naprave za kompenzacijo jalove energije (faktor p).
- (10) Pri določanju pričakovane napetosti na priključkih naprav za kompenzacijo jalove energije je treba upoštevati:
 1. da povzročajo dvig napetosti na mestu na mestu priključitve. Glede na impedančno karakteristiko omrežja lahko kondenzator povzroči tudi resonančno točko za določeno harmonsko napetost. V tem primeru so za to frekvenco lahko napetosti še višje. Zaradi tega obratujejo naprave za kompenzacijo jalove energije z višjo napetostjo od napetosti, izmerjene pred njihovo priključitvijo;
 2. ker je lahko napetost na priključkih naprave za kompenzacijo jalove energije močno povišana, se mora naprava za kompenzacijo jalove energije samodejno prilagajati obremenitvi tudi tako, da se v času majhne obremenitve prepreči napetostne preobremenitve in pretiran dvig napetosti;
 3. samo v nujnih primerih smejo naprave za kompenzacijo jalove energije kratkotrajno obratovati z najvišjo dovoljeno napetostjo pri najvišji temperaturi okolice.
- (11) Naprave za kompenzacijo jalove energije, ki so izpostavljene visokim prenapetostim zaradi udara strele, je treba na ustrezen način zaščititi pred učinkom strele. Glej točko 7.2 te smernice.
- (12) Naprave za kompenzacijo jalove energije morajo ustrezati pričakovanemu toku pri najvišji dovoljeni obratovalni napetosti kompenzacijske naprave.
- (13) Kadar je treba prehodne toke z veliko amplitudo in frekvenco, ki nastanejo ob priklopu naprav za kompenzacijo jalove energije, znižati na dovoljene vrednosti je treba predvideti priklop preko upora ali namestiti reaktanco v napajalni tokokrog do naprave za kompenzacijo jalove energije. Pri priključitvi reaktance je treba paziti, da s tem ne povzročimo neugodnih obratovalnih stanj v omrežju v smislu harmonske napetosti.

10.6 POSEBNE ZAHTEVE

- (1) Posebno napravo za omejevanje števila vklopov je treba vgraditi za opremo z naznačenim tokom do 16 A, ki ne ustreza zahtevam standarda SIST EN 61000-3-3 in ni priključena pod posebnimi pogoji in to:
 1. za enofazni priključek z zagonskim tokom do 18 A: 6 vklopov/uro,

2. za enofazni priključek z zagonskim tokom do 24 A:
3 vklopi/uro,
3. trifazni priključek z zagonskim tokom do 30 A:
6 vklopov/uro,
4. trifazni priključek z zagonskim tokom do 40 A:
3 vklopi/ur.

Če taka oprema prenese preizkus, mora biti v njenem navodilu podana v skladu z zahtevami standarda SIST EN 61000-3-3 najvišja dovoljena impedanca napajalnega omrežja. Ta vrednost je navedena v soglasju za priključitev oziroma je treba priključitev dogovoriti z distributerjem. Primer take opreme je toplotna črpalka.

- (2) Upoštevati je treba tudi posebne zahteve normativnih dokumentov SODO.

■ 11 ZAHTEVE ZA POSEBNE PRIMERE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN LOKACIJ

11.1 SPLOŠNO

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 tok, katerega obratovalni preostali tok ne presega 10 mA.

11.2 POSEBNI PRIMERI ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

11.2.1

Zasilna razsvetljava

- (1) Zasilna razsvetljava je namenjena za uporabo, ko odpove napajanje običajne razsvetljave in se deli na varnostno razsvetljavo in nadomestno razsvetljavo.
- (2) Varnostna razsvetljava je tisti del zasilne razsvetljave, ki osebam omogoča varen umik iz prostora ali stavbe ali omogoča osebam, da pred umikom končajo potencialno nevaren delovni proces, sestavlja jo:
 1. varnostna razsvetljava evakuacijske poti (poti rešitve),
 2. protipanična varnostna razsvetljava,
 3. varnostna razsvetljava posebej ogroženih delovnih mest.
- (3) Varnostna razsvetljava evakuacijske poti (poti rešitve) je tisti del varnostne razsvetljave, ki zagotavlja učinkovito prepoznavo in uporabo evakuacijske poti. V osi evakuacijske poti mora razsvetljava zagotoviti osvetljenost na tleh najmanj 1 lx.
- (4) Protipanična varnostna razsvetljava je tisti del varnostne razsvetljave, ki zagotavlja dovolj svetlobe da prepreči paniko in omogoči ljudem doseči evakuacijsko pot. Uporabi se povsod tam kjer ni možno natančno določiti evakuacijske poti npr. dvorane, avle ipd. Na tleh mora zagotoviti osvetljenost najmanj 0,5 lx.
- (5) Varnostna razsvetljava posebej ogroženih delovnih mest je tisti del varnostne razsvetljave, ki zagotavlja varnost ljudem, vpletenim v potencialno nevaren proces. Na tleh mora razsvetljava zagotoviti osvetljenost 10 % splošne razsvetljave, vendar ne manj kot 15 lx.
- (6) Nadomestna razsvetljava je tisti del zasilne razsvetljave, ki omogoča, da se normalne dejavnosti nadaljujejo bistveno nespremenjene po izpadu splošne razsvetljave; nadomestna razsvetljava se napaja iz ločenega vira. Kjer je uporabljena nadomestna razsvetljava z nivojem, nižjim od nivoja običajne razsvetljave, se ta razsvetljava uporabi le za zaustavitev ali končanje procesov. Če je izvedena nadomestna razsvetljava mora biti varnostna razsvetljava priključena na nadomestni vir, da varnostna razsvetljava deluje na akumulatorje šele ko izpade tudi nadomestni vir.
- (7) Kapaciteta akumulatorske baterije mora brez pomoči omrežja zagotoviti najmanj neprekinjeno delovanje varnostne razsvetljave skladno z elaboratom požarne varnosti oz. kot je navedeno v TSG-1-001 – Požarna varnost v stavbah.
- (8) Napajanje varnostne razsvetljave je lahko preko skupne akumulatorske baterije (v nadaljevanju centralni varnostno napajalni sistem) ali pa s posamičnim akumulatorskim napajanjem svetilk.
- (9) Če je napetost zasilne razsvetljave nižja od napetosti splošne razsvetljave, se mora napetost za napajanje zasilne razsvetljave znižati s transformatorjem z galvansko ločenimi navitji. Uporaba avtotransformatorja ni dovoljena.
- (10) 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.
- (11) Ob izpadu ali padcu napetosti osnovnega napajanja za splošno razsvetljavo na 0,85 do 0,7 kratnika nazivne vrednosti napetosti se mora varnostna razsvetljava v 3 sekundah avtomatično prekloniti na pomožni elektroenergetski vir, dokler napetost osnovnega ali nadomestnega napajanja ne doseže 0,75 do 0,9 kratnika nazivne vrednosti.
- (12) Svetilke varnostne razsvetljave 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.
- (13) Kadar se uporabi centralni varnostni napajalni sistem kot edini pomožni vir varnostne razsvetljave, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:
 1. tokokrogi se smejo obremeniti z največ 20 svetilkami, katerih skupni tok ne sme biti večji od 6 A, pri čemer morata biti oba vodnika zavarovana z varovalkama 10 A,
 2. v prostorih z dvema ali več varnostnimi svetilkami je treba izvesti najmanj dva tokokroga,
 3. inštalacijo varnostne razsvetljave od akumulatorske baterije do glavnega razdelilnika in med razdelilniki se mora polagati zunaj prostorov, v katerih je nevarnost požara. Če to ni izvedljivo, morajo imeti požarno varno izolacijo in zankasto napajate razdelilnike,
 4. inštalacije varnostne razsvetljave pod ometom ali v njem, na policah ali v kanalih morajo biti najmanj

50 mm oddaljene od vseh drugih elektroenergetskih inštalacij, oziroma 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.

- (14) Stikalo za izklop varnostne razsvetljave sme biti samo v glavnem razdelilniku. V posameznih tokokrogih varnostne razsvetljave ne sme biti stikal.
- (15) Za inštalacije varnostne razsvetljave se smejo uporabljati samo vodniki s prerezo najmanj 1,5 mm², katerih izolacijska upornost je najmanj 1 MΩ in imajo temperaturni razred izolacije F/H.
- (16) V svetilke varnostne razsvetljave s posamičnimi akumulatorskimi baterijami se morajo vgrajevati akumulatorji z življenjsko dobo najmanj 3 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. Vsaka svetilka mora imeti indikacijo polnjenja.

11.2.2

Mehansko prezračevanje in klimatizacija

- (1) Sistemi za mehansko prezračevanje oziroma klimatiski 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 sekunde za električne inštalacije v coni 0 in coni 1 ter krajši od 0,5 sekunde v coni 2 eksplozijske ogroženosti.
- (2) 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.
- (3) Naprave prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov, ki se uporabljajo v conah eksplozijske nevarnosti, morajo biti posebej označene, tako da sta vidna vrsta protieksplozijske zaščite in območje uporabe.
- (4) Kable, ki povezujejo električne naprave prezračevalnih ali klimatizacijskih sistemov v coni 0 eksplozijske nevarnosti, je treba redno kontrolirati, uporabljajo pa se lahko samo, če je izolacijska upornost višja od 1 MΩ nazivne napetosti. Če pride iz kakršnihkoli razlogov do zmanjšanja upornosti pod dovoljeno vrednost, je treba kabel takoj dati v breznapetostno stanje.
- (5) 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.
- (6) Prezračevalni in klimatizacijski sistemi morajo biti ozemljeni.

11.2.3

Delovanje električne inštalacije v primeru požara

- (1) Glede delovanja električnih inštalacij v primeru požara se upošteva veljavni Pravilnik o požarni varnosti v stavbah in tehnično smernico za graditev TSG-1-001 Požarna varnost v stavbah ter tam navedene podporne dokumente.
- (2) V požarno ogroženih prostorih mora biti vgrajena in delovati zaščitna naprava na preostali tok (RCD), katere naznačeni tok je največ 0,1 A.

11.2.4

Omejeni prevodni prostori

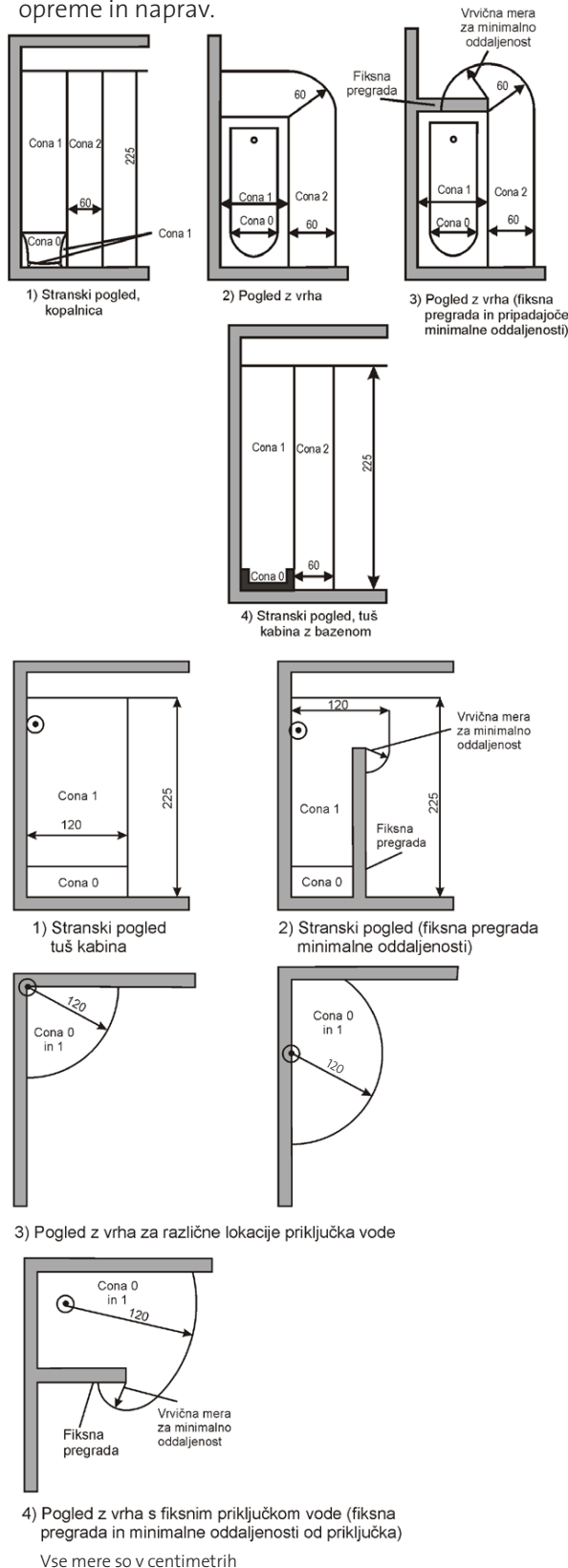
- (1) Kjer se uporablja varnostna mala napetost, ki ne sme presegati 25 V izmenično, se mora zaščita pred električnim udarom, ne glede na vrednost nazivne napetosti, zagotoviti s pregradami ali okrovi, ki zagotavljajo zaščitno stopnjo najmanj IP 2X ali IP XXB, ali z izolacijo, ki more zdržati preizkusno izmenično napetost 500 V v času najmanj 1 min.
- (2) Za zaščito pred električnim udarom se ne sme uporabljati ovir ali postavitve zunaj dosega roke.
- (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.

11.3 POSEBNI PROSTORI

11.3.1

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. Glede na te cone je treba izbrati zaščito pred električnim udarom, dodatno izenačitev potencialov ter izbiro in postavitev električne opreme in naprav.



Slika 8: Mere con v kopalnici ali kabini s tušem

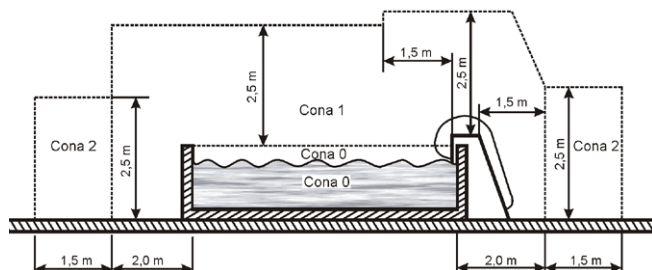
- (2) V prostoru s kadjo ali prho je treba izvesti dodatno izenačitev potencialov s povezavo z zemljo, tako da se z zaščitnimi vodniki med seboj povežejo vsi hkrati dosegljivi izpostavljeni in tuji prevodni deli:
1. prevodni odtočni element na kadi ali pršni kadi,
 2. kovinska kad,
 3. kovinska pršna 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:
1. okno in vrata,
 2. ročaji,
 3. pokrov talnega iztoka,
 4. izpiralnik straniščne školjke in
 5. podobno.
- (4) Dodatno izenačitev potencialov je treba izvesti tudi, če v prostoru s kadjo ali prho ni električne opreme.
- (5) Presek vodnikov za dodatno izenačitev potencialov se izbere skladno zahtevami standarda SIST HD 60364-5-54.
- (6) Če sta kad in odtočna cev iz neprevodnega (sintetičnega) materiala in imata kovinski iztok, ga ni treba vezati na izenačitev potencialov.
- (7) 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.
- (8) Premična kad in pršna kabina se morata povezati s pomočjo vodnika za izenačitev potencialov z zaščitnim vodnikom vgrajene električne opreme.
- (9) 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.
- (10) Dopolnilna zaščita pred električnim udarom se izvede z uporabo ene ali več zaščitnih naprav na preostali tok najmanj tipa A, katerih naznačeni obratovalni preostali tok ni višji od 30 mA. Uporaba tega ukrepa ni dovoljena v tokokrogih, kjer je zaščitna mera električna ločitev ali mala napetost.
- (11) 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.
- (12) V conah 0, 1 in 2 ne sme biti razdelilnih doz in ne postavljen stikalni aparat.
- (13) 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 vrtnčenje vode;
 2. črpalke za prhanje;
 3. oprema za zaščito pred električnim udarom z malo napetostjo;
 4. ventilacijska oprema;
 5. sušilniki za brisače;
 6. naprave za gretje vode;
 7. svetilke.
- (14) Stikala in vtičnice morajo biti oddaljene najmanj 0,6 m od vratne odprtine tovarniško izdelane kabine za prhanje.
- (15) V coni 0 se smejo uporabljati samo tista električna oprema in aparati, ki so napajani z varnostno malo napetostjo do 12 V in imajo stopnjo zaščite najmanj IP X7.
- (16) V coni 1 se sme postaviti samo grelnik vode, ki ima stopnjo zaščite najmanj IP X5.
- (17) V coni 2 se smejo postaviti samo grelnik vode, ki ima stopnjo zaščite najmanj IP X4, in svetilke razreda II. V javnih kopališčih pa mora biti tudi v tej coni grelnik vode zaščitne stopnje najmanj IP X5.
- (18) Dodatne zahteve za izvedbo električnih inštalacij v kopalnicah podaja standard SIST HD 60364-7-701.

11.3.2

Bazeni

- (1) Za električne inštalacije v prostorih s plavalnimi bazeni, bazeni za dezinfekcijo nog in na bazenski ploščadi je treba upoštevati povečano nevarnost električnega udara zaradi zmanjšane upornosti vlažnega človeškega telesa in zmanjšane upornosti človeškega telesa potopljenega v vodo.
- (2) Prostor bazenov je treba obravnavati razdeljenega na tri cone, kot je razvidno iz slike 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 po-

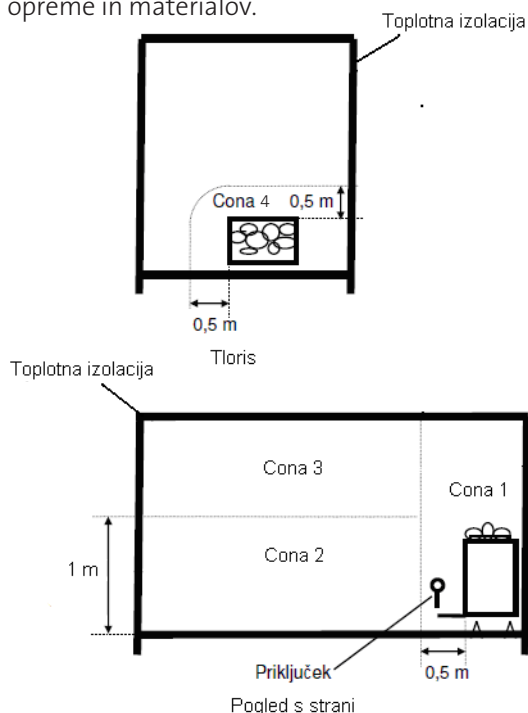
močjo pregrade ali okrova z najnižjo stopnjo zaščite IP 2X ali IP XXB ali z izolacijo, ki zdrži preskusno izmenično napetost 500 V 1 minuto.

- (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 tok (RCD), katerega obratovalni preostali 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 postavitve:
 1. aparatov razreda II,
 2. aparatov, katerih ohišje je vezano na ozemljen zaščitni vodnik in so zaščiteni z zaščitno napravo na preostali tok, katere obratovalni preostali tok ne preseže 30 mA, ali
 3. aparatov, ki se napajajo preko ločilnega transformatorja.
- (12) Grela, vgrajena v tla, se smejo vgraditi v coni 1 in 2, če so prekrita s kovinsko rešetko ali ozemljena s kovinskim plaščem, povezanim z dodatnim izenačenjem potencialov.
- (13) Dodatne zahteve podaja standard SIST HD 60364-7-702.

11.3.3

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

- (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 ize-načitvijo 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 1 min.
- (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) Dodatne zahteve podaja standard SIST HD 60364-7-703.

11.3.4

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 skupna toplotna 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 razsvetljavo ter črpalke napajalnega sistema postroja.

11.3.5

Nestanovanjske kmetijske stavbe

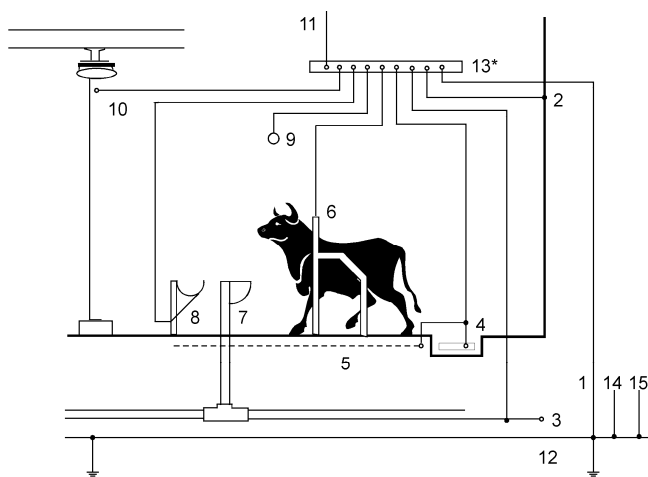
- (1) V stavbah z živalmi, npr. hlevih, kokošnjakih, svinjakih ipd., v stavbah za pripravo živalske krme, v senikih in podobnih prostorih za slamo in gnojila, v rastlinjakih ipd., je treba pri izvedbi električnih inštalacij upoštevati večjo občutljivost živine na električni udar in vlažnost prostorov. 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 1 minuto.
- (3) Vsi tokokrogi, tudi tokokrogi, v katerih so vtičnice, se morajo zaščititi pred posrednim dotikom s pomočjo zaščitne naprave na preostali tok, katere naznačeni preostali tok je največ 30 mA.
- (4) Električna oprema mora imeti stopnjo zaščite najmanj IP 35.

- (5) 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: Najdaljši izklopni časi prostorov z rejnimi živalmi

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

- (6) 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.



- 1 ozemljitveni vod
- 2 kovinske pregrade
- 3 kovinske vodovodne cevi
- 4 kovinske kanalizacijske cevi
- 5 dodatna izenačitev potencialov, na primer kovinska mreža
- 6 kovinska ograja
- 7 napajalnik
- 8 jasli
- 9 molzni stroj
- 10 jeklena konstrukcija stavbe
- 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

Slika 11: Izvedba zaščite z izenačitvijo potenciala v hlevu

- (7) 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.
- (8) 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.
- (9) 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.
- (10) Pri uporabi RCD-stikal so zahteve naslednje:
- 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.

11.3.6 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 vozila za počitek ali opreme za kampiranje. Pri tem je priključni kabel z ustreznim vtičnikom 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 opremljeno za kampiranje, pri tem pa ne sme biti oddaljeno več kot 20 m od vtičnice na vozilu za počitek ali od šotora. 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 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 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 toka vtičnice pa ne sme biti manjša od 16 A. Vtičnice morajo zagotoviti stopnjo zaščite najmanj IP 44 ali pa mora to stopnjo zagotoviti omarica, v kateri je vgrajena vtičnica.
- (7) Če so vtičnice v zaklenjeni omarici, se z istim ključem ne sme odpirati tistega dela omarice, kjer je preostala oprema.
- (8) Natančnejše zahteve za izvedbo električnih inštalacij in razdelilnikov v kampih podaja standard SIST HD 60364-7-708.

11.3.7

Vgrajene fotonapetostne naprave in fotonapetostna napajalna omrežja

- (1) Nosilna konstrukcija in kovinski okvirji PV modulov morajo biti ozemljeni najmanj na začetku in koncu PV polja z bakrenim vodnikom 16 mm². Okvirji PV modulov se ozemljijo in galvansko povežejo po navodilu proizvajalca PV modulov.
- (2) Pri namestitvi in inštalaciji kablov je treba upoštevati naslednje zahteve:
 1. kable na enosmerni strani (d.c.) strani je treba izbrati in položiti tako, da je tveganje za kratek stik in zemeljski stik minimalno, kar se lahko izvede z:
 - enožilnimi kablji z nekovinskim plaščem,
 - izoliranim (enožilnim) vodnikom položenim v izolirano elektroinštalacijsko cev ali kanal,
 - vodniki, ki morajo biti zaščiteni pred UV-sevanjem;
 2. zaščito pred električnim udarom se izvaja s posebno pozornostjo, ker se šteje, da je oprema na enosmerni strani pod napetostjo tudi, če je izmenična stran ločena od omrežja oziroma je pretvornik ločen od enosmerne strani

in zahteve standardov serije SIST HD 60364, posebej pa standard SIST HD 60364-7-712.

- (3) Na enosmerni strani se lahko uporabi:
 1. dvojna ali ojačena izolacija,
 2. napetost SELV ali PELV.
- (4) Na izmenični strani se izvede:
 1. zaščito pred termičnimi vplivi, kot je določeno v smernici SZVP 512 Požarna varnost sončnih elektrarn in
 2. zaščito pred okvaro v izolaciji:
 - se izvede z ločitvijo v notranjosti pretvornika ali na izmenični strani,
 - nadzorovalnik izolacije (IMD) se namesti zato, da v celotni življenjski dobi PV sistema preverja izolacijo v skladu s standardom SIST EN 61557-8,
 - funkcija IMD je lahko vgrajena v pretvornik.
- (5) Tokokrogi PV sistema morajo imeti vgrajene varovalke tipa gPV po standardu SIST EN 60269-6 oziroma druge

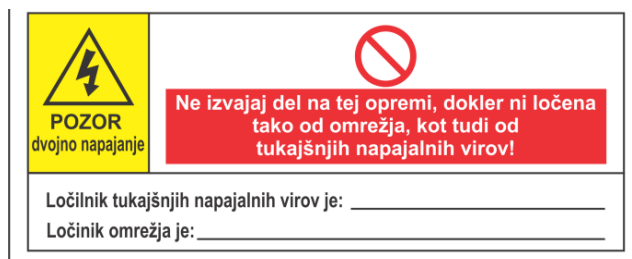
naprave v skladu s standardi serije SIST EN 60947 ali s standardi serije SIST EN 60898, ki pa morajo prenesti pogoje delovanja mest, kjer so te druge naprave vgrajene.

- (6) Izmenični tokokrogi morajo imeti vgrajeno zaščito RCD tipa B v skladu s standardom SIST EN 62423, razen če je:
 1. v pretvorniku izvedena vsaj enostavna ločitev med enosmerno in izmenično stranjo,
 2. ali če je v inštalaciji izvedena vsaj enostavna ločitev med pretvornikom in RCD z ločenim navitjem v transformatorju,
 3. ali če je pretvornik v skladu s standardom SIST EN 62109-1 in ni zahteve po RCD tipa B, kar mora biti napisano v navodilih proizvajalca pretvornika.
- (7) Trajno oznako je treba namestiti na vsa dostopna mesta na d.c. strani, kot so povezovalne doze, razdelilniki in omare.

SOLAR D.C.
Tudi po ločitvi lahko ostanejo deli pod napetostjo!

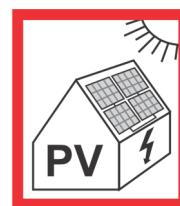
Najmanjša velikost oznake je 150 mm x 24 mm.

- (8) Na vsaki opremi za pretvorbo električne energije (PCE) mora biti oznaka, ki kaže, da mora biti pretvornik ločen od vseh napajanj pred izvajanjem del na njemu.



Najmanjša velikost opozorilnega znaka z napisom je 180 mm x 76 mm.

- (9) Zaradi varnosti vzdrževalcev, inšpektorjev, distributerjev, gasilcev in reševalcev je bistveno, da je označena prisotnost PV inštalacije v stavbi. Znak je treba namestiti na:
 1. vhodna vrata ali v bližini glavnega vhoda na dobro vidnem mestu iz zunanje strani,
 2. točko napajanja električne inštalacije,
 3. merilno mesto, če je oddaljeno od točke napajanja električne inštalacije,
 4. na porabnika ali razdelilnik, na katerega je priključeno napajanje iz PCE.



POZOR!
NEVARNOST ELEKTRIČNEGA UDARA
PRI GAŠENJU Z VODO

Najmanjša velikost znaka skupaj z napisom je 180 mm x 136 mm.

- (10) Znak se namesti na napajalno točko inštalacije, na števec, če ni v bližini napajalne točke in na razdelilnik, kamor je priključen pretvornik.
- (11) Osnovne minimalne zahteve za sistemsko dokumentacijo, prevzemne preskuse in nadzor podaja standard SIST EN 62446-1.

11.3.8

Prenosne fotonapetostne naprave (naprave »Plug & Play«)

- (1) V eno vtičnico, ki je lahko tudi na balkonu ali terasi povezana v končni tokokrog, se lahko priključi prenosno fotonapetostno napravo z vtičem (naprava »Plug & Play«), kjer je največja skupna moč na merilno mesto določena v normativnih dokumentih SODO.
- (2) Priključiti se sme le prenosna fotonapetostna naprava ki je v skladu s standardoma SIST EN 62109-1 in SIST EN 62109-2.
- (3) Lastnik mora ob priključitvi take naprave distribucijskemu operaterju dati naslednje informacije:
 1. kdaj se predvideva priključitev,
 2. številko merilnega mesta,
 3. »ES – izjavo o skladnosti« ali drug dokument proizvajalca, v katerem so podatki o proizvodu in navedeni standardi za napravo,
 4. kopijo navodila za montažo in priključitev, iz katerega je razvidno:
 - da je v prenosni fotonapetostni napravi izvedena vsaj enostavna ločitev med izmenično in enosmerno stranjo, oziroma
 - da je prenosna fotonapetostna naprava v skladu s standardoma SIST EN 62109-1 in SIST EN 62109-2 in ne zahteva vgradnje RCD tipa B,
 - če je treba namestiti oznake oziroma opozorila, mora biti podano, katere in kje.
- (4) Presek napajalnih vodnikov končnega tokokroga kamor se priključi prenosno fotonapetostno napravo mora biti najmanj 1,5 mm²
- (5) Tokokroga, kamor se priključi prenosno fotonapetostno napravo se ne sme obremeniti nad projektirano vrednostjo ali nazivno vrednostjo varovalke, ki ščiti omejeni tokokrog.
- (6) Če se povezava med prenosno fotonapetostno napravo in priključkom v končni tokokrog podaljšuje, se mora uporabiti enak vodnik, kot ga je uporabil proizvajalec naprave oziroma vodnik odporen na UV sevanje (na primer: H07 RN-F).
- (7) Če lastnik dvomi v neoporečnost inštalacije, naj se pred priključitvijo posvetuje s strokovnjakom. Posvet s strokovnjakom je potreben tudi, če se napravo priključuje na inštalacijo z dvema vodnikoma in izvedenim »ničanjem« (notranja povezava med ozemljitvenim kontaktom vtičnice in ničelnim vodnikom).

11.3.9

Polnilnice električnih avtomobilov

- (1) Posebne vrste električnih instalacij za polnjenje električnih avtomobilov vsebujejo posebne zahteve glede na specifikko uporabe in temeljijo na osnovnih delih standarda SIST HD 60364 (deli 1 do 6).
- (2) Pri izvedbi polnilnic električnih avtomobilov je treba upoštevati zahteve standarda SIST HD 60364-7-722 in naslednje zahteve:
 1. pri običajni uporabi se vsaka posamezna priključna točka uporablja z nazivnim tokom,
 2. vse priključne točke se lahko uporabljajo istočasno, zato mora biti faktor razpoložljivosti dovodne inštalacije enak 1, ta faktor se lahko zmanjša le v primeru, da je na voljo nadzor polnjenja bremena,
 3. pri TN sistemu mora biti končni tokokrog, ki oskrbuje priključno točko v TN-S izvedbi,
 4. zaščita pred vdorom vode mora biti najmanj IPX4,
 5. zaščita pred trdimi delci mora biti najmanj IP4X,
 6. v primeru, da je polnilnica nameščena na javnih površinah (parkirišče), je treba zagotoviti zaščito pred mehanskimi poškodbami in silovitimi udarci stopnje AG3 (IK08). Ukrepi za zagotovitev te zaščite so:
 - izbira lokacije, ki preprečuje poškodbe zaradi možnega trka,
 - zagotovitev lokalne ali splošne mehanske zaščitne opreme,
 - izbira in namestitvev opreme z najnižjo stopnjo zaščite IK08 pred zunanjimi mehanskimi udarci ustrezno z zahtevami standarda SIST EN 62262.
 7. uporaba naprav za zaščito pred električnim udarom z samodejnim odklopom napajanja:
 - zaščitna naprava na preostali tok, ki ščiti vsako priključno točko kot dodatna zaščita, mora biti najmanj tipa A z naznačenim delovalnim preostalim tokom največ 30 mA,
 - če je polnilna postaja opremljena z vtičnico ali priključkom za vozila, v skladu s standardom SIST EN 62196, mora biti zagotovljen zaščitni ukrep proti d.c. okvarnemu toku razen, če tega zagotavlja polnilna postaja. Za vsako priključno točko morajo biti uporabljeni naslednji ukrepi:
 - uporaba naprave za zaščito s preostalim tokom tipa B,
 - uporaba naprave za zaščito s preostalim tokom tipa A skupaj z napravo za zaznavanjem enosmernega preostalega toka (RCD-DD) v skladu s standardom SIST EN 62955 ali
 - uporaba naprave za zaščito s preostalim tokom tipa F skupaj z napravo za zaznavanjem enosmernega preostalega toka (RCD-DD) v skladu s standardom SIST EN 62955.
 8. v IT tokokrogih za polnjenje električnih vozil je treba uporabiti nadzorovalnik izolacijske upornosti (IMD), ki je skladen s standardom SIST EN 61557-8, razen

- v tokokrogih, ki imajo samodejni odklop napajanja ob prvi napaki.
9. IMD da zvočno ali svetlobno opozorilo z naslednjima zahtevama:
- predhodno opozorilo: zgornja meja praga za prvo okvaro je $300 \Omega/V$, pri tem se začeto polnjenje nadaljuje, novo polnjenje je onemogočeno,
 - opozorilo: zgornja meja praga za drugo okvaro je $100 \Omega/V$, pri tem se mora polnjenje izključiti v desetih sekundah.
- (3) Dodatne zahteve za zagotavljanje večje varnosti polnilnice:
1. postavljena mora biti na eksplozijsko varni lokaciji (izven vseh Ex con),
 2. zasnovana mora biti tako, da močno sneženje z močnim vetrom ne zapolni in prepreči delovanje hladilne enote,
 3. polnilni kabel mora biti zaščiten pred mehanskimi poškodbami zaradi različnih vrst tal, kot so npr. zemlja, beton, asfalt, kamenje.
- (4) Preverjanja:
1. Vizualni pregled polnilne postaje najmanj enkrat na teden, da se preveri:
 - opremo, da nima vidnih poškodb, ki bi lahko ogrozile njeno varnost,
 - pravilno delovanje polnilne postaje, da ni indikacij delovnih okvar ali motenj.
 2. Vizualni pregled izvaja lastnik in o tem vodi dnevnik.

11.3.10

Druge posebne vrste električnih inštalacij

Druge posebne vrste električnih inštalacij se izvedejo s smiselno uporabo te tehnične smernice in po relevantnih standardih, in drugih normativnih dokumentih. Med druge posebne vrste električnih inštalacij npr. spadajo:

1. električni agregati in sistemi neprekinjenega napajanja,
2. razstavni prostori, prireditveni prostori, stojnice,
3. marine in podobne lokacije,
4. električne inštalacije bolnišnic in hišne inštalacije za priklop medicinskih naprav,
5. električne inštalacije v prostorih, kjer je nevarnost eksplozije,
6. električne inštalacije gradbišč,
7. prevodni prostori z omejenim gibanjem,
8. pohištvo,
9. inštalacije za zunanjo razsvetljavo,
10. inštalacije razsvetljav za malo napetost,
11. komunalne naprave in delovna mesta,
12. delovni ali vzdrževalni prehodi,
13. ogrevalni kabli in z njimi povezani sistemi ogrevanja,
14. sistemi talnega in stropnega ogrevanja,
15. inštalacije prirejene za zasilno nadomestno napajanje z malimi prenosnimi agregati odjemalcev,
16. hranilniki električne energije.

12 PREVERJANJE NIZKONAPETOSTNIH ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ

12.1 SPLOŠNO

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 ustreznih gradbenih proizvodov (vgrajene električne inštalacije). Pravilnik zato določa:

11. člen

(prvo preverjanje električnih inštalacij)

- (1) Investitor mora pred pričetkom izvajanja del na objektu zagotoviti imenovanje izvajalca preverjanja. Izvajalec preverjanja pri gradnji istega objekta ne more nastopati kot nadzornik.
- (2) Izvajalec preverjanja mora za novo izvedene električne inštalacije ob sodelovanju nadzornika za električne inštalacije v ustreznih fazah gradnje opraviti preverjanje.
- (3) Pri preverjanju izvajalec preverjanja preveri skladnost električnih inštalacij s tem pravilnikom in njihovo varnost, kar vključuje tudi oceno združljivosti na električne inštalacije priključenih naprav, opreme in strojev, ter sestavi zapisnik na način, kot je določen v tehnični smernici. Zapisnik je obvezna priloga dokazila o zanesljivosti objekta in je določen v predpisih, ki urejajo graditev objektov.

12. člen

(uporaba in vzdrževanje)

- (1) Lastnik stavbe ali električno zaključene celote v stavbi mora v skladu z določbami tega pravilnika zagotavljati pravočasno in pravilno izvedbo vseh dejanj, potrebnih za varno uporabo in s tem povezano vzdrževanje vgrajenih električnih inštalacij. Lastnik stavbe ali električno zaključene celote v stavbi mora v programu vzdrževanja stavbe, v skladu s predpisi, ki urejajo vzdrževanje stavb, navesti zahtevnost električne inštalacije in vnesti pravila za uporabo in vzdrževanje električnih inštalacij, na podlagi katerih je omogočeno te stavbe ali električno zaključene celote v stavbi vzdrževati v skladu z zahtevami tega pravilnika.
- (2) Če ima večstanovanjska ali nestanovanjska stavba upravnika, ta v okviru svojih pooblastil izvaja in evidentira dejanja iz prejšnjega odstavka.
- (3) Naloge, povezane z vzdrževanjem električnih inštalacij, opravljajo izvajalci, ki izpolnjujejo pogoje v skladu s predpisi, ki urejajo graditev.

(4) Ne glede na prejšnji odstavek sme vizualni pregled električnih inštalacij ter naloge, povezane z osnovnim vzdrževanjem (npr. zamenjavo stikal, vtičnic in svetil ter zamenjavo taljivih varovalnih vložkov ter ponovnim vklopom zaščitnih elementov) izvajati elektrotehnično poučena oseba.

(5) Ne glede na tretji odstavek tega člena sme vizualni pregled manj zahtevnih električnih inštalacij in osnovno vzdrževanje električnih inštalacij v enostanovanjskih stavbah izvajati lastnik sam, če imajo električne inštalacije izveden zaščitni ukrep s kontrolo uhajavega toka (RCD).

13. člen

(redna in izredna preverjanja)

- (1) Redna in izredna preverjanja električnih inštalacij spadajo med vzdrževanje objekta.
- (2) Redna preverjanja zahtevnih električnih inštalacij v stavbah je treba izvajati v rokih, ki niso daljši od osmih let, redna preverjanja električnih inštalacij v stavbah z eksplozijsko ogroženimi prostori ali v tistih delih stavbe in tokokrogih, ki jih določa elaborat eksplozijske ogroženosti je treba izvajati v rokih, ki niso daljši od treh let, redna preverjanja električnih inštalacij v prostorih s korozivno agresivno in potencialno eksplozivno atmosfero je treba izvajati v rokih, ki niso daljši od dveh let, redna preverjanja električnih inštalacij v stavbah za proizvodnjo in hranjenje eksploziva je treba izvajati v roku, ki ni daljši od enega leta.
- (3) V stavbah, kjer se skladiščijo eksplozivi oziroma imajo prostore s potencialno eksplozivno atmosfero, je treba najmanj enkrat letno izvesti vizualni pregled, v stavbah za proizvodnjo in hranjenje eksploziva je treba izvesti vizualni pregled najmanj na vsakih šest mesecev.
- (4) V stavbah ali električno zaključenih celotah v stavbah z vgrajeno osnovno zaščito pred električnim udarom s samodejnim odklopom napajanja, v dvožilni izvedbi z ničanjem, je treba izvajati preverjanja električnih inštalacij v rokih, ki niso daljši od osmih let.
- (5) Redno preverjanje manj zahtevnih električnih inštalacij je treba izvajati v roku, ki ni daljši od 16 let.
- (6) Izredno preverjanje se opravi po poškodbah, popravilih ali posegih, vključno z obnovo električnih inštalacij ter po priključitvi novih vgrajenih naprav za proizvodnjo in hranjenje električne energije, ki vplivajo na varnost. Opravi se na električno zaključnih celotah električnih inštalacij, na katerih je bil poseg izveden.

12.1.1**Pristojnosti preglednika**

- (1) Ob začetku gradnje mora biti izbrani preglednik prisoten, da preveri namestitev ozemljila/ozemljitve pred zalivanjem v beton oziroma pred zasutjem. Prisoten naj bo ob vseh nadaljnjih fazah gradnje stavbe, ki bi lahko vplivale na pozneje nepreverljivo pravilnost izvedbe sistema nizkonapetostnih električnih inštalacij in zaščite pred delovanjem strele. Informacije o izvedenih posameznih gradbenih fazah, ki vplivajo na varnost nizkonapetostnih električnih inštalacij so sestavni del zapisnika o prvem preverjanju nizkonapetostnih električnih inštalacij in sistema zaščite pred strelo.
- (2) Preverja se celotna stavba ali električno zaključeno celoto stavbe. Novo stavbo je treba preveriti v celoti. Po spremembah, rekonstrukcijah in popravilih dela električnega inštalacijskega sistema, ki je del električno zaključene celote oziroma je vezan na eno odjemno mesto, je treba opraviti preverjanje vseh električnih inštalacij, ki so priključene na isti razdelilnik, pri čemer je treba ugotoviti strokovno pravilnost in varnost tudi v tistem delu električno zaključene celote, ki se ni spreminjal, rekonstruiral ali popravljaj.
- (3) Kadar preglednik ugotovi, da so uporabljeni dodatni načini širjenja električne inštalacije, kot so vgrajeni podaljški, razdelilci, podaljševanje in razvejanja napajalnega sistema med električnimi napravami oziroma stroji, je predmet preverjanja tudi ta širitev v celoti.
- (4) Preglednik se mora seznaniti in upoštevati rezultate in priporočila predhodnih preverjanj.
- (5) Preverjanje zahtevnih nizkonapetostnih električnih inštalacij lahko opravljajo le posamezniki, ki so pridobili poklicno kvalifikacijo NPK za preglednika zahtevnih električnih inštalacij in inštalacij zaščite pred delovanjem strele.
- (6) Preverjanja manj zahtevnih električnih inštalacij lahko opravljajo posamezniki, ki si so pridobili poklicno kvalifikacijo NPK za preglednika manj zahtevnih električnih inštalacij in inštalacij zaščite pred delovanjem strele.
- (7) Pri prvem preverjanju se istočasno preveri nizkonapetostne električne inštalacije in sistem zaščite pred delovanjem strele, če je vgrajen. Če bi pregledovana stavba morala imeti sistem zaščite pred delovanjem strele, pa je nima, preverjanja ni uspešno opravila.
- (8) Kadar ima stavba vgrajeno zaščito pred udarom strele, je treba preverjanje električnih inštalacij opraviti v rokih, ki so predpisani s pravilnikom, na podlagi katerega je izdana ta tehnična smernica; v rokih, določenih za preverjanje zaščite pred udarom strele pa preverjanje zaščite pred električnim udarom z električno inštalacijo povezanega sistema za zaščito pred delovanjem strele.
- (9) Za stavbe brez izdelane enopolne sheme inštalacij se lahko izda zapisnik s pozitivno oceno le, če se pri preverjanju upošteva najslabši možni primer (upošteva se karakteristika najmočnejšega vgrajenega elementa za zagotavljanje samodejnega odklopa). Za manj zahtevne inštalacije zadostuje tabela meritev s prepoznavno strukturo ali ponazoritvena shema pripadnosti tokokrogov posnetega stanja, ki omogoča ponovljivost preverjanja. Za zahtevne inštalacije mora lastnik zagotoviti projektno dokumentacijo izvedenega stanja.
- (10) Preglednik v primeru iz četrtega odstavka točke 12.1.3 lastniku predlaga skrajšanje obdobja za redne preizkuse.
- (11) Po opravljenem preverjanju lahko preglednik na glavnim razdelilnik namesti svojo številko potrdila o usposobljenosti in datum opravljenega preverjanja, kar omogoča hiter inšpekcijski nadzor zakonsko določenih preverjanj in potrjene varnosti električne inštalacije.

12.1.2**Odgovornost preglednika**

- (1) Preglednik je odgovoren za pravilno izvajanje njegovega področja dejavnosti.
- (2) Preverjanja ne smejo povzročiti nevarnosti ljudem in živalim in ne smejo povzročiti škoda na lastnini in opremi, tudi če je tokokrog v okvari.
- (3) Preglednik s poklicno kvalifikacijo NPK za manj zahtevne električne inštalacije in inštalacije zaščite pred delovanjem strele ne sme samostojno izvajati preverjanj zahtevnih električnih in strelovodnih inštalacij.
- (4) Preglednik odgovarja za neustrezne ali potvorjene zapisnike o preverjanjih. Odgovornost preglednika temelji na določilih prvega odstavka 14. člena pravilnika.

14. člen**(obseg preverjanj in zapisnik)**

- (1) Pri preverjanjih, navedenih v prejšnjem členu, se preveri varnost električnih inštalacij in sestavi zapisnik v obsegu in na način, kot je to določeno v tehnični smernici. Zapisnik mora podati jasno in nedvoumno oceno ugotovljenega stanja preverjene električne inštalacije. Če izvajalec preverjanja ugotovi nepravilnosti na električnih inštalacijah, ki predstavljajo ali bi lahko predstavljali nevarnost, v zapisnik vnese seznam nepravilnosti, doda lahko tudi predlog potrebnih ukrepov za sanacijo stanja.

12.1.3**Električne inštalacije, ki jih je treba redno preverjati**

- (1) Standard SIST HD 60364-6 podaja naslednje razloge za redno preverjanje električne inštalacije brez razklapljanja ali delnega razklapljanja, da se zagotovi:

- varnost ljudi in živali pred učinki električnega udara in opeklinami,
 - zaščito pred škodo na lastnini, ki jo povzročita ogenj in vročina zaradi napake na električni inštalaciji,
 - potrditev, da so pravilno izbrane in nastavljene naprave za zaščito pred električnim udarom,
 - potrditev, da so pravilno izbrane in nastavljene naprave za nadzorovanje,
 - potrditev, da inštalacija ni poškodovana ali poslabšana in s tem zmanjšana njena varnost,
 - identifikacijo poškodb inštalacije in neskladnosti z zahtevami drugih standardov, ki se nanašajo na električne inštalacije, kar lahko poveča nevarnost,
 - potrditev, da so pravilno izbrane in nastavljene zaščitne naprave.
- (2) Če so tokokrogi stalno pod nadzorom naprav za nadzorovanje izolacijske upornosti in naprav za nadzorovanje preostalega toka in so te naprave preverjene ter delujejo pravilno, ni treba meriti izolacijske upornosti.
- (3) Instrumenti za merjenje in preizkušanje ter postopki morajo ustrezati ustreznim delom standardov serije SIST EN 61557.
- (4) Obdobje za redne preizkuse se lahko na zahtevo lastnika skrajša, če gre za:
- delovne prostori in lokacije, kjer obstaja nevarnost električnega udara, ognja in eksplozije zaradi degradacije,
 - delovne prostore in lokacije, v katerih sta nizkonapetostna in visokonapetostna inštalacija,
 - komunalne objekte,
 - gradbišča,
 - varnostne inštalacije (npr. zasilna razsvetljava).
- (5) V področjih, kjer je za zagotavljanje ukrepov, ki jih predvideva elaborat eksplozijske ogroženosti, treba namestiti talne obloge z zmanjšano električno upornostjo, mora ustrezno nizke odvodne upornosti teh talnih oblog delodajalec dokazati z meritvami v roku in vrednostmi, kot jih podaja elaborat.

12.2 VIZUALNI PREGLED

- (1) Pri vizualnem pregledu električnih inštalacij je treba preveriti:
1. da obstaja projekt (in načrti) o nizkonapetostnih inštalacijah oziroma pisne in grafične informacije, ki opisujejo izvedeno stanje električnih inštalacij,
 2. da obstajajo dokumenti o skladnosti (izjave o skladnosti, atesti) vgrajene opreme električnih inštalacij,
 3. ukrepe za zaščito pred širjenjem ognja in zaščito pred termičnimi vplivi,
 4. pravilnost izbire in nastavitve zaščitnih naprav in naprav za nadzor,
 5. pravilnost postavitve stikalnih naprav glede na ločilne razdalje,
 6. pravilnost izbire opreme in zaščitnih ukrepov glede na zunanje vplive (stopnja zaščite IP),
 7. pravilno izvedbo zaščite pred prenapetostmi in

- pravilno namestitve prenapetostnih odvodnikov,
8. prepoznavanje nevtralnega in zaščitnega vodnika,
9. obstoj shem, opozorilnih tablic ali podobnih informacij,
10. prepoznavanje tokokrogov, varovalk, stikal, sponk in druge opreme,
11. povezave vodnikov, spoje, preseke, barve, označevanje, za doseganje EMC združljivosti,
12. razdelilnik, vključno z ožičenjem skladno s standardom SIST EN 61439-1,
13. dostopnost in razpoložljivost prostora za upravljanje (obratovanje in vzdrževanje),
14. pravilno namestitve stacionarnih akumulatorjev,
15. popolnost izoliranosti delov pod napetostjo ter skladnost opreme z ustreznim veljavnim standardom,
16. zaščito pred električnim udarom, skladno s točko 4 (zaščita pred električnim udarom),
17. pri prvem pregledu, skladnost vrste ozemljitve sistema inštalacije ter njeno skladnost s projektom in elektroenergetskim soglasjem ter pravilne oznake na razdelilnikih,
18. pravilno izvedbo ozemljitev in izvedbo glavne izenačitve potencialov,
19. pravilno izvedbo dodatne izenačitve potencialov,
20. pravilno izvedbo zaščite z lokalno izenačitvijo potencialov brez povezave z zemljo, če je.
21. izvesti preglede skladno z navodilom proizvajalca vgrajene opreme oz. izvajalca električne inštalacije.

- (2) Pri rednih pregledih se opusti dejanja iz točke 1 in 2 prejšnjega odstavka.

12.3 PRESKUSI

- (1) Preskuse se lahko izvaja šele po opravljenem vizualnem pregledu.
- (2) 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. zaščite z električno ločitvijo tokokrogov (SELV, PELV, FELV, galvansko ločevanje),
 5. neprekinjenosti upornosti ozemljitve prenapetostnih odvodnikov,
 6. delovanja zaščite s samodejnim odklopom napajanja (RCD, aktiviranje vgrajenih testnih funkcij),
 7. funkcionalnosti električnih inštalacij in naprav,
 8. pravilnosti izvedbe zaščite pred električnim udarom,
 9. delovanja naprav za nadzorovanje preostalih tokov, če so vgrajene,
 10. delovanja naprav za nadzorovanje izolacijske upornosti pri sistemu IT in pri neozemljenih agregatih,
 11. preverjanje enotne smeri vrtilnega polja na vseh trifaznih vtičnicah in trifaznih elektromotorjih.

12.4 MERITVE

- (1) Pri preverjanju ustreznosti električnih inštalacij je treba v skladu standardom SIST HD 60364-6 izvesti meritve:
 1. izolacijske upornosti med vodniki pod napetostjo (tudi N vodnikom, vodniki enosmernih tokokrogov), kjer je to mogoče;
 2. izolacijske upornosti vodnikov pod napetostjo proti ozemljenemu PE (PEN) vodniku, kjer je to mogoče,
 3. v primeru, da izolacijske upornosti ni mogoče meriti, se meri izolacijo inštalacij s preverjanjem 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 tok,
 8. upornosti do 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. ustreznosti zaščitnih ali obratovalnih ozemljitev,
 10. ustreznosti ozemljitev prenapetostnih odvodnikov,
 11. delovanja prenapetostnih odvodnikov z naraščajočo napetostjo,
 12. napetosti koraka in dotika na robovih ozemljitvenih sistemov in na področju ozemljitev energetskih naprav,
 13. zaščite pred električnim udarom v vseh priključnih točkah električne inštalacije,
 14. odvodljivosti podov in druge zaščite pred statično elektrino iz tehnološko varnostnih vidikov,
 15. upornosti tal in sten, kadar je kot zaščita pred električnim udarom uporabljena postavitev v neprevodne prostore,
 16. izolacije ločilnih transformatorjev, kadar je kot ukrep za zaščito pred električnim udarom uporabljeno električno ločevanje.
- (2) Merilniki za omenjene zahtevane meritve morajo ustrezati standardom serije SIST EN 61557.
- (3) V skladu s standardom SIST EN 50160 se izmeri kakovost električne napetosti in sicer:
 1. za manj zahtevne električne inštalacije v stavbah za bivanje se izvede trenutne meritve pri obremenitvi do deklarirane priključne moči:
 - poraba po fazah, tok v N vodniku in tok v PE vodniku za ustreznost napetostne simetrije,
 - celotno popačenje napetosti in vsebnost napetostnih harmonikov;
 2. za manj zahtevne električne inštalacije v stavbah za opravljanje dejavnosti ali stavbah z znatnim vplivom na odjem se izvede meritve v trajanju enega delovnega dneva v tednu, z eno minutnim intervalom, ob

zagonu vseh močnejših porabnikov:

- poraba po fazah, tok v N vodniku in tok v PE vodniku za ustreznost napetostne simetrije,
 - celotno popačenje napetosti in vsebnost napetostnih harmonikov,
 - spremljanje napetosti po fazah, flikerji, upadi, grbine, izpadi,
 - hitra ocena kakovosti napetosti in fazni diagram ter diagram nesimetrije;
3. za zahtevne električne inštalacije se izvede meritve v trajanju enega tedna z deset minutnim intervalom z najbolj neugodnim režimom dela:
 - celotna ocena kakovosti električne napetosti na odjemnem mestu,
 - poraba električne energije ustrezno z IEEE 519.

12.5 VZDRŽEVALNI PREGLED

- (1) Vzdrževalni pregled lahko izvaja lastnik oziroma ustrezno kvalificirana pooblaščen oseba. Ta pregled se po navadi izvaja zaradi drugih zahtev, med rednimi preverjanji.
- (2) Pri vzdrževalnem pregledu je treba vizualno pregledati:
 1. da je električna inštalacija v dobrem stanju in na pogled ne kaže vidnih poškodb,
 2. da ni zrahljanih spojev in naključnih prekinitev vodnikov, spojev in povezav,
 3. da zaradi korozije ni oslabljenih delov ozemljitvenih in izenačevalnih povezav zlasti ne v stikih s tlemi,
 4. da so vsi vidni ozemljitveni priključki nepoškodovani,
 5. da so vsi vidni vodniki in sestavni deli sistema pritrjeni na ustrezne podlage in da niso deli mehanske zaščite poškodovani,
 6. da so nastavljeni ali vključeni pravilni indikatorji vgrajenih zaščitnih naprav,
 7. da ni znakov poškodb zaščitnih naprav ali varovalk,
 8. da so ustrezno izvedene galvanske povezave s sosednjimi stavbami in povezanost njihovih inštalacij,
 9. da so povezovalni vodniki, spoji in naprave za zaslanjanje, mesto položitve kablov in prenapetostne zaščitne naprave pravilno nameščene, pravilno povezane z ozemljitvenim sistemom,
 10. da so prehodi vodnika iz temelja v zemljo in iz zemlje v nadzemni del izvedeni z ustrezno izolacijo (bitumenski trak, izoliran vodnik,...),
 11. da je temeljno ozemljilo galvansko povezano z armaturo stavbe z varjenimi spoji ali ustreznimi spojnimi elementi.
- (3) O vzdrževalnih pregledih lastnik vodi evidenco.

12.6 OBDOBJA ZA PREVERJANJE

- (1) Kadar stavba združuje različno zahtevne električne inštalacije, elektroenergetske postroje in/ali sistem zaščite pred strelo se obdobje za redna preverjanja, kot tudi vzdrževalne preglede določi glede na njihovo zahtevnost.

- (2) Obdobja obveznih vizualnih pregledov in preverjanj zunanjega sistema LPS naj bodo usklajena z obdobji obveznih pregledov in preverjanj najzahtevnejših nizkonapetostnih električnih inštalacij ali postroja v stavbi in se izvajata hkrati.
- (3) Vizualni pregled in preverjanje notranjega sistema zaščite pred strelo in električnih inštalacij v isti stavbi se, kadar ocena tveganja ne določi drugače in ta obstaja, izvaja v obdobjih, ki so zahtevani za to vrsto električne inštalacije.
- (7) V primeru, da je ocena ugotovljenega stanja negativna zaradi morebitne nepravilne izvedbe projekta električne inštalacije, mora preglednik lastnika stavbe na to opozoriti in mu predlagati, da od izvajalca zahteva ureditev na stanje, kot ga določa projekt.
- (8) Zapisnik o preverjanju mora imeti najmanj vsebino, kot je določena v standardu SIST HD 60364-6.
- (9) Zapisnik naj ima strani označene tako, da omogočajo ugotavljanje celovitosti (oznake v glavi in nogi dokumenta, označeno skupno število strani poročila, zaščiten *.pdf dokument ipd.).

12.7 ZAPISNIK O PREVERJANJU

- (1) Zapisnik o preverjanju (v nadaljevanju: zapisnik) mora vsebovati podatke, iz katerih je razvidno, da so bili opravljeni pregledi, preskusi in meritve iz točk 12.2, 12.3 in 12.4 te smernice ter podatke o preglednikih, inštrumentih in merilnih metodah. Rezultati vseh opravljenih preverjanj morajo biti podani enournno in sicer vse zahtevane vrednosti preverjanja za vsak porabnik ali skupino porabnikov, ki so vezani na isti tokokrog. Iz zapisnika mora biti mogoče ugotoviti, za kateri porabnik gre, kje se nahaja ter ponoviti preverjanje na isti način.
- (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 celotno stavbo oziroma električno zaključeno celoto, kot je določeno v drugem odstavku točke 12.1.1 te tehnične smernice. Za pozitivno se šteje le ocena, ki z rezultati dokazuje ustreznost vseh preverjanj. Negativna ocena mora v zapisniku vsebovati priložnostni seznam odkritih neustreznosti, neobvezno pa lahko tudi predloge potrebnih popravilnih ukrepov.
- (4) V primeru negativne ocene je treba odkrite neustreznosti inštalacije odpraviti in s pregledom oziroma preizkusi in meritvami preveriti rezultate. To je treba ponavljati vse dokler neustreznosti niso odpravljene in preverjanje da pozitivno oceno.
- (5) Lastnika/upravljavca se pisno seznani z možnimi nevarnostmi zaradi odkritih neustreznosti oziroma nepregledanih delov stavbe. Pisna seznaničev je priloga zapisnika.
- (6) Če je negativna ocena ugotovljenega stanja posledica morebitnega neustreznega projekta električne inštalacije ali pisne in grafične informacije, ki opisuje izvedeno stanje električnih inštalacij, mora preglednik lastnika stavbena to opozoriti in mu predlagati, da od projektanta zahteva uskladitev projekta oziroma informacije tako, da bo ustrezala dejanskemu namenu električne inštalacije.

13. DODATEK A: Primeri zapisnikov o preverjanju niskonapetostne električne inštalacije

ZAPISNIK O PREVERJANJU ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

SPLOŠNI PODATKI		
Stranka:		Izvajalec:
Naslov inštalacije:		
Zapisnik se nanaša na:		
☐ Novo inštalacijo	☐ Popravilo	☐ Spremembo
☐ Redni preizkus	☐ Dopolnitev	☐
Preizkus ustrezno z:		Začetek Konec
☐ Prav. NNELI url RS ...	☐	☐
☐ SIST HD 60364-6	☐	☐
Uporabljeni merilni instrumenti:		
Model: Serijska št.:	Model: Serijska št.:	Model: Serijska št.:
Predstavniki stranke:		Preglednik:
Sistem	☐ TN-C	☐ TN-C-S
	☐ TN-S	☐ TT
	☐ IT	
Napetost: RTP:		

REZULTATI PREVERJANJA								
Preverjena električna inštalacija								U-Ustreza N-Ne ustreza
☐ Ustreza ☐ Ne ustreza ☐ Priložen seznam pomanjkljivosti								
Podrobnosti								
Vizualni pregled:	U	N		U	N		U	N
Izbira električne opreme	☐	☐	Identifikac., napaj. tokokrog, oprema	☐	☐	Dostopnost	☐	☐
Ločilniki in stikala	☐	☐	Identifikacija vodnikov N in PE	☐	☐	Primarna izenačev. povezava	☐	☐
Požarne pregrade	☐	☐	Kabelski priključki	☐	☐	Dodatna lokal izenačev. povezava	☐	☐
Kabli, žice, razdelilci	☐	☐	Zaščita pred neposrednim dotikom	☐	☐	Dokumentacija	☐	☐
Sistemska inštalacija zgradbe	☐	☐	Inštalacija za zaščito in nadzorovanje	☐	☐	Glej dopolnilne strani	☐	☐
Preizkus:	U	N		U	N		U	N
Funkcionalni preizkus	☐	☐	Zašč., varnostne, nadzorov. naprave	☐	☐	Smer vrtilnega polja 3-f. vtičnic	☐	☐
Napr. na preostali tok (RCD)	☐	☐	Smer vrtenja motorja	☐	☐	Sistemska inštalacija zgradbe	☐	☐

MERITVE NEPREKINJENOSTI OZEMLJITVENIH VODNIKOV, IZENAČEVALNIH POVEZAV IN OZEMLJITEV

Neprekinjenost ozemljitvenih vodnikov	☐	Ozemljitvena upornost:	(Ω)
Neprekinjenost izenačevalnih povezav			
☐ Temeljsko ozemljilo	☐ Glavni ozemljitveni vodnik	☐ Inštalacija dvigala	☐ Antenska inštalacija
☐ Šina izenačevalne povezave	☐ Cevi notranje plinske inštalacije	☐ Računalniška inštalacija	☐ Gradnja stavbe
☐ Hišni vodommer	☐ Ogrevalna inštalacija	☐ Telefonska inštalacija	☐
☐ Glavne vodovodne cevi	☐ Klimatska inštalacija	☐ Strelovodna inštalacija	☐

PODPIS IN ŽIG			
		Datum naslednjega preverjanja:	
		Pritrjena preglednikova nalepka:	☐ DA ☐ NE
Stranka:		Merilec:	
Lokacija:		Lokacija:	
Datum:		Datum:	
Podpis:		Podpis:	

Opombe:

MERITVE

Distributer električne energije:

[illegible]

☐ Priloga zapisniku☐ Stanje napak v prilogi

SPLOŠNI PODATKI

Stranka:	Izvajalec:
Naslov inštalacije:	
Števec e.e. št.:	Stanje števca e.e.: kWh

STRUKTURA INŠTALACIJE		Lokacija / izbrani prostor																											
Pomen oznak																													
☐ Št. priklj. opreme																													
☐ Koda napake																													
Oprema električne inštalacije																													

REZULTAT PREVERJANJA, PODPIS IN ŽIG

Stranka:	Merilec:
☐ E. inštalacija ustreza temu zapisniku ob predaji	☐ Električna inštalacija je bila v celoti preverjena
Sprejeto poročilo o stanju	☐ V inštalaciji so bile odkrite napake
	☐ Dokumentacija predana
Lokacija:	Lokacija:
Datum:	Datum:
Podpis:	Podpis:

STRUKTURA

ZAPISNIK O PREVERJANJU POLNILNICE ELEKTRIČNEGA VOZILA

SPLOŠNI PODATKI					
Stranka:			Izvajalec:		
Naslov polnilnice EV:					
Zapisnik se nanaša na:					
☐ Novo inštalacijo		☐ Popravilo		☐ Spremembo	
☐ Redni preizkus		☐ Dopolnitev		☐	
Preizkus ustrezno z:					Začetek Konec
☐ Prav. NNELI url RS ...		☐		☐	
☐ SIST HD 60364-6		☐		☐	
Uporabljeni merilni instrumenti:					
Model: Serijska št.:		Model: Serijska št.:		Model: Serijska št.:	
Predstavniki stranke:			Preglednik:		
Sistem	☐ TN-C	☐ TN-C-S	☐ TN-S	☐ TT	☐ IT
Napetost:			RTP:		

REZULTATI PREVERJANJA								
Preverjena električna inštalacija						U-Ustreza N-Ne ustreza		
☐ Ustreza ☐ Ne ustreza ☐ Priložen seznam pomanjkljivosti								
Podrobnosti								
Vizualni pregled:	U	N		U	N		U	N
Izbira električne opreme	☐	☐	Identifikac., napaj. tokokrog, oprema	☐	☐	Dostopnost	☐	☐
Ločilniki in stikala	☐	☐	Identifikacija vodnikov N in PE	☐	☐	Primarna izenačev. povezava	☐	☐
Požarne pregrade	☐	☐	Kabelski priključki	☐	☐	Dodatna lokal izenačev. povezava	☐	☐
Kabli, žice, razdelilci	☐	☐	Zaščita pred neposrednim dotikom	☐	☐	Dokumentacija	☐	☐
Sistemska inštalacija zgradbe	☐	☐	Inštalacija za zaščito in nadzorovanje	☐	☐	Glej dopolnilne strani	☐	☐
Preizkus:	U	N		U	N		U	N
Funkcionalni preizkus	☐	☐	Zašč., varnostne, nadzorov. naprave	☐	☐		☐	☐
Napr. na preostali tok (RCD)	☐	☐	Sistemska inštalacija zgradbe	☐	☐		☐	☐

MERITVE NEPREKINJENOSTI OZEMLJITVENIH VODNIKOV, FUNKCIONALNI PREIZKUS

Neprekinjenost ozemljitvenih vodnikov		☐	Ozemljitvena upornost:		(Ω)
Neprekinjenost izenačevalnih povezav			Funkcionalni preizkusi		
☐	Temeljsko ozemljilo	☐	☐	Normalna uporaba	☐
☐	Šina izenačevalne povezave	☐	☐	Odklop med delovanjem	☐
☐	Glavni ozemljitveni vodnik	☐	☐	Zaščita pred prevel. tok	☐
☐	Strelovodna inštalacija	☐	☐	Prekinitev LIN komunik.	☐
			Stik upravlj. Linije na PE		

PODPIS IN ŽIG			
		Datum naslednjega preverjanja:	
		Pritrjena preglednikova nalepka:	☐ DA ☐ NE
Stranka:		Merilec:	
Lokacija:		Lokacija:	
Datum:		Datum:	
Podpis:		Podpis:	

MERITVE

Distributer električne energije:

[illegible]

☐ Priloga zapisniku☐ Stanje napak v prilogi

SPLOŠNI PODATKI

Stranka:	Izvajalec:
Naslov inštalacije:	
Števec e.e. št.:	Stanje števca e.e.: kWh

STRUKTURA POLNILNICE EV		Lokacija / izbrani prostor																			
Pomen oznak																					
☐ Št. priklj. opreme																					
☐ Koda napake																					
Oprema polnilnice EV																					

REZULTAT PREVERJANJA, PODPIS IN ŽIG

Stranka:	Merilec:
☐ E. inštalacija ustreza temu zapisniku ob predaji	☐ Električna inštalacija je bila v celoti preverjena
Sprejeto poročilo o stanju	☐ V inštalaciji so bile odkrite napake
	☐ Dokumentacija predana
Lokacija:	Lokacija:
Datum:	Datum:
Podpis:	Podpis:

STRUKTURA

ZAPISNIK O PREVERJANJU FOTONAPETOSTNEGA SISTEMA

SPLOŠNI PODATKI			
Stranka:		Izvajalec:	
Naslov inštalacije:			
Zapisnik se nanaša na:			
☐ Začetno preverjanje	☐ Popravilo	☐ Spremembo	
☐ Redni preizkus	☐ Dopolnitev	☐	
Preizkus ustrezno z:			Začetek Konec
☐ SIST EN 62446-1	☐ SIST HD 60364-6	☐	
☐ Prav. NNELI url RS ...	☐	☐	
Uporabljeni merilni instrumenti:			
Model:	Model:	Model:	
Serijska št.:	Serijska št.:	Serijska št.:	
Predstavniki stranke:		Preglednik:	

Opis inštalacije	
Lokacija	Naznačena moč – kW d.c.
Datum preverjanja	Preizkušeni tokokrogi

Sklic na poročilo o pregledu po SIST HD 60364-6:	
Sklic na poročilo o preizkušanju po SIST HD 60364-6:	
Sklic na pregled PV polja:	
Skic na preizkus PV polja:	

Preverjeni fotonapetostni sistem	☐ USTREZA	☐ NE USTREZA
zahtevam, kot jih podaja SIST EN 62446-1.		

PROJEKT, IZVEDBA, PREGLED IN PREIZKUŠANJE

Sem oseba (Smo osebe), ki je (so) odgovorna(e) za projekt, izvedbo, pregled in preizkušanje električne inštalacije (kar kažejo spodnji podpisi) zgoraj opisanih podrobnosti, ki z znanjem in izkušnjami skrbi(mo) in izvaja(mo) projekt, izvedbo, pregled in preizkušanje, potrjujem, da sem delo, za katerega sem odgovoren, opravil vestno, najbolje, kot znam v skladu z:

Podpis(i): Ime(na): Datum: (Obseg odgovornosti podpisnika(kov) je omejen na zgoraj opisano delo)	Naslednji pregled je priporočen ne kasneje kot:	
	KOMENTARJI:	

Splošno

Celoten sistem je bil pregledan kakor zahteva SIST HD 60364-6, priloga je poročilo o pregledu na osnovi SIST HD 60364-6.

D.c. sistem, splošno

- ☐ je bil projektiran, določen in izdelan v skladu s SIST HD 60364 in IEC 62548;
- ☐ najvišja napetost PV polja ustreza lokaciji polja;
- ☐ vse izbrane in vgrajene komponente in gradniki vzdržijo pričakovane vplive vetra, snega, temperature in korozije;
- ☐ pritrditve na strehi in kabelske uvodnice so vodotesne.

D.c. sistem, zaščita pred električnim udarom

- ☐ zaščitni ukrep je zagotovljen z varno nizko napetostjo (SELV / PELV);
- ☐ na d.c. strani je izvedena zaščita z uporabo razreda II ali ekvivalentno;
- ☐ kabli PV niza in polja so izbrani in uporabljeni tako, da znižajo nevarnost stika z zemljo ali kratkega stika (ojačana ali dvojna izolacija)

D.c. sistem, zaščita pred učinki okvar izolacije

- ☐ galvanska ločitev je v pretvorniku ali na a.c. strani;
- ☐ funkcionalna ozemljitev za vse d.c. vodnike;
- ☐ vgrajeno zaznavanje in alarm izolacijske upornosti PV polja proti zemlji na osnovi zahtev IEC 62548;
- ☐ vgrajeno zaznavanje in alarm nadzorovanja preostalega toka PV polja na osnovi zahtev IEC 62548.

D.c. sistem, zaščita pred prevelikimi tokovi

- ☐ za sisteme brez zaščite pred prevelikim tokom niza:
 - $I_{MOD_MAX_OCPR}$ (naznačen tok serijske varovalke modula) je višji, kot možen povratni tok,
 - ožičenje nizov je projektirano, da vzdrži najvišje kombinirane tokove vzporednih nizov;
- ☐ za sisteme z vgrajeno zaščito pred prevelikim tokom niza ustreza ta zaščita zahtevam IEC 62548;
- ☐ za sisteme z vgrajeno zaščito pred prevelikim tokom polja ali delov polja ustreza ta zaščita zahtevam IEC 62548;
- ☐ v sistemih, kjer pretvornik lahko vriva povratni tok v d.c. sistem, povratni tok je nižji od najvišjega naznačenega toka varovalke modula in tokovne zmogljivosti ožičenja niza.

D.c. sistem, ozemljitveni in izenačevalni sestavi

- ☐ če je priključek funkcionalne ozemljitve vključuje enega od d.c. vodnikov, mora biti priključek podan in vgrajen ustrezno zahtevam IEC 62548;
- ☐ kjer ima PV sistem neposredno povezavo na ozemljitev na d.c. strani, mora biti zagotovljen prekinjevalec pri okvari ozemljitve ustrezno zahtevam IEC 62548;
- ☐ izenačevalni sestavi pri okviru PV polja morajo biti podani in vgrajeni ustrezno zahtevam IEC 62548;
- ☐ kjer so vgrajeni zaščitni vodniki in izenačevalne povezave, morajo biti vzporedne in v šopu z d.c. kablji.

D.c. sistem, zaščita pred strelo in prenapetostjo

- ☐ za znižanje inducirane napetosti zaradi strele mora biti čim manjša površina zank v ožičenju;
- ☐ vgraditi je treba ukrepe za zaščito dolgih kablov (zaslanjanje ali uporaba SPD);
- ☐ kjer so vgrajeni SPD, morajo ustrezati zahtevam IEC 62548.

D.c. sistem, izbira in vgradnja električne opreme

- ☐ PV moduli morajo biti predvideni za najvišjo možno d.c. napetost;
- ☐ vsi d.c. sestavni deli morajo biti predvideni za trajno delovanje za d.c. in najvišjo možno sistemsko d.c. napetost in kot, kot je podano v IEC 62548;
- ☐ sistemi ožičenja morajo biti izbrani in izvedeni tako, da prenesejo pričakovane zunanje vplive vetra, tvorjenja leda, temperature UV in sončnega sevanja;
- ☐ na osnovi zahtev IEC 62548 morajo biti zagotovljeni ukrepi za ločitev in odklop nizov PV polja in delov PV polja;
- ☐ na osnovi zahtev IEC 62548 mora biti na d.c. strani pretvornika vgrajen d.c. stikalni odklopnik;
- ☐ če so vgrajene blokirne diode, mora biti njihova zaporna napetost vsaj $2xU_{oc}(stc)$ PV niza, v katerega so vgrajene;
- ☐ pripadajoči vtiči in vtičnice morajo biti istega tipa in istega proizvajalca ter ustrezati zahtevam IEC 62548.

A.c. sistem

- ☐ na a.c. strani mora biti zagotovljen ločilnik;
- ☐ vse ločilne in stikalne naprave morajo biti povezane tako, da je PV inštalacije priključena na bremensko stran in javno napajanje na stran izvora;
- ☐ obratovalni parametri pretvornika morajo ustrezati lokalnim predpisom;
- ☐ kadar je na a.c. napajalni strani pretvornika vgrajen RCD, je treba preveriti, da je bil izbran ustrezno zahtevam IEC 62548.

Označevanje in prepoznava

- ☐ vsi tokokrogi, zaščitne naprave, stikala in priključki morajo biti označeni ustrezno zahtevam SIST HD 60364 in IEC 62548;
- ☐ vse d.c. spojne doze (doze PV generatorja in PV polja) morajo imeti opozorilni znak, ki kaže, da so v notranjosti deli pod napetostjo, ki se napajajo iz PV polja in so lahko še vedno na nevarni napetosti po ločitvi PV pretvornika in javnega napajanja;
- ☐ ločilnik na a.c. strani je jasno označen;
- ☐ na mesta medsebojnih povezav morajo biti opremljena z znaki za opozorilo za dvojno napajanje;
- ☐ na mestu je prikazana enopolna shema;
- ☐ na mestu so prikazane podrobnosti izvajalca;
- ☐ na mestu so prikazani postopki za izklop;
- ☐ na mestu so prikazani postopki za nujno zaustavitev;
- ☐ vsi znaki in nalepke morajo biti ustrezno pritrjeni in trajni.

Naslov inštalacije	Sklic
	Datum
Pregledan tokokrog	Preglednik
	Merilni instrumenti

Niz	Oznaka niza	1	2	3	4		n
	Modul						
	Količina						
Parametri polja (kot je podano)	V_{oc} (stc)						
	I_{sc} (stc)						
Niz naprava za zaščito pred prevelikim tokom	Tip						
	Zmogljivost (A)						
	D.c. zmogljivost (V)						
	Kapaciteta (kA)						
Niz Ožičenje	Tip						
	Faza (mm ²)						
	Zemlja (mm ²)						
Preizkus niza	V_{oc} (V)						
	I_{sc} (A)						
	Osvetljenost						
Pravilnost povezav							
Izolacijska upornost polja	Preizkusna napetost (V)						
	Plus – zemlja (MΩ)						
	Minus – zemlja (MΩ)						
Neprekinjenost ozemljitve (kjer ustreza)							
Ločilnik polja	Zmogljivost (A)						
	Zmogljivost (V)						
	Lokacija						
	Funkcionalni preizkus						
Pretvornik	Proizvajalec in model						
	Serijska številka						
	Delovanje OK						

ZAPISNIK O PREVERJANJU KAKOVOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE

SPLOŠNI PODATKI			
Stranka:		Izvajalec:	
Naslov inštalacije:			
Zapisnik se nanaša na:			
☐ Novo inštalacijo	☐ Popravilo	☐ Spremembo	
☐ Redni preizkus	☐ Dopolnitev	☐	
Preizkus ustrezno z:			Začetek Konec
☐ Prav. NNELI url RS ...	☐ SIST EN 50160 industr.	☐	
☐ SIST EN 50160 bivališča	☐ IEEE 519	☐	
Uporabljeni merilni instrumenti:			
Model:	Model:	Model:	
Serijska št.:	Serijska št.:	Serijska št.:	
Predstavniki stranke:		Preglednik:	
Sistem	☐ enofazni	☐ 3-fazni 4-žični	☐ 3-fazni, 3 žični ☐
☐	Lokalni viri električne energije		Priključna moč lokalnih virov: kVA

REZULTATI PREVERJANJA								
Kakovost električne energije ☐ Ustrezna ☐ Ne ustreza ☐ Priložen seznam pomanjkljivosti								U-Ustreza N-Ne ustreza
Podrobnosti								
Stalni pojavi:	U	N	Napetostni dogodki	U	N	Posebno	U	N
Frekvenca	☐	☐	Prekinitve napajalne napetosti	☐	☐	Harmoniki toka	☐	☐
Spreminjanje napetosti	☐	☐	Udori in grbine	☐	☐		☐	☐
Nenadne spremembe napetosti	☐	☐	Prenapetosti prehodnega pojava	☐	☐		☐	☐
Flikerji	☐	☐		☐	☐		☐	☐
Nesimetrija	☐	☐		☐	☐		☐	☐
Napetostni harmoniki	☐	☐		☐	☐		☐	☐
Medharmoniki	☐	☐		☐	☐		☐	☐
Signalizacija	☐	☐		☐	☐		☐	☐

Parametri merjenja

Trajanje meritve			Nazivna napetost	V	☐	Meje EN 50160 za bivališča
Merilni interval			Nazivna frekvenca	Hz	☐	Meje EN 50160 za industrijsko okolje
☐ 1 min.	☐ 10 min	☐	Priključna moč	kVA	☐	Meje IEEE 519
Obravnavano obdobje v trajanju meritve			☐ Normalni obratovalni pogoji		☐	
☐ 95 %	☐ 100 %	☐	☐ Posebni obratovalni pogoji		☐	

PODPIS IN ŽIG

	Datum naslednjega preverjanja:		
	Pritrjena preglednikova nalepka:	☐ DA	☐ NE
Stranka:	Merilec:		
Lokacija:	Lokacija:		
Datum:	Datum:		
Podpis:	Podpis:		

Meritve stalnih pojavov

Kazalčni diagram faznih razmer

Frekvenca

Nazivna vrednost	
Način merjenja	Povprečevanje v 10 s obdobju
Pogoj	Sinhronizacija

Zahteva	Mora biti	Izmerjeno	Status
49,50 Hz – 50,50 Hz	99,5 % v obdobju (teden)		
47,00 Hz – 52,00 Hz	100 % v obdobju (teden)		

Spreminjanje napetosti

Nazivna vrednost	
Način merjenja	Povprečje efektivnih vrednosti v 15 min. obdobju
Pogoj	Sinhronizacija

Zahteva	Mora biti	Izmerjeno	Status
207,00 V – 253,00 V	95 % v obdobju (teden)		
195,50 V – 253,00 V	100 % v obdobju (teden)		

Flikerji

Merjena veličina	Dolgotrajni fliker (Plt)
------------------	--------------------------

Zahteva	Mora biti	Izmerjeno	Status
Plt < 1	95 % v obdobju (teden)		

Nesimetrija napetosti

Način merjenja	
☐ industrijsko okolje	Povprečje efektivnih vrednosti inverznih delov u^- v 15 min. obdobju
☐ bivalno okolje	Povprečje efektivnih vrednosti inverznih delov u^- v 1 min. obdobju

Zahteva	Mora biti	Izmerjeno	Status
$u^- < 2,00 \%$	95 % v obdobju (teden)		

Napetostni harmoniki (EN 50160)

Način merjenja	harmonikov in celotnega harmonskega popačenja (THD)
☐ industrijsko okolje	v 15 min. obdobju
☐ bivalno okolje	v 1 min. obdobju

		L1		L2		L3	
Harmonik	Zahteva	Izmerjeno	Status	Izmerjeno	Status	Izmerjeno	Status
THD	< 8,00 %						
2	< 2,00 %						
3	< 5,00 %						
4	< 1,00 %						
5	< 6,00 %						
6	< 0,50 %						
7	< 5,00 %						
8	< 0,50 %						
9	< 1,50 %						
10	< 0,50 %						
11	< 3,50 %						
12	< 0,50 %						
13	< 3,00 %						
14	< 0,50 %						
15	< 0,50 %						
16	< 0,50 %						
17	< 2,00 %						
18	< 0,50 %						
19	< 1,50 %						
20	< 0,50 %						
21	< 0,50 %						
22	< 0,50 %						
23	< 1,50 %						
24	< 0,50 %						
25	< 1,50 %						

Napetostni dogodki

Prekinitve napajalne napetosti

Nazivna napetost	
Merjena veličina	Število prekinitev glede na trajanje
Način merjenja	Prekinitve napetosti se prične, ko efektivne napetosti vseh kanalov padejo pod prag prekinitve in se konča, čim napetost vseh merjenih kanala preseže prag plus histerezo.
Prag prekinitve	5,00 % nazivne napetosti
Histereza	2,00 % nazivne napetosti

Število prekinitev

Preostala napetost	Trajanje (s)	
	$t \leq 2,00 \text{ s}$	$t > 2,00 \text{ s}$
$U < 5,00 \%$		

Udori

Nazivna napetost	
Merjena veličina	Število udorov z določeno napetostjo in trajanjem
Način merjenja	Enoperiodna efektivna vrednost se vsake pol periode osveži Udor se prične, ko napetost najmanj enega kanala pade pod prag udara in se konča, ko pade pod prag grbine minus histereza.
Histereza	2,00 % nazivne napetosti

Število udorov

Napetost udara (v % nazivne)	Trajanje (ms)				
	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$90 > U \geq 80$					
$80 > U \geq 70$					
$70 > U \geq 40$					
$40 > U \geq 5$					
$U < 5$					

Grbine

Nazivna napetost	
Merjena veličina	Število grbin z določeno napetostjo in trajanjem
Način merjenja	Enoperiodna efektivna vrednost se vsake pol periode osveži. Grbina se prične, ko je napetost najmanj enega kanala višja od praga grbine in se konča, ko preseže prag grbine minus histereza.

Število grbin

Napetost grbine (v % nazivne)	Trajanje (ms)		
	$10 \leq t \leq 500$	$500 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$120 > U > 110$			
$U \geq 120$			

Kratkotrajni harmoniki toka in TDD za 95 % časa

Način merjenja	15 min. povprečne efektivnih vrednosti harmonikov in celotnega zahtevanega popačenja (TDD). Vse vrednosti harmonikov so izražene v % na največji zahtevan tok I_L .			
Odstotek neoznačenih obdobj	☐	99,55 %	☐	100 %
Nazivna napetost na mestu pri-kopa				
Najvišji zahtevan bremenski tok I_L (Osnovnega harmonika)				
Največji kratkostični tok I_{sc}				
Kriterija za U_{BUS} in I_{sc}/I_L				
Meji	95 % meritev celotnega zahtevanega popačenja (THD) naj bo manj od 8 %. 95 % meritev posameznih harmonikov toka naj bo manj od podanih v spodnji tabeli.			

Harmoniki toka

		L1		L2		L3	
Harmonik	Meja [%]	Izmerjeno	Status	Izmerjeno	Status	Izmerjeno	Status
TDD	8,00						
2	1,75						
3	7,00						
4	1,75						
5	7,00						
6	1,75						
7	7,00						
8	1,75						
9	7,00						
10	1,75						
11	3,50						
12	0,88						
13	3,50						
14	0,88						
15	3,50						
16	0,88						
17	2,50						
18	0,63						
19	2,50						
20	0,63						
21	2,50						
22	0,63						
23	1,00						
24	0,25						
25	1,00						
26	0,25						

Kratkotrajni harmoniki toka in TDD za 99 % časa

Način merjenja	15 min. povprečje efektivnih vrednosti harmonikov in celotnega zahtevanega popačenja (TDD). Vse vrednosti harmonikov so izražene v % na največji zahtevan tok I_L .	
Odstotek neoznačenih obdobj	☐ 99,55 %	☐ 100 %
Nazivna napetost na mestu pri-kopa		
Najvišji zahtevan bremenski tok I_L (Osnovnega harmonika)		
Največji kratkostični tok I_{sc}		
Kriterija za U_{BUS} in I_{sc}/I_L		
Meji	99 % meritev celotnega zahtevanega popačenja (THD) naj bo manj od 12 %. 99 % meritev posameznih harmonikov toka naj bo manj od podanih v spodnji tabeli.	

Harmoniki toka

		L1		L2		L3	
Harmonik	Meja [%]	Izmerjeno	Status	Izmerjeno	Status	Izmerjeno	Status
TDD	12,00						
2	2,63						
3	10,50						
4	2,63						
5	10,50						
6	2,63						
7	10,50						
8	2,63						
9	10,50						
10	2,63						
11	5,25						
12	1,31						
13	5,25						
14	1,31						
15	5,25						
16	1,31						
17	3,75						
18	0,94						
19	3,75						
20	0,94						
21	3,75						
22	0,94						
23	1,50						
24	0,38						
25	1,50						
26	0,38						

