



MATIČNA SEKCIJA ELEKTRO INŽENIRJEV

**PREGLED ZAKONODAJE,
STANDARDOV IN
IZRAZOSLOVJA S PODROČJA
FOTONAPETOSTNIH
SISTEMOV**



MATIČNA SEKCIJA ELEKTRO INŽENIRJEV

PREGLED ZAKONODAJE, STANDARDOV IN IZRAZOSLOVJA S PODROČJA FOTONAPETOSTNIH SYSTEMOV

**Overview of technical regulations, technical standards
and Slovenian terms in the field of Photovoltaic systems**

Pripravili:

mag. Andrej Zorec, Gregor Kušar, mag. Bogdan Seliger, Ervin Seršen,
Jurij Štangl, Alojzij Zupanc, mag. Aleš Glavnik

Pregledal:

mag. Borut Glavnik, univ. dipl. inž. el.

Potrdil:

Upravni odbor Matične sekcije elektro inženirjev

Oblikovanje:

Mirjam Pezdirc

Izdala:

Inženirska zbornica Slovenije
Jarška cesta 10 b, Ljubljana

Oblika izdaje:

elektronska verzija, dostopno na www.izs.si

Ljubljana, avgust 2019



Dopolnilno pojasnilo

Avgusta 2019 je bil izdan priročnik *Pregled zakonodaje, standardov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov*, ki med drugim obravnava tudi zakonodajne akte Republike Slovenije, osnovne koncepte vezav FE ter sisteme FE.

Podlaga vsebini so bila med ostalim takrat veljavna Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO, Ur. l. RS št. 41/11) s prilogami.

V marcu 2020 je bila v Uradnem listu RS objavljena Uredba o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s sproizvodnjo z visokim izkoristkom s prilogo (Uredba o manjših proizvodnih napravah, Ur. l. RS, št. 14/20).

V januarju 2021 so bila v Uradnem listu RS objavljena nova Sistemska obratovalna navodila za distribucijske sisteme električne energije s prilogami 1 do 5 (SONDSEE, Ur. l. RS št. 7/21) s pričetkom uporabe marca 2021. Nova navodila so razveljavila do takrat veljavna SONDO.

Uredba o manjših proizvodnih napravah je vpeljala nove zahteve in spremembe, ki vplivajo na vsebino priročnika, predvsem na dele, ki obravnavajo zakonodajne akte Republike Slovenije, in sisteme FE, kjer je potrebno dodatno upoštevati zahteve Uredbe o manjših proizvodnih napravah. SONDSEE so vpeljala nove zahteve in spremembe, ki vplivajo na vsebino priročnika, predvsem na dele, ki obravnavajo zakonodajne akte Republike Slovenije, osnovne koncepte vezav FE ter sisteme FE – Različni načini vključevanja.

Poglavja priročnika, za katera podajata SONDSEE in Uredba o manjših proizvodnih napravah nove zahteve, so naslednja:

- **Poglavje 2: Zakonodajni akti Republike Slovenije,**
- **Podpoglavje 2.8.2: Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije,**
- **Podpoglavje 4.5: Osnovni koncepti vezav FE,**
- **Podpoglavje 7.13: Sistemi FE,**
- **Podpoglavje 7.13.2: Različni načini vključevanja.**

Zato je za naštetih poglavij potrebno uporabljati določila novih SONDSEE s prilogami in določila Uredbe o manjših proizvodnih napravah s prilogo.

Ljubljana, april 2021

Kazalo vsebine

1 UVOD	9
1.1 Povzetek	12
2 ZAKONODAJNI AKTI REPUBLIKE SLOVENIJE	13
2.1 Uvod	13
2.2 Gradbeni zakon	13
2.3 Podzakonski akti Gradbenega zakona	14
2.3.1 Uredba o razvrščanju objektov	15
2.3.2 Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov	15
2.3.3 Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov	15
2.3.4 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele	15
2.3.5 Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah	16
2.3.6 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah	16
2.3.7 Odredba o seznamu izdanih tehničnih smernic	16
2.3.8 Odredba o seznamu standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov	17
2.4 Energetski zakon	17
2.4.1 Podzakonski akti Energetskega zakona	19
2.4.2 Pravila za delovanje Centra za podpore	19
2.4.3 Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije	19
2.4.4 Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije	20
2.4.5 Pravilnik o strokovnem usposabljanju in preizkusu znanja za upravljavca energetskih naprav	20
2.4.6 Uredba o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, ki prejemajo za proizvedeno električno energijo potrdila o izvoru in podpore	20
2.4.7 Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovo proizvodov, povezanih z energijo	21
2.4.8 Pravilnik o sistemskem obratovanju distribucijskega omrežja za električno energijo	21
2.5 Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro)	21
2.6 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1)	22

2.7	Zakon o varstvu pred požarom	22
2.7.1	Podzakonski akti Zakona o varstvu pred požarom.....	23
2.8	Akti systemskega operaterja za distribucijo električne energije (SODO).....	23
2.8.1	Splošni pogoji za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije	23
2.8.2	Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO)	24
3	STANDARDI, KI JIH JE TREBA UPOŠTEVATI	28
3.1	Splošno	28
3.1.1	Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh SIST (katalog).....	30
3.1.2	Opomba: s klikom na mesečni seznam se na računalnik prenese pdf-datoteka s seznamom novih informacij o sprejetih standardih na spletnih straneh IEC.....	33
3.1.3	Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC.....	34
3.2	Standardi, ki so navedeni v standardu SIST HD 60364-7-712:2016.....	37
3.3	Drugi standardi, ki se nanašajo na fotonapetostne sisteme.....	44
3.4	Standardi s področja elektromagnetne združljivosti	46
3.5	Standardizacijski dokumenti v pripravi.....	46
4	IZRAZI IN DEFINICIJE	48
4.1	IZRAZI IN DEFINICIJE IZ SIST HD 60364-7-712 [1]	48
4.2	IZRAZI IN DEFINICIJE iz predloga Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije [3]	51
4.3	IZRAZI IN DEFINICIJE iz standarda SIST HD 60364-8-2:2019 Nizkonapetostne električne inštalacije – 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev [4][5].....	52
4.4	Seznam kratic	55
4.5	OSNOVNI KONCEPTI VEZAV FE	56
4.5.1	Klasični koncepti vezav FE	56
4.5.2	Koncept postavitve SPD	60
4.5.3	Koncept vezave hranilnikov električne energije v sistem FE	61
4.5.4	Koncept vezav FE z uporabo mikroinverterjev	61
4.5.5	Koncept vezav FE v konfiguraciji »prosumer«	62
5	VARNOSTNA ZAŠČITA	67
5.1	Funkcionalna (obratovalna) ozemljitev DC-tokokroga (Functional earthing of a d.c polarity)	67
5.2	Zaščita pred električnim udarom (in pri njem)	67
5.2.1	Uvod	68
5.2.2	Zaščitni ukrep: samodejni odklop napajanja.....	68
5.2.3	Zaščitni ukrep: uporaba naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo.....	68
5.2.4	Zaščitni ukrep: električna ločitev.....	69
5.2.5	Zaščitni ukrep: mala napetost SELV in PELV	69
5.2.6	Zaščita pri okvari izolacije.....	69

5.2.7	Zaščita pred požarom kot posledica okvare ali nepravilnega delovanja električne opreme.....	70
5.3	Zaščita pred kratkostičnimi toki.....	71
5.3.1	Zahteve glede vrste tokokrogov	71
5.3.2	Vrste zaščitnih naprav	72
5.3.3	Zaščita pri preobremenitvenem toku	72
5.3.4	Zaščita pred kratkostičnim tokom	74
5.4	Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami.....	74
5.4.1	Zaščita nizkonapetostnih inštalacij pred kratkimi prenapetostmi zaradi napak na ozemljitvi visokonapetostnih in nizkonapetostnih sistemov	74
5.4.2	Prenapetosti v nizkonapetostnih sistemih med okvaro ozemljitve pri visokonapetostnih sistemih	75
5.4.3	Velikost in trajanje nevarne napetosti dotika	75
5.4.4	Stresna napetost v primeru izgube nevtralnega vodnika ali kabla pri sistemih TN in TT	76
5.4.5	Stresna napetost omrežne frekvence v primeru okvare ozemljitve pri IT-sistemu z razporejenim nevtralnimi delom	76
5.4.6	Stresna napetost omrežne frekvence v primeru kratkega stika med linijskim ter nevtralnimi vodnikom ali kablom	76
5.4.7	Zaščita pred prenapetostmi strele ali stikanja.....	76
5.4.8	Prenapetostne zaščitne naprave (SPD)	77
5.4.9	Ukrepi pred drugimi elektromagnetnimi vplivi.....	78
5.4.10	Zaščita pri podnapetosti.....	78
6	UKREPI POŽARNE VARNOSTI	79
6.1	Zakonodajna izhodišča	79
6.2	Varnostna izhodišča za postavitve FE	80
6.3	Primeri požarnovarnostnih konceptov	81
6.4	Odmiki in dostopi.....	83
6.5	Zahteve za gradnike z vidika požarne varnosti	84
6.6	Bistvene zahteve smernice SZPV 512 – požarna varnost sončnih elektrarn.....	85
6.7	Požarni načrt FE	89
6.8	Varnostne oznake na opremi, ki jo zajema FE.....	89
6.9	Gašenje solarnih modulov	91
6.9.1	Strupeni plini	91
6.9.2	Zrušenje/padajoči deli	92
6.9.3	Električni tok	92
6.10	Prisotnost nevarne napetosti:	93
6.10.1	Širjenje požara	93
6.11	Značilne nevarnosti glede na vrste sončnih elektrarn	93
6.12	Hranilniki električne energije in požarna varnost	97
6.13	Izbira in namestitve inštalacijskih sistemov z minimalnim širjenjem požara z upoštevanjem standarda SIST EN 50575 (CRP-direktiva)	98

7 IZBIRA IN NAMESTITEV ELEKTRIČNE OPREME	99
7.1 Splošno in osnovni gradniki FE	99
7.2 Izolacije v FE	102
7.3 Parametri za varno delovanje sistema FE	103
7.3.1 Višina	103
7.3.2 Stopnja onesnaženja	103
7.3.3 Prenapetostna kategorija	104
7.3.4 Vplivi na plazilne razdalje (CTI).....	106
7.3.5 Nekateri plazilne in zračne razdalje	106
7.4 Skladnost s standardi.....	108
7.5 Obratovalni pogoji in zunanji vplivi	109
7.6 Dostopnost.....	110
7.7 Identifikacija.....	110
7.7.1 Splošno.....	110
7.7.2 Inštalacijski sistem	110
7.7.3 Drugi vodniki.....	111
7.7.4 Zaščitne naprave.....	113
7.8 Preprečitev medsebojnih škodljivih vplivov	113
7.9 Inštalacijski sistemi	114
7.9.1 Splošno.....	115
7.9.2 Tokovna obremenitev	119
7.9.3 Prerezi vodnikov.....	119
7.9.4 Padec napetosti v uporabnikovi inštalaciji.....	119
7.9.5 Električne povezave	120
7.9.6 Bližina inštalacijskega sistema do drugih servisnih sistemov.....	121
7.9.7 Izbira in namestitvev inštalacijskih sistemov glede na vzdrževanje vključno s čiščenjem.....	121
7.10 Zaščita, ločevanje, stikanje, krmiljenje in monitoring	121
7.10.1 Naprave za samodejni izklop napajanja pri okvari in dodatno zaščito	121
7.10.2 Naprave za zaščito pred požarom	121
7.10.3 Naprave za zaščito pred nadtoki.....	123
7.10.4 Naprave za zaščito pred prenapetostmi	123
7.10.5 Naprave za zaščito pred podnapetostmi.....	127
7.10.6 Koordinacija zaščitnih naprav	127
7.10.7 Ločevanje in stikanje.....	127
7.10.8 Naprave za nadzorovanje.....	128
7.11 Ozemljitve, zaščitni vodniki in vodniki za zaščitno ozemljitev potencialov	128
7.11.1 Zaščitni vodniki	128
7.11.2 Vodniki za zaščitno ozemljitev potencialov	128
7.12 Električne inštalacije zgradb – izbira in namestitvev električne opreme – druga oprema ...	129
7.13 Sistemi FE.....	131
7.13.1 Sistemi FE za samooskrbo	131
7.13.2 Različni načini vključevanja	132

7.13.3	Različne izvedbe	132
7.13.4	Sistemi FE malih moči (balkonske FE)	133
7.13.4.1	Splošno.....	133
7.13.4.2	Izraz in definicija	133
7.13.4.3	Informacija za projektante	134
7.13.4.4	Navodila za uporabo (montažo) »balkonskih sončnih elektrarn«.....	134
7.13.4.5	Sončna elektrarna za samooskrbo in »balkonska sončna elektrarna«	135
7.13.4.6	Zaščita pred požarom	135
7.13.4.7	Zaščita pred delovanjem strele	135
7.13.4.8	Zaščita pred električnim udarom pri »balkonskih sončnih elektrarnah«	136
7.13.4.9	»Inform & Fit« v standardu EN 50438	136
7.14	Hranilniki električne energije	137
7.14.1	Uvod.....	137
7.14.2	Varnostna in obratovalna zaščita v PV-sistemih s hranilniki električne energije.....	138
7.14.3	Uporaba in dimenzioniranje vodnikov za povezave s hranilniki električne energije ..	139
8	PREGLED IN PREIZKUŠANJE	140
8.1	Meritve in preizkusi	141
8.1.1	Vizualni pregledi.....	142
8.1.2	Upornost povezav z ozemljilom in izenačevalnih povezav.....	143
8.1.3	Pravilnost povezav.....	143
8.1.4	Napetost odprtih sponk za PV-niz	143
8.1.5	Meritev toka za PV-niz.....	144
8.1.6	Preizkus kratkega stika za PV-niz.....	144
8.1.7	Preizkus PV spojne omarice	144
8.1.8	Preizkus delovanja za PV-niz.....	144
8.1.9	Ozemljitvena upornost.....	145
8.1.10	Izolacijska upornost.....	146
8.1.11	Napetost koraka in dotika	147
8.1.12	Okvarna impedanca, napajalna impedanca in padec napetosti	147
8.1.13	Preizkusi RCD	148
8.1.14	Meritev I-U-krivulje niza	148
8.1.15	Pregled PV-polja z infrardečo kamero	149
8.1.16	Meritev napetosti proti zemlji.....	149
8.1.17	Preizkus blokirne diode.....	149
8.1.18	Določitev sence.....	149
8.1.19	Delovanje PV-polja.....	149
8.1.20	Delovanje pretvornika in ločilne naprave	150
8.1.21	Kakovost električne energije	151
8.1.22	Elektromagnetna združljivost.....	151
8.1.23	Preverjanje zaščit PV-polja v primeru intervencije.....	152
8.1.24	Opravljanje meritev in preizkusov	152
8.2	Sistemska dokumentacija, prevzemni preizkusi in nadzor	153

9 ZAKLJUČNI PROTOKOL IN ZAGON	155
9.1 Uvod.....	155
9.2 Postopek pridobitve uporabnega dovoljenja.....	155
9.3 Postopek za naprave	156
9.4 Drugi pogoji za začetek obratovanja	156
10 PRILOGA I	158
10.1 Primeri obrazcev na osnovi zahtev SIST EN 62446-1	159
10.2 Primeri obrazcev na osnovi zahtev SIST HD 60364-6.....	164
11 OCENA TVEGANJA	169
12 PRILOGA III – Primer vloge za priključitev in dostop do distribucijskega omrežja ...	170

1. Uvod

IZS izdaja ta dokument kot pripomoček investitorjem, projektantom in izvajalcem z namenom zagotavljanja varnosti obratovanja PV-sistemov v celotni življenjski dobi. Fotonapetostni sistemi so pogosto označeni s kratico PV (iz angleškega termina »PhotoVoltaic«) in zaradi tega se izraz »sončna elektrarna« nanaša na »fotonapetostno elektrarno« oziroma »sončno fotonapetostno proizvodno napravo«. Pri vsakdanji rabi se uporaba zgolj pridevnika »sončni« odsvetuje, kot je to priporočeno v SIST-TS CLC/TS 61836. V nadaljevanju se predlaga uporaba izraza **fotonapetostna elektrarna** s kratico **FE**.

Namen tega dokumenta je na enem mestu zbrati zahteve za projektiranje, gradnjo, obratovanje in vzdrževanje fotonapetostnih elektrarn, ki so razpršene v različnih zakonodajnih aktih, tehničnih smernicah in standardih s področja elektrotehnike, energetike, gradbeništva in požarne varnosti. Osnova za izdajo tega dokumenta je bil dokument Pregled predpisov, standarov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov, ki ga je IZS izdala marca 2013. Pred začetkom graditve je treba obvezno pregledati trenutno veljavne predpise in standarde.

Uporaba dokumenta »Pregled zakonodaje, standardov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov« ni možna brez osnovnega predznanja iz projektiranja in dobrega razumevanja sedaj veljavne zakonodaje ter standardizacije, posebej pa področja električnih inštalacij.

Podlaga za pripravo tega dokumenta je v slovenski sistem standardizacije sprejet evropski harmonizacijski dokument SIST HD 60364-7-712:2016 Niskonapetostne električne inštalacije – 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Fotonapetostni (PV) sistemi.

Uporabili smo tudi veljavne predpise in smernice na podlagi zahtev Gradbenega zakona, kot so:

- s področja električnih inštalacij:
 - Pravilnik o zahtevah za niskonapetostne električne inštalacije v stavbah,
 - Tehnična smernica TSG-N-002 Niskonapetostne električne inštalacije,
- s področja zaščite pred strelo:
 - Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele,
 - Tehnična smernica TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele,
- s področja gradbeništva:
 - energetska infrastruktura,
- s področja požarne varnosti,
- iz zahtev Energetskega zakona (elektroenergetika):
 - Systemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO):
 - Priloga 5: Navodila za priključevanje in obratovanje elektrarn inštalirane električne moči do 10 MW,
 - Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije,

- Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije,
- Navodila za priključevanje proizvodnih naprav po Uredbi o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov in Pravilniku o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz OVE.

FE so kompleksen sistem, sestavljen iz fotonapetostnih modulov, podkonstrukcije, pretvornikov, naprav za zaščito na izmenični in enosmerni strani, razdelilnih in merilnih omaric ter kablov, ki so povezani med seboj in na distribucijsko omrežje. V omaricah za enosmerno napetost so nameščeni zaščitni elementi, če niso vgrajeni (digitalizacija) v razsmernik, za nadtokovno zaščito, ki zagotavlja zaščito pred povratnimi toki skozi fotonapetostne module, in elementi za prenapetostno zaščito, ki zagotavljajo zaščito pred prenapetostmi zaradi udara strele ali induciranih prenapetosti. V omaricah za izmenično napetost so nameščene zaščite pred nadtoki, zaščite proti nevarni napetosti dotika in prenapetostne zaščite, če ti elementi niso vgrajeni (digitalizacija) v pretvornik.

Postavitev fotonapetostne elektrarne mora biti skrbno načrtovana, izvedena in vzdrževana, predvsem z vidika požarne varnosti in preprečitve morebitnih škodljivih vplivov na celotno napravo in varnost ljudi in premoženja.

Projektiranje in postavljanje fotonapetostnih elektrarn je na prvi pogled preprosto, vendar se največ napak pojavi ob projektiranju in izvedbi na enosmernem delu FE. Napaka na enosmerni strani lahko hitro privede do požara.

Za dolgo življenjsko dobo in velik izplen električne energije sta zelo pomembni izbira certificiranih sestavnih delov in njihova skrbna montaža z upoštevanjem najnovejšega stanja tehnike. Vse te zahteve morajo biti dokumentirane v projektu fotonapetostne elektrarne in za ta namen mora biti pripravljen tudi natančen načrt vzdrževanja.

Pri izbiri certificiranih sestavnih delov (fotonapetostnih modulov, razsmernikov, kablov ...) je zelo pomembno, da je izpolnjena zahteva o skladnosti s predpisi in standardi. Če je le mogoče, ne samo »Izjava ES o skladnosti« (angl. EC declaration of conformity; nem. EG-Konformitätserklärung) in »oznaka skladnosti CE« (angl. CE conformity marking; nem. CE-Konformitätskennzeichnung), ki sta zakonski zahtevi o skladnosti s predpisi, ampak tudi »certifikat o skladnosti« (angl. certificate of conformity; nem. Konformitätserklärung), izdan po mednarodnem sistemu (IECEE PV certification: PV Quality Mark) ali v posamezni državi, ki je preskušen po mednarodnih standardih in dovoli uporabo nacionalnega znaka (Avstrija: OVE; Nemčija: TÜV, VDE ...). Mednarodni sistem uporablja za »PV Quality Mark« naslednji logo:



Ta znak nosijo sestavni deli sistema, kot so moduli, razsmerniki, regulatorji, baterije in konektorji, ki jih izdelujejo proizvajalci fotonapetostnih sistemov in so skladni z zahtevami za kakovost, varnost in karakteristike delovanja (več na:

http://www.iec.ch/about/brochures/pdf/conformity_assessment/pv_certification.pdf).

Za celoten sistem, kot so fotonapetostne elektrarne na strehi, fotonapetostne elektrarne za razsvetlavo na cestah in podobno, kjer se napajanje izvaja z moduli, se uporablja naslednji znak:



V posamezni državi se sestavni deli, preskušeni po nacionalnih ali evropskih standardih, označijo z nacionalnim znakom.

V Avstriji:



V Nemčiji (TÜV):



V tem dokumentu so v drugem poglavju podane zahteve iz veljavnih zakonodajnih aktov, tretje poglavje podaja standarde, ki so vezani na fotonapetostne elektrarne. V četrtem poglavju so razloženi izrazi in definicije ter dodani nekaj osnovnih shem. Peto in šesto poglavje vsebujeta tehnične zahteve, ki izhajajo iz zahtev v tehnični smernici in standardov. V sedmem poglavju so predstavljene meritve, ki jih mora imeti sistem.

1.1 Povzetek

Namen priprave tega dokumenta je bil zbrati najnovejše zahteve za načrtovanje, izgradnjo in vzdrževanje in preizkušanje fotonapetostnih sistemov. Te so razporejene v različnih zakonodajnih dokumentih, tehničnih smernicah in standardih, na področjih elektrotehnike, proizvodnje električne energije, gradbeništva in požarne varnosti.

Uporaba dokumenta »Pregled zakonodaje, standardov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov – novelacija in dopolnitev priročnika« ni mogoča brez osnovnega znanja o načrtovanju in pravilnem razumevanju trenutno veljavnih zakonov, zlasti na področju električnih instalacij.

Priprava dokumenta temelji na standardu SIST HD 60364-7-712, slovenske zakonodaje, posebej na področju električnih inštalacij, proizvodnje elektrike, gradbeništva in požarne varnosti.

Ta dokument zajema naslednje:

- zahteve iz sedanje zakonodaje v Sloveniji v drugem poglavju,
- pregled veljavnih standardov in njihov kratek opis v tretjem poglavju,
- izrazi in njihove opredelitve ter osnovni koncepti vezav v četrtem poglavju,
- tehnične zahteve, ki izhajajo iz zahtev tehničnih smernic in standardov iz petega in sedmega poglavja,
- ukrepi požarne varnosti v šestem poglavju,
- meritve in preskusi za PV sistem v osmem poglavju,
- posamezne uporabne obrazce v prilogah.

Obravnavana tematika se izjemno hitro razvija, čemur sledijo novi ali dopolnjeni zakoni in standardi, zato bo verjetno kmalu nastala potreba po ponovni novelaciji priročnika, ki je pred vami. Glede na podano vsebino upamo, da boste projektanti, izvajalci, vzdrževalci in ostali zainteresirani z veseljem uporabljali Priročnik o fotonapetostnih sistemih.

PRAVNO OPOZORILO

IZS MSE verjame, da so navodila in podatki v tem priporočilu pravilni. Ob njegovi uporabi se mora vsak uporabnik zanašati na svoje znanje in izkušnje. IZS ne prevzema odgovornosti za kogar koli, za katero koli izgubo ali morebitno škodo, povzročeno z napako ali nedoslednostjo v tem priporočilu, pa čeprav je napaka ali nedoslednost rezultat pomanjkljivosti ali katerega koli vzroka. Vsaka taka odgovornost je izključena.

Za morebitno neustrezno ali nepravilno uporabo ali tolmačenje izdajatelj priročnika in sodelavci pri pripravi priročnika ne odgovarjajo. Priročnik ni uraden dokument; primarno so veljavni in merodajni zakonski predpisi in standardi.

2. Zakonodajni akti Republike Slovenije

2.1 Uvod

Najboljše zavarovanje za projektanta in izvajalca je dobro poznavanje predpisov. V tem poglavju navajamo bistvene vsebine predpisov, ki zadevajo graditev, tako objektov kakor tudi naprav. Fotonapetostne elektrarne se pretežno gradijo kot naprave, v manjšem obsegu pa kot objekti, vendar so običajno večjih moči. Kadar se gradi objekt, mora biti projektna dokumentacija izdelana skladno z določili Gradbenega zakona in drugimi zakoni, ki urejajo področje graditve, ter njihovimi podzakonskimi akti. Za gradnjo takega objekta je treba pridobiti gradbeno dovoljenje in pred začetkom uporabe uporabno dovoljenje.

Kadar gre za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije, govorimo o napravah. Obseg projektne dokumentacije je manjši, saj ni treba izdelati projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja, vendar mora smiselno upoštevati predpise, ki urejajo projektiranje. Pred začetkom uporabe morajo biti izpolnjeni pogoji za začetek uporabe (obratovanja), kar preveri pristojni distributer.

V nadaljevanju so navedene glavne vsebine iz zakonodaje s poudarkom na projektiranju. Navedeni so zakoni in podzakonski akti ter akti drugih organov in ustanov, ki vplivajo na izdelavo projektov, s povzetki posameznih pomembnejših členov. Citirani členi so označeni z narekovaji. Na spletni strani pravno-informacijskega sistema PIS¹ najdete besedila zakonov in podzakonskih aktov, ki so podlaga za navajanje vsebin in posameznih členov, razen v primerih, ko so bile kasnejše narejene spremembe.

2.2 Gradbeni zakon²

Gradbeni zakon (v nadaljevanju GZ) je krovni zakon, ki določa pogoje za projektiranje, graditev in uporabo fotonapetostnih elektrarn. GZ je bil objavljen 2. 11. 2017, veljati je začel 17. 11. 2017, uporabljati se je začel 1. 6. 2018. Določbe se smiselno lahko uporabljajo, kadar se fotonapetostna elektrarna obravnava kot naprava.

¹ www.pisrs.si.

² Uradni list RS, št. 61/2017, št. 72/2017 – popravek.

Najpomembnejši členi so:

– **4. člen (gradnja z gradbenim dovoljenjem)**

»(1) Za novogradnjo, rekonstrukcijo in spremembo namembnosti objekta je treba:

- imeti pravnomočno gradbeno dovoljenje in
- začetek gradnje objekta prijaviti v skladu s 63. členom tega zakona.«

Gradbeno dovoljenje ni potrebno za enostavne objekte, vzdrževanje in vzdrževalna dela v javno korist.

– **6. člen (začetek uporabe objektov)**

»Za začetek uporabe objekta, za katerega je predpisana pridobitev gradbenega dovoljenja, je treba imeti uporabno dovoljenje, razen za nezahteven objekt. Objekte je treba uporabljati v skladu z uporabnim in gradbenim dovoljenjem.«

– **61. člen (obveznost izdelave dokumentacije za izvedbo gradnje)**

Obvezna je izdelava dokumentacije za izvedbo gradnje, razen pri spremembi namembnosti za nezahtevne objekte.

– **62. člen (obveznost imenovanja nadzornika)**

Nadzornik ni potreben pri nezahtevnih objektih.

– **68. člen (zahteva za izdajo uporabnega dovoljenja)**

»(1) Investitor mora po dokončanju gradnje vložiti zahtevo za izdajo uporabnega dovoljenja, ki se vloži na obrazcu.«

Obrazec predpiše minister.

»(2) Zahtevi za izdajo uporabnega dovoljenja se priložijo:

- izjave projektanta, nadzornika in izvajalca, da so dela dokončana, skladna z izdanim gradbenim dovoljenjem in da so izpolnjene predpisane bistvene zahteve;
- dokumentacija za pridobitev uporabnega dovoljenja z označenimi odstopanji od dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja;
- dokazilo o zanesljivosti objekta;
- če so bili v gradbenem dovoljenju določeni izravnalni ukrepi: opis njihove izvedbe in mnenje organizacije, pristojne za ohranjanje narave, o njihovem delovanju;
- program prvih meritev, če gre za objekt z vplivi na okolje.«

2.3 Podzakonski akti Gradbenega zakona

Členi 122 do 124 določajo, kateri izvršilni predpisi (pravilniki, uredbe in odredbe) prenehajo veljati in kateri se uporabljajo do uveljavitve predpisov, izdanih na podlagi GZ. V nadaljevanju navajamo bistvene izvršilne predpise, izdane na podlagi GZ, in predpise, izdane na podlagi prejšnjega Zakona o graditvi objektov.

2.3.1 Uredba o razvrščanju objektov³

Fotonapetostne elektrarne so uvrščene po klasifikaciji CC-SI v Prilogi 1 Uredbe v skupino 23 Industrijski gradbeni kompleksi, 23020 Elektrarne in drugi energetski objekti. Med zahtevne objekte se uvrščajo, kadar je moč na pragu nad 1 MW, vse druge pa med manj zahtevne objekte.

2.3.2 Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov⁴

»Ta pravilnik določa podrobnejšo vsebino, obliko in način izdelave dokumentacije za zahtevne, manj zahtevne in nezahtevne objekte, ki se uporablja za posamezne vrste stavb, gradbeno inženirskih objektov in drugih gradbenih posegov glede na namen njihove uporabe in vrsto gradnje ter obliko in vsebino obrazcev za zahteve, prijave in odločbe v postopkih pridobivanja projektnih in drugih pogojev, mnenj, predodločb, gradbenih in uporabnih dovoljenj ter prijav začetka gradnje v skladu z zakonom, ki ureja graditev.«

2.3.3 Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov⁵

Zahteve glede mehanske odpornosti in stabilnosti objektov so izpolnjene, če so projektirani in zgrajeni v skladu z načeli in pravili evrokodov. Seznam evrokodov objavi minister, pristojen za prostor. Namesto pravil evrokodov se smejo uporabiti pravila iz drugih standardov, tehničnih smernic ali drugih tehničnih dokumentov, če se z njimi zagotovi najmanj enakovredna raven izpolnjevanja, kot jih določajo pravila evrokodov. V takem primeru upoštevani vplivi na konstrukcije ne smejo biti manjši od vplivov, določenih v skladu s skupinama standardov SIST EN 1991 in SIST EN 1998, ob upoštevanju faktorjev obtežbe skladno s SIST EN 1990. Zahtevana raven projektnih rešitev se ugotavlja z revizijo.

2.3.4 Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele⁶

Pomemben pravilnik, ki ga je treba dosledno upoštevati pri projektiranju. Podrobneje določa zahteve veljavna tehniška smernica TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele (glej uredbo o seznamu tehniških smernic). Pravilnik je treba upoštevati pri projektiranju vseh fotonapetostnih elektrarn. V pripravi sta nov pravilnik in tehniška smernica. Objava je predvidena v letu 2019.

3 Uradni list RS, št. 37/18.

4 Uradni list RS, št. 36/18 in 51/18 – popr.

5 Uradni list RS, št. 101/2005 in 61/17 – GZ

6 Uradni list RS, št. 28/2009, spremembe Ur. l. RS, št. 2/2012.

Pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju sistema zaščite pred strelo se smejo namesto ukrepov, navedenih v tehnični smernici, uporabiti rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, ki zagotavljajo vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo tehnične smernice, mora pa se zagotoviti izpolnjenost zahteve po pravilniku z revizijo.

2.3.5 Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah⁷

Pomemben pravilnik, ki ga je treba dosledno upoštevati pri projektiranju. Pomembno je določilo (5. člen), da sistemski operater ne sme postavljati strožjih zahtev, kot jih določa ta pravilnik. Določa uporabo veljavne tehnične smernice TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije (glej uredbo o seznamu tehniških smernic). Glede pregledov električnih inštalacij velja enako kot za preglede sistemov za zaščito pred strelo. V pripravi sta nov pravilnik in tehniška smernica. Objava je predvidena v letu 2019.

Pri projektiranju, izvedbi in vzdrževanju električnih inštalacij se smejo namesto ukrepov, navedenih v tehnični smernici, uporabiti rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, ki zagotavljajo vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo tehnične smernice, mora pa se zagotoviti izpolnjenost zahteve po pravilniku z revizijo.

2.3.6 Pravilnik o požarni varnosti v stavbah⁸

Pravilnik določa ukrepe, ki jih je treba izvesti za zagotovitev požarne varnosti. Posebno pozornost je treba nameniti požarni varnosti strehe in prostorov, v katerih so postavljeni elementi, kot na primer pretvorniki in povezave s paneli na strehi. Podrobneje določa zahteve za varnost pred požarom veljavna tehnična smernica TSG-001:2010 Požarna varnost v stavbah.

2.3.7 Odredba o seznamu izdanih tehničnih smernic⁹

Navaja smernice:

- TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o požarni varnosti v stavbah (Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05 in 14/07);
- TSG-N-002:2013 Nizkonapetostne električne inštalacije, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Uradni list RS, št. 41/09);
- TSG-N-003:2013 Zaščita pred delovanjem strele, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 28/09);
- TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Uradni list RS, št. 51/10);

7 Uradni list RS, št. 41/2009, št. 2/2012 in 61/17 – GZ.

8 Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ.

9 Uradni list RS, št. 28/2014 in 61/17 – GZ.

- TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah (Uradni list RS, št. 10/12).

Tehniške smernice so na spletni strani Ministrstva RS za infrastrukturo in prostor.

2.3.8 Odredba o seznamu standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov¹⁰

Projekt za fotonapetostno elektrarno mora biti skladen s Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov. Predvsem je treba upoštevati statično stabilnost objektov pri projektiranju raznih konstrukcij in podkonstrukcij, na katerih so nameščene fotonapetostne celice, kakor tudi konstrukcijo streh, če je fotonapetostna elektrarna integrirana v streho. V primeru projektiranja fotonapetostne elektrarne kot naprave mora biti izdelana statična presoja objekta, na katerega se ta vgradi.

2.4 Energetski zakon¹¹

Energetski zakon in njegovi podzakonski akti določajo energetsko politiko, pravila za delovanje trga z električno energijo, izvajanje gospodarskih javnih služb in večjo rabo obnovljivih virov. Najpomembnejša so določila o pogojih za obratovanje in priključevanje elektroenergetskih objektov in naprav na javna elektroenergetska omrežja. Zakon je izjemno obsežen. Sestavljen je iz naslednjih delov:

1. Splošne določbe – členi 1 do 33,
2. Električna energija – členi 34 do 157,
3. Zemeljski plin – členi 158 do 281,
4. Toplota in drugi energetski plini iz zaključenih distribucijskih sistemov – členi 282 do 311,
5. Energetska učinkovitost in obnovljivi viri energije – členi 312 do 382,
6. Agencija za energijo – členi 383 do 450,
7. Inšpekcijski nadzor – členi od 451 do 461,
8. Energetska infrastruktura – členi 462 do 477,
9. Druge skupne določbe – členi 478 do 485,
10. Transport ogljikovega dioksida – členi od 486 do 488,
11. Kazenske določbe – členi od 489 do 502,
12. Prehodne in končne določbe – členi od 503 do 557,
13. Prehodni in končna določba (EZ-1A (Uradni list RS, št. 81/15) – členi od 5 do 7.

¹⁰ Ur. l. RS, št. 8/2011.

¹¹ Uradni list RS, št. 17/14 in 81/15.

– 365. člen (potrdilo o izvoru, register deklaracij)

»(1) Potrdilo o izvoru električne energije (v nadaljnjem besedilu: potrdilo o izvoru) je dokument v elektronski obliki, ki omogoča proizvajalcem in dobaviteljem, da dokažejo, da je električna energija, ki so jo proizvedli oziroma dobavili, proizvedena v soproizvodnji z visokim izkoristkom oziroma iz obnovljivih virov energije. Potrdilo o izvoru se lahko prenese na drugo osebo oziroma se z njim izkazuje proizvodnja električne energije iz soproizvodnje z visokim izkoristkom ali iz obnovljivih virov energije pri pridobitvi podpor za tekoče poslovanje ali za zagotovljeni odkup električne energije.

(2) Potrdilo o izvoru lahko pridobi proizvajalec za električno energijo, proizvedeno v napravi za proizvodnjo električne energije, ki ima veljavno deklaracijo in ki izkaže, da je v obdobju, na katero se nanaša potrdilo, proizvodna naprava obratovala tako, da je dosegala pogoje in zahteve, predpisane za soproizvodnjo z visokim izkoristkom oziroma za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov.

(3) Agencija izda na zahtevo proizvajalca električne energije za napravo za proizvodnjo električne energije deklaracijo, če proizvodna naprava izpolnjuje predpisane pogoje za soproizvodnjo z visokim izkoristkom ali za proizvodnjo iz obnovljivih virov ali za soproizvodnjo z visokim izkoristkom, ki izkorišča poleg fosilnega goriva tudi gorivo iz obnovljivih virov (v nadaljnjem besedilu: deklaracija). Deklaracija se izda za določen čas.«

Pomembno je zadostiti pogojem za pridobitev deklaracije in potrdila o izvoru električne energije, ki je podlaga za prejemanje podpore.

Operater mora zagotoviti širitev omrežja za potrebe nove fotonapetostne elektrarne, vendar ima nekaj manevrskega prostora, praviloma ne več kot dve leti. Operater določi točko priključitve na omrežje skladno s SONDO in Prilogo 5. Kadar priklopa ni možno zagotoviti, mora operater ministru natančno obrazložiti vzroke.

– 371. člen (določanje priključnih mest in pogojev za proizvodne naprave električne energije iz obnovljivih virov in soproizvodnje z visokim izkoristkom)

»(1) Elektrooperater mora investitorjem v proizvodne naprave za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov oziroma v proizvodne naprave s soproizvodnjo z visokim izkoristkom, ki se želijo priključiti na omrežje, priskrbeti zahtevane celovite in potrebne informacije, med drugim:

- celovito in podrobno oceno stroškov, povezanih s priključitvijo na omrežje;
- razumen in točen časovni raspored za prejemanje in obdelavo vlog za priključitev na omrežje;
- razumen okvirni časovni raspored za vsako predlagano priključitev na omrežje.

– 373. člen (izbor projektov za vstop v podporno shemo)

»(1) Vsako leto do 1. oktobra agencija objavi javni poziv, ki mora biti odprt najmanj do 1. novembra ali do zapolnitve predvidenega povečanja obsega sredstev za izvajanje podporne sheme za električno energijo za naslednje leto, s katerim povabi investitorje k prijavi projektov za proizvodne naprave na obnovljive vire energije in za soproizvodnjo z visokim izkoristkom, ki se na razpisu potegujejo za prejem podpore v naslednjem letu. Prijavi za projekte z nazivno električno močjo nad 50 KW morajo investitorji priložiti investicijsko dokumentacijo pripravljeno skladno z uredbo, ki določa enotno metodologijo za pripravo investicijske dokumentacije na področju javnih financ. Agencija mora na svoji spletni strani voditi javno evidenco prejetih vlog za projekte urejeno po datumih prejema, izbrani tehnologiji in viru ter o predvideni električni moči proizvodnih naprav in predvidenem zaključku projektov.«

Prijava za vstop v podporno shemo in kasnejša odobritev sta ključnega pomena za finančno učinkovitost investicije.

2.4.1 Podzakonski akti Energetskega zakona

2.4.2 Pravila za delovanje Centra za podpore¹²

Pravila so pomembna za prejemanje podpor, ki so ključne za ekonomiko fotonapetostnih elektrarn in določajo način izvajanja nalog Centra za podpore. Proizvajalci so lahko vključeni v sistem s pogodbami, ki so dosegljive na spletni strani Borzena:

- OP-OVE, ki zagotavlja obratovalno podporo proizvedeni elektriki;
- OP-CP, ki zagotavlja prodajo elektrike preko Centra za podpore;
- ZO-OVE, ki zagotavlja podpore kot zagotovljen odkup elektrike.

Podatke o izdani odločbi o deklaraciji Agencije za energijo ta pošlje neposredno Centru za podpore, kar je podlaga za sklenitev ene od možnih pogodb. Center za podpore določa tržne cene elektrike.

2.4.3 Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije¹³

Pravilnik določa pogoje priključitve in obratovanja naprav za samooskrbo iz obnovljivih virov energije. Pretežno se nanaša na fotonapetostne elektrarne. Naprave za samooskrbo so priključene na električno inštalacijo stavbe. V prilogi so določene varnostne zahteve. V pripravi je posodobljen pravilnik.

¹² Uradni list RS, št. 88/16.

¹³ Uradni list RS, št. 1/16 in 46/18.

2.4.4 Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije¹⁴

Uredba določa pogoje za samooskrbo z električno energijo. Na ta način se delno ali v celoti pokriva lasten odjem ne glede na tarifno skupino. Moč naprave (v kW) ne sme presegati 0,8 kratnika priključne moči odjema merilnega mesta, na notranjo napeljavo katerega je ta naprava priključena. Uvaja individualno, večstanovanjsko in OVE-samooskrbo. Če je proizvedene električne energije več kot porabe, se viški predajo dobavitelju. Pred priključitvijo naprave za samooskrbo je treba pridobiti soglasje za priključitev.

2.4.5 Pravilnik o strokovnem usposabljanju in preizkusu znanja za upravljavca energetskih naprav¹⁵

Upravljavec elektroenergetskih naprav je:

- tehnični vodja energetskega objekta,
- vodja obratovanja energetskega objekta,
- vodja energetike,
- upravljavec male elektrarne z močjo nad 300 kW.

Navedeni mora imeti uspešno opravljen preskus znanja, ki se opravlja pred komisijo, ki jo določi minister, pristojen za infrastrukturo. Po uspešno opravljenem preskusu znanja kandidati prejmejo potrdilo o strokovni usposobljenosti, ki velja pet let. Delavci, ki upravljajo energetske naprave, za katere ni predpisan preskus znanja, morajo biti poučeni o pravilnem in varnem obratovanju, tehničnih predpisih in ukrepi za učinkovito rabo energije. Poučenost o upravljanju male elektrarne z močjo do 300 kW izkazujejo upravljavci s potrdilom o udeležbi na predavanju, ki ga organizira več organizacij.

2.4.6 Uredba o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, ki prejemajo za proizvedeno električno energijo potrdila o izvoru in podpore

Uredba določa zahteve glede merjenja neto proizvedene energije, tudi električne, za vse proizvodne naprave, ki prejemajo potrdilo o izvoru in podporo. Pomemben je 5. člen (energijske in druge veličine, ki jih je treba meriti in registrirati za prejemanje Pol, na proizvodnih napravah OVE).

»(1) Za prejemanje Pol za električno energijo, proizvedeno z izkoriščanjem obnovljivih virov energije, kot so veter, sonce, aerotermalna, hidrotermalna in geotermalna energija, energija oceanov, vodna energija, biomasa, plin, pridobljen iz odpadkov, plin iz naprav za čiščenje odplak in bioplin, je treba meriti neto proizvedeno električno energijo in registrirati izmerjene vrednosti.

¹⁴ Uradni list RS, št. 17/19.

¹⁵ Uradni list RS, št. 92/15.

(2) Če obnovljivi viri energije iz prejšnjega odstavka niso osnovni energent oziroma gre za kombinirane proizvodne naprave OVE, ki ob gorivu iz obnovljivih virov energije uporabljajo gorivo fosilnega izvora, je poleg proizvedene električne energije treba meriti in registrirati izmerjene vrednosti energije vsakega energenta, dovedenega v proizvodno napravo OVE.«

2.4.7 Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovu proizvodov, povezanih z energijo¹⁶

Uredba določa tehnične zahteve za okoljsko primerno zasnovu, ki jo morajo izpolnjevati proizvodi, da se lahko dajo na trg. Pomembna je oznaka CE, ki zagotavlja proizvodu lastnosti, skladne z uredbo.

2.4.8 Pravilnik o sistemskem obratovanju distribucijskega omrežja za električno energijo¹⁷

Pravilnik podrobneje določa pogoje priključevanja na distribucijsko omrežje. Pravilnik je zastarel in ni v celoti skladen z Energetskim zakonom. Podrobneje je vsebina prikazana v poglavju Akti sistema operaterja za distribucijo električne energije.

2.5 Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro)¹⁸

Zakon ureja dajanje proizvodov na trge, za katere ne obstajajo harmonizirane tehnične specifikacije iz Uredbe (EU) št. 305/2011 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 9. 3. 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS (UL EU št. 88 z dne 4. 4. 2011, str. 5; v nadaljnjem besedilu: Uredba 305/2011/EU), ki v 2. členu, točka 10 navaja: »harmonizirane tehnične specifikacije« pomenijo harmonizirane standarde in evropske ocenjevalne dokumente. V točki 11 navaja: »harmonizirani standard« pomeni standard, ki ga je sprejel eden izmed evropskih organov za standardizacijo iz Priloge I k Direktivi 98/34/ES, in sicer na zahtevo Komisije v skladu s členom 6 navedene direktive. Proizvajalec gradbenega proizvoda je dolžen izdati izjavo o lastnostih proizvoda v slovenskem jeziku.

¹⁶ Uradni list RS, št. 76/14.

¹⁷ Uradni list RS, št. 123/03, 51/04 – EZ-A in 41/11.

¹⁸ Uradni list RS, št. 82/13.

2.6 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1)¹⁹

Zakon ureja dajanje proizvodov na trg ali v uporabo, tehnične zahteve za proizvode ter listine, ki morajo biti priložene ob dajanju proizvodov v promet oziroma ob začetku uporabe. Bistvena je domneva, da je proizvod skladen, če ustreza zahtevam iz harmoniziranih standardov. Harmonizirani standardi imajo oznako EN in so objavljeni v Evropskem uradnem listu oziroma na spletnih pristojnega ministrstva. Pomemben je 21. člen, ki podaljšuje veljavnost že izdanih predpisov. Navajamo najpomembnejše:

- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (EMC) (Uradni list RS, št. 132/06/);
- Pravilnik o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 27/04);
- Odredba o seznamu standardov, katerih uporaba ustvari domnevo o skladnosti proizvoda z zahtevami Pravilnika o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej (Uradni list RS, št. 6/10);
- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu za vire elektromagnetnega sevanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 70/96).

2.7 Zakon o varstvu pred požarom²⁰

Zakon ureja sistem varstva pred požarom. Med najpomembnejše zahteve sodi načrtovanje ukrepov varstva pred požarom, ki jih morajo projektanti navesti v projektni dokumentaciji. Za požarno manj zahtevne objekte je treba izdelati zasnovo požarne varnosti, za požarno zahtevne objekte pa študijo požarne ogroženosti za objekt. Izjema so nezahtevni in enostavni objekti. Pomemben je 23. člen, ki določa: »(4) Fotonapetostne elektrarne in druge naprave, ki proizvajajo električno energijo iz obnovljivih virov, se lahko v skladu s predpisi o energetske infrastrukturi montira ali vgradi na objekte po predhodni strokovni presoji, s katero se dokaže, da se zaradi take energetske naprave požarna varnost objekta ne bo zmanjšala.«

Za projektanta je pomembno določilo, ki določa kazensko in odškodninsko odgovornost za neizvajanje ukrepov varstva pred požarom. Minister predpiše objekte, za katere je treba obvezno izdelati zasnovo ali študijo požarne varnosti in pogoje, ki jih mora izpolnjevati projektant (akt je v pripravi, glej spremembe in dopolnitve zakona Ur. l. RS, št. 83/12). Podrobneje so zahteve glede požarne varnosti opisane v poglavju 4.4. Ukrepi požarne varnosti. V nadaljevanju so naštet predpisi, izdani na podlagi Zakona o požarni varnosti.

¹⁹ Uradni list RS, št. 17/11.

²⁰ Uradni list RS, št. 3/07 – uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12 in 61/17 – GZ.

2.7.1 Podzakonski akti Zakona o varstvu pred požarom

Pravilnik o požarni varnosti v stavbah²¹

Pravilnik o študiji požarne varnosti²²

Pravilnik o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov²³

Pravilnik o metodologiji za ugotavljanje ocene požarne ogroženosti²⁴

Pravilnik o požarnem redu²⁵

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o požarnem redu (Ur. l., št. 34/2011) določa, da morajo obstoječi lastniki ali uporabniki objektov, opremljenih s fotonapetostnimi elektrarnami, povezanimi z javnim električnim omrežjem, načrte izdelati v dveh letih po uveljavitvi pravilnika.

2.8 Akti systemskega operaterja za distribucijo električne energije (SODO)

SODO po javnem pooblastilu izdaja splošne pogoje za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije (SPDOEE) in systemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO). Upoštevati je treba dejstvo, da sta vsebini aktov ponekod podvojeni, ponekod pa neskladni. Po razlagi SODO je treba upoštevati v primeru neskladja določila SONDO, ker je bil ta akt sprejet kasneje kot SPDOEE.

2.8.1 Splošni pogoji za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije

Navedeni predpis je delno še veljaven in ga distribucijski operater navaja v systemskih obratovalnih navodilih za distribucijsko omrežje električne energije. Določeni so odnosi med systemskim operaterjem distribucijskega omrežja električne energije (SODO) in uporabniki, kar so tudi fotonapetostne elektrarne. Bistveno je soglasje za priključitev, če želi uporabnik priključiti svoje objekte ali naprave na distribucijsko omrežje. Določena je vsebina vloge, na podlagi katere SODO (ali v njegovem imenu distributer) izda soglasje za priključitev, ki ga mora projektant v celoti upoštevati v projektu. Določena je podrobna vsebina soglasja za priključitev. Vsebina soglasja za priključitev je enaka v SONDO.

Določen je način obračunavanja zaračunavanja in plačevanja omrežnine, če elektrarna potrebuje električno energijo za lastno rabo. Določena je kakovost storitev SODO, predvsem kakovost napetosti, ki jo določata standarda SIST EN 50160.

21 Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13 in 61/17 – GZ.

22 Uradni list RS, št. 12/13, 49/13 in 61/17 – GZ.

23 Ur. l. RS, št. 138/2004.

24 Uradni list RS, št. 70/96, 5/97 – popr. in 31/04.

25 Ur. l. RS, št. 52/2007, spremembe in dopolnitve Ur. l. št. 34/2011 in 101/2011.

26 Ur. l. RS, št. 126/2007 (37/2011 odločba US).

2.8.2 Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO)²⁷

Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (v nadaljevanju SONDO) določajo sistem obratovanja za elektroenergetsko distribucijsko omrežje, opredeljujejo storitev distribucije električne energije po distribucijskem omrežju, določajo način zagotavljanja sistemskih storitev na distribucijskem omrežju, obratovanje in razvoj distribucijskega omrežja ter tehnične pogoje za priključitev oziroma paralelno obratovanje z javnim distribucijskim omrežjem. Fotonapetostne elektrarne z nazivnim tokom več kot 16 A po fazi morajo imeti navodila za obratovanje, ki morajo vsebovati:

- »naziv in splošne podatke o postroju,
- obratovalne podatke o postroju,
- enopolno shemo in podrobne podatke o postroju,
- način in potek stikalnih manipulacij na postroju,
- način dostopa SODO do postroja,
- odgovorne osebe za obratovanje postroja in odgovorne osebe SODO.«

Pri fotonapetostnih elektrarnah z nazivnim tokom do 16 A po fazi, ki ustrezajo zahtevam standarda SIST EN 50438, mora lastnik predložiti SODO navodilo za uporabo. Hkrati je treba upoštevati še predpise o obratovanju in vzdrževanju elektroenergetskih postrojev.

SODO ocenjuje kakovost električne energije na podlagi standarda SIST EN 61000-4-30. Fotonapetostne elektrarne morajo dosegati predpisano kakovost proizvedene električne energije, sicer jih SODO lahko odklopi. Dovoljeni vplivi so določeni v šestem poglavju navodil za priključevanje malih elektrarn inštalirane moči do 10 MW in v navodilu za presojo vplivov naprav na omrežje, ki so priloga SONDO.

Določeni so vrste zaščitnih naprav za vse napetostne nivoje distribucijskega omrežja in način izračuna kratkostičnih moči, kar je treba upoštevati pri načrtovanju zaščite. Podrobneje so pogoji določeni v soglasju za priključitev. Podobno velja za ozemljevanje. Dovoljena je vgradnja merilne opreme za merjenje električne energije, ki je uvrščena v nabor merilne opreme SODO. Skladna mora biti z naslednjimi pogoji in standardi:

- »Podatkovni kodni sistem OBIS po standardu SIST EN 62056-61,
- aplikacijski nivo: DLMS/COSEM protokol, SIST EN 62056-21,
- merilna točnost za široko potrošnjo: po SIST EN 50470-3 r. A,
- prikaz: prikazovalnik z OBIS identifikacijskimi kodami, SIST EN 62056-61,
- krmilni odklopnik, ki mora ustrezati podpoglavju »Ostale naprave« ter SONDO,
- komunikacijski vmesnik, kompatibilen z obstoječo programsko opremo merilnega centra,
- koncentrador merilnih podatkov, skladen s sistemom merjenja električne energije, v katerega se vključuje.«

²⁷ Ur. l. RS, št. 41/2011.

Izvedba merilnega mesta je podrobno določena v tipizaciji merilnih mest, ki je priloga SONDO. Vgrajujejo se lahko samo števcu električne energije, za katere je bila izdana listina o skladnosti na podlagi Zakona o meroslovju in je uvrščena v nabor merilne opreme. Pred vgradnjo morajo biti števcu overjeni, ali je bila izdana listina o skladnosti, ki ni starejša od enega leta oziroma treh let za statične števcu.

Vse naprave uporabnika morajo biti izdelane in označene v skladu z veljavnimi predpisi v Sloveniji in EU oziroma s slovenskimi standardi, ki so prevzeti EU standardi, predvsem pa s Pravilnikom o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej in Pravilnikom o elektromagnetni združljivosti.

Tehnične pogoje za priključevanje določi SODO, ki predpiše sistem ozemljevanja in nivoje prenapetostne zaščite, izvedbo pa določi projektant.

Tehnične pogoje za priključitev fotonapetostne elektrarne določi SODO v soglasju za priključitev na podlagi obveznih podatkov proizvajalca, in sicer:

- podatke elektrarne (vodotok, vrsta elektrarne, skupna moč vseh generatorjev v kW, število generatorjev, število pogonskih strojev, število razsmernikov),
- podatke generatorja (nazivna moč v kW, vrsta, nazivna napetost v kV, nazivna frekvenca v Hz, faktor moči),
- podatke pogonskega stroja (nazivna moč v kW, vrsta),
- predvidena letna proizvodnja električne energije, ločeno za oddajo v distribucijsko omrežje in za lastne potrebe,
- moč kompenzacijske naprave,
- dokazila o skladnosti vgrajenih naprav in opreme.

SODO lahko glede na vrsto elektrarne in vgrajeno opremo zahteva dodatne podatke, če so nujni za izdajo soglasja za priključitev.

Sestavni del vloge za izdajo soglasja za priključitev elektrarne je tudi vloga za izdajo soglasja za priključitev lastnega odjema, če ta kategorija odjema obstaja v okviru elektrarne. Vsebina je podobna vsebini soglasja za priključitev elektrarne.

Soglasje za priključitev je dokument, ki določa tehnične pogoje priključitve. »Soglasje za priključitev proizvajalca mora vsebovati:

- podatke o proizvajalcu (naziv, naslov);
- podatke o lokaciji elektrarne (parcelna številka, katastrska občina, občina, vodotok);
- podatke elektrarne (vrsta elektrarne, skupna moč vseh generatorjev v kW, število generatorjev, število pogonskih strojev, število razsmernikov);
- podatke generatorja (nazivna moč v kW, vrsta, nazivna napetost v kV, nazivna frekvenca v Hz, faktor moči);
- podatke pogonskega stroja (nazivna moč v kW, vrsta);
- predvideno letno proizvodnjo električne energije, ločeno za oddajo v distribucijsko omrežje in za lastne potrebe;
- predvideno leto začetka obratovanja;
- moč kompenzacijske naprave;
- napetostni nivo vključitve elektrarne v distribucijsko omrežje;
- klasifikacijo elektrarne;
- način vključitve elektrarne v distribucijsko omrežje;
- način obratovanja elektrarne;
- zahteve glede ločilnega mesta;
- zahteve glede priključnega mesta;
- zahteve glede prevzemno-predajnega mesta;
- zahteve glede karakteristike jalove moči;
- tehnične zahteve za opremo, ki jo je treba vgraditi ali obnoviti za izvedbo priključka;
- podatke o parametrih omrežja, na katero se bo proizvajalec priključil, tj. maksimalna kratkostična moč v razdelilni transformatorski postaji, zemeljskostični tok in čas breznapetostnega stanja pri delovanju avtomatskega ponovnega vklopa (APV);
- osnovne in dodatne zaščitne ukrepe pred nevarno napetostjo dotika;
- naprave za izmenjavo podatkov;
- zahteve za električno zaščito naprav in opreme elektrarne.«

Če se investitor z določili soglasja za priključitev ne strinja, se je treba v 15 dneh pritožiti na Agencijo za energijo. Projektant mora te pogoje dosledno upoštevati v projektni dokumentaciji. Kot vidimo, vsebina soglasja za priključitev ni enaka v SONDO in v splošnih pogojih za dobavo in odjem električne energije, vendar je treba upoštevati vsebino, kot jo navaja SONDO. Ne glede na to je treba vsebino soglasja za priključitev v celoti upoštevati. Priključitev elektrarne na omrežje se izvede preko priključnega mesta, ki je točka priključitve z opremo in parametri, določenimi v soglasju za priključitev. Ločilno mesto sestavljajo naprave, ki omogočajo zaščito omrežja pred škodljivimi vplivi elektrarne in obratno. Je pod kontrolo SODO in je običajno združeno s priključnim mestom.

Pred začetkom obratovanja elektrarne mora biti zaščita nastavljena skladno z zahtevami soglasja za priključitev in umerjena. Enako velja, če elektrarna več kot šest mesecev ni obratovala.

Meje dovoljenih motenj, ki jih elektrarna povzroča v distribucijskem omrežju, so definirane v Navodilih za priključevanje in obratovanje elektrarn.

Stroške za izgradnjo priključka nosi proizvajalec. Stroške tehničnih okrepitev omrežja nosi SODO, če proizvajalec pridobi deklaracijo za proizvodno napravo, sicer mu SODO lahko zaračuna del stroškov.

SONDO ima štiri priloge, in sicer:

- seznam slovenskih standardov, uporabljenih v SONDO,
- tipizacijo merilnih mest,
- navodilo za presojo vplivov naprav na omrežje in
- navodila za priključevanje in obratovanje elektrarn inštalirane električne moči do 10 MW.

Nabor merilne opreme je objavljen na spletni strani SODO.

Navodilo za priključevanje in obratovanje elektrarn določa točko priključitve elektrarne v omrežje. Ključni sta moč elektrarne in sposobnost omrežja. Za enako moč je lahko elektrarna priključena neposredno v transformatorsko postajo ali pa na nizkonapetostni izvod. Načela so določena v Tabeli 3.3. Obdelane so različne sheme merjenj električne energije in vključevanja lastne porabe.

Sodo je na svoji spletni strani izdal dokument z naslovom »Koristni nasveti za izgradnjo manjših elektrarn za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije in s soproizvodnjo toplote in električne energije – tretja verzija«²⁸. Koristen napotek za investitorje je tudi shema²⁹ poteka postopkov izgradnje fotonapetostne elektrarne od lokacijske informacije do obratovanja v podporni shemi.

28 http://www.sodo.si/_files/400/brosura_v2012.pdf.

29 Shema.

3. Standardi, ki jih je treba upoštevati

3.1 Splošno

Pri projektiranju fotonapetostnih sistemov se sklicujte na uporabo standardov in jih pri projektiranju tudi uporabite. Uporaba standardov pri projektiranju, gradnji, prevzemu in preizkusih olajša delo, ker ti lahko vsebujejo definirano vse od zahtev, postopkov, preizkusov do vrednosti, kar pomeni tudi sledljivo in primerljivo izvajanje na kateri koli stopnji.

Uporaba standardov je prostovoljna, razen kadar je obvezna, določena s predpisom (23. člen Zakona o standardizaciji, Uradni list RS, št. 59/1999).

V Sloveniji je Slovenski inštitut za standardizacijo (SIST) po Zakonu o standardizaciji pravna oseba javnega prava in po definicijah iz standardizacije »organ, odgovoren za standarde« s specifičnimi nalogami in sestavo.

SIST je član **CENELEC-a** (Comité Européen de Normalisation Electrotechnique – vse kratice so povzete iz francoskega jezika). Pogoji za vstop v EU je bilo članstvo v CENELEC-u, ki nas obvezuje sprejeti v sistem nacionalne standardizacije vse evropske standarde brez sprememb, razen tistih, ki so se pojavili v času priprave standarda in so nato objavljeni v standardu v rubriki »**special national conditions**«. Za sprejetje evropskih dokumentov HD na področju električnih inštalacij velja podobno. Evropski dokumenti HD se morajo privzeti po vsebini, nacionalne organizacije za standardizacijo lahko dodajo svoje zahteve, ki so obvezne samo za tisto državo, za druge so samo informacija. Če so dodane posebne zahteve, je treba takemu dokumentu spremeniti številko in obvestiti center CEN/CENELEC. Tak dokument s področja električnih inštalacij nosi posebno številko, vendar mora imeti dopolnilo, iz katerega je razvidno, katera vsebina dokumenta HD je bil prenesena. Takih primerov v Sloveniji še ni.

Slovenski standardi so privzeti iz evropskih standardov oziroma dokumentov HD in se uporabljajo pri javnih naročilih. Evropski standard (EN) je normativni dokument in se izdaja v treh uradnih jezikih (angleškem, francoskem in nemškem). Sprejema se po postopku javne ankete (angl. public enquiry), ki mu sledi uradno glasovanje (angl. Formal Vote) vseh članic. Tako sprejet evropski standard se na SIST-u sprejme s/z:

- **razglasitveno objavo** (SIST: objavi številko standarda, prevede naslov, navede mesec in leto razpoložljivosti standarda in datum, od katerega ima standard status slovenskega standarda),
- **ponatisom** (SIST ponatisne standard, doda nacionalno naslovnico, lahko tudi nacionalni predgovor in podatke kot pri razglasitveni objavi),

- **prevodom** (prevodu se doda nacionalna naslovnica, lahko se dodajo nacionalni predgovor in podatki kot pri razglasitveni objavi).

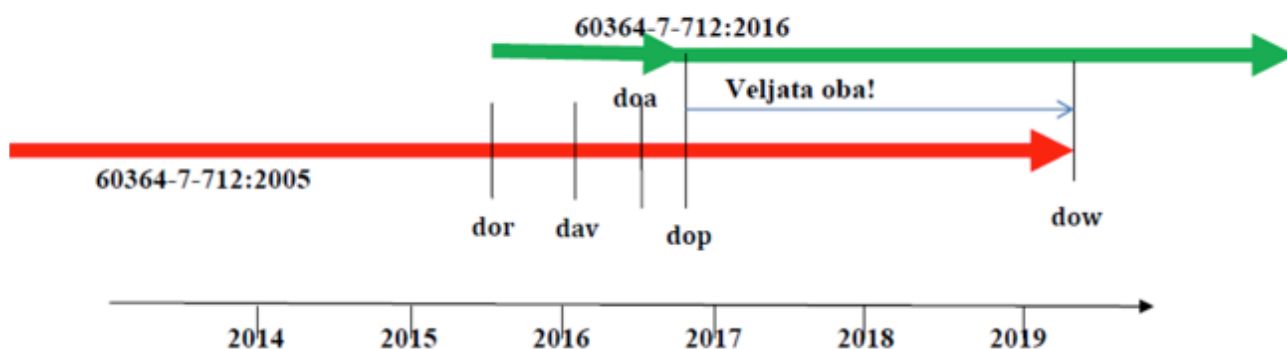
Datumi o razpoložljivosti slovenskega standarda so povzeti iz zahtev CENELEC [1]-a in so:

- **dor (date of ratification)**: datum ratifikacije na tehničnem odboru CENELEC za EN oziroma dokument HD;
- **dav (date of availability)**: datum razpoložljivosti standarda oziroma dokumenta HD s končnim besedilom v vseh treh uradnih jezikih;
- **doa (date of announcement)**: najkasnejši datum objave o tem, da je na voljo standard EN oziroma dokument HD;
- **dop (date of publication)**: najkasnejši datum, do katerega mora biti objavljen sprejet standard oziroma dokument HD na nacionalnem nivoju po eni izmed metod;
- **dow (date of withdrawal)**: najkasnejši datum, do katerega morajo biti razveljavljeni nasprotujoči si nacionalni standardi.

Navedeni datumi so navadno: (doa) = dor + 6 mesecev; (dop) = dor + 12 mesecev, (dow) = dor + 36 mesecev (ta čas se potrди oziroma se lahko spremeni po glasovanju). Na spodnji sliki za dokument HD 60364-7-712 je to videti tako:

Veljavnost HD 60364-7-712

dor	2015-07-27
dav	2016-04-08
doa	2016-07-08
dop	2016-10-08
dow	2019-04-08



SIST je tudi polnopravni član IEC-a (International Electrotechnical Committee), kar je bil osnovni pogoj za članstvo v CENELEC-u. Izdane standarde IEC-a lahko sprejemamo v sistem slovenske standardizacije, vendar tako sprejeti standardi ne smejo biti v nasprotju z evropskimi standardi. Standardi IEC imajo različne izdaje (Edition), ki so izšle v različnih letih. Katero izdajo standarda prevzamemo v Sloveniji, je odvisno od tehnološke stopnje v državi in potrebe v gospodarstvu, vendar ne sme biti v nasprotju z evropskim standardom.

IEC in CENELEC tesno sodelujeta tako, da je približno 75 odstotkov standardov EN identičnih ali bazirajo na standardih IEC. Večina standardov se pripravlja v tehničnih odborih IEC, nato se izvaja paralelno glasovanje tako v IEC-u kot CENELEC-u.

V 5. členu *Navodila o postopku sprejemanja slovenskih nacionalnih standardov* je določeno, da se slovenski standardi sprejemajo na podlagi privzema mednarodnega, evropskega, tujega nacionalnega standarda ali drugih dokumentov s področja standardizacije z razglasitveno objavo, ponatisom ali prevodom. Slovenski nacionalni standardi in drugi standardizacijski dokumenti se lahko sprejmejo v slovenskem ali v tujem jeziku.

Za sodelovanje v obeh organizacijah je treba plačati letno članarino (približno 100.000 EUR), ki je plačana iz državnega proračuna in nam omogoča privzemanje avtorsko zaščitene standardov ter njihovo prodajo.

Člani SIST-a (podjetja, društva, posamezniki ...) imajo dostop do pripravljanih dokumentov v posameznih tehničnih odborih IEC-a in CENELEC-a po pridobitvi uporabniškega imena in gesla. Vsak član SIST-a ima v članarini zagotovljene tri dostope do izbranih tehničnih odborov. V času priprave standardov ima vpogled v vse faze: CD (Committe Draft), CDV (Committe Draft for Vote – Enquiry stage) in FDIS (Final Draft International Standard Approval Stage).

3.1.1 Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh SIST (katalog)

Naslovi sprejetih slovenskih standardov so dosegljivi na spletnih straneh SIST (<http://ecommerce.sist.si/>), kjer se pokaže naslednja slika:

Dobrodošli v spletni prodaji SIST



Nakup slovenskih nacionalnih standardov in standardizacijskih publikacij SIST **PRILAGA**. Če ste nov uporabnik, pred prvim nakupom izdelajte svoj **UPORABNIŠKI RAČUN**. **Cenik SIST**

Ne spreglejte: POPUST pri nakupu standarda SIST ISO 26000:2010 [Napotki za družbeno odgovornost](#).

V času javne obravnave je sicer plačljivi osnutek SIST standardizacijskega dokumenta **BREZPLAČEN** in je, brez možnosti tiskanja, dosegljiv na [e-Portalu/e-JAVNA OBRAVNAVA](#).

Katalog

Katalog SIST vsebuje več kot 27.000 slovenskih standardov, ki so razvrščeni po tehničnih odborih (TC), odgovornih za pripravo in izdajo posameznih slovenskih standardov, ter po Mednarodni klasifikaciji za standarde (ICS), ki standarde razvrsti po področjih dejavnosti v standardizaciji.

Iskanje po katalogu SIST:

ICS

- [Napredno iskanje](#)
- [Iskanje po TC](#)
- [Iskanje po ICS](#)

VPIŠITE ŠTEVILKO standarda

Če vpišete številko standarda »60364-7-712«, dobite naslednjo sliko:

Iskanje po katalogu SIST:

60364-7-712

Projekti (2)Izdelki (0)
Iskali ste '60364-7-712' v (informaciji o projektu in dokumentih)

*Če kupite standardizacijski dokument v .pdf formatu prek spletne prodaje, vam nudimo 20% popust pri spodnji ceni brez DDV. **Cenik SIST***

Razvrsti rezultate po: Primernost | [Referenčna oznaka](#) | [TC](#) | [ICS](#) | [Datum](#) | [Stopnja](#)

Prikaži vrstice:
 Objavljen Razveljavljen Neobjavljen(i)

Zadeti 1 - 2 od 2

Referenčna oznaka SIST	Jezik	Cena	Dodaj v košarico
<p>SIST HD 60364-7-712:2016</p> <p>Organizacija: SIST Tvoja referenčna oznaka: HD 60364-7-712:2016 angleško: Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems slovensko: Niskonapetostne električne inštalacije - 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Fotonapetostni (PV) sistemi TC: ELI - Niskonapetostne in komunikacijske električne inštalacije ICS: 91.140.50.27.160 Stopnja: 6060 Status: Objavljen Objavljen: 01-jun-2016</p>	angleški jezik	SIST-G: 60.00 EUR	PDF Papir
<p>SIST HD 60364-7-712:2005</p> <p>Organizacija: SIST Tvoja referenčna oznaka: HD 60364-7-712:2005 angleško: Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems slovensko: Električne inštalacije zgradb - 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Sončna fotonapetostna napajalna omrežja TC: ELI - Niskonapetostne in komunikacijske električne inštalacije ICS: 91.140.50.27.160 Stopnja: 6100 Status: Objavljen Objavljen: 01-nov-2005</p>	angleški jezik	SIST-C: 38.00 EUR	PDF Papir
	nemški jezik	SIST-C: 38.00 EUR	PDF Papir
	slovenski jezik	SISTP-SD: 54.00 EUR	PDF Papir

Če kliknete na »SIST HD 60364-7-712« (zelena oznaka), se pokaže kratka vsebina standarda (tu je v angleškem in slovenskem jeziku):

SIST HD 60364-7-712:2016

<i>Oznaka standarda:</i>	SIST HD 60364-7-712:2016
<i>Koda projekta:</i>	24482
<i>Organizacija:</i>	SIST
<i>Naslov (angleški):</i>	Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems
<i>Naslov (slovenski):</i>	Nizkonapetostne električne inštalacije - 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije - Fotonapetostni (PV) sistemi

Če kupite standardizacijski dokument v .pdf formatu prek spletne prodaje, vam nudimo 20% popust pri spodnji ceni brez DDV. **Cenik SIST**

Dokumenti

Ime	Jezik	Status	Cena	Dodaj v košarico
SIST HD 60364-7-712:2016	angleški jezik	Active	SIST-G: 60.00 EUR	PDF Papir

Tehnični odbor: [ELI - Nizkonapetostne in komunikacijske električne inštalacije](#)

ICS: [27.160 91.140.50](#)

Status: Objavljen

Objavljen: 01-jun-2016

Refer. št. objave: Sporocila 2016-06

Področje projekta (angleško): This section applies to the electrical installation of PV generator intended to supply all or part of an installation and feeding of electricity into the public grid or local distribution. In this section, the electrical equipment of a PV generator, like any other item of electrical equipment, is dealt with only so far as its selection and application in the installation is concerned. The electrical installation of a PV generator starts from a PV module or a set of PV modules connected in series with their cables, provided by the PV module manufacturer, up to the user installation or the utility supply point. Requirements of this document apply to – PV generators for supply to an installation which is not connected to a system for distribution of electricity to the public, – PV generators for supply to an installation in parallel with a system for distribution of electricity to the public, – PV generators for supply to an installation as an alternative to a system for distribution of electricity to the public, – appropriate combination of the above. Requirements for PV generators with batteries or other energy storage methods are under consideration.

Področje projekta (slovensko): Ta razdelek se uporablja za električno inštalacijo fotonapetostnega generatorja za napajanje celotne napeljave (ali njenega dela) in prenos elektrike v javno omrežje ali lokalno distribucijo. V tem razdelku je električna oprema fotonapetostnega generatorja (kot kateri koli drugi del električne opreme) zajeta le toliko, kolikor je to povezano z njeno izbiro in uporabo v inštalaciji. Električna inštalacija fotonapetostnega generatorja se začne pri fotonapetostnem modulu ali naboru zaporednih fotonapetostnih modulov s kabli, ki ga/jih zagotovi

Ponekod ni slovenskega prevoda!

Na spletni strani

<http://www.sist.si/standardizacija/seznam-novih-standardov/seznam-novih-standardov-sist-2019-01.html> je dosegljiv tudi mesečni seznam sprejetih novih standardov z izvlečki v angleškem jeziku:

Seznam novih standardov SIST 2019-01

Objava novih slovenskih nacionalnih standardov z izvlečki – januar 2019.
Mesečni seznam novih SIST 2019-01 (.pdf – 3,3 MB)

3.1.2 Opomba: s klikom na mesečni seznam se na računalnik prenese pdf-datoteka s seznamom novih informacij o sprejetih standardih na spletnih straneh IEC

Na spletni strani IEC <https://www.iec.ch/> se lahko najdejo standardi, izdani v IEC-u.

The screenshot shows the IEC website homepage. At the top, there is a navigation bar with the IEC logo and the text 'International Electrotechnical Commission'. Below this is a secondary navigation bar with links for 'You & the IEC', 'About the IEC', 'News & views', 'Standards development', 'Conformity assessment', 'Members & experts', 'Developing countries', 'IEC Academy', 'Webstore', and a search bar. A main banner features the text 'Happiness and success to all for 2019' and 'Enabling global trade', 'International Standards', 'Conformity Assessment', and 'Technology sectors'. Below the banner is a navigation bar with icons for 'Home', 'Work', 'Learn', 'News', and 'Buy'. A news section highlights 'Technology leaders recognized for outstanding contributions'. The main content area is divided into four columns: 'Technology sectors', 'White papers', 'Terminology', and 'IEC at a glance'. The footer contains links for 'Privacy', 'Contact', and 'IEC offices', along with social media icons and a copyright notice for 2019.

Če vpišemo številko standarda »60364-7-712« in kliknemo »webstore«, lahko pridemo do spletne strani za predogled standarda:

https://webstore.iec.ch/preview/info_iec60364-7-712%7Bed2.0%7Db.pdf,

kjer si lahko ogledamo uvodni del standarda s kazalom, predgovorom, uvodom področjem, ki ga pokriva, in dokumenti, na katere se sklicuje.

3.1.3 Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC

Na spletni strani CENELEC: <https://www.cenelec.eu/index.html> kliknete na »Advanced Search« in nato na še na »Publication and Work in progress«, vpišete tam, kjer je standard: 60364-7-712 ter dobite naslednjo sliko:

The screenshot shows the CENELEC website's advanced search interface. The search criteria are set to find publications for standard 60364-7-712. The results table is as follows:

Committee	Reference, Title	Current stage	Stage date	Directive	Downloads
CLC/TC 64	HD 60364-7-712:2005/corrigendum Apr. 2006 (pr=25420) Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems	60 60 0000	2006-04-11		
CLC/TC 64	HD 60364-7-712:2005 (pr=2283) Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems	60 60 0000	2005-07-14		EN FR DE
CLC/TC 64	HD 60364-7-712:2016 (pr=24482) Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems	60 60 0000	2016-04-08		EN FR

Na tej sliki vidite, da so bili v CENELEC sprejeti naslednji standardi:

11. 4. 2006 HD 60364-7-712:2005/corrigendum Apr. 2006 (pr=25420)

Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations
- Solar photovoltaic (PV) power supply systems

14. 7. 2005 HD 60364-7-712:2005 (pr=2283)

Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations
- Solar photovoltaic (PV) power supply systems

8. 4. 2016 HD 60364-7-712:2016 (pr=24482)

Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations
- Photovoltaic (PV) systems

Če kliknete na enega izmed dokumentov HD, dobite na spletni strani:

https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:110:1754125662808101::::FSP_ORG_ID,FSP_PROJECT,FSP_LANG_ID:1257163,47919,25 sliko z vsebino dokumenta HD:

You & CENELEC | About CENELEC | News & Views | Standards Development | Members & Experts | Meeting Centre | Advanced Search

Standards Development > Technical Bodies > CLC/TC 64 > HD 60364-7-712:2016

CLC/TC 64 Electrical installations and protection against electric shock

Scope
Structure
Projects / Publications
Documents
Votes
Meetings
Collaboration Tools

Projects / Publications > **Project: HD 60364-7-712:2016**

Log in
En
Fr
De

Project

Reference	HD 60364-7-712:2016
Title	Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or localions - Photovoltaic (PV) systems
Project Number	24482
Abstract/Scope	This section applies to the electrical installation of PV generator intended to supply all or part of an installation and feeding of electricity into the public grid or local distribution. In this section, the electrical equipment of a PV generator, like any other item of electrical equipment, is dealt with only so far as its selection and application in the installation is concerned. The electrical installation of a PV generator starts from a PV module or a set of PV modules connected in series with their cables, provided by the PV module manufacturer, up to the user installation or the utility supply point. Requirements of this document apply to – PV generators for supply to an installation which is not connected to a system for distribution of electricity to the public, – PV generators for supply to an installation in parallel with a system for distribution of electricity to the public, – PV generators for supply to an installation as an alternative to a system for distribution of electricity to the public, – appropriate combination of the above. Requirements for PV generators with batteries or other energy storage methods are under consideration.
Status	Published

Status

Current Stage code	60.60.0000
Current Stage code date	2016-04-08
Current Stage code deadline	2016-07-08
Target date for vote	

Legal

Directive(s)	
Mandate(s)	
Order Voucher	

Details

IEC Technical Body	
Reference Document	
ICS	27.160 - Solar energy engineering 91.140.50 - Electricity supply systems
Note	2017-03-30 meeting: Back to // procedures for the next edition of IEC 60364-7-712
A-Deviation(s)	
Special National Condition(s)	DE, NO

History

Stage	Date	Description	Documents
60.60.0000	2016-04-08	DAV/Definitive text available	EN FR
60.55.0000	2015-07-27	DOR/Ratification	
50.60.0000	2015-06-19	Closure of UAP	EN
50.20.0000	2015-01-16	Submission to UAP	EN FR
30.99.0979	2014-12-17	Dispatch UAP draft to CMC	
10.99.0000	2014-12-10	Decision on WI Proposal	

Implementation Dates

date of Ratification (DOR) (1)	2015-07-27
date of Availability (DAV) (2)	2016-04-08
date of Announcement (DOA) (3)	2016-07-08
date of Publication (DOP) (4)	2016-10-08
date of Withdrawal (DOW) (5)	2019-04-08

Relations

Supersedes	HD 60364-7-712:2005 HD 60364-7-712:2005/Corrigendum Apr. 2006
Superseded by	
Normative reference (6)	CLC/TS 50539-12 EN 50521 EN 50539-11 EN 50618 EN 60269-6 EN 60529 EN 60670 series EN 60899-2 EN 60947-2 EN 60947-3 EN 61439 series EN 61557-8 EN 61643-11 EN 61730-1:2007 EN 62109-1:2010 EN 62109-2:2011 EN 62262 EN 62305-2:2012 EN 62305-3:2011 EN 62305-4:2011 EN 62423:2012 EN 62448:2009 EN 62852 HD 60364 series HD 60364-4-41:2007 HD 60364-4-443:2016 HD 60364-5-55:1:2010 IEC 60050-826:2004
Sales Points	

(1) Date of ratification (dor) date when the Technical Board notes the approval of an EN (and HD for CENELEC), from which time the standard may be said to be approved

(2) Date of availability (dav) date when the definitive text in the official language versions of an approved CEN/CENELEC publication is distributed by the Central Secretariat

(3) Date of announcement (doa) latest date by which the existence of an EN (and HD for CENELEC), a TS or a CWA has to be announced at national level

(4) Date of publication (dop) latest date by which an EN has to be implemented at national level by publication of an identical national standard or by endorsement

(5) Date of withdrawal (dow) latest date by which national standards conflicting with an EN (and HD for CENELEC) have to be withdrawn

(6) This list of normative references is purely indicative. The only official list of normative references is the list of the published standard.

In the case of undated standard, a link to the last dated version is provided.

In the case of series, a link to each standard identified in the series is provided.

We also invite you to check (via the website) whether corrigenda and/or amendments shall be read in conjunction with the main standard.

(7) Estimated dates to be confirmed at the publication of the standards.

3.2 Standardi, ki so navedeni v standardu SIST HD 60364-7-712:2016

V nadaljevanju so navedeni sprejeti slovenski standardi, ki izhajajo iz referenčnih standardov oziroma harmonizacijskih dokumentov iz standarda SIST HD 60364-7-712:2016. Kjer je bilo smiselno, smo dodali komentar.

Aktualne povzetke vsebine standardov si lahko ogledate na zgoraj omenjenih spletnih straneh: <http://ecommerce.sist.si/>, <https://www.iec.ch/>, <https://www.cenelec.eu/index.html>.

SIST HD 60364-7-712 Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Fotonapetostni (PV) sistemi

Komentar IZS 1: datumi, ki so določeni v standardu iz leta 2016, so naslednji:

- DOR: 2015-07-27;
- DAV: 2016-04-08;
- DOA: 2016-07-08;
- DOP: 2016-10-08;
- DOW: 2019-04-08.

Komentar IZS 2: iz gornjega izhaja, da do 8. 4. 2019 veljata HD 60364-7-712:2005 in HD 60364-7-712:2005/corrigendum Apr. 2006.

Komentar IZS 3: v standardu iz leta 2005 ni zahtev po oznaki na razdelilniku, da je naprava PV na objektu:



Komentar IZS 4: pri izvajanju rednega ali izrednega preverjanja naj se zahteva namestitev oznake za sončno elektrarno tudi tam, kjer ni oznake!

Komentar IZS 5: V IEC TC 3 (Informacijske strukture in elementi, principi identifikacije in označevanja, dokumentacija in grafični simboli) so sprejeli nov grafični simbol s številko IEC 60417-6400: namestitev fotonapetostnega polja (Photovoltaic array installation), ki je začel veljati 20. 1. 2018. Znak bo označeval prisotnost fotonapetostnega sistema v razvodnicah in razdelilnih ploščah v inštalacijah fotonapetostnega polja. Tehnične podrobnosti o znaku so navedene v standardu IEC 62548.



SIST-TS CLC/TS 50539-12 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za specifične aplikacije, vključno z enosmernimi – 12. del: Izbira in načela za uporabo – SPD, priključeni na fotonapetostne inštalacije

SIST EN 62852 Konektorji za enosmerne aplikacije v fotonapetostnih sistemih – Varnostne zahteve in preskusi (IEC 62852:2014)

SIST EN 50539-11 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za specifične aplikacije, vključno z enosmernimi – 11. del: Zahteve in preskusi za SPD v fotovoltaičnih aplikacijah

SIST EN 50618 Električni kabli za fotonapetostne sisteme

SIST EN 60269-6 Nizkonapetostne varovalke – 6. del: Dopolnilne zahteve za taljive vložke za zaščito sončnih fotonapetostnih energijskih sistemov

SIST EN 60529 Stopnja zaščite, ki jo zagotavlja ohišje (koda IP)

SIST EN 60670 (vsi deli) Škatle [1] in ohišja za električno opremo za gospodinjstvo in podobne nepremične električne inštalacije

SIST EN 60670-21 Omarice in ohišja za električno opremo za gospodinjstvo in podobne nepremične električne inštalacije – 21. del: Posebne zahteve za priključne omarice in ohišja z dodatki za obešanje

SIST EN 60670-22 Omarice in ohišja za električno opremo za gospodinjstvo in podobne nepremične električne inštalacije – 22. del: Posebne zahteve za priključne omarice in ohišja

SIST EN 60670-23 Omarice in ohišja za električni pribor za gospodinjstva in podobne fiksne inštalacije – 23. del: Posebne zahteve za talne omarice in ohišja

SIST EN 60670-24 Doze in ohišja za električni pribor za gospodinjske in podobne nepremične električne napeljave – 24. del: Posebne zahteve za ohišja stanovanjskih za vgradnjo zaščitnih naprav in druge električne opreme, ki porablja energijo

Komentar IZS: SIST opozoriti na različne prevode »boxes«! Predlog: doze.

SIST EN 60898-2 Električni pribor – Odklopniki za nadtokovno zaščito za gospodinjstvo in podobne inštalacije – 2. del: Odklopniki za izmenično in enosmerno napetost

SIST EN 60947-2 Niskonapetostne stikalne naprave – 2. del: Odklopniki

SIST EN 60947-3 Niskonapetostne stikalne in krmilne naprave – 3. del: Stikala, ločilniki, ločilna stikala in stikalni aparati z varovalkami

SIST EN 61439-1 Sestavi niskonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 1. del: Splošna pravila

SIST EN 61439-2 Sestavi niskonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 2. del: Sestavi močnostnih stikalnih in krmilnih naprav

SIST EN 61439-3 Sestavi niskonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 3. del: Električni razdelilniki, s katerimi lahko ravnajo nestrokovnjaki (DBO)

SIST EN 61439-4 Sestavi niskonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 4. del: Posebne zahteve za sestave na gradbiščih (ACS)

SIST EN 61439-5 Sestavi niskonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 5. del: Sestavi za distribucijo električne energije v javnih omrežjih

SIST EN 61439-6 Sestavi niskonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav – 6. del: Zbiralčni povezovalni sistemi (zbiralčna vodila)

SIST EN 61557-8 Električna varnost v niskonapetostnih razdelilnih sistemih izmenične napetosti do 1 kV in enosmerne napetosti do 1,5 kV – Oprema za preskušanje, merjenje ali nadzorovanje zaščitnih ukrepov – 8. del: Naprave za nadzorovanje izolacije v IT-sistemih

SIST EN 61643-11 Niskonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za niskonapetostne napajalne sisteme – Zahteve in preskusi

SIST EN IEC 61730-1 Varnostne zahteve fotonapetostnih (PV) modulov – 1. del: Konstrukcijske zahteve

Komentar IZS 1: datumi, ki so določeni v standardu iz leta 2016, so naslednji: DOR: 2016-09-22; DAV: 2018-04-27; DOA: 2018-07-27; DOP: 2018-10-27; DOW: 2021-04-13!

Komentar IZS 2: iz gornjega izhaja, da do 13. 4. 2021 veljata oba standarda.

SIST EN IEC 61730-2 Varnostne zahteve fotonapetostnih (PV) modulov – 2. del: Zahteve za preskušanje

Komentar IZS 1: datumi, ki so določeni v standardu iz leta 2016, so naslednji: DOR: 2016-09-22; DAV: 2018-04-27; DOA: 2018-07-27; DOP: 2018-10-27; DOW: 2021-04-27.

Komentar IZS 2: iz gornjega izhaja, da do 27. 4. 2021 veljata oba standarda.

SIST EN 62109-1 Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih – 1. del: Splošne zahteve

SIST EN 62109-2 Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih – 2. del: Posebne zahteve za razsmernike (IEC 62109-2:2011)

SIST EN 62305-2 Zaščita pred delovanjem strele – 2. del: Vodenje rizika

SIST EN 62305-3 Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja

SIST EN 62305-4:2011 Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah

SIST EN 62423 Odklopniki na preostali tok tipov F in B z vgrajeno nadtokovno zaščito ali brez nje za gospodinjstvo in podobno rabo

SIST EN 62446-1 Fotonapetostni sistemi – Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje – 1. del: Sistemi, priključeni na omrežje – Dokumentacija, prevzemni preskusi in nadzor

SIST EN 62852 Konektorji za enosmerne aplikacije v fotonapetostnih sistemih – Varnostne zahteve in preskusi

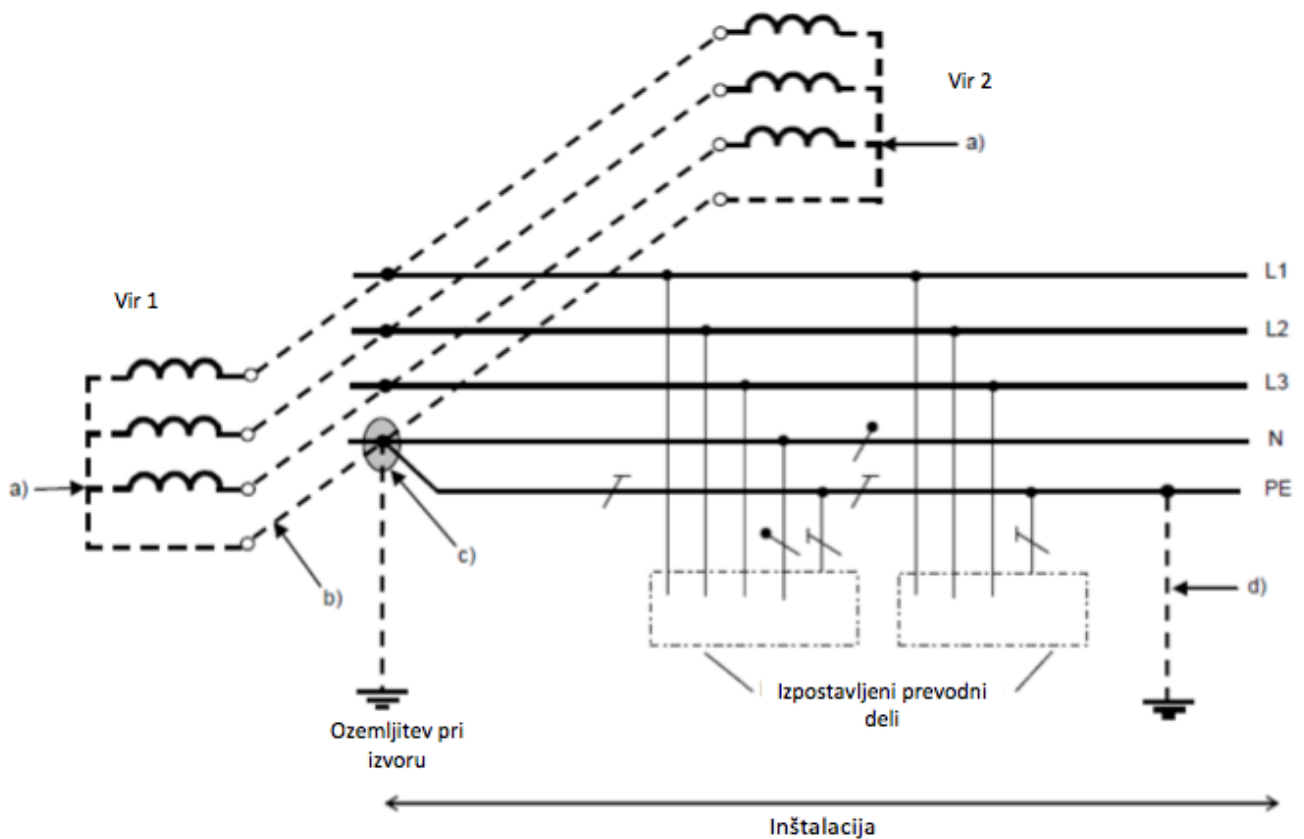
SIST HD 60364- (vsi deli) Niskonapetostne električne inštalacije

312.2.1 Sistemi z več napajanjem

Ta sistem napajanja se največkrat uporablja za fotonapetostne sisteme. Če je inštalacija z več napajanjem del sistema TN pomanjkljivo načrtovana, lahko nekateri obratovalni toki tečejo po nepredvidenih poteh in lahko povzročijo:

- požar,
- korozijo in
- elektromagnetne motnje.

TN-C-S-sistem z več viri napajanja z ločenim zaščitnim vodnikom in nevtralnim vodnikom do bremen:



Sistem, prikazan na sliki iz standarda SIST HD 60364-1 pod številko 31D, je tak, da v njem manjši del obratovalnih tokov teče po nepredvidenih poteh. Nekaj pravil za načrtovanje je napisanih pod sliko v nadaljevanju in se lahko uporabijo kot navodila:

- a) Direktna povezava ni dovoljena od nevtralne točke transformatorja do zemlje niti od zvezdišča generatorja do zemlje.
- b) Povezovalni vodnik med nevtralno točko transformatorja ali zvezdiščem generatorja mora biti ločen. Funkcija tega vodnika je enaka funkciji vodnika PEN, vendar ne sme biti povezan z bremenom.
- c) Napravljena je lahko samo ena povezava med združenimi nevtralnimi točkami virov in vodnikom PE. Ta povezava mora biti izvedena v notranjosti razdelilnika.
- d) V inštalaciji se vodnik PE lahko dodatno ozemlji.

Vodnik PE se označi po standardu IEC 60446. Pri vsaki širitvi sistema je treba zagotoviti pravilno delovanje zaščit.

Komentar IZS 1: slika je iz standarda SIST HD 60364-1 pod številko 31D.

SIST HD 60364-4-41 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom

Komentar IZS 1: datumi, ki so določeni v standardu iz leta 2017, so naslednji: DOR: 2016-12-30; DAV: 2017-07-07; DOA: 2017-10-07; DOP: 2018-01-07; DOW: 2020-07-07.

Komentar IZS 2: iz gornjega izhaja, da do 7. 7. 2020 veljata oba standarda.

Komentar BS: ima tudi dopolnilo A11 (SIST HD 60364-4-41:2017/A11:2017).

SIST HD 60364-4-443 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-44. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami – 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi

SIST HD 60364-5-551 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-55. del: Izbira in namestitev električne opreme – Druga oprema – 551. točka: Niskonapetostni generatorji (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (Točka 551))

SIST HD 60364-5-551/A11 Niskonapetostne električne inštalacije – 5-55. del: Izbira in namestitev električne opreme – Druga oprema – 551. točka: Niskonapetostni generatorji (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (Točka 551)) – Dopolnilo A11

Niskonapetostne električne inštalacije – 5-55. del: Izbira in namestitev električne opreme – Druga oprema – 551. točka: Niskonapetostni generatorji (IEC 60364-5-55:2001/A2:2008 (Točka 551)) – Dopolnilo A11

Povzetek (DIN VDE 0100-551:2017-02;VDE 0100-551:2017-02)

V Nemčiji so sprejeli standard, v katerem so navedene zahteve za inštalacijo. Ta standard vsebuje novo točko 551.2.Z1, v kateri so navedene zahteve za paralelno obratovanje proizvodnih virov, vključenih v končne tokokroge, in s tem omogočajo paralelno obratovanje z javnim omrežjem. V tej točki so navedene dodatne zahteve za vključitev proizvodnega vira na bremensko stran, ki so:

- zahteva se posebno varovan tokokrog;
- največja izmenična moč je 4,6 kVA;
- razsmernik mora biti skladen z DIN EN 62109-1 (VDE 0126-14-1), DIN EN 62109-2 (VDE 0126-14-2) in VDE-AR-N 4105;
- proizvodni vir je treba prijaviti distributerju po postopku v VDE-AR-N4105 [2];
- v napajalni tokokrog z vtičem mora biti vgrajen RCD tip A z naznačenim preostalim tokom z vrednostjo ≤ 30 mA v skladu s točko 415.1 v DIN VDE 0100-410 [3];
- za povezovalni vodnik od razsmernika do energijske vtične naprave je treba uporabiti UV obstojni cevni vodnik za težke razmere (na primer H07RN-F).

SIST IEC 60050-826, Mednarodni elektrotehniški slovar – 826. del: Električne inštalacije

Komentar IZS 1: standard je preveden v slovenski jezik. Slovenski izrazi so dosegljivi na spletni strani: <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/index?openform&part=826>.

[1] Angl.: Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations -- Part 1: General requirements; nem.: Dosen und Gehäuse für Installationsgeräte für Haushalt und ähnliche ortsfeste elektrische Installationen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen.

[2] VDE-AR-N 4105:2011-08 Power generation systems connected to the low-voltage distribution network

[3] Low-voltage electrical installations Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock.

3.3 Drugi standardi, ki se nanašajo na fotonapetostne sisteme

V tem delu so navedeni standardi, ki se uporabljajo pri projektiranju fotonapetostnih sistemov in niso navedeni kot referenčni standardi v standardu SIST HD 60364-7-712. Ti standardi se uporabljajo za projektiranje kot tudi preverjanje posameznih sestavnih delov tako na enosmerni kot izmenični strani.

IEC 61643-31:2018 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – 31. del: Zahteve in preizkusni postopki za SPD za fotonapetostno inštalacijo

Komentar IZS 1: na SIST se poda predlog, da se ta standard IEC sprejme v slovenski sistem standardizacije.

SIST-TS CLC/TS 61836:2009 Sončni fotonapetostni sistemi – Izrazi, definicije in simboli (IEC/TS 61836:2007)

IEC TS 61836:2016 Sončni fotonapetostni sistemi – Izrazi, definicije in simboli

Komentar IZS 1: izdaja iz leta 2016 še ni bila prevedena v slovenski jezik.

Komentar IZS 2: izrazi in definicije iz TS 61836:2009 so dosegljivi na spletni strani:

http://www.sist.si/image/catalog/DOWNLOAD/SLOVAR-SONCNI_FOTONAPETOSTNI_SISTEMI.pdf.

SIST EN 50438:2014 Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem

EN50549-1:2019

Zahteve za priključevanje proizvodnih enot paralelno delujočih z distribucijskim omrežjem – 1. del: Priključitev na NN distribucijsko omrežje – Proizvodne enote do in vključno s tipom B

Komentar IZS 1: standard je izšel 1. 2. 2019, s tem da je treba vse nasprotujoče si standarde in tehnične specifikacije razveljaviti. To pomeni, da se razveljavijo:

- SIST EN 50438:2014 Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem,
- SIST EN 50438:2014/IS1:2015 Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem – Dopolnilo IS1,
- SIST EN 50438:2008/IS1:2015 Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem – Dopolnilo IS,
- SIST-TS CLC/TS 50549-1:2015 Zahteve za priklop generatorjev za toke nad 16 A na fazo – 1. del: Priklop na nizkonapetostni distribucijski sistem.

Prehodno obdobje je do 1. 2. 2022.

EN 50549-2:2019 Zahteve za priključevanje elektrarn vzporedno na razdelilno omrežje – 2. del: Priklon na SN razdelilno omrežje – Proizvodne enote do in vključno s tipom B

SIST EN 62124 Otočni fotonapetostni (PV) sistemi – Preverjanje zasnove

SIST-TS 1185:2012 Sončni fotonapetostni sistemi – Zahteve za načrtovanje, izvedbo in montažo

SIST EN 50575:2014 Elektroenergetski, krmilni in komunikacijski kabli – Kabli za splošno uporabo za gradbena dela glede na zahteve za odpornost proti požaru

SIST IEC 62548 Fotonapetostna (PV) polja – zahteve za konstrukcijo

SIST HD 60364-8-2 Nizkonapetostne električne inštalacije – 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev

Komentar IZS 1: datumi, ki so določeni v standardu iz leta 2018, so naslednji: DOR: 2018-11-14; DAV: 2018-11-23; DOA: 2019-02-14; DOP: 2019-08-14; DOW: 2021-11-14.

Komentar IZS 2: iz gornjega izhaja, da do 14. 11. 2021 veljata oba standarda.

SIST EN 61508-1 Funkcijska varnost električnih/elektronskih/elektronsko programirljivih varnostnih sistemov – 1. del: Splošne zahteve

SIST EN 61508-5 Funkcijska varnost električnih/elektronskih/elektronsko programirljivih varnostnih sistemov – 5. del: Primeri metod za ugotavljanje ravni celovite varnosti

SIST EN 61082 Priprava dokumentov za uporabo v elektrotehniko

SIST EN 81346-1 Industrijski sistemi, inštalacije in oprema ter industrijski izdelki – Načela strukturiranja in referenčne oznake – 1. del: Osnovna pravila

SIST EN 62477-1 Varnostne zahteve za močnostne polprevodniške pretvorniške sisteme – 1. del: Splošno

SIST EN 50160 Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih

SIST EN 1991-1-3, SIST EN 1991-1-3/A1, SIST EN 1991-1-3/A101 in SIST EN 1991-1-3/AC Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-3. del: Splošni vplivi – Obtežba snega

SIST EN 1991-1-4, SIST EN 1991-1-4/A1, SIST EN 1991-1-4/A101 in SIST EN 1991-1-4/AC Evrokod 1: Vplivi na konstrukcije – 1-4. del: Splošni vplivi – Obtežbe vetra

3.4 Standardi s področja elektromagnetne združljivosti

SIST EN 61000-6-1 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-1. del: Osnovni standardi – Odpornost v stanovanjskih, poslovnih in manj zahtevnih industrijskih okoljih

SIST EN 61000-6-2 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-2. del: Osnovni standardi – Odpornost za industrijska okolja

SIST EN 61000-6-3 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-3. del: Osnovni standardi – Standard oddajanja motenj v stanovanjskih, poslovnih in manj zahtevnih industrijskih okoljih

SIST EN 61000-6-4 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-4. del: Osnovni (generični) standardi – Standard oddajanja motenj v industrijskih okoljih

SIST-TS IEC/TS 61000-6-5 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-5. del: Osnovni standardi – Odpornost v okoljih transformatorskih postaj

3.5 Standardizacijski dokumenti v pripravi

IEC TR 63225 Neskladnost konektorjev za d.c. uporabo v fotonapetostnih sistemih

IEC TR 63226 Upravljanje tveganja glede na fotonapetostne (PV) sisteme na stavbah

IEC TR 63227 Zaščita fotonapetostnih (PV) napajalnih sistemov pred strelo in napetostnimi udari

IEC TS 62257-7-4 Priporočila za obnovljivo energijo in hibridne sisteme za elektrifikacijo podeželja – 7-4. del: Generatorji – Integracija sončnih z drugimi oblikami proizvodnje energije v hibridnih napajalnih sistemih

IEC TS 62257-9-7 Priporočila za obnovljivo energijo in hibridne sisteme za elektrifikacijo podeželja – 9-7. del: Izbira pretvornikov

IEC 63092-1 Fotovoltaika v stavbah – 1. del: PV moduli integrirani v stavbo

IEC 63092-2 Fotovoltaika v stavbah – 2. del: V stavbo integrirani fotonapetostni sistemi

oSIST prEN 62446-2 Fotonapetostni (PV) sistemi, Zahteve za preizkušanje, dokumentacijo in vzdrževanje – 2. del: Sistemi priključeni na omrežje – Vzdrževanje PV sistemov

prEN 62109 Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih – 3. del: Posebne zahteve za elektronske naprave v kombinaciji s fotonapetostnimi elementi

Razvoj novih standardov se da spremljati v okviru tehničnih odborov za posamezna področja, in sicer:

- standardi s področja električnih inštalacij v okviru IEC TC 64:
https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:4802812412907::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1249,25,
- standardi s področja električnih inštalacij v okviru CENELEC CLC/TC 64:
https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:22:753064240128801::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1257163,25#1,
- standardi s področja fotonapetostnih sistemov v okviru IEC TC 82:
https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:4802812412907::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1276,25,
- standardi s področja fotonapetostnih sistemov v okviru CENELEC CLC/TC 82:
https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:22:753064240128801::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1258463,25#1.

Za električne inštalacije z napetostmi nad 1000 V a. c. oziroma 1500 V d. c. je treba upoštevati druge standarde, in sicer:

- izdani standardi v okviru IEC TC 99:
https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:22:4802812412907::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1296,25,
- standardi v pripravi v okviru IEC TC 99:
https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:23:4802812412907::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1296,25,
- izdani standardi v okviru CENELEC CLC/TC 99X:
https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:22:753064240128801::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1258275,25#2,
- standardi v pripravi v CENELEC CLC/TC 99X:
https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:22:753064240128801::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1258275,25#1.

4. Izrazi in definicije

V tem poglavju so navedeni izrazi in definicije, povzeti iz predlogov zakonodajnih aktov in standardov s področja fotonapetostnih sistemov.

Izrazi in definicije so ponekod za isti pojem različni in so delno odvisni od tega, kateri organ in v katerem dokumentu so objavljeni. V zakonih in njim podrejenih predpisih ter standardih je običajno navedeno, da določen izraz in definicija veljata samo za tisti predpis oziroma standard. Razlikujejo se tudi zaradi različnega časa nastajanja in se niso prilagodili spremembam, ki so se zgodile v času uvajanja fotonapetostnih sistemov v slovensko okolje.

Iz veljavnih slovenskih standardov in zakonodajnih dokumentov so bili povzeti izrazi in definicije, ki so navedeni v naslovih posameznih poglavij ter se nanašajo na fotonapetostne sisteme. Izrazi iz predloga standarda prHD 60364-7-712:2015 Nizkonapetostne električne inštalacije – 7-712. del: Zahteve za posebne inštalacije ali lokacije – Fotonapetostni (PV) sistemi so se prevedli s kar največjim upoštevanjem že pripravljenih prevodov v drugih dokumentih.

Poleg slovenskega izraza je v oklepaju napisana številka, ki pomeni, od kod je definicija povzeta. V oglatem oklepaju je napisana številka izraza iz drugega standarda.

Iz angleščine se »rated« prevaja v »naznačeno«, nominal pa »nazivno«. Pri »naznačenih« vrednostih proizvajalec napiše ali označi podatke (stikala ...), medtem ko naj bi se »nazivne« vrednosti nanašale na sistem (distribucijski sistem) ali proizvod iz več delov (pralni stroj). V nemškem jeziku se to pojavlja kot »Bemessungsdaten« in »Nennwert«.

Izrazi in definicije so dostopni v zakonih, njim podrejenih predpisih in standardih, navedenih v tem dokumentu.

4.1 IZRAZI IN DEFINICIJE IZ SIST HD 60364-7-712 [1]

[1] HD 60364-7-712:2016

4.1.1 PV-celica, fotonapetostna celica (angl. PV cell; nem. PV-Zelle)

Osnovna naprava, ki izkazuje fotonapetostni učinek, to je neposredna netermična pretvorba sevalne energije v električno energijo.

4.1.2 Fotonapetostni (PV) modul (712.3.1 angl. PV module)

Najmanjši zaključen in pred okoljskimi vplivi zaščiten sestav iz medsebojno povezanih fotonapetostnih (PV) celic.

4.1.3 Fotonapetostni (PV) niz, PV-veja (712.3.2 angl. PV string)

Vezava enega ali več zaporedno vezanih modulov.

4.1.4 Fotonapetostno (PV) polje (712.3.3 angl. PV array; nem. PV-array)

Sestav električno povezanih fotonapetostnih (PV) modulov, (PV) nizov in (PV) podpolj ter kombiniranih priključnih doz PV polj. Za namene tega standarda je PV-polje iz vseh komponent od enosmernega priključka razsmernika ali drugega pretvornika ali enosmerno breme. PV-polje ne vključuje podporne konstrukcije, aparata za sledenje, termične kontrole in drugih podobnih komponent.

4.1.5 Kombinirana priključna doza fotonapetostnega (PV) polja (712.3.5 angl. PV combiner box; nem. PV-Anschlussgehäuse)

Sestav stikalnih naprav, ki povezuje PV-podpolja ali PV-nize in tudi nadtokovno zaščito (če je potrebna) in/ali naprave za ločitev z izklopno zmogljivostjo in/ali stikalne ločilne naprave

4.1.6 Fotonapetostno (PV) podpolje (712.3.6 angl. PV sub-array; nem. PV-Teil-Array)

Električni podsistem PV-polja, sestavljen iz vzporedno priključenih PV-modulov ali nizov.

4.1.7 Električni razdelilnik (712.3.7 angl. distribution board; nem. Elektrischer Verteiler)

Sestav, ki vsebuje različne vrste stikalnih in krmilnih naprav, spojenih z enim ali več izhodnimi tokokrogi, napajan z enim ali več dovodnimi električnimi tokokrogi, skupaj s priključki za nevtralne in zaščitne vodnike (IEV 826-16-08).

4.1.8 Kabel fotonapetostnega (PV) niza (712.3.7 angl. PV stringcable) (61836-3.2.21c)

Dodaten kabel, ki ni dobavljen s fotonapetostnimi (PV) moduli, za povezavo fotonapetostnega (PV) niza s fotonapetostno (PV) priključnim razdelilnikom.

4.1.9 Kabel fotonapetostnega (PV) polja (712.3.8 angl. PV array cable; nem. PV-Arraykabel/-leitung)

Izhodni kabel fotonapetostnega (PV) polja.

4.1.10 Glavni d. c. kabel PV-sistema (712.3.10 angl. PV d.c. main cable; nem. PV-Gleichstrom-

Kabel, ki povezuje priključno dozo fotonapetostnega (PV) generatorja s sponkami enosmernega toka razsmernika.

4.1.11 Fotonapetostni (PV) razsmernik (712.3.9 angl. PV inverter; nem. PV-Wechselrichter)

Naprava, ki spreminja enosmerno električno napetost in tok fotonapetostnega (PV) generatorja v izmenično napetost in tok.

4.1.12 Napajalni fotonapetostni (PV) kabel (712.3.8 angl. PV a.c. supply cable; nem. PV-Wechselstromkabel/-leitung)

Kabel, ki povezuje izmenične sponke razsmernika z razdelilno omarico električne napeljave.

4.1.13 Napajalni fotonapetostni (PV) tokokrog (712.3.11 angl. PV a.c. supply circuit; nem. PV-Wechselstrom-Versorgungsstromkreis)

Tokokrog, ki povezuje izmenične sponke razsmernika z razdelilno omarico električne napeljave.

4.1.14 Fotonapetostni (PV) izmenični modul (712.3.14 angl. PV a.c. modul; nem. PV-Wechselstrom-Modul)

Vgrajen sestav modul/razsmernik, v katerem so samo sponke za izmenični vmesnik. Dostop do enosmernega dela ni predviden.

4.1.15 Fotonapetostna (PV) inštalacija (712.3.12 angl. PV installation; nem. PV-Anlage)

Montirani elementi fotonapetostnega napajalnega sistema.

4.1.16 Standardni preskusni pogoji (712.3.13 angl. Standard test conditions (STC); nem. Standardprüfbedingungen; STC)

Pogoji, določeni v IEC 60994-3 za fotonapetostne celice in fotonapetostne module.

4.1.17 Napetost odprtih sponk pri standardnih preskusnih pogojih (712.3.14 angl. open-circuit voltage under standard test conditions UOC STC; nem. Spannung des unbelasteten Stromkreises unter Standardprüfbedingungen UOC STC)

Napetost odprtih sponk, izmerjena pri standardnih preskusnih pogojih fotonapetostnega modula, fotonapetostnega niza fotonapetostnega polja, fotonapetostnega generatorja ali na enosmerni strani fotonapetostnega razsmernika.

4.1.18 Najvišja napetost odprtih sponk UOC MAX (712.3.15 angl. open-circuit maximum voltage UOC MAX; nem. Maximalspannung des unbelasteten Stromkreises UOC MAX)

Največja napetost neobremenjenih odprtih sponk, izmerjena na fotonapetostnem modulu, fotonapetostnem nizu, fotonapetostnem polju, fotonapetostnem generatorju ali na enosmerni strani fotonapetostnega razsmernika.

Opomba: izračun UOC MAX je prikazan v dodatku B.

4.1.19 Kratkostični tok pod standardnimi preskusnimi pogoji ISC STC (712.3.16 angl. short-circuit current under standard test conditions ISC STC; nem. Kurzschlussstrom unter Standardprüfbedingungen ISC STC)

Kratkostični tok, merjen na fotonapetostnem modulu, fotonapetostnem nizu, fotonapetostnem polju, fotonapetostnem generatorju pod standardnimi preskusnimi pogoji.

4.1.20 Največji kratkostični tok ISC MAX (712.3.21 angl. short-circuit maximum ISC MAX; nem. Maximaler Kurzschlussstrom ISC MAX)

Največji kratkostični tok fotonapetostnega modula, fotonapetostnega niza, fotonapetostnega polja ali fotonapetostnega generatorja.

Opomba: izračun ISC MAX je prikazan v dodatku B.

4.1.21 Naznačeni kratkostični tok ISCV (712.3.21 angl. short-circuit current rating ISCPV; nem. Kurzschlussstrom-Bemessung ISCPV)

Največji pričakovani kratkostični tok FE-generatorja, ki je naznačen za prenapetostno zaščito v povezavi z določenim ločilnim stikalom.

4.1.22 Enosmerna stran (712.3.19 angl. d.c. side; nem. Gleichspannungsseite)

Del fotonapetostne inštalacije od PV-modulov do enosmernih priključkov PV-razsmernika.

4.1.23 Izmenična stran (712.3.20 angl. a.c. side; nem. Wechselspannungsseite)

Del fotonapetostne inštalacije od izmeničnih priključnih sponk PV-razsmernika do priključka PV napajalnega kabla za električno inštalacijo.

4.1.24 Sledenje točki največje moči (MPPT) (712.3.21 angl. maximum power point tracking (MPPT); nem. Führen zum maximalen Leistungspunkt; MPPT – angl: Maximum Power Point tracking)

Način notranjega krmiljenja razsmernika, ki išče delovanje v točki največje moči.

4.1.25 MOD_MAX_OCPR (712.3.22 MOD_MAX_OCPR)

Naznačena največja nastavitev nadtokovne zaščite (glej EN 61730-2).

4.1.26 Zaščita pred delovanjem strele (712.3.23; LPS) (angl. Lightning Protection System; LPS; nem. Blitzschutzanlage; LPS)

Celovit sistem, ki se uporablja za manjšanje fizične škode zaradi udara strele v objekt.

Opomba: sestoji iz notranje in zunanje zaščite pred delovanjem strele.

4.1.27 Funkcijska izenačitev potencialov (712.3.24 angl. functional bonding; nem. Funktionspotentialausgleich)

Povezava točke ali točk v sistemu ali opremi za drug namen, kot je varnost.

4.2 IZRAZI IN DEFINICIJE iz predloga Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije [3]

4.1.40 »Naprava za samooskrbo« je naprava, ki proizvaja električno energijo z izrabo sončne, vetrne, vodne ali geotermalne energije, in naprava za sproizvodnjo toplote in električne energije, ki kot primarni vir uporablja obnovljive vire energije. Ta izraz se nanaša na napravo za individualno samooskrbo, napravo za skupinsko samooskrbo oziroma napravo za OVE-samooskrbo OVE-skupnosti, če ni v posamezni določbi te uredbe izrecno drugače določeno.

4.1.41 »Samooskrba« je skupen izraz za individualno samooskrbo, skupinsko samooskrbo in OVE-skupnost.

4.1.42 »Skupnostna samooskrba« je skupen izraz za skupinsko samooskrbo in OVE-skupnost.

4.1.43. 3. člen (samooskrba z električno energijo iz obnovljivih virov energije) (1) Samooskrba z električno energijo iz obnovljivih virov energije ima tri podtipe, ki so:

- individualna samooskrba,
- skupinska samooskrba in
- OVE-skupnost,

pri čemer je skupinska samooskrba samooskrba med seboj povezanih končnih odjemalcev v večstanovanjski stavbi, OVE-skupnost pa je samooskrba v vseh drugih primerih med seboj povezanih končnih odjemalcev. Za vse tri podtipe samooskrbe se uporabljajo skupne določbe te uredbe, razen če je za posamezen podtip izrecno določeno drugače.

4.3 IZRAZI IN DEFINICIJE iz standarda SIST HD 60364-8-2:2019 Nizkonapetostne električne inštalacije – 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev [4][5]

4.1.44 Pametno elektroenergetsko omrežje (3.1 angl. smart grid; nem. intelligentes Elektrizitätsversorgungssystem, Smart Grid)

Elektroenergetski sistem, ki uporablja tehnologije izmenjave informacij in krmiljenja, porazdeljeno informatiko ter pripadajoča zaznavala in aktuatorje za namene, kot so:

- integrirati obnašanje in dejavnosti uporabnikov omrežja ter drugih deležnikov,
- učinkovito zagotavljati trajno, gospodarno in varno oskrbo z elektriko

[vir: IEC 60050-617:2011, 617-04-13].

4.1.45 Prosumerjeva električna inštalacija, PEI (3.2 angl. prosumer's electrical installation; PEI)

Nizkonapetostna električna inštalacija, priključena na ali tudi ne priključena na javno omrežje, sposobna obratovati:

- z lokalnimi proizvodnimi viri in
- lokalnimi hranilniki

ter opravljati nadzorovanje in regulacijo električne energije iz priključenih virov, iz katerih se napajajo:

- bremena, lokalni hranilniki in/ali
- javno omrežje.

4.1.45 Individualna PEI, posamezna PEI (3.3 angl. individual PEI)

Ena električna inštalacija, ki odjema in/ali proizvaja.

4.1.46 Skupna PEI (3.4 angl. collective PEI)

Več električnih inštalacij odjemalcev povezanih na isto javno distribucijsko omrežje in ki si delijo skupne lokalne proizvajalce in hranilnike.

4.1.47 Skupna PEI (3.5 angl. shared PEI)

Več električnih inštalacij odjemalcev in/ali proizvajalcev, podobnih posameznim PEI, priključenih na isto nizkonapetostno javno razdelilno omrežje, ki si med seboj delijo njihova posamezna napajanja in hranilnike.

4.1.48 Prosumer (3.6 angl. prosumer; nem. prosumer)

Organizacija ali stranka, ki je lahko proizvajalec in odjemalec električne energije istočasno.

4.1.49 Proizvajalec električne energije (3.7 angl. producer; nem. Elektrizitätserzeuger)

Udeleženec na trgu z električno energijo, ki proizvaja električno energijo
[vir: IEC 60050-617:2009, 617-02-01].

4.1.50 Odjemalec (3.8 angl. consumer)

Odjemalec električne energije je organizacija ali stranka, ki uporablja električno energijo za svoje potrebe.

4.1.51 Sistem upravljanja (3.9 angl. electrical energy management system; EEMS)

Sistem, ki sestoji iz različne opreme in naprav v inštalaciji za namene upravljanja z energijo.
Opomba 1: oprema je lahko posamezna ali vgrajena v drugo večjo opremo, kot so elektronski sistemi za stanovanja in zgradbe (HBES)
[vir: IEC 60364-8-1].

4.1.52 Sistemski operater distribucijskega omrežja (3.10 angl. distribution system operator; DSO)

Udeleženec na trgu z električno energijo, ki vodi obratovanje distribucijskega sistema.

4.1.53 Vrsta obratovanja (obratovalni način) (3.11 angl. operating mode)

Obratovanje inštalacije glede na različne proizvodne vire in smer pretoka.

4.1.54 Direktno napajanje (3.12 angl. direct feeding mode)

Vrsta obratovanja, pri katerem se iz javnega omrežja napaja prosumerjeva električna inštalacija (PEI).

Opomba 1: lokalni hranilniki lahko napajajo električne potrošnike ali se lahko polnijo iz lokalnih proizvodnih virov in/ali javnega distribucijskega omrežja.

4.1.55 Povratno napajanje (3.13 angl. reverse feeding mode)

Vrsta obratovanja, pri katerem se javno omrežje napaja iz prosumerjeve električne inštalacije.

Opomba 1: lokalni hranilniki lahko napajajo električne potrošnike in/ali javno omrežje ali se lahko polnijo iz lokalnih proizvodnih virov.

4.1.56 Povezano napajanje (3.14 angl. connected mode)

Vrsta obratovanja, pri katerem je potrebna direktna povezava z javnim omrežjem (direktno napajanje ali povratno napajanje).

4.1.57 Otočno obratovanje (3.15 angl. island mode)

Vrsta obratovanja, pri katerem je prosumerjeva inštalacija izklopljena iz javnega omrežja, vendar ostane pod napetostjo.

Opomba 1: otok lahko nastane zaradi delovanja avtomatske zaščite ali zaradi namernega dejanja [vir: IEC 60050-617:2009, 617-04-12, modified – The definition has been adapted to the PEI].

4.1.58 Hranilnik energije

Naprava, ki omogoča shranjevanje viška proizvedene (električne) energije) in jo dobavlja ali vrača, ko je prevelika poraba iz drugih virov.

Hranilniki delujejo na principu:

- ustvarjanja potencialne energije (prečrpavanje vode v višje ležeča jezera, črpanje zraka v rezervoarje),
- izkoriščanja kinetične energije (prosto tekoče vrtavke),
- ustvarjanja vodika z elektrolizo in uporabo gorivnih celic,
- sekundarnih elektrokemičnih virov (razne vrste akumulatorjev in kondenzatorjev visokih kapacitivnosti).

Uporaben sistem je odvisen od mesta postavitve, razpoložljive energije, drugih dejavnikov. V otočnih in bivalnih sistemih se običajno uporabljajo akumulatorji, kjer se doseže zelo dober izkoristek pretvorbe viška električne energije v elektrokemično obliko. Sistem potrebuje pretvornike iz baterijske napetosti na lokalno omrežno napetost, ki pa imajo dober odzivni čas.

4.1.59 Zaščitna ozemljitev

Ozemljitev točke ali točk v sistemu ali v nizkonapetostni električni inštalaciji ali opremi, namenjena električni varnosti.

4.1.60 Obratovalna ozemljitev

Funkcijska ozemljitev točke ali točk v elektroenergetskem sistemu, tudi ozemljitev točke električnega tokokroga oprem, npr. nevtralna točka, ki mora biti za pravilno delovanje te opreme in/ali sistema.

4.1.61 Združena ozemljitev

Ozemljitev, pri kateri sta povezani obratovalna in zaščitna ozemljitev.

4.1.62 Funkcijska ozemljitev

Ozemljitev točke ali točk v sistemu ali v inštalaciji ali v opremi, ki ni namenjena za električno varnost

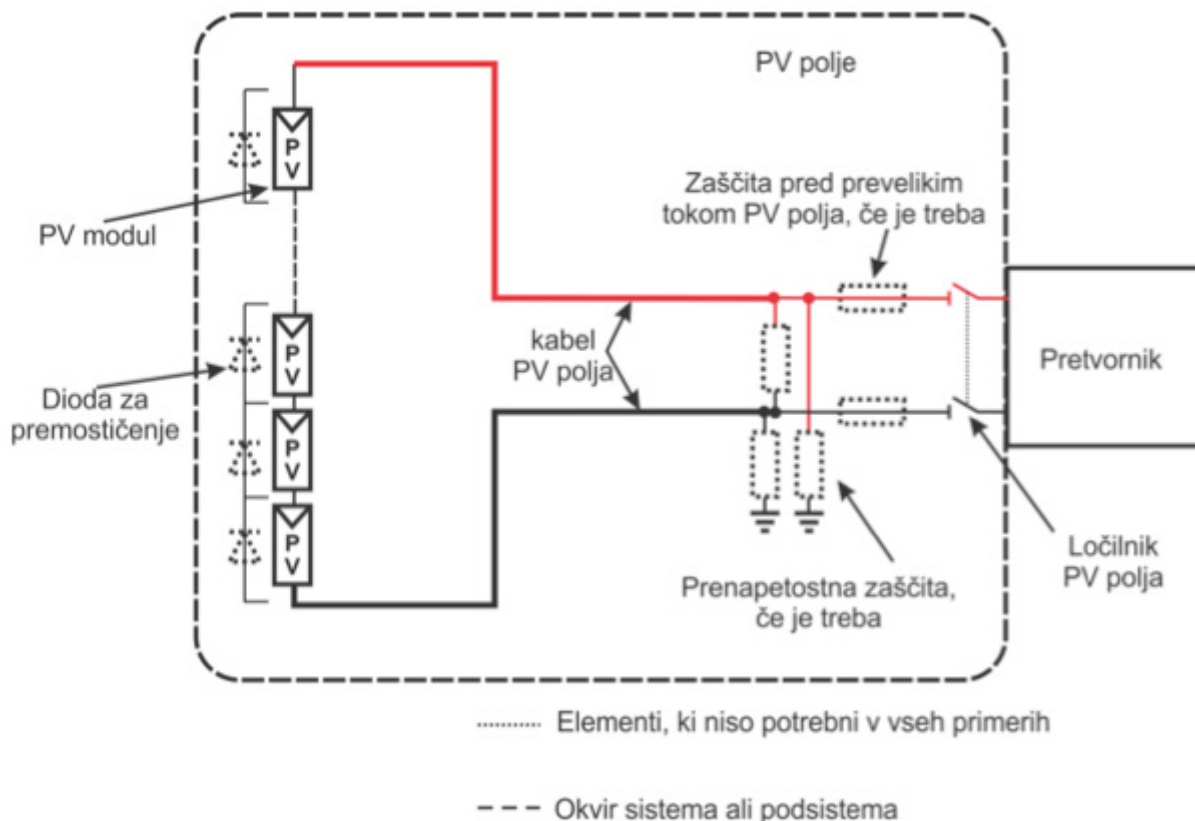
[vir: IEC 60050-195, 195-01-13 oziroma IEC 60050-826, 826-13-10].

4.4 Seznam kratic

AC ali a. c.	Izmenični tok (Alternating Current)
DC ali d. c.	Enosmerni tok (Direct Current)
EMC	Elektromagnetna združljivost (Electromagnetic Compatibility)
IMD	Naprava za nadzorovanje izolacije (Insulation Measuring Device)
LPL	Zaščitni nivo sistema zaščite pred strelo (lightning Protection Level)
LPS	Sistem zaščite pred delovanjem strele (lightning protection system)
MPP	Maksimalna točka moči (maximal power point)
L	Linjski vodnik v enofaznem sistemu (fazni vodnik, faza), lahko tudi npr. L1 (Line Conductor)
L1, L2, L3	Linjski vodniki v 3-faznem sistemu
N	Nevtralni vodnik (Neutral Conductor)
PE	Zaščitni vodnik (Protective Conductor)
PELV	Zaščitna mala napetost (Protective Extra Low Voltage)
PEN	Zaščitni in nevtralni vodnik (Protective and Neutral Conductor)
PV	Fotonapetost (Photovoltaic)
RCD	Zaščitno stikalo na preostali tok (Residual Current Protective Device)
SELV	Varnostna mala napetost (Safety Extra Low Voltage)
SPD	Prenapetostna zaščitna naprava (Surge Protective Device)
UPS	Neprekinjeno energetska napajanje (Uninterruptible Power Supply)
FE	Fotonapetostna elektrarna
STC	Standardni testni pogoji (Standard Test Conditions)
PEI	Električna inštalacija prosumer (Prosumer Electrical installation)
PCE	Pretvornik (power conversion equipment)
HSA	Povezano podpolje (harness sub array)
V-I ali U-I	Karakteristika napetost-tok
V_{oc} ali U_{oc}	Napetost odprtih sponk
I_{sc}	Kratkostični tok
V_{mpp} ali U_{mpp}	Napetost pri največji moči
I_{mpp}	Tok pri največji moči
P_{max}	Največja moč
IR	Infrardeča (infra red)
V_{bd} ali U_{bd}	Napetost na blokirni diodi
MOD	Modul
OCPR	Zmožnost zaščite za prevelik tok (overcurrent portection rating)
CTI	Indeks sledenja (comparative tracking index)
MPPT	Sledenje točki največje moči (maximum power point tracking)
I_{fav}	Srednja vrednost toka diode v prevodni smeri (forward average current)
V_{rrm} ali U_{rrm}	Najvišja ponavljajoča se napetost v zaporni smeri diode (repetitive peak reverse voltage)

4.5 OSNOVNI KONCEPTI VEZAV FE

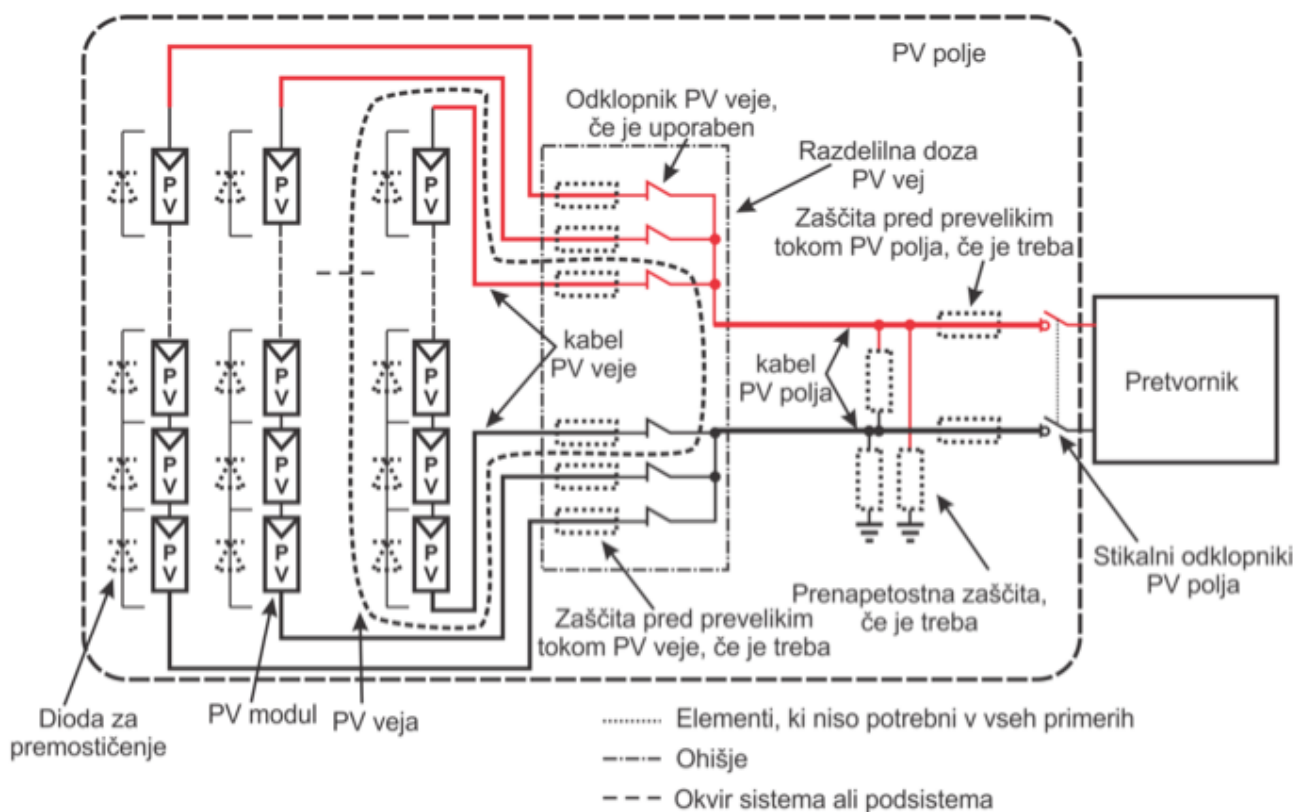
4.5.1 Klasični koncepti vezav FE



Osnovna shema, kjer PV-veja predstavlja celotno PV-polje. Vzporedno z moduli so diode, ki premostijo modul v primeru okvare. Diode so enake in morajo prenesti najmanj tak tok, kot ga lahko ustvarijo PV-moduli, zaporna napetost diode pa mora biti višja, kot je možna najvišja napetost neobremenjenega modula. Primer, če ima PV-modul podatke 100 W, 24 V, pomeni, da je treba uporabiti diodo, ki ima zaporno napetost U_{rrm} vsaj 50 V in tok I_{fav} vsaj 5 A. Ni treba, da je dioda hitra.

Za prenapetostno zaščito se lahko uporabijo varistorji, katerih deklarirana d. c. delovna napetost mora biti več kot U_{ocmax} PV-polja. Uporaba prenapetostnih odvodnikov je samo v posebnih pogojih in vezavi, zaradi enosmernih razmer enkrat aktiviran prenapetostni odvodnik ne more več prekiniti toka, ki teče skozenj, in predstavlja kratek stik, dokler se PV polje ne odklopi (tok skozi prenapetostni odvodnik pade na nič).

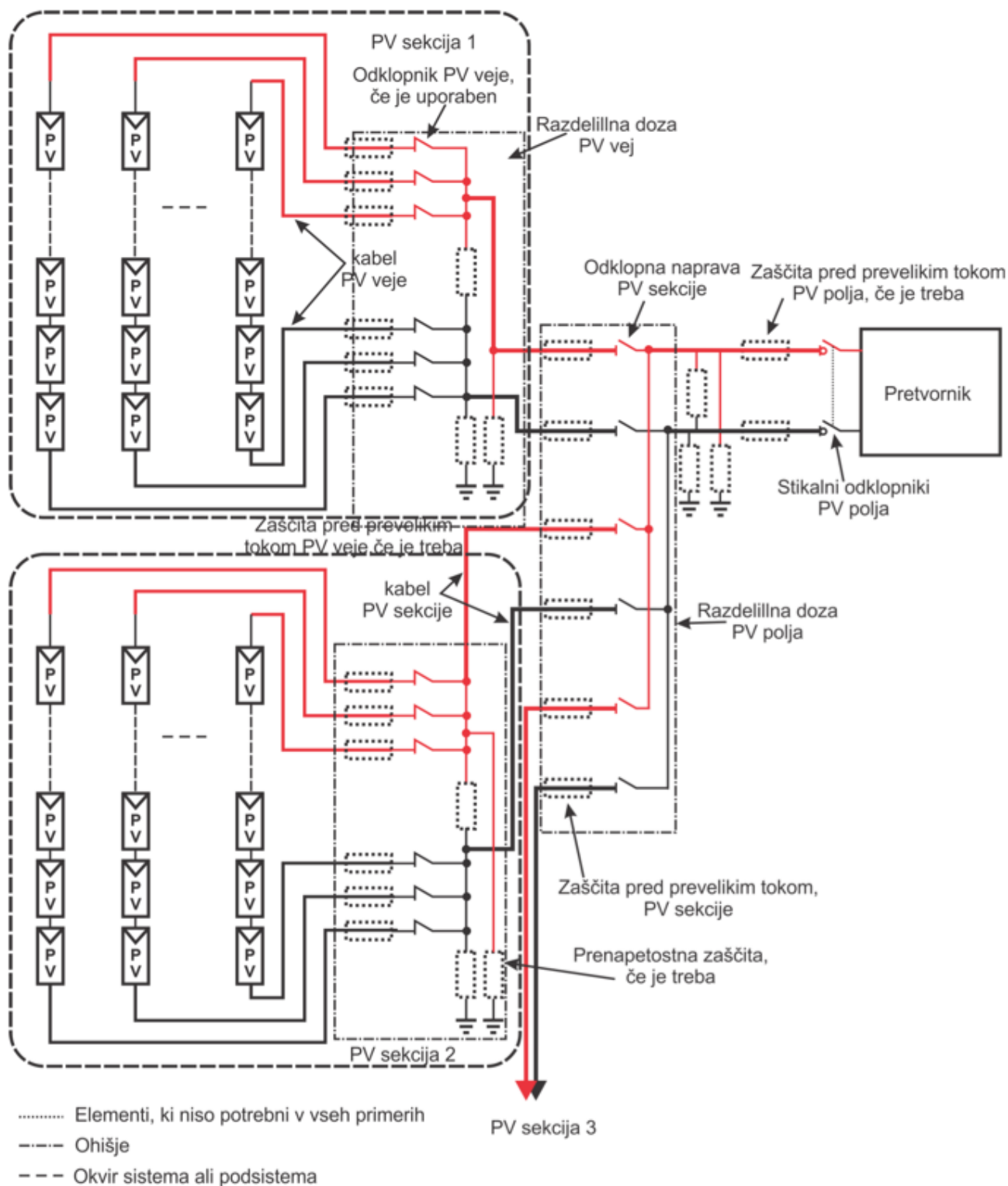
V eni PV-verigi določajo najvišji tok uporabljeni moduli, zato je zaščita pred prevelikim tokom praktično nepotrebna v sistemu z eno samo vejo.



Vzporedne veje dajejo tolikokrat večji tok, kolikor je vej vezanih vzporedno. Zaščita pred prevelikim tokom mora preprečiti povratni tok v PV-vejo v primeru njene okvare, ko vsi drugi moduli določajo skupni tok.

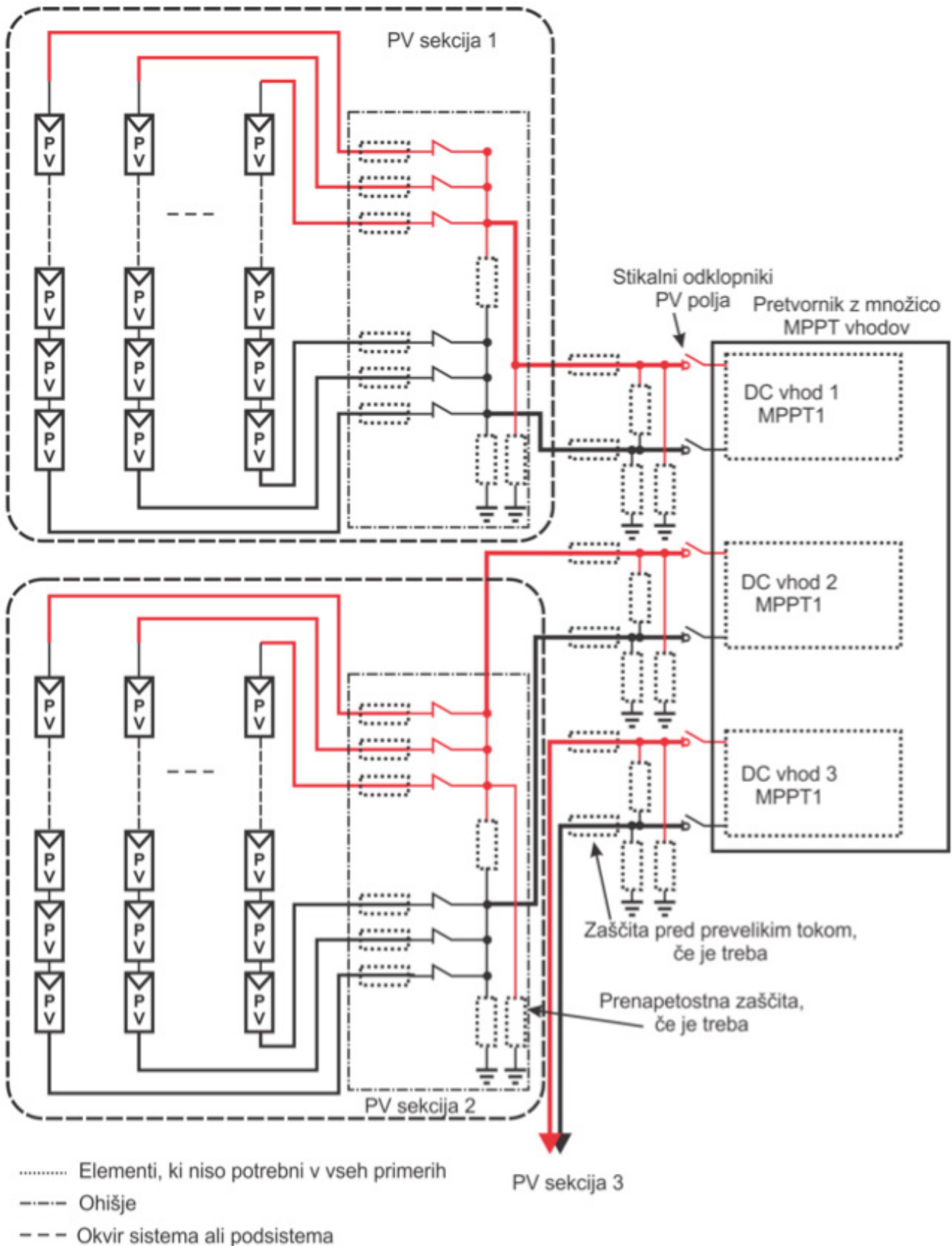
Tudi v kompleksnejših sistemih, kot sta predstavljena naprej, je treba uporabiti premostitvene diode in smiselno razporejeno zaščito pred prevelikim tokom.

Pri vzporedno vezanih vejah ali sekcijah je dobro vgraditi blokirne diode, ki preprečijo povratne tokove v PV-veje zaradi neenakosti, npr. v primeru neenakomerno osvetljene površine FE. Dioda je lahko navadna, mora pa prenesti najmanj tak tok, kot se v ščiteni veji lahko pojavi v kratkem stiku. Najvišja dovoljena zaporna napetost pa mora biti višja od enosmerne napetosti U_{oc} , ki se lahko pojavi v neobremenjenem sistemu. Če vzamemo spet za primer, da vejo sestavljajo moduli 24 V, 100 W, pomeni, da je tok ene veje lahko največ dobre 4 A, oziroma I_{fav} diode bi moral biti najmanj 5 A. Če predpostavljamo, da je v veji 42 modulov vezanih zaporedno, potem je izhodna napetost lahko nazivno 1000 V, pri odprtih sponkah je še višja, zato mora imeti uporabljena dioda dovoljeno zaporno napetost V_{rrm} najmanj 1500 V, priporočljivo najmanj $2U_{ocmax}$.



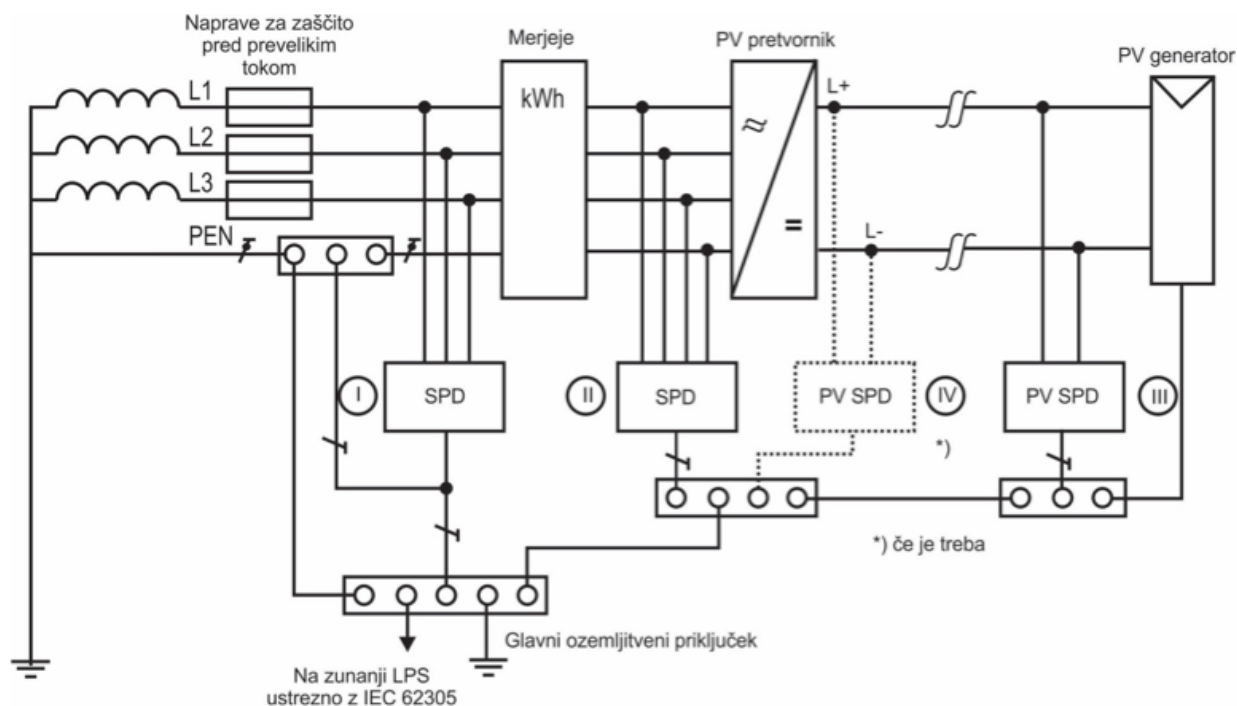
Vzporedna vezava dveh ali več sekcij se lahko izvede, če so sekcije enake, to pomeni enaki moduli, enako število PV-modulov na vejo, enako število PV-vej na sekcijo. V primeru neenakosti se obnaša kot sistem vzporedno vezanih tokovnih virov z različno najvišjo napetostjo. Moduli so neenakomerno obremenjeni in se lahko zgodi, da bo veja z najvišjo napetostjo vrivala tok tudi v vejo ali veje z nižjo skupno napetostjo.

Skratka, sekcije morajo biti enake, da so vsi moduli enako obremenjeni.



V sistemu, kjer je pretvornik z ločenimi vhodi, pa so med seboj lahko različne posamezne sekcije, ker so med seboj ločene.

4.5.2 Koncept postavitve SPD



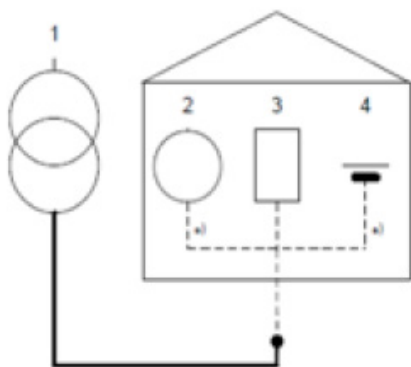
Situacija	Povezovalni vodnik	SPD na mestu inštalacije »I«	SPD na mestu inštalacije »II«	SPD na mestih inštalacije »III« in »IV« **
A	6 mm ² *	SPD razreda II ustrezno z IEC 61643-11 *	SPD razreda II ustrezno z IEC 61643-11 *	SPD razreda II ustrezno z IEC 61643-31 *
B	6 mm ²	SPD razreda I ustrezno z IEC 61643-11	SPD razreda II ustrezno z IEC 61643-11 *	SPD razreda II ustrezno z IEC 61643-31 *
C	16 mm ²	SPD razreda I ustrezno z IEC 61643-11	SPD razreda I ustrezno z IEC 61643-11	SPD razreda I ustrezno z IEC 61643-31

*) Če je treba.

***) Glej na zgornji sliki, če je v inštalaciji.

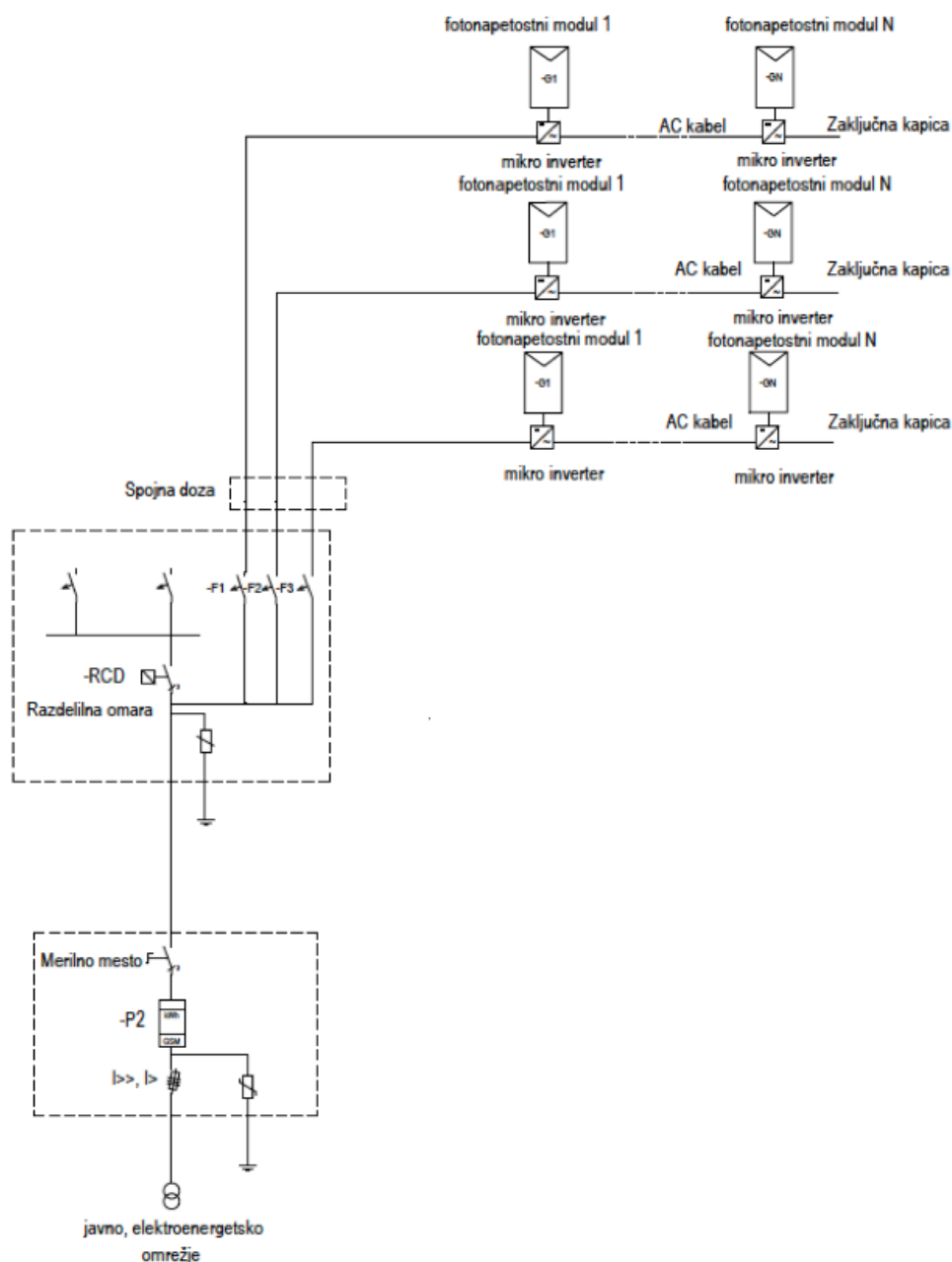
Izbira razreda SPD in prerez povezovalnega vodnika

4.5.3 Koncept vezave hranilnikov električne energije v sistem FE

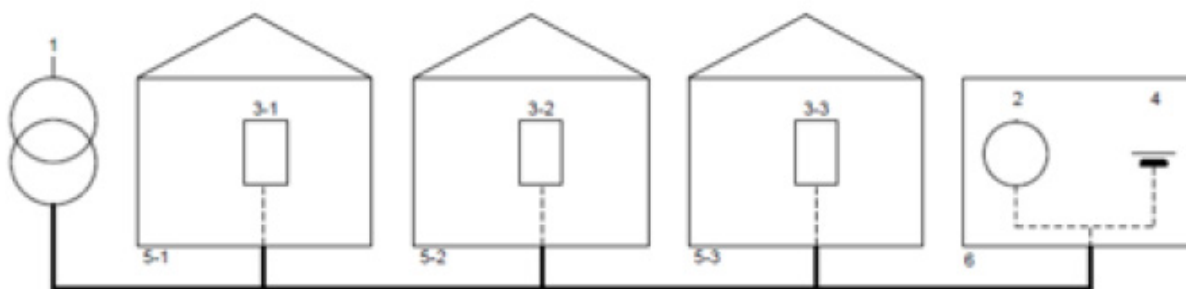


- 1 – javno elektroenergetsko omrežje (Public network),
- 2 – proizvodni viri (Power supplies),
- 3 – bremena (potrošniki, odjemalci) (Loads),
- 4 – hranilniki električne energije (Storage units),
- *) Opcija (vsaj eden mora biti prisoten) (Optional (at least, one of them shall be present)).

4.5.4 Koncept vezav FE z uporabo mikroinverterjev



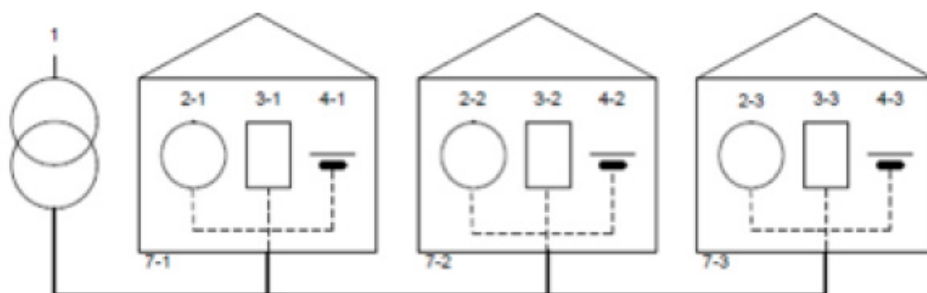
4.5.5 Koncept vezav FE v konfiguraciji »prosumer«



Več porabnikov si s pomočjo elektroenergetske infrastrukture deli skupne proizvodne enote in skupne hranilnike električne energije.

Legenda:

- 1 – javno elektroenergetsko omrežje (Public network),
- 2 – proizvajalci (Power supplies),
- 3-1 – breme 1 (Loads 1),
- 3-2 – breme 2 (Loads 2),
- 3-3 – breme 3 (Loads 3),
- 4 – hranilnik (Storage units),
- 5-1 – odjemalec 1 (Consumer 1),
- 5-2 – odjemalec 2 (Consumer 2),
- 5-3 – odjemalec 3 (Consumer 3),
- 6 – proizvodne enote (Producer).

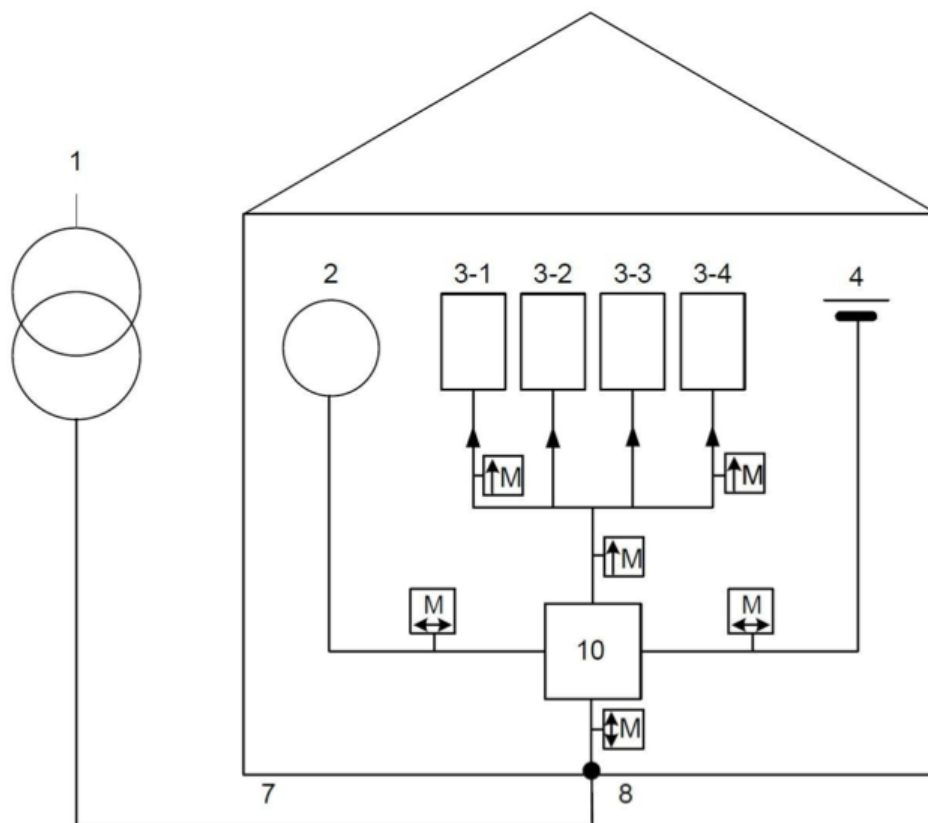


Več prosumerjev si s pomočjo elektroenergetske infrastrukture deli individualne proizvodnje enote in hranilnike električne energije.

Legenda:

- 1 – javno omrežje (Public network),
- 2-1 – proizvajalec 1 (Power supply 1),
- 2-2 – proizvajalec 2 (Power supply 2),
- 2-3 – proizvajalec 3 (Power supply 3),

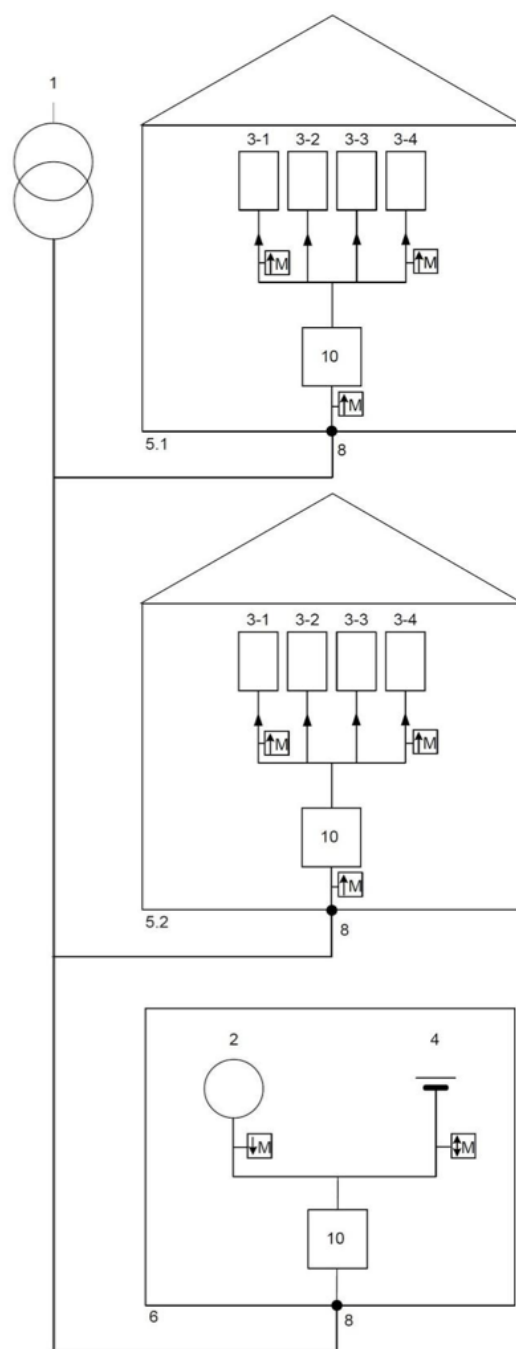
- 3-1 – breme 1 (Load 1),
- 3-2 – breme 2 (Load 2),
- 3-3 – breme 3 (Load 3),
- 4-1 – hranilnik električne energije 1 (Storage unit 1),
- 4-2 – hranilnik električne energije 2 (Storage unit 2),
- 4-3 – hranilnik električne energije 3 (Storage unit 3),
- 7-1 – prosumer 1 (Prosumer 1),
- 7-2 – prosumer 2 (Prosumer 2),
- 7-3 – prosumer 3 (Prosumer 3).



Legenda:

1	Javno omrežje	4	Hranilniki
2	Napajanja (viri)	7	Prosumer (proizvajalec/odjemalec)
3-1	Breme 1	8	Izhodišče inštalacije
3-2	Breme 2	10	Sistem za upravljanje z električno energijo (EEMS)
3-3	Breme 3	M	Merilnik energije/merilna oprema
3-4	Breme 4	<->	Smer pretoka energije

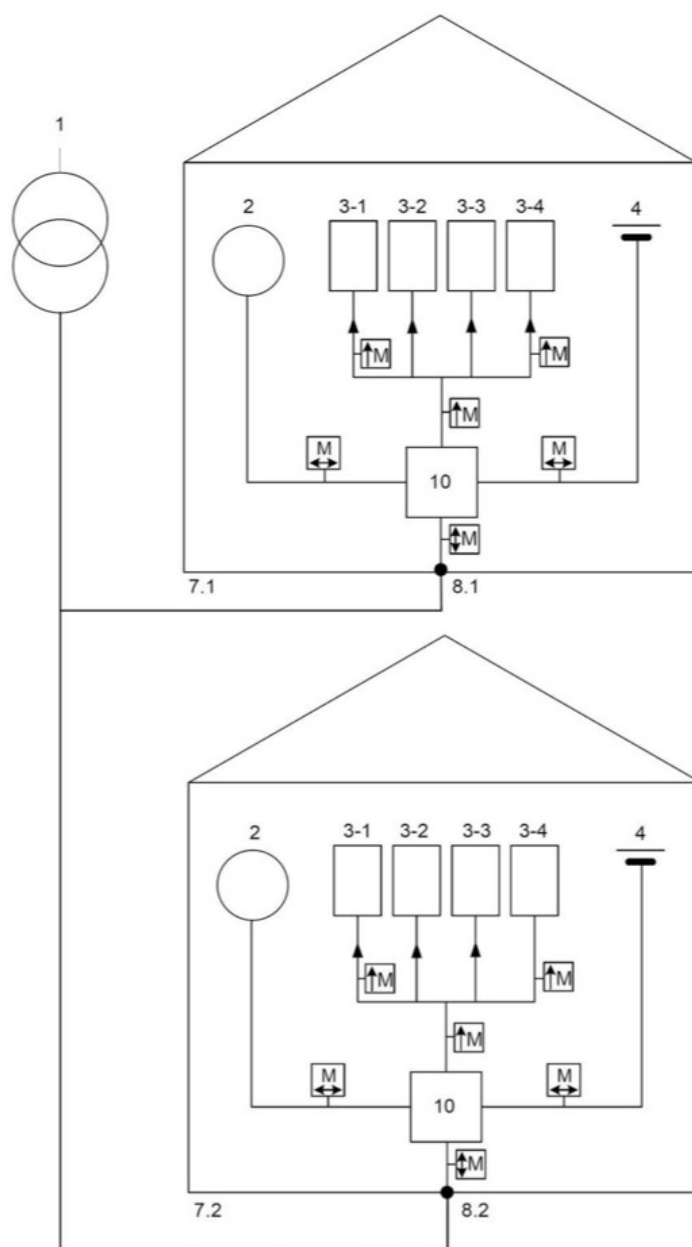
Primer vrste arhitekture električne inštalacije enega prosumerja



Legenda:

1	Javno omrežje	5-1	Odjemalec 1
2	Napajanja (viri)	5-2	Odjemalec 2
3-1	Breme 1	6	Proizvajalec
3-2	Breme 2	8	Izhodišče inštalacije
3-3	Breme 3	10	Sistem za upravljanje z električno energijo (EEMS)
3-4	Breme 4	M	Merilnik energije/merilna oprema
4	Hranilniki	<->	Smer pretoka energije

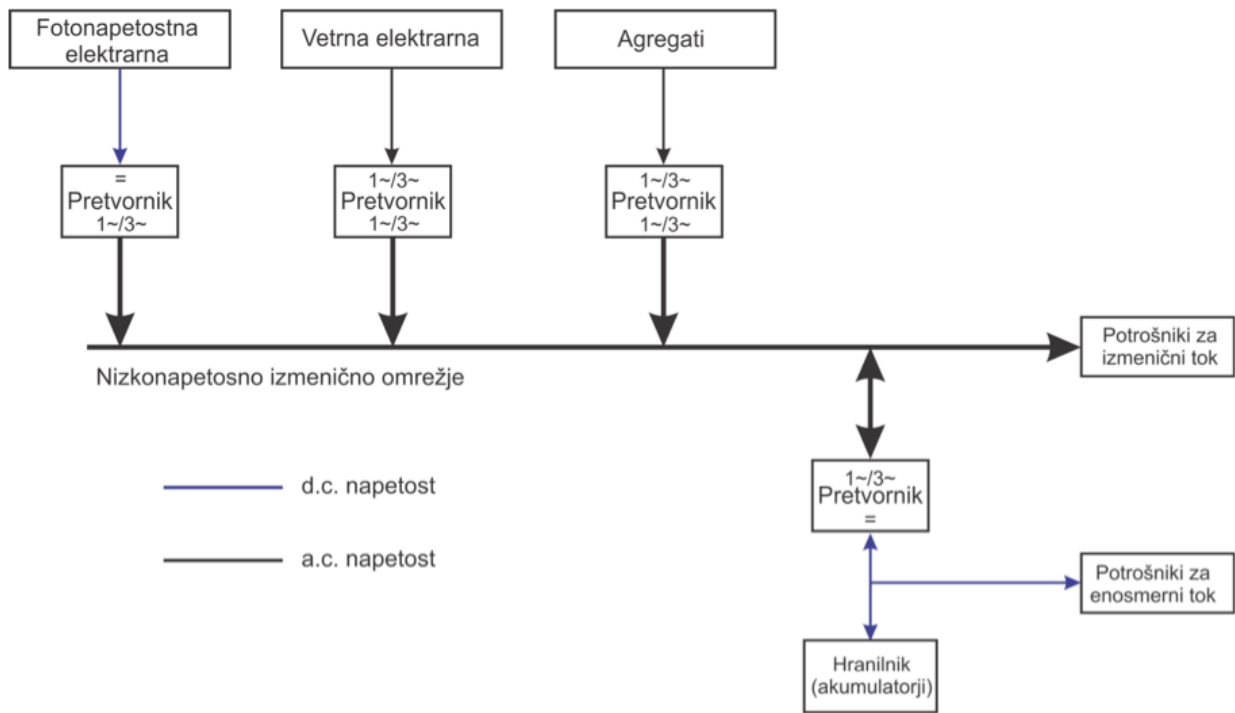
Primer vrste arhitekture električne inštalacije skupnega prosumerja



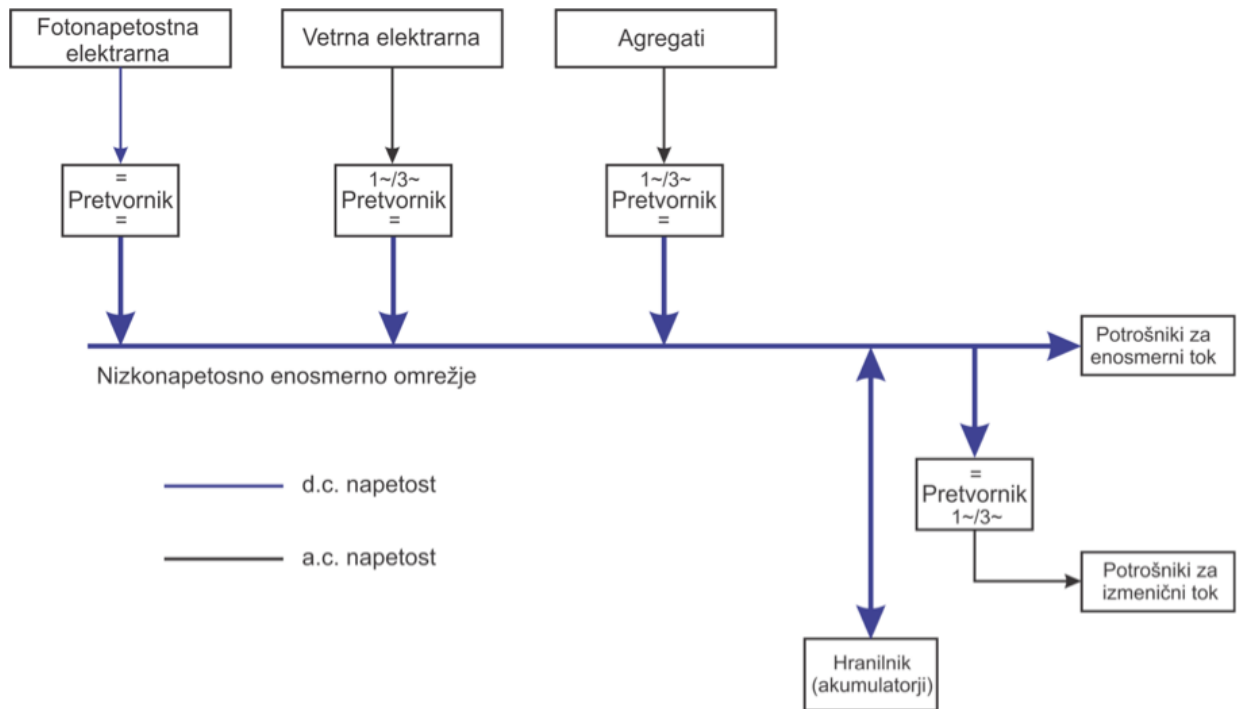
Legenda:

1	Javno omrežje	7-1	Proizvajalec 1
2	Napajanja (viri)	7-2	Proizvajalec 2
3-1	Breme 1	8-1	Izhodišče inštalacije 1
3-2	Breme 2	8-2	Izhodišče inštalacije 2
3-3	Breme 3	10	Sistem za upravljanje z električno energijo (EEMS)
3-4	Breme 4	M	Merilnik energije/merilna oprema
4	Hranilniki	<->	Smer pretoka energije

Primer vrste arhitekture električne inštalacije prosumerjev v medsebojni rabi



Otočni sistem v osnovi z izmeničnim nizkonapetostnim omrežjem



Otočni sistem z osnovnim enosmernim nizkonapetostnim omrežjem

5. Varnostna zaščita

Osnovne zahteve za zaščito pred električnim udarom (in pri njem) so zajete v Tehnični smernici TSG-N-002: Niskonapetostne električne inštalacije (Poglavji: Zaščita pred električnim udarom in Zaščitna in obratovalna (funkcijska) ozemljitev). Vse druge posebnosti in dodatne zahteve v povezavi s fotonapetostnimi sistemi so navedene v nadaljevanju.

5.1 Funkcionalna (obratovalna) ozemljitev DC-tokokroga (Functional earthing of a d.c polarity)

Določene tehnologije PV-modulov (Thin film ...) zaradi delovanja zahtevajo ozemljitev DC tokokroga, ki je lahko izvedena direktno ali preko upora. V primeru zahtevane ozemljitve je treba upoštevati naslednje pogoje:

Treba je zagotoviti galvansko ločitev med tokokrogi na DC- in AC-strani. Ločitev je lahko izvedena v razsmerniku (razsmerniki s transformatorjem) ali izven razsmernika. Kadar je izvedena izven razsmernika, je treba zagotoviti:

- po en transformator na vsak razsmernik;
- v primeru enega transformatorja z več navitji mora imeti vsak razsmernik svoje navitje na sekundarni strani;
- uporabljeni razsmerniki morajo podpirati možnost zunanje galvanske ločitve;
- ozemljitev DC-tokokroga naj bo izvedena na eni točki tokokroga, blizu DC-vhoda razsmernika ali v samem razsmerniku.

Opomba: ozemljitev naj bi bila izvedena čim bližje DC izklopni točki razsmernika, razen če proizvajalec PV-modulov predpisuje drugače.

Dodatne zahteve glede na izvedbo ozemljitve DC-tokokroga:

- v primeru direktne ozemljitve je potrebna zaščita s samodejnim izklopom, da se v primeru napake prepreči tok v ozemljitvenem tokokrogu (glej 4.3.2);
- v primeru ozemljitve preko upora je potrebna zaščita z izolacijsko nadzorno napravo, da se v primeru napake omeji napetost na uporu (glej 4.3.2); če proizvajalec PV-modulov ne poda mejne vrednosti, se izvede direktna ozemljitev.

5.2 Zaščita pred električnim udarom (in pri njem)

(Glej TSG-N-002, poglavje 4: Zaščita pred električnim udarom.)

5.2.1 Uvod

Razlike, ki so navedene, izhajajo iz posebnosti fotonapetostnih sistemov, ki poleg AC izmeničnih uporabljajo tudi DC enosmerne tokokroge.

Vsa oprema fotonapetostnega sistema na strani DC-tokokrogov se šteje, da je stalno pod napetostjo, neodvisno od primera, ko je AC-tokokrog ločen (izključen) od elektroenergetskega omrežja ali ko je razsmernik ločen (izključen) od DC-tokokroga.

Varnostni ukrep, kot je določen v Prilogi B standarda IEC 60364-4-41, ki predvideva uporabo prepreke ali izven dosega roke, se v tem primeru na sme uporabiti.

Varnostni ukrep, kot je določen v Prilogi C standarda IEC 60364-4-41, ki predvideva:

- neprevodno lokacijo,
- izenačitev točke potenciala brez ozemljitve,
- električno ločitev zagotavljanja toka z uporabo naprav, se v tem primeru na sme uporabiti.

Na strani AC-tokokrogov je treba izvesti eno od navedenih zaščit:

- samodejni odklop napajanja,
- zaščito z malo napetostjo (SELV in PELV).

Na strani DC-tokokrogov je treba izvesti vsaj eno od navedenih zaščit:

- dvojno ali ojačeno izolacijo,
- zaščito z malo napetostjo (SELV in PELV).

5.2.2 Zaščitni ukrep: samodejni odklop napajanja

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščita s samodejnim odklopom napajanja.)

V primeru funkcionalne (obratovalne) ozemljitve DC-tokokroga oziroma potrebe po dodatni ozemljitvi razsmernika je treba nezaščitene prevodne dele razsmernika dodatno povezati z zaščitnim vodnikom, kot je zahtevano skladno z IEC 62477-1 (sklic na 7.10).

Opomba: ob izdaji IEC 62109-1 nadomesti IEC 62477-1.

5.2.3 Zaščitni ukrep: uporaba naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo

(Glej TSG-N-002: poglavje 6: Zaščita z uporabo naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo.)

Vsa oprema (PV-moduli, električne omarice, kabli, konektorji ...) fotonapetostnega sistema na strani DC-tokokrogov, do DC-priključkov na razsmernik, naj ima izolacijo razreda II ali ekvivalentno.

Če PV-moduli ustrezajo zahtevam razreda A, kot jih določa IEC 61730-1, se razume, da ustrezajo zahtevam izolacije razreda II po standardu IEC 62109-1.

5.2.4 Zaščitni ukrep: električna ločitev

(Glej TSG-N-002: poglavje 4.8: Zaščita z električno ločitvijo.)

Električno ločitev je treba izvesti le za primer servisiranja oziroma popravil na strani pretvornika, da se zagotovita varen dostop in delo osebe, ki to delo opravlja. Pri tem pa se električna ločitev dovoljuje le, če je napetost nižja od 500 V.

5.2.5 Zaščitni ukrep: mala napetost SELV in PELV

(Glej TSG-N-002: poglavje: Zaščita pred električnim udarom z malo napetostjo.)

Za zaščito z malo napetostjo SELV in PELV na DC-tokokrogih UOC MAX ne sme preseči vrednosti 120 V enosmerne napetosti.

V primeru vlažnih ali mokrih pogojev je potrebna osnovna zaščita, če napetost v SELV ali PELV presega 12 V v AC ali 30 V v DC-tokokrogih.

Izolacija med DC- in AC-tokokrogi naj bo izvedena zunaj ali znotraj razsmernika.

Paziti je treba pri pravilni izbiri in vezavi modulov. Običajno imajo moduli z nazivno napetostjo 24 V izhodno napetost lahko tudi 35 V.

Opomba: pri FE večjih moči so moduli v eni veji vezani zaporedno, da dosežejo napetost 1000 V ali celo do 1500 V, kolikor je zgornja meja za področje nizke napetosti.

5.2.6 Zaščita pri okvari izolacije

Funkcionalna (obratovalna) ozemljitev delov pod napetostjo na DC-strani tokokroga, z namenom zaščite pred vplivi zaradi poškodb izolacije, kadar ni izvedena galvanska ločitev tokokrogov v razsmerniku ali AC-strani, ni dovoljena.

V primeru okvare ozemljitve na DC-strani je treba zagotoviti avtomatski izklop razsmernika na AC-strani ali izključiti okvarjeno polje PV-modulov od razsmernika.

Avtomatski odklop mora biti zagotovljen s strani razsmernika (zahteva SIST EN 62109). Avtomatski odklop okvarjenega polja PV-modulov lahko zagotovi RCD.

V primeru okvare ozemljitve na DC-strani je treba zagotoviti avtomatsko opozorilo. Kadar okvaro ozemljitve na DC-strani zazna razsmernik, je treba skladno z IEC 62109 zagotoviti, da razsmernik sproži alarm.

Funkcionalna (obratovalna) ozemljitev delov pod napetostjo na DC-strani tokokroga je dovoljena namenom zaščite pred vplivi zaradi poškodb izolacije, kadar je izvedena galvanska ločitev tokokrogov v razsmerniku ali na AC-strani.

Kadar ni funkcionalne (obratovalne) ozemljitve DC-tokokroga, je treba uporabiti napravo za nadzor nad izolacijo ali ekvivalentno, da se zagotovi nadzor.

Kadar pa imamo funkcionalno (obratovalno) ozemljitev DC-tokokroga, je treba uporabiti napravo za zaščito pred okvaro ozemljitve. V primeru okvare ozemljitve je treba, zaradi funkcionalnih razlogov, ločiti funkcionalno (obratovalno) ozemljitev FE-generatorja, da se prepreči okvarni tok, kar mora voditi do izklopa razsmernika.

V primeru funkcionalne (obratovalne) ozemljitve DC-tokokroga s pomočjo upora je treba uporabiti napravo za nadzor nad izolacijo ali ekvivalentno, da se zagotovi nadzor.

Če pride do okvare ozemljitve na DC-strani, je treba zagotoviti avtomatsko opozorilo, kar lahko, kadar razsmernik zazna okvaro ozemljitve na DC-strani, skladno s SIST EN 62109, zagotovi razsmernik.

Skladno s točko 411.6.3.1 standarda IEC 60364 se priporoča, da se okvara odpravi v najkrajšem možnem času.

5.2.7 Zaščita pred požarom kot posledica okvare ali nepravilnega delovanja električne opreme

(Glej TSG-N-002: poglavje 7.1: Zaščita pred toplotnim učinkom.)

Okvare, poškodbe ali vžig opreme, poškodbe živali ali ljudi ter imetja se lahko povzročijo zaradi naslednjih vplivov:

- akumuliranje toplote, sevanje toplote, vroči deli;
- zmanjševanje varnostnih funkcij električne opreme, kot na primer ukinjanje zaščitnih naprav, stikal, termostatov, tesnil za kableske preboje;
- nadtok;
- okvare izolacije in/ali okvare, ki povzročajo obloke;
- višje harmonske komponente toka;
- udari strele;
- prenapetost;
- neprimerna izbira ali namestitvev opreme.

V primeru fotonapetostnih sistemov se kot vir vžiga lahko predvideva predvsem tvorjenje oblokov, ki so lahko posledica različnih okvar, poškodb ali dotrajanosti materiala. Kjer se obloki pri normalnem delovanju lahko pričakujejo, je treba zagotoviti, da je:

- oprema popolnoma obdana z materiali, ki so odporni proti oblokom; ali
- oprema zaščitena z zasloni, ki so odporni na obloke; ali
- oprema nameščena s takim odmikom, da obloki, ki se tvorijo, ne škodijo lastnim in drugim elementom.

Da je material odporen proti oblokom, mora biti negorljiv, slabo toplotno prevoden in take debeline, da nudi ustrezno mehansko zaščito. Tak ustrezen material je plošča iz steklenih vlaken in silikata, debeline najmanj 20 mm.

5.3 Zaščita pred kratkostičnimi toki

Osnovne zahteve zaščite pred nadtokovi so zajete v TSG-N-002, poglavje: Zaščita pred preobremenitvijo vodnikov (sklic 7.10.3).

5.3.1 Zahteve glede vrste tokokrogov

Polje PV-modulov z več vzporednimi PV-nizi mora biti zaščiteno pred pojavi povratnih tokov, do katerih lahko pride v primeru napak v posameznih nizih:

- a) V primeru PV-polja z enim ali dvema vzporednima PV-nizoma nadtokovna zaščitna naprava ni potrebna.
- b) V primeru PV-polja z N_s vzporednimi nizi (več kot dva) je v primeru napake v nizu največji povratni tok enak $(N_s - 1) I_{SC\ MAX}$. Potrebna je zaščitna naprava za vsak niz, kjer je:

$$1.35 I_{RM} < (N_s - 1) I_{SC\ MAX}$$

Največji povratni tok I_{RM} je ključni parameter zaščite PV-modulov, določa ga termična vzdržnost PV-modula pod testnimi pogoji največjega povratnega toka $I_{TEST} = 1.35 I_{RM}$ v času trajanja dveh ur (iz IEC 61730).

Vsi vzporedno vezani nizi morajo imeti enako vrednost nazivne napetosti, kar v praksi pomeni, da se v niz veže enako število ekvivalentnih modulov.

Če ima razsmernik več neodvisnih MPP-enot za nadzor moči in se, zaradi oblike razsmernika, med njihovimi vhodi ne more ustvariti povratni tok, potem je N_s enako številu nizov, ki so vezani na en vhod.

Za zaščito PV-nizov se uporabijo nadtokovne zaščitne naprave, kot so določene v 5.3.2 skladno s termično vzdržnostjo PV-modulov (določeno v IEC 61730).

Kjer se zahtevajo nadtokovne zaščitne naprave za zaščito PV-nizov, naj njihov nazivni tok ustreza pogoju:

$$1.1 * I_{SC\ MAX\ niza} \leq I_n \leq I_{RM}$$

Koeficient 1,1 je varnostni faktor stalnega delovanja nadtokovne zaščitne naprave pod normalnimi pogoji delovanja. Koeficient je treba prilagoditi, kadar se uporablja več različnih tehnologij PV-modulov.

Praviloma mora biti vsak PV-niz zaščiten s svojo nadtokovno zaščitno napravo. Kadar ena nadtokovna zaščitna naprava ščiti več vzporednih nizov, mora nazivni tok ustrezati pogoju:

$$N_p * 1.1 * I_{SC\ MAX\ niza} \leq I_n \leq I_{RM} - (N_p - 1) * I_{SC\ MAX}$$

N_p je število vzporednih nizov, vezanih na eno nadtokovno zaščitno napravo.

5.3.2 Vrste zaščitnih naprav

(Glej TSG-N-002: poglavje: Stikalne in zaščitne naprave.)

V primeru nadtokovne zaščitne naprave za DC-tokokroge je treba zaščititi oba pola tokokroga, ne glede na koncept tokokroga. Če je v uporabi funkcionalna (obratovalna) ozemljitev, se mora pol, ki ni ozemljen, zaščititi z nadtokovno zaščitno napravo.

Blokirne diode v PV-modulih, uporabljene za povezavo v PV-nize, niso mišljene kot naprave za nadtokovno zaščito.

Nadtokovne zaščitne naprave za DC-tokokroge morajo imeti oznako gPV skladno z IEC 60269-6 ali ekvivalentne naprave v skladu z IEC 60947 ali IEC 60898. Nadtokovne zaščitne naprave z oznako gG za DC-tokokroge fotonapetostnih sistemov niso primerne.

5.3.3 Zaščita pri preobremenitvenem toku

(Glej TSG-N-002: poglavje: Zaščita pred preobremenitvijo vodnikov.)

Če se glede na 5.3.1 predvideva nadtokovna zaščitna naprava na DC-tokokrogu, je treba ščititi oba pola, ne glede na uporabo funkcionalne (obratovalne) ozemljitve. Pri tem je treba upoštevati:

- V primeru PV-polja z enim ali dvema vzporednima PV-nizoma nadtokovna zaščitna naprava ni potrebna (glej 5.3.1 a). Trajni vzdržni tok kabla ali vodnika PV-niza naj bo enak ali večji od največjega toka niza:

$$I_{SC\ MAX\ niza} \leq I_z$$

- V primeru PV-polja z N_s vzporednimi nizi (več kot dva) je največji povratni tok kabla ali vodnika PV-niza enak $(N_s - 1) I_{SC\ MAX}$ in je potrebna ena izmed rešitev:
 - Če nadtokovna zaščitna naprava ni potrebna (glej 5.3.1 b), naj bo trajni vzdržni tok vodnika enak ali večji od največjega povratnega toka:

$$(N_s - 1) I_{SC\ MAX\ niza} \leq I_z.$$

- Če je nadtokovna zaščitna naprava potrebna (glej 5.3.1 b), naj bo trajni vzdržni tok vodnika PV niza I_z enak ali večji od nazivnega toka zaščitne naprave:

$$I_n \leq I_z.$$

Za določitev niza $I_{SC\ MAX}$ pogledjte Prilogo B standarda IEC 60364-7-712.

Pri zaščiti vodnikov PV-polja je treba upoštevati:

- V primeru FE-generatorja z enim ali dvema PV-poljema nadtokovna zaščitna naprava vodnikov ali kablov PV-polja ni potrebna. Naj bo trajni vzdržni tok kabla ali vodnika PV polja enak ali večji od največjega toka polja:

$$I_{SC\ MAX\ PV\ polja} \leq I_z.$$

- V primeru FE-generatorja z N_a vzporednimi polji (več kot dva) je največji povratni tok vodnika PV-polja enak $(N_a - 1) I_{SC\ MAX}$. Potrebna je ena izmed rešitev:
 - Kadar nadtokovna zaščitna naprava ni uporabljena, naj bo trajni vzdržni tok vodnika ali kabla PV-polja I_z enak ali večji od največjega povratnega toka polja:

$$(N_a - 1) I_{SC\ MAX\ PV\ polja} \leq I_z.$$

- Kadar je nadtokovna zaščitna naprava na kablu ali vodniku PV-polja uporabljena, naj nazivni tok I_n in trajni vzdržni tok vodnika ali vodnika PV polja I_z ustrezata pogoju:

$$1.1 I_{SC\ MAX\ PV\ polja} \leq I_n \leq I_z.$$

Koeficient 1,1 je varnostni faktor stalnega delovanja nadtokovne zaščitne naprave pod normalnimi pogoji delovanja. Koeficient je treba prilagoditi, kadar se uporablja več različnih tehnologij PV-modulov, ki tvorijo PV-polja.

Zahteve za dimenzioniranje kablov ali vodnikov PV-podpolja se uporabljajo na enak način kot za PV-polja.

Trajni vzdržni tok glavnega DC-vodnika ali kabla I_z naj bo enak ali večji od največjega toka FE-generatorja:

$$I_{SC\ MAX\ FE-generatorja} \leq I_z.$$

Nazivni tok nadtokovne zaščitne naprave za glavni AC napajalni vodnik ali kabel naj upošteva načrtovani izhodni AC-tok razsmernika. Načrtovani izhodni AC-tok razsmernika je največji AC-tok, ki ga poda proizvajalec razsmernika oziroma 1,1-kratnik nazivnega, če ni podan v tehničnih podatkih.

5.3.4 Zaščita pred kratkostičnim tokom

(Glej TSG-N-002: poglavje 6.3: Zaščita pred kratkostičnim tokom.)

AC napajalni vodnik ali kabel naj bo zaščiten pred kratkostičnim tokom z nadtokovno zaščitno napravo v električnem razdelilniku AC-inštalacije.

5.4 Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami

Poleg zahtev in usmeritev v TSG-N-003, poglavje: Zaščita pred delovanjem strele, je treba upoštevati tudi projektne pogoje SODO ter zahteve in usmeritve, ki so zapisane v nadaljevanju.

Glede na zahteve v *Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele* mora projektant pri namestitvi fotonapetostne elektrarne na stavbo ali objekt opozoriti investitorja o izdelavi ocene tveganja pred udarom strele, ki se izvede po metodologiji, navedeni v tehnični smernici **TSG-N-003 Zaščita pred delovanjem strele**. Po postopku, navedenem v standardu **SIST EN 62305-2 Zaščita pred delovanjem strele – 2. del: Vodenje rizika**, se izračuna tveganje R za vsako škodo in primerja s tolerančnim tveganjem R_T (sklic 7.10.4).

5.4.1 Zaščita nizkonapetostnih inštalacij pred kratkimi prenapetostmi zaradi napak na ozemljitvi visokonapetostnih in nizkonapetostnih sistemov

Pravila predstavljajo zahteve za zagotavljanje varnosti nizkonapetostnih inštalacij v primeru:

- napake med visokonapetostnim sistemom ter ozemljitvijo v transformatorju, ki napaja nizkonapetostno inštalacijo;
- izgube napajanja nevtralnega vodnika ali kabla v nizkonapetostnem sistem;
- kratkega stika med linijskim in nevtralnimi vodnikom ali kablom;
- ozemljitve pri poškodbi linijskega vodnika ali kabla pri nizkonapetostnem IT-sistemu.

Zahteve za izvedbo ozemljitve v transformatorjih so opredeljene v SIST EN 61936-1.

5.4.2 Prenapetosti v nizkonapetostnih sistemih med okvaro ozemljitve pri visokonapetostnih sistemih

Če pride do okvare ozemljitve pri visokonapetostnih sistemih, se v transformatorjih v nizkonapetostnih sistemih lahko pojavijo naslednje prenapetosti:

- okvarna napetost omrežne frekvence (Power frequency fault-voltage) (U_1) in
- stresna napetost omrežne frekvence (Power frequency stress-voltage) (U_1 in U_2).

Na višino teh dveh napetosti vpliva lahko le dobavitelj električne energije s pravilno postavitvijo tokokrogov in ozemljil.

5.4.3 Velikost in trajanje nevarne napetosti dotika

Napetost dotika je zelo pomembna s stališča varnosti. Pri projektiranju FE je treba zagotoviti, da napetost dotika ne preseže dovoljene varne meje.

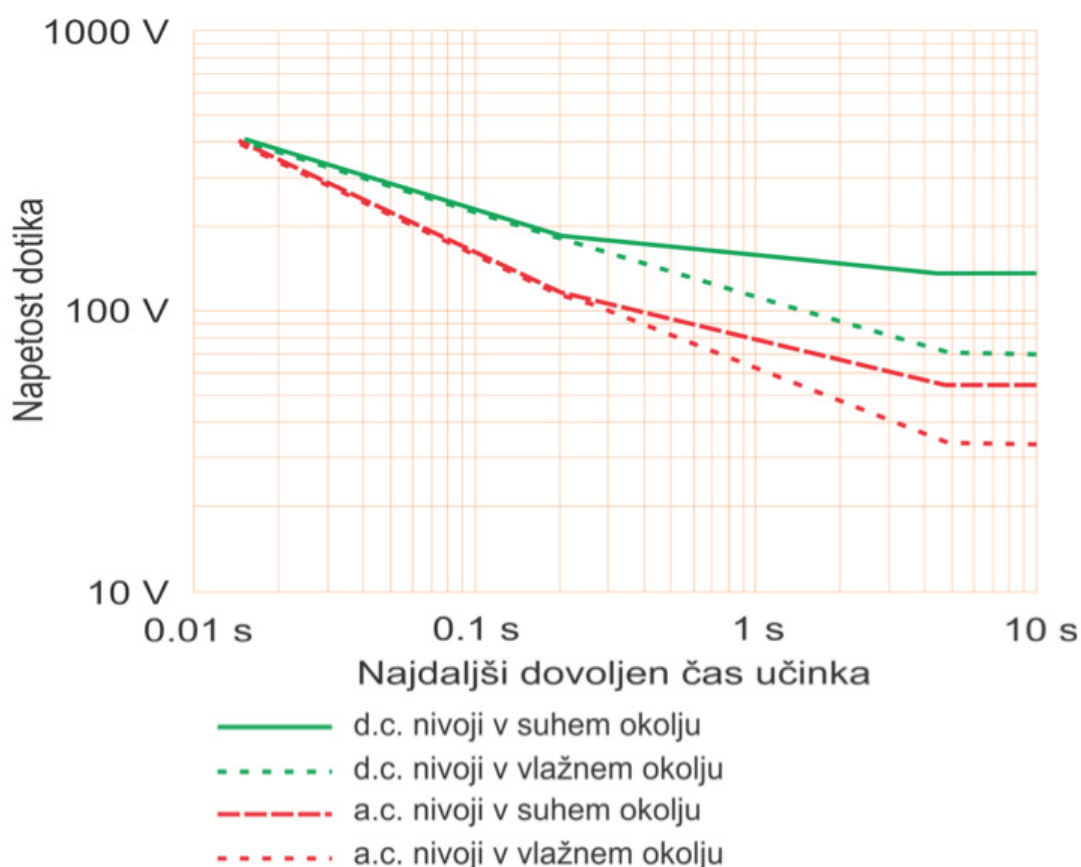


Diagram je povzet iz SIST EN 61010-1 za dovoljeno napetost dotika pri eni okvari.

Mejna vrednost napetosti dotika je odvisna tako od okolja, kjer je postavljena FE, kot tudi od frekvence. Pri omrežni frekvenci so razmere najneugodnejše. Kot je omenjeno že pod sliko, je treba upoštevati primer ene okvare, zaradi katere mora biti sistem FE še vedno varen.

Mejne vrednosti trajne napetosti dotika so:

120 V d. c. in 50 V d. c. za suho okolje;

60 V d. c. in 25 V a. c. za vlažno okolje.

5.4.4 Stresna napetost v primeru izgube nevtralnega vodnika ali kabla pri sistemih TN in TT

Če se prekine nevtralni vodnik ali kabel v večfaznem sistemu, je treba obravnavati tudi osnovno, dvojno ali ojačano izolacijo kakor tudi komponente, saj so izpostavljene kratki linijski napetosti. Stresna napetost je lahko velikosti do:

$$U = \sqrt{3} U_0.$$

5.4.5 Stresna napetost omrežne frekvence v primeru okvare ozemljitve pri IT-sistemu z razporejenim nevtralnimi delom

Če se v ali po nesreči ozemlji linijski vodnik ali kabel v IT-sistemu, je treba obravnavati tudi izolacijo kakor tudi komponente, saj so izpostavljene kratki linijski napetosti med linijskim vodnikom ali kablom ter nevtralnimi vodnikom ali kablom. Stresna napetost je lahko velikosti do:

$$U = \sqrt{3} U_0.$$

5.4.6 Stresna napetost omrežne frekvence v primeru kratkega stika med linijskim ter nevtralnimi vodnikom ali kablom

Če se dogodi kratek stik med faznim in nevtralnimi vodnikom ali kablom, je treba obravnavati tudi napetost med drugimi linijskimi vodniki ali kabli ter nevtralnimi vodnikom ali kablom, saj se lahko za čas do 5 s dosežejo napetosti do $1,45 \times U_0$.

5.4.7 Zaščita pred prenapetostmi strele ali stikanja

Poglavje obravnava zaščito električnih inštalacij pred prehodnimi prenapetostmi atmosferskega izvora, ki se prenašajo preko distribucijskega omrežja, ter pred prenapetostmi zaradi stikanja.

Poudarek mora biti na prenapetostih, ki se pojavijo na izvoru inštalacije, v odvisnosti od predvidenega števila atmosferskih razelektritev, od lokacije ter od SPD-naprav. Cilj je, da se vpliv zaradi dejavnikov prenapetosti zmanjša na sprejemljivo raven, kar pomeni varnost oseb, živali in opreme ter zagotavljanja delovanja FE-sistemov.

Poglavje se ne nanaša na prenapetosti zaradi direktnega ali bližnjega udara strele. To je navedeno v standardih SIST EN 62305-1, SIST EN 62305-3, SIST EN 62305-4 ter seriji SIST EN 61643. Prav tako se lahko uporabi TSG-N-003.

5.4.8 Prenapetostne zaščitne naprave (SPD)

Pri zaščiti enosmerne strani s prenapetostnimi zaščitnimi napravami se upošteva tudi poglavje 5.3.4.

Če je prenapetostna zaščita potrebna za izmenično stran, je potrebna tudi za enosmerno stran. Izbirati je treba take SPD, ki jih proizvajalec priporoča za uporabo pri enosmerni strani PV-sistema. Glede na razdaljo med razsmernikom in izvorom inštalacije je treba zaradi prenapetosti na izmenični strani poskrbeti za dodatne zaščitne ukrepe. Za izmenično stran se uporabi SPD, ki ustrezajo standardu SIST EN 61643-11. Če se ščiti tudi informacijska tehnologija, je treba prenapetostno zaščito obravnavati po standardu SIST EN 61643-22, SPD za ta primer pa izbrati tako, da ustreza standardu SIST EN 61643-21.

Kadar prenapetostna zaščita na izmenični strani ni potrebna, je treba določiti oceno tveganja, s katero se določi, ali je potrebna enosmerni strani. Ocena tveganja temelji na kritični dolžini, ki se primerja z dolžino. SPD je treba na enosmerni strani namestiti, če je:

$$L \geq L_{crit}$$

kjer je:

L najdaljša razdalja (m) med razsmernikom in najbolj oddaljenim PV-modulom.

L_{crit} (m) je odvisna od tipa PV-inštalacije in se določi na osnovi spodnje tabele:

Tabela: izračun kritične dolžine L_{crit}

Tip PV-inštalacije	PV-inštalacija je nameščena na stavbo	PV-inštalacija ni nameščena na stavbo
L_{crit} (m)	$115/N_g$	$200/N_g$
$L \geq L_{crit}$ (m)	SPD so potrebne na enosmerni strani	

Opomba: N_g je frekvenca strel na lokaciji

(http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/dokumenti/karta_max_vred_gost_strel.pdf) na km^2 na leto in se izračuna $N_g = 0,1 T_d$, kjer je T_d število strel na leto.

Če je PV-instalacija zaščiten z napravo, ki je skladna s SIST EN 62305-4, se lahko L zmanjša za dolžino, ki je enaka dolžini ščitenega dela.

5.4.9 Ukrepi pred drugimi elektromagnetnimi vplivi

Glede na zahteve pravilnika za elektromagnetno združljivost predstavlja PV-sistem električno opremo, ki mora ustrezati zahtevam tega pravilnika. Glede na specifična okolja, kjer je taka sončna elektrarna postavljena, je treba smiselno upoštevati zahteve standardov:

Okolje	Bivalno, poslovno okolje in okolje lahke industrije	Industrijsko okolje	Transformatorske postaje oziroma druge elektrarne
Odpornost	SIST EN 61000-6-1	SIST EN 61000-6-2	SIST-TS IEC/TS 61000-6-5
Oddajanje motenj	SIST EN 61000-6-3	SIST EN 61000-6-4	

5.4.10 Zaščita pri podnapetosti

Za PV-sisteme, ki oddajajo električno energijo v javno napajalno omrežje, je treba zagotoviti zaščito pred prenizko napetostjo tako kot za druge izvore, ki napajajo to omrežje. Razlog je v možni preobremenitvi razsmernika.

6. Ukrepi požarne varnosti

Osnovno načelo požarne varnosti je, da se nivo požarne varnosti objekta ali stavbe ohrani in se z namestitvijo fotonapetostnih sistemov ne sme zmanjšati. To pomeni, da je treba pri načrtovanju fotonapetostnega sistema na obstoječih objektih ali stavbah upoštevati obstoječi požarnovarnostni koncept. V primeru novogradenj pa je treba nameščanje fotonapetostnih sistemov vključiti v požarnovarnostni koncept in vnaprej načrtovati.

6.1 Zakonodajna izhodišča

Varnost pred požarom spada med **bistvene zahteve** Gradbenega zakona. V skladu s 15. členom Gradbenega zakona morajo objekti izpolnjevati bistvene zahteve glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti objekta ter druge zahteve.

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.

Objekti se lahko **rekonstruirajo, vzdržujejo** ali se jim spreminja namembnost tako, da so izpolnjene bistvene in druge zahteve, ki veljajo v času spreminjanja objekta, pri čemer se preverjanje izpolnjevanja teh zahtev omeji na tiste bistvene in druge zahteve, ki so predmet spreminjanja objekta.

V skladu s 17. členom Gradbenega zakona so **glede varnosti pred požarom podane naslednje zahteve**:

1. Objekti morajo zaradi zmanjšanja ogroženosti ljudi v njih ali v njihovi bližini in okolja zagotavljati požarno varnost in omogočiti učinkovito ter varno ukrepanje gasilcev in reševalcev. Zagotovljena mora biti zadostna količina vode za gašenje.
2. Nosilna konstrukcija objekta mora ob požaru določen čas ohraniti potrebno nosilnost. Za omejitev hitrega širjenja požara po objektu morajo biti uporabljeni gradbeni elementi, ki se težko vžgejo, ob vžigu oddajajo majhne količine toplote in dima ter omejujejo hitro širjenje požara po površini.

3. Za omejitev širjenja požara po objektu je treba objekt razdeliti v požarne sektorje.
4. Objekti morajo zagotoviti zadostno število ustrezno izvedenih evakuacijskih poti in izhodov na ustreznih lokacijah, da jih lahko ljudje hitro in varno zapustijo. Za zagotovitev hitre in varne evakuacije ljudi ter hitrega posredovanja gasilcev in reševalcev v objektu morajo biti vanj vgrajeni sistemi za požarno javljanje in alarmiranje.
5. V objektih in okolici objektov mora biti zagotovljen neoviran in varen dostop za gašenje in reševanje.
6. V objektih morajo biti nameščeni oziroma vgrajeni ustrezni sistemi in naprave ter oprema za gašenje požara.
7. Zunanje stene in strehe objektov, ločilne stene, skupaj z vrati, okni in drugimi preboji, morajo zmanjšati nevarnost širjenja požara na sosednje objekte.

V 27. členu Gradbenega zakona je določen vrstni red drugih normativnih dokumentov, s katerimi se določajo pravila, usmeritve, značilnosti za dejavnosti oziroma njihove rezultate, torej tudi zagotavljanje bistvenih zahtev objektov in s tem tudi požarne varnosti stavb. Kot določa predpis s področja varnosti pred požarom, se uporabljajo tehnične smernice, lahko pa tudi drugi normativni dokumenti v naslednjem vrstnem redu:

1. tehnična smernica za graditev (TSG),
2. privzeti evropski standard (SIST EN),
3. izvorni slovenski standardizacijski dokument (SIST),
4. privzeti mednarodni standard (SIST ISO),
5. privzeti tuji standard (na primer SIST DIN) in
6. druge javno dostopne tehnične specifikacije.

FE-sistemi oz. FE imajo lahko bistven vpliv na požarno varnost objekta. Udeleženci, ki izvajajo dela, so odgovorni za to, da bo stavba tudi po izvedenih delih izpolnjevala zahteve glede požarne varnosti v skladu s pravilnikom, tehnično smernico, pa tudi z določbo, da se »pri spreminjanju objektov ne sme poslabšati gradbenotehnično stanje objekta (peti odstavek 15. člena Gradbenega zakona). V primeru upoštevanja drugih predpisov in rešitev, kot jih določa tehnična smernica, je treba zagotoviti vsaj enako stopnjo požarne varnosti, kot jo določa ta smernica.

FE-sistemi oz. FE in druge naprave, ki proizvajajo električno energijo iz obnovljivih virov, se lahko v skladu s 23. členom Zakona o varstvu pred požarom (ZVPoz) montirajo ali vgradijo na objekte na način, da se zaradi take energetske naprave požarna varnost objekta ne bo zmanjšala.

6.2 Varnostna izhodišča za postavitve FE

Pri gradnji sončnih elektrarn je treba upoštevati ukrepe varstva pred požarom, da se zagotovita izpolnjevanje bistvenih zahtev projektiranega objekta in upoštevanje določil 23. člena ZVPoz. V skladu s 1. odst. 23. člena ZVPoz je pri projektiranju objekta treba upoštevati zlasti naslednje ukrepe:

1. zmanjšanje možnosti nastanka požara;
2. pravočasno odkrivanje in obveščanje o požaru;
3. varen umik ljudi, živali in premoženja;
4. omejevanje širjenja ognja in dima ob požaru;
5. učinkovito in varno gašenje požara ter reševanje v in iz objekta.

Pravilnik o požarni varnosti v stavbah določa ukrepe, ki jih je treba izvesti, da bi stavbe izpolnjevale gradbene zahteve za zagotovitev požarne varnosti, in katerih cilj je omejiti ogrožanje ljudi, živali in premoženja v stavbah ter uporabnikov sosednjih objektov in posameznikov, ki so v času požara v neposredni bližini stavb, omejiti ogrožanje okolja ter omogočati učinkovito ukrepanje gasilskih ekip, ki sodelujejo pri omejitvi posledic požara, ne da bi bili po nepotrebnem ogroženi življenje in zdravje njihovih članov.

Omenjeni pravilnik se uporablja za gradnjo novih stavb, rekonstrukcije stavb ter nadomestne gradnje in se mora upoštevati tudi pri gradnji FE-sistemi na streho ali fasado stavbe. Temeljne zahteve za varnost pred požarom se z vgradnjo FE-sistema ne bi smele poslabšati, torej ohraniti se mora ustrezna požarna varnost glede:

1. širjenja požara na sosednje objekte,
2. nosilnosti konstrukcije ter širjenja požara po stavbah,
3. evakuacijskih poti in sistemov za javljanje ter alarmiranje in
4. naprav za gašenje in dostopa gasilcev.

Glede širjenja požara na sosednje objekte se zahteva, da morajo biti zunanje stene in strehe stavb projektirane in grajene tako, da je z upoštevanjem njihovega odmika od meje parcele omejeno širjenje požara na sosednje objekte. Z vgradnjo FE-sistema se povečuje požarna ogroženost objekta, zato se morajo ukrepi glede širjenja požara na sosednje objekte ponovno preveriti.

Glede nosilnosti konstrukcije ter širjenja požara po stavbah se zahteva, da morajo biti stavbe projektirane in grajene tako, da njihova nosilna konstrukcija ob požaru določen čas ohrani potrebno nosilnost. Požar zaradi FE-sistema ne sme vplivati na nosilnost strehe oz. zaradi porušitve strehe na druge dele objekta v nižjih etažah.

6.3 Primeri požarnovarnostnih konceptov

Samostoječi fotonapetostni sistemi na zemlji nimajo posebnih zahtev, razen tega, da se poskrbi, da podrast ne predstavlja možnega vira vžiga.

Fotonapetostni sistemi na strehi, ki so požarno ločeni, z vsemi predpisanimi odmiki od drugega dela objekta ali stavbe ter požarno nezaščitenih površin, z razsmerniki na strehi nimajo posebnih dodatnih zahtev.

Fotonapetostni sistemi na strehi ali fasadi, ki so požarno ločeni, z vsemi predpisanimi odmiki od drugega dela objekta ali stavbe ter požarno nezaščitenih površin, z razsmerniki na fasadi imajo možne tri izvedbe:

1. DC odklopno stikalo na strehi ali fasadi – v primeru fasade;
2. kabel ali vodnik položen v požarno odporen in mehansko zaščiten kanal ali
3. kabel ali vodnik položen v mehansko zaščiten kanal, na negorljivi fasadi, kjer v pasu širine 1,5 m od kanala ni požarno neodpornih površin (npr. oken, vrat, izpustov zraka iz prostorov ali naprav ipd.)

Fotonapetostni sistemi na strehi ali fasadi, ki so požarno ločeni, z vsemi predpisanimi odmiki od drugega dela objekta ali stavbe ter požarno nezaščitenih površin, z razsmerniki v objektu morajo imeti:

1. DC odklopno stikalo na strehi ali fasadi – v primeru fasade, pred vstopom enosmernih vodnikov v stavbo ali objekt;
2. kabel ali vodnik položen v požarno odporen in mehansko zaščiten kanal ali
3. kabel ali vodnik položen v mehansko zaščiten kanal, na negorljivi fasadi, kjer v pasu širine 1,5 m od kanala ni požarno neodpornih površin (npr. oken, vrat, izpustov zraka iz prostorov ali naprav ipd.) in gre v prostor z razsmernikom od zunaj ter
4. v prostoru z razsmerniki nameščen gasilni aparat s CO₂, ki ima sposobnost gašenja vsaj 89 B (gasilnik s 5 kg CO₂).

Fotonapetostni sistemi na strehi ali fasadi, brez požarne ločitve od drugega dela objekta ali stavbe, z vsemi predpisanimi odmiki od drugega dela objekta ali stavbe ter požarno nezaščitenih površin, z razsmerniki na fasadi ali v objektu morajo imeti:

1. kabel ali vodnik položen v požarno odporen in mehansko zaščiten kanal ali
2. kabel ali vodnik položen v mehansko zaščiten kanal, na negorljivi fasadi, kjer v pasu širine 1,5 m od kanala ni požarno neodpornih površin (npr. oken, vrat, izpustov zraka iz prostorov ali naprav ipd.) in gre v prostor z razsmernikom ter
3. minimalno zagotovljeno, da se vsak niz na strehi ali fasadi odklopi in
4. prav tako se mora na strehi ali fasadi s stikalom, primernim za odklop enosmernege toka, odklopiti vsak DC-kabel, ki vodi do razsmernika (sklic na poglavje 6.2), ter
5. v prostoru z razsmerniki morajo imeti nameščen gasilni aparat s CO₂, ki ima sposobnost gašenja vsaj 89 B (gasilnik s 5 kg CO₂).

Fotonapetostni sistemi, integrirani v streho ali fasado, z razsmerniki v objektu ali na fasadi, morajo imeti:

1. zagotovljeno, da se vsak modul lahko odklopi;
2. zagotovljeno, da se vsak niz na strehi odklopi;
3. prav tako se mora na strehi s stikalom, primernim za odklop enosmernege toka, odklopiti vsak DC-kabel, ki vodi do razsmernika; ter
4. v prostoru pod streho ali fasado z integriranim sistemom ustrezno število gasilnih aparatov s CO₂ gasilom in v prostoru z razsmerniki morajo imeti nameščen gasilni aparat s CO₂, ki ima sposobnost gašenja vsaj 89 B (gasilnik s 5 kg CO₂).

Požarnovarnostnim konceptom ustrezajo vgrajene naprave (oprema), ki zagotavljajo nadzor in kontrolo nad posameznim PV-modulom tako, da s pritiskom tako imenovanega »gasilskega stikala« omogočajo varno stanje za gašenje in tako omogočajo varno gašenje.

Taka oprema (naprava) mora biti z vidika varnosti skladna z zahtevami slovenskih standardov, ki so sprejeti na podlagi evropskih standardov (EN 62109-1) ali harmoniziranih dokumentov. Če ni na voljo EN-ja ali HD-ja, mora biti oprema (naprava) skladna z zahtevami slovenskih nacionalnih standardov. V vseh drugih primerih se lahko upoštevajo ustrezni standardi IEC ali nacionalni standardi druge države.

Fotonapetostni sistemi, ki so načrtovani v skladu z zahtevami za naprave za samooskrbo, morajo izpolnjevati varnostne zahteve, kar pomeni, da se lahko izvedejo le z nameščenimi optimizatorji moči, mikrorazsmerniki ali s sistemom kratkostičenja. Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16 in 46/18) namreč za napravo za samooskrbo, ki izkorišča energijo sonca, predvideva, da se mora zaradi preprečitve električnega udara v vsakem trenutku omogočati izklop iz distribucijskega omrežja in zagotavljati, da je v napravi za samooskrbo v izključenem stanju zagotovljena mala napetost (ELV), ki je največ 50 V izmenične napetosti oziroma največ 120 V enosmerne napetosti. Prav tako predvideva, da se mora naprava za samooskrbo v primeru izpada distribucijskega omrežja ali zaznave prekoračitve predpisanih napetostnih in frekvenčnih mej v distribucijskem omrežju samodejno izklopiti in ne sme oddajati električne energije v distribucijsko omrežje. Več varnostnih zahtev za napravo za samooskrbo je zapisanih še v Prilogi I pravilnika.

6.4 Odmiki in dostopi

Od požarno nezaščitenih površin, kot so strešni ventilatorji, svetlobniki, kupole, prezračevalne naprave, dimniki ter okna, se predvideva odmik najmanj 1,0 m. Ta odmik se mora upoštevati tudi od požarnih zidov, razen kadar požarni zid sega 0,3 m nad zgornjim nivojem modula.

Obvezno je treba zagotoviti dostop do dimnikov, prezračevalnih naprav, strešnih ventilatorjev ter drugih naprav, katerih širina je glede na zahteve vzdrževalcev oziroma ne manj kot 1,0 m.

Pri ravnih strehah s tlorisno površino manj kot 40,0 m × 40,0 m, brez ustreznega dostopa na streho, je treba za dostop vzdrževalcev in napad gasilcev zagotoviti pas širine najmanj 1,0 m, in sicer z vsaj ene strani strehe.

Pri ravnih strehah s površino več kot 40,0 m × 40,0 m je treba polja PV-modulov omejiti na velikost največ 40,0 m × 40,0 m. Med robom strehe in takim poljem mora biti najmanj 1,0 m širok pas za dostop. Med dvema takima poljema je treba zagotoviti prost prehod širine najmanj 2,0 m.

Če je pri poševnih strehah dostop do podstrehe možen z osovne strani dvokapnice ali čez fasadno odprtino minimalnih dimenzij 0,9 m × 1,2 m, ni treba zagotavljati odmikov od roba strehe. Kadar pa takega dostopa ni, je obvezno zagotoviti pas širine 1,0 m od roba strehe ter od kapi strehe.

6.5 Zahteve za gradnike z vidika požarne varnosti

Za podkonstrukcijo naj projektant izbere take materiale in proizvode, da imajo ustrezne požarne lastnosti glede na obstoječ požarnovarnostni koncept in jih bo podkonstrukcija imela celo življenjsko dobo fotonapetostnega sistema.

Glede PV-modulov se priporoča, da so razvrščeni v razred A po standardu SIST EN 61730-1. Pri izbiri PV-modulov naj projektant upošteva predvsem odmike od relevantne meje in obstoječ požarnovarnostni koncept, tako da se nivo požarne varnosti ne zmanjša.

V primeru izbire kablov, ki se lahko položijo na zunanji strani, je treba upoštevati, da ustrezajo naslednjim zahtevam, sicer morajo biti dodatno zaščiteni:

- material: kositran baker;
- zaščitni razred najmanj II;
- izolacija: dvojna, iz križno vezanega poliolefina;
- barva: rdeča, modra, črna ali ovita s pletenico;
- odpornost proti vremenskim vplivom in UV-svetlobi;
- odpornost proti ozonu;
- brez halogenov;
- odpornost proti kislinam in bazam;
- robustnost in odpornost proti abraziji;
- odporen proti hidrolizi in amonijaku.

Kabli z oznako NYY ali H07RNF niso primerni za fotonapetostne sisteme, ki imajo kable nameščene na zunanji strani stavbe in so izpostavljeni ozonu in UV-svetlobi, razen če so nameščeni v zaščitni cevi, ki deluje na principu mehanske zaščite. Brez zaščitne cevi se lahko nameščajo znotraj stavbe ali objekta, kjer se predvideva, da ni prisotnega ozona in ni UV svetlobe.

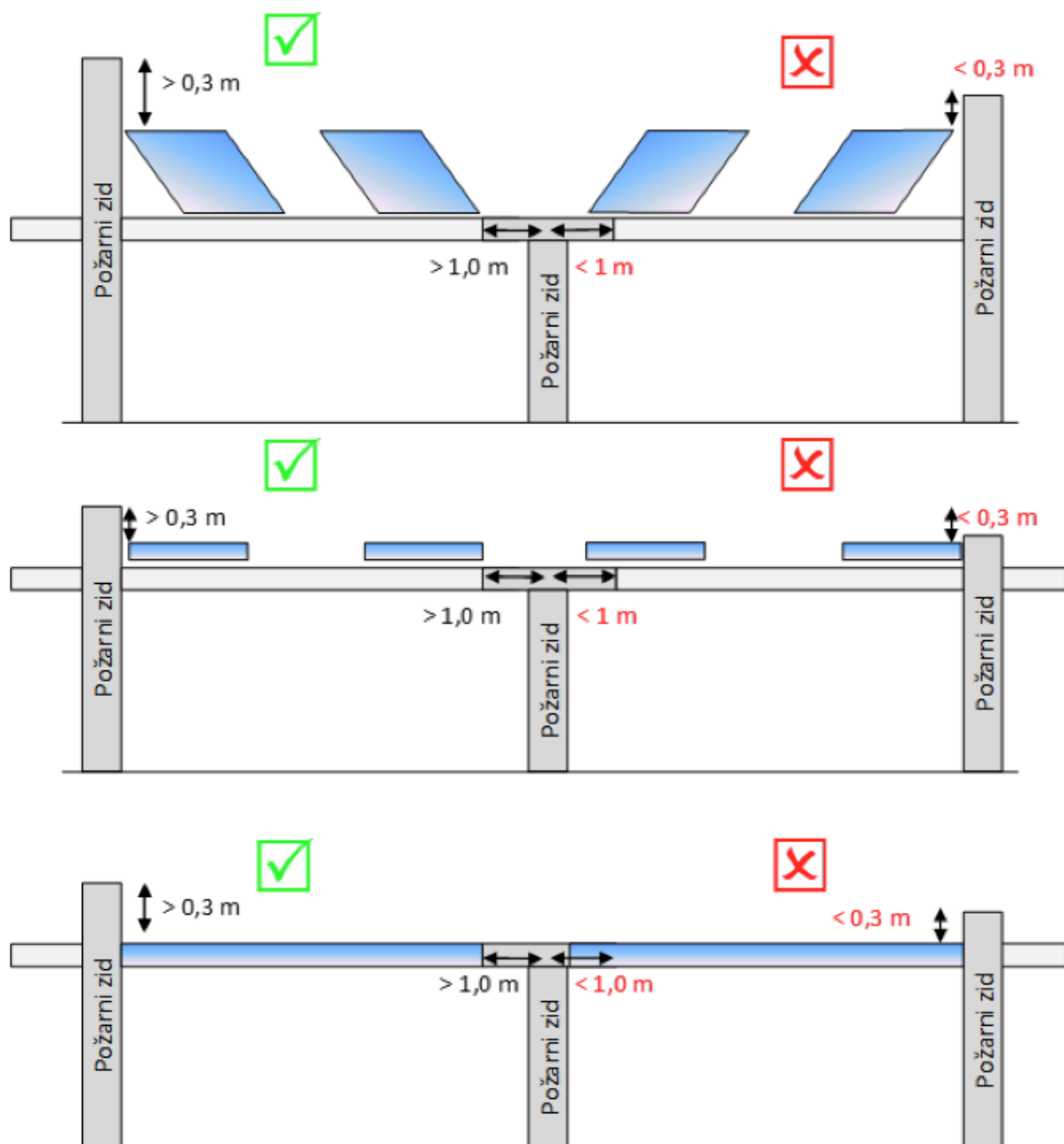
Primer oznake kabla, izdelanega pred 27. 10. 2017, ki ustreza zgornjim zahtevam, je PV1-F ali PV 20 FG21M21. Kabel ustreza PV-F1 po nemških pravilih (VDE tehnična pravila – VDE technical rules; VDE-Anwendungsregeln – »code of practice« – kodeks ravnanja: VDE-AR-E 2283-4:2011-10). Primer oznake PV 20 FG21M21 je skovanka, kjer PV 20 pomeni čas testiranja pri povišani temperaturi in FG 21 pomeni oznako za zunanji sloj izolacije ter M 21 pomeni oznako notranjega sloja izolacije. Razsmerniki pri fotonapetostnih sistemih morajo ustrezati zahtevam standarda SIST EN 62109.

Kabli, ki ustrezajo po datumu izdelave 27. 10. 2017, morajo imeti skladno z zahtevo standarda SIST EN 50618:2015 oznako enako H1Z272-K.

6.6 Bistvene zahteve smernice SZPV 512 – požarna varnost sončnih elektrarn

Bistvene zahteve požarne varnosti so povzete po smernici SZPV 512, ki je prosto dostopna na spletnih straneh Slovenskega združenja za požarno varstvo – www.szpv.si –, kjer se dobijo še natančnejše in izdatnejše informacije v povezavi s FE in požarno varnostjo.

Izredno pomembno je, da se upoštevajo omejitve za lociranje modulov ob požarnih zidovih in požarno nezaščitenih odprtinah.



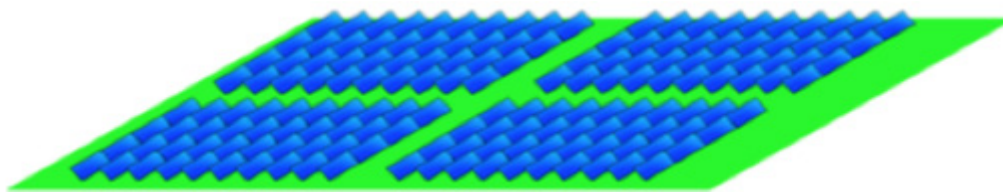
Primeri pravilne in nepravilne postavitve modulov ob požarnem zidu (vir: SZPV 512/Gregor Kušar)

Prav tako je pomembno, da se med polji modulov zagotavljajo proste širine poti za potrebe vzdrževanja in gašenja. Med polji se zahteva najmanj 2,0 m razmika in po 1,0 m od roba strehe.

Pomembno je tudi, da se prečkanja kablov čez požarne zidove, ki segajo čez streho, izvede požarno varno ter da se kabli položijo urejeno v kabelske police, ki so dvignjene oziroma odmaknjene od gorljivih delov strehe.

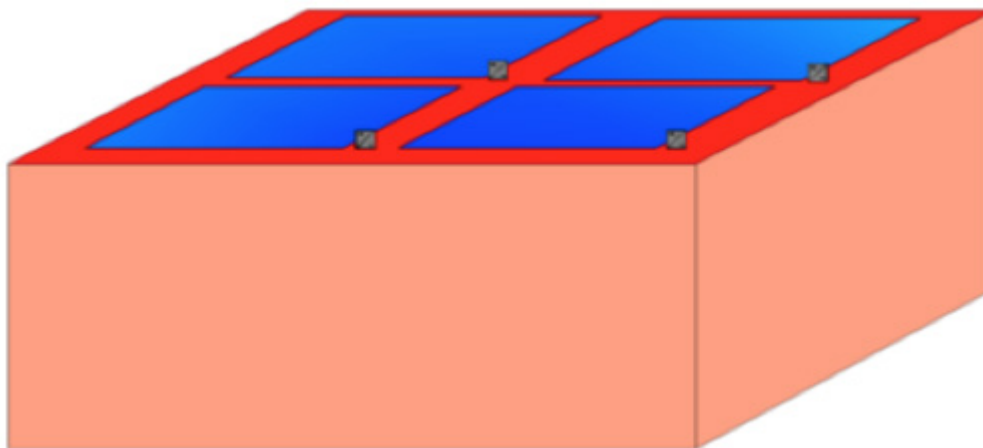
Zelo pomembno je, da gradnikov FE ne polagamo na gorljive materiale. To še posebej velja za DC in razsmernike.

Samostoječa FE na zemljišču



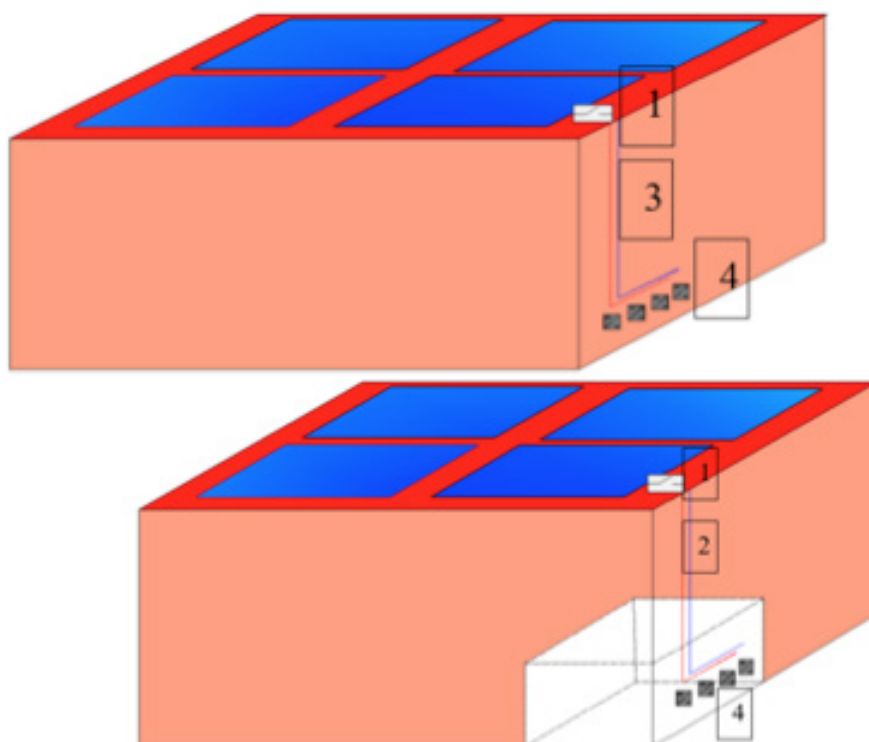
Skrbeti je treba, da se podrast ne razraste in da se onemogoči stik kablov z zemljo ter da ne pride do nenamernih poškodb, ker oboje predstavlja možen vir vžiga.

FE na strehi, požarno ločeni od drugega dela stavbe, z razsmerniki na strehi



Ni posebnih bistvenih zahtev. Veljajo zahteve, opisane v točkah smernice SZPV 512.

FE na strehi, požarno ločeni od drugega dela stavbe, z razsmerniki na fasadi ali v stavbi

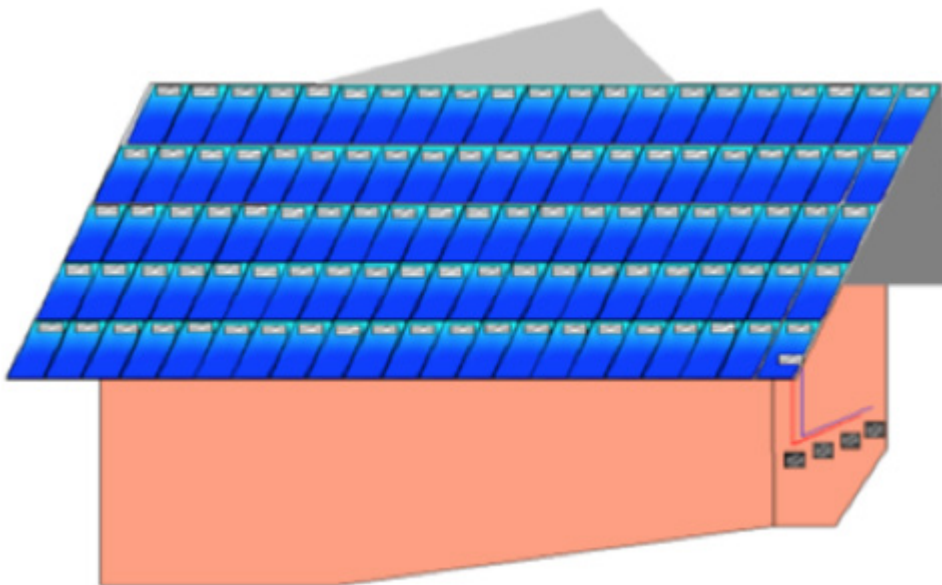


Možne izvedbe, ki ustrezajo požarnovarnostnim zahtevam, da se požarna varnost stavbe s tem ne poslabša:

1. ločilno DC-stikalo na strehi (prikazano na sliki);
2. kabel, položen v požarnoodporen in mehansko zaščiten kanal;
3. kabel, položen v mehansko zaščiten kanal na negorljivi fasadi, kjer v širini 1,5 m od kanala ni požarno neodpornih površin (npr. oken, vrat, izpustov zraka iz prostorov ali naprav ipd.);
4. nameščeni optimizatorji moči ali mikrorazsmerniki.

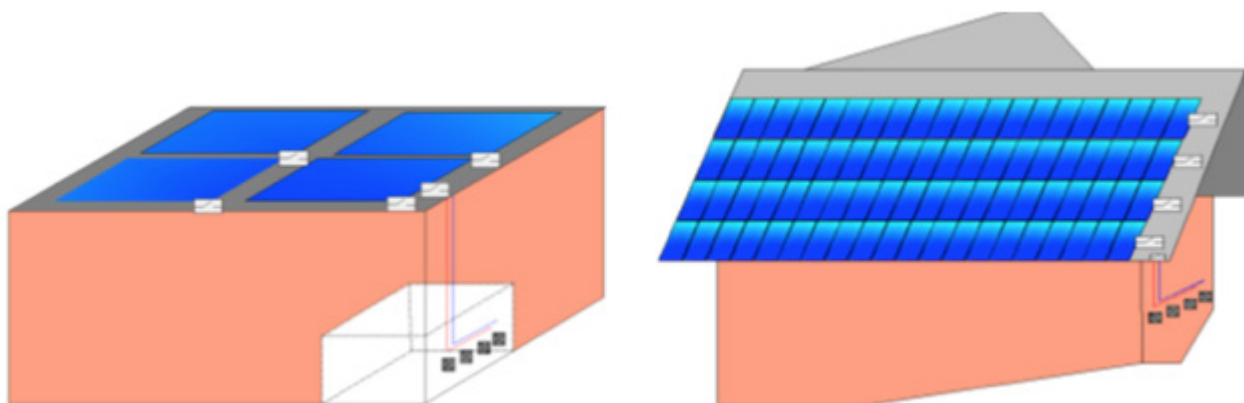
Več možnih vezav je prikazanih še v smernici SZPV 512.

V streho ali fasado vključeni FE-moduli (integrirani), z razsmerniki v stavbi ali na fasadi



Nevarnost električnega udara in električnega obloka je treba zmanjšati oziroma preprečiti z znižanjem napetosti na moduli, kar pomeni namestitvev optimizatorjev moči ali mikrorazsmernikov ali izdelkov za kratkostičenje posameznih nizov (npr. PV SAFESIG).

Na strehi brez požarne ločitve od drugega objekta, z razsmerniki na fasadi ali v stavbi



Minimalna zahteva je, da se vsak niz (panel) in vsak DC-kabel, ki vodi do razsmernika, na strehi lahko odklopi. Vendar se na ta način ob poškodbah ne prepreči nevarnost električnega udara in električnega obloka.

6.7 Požarni načrt FE

Vsak fotonapetostni sistem, ki oddaja elektriko v omrežje, mora imeti narejen požarni načrt v najmanj dveh izvodih, katerega en izvod je treba predati lokalni gasilski enoti, drugega pa je treba namestiti v omarici za požarni načrt, ki naj bo na vidnem mestu na stavbi.

Gasilske enote naj se ob prevzemu požarnega načrta za fotonapetostni sistem seznanijo z njegovimi značilnostmi. Graditelj naj ob tem gasilskim enotam predstavi, kje potekajo napeljave enosmernega toka, kje so nameščeni odklopi kablov enosmernega toka, kje so nameščeni razsmerniki in morebitna odklopna stikala.

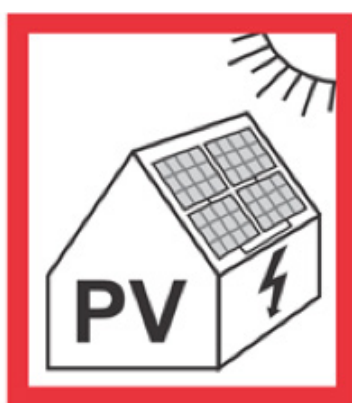
Vsebina požarnega načrta za FE je podrobno obrazložena v smernici SZPV 512.

6.8 Varnostne oznake na opremi, ki jo zajema FE

1. Varnostni znak prisotnosti PV inštalacije na osnovi 712.514.101

Zaradi varnosti vzdrževalcev, inšpektorjev, distributerjev, gasilcev in reševalcev je bistveno, da je označena prisotnost PV-inštalacije v stavbi. Znak je treba namestiti na:

- vhodna vrata ali v bližini glavnega vhoda na dobro vidnem mestu z zunanje strani;
- točko napajanja električne inštalacije;
- merilno mesto, če je oddaljeno od točke napajanja električne inštalacije;
- na porabnika ali razdelilnik, na katerega je priključeno napajanje iz PCE-ja – oprema za pretvorbo energije.



POZOR!
NEVARNOST ELEKTRIČNEGA UDARA
PRI GAŠENJU Z VODO

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

2. Oznaka delov pod napetostjo na osnovi 712.514.102

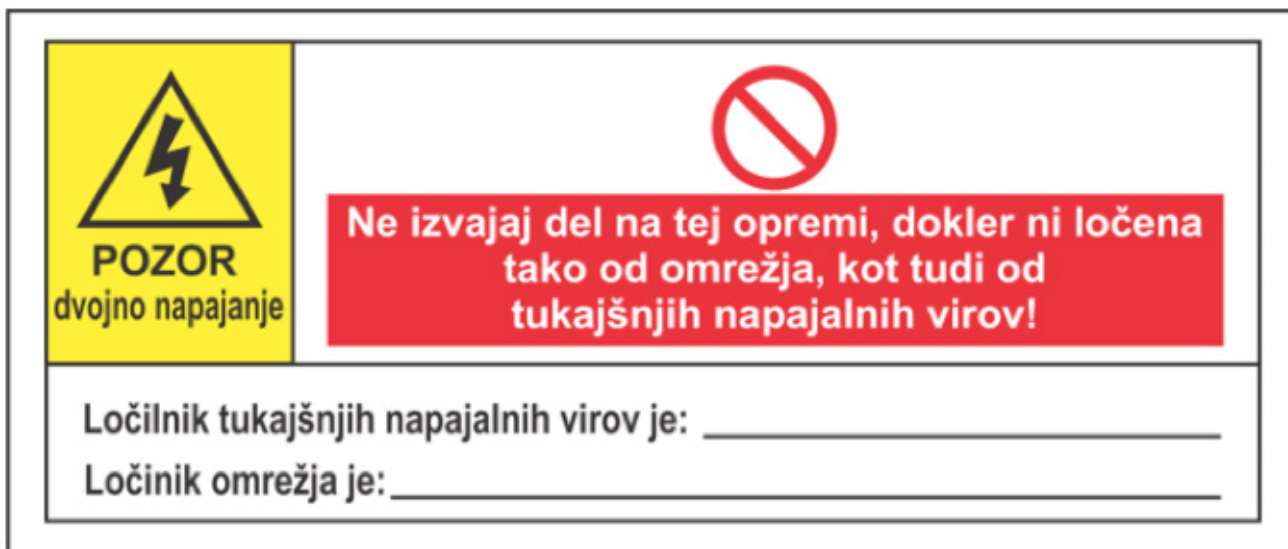
Trajno oznako je treba namestiti na vsa dostopna mesta na d. c. strani, kot so povezovalne doze, razdelilniki in omare.



Najmanjša velikost oznake je 150 mm × 24 mm.

3. Opozorilna oznaka na PCE-ju na osnovi 712.514.103 v kombinaciji s SIST EN 50438

Na vseh PCE-jih mora biti oznaka, ki kaže, da mora biti PCE ločen od vseh napajanj pred izvajanjem del na njem.



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

6.9 Gašenje solarnih modulov

Povzeto po Priporočilih za gasilce.

Če so na stavbi FE, morajo gasilci in drugi reševalci poznati različne potencialne nevarnosti. Nevarnosti, povezane s požari na objektih s PV-napravami, so naslednje:

- sproščanje strupenih plinov,
- rušenje dodatno padajočih delov,
- prisotnost električnega toka,
- širjenja požara.

Vzorci nevarnosti									
Nevarnost	Strupeni plini	Reakcija strahu	Širjenje	Atomsko sevanje	Kemijske snovi	Bolezni	Eksplozije	Elektrika	Zrušenje
Nevarnosti, pred katerimi se morajo zaščititi									
Ljudje	✓		✓					✓	✓
Živali	✓		✓					✓	✓
Okolje	✓								
Vrednostni predmeti			✓						
Nevarnosti, pred katerimi se morajo zaščititi reševalne ekipe									
Ekipa	✓							✓	✓
Naprava									✓

Slika: Nevarnosti zaradi sončnih elektrarn

6.9.1 Strupeni plini

Pri požaru, ki je zajel FE, se zaradi gorenja sproščajo strupeni produkti. Pri tem gre večinoma za pline, ki nastajajo pri gorenju materialov, vgrajenih v objekt.

Materiali, ki so uporabljeni v moduli FE, so med drugim steklo, silicij, kovine, težke kovine, tekoča smola, etilen, vinilacetat, silikon, spoji folij ter različne druge umetne mase.

6.9.2 Zrušenje/padajoči deli

Komponente FE niso klasificirane v razrede glede odziva na ogenj in požarne odpornosti, razen klasificiranja modulov pri požarih z zgornje strani (kot odpornost strešne kritine na leteči ogenj). Zato glavne komponente ne morejo izpolnjevati takšnih zahtev za vgradnjo.

Steklena vrhnja plast modula pri pregrevanju v kombinaciji s polivanjem z gasilno vodo počí, pri tem obstaja nevarnost razleta ostrih delov.

Pri visokih temperaturah bodo pritrdilni elementi in okvirji modulov izgubili trdnost, pojavi se nevarnost zdrsa modulov ali celotne PV-naprave, kar je še posebej nevarno pri zelo poševnih strehah.

6.9.3 Električni tok

Za suhe pogoje velja, da je pri električnih tokokrogih z izmenično napetostjo (AC) nevarna napetost dotika 50 V (voltov), pri električnih tokokrogih enosmerne napetosti (DC) pa je nevarna napetost dotika 120 V (DIN VDE0100-410 in IEC 60479-1).

Solarni moduli že pri majhnem obsevanju s svetlobo proizvajajo električno napetost. Pri tem moramo upoštevati:

- maksimalna napetost dotika 120 voltov (DC) je pri večjih PV-napravah zelo presežena;
- pri PV-generatorjih, ki so obsijani z zadostno svetlobo pri danes običajnih izvedbah, ni mogoče vzpostaviti breznapetostnega stanja (vključno z električnimi napeljavami do razsmernikov);
- vodniki in komponente med moduli in razsmerniki so pod napetostjo, kar predstavlja nevarnost, ko pride do poškodb izolacije – posledica je lahko neposredni požar ali pregrevanje zaradi požara v bližnji okolici;
- nepravilno ločevanje napeljave in priključnih kablov, poškodb na izolacijskih delih ali prekinitev napeljave lahko privedejo do električnih oblokov (nevarnost opeklin).

Vrsto oz. tip gasila prikazuje naslednja preglednica:

Gašenje energetske naprave – tip gasila	Nizka napetost < AC 1 kV ali < DC 1,5 kV	Visoka napetost > AC 1 kV ali > DC 1,5 kV
Z ročnikom za vodno meglico do 5 bar	1 m	5 m
Z ročnikom za vodni curek do 5 bar	5 m	10 m
Z gasilnikom na prah po EN 3	1 m	3–5 m
Z gasilnikom s CO ₂	1 m	3–5 m
Z gasilnikom s peno po EN 3	1 m	/

6.10 Prisotnost nevarne napetosti:

- pri vsakem vpadu svetlobe (različni viri: mrak, umetna osvetlitev ...) ne moremo izključiti nevarnosti, da so deli naprave pod napetostjo;
- pri svitanju v zgodnjih jutranjih urah pred priklopom PV-generatorja v AC-omrežje napetost na DC-strani skokovito naraste;
- treba je izhajati iz dejstva, da je PV-naprava lahko pod napetostjo, dokler niso izključene vse možnosti za prisotnost el. toka;
- nepoškodovane fotonapetostne naprave ne predstavljajo nevarnosti za človeka;
- pri večjih sončnih elektrarnah so napetosti PV-generatorjev tudi do 1000 voltov (DC) enosmerne napetosti.

6.10.1 Širjenje požara

Nevarnost požara nastane zaradi obloka zaradi poškodovanosti fotonapetostne naprave.






Zaradi vmesnega prostora med spodnjo stranjo modulov in površino, na katero so pritrjeni, obstaja nevarnost širjenja požara zaradi t. i. kaminskega efekta (efekt dimnika), kjer je požar slabo dostopen.





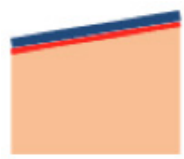
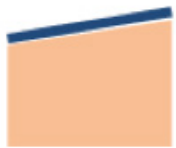
Če PV-moduli v veliki meri prekrivajo površino strehe (brez vmesnih prehodov), lahko to ovira gašenje ali nudenje pomoči, ko je:






- potrebno odpiranje strehe,
- potreben dostop na streho (na module se načeloma ne sme stopati!),
- požarni zid v nasprotju s predpisi premoščen z gorljivimi elementi, kot je napeljava.






6.11 Značilne nevarnosti glede na vrste sončnih elektrarn

Legenda risb:

(modra črta)		ali 	: modul
(zelena črta)		:	tla / zemlja
(rdeča črta)		:	požarna ločitev / požarno odporna streha ali fasada
(oranžni pravokotnik)		:	objekt / stavba

Tip namestitve	Slika	Nevarnosti/lastnosti
Samostoječa na zemlji		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Razsmerniki so ob elektrarni – kljub izklopu celotna elektrarna s konstrukcijo ostane pod enosmerno napetostjo.</p>
Požarno ločena na ravni strehi, z vsemi predpisanimi odmiki od drugega dela objekta		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če so razsmerniki na strehi ob sončni elektrarni ali na fasadi in se tok izklopi ob razsmernikih, je pod stalno enosmerno napetostjo samo sončna elektrarna, drugi požarno ločeni del objekta ni pod električno napetostjo.</p>
Na ravni strehi brez požarne ločitve od drugega dela objekta		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, obstaja nevarnost prehoda požara na področje enosmerne napetosti in s tem nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Integrirana v ravno streho		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Požarno ločena na poševni strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če so razsmerniki na strehi ob sončni elektrarni ali na fasadi in se tok izklopi ob teh razsmernikih, je pod stalno enosmerno napetostjo samo sončna elektrarna, drugi požarno ločeni del objekta ni pod električno napetostjo.</p>
Na poševni strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>

Tip namestitve	Slika	Nevarnosti/lastnosti
Integrirana v poševni strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Požarno ločena na fasadi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima, nevarnost efekta dimnika in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če so razsmerniki na steni ob sončni elektrarni ali fasadi in se tok izklopi ob teh razsmernikih, je pod stalno enosmerno napetostjo samo sončna elektrarna, drugi požarno ločeni del objekta ni pod električno napetostjo.</p>
Na fasadi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima, nevarnost efekta dimnika in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Integrirana v fasado		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Požarno ločena na strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če so razsmerniki na strehi ob sončni elektrarni ali na fasadi in se tok izklopi ob teh razsmernikih, je pod stalno enosmerno napetostjo samo sončna elektrarna, drugi požarno ločeni del objekta ni pod električno napetostjo.</p>

Tip namestitve	Slika	Nevarnosti/lastnosti
Na strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Integrirana v strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Požarno ločena na dvokapni strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če so razsmerniki na strehi ob sončni elektrarni ali na fasadi in se tok izklopi ob teh razsmernikih, je pod stalno enosmerno napetostjo samo sončna elektrarna, drugi požarno ločeni del objekta ni pod električno napetostjo.</p>
Na dvokapni strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušenja/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>
Integrirana v dvokapni strehi		<p>Nevarnost električnega udara, nevarnost ožganin, nevarnost zrušitve/dodatno padajočih delov, nevarnost dima in nevarnost težkih kovin v dimu.</p> <p>Če ni izveden izklop elektrike na posameznem modulu, je nevarnost električnega udara in ožganin v katerem koli delu objekta.</p>

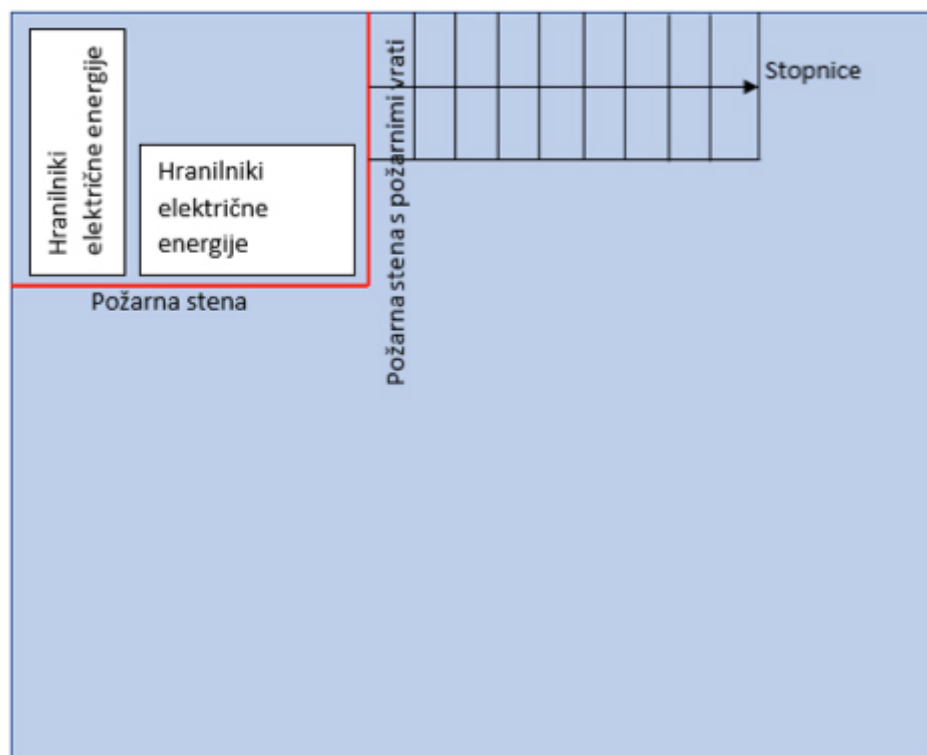
6.12 Hranilniki električne energije in požarna varnost

Podrobneje je požarna varnost hranilnikov električne energije, ki so namenjeni shranjevanju čez dan proizvedene električne energije, opisana v smernici SZPV 512 v poglavju 3.3.

Če povzamemo bistvene zahteve, velja izpostaviti, da se mora prostor, kjer se bo namestil hranilnik električne energije, obravnavati kot samostojen požarni sektor, ki ima požarno odpornost najmanj enako, kot je požarna odpornost nosilne konstrukcije, vendar ne manj kot (R)EI 30.

Ta prostor je treba oceniti tudi z vidika protieksplzijske zaščite v odvisnosti od izbranega sistema za shranjevanje energije. Poskrbeti je treba za ustrezno prezračevanje, po možnosti naravno. Odprtine morajo zagotavljati, da se prostor prezračuje neposredno na prosto in da se pri prezračevanju plini iz prostora ne morejo širiti v druge dele stavbe. V standardu SIST EN 50272-2 so obširno opisane varnostne zahteve za svinčene in nikelj-kadmijeve akumulatorje in akumulatorske postaje.

Preučiti je treba tudi tveganje zaradi morebitnih poplav, še posebej, če je ta prostor v kleti.



6.13 Izbira in namestitvev inštalacijskih sistemov z minimalnim širjenjem požara z upoštevanjem standarda SIST EN 50575 (CRP-direktiva)

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščita pred toplotnim učinkom in prenapetostjo in TSG-1-001.)

Po TSG-1-001 je povzeto naslednje:

Na zaščiteneh delih evakuacijskih poti morajo kabli ustrezati zahtevam B2_{ca} s1 d1 a1.

Kabli v prostorih morajo imeti odziv na ogenj skladno s spodnjo tabelo.

Vrsta stavbe ali dela stavbe (CC-SI)	Minimalni razred odziva na ogenj za vgrajene električne kabke
1110 – enostanovanjske stavbe 1121 – dvostanovanjske stavbe	E _{ca}
112 – večstanovanjske stavbe	E _{ca}
11302 – stanovanjske stavbe za druge posebne družbene skupine 121 – gostinske stavbe 122 – poslovne in upravne stavbe 123 – trgovske in stavbe za storitvene dejavnosti 1241 – postajna poslopja, terminali, stavbe za izvajanje komunikacij ter z njimi povezane stavbe 1242 – garažne stavbe 125 – industrijske stavbe in skladišča nad 250 MJ/m ² do 1000 MJ/m ² 1261 – stavbe za kulturo in razvedrilo 1262 – muzeji in knjižnice 1263 – stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo 1265 – stavbe za šport 1272 – obredne stavbe (stavbe za opravljanje verskih obredov, pokopališke stavbe)	C _{ca} s1 d2 a1
11301 – stanovanjske stavbe z oskrbovanimi stanovanji 1264 – stavbe za zdravstveno oskrbo, kjer se ljudje lahko evakuirajo brez tuje pomoči	B2 _{ca} s1 d2 a1
1264 – stavbe za zdravstveno oskrbo, kjer se ljudje ne morejo evakuirati brez tuje pomoči	B2 _{ca} s1 d2 a1
125 – industrijske stavbe in skladišča	E _{ca}
125 – industrijske stavbe in skladišča nad 1000 MJ/m ² in VRS	B2 _{ca} s1 d2 a1
Zbirališča	C _{ca} s1 d2 a1
Visoke stavbe	C _{ca} s1 d2 a1

7. Izbira in namestitvev električne opreme

Osnovne zahteve za izbiro in namestitvev električne opreme so zajete v Tehnični smernici TSG-N-002 Niskonapetostne električne inštalacije. Vse druge posebnosti in dodatne zahteve so navedene v nadaljevanju. Za pravilno uporabo zahtev iz standardov so potrebni še referenčni standardi, ki so razvidni iz poglavja 2 tega dokumenta.

7.1 Splošno in osnovni gradniki FE

Za pravilno uporabo zahtev iz standardov so potrebni še referenčni standardi, ki so razvidni iz poglavja 2 tega dokumenta.

Osnovni tipi fotovoltaičnih modulov

Najbolj razširjeni tipi fotovoltaičnih modulov, ki se uporabljajo, so sestavljeni iz celic kristalnega silicija. Delijo se na monokristalne in polikristalne tipe modulov.

Za monokristalne tipe fotovoltaičnih modulov so značilni najvišji izkoristki pretvorbe, vendar dražja proizvodnja in posledično višja cena.

Za polikristalne tipe fotovoltaičnih modulov so značilni cenejša proizvodnja, velikoserijska proizvodnja in dobro razmerje med ceno in izkoristkom. Izkoristek je nižji kot pri monokristalnih tipih fotovoltaičnih modulov.

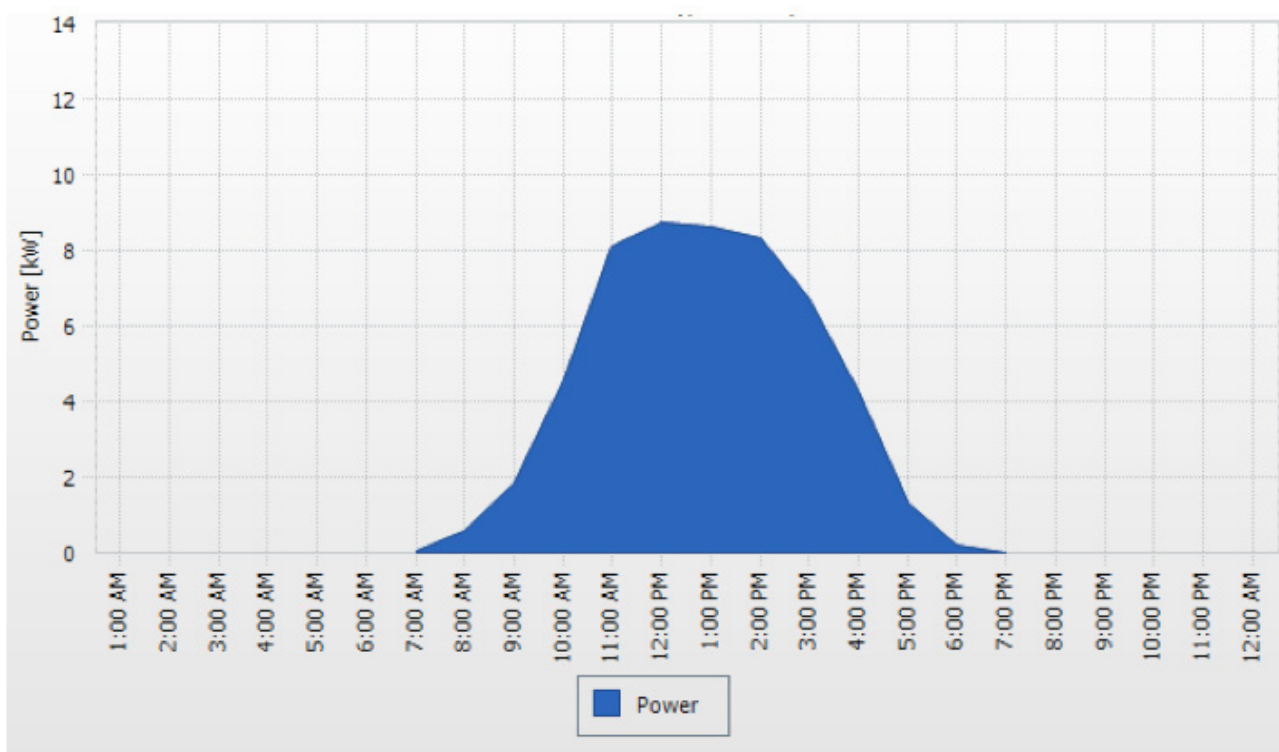
V manjši meri se uporabljajo še tankoplastni tipi fotovoltaičnih modulov, narejeni iz različnih materialov (amorfni silicij, kadmijev telurid, baker indijev diselenid ...). Strošek proizvodnje je še nižji od polikristalnih tipov in ima tudi nižje izkoristke. Tankoplastni tipi modulov so zanimivi v pogojih, kjer nimamo optimalne direktne sončne osvetlitve, ker imajo veliko boljši izkoristek na difuzno svetlobo.

Zaradi izboljšanja izkoristkov FE se PV-moduli vežejo zaporedno, da se z najvišjimi napetostmi dosežejo najvišje možnosti pretvornikov, ki spadajo v območje nizke napetosti (do 1500 V d. c.).

Primerjalna tabela vzorčnih karakteristik PV-modulov najpogosteje uporabljenih tehnologij PV-celic

Parameter	Pogoji	Polikristalni				Monokristalni			
Nazivna moč P_{MPP} [W]	STC (1000 W/m ² , 25 °C)	325	330	335	280	340	355	370	310
Kratkostični tok I_{SC} [A]		9,25	9,35	9,45	9,5	9,45	9,80	9,95	9,95
Napetost odprtih sponk U_{OC} [V]		47,3	47,5	47,6	39,7	48,0	48,4	48,9	41,0
MPP-tok I_{MPP} [A]		8,85	8,95	9,05	9,10	9,05	9,40	9,60	9,65
MPP-napetost [V]		36,7	36,9	37,0	30,8	37,6	37,8	38,5	32,1
Izkoristek PV-celice [%]		18,9	19,2	19,5	19,2	19,4	20,3	21,1	21,5
Izkoristek PV-modula [%]		16,7	16,9	17,2	17,1	17,5	18,2	19,0	19,0
Nazivna moč P_{MPP} [W]	NOCT (800 W/m ² , 44 °C)	243	246	250	207	252	263	274	229
Kratkostični tok I_{SC} [A]		7,47	7,55	7,63	7,69	7,63	7,91	8,03	8,05
Napetost odprtih sponk U_{OC} [V]		44,5	44,7	44,9	36,2	45,0	45,4	45,9	37,4
MPP-tok I_{MPP} [A]		7,15	7,23	7,31	7,37	7,31	7,59	7,75	7,82
MPP-napetost [V]		33,9	34,1	34,2	28,1	34,5	34,7	35,4	29,3
Najvišji zaporni tok [A]		18		18	18		18		
Najvišja sistemska napetost [V]	Uporabniški razred A	1000		1000	1000		1000		
Temperaturni koeficient toka α [%/K]		+0,049				+0,046			
Temperaturni koeficient napetosti β [%/K]		-0,31				-0,30			
Temperaturni koeficient moči γ [%/K]		-0,40				-0,39			
NOCT [°C]		44				44			
Temperaturno območje [°C]		-40 do +85				-40 do +85			
Mere L × Š × d [mm ³]		1966 × 991 × 40		1649 × 91 × 35		1966 × 991 × 40		1649 × 91 × 35	
Masa [kg]		22		18,3		22		18,3	
Nazivna obremenitev [Pa]	Sneg/veter	5400/2400				5400/2400			
Število celic		72		60		72		60	

Najvišje vrednosti je treba upoštevati zaradi dinamike razponov parametrov, parametri pri NOCT-u so pa za preračunavanje potrebne aktivne površine FE za pokritje moči v neugodnih razmerah.



Primer oddane moči FE na območju osrednje Slovenije 12. marca 2019. Nazivna moč FE je 12 kWp.

Osnovni tipi razsmernikov

Poznamo več vrst in pristopov razsmerniških sistemov za fotonapetostne elektrarne. Če ne obravnavamo centralnih razsmerniških sistemov za večje FE (več MWp elektrarne) in tako imenovane otočne verzije FE, ki niso priključene v EE omrežje, lahko govorimo o omrežnih razsmernikih, mikrorazsmernikih in kombinaciji obeh pristopov v tako imenovanih hibridnih razsmernikih z optimizatorji.

Vsi tipi razsmernikov so lahko eno- ali trofazni, kar pomeni eno- ali trofazni priklop na elektroenergetsko infrastrukturo.

Najpogostejši v uporabi so omrežni razsmerniki, ki imajo nekaj pomanjkljivosti proti novejšimi izvedbami mikrorazsmernikov. Novejše izvedbe mikrorazsmernikov, ki razsmerjajo DC- v AC-napetost na nivoju posameznega fotonapetostnega modula, ponujajo boljši izkoristek in odpravo problemov senčenja ter poškodb na posameznem modulu v stringu PV-modulov. Zaradi boljših izkoristkov in odprave navedenih problemov so izvedbe FE z mikroinverterji dražje.

Hibridni razsmerniki z optimizatorji poskušajo izkoristiti prednosti obeh pristopov in trenutno ponujajo optimalno rešitev med ceno in izkoristki. Izvedbe z mikroinverterji in hibridnimi razsmerniki z optimizatorji so za zdaj cenovno uporabne samo za manjše moči FE do nekaj deset kWp velike FE.

7.2 Izolacije v FE

Pri izbiri in namestitvi električne opreme je treba upoštevati razmere v okolju, kjer je FE postavljena in priključena.

Pri tem moramo razlikovati dva izraza:

- varno delovanje in
- funkcionalno pravilno delovanje.

Varno delovanje pomeni, da mora biti oprema varna tako za uporabnika kot okolico in mora ostati varna tudi v primeru okvare, da ne omenjamo laičnih uporabnikov in možnosti, ki jih ti dodatno »prinesejo«.

Seveda pa v primeru okvare ali možne nepravilne uporabe (pazi navodila) oprema ne deluje več funkcionalno pravilno.

Za varno delovanje FE je treba upoštevati zahteve glede izolacije med sosednjimi tokokrogi.

Pri tem je treba predvideti naslednje:

- uporabljen izolacijski material kot ločilno pregrado,
- minimalno zračno razdaljo in
- minimalno plazilno razdaljo.

Uporabljen izolacijski material, ki je kot ločilna pregrada, mora v pogojih delovanja izkazovati dovolj visoko napetostno vzdržnost (ali prebojno trdnost), njegova prebojna trdnost v kV/mm pomeni temu primerno debelino materiala, da se zagotovi ločitev med tokokrogi.

Zračna razdalja predstavlja najkrajšo razdaljo (čistino) med dvema tokokrogoma. V tem primeru je zrak edini izolacijski material.

Plazilna razdalja pa predstavlja najmanjšo razdaljo po površini izolatorja med dvema tokokrogoma. Če je anorganski izolacijski material (npr. steklo ali keramika), je plazilna razdalja običajno enaka zračni razdalji. Pri uporabi izolacijskih materialov iz umetnih snovi pa se ta razdalja lahko poveča. Plazilna razdalja je vedno lahko enaka ali večja od zračne razdalje.

V realnosti se običajno pojavljajo kombinacije omenjenih, predvsem zračne in plazilne, da se v minimalnem prostoru zagotovi ustrezna izolacija.

Običajno se uporablja osnovna izolacija, razen v primerih, kjer se pojavi vprašanje varnosti. V tem primeru je treba obvezno uporabljati dvojno ali ojačano izolacijo zato, da je v primeru ene okvare sistem še vedno varen.

7.3 Parametri za varno delovanje sistema FE

To so parametri, ki jih je treba upoštevati oziroma jim mora uporabljena oprema ustrezati, da se zagotovi varno delovanje sistema FE. Namenjeni so tudi za primerno projektiranje izolacije.

7.3.1 Višina

Običajno je oprema projektirana za delovanje na nadmorski višini do 2000 m. V primeru projektiranja FE za višje razmere mora uporabljena oprema to omogočati (glej tehnične podatke). Zaradi redkejšega ozračja je večja možnost ionizacije, zato je treba ocenjene zračne razdalje povečati za določen faktor, ki ga podaja SIST EN 60664-1 v Tabeli A.2.

Tabela: Korekcijski faktor za določanje zračne razdalje, izvleček

Višina [m]	Korekcijski faktor za zračne razdalje
2000	1,00
3000	1,14
4000	1,29
5000	1,48

Dobljeno razdaljo je treba pomnožiti s korekcijskim faktorjem.

Sicer je dovoljena interpolacija, vendar se zaradi nelinearnega vpliva priporoča uporaba mejnih vrednosti, se pravi za višine do 3000 m se dobljena zračna razdalja pomnoži s faktorjem 1,14.

Še enkrat: **V podatkih nabavljene opreme mora biti podatek o največji višini, do katere je oprema varna za uporabo.**

7.3.2 Stopnja onesnaženja

Mikrookolje določa učinek onesnaženja na izolaciji, globalno gledano pa tudi makrookolje. Lahko se uporabijo ukrepi za znižanje onesnaženja z ustreznim ohišjem (IP po SIST EN 60529). Trdni delci, prah, voda lahko v celoti napravijo prevodni mostiček čez minimalno izolacijo.

SIST EN 60664-1 podaja naslednje vrste onesnaženja:

Stopnja onesnaženja (Pollution degree)	Opis
1	Ni onesnaženja ali pa se pojavi le suho neprevodno onesnaženje. Onesnaženje nima vpliva.
2	Pojavi se neprevodno onesnaženje, ki pa lahko občasno postane prevodno zaradi pričakovane kondenzacije. Ta kondenzacija se lahko pojavi v času vklopnih/izklopnih ciklusov opreme.
3	Pojavi se prevodno onesnaženje ali pa se pojavi suho neprevodno onesnaženje, ki postane prevodno zaradi pričakovane kondenzacije.
4	Pojavi se stalna prevodnost zaradi prevodnega prahu, dežja ali drugih pogojev vlage.

Plazilne razdalje se ne da določiti v primeru okolja s stopnjo onesnaženja 4, začasno prevodno onesnaženje (stopnja 3) se da rešiti z oblikovanjem površine izolacije, da se preprečijo prevodne poti.

Običajno se računa s stopnjo onesnaženja 2, le v posebnih primerih, ko je res zagotovljeno primer-no tesnjenje (IP), se lahko upošteva stopnja 1.

Vgrajena oprema mora imeti podatek o stopnji onesnaženja, za katero je projektirana. V tabelah za plazilne razdalje je običajno upoštevana stopnja onesnaženja.

Še enkrat: **V podatkih nabavljene opreme mora biti podatek o stopnji onesnaženja, za katero je oprema grajena in zagotavlja njeno varno uporabo.**

7.3.3 Prenapetostna kategorija

V napajalnih omrežjih se poleg napetosti, ki jo prenašajo, lahko pojavljajo prenapetosti prehodnega pojava, ki se lahko pojavijo zaradi udara strele ali pa zaradi preklaplaj v napajalnem sistemu.

SIST EN 60664-1 je to povzel in določa prenapetostne kategorije, ki so vezane glede na lokacijo v napajalnem sistemu kot tudi v povezavi z nazivno sistemsko napetostjo. Oprema, ki je projektirana oziroma razvita, mora normalno delovati v predvidenem območju njene nazivne napetosti in mora prenesti prenapetosti, ki se lahko pojavijo, glede na mesto uporabe. Oprema, ki ima deklarirano višjo prenapetostno kategorijo (npr. CAT III 600 V), se lahko uporablja v okolju z nižjo prenapetostno kategorijo (npr. CAT III 300 V ali CAT II 600 V), nikakor pa ne obratno.

Razdelitev prenapetostnih kategorij

Prenapetostna kategorija	Okolje
I	Elektronika na sekundarni strani napajalnih transformatorjev, električna oprema z ločeno napajalno napetostjo in nizkonapetostni izhodi so razporejeni v okolje CAT I.
II	Vtičnice, stikala in povezave svetil v stavbah in vtičnice, ki so od izvorov CAT III oddaljene za več kot 10 m, so razporejeni v okolje CAT II.
III	Razdelilne plošče, strojnice, glavne stikalne naprave v bližini stikalnih plošč, industrijske inštalacije in vezja/vtičnice za visoke tokove v bližini razdelilne plošče so razporejeni v okolje CAT III.
IV	Dovodi, izhodišče inštalacije, pomožni transformatorji, vsi zunanji vodi, števcji energije, zaščitne naprave na primarnih straneh in merilniki električne energije so razporejeni v okolje CAT IV.

Impulzne prenapetosti, ki se lahko pojavijo v različnih prenapetostnih kategorijah

Nazivna napetost napajalnega sistema		Napetost linijskega vodnika proti nevtralnemu, dobljena iz nazivnih napetosti a. c. ali d. c. do in vključno V	Naznačena impulzna vzdržna napetost			
Trifazno V	Enofazno V		Prenapetostna kategorija			
			I V	II V	III V	IV V
		50	330	500	800	1500
		100	500	800	1500	2500
	120–240	150	800	1500	2500	4000
230/400 277/480		300	1500	2500	4000	6000
400/690		600	2500	4000	6000	8000
1000		1000	4000	6000	8000	12000
	> 1000 ≤ 1250	1250	4000	6000	8000	12000
	> 1250 ≤ 1500	1500	6000	8000	10000	15000

Zaradi definicije nizke napetosti so nazivne izmenične napetosti do vključno 1000 V, nad 1000 V do 1500 V pa le enosmerne.

Oprema s temi naznačenimi prenapetostmi se lahko uporablja v inštalacijah ustrezno s SIST HD 60364-4-44.

Pri povezavi pretvornika FE in pripadajoče opreme v električne inštalacije napajalnega sistema je treba upoštevati zahtevano prenapetostno kategorijo.

Na d. c. strani FE pa se impulzna prenapetost lahko pojavi zaradi neposrednega udara strele (še posebej, če je sistem brez zaščite pred delovanjem strele) ali posredno kot inducirana napetost zaradi udara strele v bližini. Osnovo za oceno prenapetosti kot tudi potrebno zaščito pa podaja serija standardov SIST EN 62305.

Še enkrat: **V podatkih nabavljene opreme, ki je priključena na javno napajalno omrežje, mora biti podatek o prenapetostni kategoriji, do katere se oprema lahko varno uporablja.**

7.3.4 Vplivi na plazilne razdalje (CTI)

Pri izolacijskih materialih na osnovi plastike se pod vplivom napetosti pojavlja še dodaten vpliv plazenja. Zaradi tega je treba pri takih materialih še povečati plazilne razdalje. Materiali so razporejeni v osnovne skupine, merilo zanje pa je podatek CTI (na osnovi SIST EN 60112), ki ga podaja proizvajalec plastičnega izolacijskega materiala.

Skupina materiala	Območje CTI
I	$600 \leq \text{CTI}$
II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

Materiali skupine IIIb so neuporabni za ločitve s plazilno razdaljo za napetosti nad 630 V v okolju stopnje onesnaženja 3.

Plazilna razdalja se lahko poveča z reliefom, vendar mora biti razdalja med sosednjima stranicama sosednjih grbin več kot 1 mm.

Kupec izdelane opreme ne dobi podatka o vgrajenih izolacijskih materialih, ker mora proizvajalec s konstrukcijo zagotoviti varno delovanje opreme, seveda za podane razmere.

7.3.5 Nekateri plazilne in zračne razdalje

Osnovo za določanje plazilnih in zračnih razdalj določa standard SIST EN 60664-1. Za občutek sta dodana izvlečka tabel iz omenjenega standarda za obe vrsti razdalj. Čeprav se običajno pri projektiranju uporabi oprema, ki že zagotavlja ustrezne razdalje, se pa še vedno lahko zgodi, da je treba v določenih primerih paziti na te razdalje in jih doseči s konstrukcijo. Praviloma je treba v takem primeru opraviti pregled varnosti, ki zajema tudi preizkus prebojne trdnosti med sosednjimi tokokrogi v realni postavitvi.

Tabela nekaterih zračnih razdalj, ki vzdržijo impulzne prenapetosti

Zahtevana impulzna vzdržna napetost kV	Najmanjša zračna razdalja do 2000 m nad morjem					
	Nehomogeno polje			Homogeno polje		
	Stopnja onesnaženja			Stopnja onesnaženja		
	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm
1,5	0,5	0,5	0,8	0,3	0,3	0,8
2	1,0	1,0	1,0	0,45	0,45	
2,5	1,5	1,5	1,5	0,60	0,60	
3	2,0	2,0	2,0	0,8	0,8	
4	3,0	3,0	3,0	1,2	1,2	1,2
5	4,0	4,0	4,0	1,5	1,5	1,5
6	5,5	5,5	5,5	1,2	1,2	1,2
8	8,0	8,0	8,0	3,0	3,0	3,0
10	11	11	11	3,5	3,5	3,5
12	14	14	14	4,5	4,5	4,5
15	18	18	18	5,5	5,5	5,5

Poudarjene so priporočene vrednosti. Za stopnjo onesnaženja 4 se vzamejo vrednosti za stopnjo onesnaženja 3, le da je najmanjša zračna razdalja 1,6 mm.

Tabela nekaterih plazilnih razdalj

Efektivna napetost V	Najmanjša plazilna razdalja								
	Material za tiskana vezja								
	Stopnja onesnaženja								
	1	2	1	2			3		
Vse skupine materialov mm	Vse skupine materialov, razen IIIb mm	Vse skupine materialov mm	Mater. skupine I mm	Mater. skupine II mm	Mater. skupine III mm	Mater. skupine I mm	Mater. skupine II mm	Mater. skupine III mm	
200	0,400	0,630	0,42	1,00	1,40	2,00	2,50	2,80	3,20
250	0,560	1,000	0,56	1,25	1,80	2,50	3,20	3,60	4,00
320	0,75	1,60	0,75	1,60	2,20	3,20	4,00	4,50	5,00
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5
1000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0
1250			4,2	6,3	9,0	12,5	16,0	18,0	20,0
1600			5,6	8,0	11,0	16,0	20,0	22,0	25,0

Dovoljena je linearna interpolacija med dvema vrednostma.

Vrednosti v obeh tabelah veljajo za naslednje izolacije:

- funkcionalno,
- osnovno in
- podporno.

Podrobnosti in način določanja razdalj podaja standard SIST EN 60664-1 ali produktni standardi za posamezno skupino izdelkov, ki se vgradijo v sistem FE. Enako velja tudi za plazilne in zračne razdalje za napetosti izven navedenih v zgodnjih tabelah.

7.4 Skladnost s standardi

Skladnost s standardi mora zajemati vso opremo (elementi fotonapetostnih elektrarn), ki je zajeta v FE (moduli, razsmernik, kabli, omarice, konstrukcija (statika), hranilniki)). Enako velja za druga poglavja v priročniku.

Vsak del naprave ali opreme mora biti skladen z zahtevami slovenskih standardov, ki so sprejeti na podlagi evropskih standardov (EN xxx) ali harmoniziranih dokumentov (HD xxx) na področju električnih inštalacij. Če ni na voljo EN ali HD, mora biti naprava ali oprema skladna z zahtevami slovenskih nacionalnih standardov. V vseh drugih primerih naj se upoštevajo ustrezni standardi IEC ali nacionalni standardi druge države.

Če ni ustreznih standardov, se naprava ali oprema izbere po posebnem dogovoru med projektantom in inštalaterjem.

PV-moduli morajo ustrezati naslednjim standardom:

- SIST EN 61215 Prizemni fotonapetostni (PV) moduli iz kristalnega silicija – Ocena zasnove in odobritev tipa,
- SIST EN 61646 Tankoplastni prizemni fotonapetostni (PV) moduli – Ocena zasnove in odobritev tipa,
- SIST EN 62108 Koncentratorski fotonapetostni (CPV) moduli in sestavi – Ocena zasnove in odobritev tipa,
- SIST EN 61730-1 Varnostne zahteve fotonapetostnih (PV) modulov – 1. del: Konstrukcijske zahteve.

Oprema, kot so moduli, doze, priključnice in kabli, ki se uporabljajo na enosmerni strani (do priključnih sponk na razsmerniku), morajo biti izolacijskega razreda II ali enakovredne izolacije. PV-moduli morajo ustrezati zahtevam za uporabo razreda A, kot je to določeno v SIST EN 61730-1. Moduli, ki ustrezajo uporabi za razred A, štejejo za skladne z zahtevami razreda II.

Razsmerniki morajo ustrezati standardom serije SIST EN 62109-X v nedatirani obliki (veljajo najnovejši z vsemi dopolnili) in se lahko poiščejo na spletni strani Slovenskega inštituta za standardizacijo (www.sist.si).

Doze PV priključnih polj, priključne doze FE-generatorjev in sklopi stikalnih naprav morajo biti skladni s serijo standardov SIST EN 61439.

Ohišje kombinirane priključne doze (angl. Combiner dose) mora biti skladno s standardi serije SIST EN 61439. Na lokacijah gospodinjstev in podobnih mestih so lahko skladni tudi s standardi serije SIST EN 60670.

Konektorji fotonapetostnih naprav morajo biti skladni s SIST EN 50521.

7.5 Obratovalni pogoji in zunanji vplivi

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zagotavljanje pravilnega in nemotenega delovanja električne opreme.) Vso opremo je treba izbrati tako, da ne povzroča škodljivih vplivov na drugo opremo in ne vpliva na napetost napajanja med normalno uporabo in med vklopi ter izklopi.

Opomba: informacije o parametrih, ki jih je treba upoštevati, so v poglavju 33 dela SIST HD 60364-4-444:2011 ali novejši izdaji.

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zahteve za projektiranje in izvedbo nizkonapetostnih električnih inštalacij.)

Karakteristike opreme se določijo s stopnjo zaščite ali s preskusom.

Če oprema s svojo konstrukcijo nima karakteristik, ki bi ustrezale zunanjim vplivom na mestu, kjer bo nameščena, se lahko uporabi pod pogojem, da se namesti dodatna zaščita, ki pa ne sme vplivati na delovanje zaščitnih naprav.

Na mestih, kjer se pojavlja hkrati več različnih zunanjih vplivov, je treba stopnjo zaščite izbrati tako, da ustreza vsem vplivom.

Izbira opreme glede na zunanje vplive je potrebna zaradi pravilnega delovanja in zaradi zaščitnih ukrepov, zahtevanih v seriji standardov EN, HD (IEC) 60364. Zaščitni ukrepi opreme, ki je bila izvedena s konstrukcijo, veljajo le za določeno stanje zunanjih vplivov, kar se dokazuje s preskušanjem opreme.

Pri vgradnji blokirnih diod mora biti nazivna zaporna napetost U_{rrm} enaka $2 \times U_{OCmax}$ PV-niza in njihov nazivni tok ne manjši kot I_{SCMAX} .

Blokirne diode morajo biti vezane zaporedno v PV-nizu.

Oprema, ki je nameščena zunaj, mora imeti zaščito najmanj IP 44 po standardu SIST EN 60529 in najmanj IK 07 po standardu SIST EN 62262.

PV-moduli morajo biti nameščeni po navodilih proizvajalca tako, da je zagotovljeno oddajanje toplote pri pogojih največjega sončnega sevanja na tistem mestu.

7.6 Dostopnost

(Glej TSG-N-002, poglavje: Nameščanje in označevanje električne opreme, vodnikov in kablov.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Izbira in namestitev opreme PV-sistema mora omogočiti varno vzdrževanje in ne sme biti v nasprotju z zahtevami proizvajalca o vzdrževanju in servisiranju, ki se mora izvajati varno.

Glej poglavje 6. Ukrepi požarne varnosti.

7.7 Identifikacija

(Glej TSG-N-002, poglavje: Nameščanje in označevanje električne opreme, vodnikov in kablov.)

7.7.1 Splošno

Za označevanje je treba predvideti nalepke, napisne tablice in druge primerne načine označevanja, ki identificirajo namen stikalne in krmilne naprave, razen če ni možnosti zamenjave.

Kjer upravljavec ne more opazovati delovanja stikalne in krmilne naprave in kjer ta lahko povzroči nevarnost, je treba namestiti primerno oznako na tako mesto, da je vidna upravljavcu, skladno s SIST EN 60073 in SIST EN 60447.

7.7.2 Inštalacijski sistem

Inštalacijo je treba namestiti ali označiti tako, da jo je mogoče prepoznati pri pregledu, preskušanju, popravilu ali predelavi.

7.7.3 Drugi vodniki

Oznaka solarnih kablov, primernih za namestitev iz vidika varstva pred požarom, je navedena v poglavjih 6.5 in 6.13 (skladnost z zahtevo SIST EN 50575 (CRP-direktiva)), kjer imamo navedeno označevanje solarnih kablov in odziv na kable v stavbi (npr. H1Z272-K solarni kabel, B2Ca s1 d1 a1 evakuacijske poti).

Vodniki morajo biti označeni z barvami ali številkami, če ni drugače določeno v tehnični smernici, kot sledi:

– **Označevanje žil v večžilnih kablji, zvijavih kablji in vrvicah**

Označevanje izoliranih žil v togih in zvijavih kablji ter vrvicah z dvema do petimi žilami mora ustrezati SIST HD 308. Linijski (fazni) vodniki morajo biti označeni po vsej dolžini s črno, rjava ali sivo barvo, nevtralni vodnik z modro in zaščitni vodnik z rumeno-zeleno kombinacijo.

Pri togih in zvijavih kablji ter vrvicah, ki imajo več kot pet žil, je treba vsako žilo označiti z barvami ali številkami, kot je zahtevano v SIST EN 60446. Žile, označene s številkami, ki se uporabljajo za zaščitni ali nevtralni vodnik, morajo biti na vsakem priključku označene z rumeno-zeleno oziroma modro barvo.

Preglednica ZC.1: Kabli in zvijavi kabli z rumeno-zeleno žilo

Število žil	Barve žil ^b				
	Zaščitni	Aktivni			
3	Rumeno-zelena	Modra	Rjava		
4	Rumeno-zelena	-	Rjava	Črna	Siva
4 ^a	Rumeno-zelena	Modra	Rjava	Črna	
5	Rumeno-zelena	Modra	Rjava	Črna	Siva

a Samo za določeno uporabo.

b V tej preglednici se neizolirani koncentrični vodnik, kot na primer kovinska armatura, oklep ali zaslon žic, ne šteje za žilo. Koncentrični vodnik je določen s svojim položajem in zato ni potrebno označevanje z barvo.

Preglednica ZC.2: Kabli in vrvic brez rumeno-zelene žile

Število žil	Barve žil ^b				
2	Modra	Rjava			
3	-	Rjava	Črna	Siva	
3 ^a	Modra	Rjava	Črna		
4	Modra	Rjava	Črna	Siva	
5	Modra	Rjava	Črna	Siva	Črna

a Samo za določeno uporabo.

b V tej preglednici se neizolirani koncentrični vodnik, kot na primer kovinska armatura, oklep ali zaslon iz žic, ne šteje za žilo. Koncentrični vodnik je določen s svojim položajem in zato ni potrebno označevanje z barvo.

– Označevanje enožilnih kablov in izoliranih vodnikov

Linijski (fazni) vodniki morajo biti označeni po vsej dolžini s črno, rjavo ali sivo barvo. Uporaba ene od teh barv za vse linijske (fazne) vodnike v tokokrogu je prepovedana.

Oplaščeni enožilni kabli in izolirani vodniki, ki jih skladno z njihovim ustreznim standardom ni mogoče dobiti v rumeno-zeleni ali modri izolaciji, se za prereze, večje kot 16 mm², uporabljajo kot:

- zaščitni vodnik, pod pogojem, da je rumeno-zelena označba na vsakem priključku;
- vodnik PEN, pod pogojem, da sta rumeno-zelena in modra označba na vsakem priključku;
- nevtralni vodnik, pod pogojem, da je modra označba na vsakem priključku.

– Uporaba modrega vodnika za posebne namene

Za posebne namene, kjer ni mogoča zmota in tam ni nevtralnega vodnika, se modra barva lahko uporabi za linijski (fazni) vodnik ali za kateri koli drug namen, razen za zaščitni vodnik.

– Opustitev identifikacije

Identifikacija z barvo ali označevanjem se ne zahteva:

- za koncentrične vodnike ali kable;
- za kovinski plašč ali armaturo kabla, ki se uporablja kot zaščitni vodnik;
- za gole vodnike v primerih, kjer stalna identifikacija ni mogoča zaradi zunanjih vplivov (primer: agresivno ozračje ali onesnaženje);
- za kovinske elemente konstrukcije ali zunanje prevodne dele, ki se uporabljajo kot zaščitni vodniki;
- za gole nadzemne vode.

Identifikacija z barvami se ne zahteva za vodnike ali ploščate kable brez plašča ali kable, ki imajo izolacijo, ki je ni mogoče obarvati, na primer za mineralno izolirane kable. Za te kable je treba zagotoviti, da je oplet, ki je uporabljen kot zaščitni vodnik ali PEN-vodnik, označen z ustrezno barvo na priključnih mestih.

Pri izbiri kablov in drugih gradnikov je treba upoštevati tudi zunanje vplive in skladno z lokacijo, kamor se namešča FE-sistem:

1. požarno varnost – odziv na ogenj po SIST EN 50575,
2. odpornost na ozon po SIST EN 50396 (HD 605/A1),
3. odpornost na kisline in baze po SIST EN 60811-2-1,
4. kable brez halogenov po SIST EN 50267-2-1; SIST EN 60684-2,
5. požarno odpornost po SIST EN 60332-1-2,
6. robustnost in odpornost proti abraziji po SIST EN 53516,
7. odpornost proti hidrolizi in amonijaku.

7.7.4 Zaščitne naprave

Zaščitne naprave je treba razporediti in označiti tako, da so varovani tokokrogi zlahka prepoznavni. To se doseže z namestitvijo v razdelilne omarice.

Sheme

Tam, kjer je potrebno, se pripravijo sheme, risbe ali preglednice po standardu SIST EN 61346-1 in po skupini standardov SIST EN 61082, v katerih so navedeni:

- vrsta in sestava tokokrogov (namen, številka in prerezi vodnikov, vrsta inštalacije);
- karakteristike, nujne za identifikacijo naprav, ki zagotavljajo funkcije zaščite, izolacije in stikalnih manipulacij skupaj z njihovimi lokacijami.

Za preproste inštalacije so zgoraj navedene informacije lahko podane v preglednici.

Sheme in dokumenti morajo vsebovati naslednje podrobne informacije:

- tipe in prereze vodnikov,
- dolžino tokokrogov,
- vrsto in tip zaščitnih naprav,
- nazivni tok ali nastavitev zaščitnih naprav,
- predvidene kratkostične toke in odklopne zmogljivosti.

Te informacije naj se posodobijo po vsaki spremembi inštalacije. Risbe in dokumenti bi morali prikazovati tudi lokacije vseh skritih naprav.

Uporabljati se morajo simboli po standardih iz skupine SIST EN 60617.

7.8 Preprečitev medsebojnih škodljivih vplivov

(Glej TSG-N-002, poglavje: Način napeljave/položitve vodov.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Povezovanje PV kovinskih delov

Če je taka povezava potrebna, mora povezovalni vodnik povezati podporno kovinsko konstrukcijo PV-modulov, vključno s kovinskimi kabelskimi policami.

Povezovalni vodnik mora biti priključen na sistem zaščite pred strelo skladno s standardom SIST EN 62305.

Tam, kjer so kovinske konstrukcije iz aluminija, se morajo uporabiti primerni spoji. Strelovod pa je ločen sistem, ki mora biti ustrezno dimenzioniran.

Izoliran ali goli povezovalni vodnik mora imeti najmanjši prerez 6 mm² iz bakra ali enakovrednega, če je iz drugega materiala.

Opomba 1: take povezave so lahko potrebne, če razsmerniki brez transformatorja inducirajo elektrostatične polnitve.

Opomba 2: ta povezava zagotavlja tudi zaščito pred vplivi elektrostatičnih praznitev.

7.9 Inštalacijski sistemi

(Glej TSG-N-002, poglavje: Vrste sistemov električnih inštalacij in vodi.)

Kabli na enosmerni strani se morajo izbrati in položiti tako, da je tveganje za nastanek zemeljskega in kratkega stika zmanjšano na najmanjšo možno mero. To se doseže z uporabo:

- enožilnih kablov brez kovinskega opleta ali
- izoliranih enožilnih vodnikov, položenih v posamezne izolirane elektroinštalacijske cevi ali kabelska korita.

Zaradi zmanjšanja induciranih napetosti, ki jih povzroči udar strele, naj bodo površine vseh lokov, kolikor je mogoče majhne, posebno za vode PV-nizov. Enosmerni kabli in vodniki za izenačitev potencialov naj potekajo vzporedno.

V zvezi z upoštevanjem zunanjih vplivov glej TSG-N-002, poglavje: Temeljne zahteve za projektiranje.

Inštalacijski sistemi morajo vzdržati pričakovane zunanje vplive, kot so veter, tvorjenje ledu, toplotno in sončno sevanje.

Tam, kjer kabli in vodniki niso stalno podprti, morajo biti podprti na določenih razdaljah, ki ne povzročajo poškodb zaradi lastne teže ali elektrodinamičnih sil ob kratkem stiku.

Opomba: elektrodinamična sila pri kratkih stikih naj se upošteva samo pri enožilnih kablilih z večjim prerezom kot 50 mm².

7.9.1 Splošno

Če je inštalacijski sistem podvržen stalni natezni obremenitvi (zaradi vertikalnega poteka in njegove teže), se morata izbrati primeren kabel ali vodnik primerne prereza in ustrezen način pritrditve. Inštalacijski sistem, vdolan v tla, mora biti ustrezno zaščiten, da se preprečijo poškodbe, če so tla obremenjena.

Inštalacijski sistem, ki je fiksni in vdolan v stene, mora teči vodoravno, navpično ali vzporedno z robovi prostora.

Inštalacijski sistem v tleh ali stropu lahko teče po najkrajši poti.

Kabli, elektroinštalacijske cevi ali kabelski kanali, vkopani v zemljo, morajo biti zaščiteni pred mehanskimi poškodbami ali vkopani v taki globini, da se preprečijo poškodbe.

Vkopani kabli morajo biti označeni s kabelskimi pokrovi ali trakom. Vkopane elektroinštalacijske cevi in kanali morajo biti primerno označeni.

Opomba 1: vkopane elektroinštalacijske cevi obravnava standard SIST EN 61386-24.

Opomba 2: mehanska zaščita se lahko doseže z uporabo vkopanih elektroinštalacijskih cevi v skladu s standardom SIST EN 61386-24 ali armiranih kablov ali drugih primernih načinov, kot je uporaba plošč za pokrivanje.

Tabela maksimalnih temperatur delovanja za različne tipe izolacije po SIST HD 60364-5-52, Tabela 52-4 (52-A)

Vrsta izolacije	Mejna vrednost temperature ^a °C
Polivinilklorid (PVC)	70 na vodniku
Omrežni polietilen (XLPE) in etilen propilen guma (EPR)	90 na vodniku ^b
Mineralna (obdana s PVC ali brez, dostopna za dotik)	70 na plašču
Mineralna (nepokrita in nedostopna za dotik ter ni v stiku z vnetljivo snovjo)	105 na plašču ^{b, c}

a Maksimalne dovoljene temperature vodnika navedene v tabeli 52-4 so navedene iz dodatka A standarda IEC 60502 (1983) in IEC 60702 (1981)^a ter so prikazane v teh tabelah.

b Kjer vodnik obratuje pri temperaturi nad 70° je treba preveriti, da je oprema na katero je priključen vodnik primerna za tako temperaturo spoja.

c Mineralno izolirani kabli lahko obratujejo pri višjih dovoljenih temperaturah odvisno od temperaturne oznake kabla, njegovega kabelskega končnika, okoljskih pogojev in drugih zunanjih vplivov.

Tabela minimalnih prerezov vodnikov po SIST HD 60364-5-52, Tabela 52-5 (52J)

Vrsta inštalacije		Uporaba tokokroga	Vodnik	
			Material	Prerez mm ²
Fiksna inštalacija	Kabli in izolirani vodniki	Močnostni tokokrogi in tokokrogi za razsvetljavo	Baker aluminij	1,5 2,5 (glej opombo 1)
		Signalni in krmilni tokokrogi	Baker	0,5 (glej opombo 2)
	Goli vodniki	Močnostni tokokrogi	Baker aluminij	10 16
		Signalni in krmilni tokokrogi	Baker	4
Gibljivi spoji z izoliranimi vodniki in kabli		Za specifične naprave	Baker	Kot je določeno v ustrezni publikaciji IEC
		Za vse druge aplikacije		0,75 ^a
		Tokokrogi z malo napetostjo za posebne aplikacije		0,75

Opomba 1: Konektorji uporabljeni v aluminijastih končnikih morajo biti preskušeni in odobreni za to specifično uporabo

Opomba 2: V signalnih in krmilnih tokokrogih namenjenih elektronski opremi je dovoljen prerez vodnikov 0,1 mm²

a V večžilnih gibljivih kablilih z več kot sedmimi žilami, velja opomba 2

Tabela razporeda referenčnih metod vgradnje, ki so osnova tabeliranih tokovnih zmogljivosti po SIST HD 60364-5-52, Tabela A.52-1 (52-B1)

Referenčni načini polaganja	Tabela v stolpcu							Faktor temperature okolja	Redukcijski faktor za več kablov
	Trajne tokovne obremenitve enožilnih tokokrogov								
		PVC izolacija		XLPE / EPR izolacija		Mineralna izolacija			
		Število žil							
		2	3	2	3	1, 2 in 3			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	

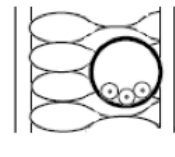
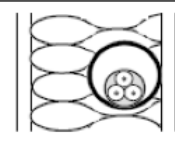
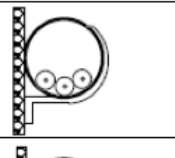
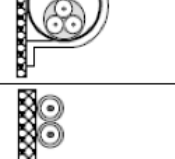
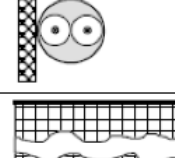
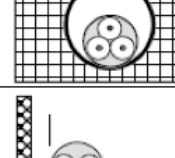
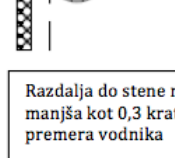
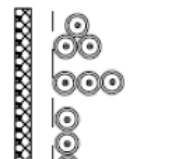
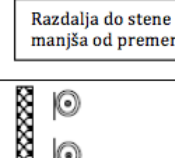
	Soba	Izolirani vodniki v cevi v termično izolirani steni	A1	A.52-2 stolpec 2	A.52-4 stolpec 2	A.52-3 stolpec 2	A.52-5 stolpec 2	-	A.52-14	A.52-17
	Soba	Večžilni kabel v cevi v termično izolirani steni	A2	A.52-2 stolpec 3	A.52-4 stolpec 3	A.52-4 stolpec 3	A.52-5 stolpec 3	-	A.52-14	A.52-17
		Izolirani vodniki v cevi na leseni steni	B1	A.52-2 stolpec 4	A.52-4 stolpec 4	A.52-4 stolpec 4	A.52-5 stolpec 4	-	A.52-14	A.52-17
		Večžilni kabel v cevi na leseni steni	B2	A.52-2 stolpec 5	A.52-4 stolpec 5	A.52-4 stolpec 5	A.52-5 stolpec 5	-	A.52-14	A.52-17
		Eno ali večžilni kabel na leseni steni	C	A.52-2 stolpec 6	A.52-4 stolpec 6	A.52-4 stolpec 6	A.52-5 stolpec 6	70°C plašč 52-C5 105°C plašč 52-C6	A.52-14	A.52-17
		Večžilni kabel v kabelski cevi v zemlji	D	A.52-2 stolpec 7	A.52-4 stolpec 7	A.52-4 stolpec 7	A.52-5 stolpec 7	-	A.52-15	A.52-19
		Večžilni kabel prosto v zraku	E	Baker A.52-10 Aluminij A.52-11	Baker A.52-12 Aluminij A.52-13			70°C plašč A.52-8 105°C plašč A.52-9	A.52-14	A.52-17
		Enožilni kabli prosto v zraku	F	Baker A.52-10 Aluminij A.52-11	Baker A.52-12 Aluminij A.52-13			A70°C plašč A.52-8 105°C plašč A.52-9	A.52-14	A.52-17
		Enožilni kabli razmaknjeni v zraku	G	Baker A.52-10 Aluminij A.52-11	Baker A.52-12 Aluminij A.52-13			A70°C plašč A.52-8 105°C plašč A.52-9.	A.52-14	-
		Vsaj premer								

Tabela tokovne zmogljivosti v amperih po SIST HD 60364-5-52, Tabela B.52-1 (A.52-1)

Referenčna metoda v A-52-1	Število obremenjenih vodnikov in tip izolacije											
		Trije PVC	Dva PVC	5	Trije XLPE	Dva XLPE						
A1		Trije PVC	Dva PVC	5	Trije XLPE	Dva XLPE						
A2	Trije PVC	Dva PVC		Trije XLPE	Dva XLPE							
B1				Trije PVC	Dva PVC		Trije XLPE		Dva XLPE			
B2			Trije PVC	Dva PVC		Trije PVC	Dva PVC					
C					Trije PVC		Dva PVC	Trije XLPE		Dva XLPE		
E						Trije PVC		Dva PVC	Trije XLPE		Dva XLPE	
F							Trije PVC		Dva PVC	Trije XLPE		Dva XLPE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prerez bakra [mm²]												
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	18,5	19,5	22	23	24	26	-
2,5	17,5	18	19,5	21	23	25	27	30	31	33	36	-
4	23	24	26	28	31	34	36	40	42	45	49	-
6	29	31	34	36	40	43	46	51	54	58	63	-
10	39	42	46	50	54	60	63	70	75	80	86	-
16	52	56	61	68	73	80	85	94	100	107	115	-
25	68	73	80	89	95	101	110	119	127	135	149	161
35	-	-	-	110	117	126	137	147	158	169	185	200
50	-	-	-	134	141	153	167	179	192	207	225	242
70	-	-	-	171	179	196	213	229	246	268	289	310
95	-	-	-	207	216	238	258	278	298	328	352	377
120	-	-	-	239	249	276	299	322	346	382	410	437
150	-	-	-	-	285	318	344	371	395	441	473	504
185	-	-	-	-	324	362	392	424	450	506	542	575
240	-	-	-	-	380	424	461	500	538	599	641	679
Aluminij												
2,5	13,5	14	15	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28	-
4	17,5	18,5	20	22	25	26	28	31	32	35	38	-
6	23	24	26	28	32	33	36	39	42	45	49	-
10	31	32	36	39	44	46	49	54	58	62	67	-
16	41	43	48	53	58	61	66	73	77	84	91	-
25	53	57	63	70	73	78	83	90	97	101	108	121
35	-	-	-	86	90	96	103	112	120	126	135	150
50	-	-	-	104	110	117	125	136	146	154	164	184
70	-	-	-	133	140	150	160	174	187	198	211	237
95	-	-	-	161	170	183	195	211	227	241	157	289
120	-	-	-	186	197	212	226	245	263	280	300	337
150	-	-	-	-	226	245	261	283	304	324	346	389
185	-	-	-	-	256	280	298	323	347	371	397	447
240	-	-	-	-	300	330	352	382	409	439	470	530

Opomba: pri določanju prezev vodnikov se morajo upoštevati mejni trajni toki navedeni v tabelah B.52-2 do B.52-3 za vsak način polaganja.

Podrobni podatki o referenčnih načinih polaganja (kolona 2: A1, A2, B1 ...) se najdejo v standardu SIST HD 60364-5-52.

7.9.2 Tokovna obremenitev

(Glej TSG-N-002, poglavje: Dimenzioniranje vodnikov.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Pri dimenzioniranju kablov, ki so izpostavljeni neposrednemu segrevanju s spodnjih strani PV modulov, se mora upoštevati temperatura okolice najmanj 70 °C.

7.9.3 Prezezi vodnikov

(Glej TSG-N-002, poglavje: Dimenzioniranje vodnikov.)

Prezezi vodnikov

Prezezi linijskih (faznih) vodnikov izmeničnih tokokrogov in vodniki pod enosmerno napetostjo ne smejo zaradi mehanskih obremenitev imeti manjših prerezov, kot so podani v Tabeli 52.2. v standardu SIST HD 60364-5-53:2011 ali novejši izdaji.

Iz Tabele 52.2 (minimalni prezezi vodnikov) izhaja, da je najmanjši dovoljen prerez bakrenega vodnika 1,5 mm² za močnostne tokokroge v stalnih inštalacijah (enako v tehnični smernici (6) pod poglavja 3.2.3 Dimenzioniranje vodnikov), prerez signalnih in krmilnih tokokrogov, če so iz bakra, pa 0,5 mm².

Prerez nevtralnega vodnika

Če ni drugih podrobnejših informacij v tehnični smernici, velja to, kar sledi.

Prerez nevtralnega vodnika mora biti enak prerezu linijskega (faznega) vodnika v:

- enofaznih tokokrogih z dvema vodnikoma;
- večfaznih tokokrogih, kjer je prerez linijskih vodnikov manjši kot 16 mm² z bakrenimi vodniki;
- trifaznih tokokrogih s tretjimi harmonskimi tokovi in njihovimi mnogokratniki, če je THD (Total Harmonic Distortion, celotno harmonsko popačenje) med 15 % in 33 %.

Kjer so tretji harmonski tokovi in njihovi mnogokratniki večji od THD 33 %, je treba povečati prerez nevtralnega vodnika (glej 523.6.3 in Aneks E v standardu SIST EN 60364-5-51:2011 ali novejši izdaji).

7.9.4 Padec napetosti v uporabnikovi inštalaciji

(Glej TSG-N-002, poglavje: Splošno.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Padec napetosti v PV-inštalaciji

Padec napetosti v enosmernih tokokrogih se izračuna po formuli:

$$\Delta U = I \cdot R$$

Upornost se izračuna po formuli:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

S – prerez kabla (mm²),

l – dolžina kabla (m),

ρ – specifična upornost (Ω mm²/m).

Dopusten padec napetosti med generatorjem (moduli) in razsmernikom je lahko največ 1 %. Padec napetosti med razsmernikom in omrežjem je lahko največ 3 %.

Opomba 1: zaradi učinkovitosti PV-sistema (izplena) in ne samo zaradi varnosti ter pravilnega delovanja se morajo upoštevati nacionalne zahteve za padec napetosti v PV-sistemih, ki so določene v tehnični smernici.

Opomba 2: če se v PV-sistemu proizvaja električna energija, je napetost na sponkah razsmernika višja kot na sponkah za priključek na omrežje. Ta razlika napetosti se mora vzdrževati na najmanjši vrednosti, da se ne povzroči izklop razsmernika zaradi prenapetosti.

7.9.5 Električne povezave

(Glej TSG-N-002, poglavje: Vodi.)

Poleg gornjih zahtev veljajo še naslednje:

Povezave (konektorji) na enosmerni strani

V PV-sistemih, kjer se na enosmerni strani ne uporabljajo ukrepi SELV ali PELV, se morajo uporabljati samo konektorji, primerni za enosmerne povezave.

Vsak par konektorjev mora biti električno in mehansko združljiv in primeren za okolje, v katero je nameščen. Priporočljivo je, da vsak par konektorjev dobavi isti proizvajalec.

Konektorji, nameščeni na mestih, kjer so dosegljivi osebam, ki niso elektrotehniško strokovne ali elektrotehniško poučene, morajo biti takega tipa, da se lahko razklopijo s pomočjo orodja ali morajo biti inštalirani v ohišju, ki se lahko odpre s pomočjo ključa ali orodja.

V standardu SIST EN 50521 je zahteva, da se mora na priključkih v priključnici, ki so izvedeni s konektorji, namestiti opozorilo na ali blizu konektorja z naslednjim simbolom:



7.9.6 Bližina inštalacijskega sistema do drugih servisnih sistemov

(Glej TSG-N-002, poglavje: Splošno.)

7.9.7 Izbira in namestitvev inštalacijskih sistemov glede na vzdrževanje vključno s čiščenjem

(Glej TSG-N-002, poglavje: Splošno.)

7.10 Zaščita, ločevanje, stikanje, krmiljenje in monitoring

(Glej TSG-N-002, poglavje: Naprave za izklop in krmiljenje.)

7.10.1 Naprave za samodejni izklop napajanja pri okvari in dodatno zaščito

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščita s samodejnim odklopom napajanja.)

7.10.2 Naprave za zaščito pred požarom

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščita pred toplotnim učinkom.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

– **Zaščitne naprave na diferenčni tok**

Če je RCD uporabljen za zaščito izmeničnega napajalnega tokokroga v PV-sistemih, mora biti tipa B po standardu SIST EN 62423, razen:

- če je proizvajalec pretvornika (razsmernika) v navodilih navedel, da ima vsaj enostavno ločitev med izmenično in enosmerno stranjo; ali
- če inštalacija zagotavlja vsaj enostavno ločitev med pretvornikom (razsmernikom) in RCD-jem z ločenimi navitji transformatorja ali
- če pretvornik (razsmernik) po SIST EN 62109-1 in proizvajalčevih navodilih ne zahteva uporabe RCD-ja tipa B. V tem primeru mora biti RCD izbran v skladu s proizvajalčevimi navodili.

Opomba: zaščito pred učinki okvare izolacije z RCD-jem je možno izbrati tam, kjer izmenična in enosmerna stran nista galvansko ločeni.

Definicija tipa B po točki 5.1 standarda SIST EN 62423: Ed.1: RCD-tip B mora poleg delovanja kot tip A po IEC 61008-1 ali 61009-1 zagotavljati še delovanje:

- pri izmeničnih preostalih tokih frekvenc do 1000 Hz;
- pri gladkih enosmernih preostalih tokih, ki so enaki 0,4-kratni vrednosti nazivnega preostalega toka ($I_{\Delta n}$) ali 10 mA, kar je večje in je superponirano izmeničnemu toku;
- pri gladkih enosmernih preostalih tokih, ki so enaki 0,4-kratni vrednosti nazivnega preostalega toka ($I_{\Delta n}$) ali 10 mA, kar je večje in je superponirano pulzirajočemu enosmernemu toku;
- pri preostalih enosmernih pulzirajočih tokih, ki so usmerjeni iz dveh ali več faz.

Zgoraj določeni diferenčni toki se lahko pojavijo nenadoma ali pa počasi naraščajo.

- **Zaščita pred učinki okvare izolacije z napravami za nadzor izolacije**
(IMD/Insulation monitoring devices)

Kjer je zaščita pred učinki okvare izolacije izvedena z IMD, mora biti ta v skladu s SIST EN 61557-8.

Če so IMD sestavni del razsmernika, mora funkcija IMD biti v skladu s standardom IEC 62109-2.

Opomba 1: zaščito pred učinki okvare izolacije z IMD je možno izbrati tam, kjer sta izmenična in enosmerna stran galvansko ločeni in brez funkcionalne (obratovalne) ozemljitve delov pod napetostjo na enosmerni strani.

Opomba 2: IMD so lahko potrebne tudi zaradi drugih vzrokov, kot je na primer zaščita pred ognjem ali za neprekinjeno obratovanje pri prvi okvari.

Opomba 3: v večjih PV-sistemih (> 100 kW) se priporočajo avtomatske IMD v skladu z IEC 61557-9.

- **Zaščita pred učinki okvare izolacije z izklopom vodnika funkcionalne (obratovalne) ozemljitve**

Naprava za avtomatski izklop mora biti vezana zaporedno z vodnikom funkcionalne ozemljitve in mora biti dimenzionirana za naslednje vrednosti:

- največji tok kratkega stika PV-polja $I_{SC MAX}$,
- najvišjo napetost PV-polja $U_{OC MAX}$.

Preglednica: Nazivni tok avtomatske izklopne naprave v vodniku funkcionalne (obratovalne) ozemljitve

Celotna nazivna moč PV-polja [kWp]	Nazivni tok I_n [A]
0–25	≤ 1
> 25–50	≤ 2
> 50–100	≤ 3
> 100–250	≤ 4
> 250	≤ 5

7.10.3 Naprave za zaščito pred nadtoki

(Glej TSG-N-002, poglavje: Stikalne in zaščitne naprave.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

- Naprave za zaščito pred nadtokom
- Naprava za zaščito pred nadtoki na enosmerni strani

Zaščitne naprave na enosmerni strani morajo biti:

- gPV-varovalke v skladu s standardom SIST EN 60269-6 ali
- odklopniki v skladu s standardi serije SIST EN 60947 ali standardi serije SIST EN 60898.

Te naprave morajo ustrezati naslednjim posebnim zahtevam:

- naznačena (nazivna) obratovalna napetost (U_e) mora biti večja ali enaka napetosti FE generatorja $U_{OC\ MAX}$;
- naznačen (nazivni) tok I_n mora biti tak, kot je definiran v točki 4.4.1;
- naznačena kapaciteta prekinitve mora biti enaka vsaj $I_{SC\ MAX}$ FE-generatorja;
- izdelane morajo biti za uporabo pri enosmernem toku;
- naprave morajo delovati neodvisno od smeri toka.

Opomba: na napravah mora biti simbol po IEC št. 60417-5031, ki označuje primernost za enosmerno uporabo.

7.10.4 Naprave za zaščito pred prenapetostmi

Če je PV-sistem inštaliran v notranjosti ščitene prostora sistema zaščite pred strelo, mora biti izpolnjen eden izmed naslednjih pogojev:

- vsi močnostni in signalni kabli ali vodi PV-sistema morajo biti položeni na primerni ločilni razdalji od vseh delov sistema zaščite pred strelo,
- sistem PV mora biti povezan na sistem zaščite pred strelo preko konstrukcije za izenačitev potencialov, kot je določeno v seriji standardov SIST EN 62305.

Opomba 1: SIST EN 62305-3 določa izračun ločilnih razdalj.

Opomba 2: SIST EN 62305-4 določa podrobne informacije za načrtovanje, inštalacijo in izračun magnetnih polj in induciranih napetosti ter tokov v plaščih vodnikov ali plaščih žic.

Izbira SPD na enosmerni strani

Zaradi različnih razporedov električnih PV-inštalacij na enosmerni strani se morajo uporabljati samo SPD, ki so posebej namenjene za PV-inštalacije za zaščito enosmerne strani. Proizvajalci SPD morajo dati potrebne informacije.

Če so v razsmerniku vgrajene SPD na enosmerni strani, se šteje, da izpolnjujejo zaščito pred prenapetostmi samo, če proizvajalec deklarira uporabo za enosmerni sistem PV. Sicer se mora zaščita izvesti z zunanjimi SPD.

Opomba: vgrajeni varistorji v razsmernik se ne štejejo kot SPD.

Napetostni zaščitni nivo U_p zunanjih SPD se določi glede na karakteristike sestavnih delov, vgrajenih v razsmernik. Proizvajalec razsmernika mora v tem primeru navesti napetostni nivo, ki je potreben za izbiro zunanjih SPD.

Karakteristike SPD, ki se morajo vgraditi na enosmerni strani, se določijo, kot sledi.

Izbira preskusnega razreda SPD

V splošnem naj bodo SPD preskusnega razreda II. Če je določena zaščita pred direktnim udarom strele in ni zagotovljene ločilne razdalje »s« po standardu SIST EN 62305, se mora za SPD uporabiti preskusni razred I (v povezavi s preskusom SPD razreda II).

Izbira zaščitnega nivoja SPD U_p

Vrednost U_p mora biti manjša kot 80 % vrednosti napetostnega impulza naprave, ki se ščiti.

Če proizvajalec ni navedel podatka, se šteje, da je vzdržna napetost impulza U_w enaka navedeni v tabeli in velja za module ter pretvornike.

U_{ocMax} (V)	U_w (kV) PV-modul	U_w (kV) razsmernik
100	1,5	-
150	2,5	-
300	4	2,5
400	-	3,1
600	6	4
800	-	5
1000	8	6
1500	12	8

Izbira najvišje obratovalne napetosti SPD U_{cpv}

Vrednost najvišje napetosti, ki je sprejemljiva za prenapetostno zaščitno napravo U_{cpv} , se določa glede na minimalno napetost FE-generatorja U_{ocMax} v neobremenjenem stanju. Napetost U_{cpv} mora biti višja ali enaka najvišji napetosti U_{ocMax} FE-generatorja.

SPD se izbirajo glede na najvišjo napetost U_{ocMax} med:

- sponkami pod napetostjo (+ in – sponko) in
- sponkami pod napetostjo (+ in – sponko) in zemljo.

Izbira nazivnega udarnega odvodnega toka SPD I_n

Najmanjša vrednost udarnega odvodnega toka I_n mora biti 5 kA.

Opomba: večja vrednost nazivnega udarnega odvodnega toka omogoča prenapetostni zaščitni napravi daljšo življenjsko dobo.

Izbira največjega toka I_{max} SPD

Tok I_{max} prenapetostnih zaščitnih naprav razreda II in tok I_{limp} prenapetostnih zaščitnih naprav razreda I se uporablja za energijsko koordinacijo SPD.

Opomba: koordinacija se lahko izvaja enako kot v izmeničnih omrežjih.

Izbira nazivnega toka SPD I_{SCPv} in zaščitnih naprav v povezavi s prenapetostnimi zaščitnimi napravami

Prenapetostna zaščitna naprava mora biti opremljena z zunanjo izklopno napravo, če je to zahteva proizvajalca. Te naprave morajo delovati pri vseh možnih tokih PV-modulov.

Opomba: zunanja izklopna naprava se zahteva, če lahko na SPD nastopi kratek stik.

Nazivni tok kratkega stika I_{SCPV} se mora izbrati glede na največji tok, ki ga lahko proizvede FE-generator I_{SCMAX} . Tok I_{SCPV} mora biti večji ali enak I_{SCMAX} FE-generatorja.

Prenapetostne zaščitne naprave, za katere ta podatek ni znan, se ne smejo uporabljati.

Izbira udarnega toka strele I_{imp} za prenapetostne zaščitne naprave razreda I

Če je zahtevana vgradnja prenapetostnih zaščitnih naprav, se udarni tok strele I_{imp} izračuna po SIST EN 62305-1. Če se udarni tok strele I_{imp} ne more izračunati, ne sme biti manjši kot 12,5 kA. Ta vrednost se nanaša na sistem zaščite pred strelo LPL III.

Namestitev SPD na izmenični strani

Kjer se zahteva namestitev SPD in je razsmernik oddaljen več kot 10 m od začetka inštalacije, se mora namestiti ena prenapetostna zaščitna naprava ob razsmernik in dodatna na začetek inštalacije.

Namestitev SPD na enosmerni strani

SPD na enosmerni strani morajo biti nameščene, kolikor je možno blizu razsmernika. Za zagotovitev zaščite so lahko potrebne še dodatne SPD, ki se namestijo oddaljeno od razsmernika.

Opomba: to je v primerih, kjer je razdalja med vhodom enosmernega kabla v objekt do razsmernika daljša kot 10 m.

Opomba: nivo prenapetosti na opremi je odvisen od njene razdalje od SPD. Pri razdaljah nad 10 m se lahko ta napetostni nivo podvoji zaradi možnih nastajanj resonance (ojačenje pri visokih frekvencah udara strele).

Priključitev SPD

Če so SPD nameščene na enosmerni in izmenični strani razsmernika v ločenih omaricah, je priporočljivo, da so razdalje med omaricami čim manjše.

Vodniki za povezavo enosmernih SPD in izmeničnih SPD do glavne ozemljitvene sponke morajo imeti najmanjši prerez 6 mm^2 , če so bakreni, za razred II in 16 mm^2 , če so iz bakra, za razred I.

7.10.5 Naprave za zaščito pred podnapetostmi

(Glej TSG-N-002, poglavje: Naprave za krmiljenje.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Nastavitev zaščite za podnapetost (prenapetost, podfrekevenco in nadfrekevenco) FE je navadno določena v soglasju za priključitev in se sklicuje na vrednosti, določene v veljavnih Sistemskih obratovalnih navodilih za distribucijsko omrežje ali veljavnih standardih (50549-1).

7.10.6 Koordinacija zaščitnih naprav

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščita s samodejnim odklopom napajanja.)

7.10.7 Ločevanje in stikanje

(Glej TSG-N-002, poglavji: Stikalne in zaščitne naprave in Naprave za izklop in krmiljenje.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

– Ločevanje

Omogočena morata biti vzdrževanje in zamenjava PV-razsmernika s tem, da se izvede ločitev PV-razsmernika tako na izmenični kot enosmerni strani.

Opomba: poleg teh zahtev v zvezi z ločitvijo PV-inštalacije, ki obratuje paralelno z javnim distribucijskim omrežjem, se morajo upoštevati zahteve tudi v točki 551.7 SIST HD 60365-5-55.

– Naprave za ločitev

Pri izbiri in inštalaciji naprav za ločitev in stikanje, ki se namestijo med PV-inštalacijo in javnim omrežjem, se javno omrežje šteje kot vir in PV-inštalacija kot breme.

Odklopnik ali druga naprava z enakovrednimi karakteristikami mora biti nameščena tudi na enosmerni strani razsmernika.

Opomba: druge rešitve za naprave za ločitev na enosmerni strani za potrebe vzdrževanj se proučujejo v TC 82.

Na enosmerni strani PV-razsmernika mora biti vgrajeno ločilno stikalo.

Vse priključne doze (PV-doze generatorja in PV-doze polj) morajo biti opremljene z varnostnim opozorilom, da deli v dozah lahko ostanejo pod napetostjo tudi po ločitvi v PV-razsmerniku.

Na vsaki napravi za ločitev mora biti jasno označen položaj ali trajno označeno, da se vidi, v katerem tokokrogu je inštalirana in kateri tokokrog ločuje.

7.10.8 Naprave za nadzorovanje

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščita ob okvari.)

7.11 Ozemljitve, zaščitni vodniki in vodniki za zaščitno ozemljitev potencialov

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščitna in obratovalna ozemljitev.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

– **Obratovalna (funkcionalna) ozemljitev**

Obratovalna ozemljitev delov pod napetostjo ali drugih prevodnih delov na enosmerni strani je dovoljena.

– **Vodnik za obratovalno ozemljitev**

Vodnik za obratovalno ozemljitev mora biti dimenzioniran glede na maksimalni tok, ki lahko teče ob okvari.

Zaradi mehanske zaščite je najmanjši prerez bakrenega vodnika za obratovalno ozemljitev 4 mm² oziroma njemu enakovreden prerez.

7.11.1 Zaščitni vodniki

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zahteve za vodnike.)

7.11.2 Vodniki za zaščitno ozemljitev potencialov

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zaščitna in obratovalna ozemljitev.)

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

– **Zaščitna ozemljitev na izmenični strani**

Če je transformator inštaliran izven razsmernika (transformator LV/LV ali HV/LV), se zahteva izenačitev potencialov med temi napravami.

7.12 Električne inštalacije zgradb – izbira in namestitvev električne opreme – druga oprema

V tem delu so v točki 551.7 standarda SIST HD 60364-5-51:2009 napisane dodatne zahteve za inštalacije, kjer lahko FE-generator obratuje vzporedno z drugimi proizvodnimi viri, vključno z javnim distribucijskim omrežjem.

Zahteve so določene za naslednje načine obratovanja:

- napajanje v inštalacijo, ki ni priključena na javno distribucijsko omrežje;
- napajanje v inštalacijo, kot rezervno napajanje sistemu iz javnega distribucijskega omrežja (otočno obratovanje);
- napajanje v inštalacijo, ki obratuje paralelno z javnim distribucijskim omrežjem (porabniški priklop ali porabniško-proizvodni priklop);
- kombinacija gornjih načinov napajanja.

Če se uporablja FE-generator kot dodaten vir in obratuje paralelno z drugimi virom, mora biti v vseh primerih zagotovljena zaščita pred toplotnimi učinki po SIST HD 60364-4-42 in pred nadtoki po SIST HD 60364-43.

Pri sistemih z neprekinjenim napajanjem (UPS), ki napajajo določene tokokroge oziroma bremena, mora biti takšen generator priključen na napajalno stran zaščitne naprave.

FE-generator, ki se uporablja za rezervno napajanje in obratuje paralelno z drugimi viri, mora biti povezan:

- na napajalni strani vseh zaščitnih naprav končnih tokokrogov ali
- na bremenski strani vseh zaščitnih naprav končnih tokokrogov, vendar morajo biti pri tem izpolnjeni naslednji dodatni pogoji:
- vodniki končnega tokokroga morajo izpolnjevati naslednjo zahtevo:

$$I_z \geq I_n + I_g,$$

kjer je:

I_z tokovna obremenitev vodnikov končnega tokokroga,

I_n naznačen tok zaščitne naprave v končnem tokokrogu,

I_g naznačen izhodni tok generatorja;

- FE-generator ne sme biti priključen z vtičem in vtičnico;
- zaščitna naprava na preostali tok, ki ščiti tokokrog v skladu s točkami 411 ali 415 standarda SIST HD 60364-4-41:2007 ali novejša izdaja, mora odklopiti vse napajalne vodnike vključno z nevtralnim vodnikom;
- linijski (fazni) in nevtralni vodnik končnega tokokroga in generatorja ne smeta biti povezana z zemljo za zaščitno napravo v končnem tokokrogu.

Opomba: če je FE-generator v tokokrogu priključen na bremenski strani vseh zaščitnih naprav, potem mora biti čas izklopa v skladu s točko 411.3.2 standarda SIST HD 60364-4-41:2007 ali novejše izdaje in kombinacija časa, v katerem se izhodna napetost generatorja zmanjša za 50 V, razen če zaščitne naprave tokokroga ne izklopijo linijskega (faznega) in nevtralnega vodnika.

Pri izbiri FE-generatorja, ki obratuje paralelno z drugim virom, vključno z javnim distribucijskim omrežjem, je treba paziti na učinke, ki jih lahko povzročijo faktor moči, spremembe napetosti, harmonska popačenja, enosmerne komponente, zagoni, nesimetrija in sinhronizacija. O posebnih zahtevah se je treba posvetovati z operaterjem distribucijskega omrežja. Če je potrebna sinhronizacija, se mora uporabiti avtomatska, ki upošteva frekvenco, fazo in napetost.

Če FE-generator obratuje paralelno z javnim distribucijskim omrežjem, mora biti opremljen z zaščitno napravo, ki odklopi FE-generator od javnega omrežja, če se pojavi napetost izven vnaprej določenih toleranc. To je navadno že določeno v soglasju za priključitev.

Tip zaščite, nastavitvene vrednosti in čase izklopa določi operater distribucijskega omrežja, navadno že v soglasju za priključitev, kjer se sklicuje na Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije ali standard SIST EN 50438.

Če imamo statične pretvornike, morajo biti stikala na bremenski strani pretvornika.

Če je FE-generator namenjen za paralelno obratovanje z javnim distribucijskim omrežjem, ne sme biti možno priključiti FE-generatorja na omrežje, če je to brez napetosti ali če je napetost izven mej, ki veljajo za normalno obratovanje.

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Ukrepi za preprečevanje prekinitev na enosmerni strani pri obremenitvi

Vsaka naprava ali oprema, ki nima izklopne zmogljivosti, določene za izklop enosmerne toka, mora biti zaščitena pred nenamernim ali nepooblaščenim izklopom zaradi nastajanja obloka.

Opomba 1: te zahteve veljajo za podnožja prenapetostnih odvodnikov (SPD) in varovalk.

Opomba 2: to se lahko doseže z namestitvijo naprave (opreme) v prostor, ki se lahko zaklene.

7.13 Sistemi FE

7.13.1 Sistemi FE za samooskrbo

Sončnih, vetrnih in vodnih elektrarn, ki jih povezujemo na javno omrežje, je vedno več. Sprejeta Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije z dopolnitvami in sprejeti Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije sta povečala zanimanje investorjev za male elektrarne.

Področje sončnih elektrarn za samooskrbo pokrivajo naslednje regulative:

- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije,
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije,
- Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije,
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Ur. l. RS, št. 17/2019).

Uredba določa:

- pogoje za samooskrbo z električno energijo, pridobljeno iz obnovljivih virov energije;
- način obračuna;
- največjo priključno moč naprave, ki za skupnostno samooskrbo ne sme presežati 0,8 kratnika vsote priključnih moči odjema merilnih mest, vključenih v posamezno skupnostno samooskrbo; če posamezna skupnostna samooskrba uporablja več naprav za samooskrbo, vsota njihovih priključnih moči ne sme presežati pogoja iz prejšnjega stavka;
- način poročanja o izvajanju ukrepa.

Naprava mora biti priključena na notranjo nizkonapetostno električno inštalacijo stavbe. Naprava za samooskrbo mora zaradi zagotavljanja varnosti izpolnjevati določbe pravilnika, ki ureja tehnične zahteve za varno in pravilno delovanje naprave za samooskrbo.

Naprava za samooskrbo, ki izkorišča energijo sonca, mora zaradi varnostnih zahtev preprečitve električnega udara v vsakem trenutku omogočati izklop iz distribucijskega omrežja in zagotavljati, da je v napravi za samooskrbo v izključenem stanju zagotovljena mala napetost (ELV), ki je največ 50 V izmenične napetosti oziroma največ 120 V enosmerne napetosti.

Prenovljena Direktiva o spodbujanju energije iz obnovljivih virov in dopolnjena obstoječa Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije poleg individualne izrecno spodbuja tudi skupinsko samooskrbo in OVE-skupnosti ter poudarja, da bi tudi tisti, ki živijo v stanovanjih, morali uživati enake prednosti kot gospodinjski odjemalci v enodružinskih hišah. Direktiva poudarja tudi pomen sodelovanja lokalnega prebivalstva pri projektih za energijo iz OVE, kar pripomore k znatni dodani vrednosti v obliki lokalnega sprejemanja energije iz OVE, lokalnih naložb in večjega sodelovanja državljanov pri energetskega prehodu. Z nadgradnjo zakonodaje bo tako omogočeno, da bo naprava lahko postavljena npr. na strehi gasilskega doma, za v njej proizvedeno električno energijo pa se bo štelo, da so jo proizvedli odjemalci, vključeni v dotično OVE-skupnost, ki pa se bodo predhodno dogovorili o tem, kolikšen delež te električne energije pripada posameznemu od njih.

Dovoljena moč FE za samooskrbo se preveri skladno z veljavnimi predpisi!

7.13.2 Različni načini vključevanja

Priključevanje na javno omrežje se izvede s pogoji systemskega operaterja distribucijskega omrežja (SODO). Navodila SONDO, Priloga 5, podajajo tehnične pogoje in karakteristike, ki jih je treba upoštevati pri priključevanju in obratovanju proizvajalcev električne energije z elektrarnami z nazivno močjo do 10 MW, ki so vključeni v distribucijski elektroenergetski sistem (DEES) Slovenije. Pri načrtovanju naprave za samooskrbo je treba upoštevati zahteve iz Pravilnika o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije, zahteve in standarde iz tehnične smernice TSG-N-002 Nizkonapetostne električne inštalacije, tehnične dokumente zadnjega stanja tehnike ter druge zakonske predpise in standarde, ki veljajo v Sloveniji.

Shema priključitve naprave za sončno elektrarno z električno energijo je določena v soglasju za priključitev. Osnova za izdajo soglasja za priključitev so izdelana projektna dokumentacija in predpisi o podporah.

7.13.3 Različne izvedbe

Pri načrtovanju naprave za samooskrbo je treba upoštevati zahtevo iz pravilnika, da se mora naprava samodejno izklopiti v primeru izpada omrežja, in zagotavljati, da je v napravi za samooskrbo v izključenem stanju zagotovljena mala napetost (v nadaljevanju: ELV), ki je največ 50 V izmenične napetosti oziroma največ 120 V enosmerne napetosti.

Za izpolnitev te zahteve lahko pri načrtovanju naprave za samooskrbo, konkretno male fotonapetostne elektrarne, uporabimo mikrorazsmernike ali optimizatorje moči.

Odločitev je odvisna od lokacije elektrarne, lokacije namestitve modulov ter njene velikosti in možnosti enostavne povečave (modularni pristop).

Prednosti inštaliranih mikrorazsmernikov/optimizatorjev moči so naslednje:

- omogočajo sledenje točki največje moči (MPPT – maximum power point tracking) ločeno za vsak modul posebej,
- manjše izgube zaradi neujemanja modulov (delno senčenje, proizvodna toleranca, umazanija),
- avtomatski izklop enosmerne/izmenične napetosti za večjo varnost inštalaterjev in gasilcev,
- ob izklopu naprave zagotovljena varna mala napetost (50 V izmenično oziroma 120 V enosmerno),
- možnost povečanja moči naprave (modularni pristop),
- napredno merjenje učinkovitosti in monitoring delovanja naprave v realnem času.

7.13.4 Sistemi FE malih moči (balkonske FE)

7.13.4.1 Splošno

Hiter razvoj fotonapetostnih modulov je povzročil tudi hiter razvoj razsmernikov, ki se namestijo na zadnjo stran za optimiranje modulov. Če se doda še kabel z vtičem z ozemljitvenim kontaktom (»šuko«), nastane tako imenovana »balkonska sončna elektrarna« (tudi sistem »Plug & Play«). Ko se ta vtič vtakne v hišno vtičnico, se že proizvaja električna energija, ki napaja električne porabnike, priključene v vtičnice hišne inštalacije. Električni števec se vrti počasneje in s tem se zmanjša strošek za električno energijo. Digitalizacija je prinesla še to, da se v razsmernik lahko vgradi zaščita z varovalko in RCD (Residual Current Device/zaščitna naprava na preostali tok) ter tako poveča varnost pred električnim udarom. Po prekinitvi napajanja iz omrežja ali po izvleku vtiča iz vtičnice se namreč na čepih vtiča ne pojavi električna napetost. Taka proizvodna naprava se šteje za prenosno napravo. V tujini jo v komercialni rabi imenujejo »PV plug & Play«, na nemško govorečem področju »Steckerfertig, netzgekoppelte kleinst-PV-Anlagen«, »Solarzweig/solarni palček«, »Plug-in-Photovoltaikmodul«, »Mini-Photovoltaikanlage«, »steckdosenfertiges Mini-Solarzellen-Kraftwerk«, »PV-Kleinsterzeugungsanlage mit Schukostecker«. Zahteva »steckerfertig« pomeni, da lahko »balkonsko sončno elektrarno« brez dejavnih vmesnih naprav povežemo v končni tokokrog v hišni inštalaciji in naprava proizvaja električno energijo.

Do sedaj je veljalo in še vedno velja, da morajo biti proizvodni viri na omrežje priključeni fiksno (stalno). Nekaterе države (Avstrija, Švica, Portugalska, Nizozemska) so dale na trg enote, sestavljene iz modula in razsmernika, ter temu dodale še kabel z navadnim vtičem. Priključitev take naprave ni več fiksna. Tudi električno vozilo v stanju oddajanja energije v omrežje ne bo fiksno priključeno.

7.13.4.2 Izraz in definicija

PV AC module (SIST HD 60364-7-712; tč. 712.3.10) (nem. PV-Wechselstrom-Modul) integrated module/PCE assembly where the electrical interface terminals are alternating current only and where no access is provided to the DC side.

Slovensko: PV izmenični modul je kombinacija v modul integrirane naprave za pretvorbo energije (PCE – Power Conversion Equipment), pri katerem je na priključnih sponkah samo izmenični tok in ni mogoč noben dostop do enosmerne strani.

7.13.4.3 Informacija za projektante

Proizvajalci mikrorazsmernikov dobavljajo mikrorazsmernik s fiksno priključenim vodnikom s tremi žicami in v navodilih napišejo: »Naprava se priključi v električno omrežje skladno s standardom SIST EN 50438. Vgradnja in priklop sme opraviti izključno strokovno usposobljena oseba.«¹ Iz tega lahko sledi vloga za priključitev distribucijskemu podjetju, nato soglasje za priključitev itd. V soglasju za priključitev bosta določeni varovalka in zaščitna naprava, kar je največkrat poleg varovalke in RCD-ja že vgrajena v mikrorazsmernik. Pravilna priključitev se mora izvesti v priključno dozo (tako kot štedilnik!), vendar se v praksi največkrat dogaja, da se na priključeni vodnik namesti »šuko« vtič in ta vtakne v vtičnico.

V poglavju 7.12 tega priročnika z naslovom **Električne inštalacije zgradb – izbira in namestitvev električne opreme – druga oprema** so opisane dodatne zahteve iz točke 551.7 standarda SIST HD 60364-5-51:2009, ko lahko generator obratuje vzporedno z drugimi proizvodnimi viri, vključno z javnim distribucijskim omrežjem, kjer jasno piše, da generator ne sme biti priključen v vtičnico z vtičem. SIST ni dal v ta dokument HD nobenega odstopanja, zato velja, da se lahko »balkonska sončna elektrarna« priključi v dozi.

7.13.4.4 Navodila za uporabo (montažo) »balkonskih sončnih elektrarn«

V navodilih je napisana tudi največja moč »balkonskih FE-sistemov« za posamezno državo. Ta je največkrat omejena pri 600 W. V naši zakonodaji ni te omejitve, niti zahteve, da se priključitev javi distributerju zaradi nevarnosti kopičenja teh naprav.

Nujno pa je treba prebrati tudi drobni tisk. Ne glede na to, da trenutno ni pri nas še nobene prave veljavne zakonodaje – lahko samo rečemo, da izjava o skladnosti in oznaka »CE« dovoljujeta priključitev kompleta »balkonskih FE-sistemov« v priključno dozo. V 6. členu *Pravilnika o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej*,² piše, da elektroenergetska podjetja pri priključevanju na omrežje ali pri dobavi električne energije uporabnikom ne smejo postavljati strožjih varnostnih zahtev za električno opremo, kot so opredeljeni v varnostnih ciljih 4. člena in Priloge 1 tega pravilnika.

1 http://letrikasol.com/downloads/sl/quick-install-guides/Kratka_navodila_Solar_260_v1_1slo_ac.pdf.

2 Uradni list RS, št. 39/2016.

V drobnem tisku navodil največkrat najdemo:

- kupec je odgovoren za:
- statično preverjanje pritrditve,
- preverjanje zaščite pred delovanjem strele,
- upoštevanje lokalno veljavne zakonodaje (predpisov in standardov).

7.13.4.5 Sončna elektrarna za samooskrbo in »balkonska sončna elektrarna«

Teh dveh proizvodnih naprav ne moremo primerjati, ker se v priključitvi bistveno razlikujeta. Pri samooskrbi se napajanje iz elektrarne poveže na izhodno stran dvosmernega števec, ki meri prejem in oddajo električne energije. Pri taki vezavi so zaščitne naprave (varovalke, RCD) priključene na napajalni strani in delujejo pravilno. Pri »balkonski sončni elektrarni« je napajanje izvedeno v končni tokokrog hišne inštalacije in torej na bremenski strani zaščit.

7.13.4.6 Zaščita pred požarom

Priključitev »balkonskih FE-sistemov« v končni tokokrog na bremenski strani zaščit lahko povzroči, da v določenem delu vodnika teče do električnega porabnika tok, ki je vsota tokov porabnika in toka iz FE-sistemov elektrarne. Ta tok pa ne teče preko varovalke.

Če je v inštalacijo vgrajen inštalacijski odklopnik, ni posebnih težav, ker je odklop dovolj hiter. Če je vgrajena klasična varovalka, se v navodilih za uporabo največkrat pojavi zahteva, da se varovalka zniža za eno stopnjo (s 16 A na 10 A).

7.13.4.7 Zaščita pred delovanjem strele

V razsmerniku navadno nista vgrajeni zaščita pred delovanjem strele in prenapetostna zaščita. Vprašanje, ki se pojavlja, je, ali je sploh potrebna zaščita pred delovanjem strele. Če predpostavimo, da na stavbi ni izvedene zaščite pred delovanjem strele, lahko sklepamo, da je stavba na taki lokaciji, da ni nevarnosti za udar strele. To predpostavko je treba preveriti po enem izmed veljavnih standardov za Zaščito pred delovanjem strele (62305-X). »Sončna balkonska elektrarna« po tej predpostavki ne spremeni stopnje nevarnosti.

Če je izvedena zaščita pred delovanjem strele, morajo biti vtičnice na zunanem delu stavbe opremljene s prenapetostno zaščito. Če ni prenapetostne zaščite, potem priključitev »balkonskih FE-sistemov« ne spremeni ničesar. Enako velja tudi za priključitev »novoletnih lučk« (svetlobne verige).

7.13.4.8 Zaščita pred električnim udarom pri »balkonskih sončnih elektrarnah«

»Balkonska sončna elektrarna«, ki je priključena na primer z vtičem v vtičnici, se mora izklopiti, ko v javnem omrežju oziroma hišni inštalaciji ni več omrežne napetosti. Mikrorazsmernik mora biti grajen tako, da to omogoča. To pomeni, da tudi na čepih vtiča ne sme biti napetosti po izvleku vtiča iz vtičnice.

V standardu SIST EN 62109-1³ je v točki 7.3.9 (»Protection against shock hazard due to stored energy«/Zaščita pred nevarnostjo udara zaradi nakopičene energije) zapisano, da se mora proizvodna naprava, ki ima mikrorazsmernik z vgrajeno »zaščito omrežja in naprave« (angl. Grid and System protection; nem. NA-Schutz; Netz- und Anlagenschutz), ločiti od omrežja po 0,2 sekunde. Iz gornjega sledi, da je treba biti pozoren, katerim standardom ustreza mikrorazsmernik.

7.13.4.9 »Inform & Fit« v standardu EN 50438

Način priključevanja »balkonskih sončnih elektrarn« po postopku »Inform & Fit« (obvesti in priključi) je bil najprej objavljen v standardu SIST EN 50438:2007 z definicijo (3.11), da je to postopek inštalacije in zagona mikrogeneratorja pred priglasitvijo (notifikacijo) distributerju, ki mu sledi priglasitev zagona brez vnaprejšnjega formalnega dovoljenja distributerja. V prvem poglavju *Področje uporabe* je bila preglednica, v kateri so bile navedene države, ki so dovoljevale ta postopek. Vpisana je bila tudi Slovenija, kjer pa ta postopek ni bil in tudi še sedaj ni dovoljen.

V letu 2013 je bil sprejet prenovljen evropski standard, ki je vseboval tudi postopek »inform and fit« ter postopek priglasitve (notification) z definicijo (3.22), da je to postopek, s katerim se obvesti distributer o priključitvi mikrogeneratorja ali njegovi odstranitvi. SIST je v dodatku A (informative: National settings and requirements) napisal, da so zaščite objavljene na spletni⁴ strani SODO. Posebej ni napisano, da je postopek »inform & Fit« dovoljen.

Komentar IZS 1: Uredba (EU) 2016/631 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 14. aprila 2016 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev (generatorjev – prevod iz angleščine) proizvajalcev električne energije na omrežje bo stopila v veljavo 14. 4. 2019.

Na podlagi evropskega mandata je sprejet evropski standard EN50549-1:2019 Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 1: Connection to a LV distribution network – Generating plants up to and including Type B, ki bo razveljavil standard EN 50438 po koncu prehodnega obdobja 1. 2. 2022.

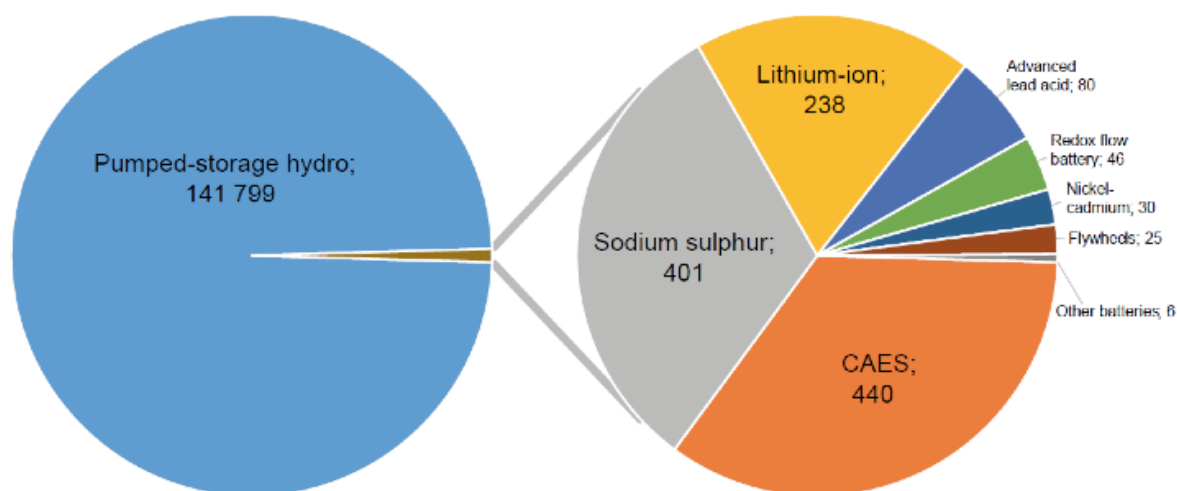
3 SIST 62109-1:2011 Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih – 1. del: Splošne zahteve.

4 http://www.sodo.si/druzba_sodo/zakonodaja/sondo.

7.14 Hranilniki električne energije

7.14.1 Uvod

Cene fotonapetostnih sistemov so se v zadnjih letih bistveno znižale in s tem so postali zanimivi za proizvodnjo električne energije tudi z gospodarskega vidika. Shranjevanje električne energije, ki se lahko izvaja z mehanskimi hranilniki (črpalno akumuliranje, akumuliranje s stisnjenim zrakom, akumuliranje v vztrajniku), elektrokemičnim načinom (akumulatorji), kemičnim načinom (elektroliza) in termičnim načinom (»bojlerji«), se je tudi razvijalo, poseben razvoj pa so doživeli akumulatorji.



Globalna razporeditev obnovljivih virov v letu 2015, in sicer so:

- črpalna hidroelektrarna (Pumped storage hydro),
- (vroči) akumulatorji na osnovi NaS (Sodium sulphur),
- Li-ionski akumulatorji (Lithium-ion),
- akumulacija na stisnjeni zrak (CAES),
- napredni svinčeni akumulatorji (Advanced lead acid),
- akumulacija na osnovi pretoka s pomočjo oksidacije/redukcije (Redox flow battery),
- NiCd (sicer nezaželeno, uporabljajo še v območjih z nizkimi temperaturami) in
- pretvorba v vrtenje (flywheels).

Fotonapetostna elektrarna proizvaja električno energijo takrat, ko je dovolj osončena. Ta proizvedena električna energija se lahko oddaja v javno omrežje ali se porabi v internem omrežju za napajanje električnih porabnikov. Višek čez dan proizvedene električne energije se lahko shrani v hranilnik električne energije (akumulator) in se porabi zvečer ali ponoči. Na tak način se lahko poveča odstotek samooskrbe oziroma izkorišča vsa neodvisno proizvedena električna energija. To pride v poštev v stanovanjski hiši oziroma pri odjemalcih, ki imajo konično obremenitev določeno z velikostjo varovalke. V tem primeru je dovolj, da hranilnik izpolnjuje funkcijo hranjenja.

Ker tudi hranilniki niso prav poceni, je treba pred nabavo preveriti, če lahko ta oprema opravlja poleg funkcije shranjevanja še funkcijo zmanjšanja konic, kar pride v poštev pri odjemalcih, ki plačujejo tudi tarifo za konično obremenitev.

Hranilnik električne energije se lahko uporabi tudi v otočnem obratovanju takrat, ko javno omrežje izpade. Tudi za to funkcijo je treba preveriti pri proizvajalcih, ker je ne ponujajo vsi.

Proizvodna enota je naprava, ki neodvisno proizvaja električno energijo. Če hranilnik električne energije obratuje tako, da oddaja električno energijo, se obravnava kot proizvodna enota.

Pogoji priključevanja so določeni v standardih in sistemskih obratovalnih navodilih za obratovanje distribucijskega omrežja (SONDSEE) ter so za vsako priključitev predpisani v soglasju za priključitev (sklic 4.5).

7.14.2 Varnostna in obratovalna zaščita v PV-sistemih s hranilniki električne energije

Hranilniki v PV-sistemih so lahko izvor visokih okvarnih tokov in uporaba nadtokovne zaščitne naprave je obvezna. Namestitev nadtokovne zaščitne naprave je treba izvesti med hranilnikom in napravo za polnjenje hranilnika, čim bližje hranilniku, kot je mogoče. Pri izbiri nadtokovne zaščitne naprave je treba upoštevati, da gre pri omenjeni povezavi za DC-tok.

Pri dimenzioniranju nadtokovne zaščite v PV-sistemih s hranilniki električne energije je za razliko s PV-sistemi brez hranilnikov potrebno, poleg sumov tokov iz PV-stringov, upoštevati tudi maksimalni možni tok, ki lahko izvira iz hranilnika električne energije.

Pri uporabi hranilnikov električne energije v PV-sistemih se predlaga uporaba diod za blokado povratnih tokov iz smeri hranilnika proti PV-stringom v nočnem času. Pri dimenzioniranju diod za blokado je treba upoštevati, da je U_n najmanj dvakrat večja od skupne napetosti PV-stringa ali PV-vezave. In pa najmanj s faktorjem 1,4 pomnožen kratkostični tok PV-stringa ali PV-vezave pri STC-pogojih.

Obratovalna (funkcijska) ozemljitev pri uporabi hranilnikov električne energije v PV-sistemih se izvede med napravo za polnjenje hranilnika in nadtokovno zaščitno napravo hranilnika.

Za druge pogoje glej tudi TSG-N-002.

7.14.3 Uporaba in dimenzioniranje vodnikov za povezave s hranilniki električne energije

V zvezi z razporeditvijo in prerezi vodnikov veljajo zahteve, kot so podane v SIST HD 60364-5-52 in tehnični smernici za nizkonapetostne inštalacije TSG-N-002, poglavje Zaščita pred preobremenitvijo vodnikov. Pri tem je treba upoštevati:

- namen hranilnika,
- tip hranilnika,
- najvišje tokove za polnjenje hranilnika,
- najvišje tokove, ko je hranilnik uporabljen kot vir.

Viri električne energije so lahko električno omrežje, predvsem pa lokalni viri. Pri FE- ali vetrni elektrarni je treba upoštevati, da se poskuša akumulirati električna energija s čim višjim izkoristkom v času, ko je tak vir aktiven, pri FE pomeni to v naših razmerah okvirno tri ure in seveda z največjo intenzivnostjo sončne svetlobe. Pri vetrnih elektrarnah je zaradi mehanskih omejitev vgrajen sistem regulacije in te se vrtijo z največjimi obrati, ki jih konstrukcija dovoljuje, seveda v naših razmerah ima precej velik razpon dinamika hitrosti vetra.

Med hranilniki in viri oziroma možnimi porabniki je običajno vgrajen pretvornik, kar lahko pomeni precej različne velikosti tokov na obeh straneh pretvornika.

Pri porabnikih pa je treba videti možnosti oziroma namen. Razlika je namreč, če je hranilnik namenjen le za izravnavo pretokov energije ali pa je njegov namen tudi npr. podporno napajanje polnilnice električnih vozil. Pri polnilnicah so polnilni tokovi lahko precej visoki in odvisni od izbranega načina polnjenja in v mnogih primerih višji od tokov, ki so dovoljeni glede na dogovorjeno priključno moč električne inštalacije. V tem primeru mora učinkovati tudi sistem pametnega omrežja, da se hranilnik napolni iz drugih virov v času, ko ni polnjenja električnih vozil.

Skratka, upoštevati je treba, da so različni tokovi na obeh straneh pretvornika, upoštevati je treba najvišje tokove, ki jih lahko dajo viri v času, ko dobavljajo energijo, in najvišje tokove glede na namen hranilnika in zgradbe prosumerjeve električne inštalacije.

Primeri zanimivih tipov akumulatorjev za hranilnike električne energije:

- Li-ionski,
- svinčeni,
- NiMH in
- železo-zrak.

Izbira, tudi drugih možnosti, je odvisna od dejansko predvidenega okolja, kjer bo hranilnik postavljen, ter cene kot tudi glede zahtev za vzdrževanje in popravila.

Običajno je cena zelo pogojena tako s količino kot s trenutnimi tržnimi zakonitostmi.

8. Pregled in preizkušanje

V skladu s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah oziroma njemu pripadajočim TSG-N-002, poglavje Pomen izrazov, pade fotonapetostna elektrarna FE pod zahtevne električne inštalacije. Preverja jo lahko preglednik z nacionalno poklicno kvalifikacijo za zahtevne električne inštalacije. Projektant mora poskrbeti za ustrezno dokumentacijo, ki je osnova za začetno in redna preverjanja FE. FE se preverja tako na osnovi zahtev Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije kot Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele, glej tudi TSG-N-002 in TSG-N-003, poglavje Preverjanje ustreznosti.

Za sistem FE-sistema je treba poleg osnovnih pogojev za pravilno in zanesljivo trajno delovanje omogočiti in zagotoviti že pri projektiranju določene ukrepe, s pomočjo katerih ga je možno pregledovati in preizkušati tako ob prevzemu, kasneje pri rednih preskušanjih pa tudi v primeru okvare.

Tu so in se seveda med seboj prepletajo različne zahteve različnih načinov obratovanja v enem sistemu:

- zaščita pred posrednimi in neposrednimi učinki napetostnega udara zaradi strele tako za vgrajeno opremo kot za varnost ljudi in živali,
- enosmerni tokokrogi in omrežje,
- pretvorniška in nadzorna oprema,
- izmenični tokokrogi in omrežje, običajno povezani na javno napajalno omrežje.

S tem povezani preizkusi in meritve zajemajo naslednje:

- preverjanje pravilnosti povezav, primernosti vgrajenih sestavnih delov in sestavov, ustreznosti izvedbe celotnega sistema;
- preizkuse in meritve zaščite pred učinkom strele;
- preizkuse in meritve zaščit v enosmernih tokokrogih;
- preizkuse in meritve zaščit v izmeničnih tokokrogih in tokokrogih, vezanih na napajalno omrežje;
- funkcionalni preizkus in meritve fotonapetostnega generatorja;
- funkcionalni preizkus in meritve pretvornikov;
- funkcionalni preizkus naprav za upravljanje in nadzor;
- meritev kakovosti električne energije, ki teče iz sistema FE-sistemi v javno napajalno omrežje;
- preverjanje ustreznosti zahtevam elektromagnetne združljivosti.

Pred zagonom FE-sistema je treba opraviti prvo preverjanje celotne zaključene enote, kot jo podaja projekt. Treba je preveriti tudi vsa stična mesta z električno inštalacijo, če so, in strelvodno inštalacijo. Še posebej po rekonstrukcijskih opravilih obstoječega objekta zaradi dogradnje FE-sistema je treba preveriti vse povezave z ozemljitvenim vodnikom, vsa ozemljila in izenačevalne povezave.

PV-elektrarno je treba potem redno preverjati. Osnovno obdobje za redna preverjanja naj predvidi projektant glede na vgrajeno opremo, materiale in zahtev okolja, v katerem FE obratuje, dodatno se lahko določi na osnovi rezultatov začetnega preverjanja, naj bo pa usklajeno na osnovi priporočil in zahtev Pravilnikov Gradbenega zakona za zaščito pred delovanjem strele in nizkonapetostne električne inštalacije.

8.1 Meritve in preizkusi

Običajno so FE-sistemi namenjeni za povezavo v nizkonapetostno električno omrežje, ker se s tem doseže skladnost izvora s porabniki. SIST EN 62446-1, SIST HD 60364-7-712 in seveda SIST HD 60364-6 so tisti standardi, na osnovi katerih se izvede celotno preverjanje zaradi:

- SIST EN 62446-1 standard podaja zahteve za preizkušanje in dokumentacijo d. c. strani, ki jim morajo ustrezati, FE-sistema zaradi priklopa na nizkonapetostno omrežje;
- SIST HD 60364-7-712 poudarja posebnosti zahtev za varnost nizkonapetostnega omrežja, ko so nanj priključene, FE-sistema; in
- SIST HD 60364-6, ki obravnava preizkušanje nizkonapetostnega dela električnih inštalacij.

Poleg vizualnih pregledov, meritev in preizkusov, ki so podani v SIST HD 60364-6, je treba opraviti še druge meritve in preizkuse, ki so podani v SIST EN 62446-1. To poglavje podaja v podpoglavjih posamezne vrste meritev, njihove značilnosti in zahteve. Dodatno so določeni tudi začetno ali prvo preverjanje in redna (periodična). Standard SIST EN 62446-1 velja le za FE-sisteme, ki so povezani na električno omrežje, so pa zanj referenčni standardi iz serije SIST EN/HD 60364.

Za namen preverjanja uporabljenih merilnikov in preizkuševalnikov velja, da morajo ustrezati najmanj zahtevam, kot so podane v serijah standardov SIST EN 61557 in SIST EN 61010.

Preizkušanja PV-sistema na osnovi SIST EN 62446-1 morajo ustrezati velikosti, tipu, lokaciji in kompleksnosti sistema.

Pri tem se lahko preizkušajo kot:

- preizkusi kategorije 1,
- preizkusi kategorije 2 in
- dodatni preizkusi.

Preizkusi kategorije 1 so osnovni, preizkusi kategorije 2 zajemajo tudi preizkuse kategorije 1, v posebnih primerih pa je treba izvesti še dodatne preizkuse.

Preizkusi kategorije 1 morajo zajeti:

- za a. c. stran vse preizkuse, kot jih določa SIST HD 60364-6;
- za d. c. stran pa morajo biti naslednji preizkusi:
 - a) neprekinjenost ozemljitvenih in izenačevalnih povezav, kjer obstajajo;
 - b) pravilnost povezav;
 - c) preizkus PV spojne omarice;
 - d) izhodna napetost odprtih sponk za niz ali del polja;
 - e) izhodni tok (kratkostični ali delovni) za niz ali del polja;
 - f) funkcionalni preizkusi;
 - g) izolacijska upornost v d. c. tokokrogih.

Pri preizkusih kategorije 2 je treba omenjenim dodati še:

- a) meritev I-U-krivulje za niz ali del polja in
- b) meritve z IR-kamero.

Dodatni preizkusi zajemajo:

- a) meritev napetosti proti zemlji v sistemih z visoko upornostjo proti zemlji;
- b) preizkus blokirne diode, če je vgrajena;
- c) preizkus vlažne izolacije predvsem v primerih, kjer so izmerjene mejne vrednosti izolacije v normalnih pogojih;
- d) oceno sence.

8.1.1 Vizualni pregledi

Pred vsakim pregledom z meritvami in preizkusi je treba opraviti vizualni pregled. Podroben vizualni pregled mora biti opravljen v okviru začetnega pregleda in pred vklopom fotonapetostnega sistema in priklopom na inštalacijo. SIST EN 62446-1 podaja pri tem kar lep obseg zahtevanih vizualnih preizkusov in jih pri tem povezuje z zahtevami SIST HD 60364-6 in IEC 62548.

Vizualno je treba pregledati naslednje:

- splošno d. c. sistem,
- zaščito pred električnim udarom v d. c. sistemu,
- zaščito pred učinki okvar izolacije v d. c. sistemu,
- zaščito pred prevelikimi tokovi v d. c. sistemu,
- ozemljitvene in izenačevalne povezave v d. c. sistemu,
- zaščito pred učinki strele in prenapetosti v d. c. sistemu,
- izbiro in postavitev električne opreme v d. c. sistemu,
- a. c. sistem in
- označevanje ter identificiranje.

8.1.2 Upornost povezav z ozemljilom in izenačevalnih povezav

Izmeriti je treba upornost zaščitnih vodnikov vključno z glavnimi in podpornimi izenačevalnimi povezavami tudi v d. c. sistemu, če so.

Upornost R med hkrati dostopnimi prevodnimi deli naj izpolnjuje naslednji pogoj:

$R \leq \frac{50 \text{ V}}{I_a}$	pri a. c. sistemih,
$R \leq \frac{120 \text{ V}}{I_a}$	pri d. c. sistemih.

Kjer je

- I_a delovalni tok zaščitne naprave v A,
- in je $I_a = I_{\Delta n}$ za zaščitne naprave na preostali tok (RCD),
- ter 5 s delovalni tok I_2 za naprave za zaščito pred previsokim tokom.

Opomba: armatura v železobetonskih zgradbah predstavlja izenačevalno povezavo. Za preverjanje upornosti naj bi bili dostopni skrajna zgornja točka in skrajna spodnja točka. Upornost se preverja s tokom najmanj 10 A in mora biti nižja od 0,2 ohma (SIST EN 62305-3).

8.1.3 Pravilnost povezav

S primernim instrumentom je treba preveriti pravilnost vseh d. c. povezav. Treba je tudi preveriti, če je ožičenje pravilno označeno.

8.1.4 Napetost odprtih sponk za PV-niz

Meritev se dela pred kakršnim koli povezovanjem PV-nizov v PV spojni omarici (6.1.5). Z meritvijo napetosti odprtih sponk se za vsak niz preveri, da so v nizu moduli pravilno povezani in da je verigi povezano predvideno število modulov. Pogoja sta stabilne razmere v času meritve in primeren V-meter, da se na osnovi podatkov uporabljenih modulov in izmerjene napetosti oceni dejansko število modulov.

8.1.5 Meritev toka za PV-niz

Namen meritve toka PV-niza je zagotovitev pravih obratovalnih karakteristik PV-niza in da ni napak v ožičenju nizov. Ta preizkus ne predstavlja merjenja lastnosti modula oziroma niza. Za meritev sta dve metodi:

- meritev kratkostičnega toka in
- obratovalni preizkus,

s tem da ima prednost meritev kratkostičnega toka, ker izloči druge možne vplive, npr. pretvornika. Lahko se uporabi tudi meritev I/U-karakteristike, ki ravno tako izloči druge vplive.

8.1.6 Preizkus kratkega stika za PV-niz

Preizkus kratkega stika je treba izvajati zelo pazljivo in s primerno opremo, najbolje merilnikom za fotonapetost. Razlog je v tem, da se električni lok, ki se lahko pojavi, zelo težko ugasne (prekine). Razlog je visoka d. c. napetost. Vsi nizi morajo pred preizkusom med seboj biti ločeni in odklopljeni. Po zaključku tega preizkusa je treba počakati, da je tok zanesljivo prekinjen, preden se kar koli dela naprej. Preizkus je lahko kar dolgotrajen, ker je vezan na primerno osvetlitev zaradi večkratnih meritev in primerjave med posameznimi nizi. Postopek je podan v poglavju 6.5.2.1 EN 62446-1:2016/A1:2018 in poglavju 6.5.2.2 v SIST EN 62446-1.

8.1.7 Preizkus PV spojne omarice

Namen PV spojne omarice je zagotovitev, da so vse PV-veje v PV spojni omarici pravilno povezane. Postopek preverjanja podaja poglavje 6.3 standarda SIST EN 62446-1.

8.1.8 Preizkus delovanja za PV-niz

Pri vključenem sistemu v normalnem načinu delovanja pri polni moči se merijo tokovi vsakega PV-niza ali delnega polja. Merjene vrednosti se primerjajo s sosednjimi identičnimi nizi ali s pričakovanimi izračunanimi vrednostmi. Zaradi možnih nestabilnih razmer se:

- lahko podaljša čas merjenj;
- lahko uporabi istočasno več merilnikov z enim, ki je na referenčnem nizu;
- rezultati se lahko popravljajo s pomočjo merilnika osvetljenosti;
- lahko se uporabi posebna merilna oprema za PV;
- lahko se izvede meritev I-U-krivulje.

8.1.9 Ozemljitvena upornost

Kjer je predpisano, se izvede meritev upornosti ozemljitvene elektrode na ustrezen način, kot so:

- trižična oziroma štirižična meritev,
- meritev impedance okvarne zanke,
- enokleščna meritev in
- dvokleščna meritev.

Trižična, štirižična in enokleščna meritev se lahko izvedejo, če je objekt na takem mestu, da se lahko za meritev uporabijo pomožne elektrode v dovolj veliki oddaljenosti od objekta glede na največjo mero d ozemljila objekta. Razdalja med pomožnimi elektrodami in do merjenega ozemljitvenega sistema mora biti najmanj 5d. V tem primeru je treba odklopiti povezave na glavno ozemljitveno točko, izmeriti ozemljitveno upornost in potem spet nazaj povezati odklopljene ozemljitvene povezave.

Meritev impedance okvarne zanke je primerna le za napajalna omrežja v urbanem okolju.

Dvokleščna meritev pa je potrebna v urbanem okolju in v primeru kompleksnih ozemljitvenih sistemov z najmanj dvema ozemljiloma.

Pri projektiranju ozemljil oziroma povezav z ozemljili je treba predvideti:

- za meritev morajo biti dostopne glavne zbiralke zaščitnih, ozemljitvenih in nevtralnih vodov;
- v primeru sistema z več kot enim ozemljilom je treba za vsako ozemljitveno vejo predvideti na primerno dostopnem mestu priklop za najmanj ene tokovne klešče;
- v urbanem okolju mora biti predvidena možnost za dvokleščno meritev na vsaki veji, pri tem mora biti omogočena razdalja najmanj 300 mm za primer uporabe ločenih tokovnih klešč na isti veji in pri tem en priklop tokovnih klešč, ki mora omogočiti enostavno objemanje veje ozemljila z dvojnimi tokovnimi kleščami debeline 60 mm in zunanjega premera čeljusti 120 mm;
- merilna mesta morajo biti tako zasnovana, da so dostopna tako za začetni preizkus kot tudi za redna preizkušanja in preizkušanje po vzdrževalnih delih ter popravilih.

Pogoj za upornost je podoben kot pri 6.1.1, s tem da upornost predstavlja vsoto ozemljitvene upornosti in upornosti ozemljitvenih vodnikov.

Opomba 1: pri TT napajalnih sistemih, kjer je zaščita izvedena z RCD-jem, je treba včasih upoštevati $5I\Delta n$.

Opomba 2: mejne vrednosti za ozemljitveno upornost so, glede na razne možne primere, podane v Tehnični smernici za nizkonapetostne električne inštalacije in v Tehnični smernici za zaščito pred delovanjem strele.

8.1.10 Izolacijska upornost

Izolacijska upornost se vedno meri z najvišjo delovno napetostjo, kot se lahko pojavlja v sistemu, kjer je merjena izolacija.

Enosmerni tokokrogi FE-sistema predstavljajo IT-sistem, medtem ko je na drugi strani pretvornika napajalni sistem, kot ga določa distributer javnega napajalnega omrežja.

Izmeriti je treba izolacijsko upornost vseh dostopnih prevodnih delov razreda II (z ozemljilom nepovezani dostopni prevodni deli), izolacijsko upornost enosmernih PV-tokokrogov proti kovinskim nosilcem ter izolacijsko upornost faznih plus nevtralnega vodnika proti zaščitnemu vodniku na izmenični strani.

Osnovne mejne vrednosti in merilno napetost podaja Tabela 6A v SIST HD 60364-6.

Tabela 6A (SIST HD 60364-6) – Najnižje vrednosti izolacijske upornosti

Nazivna napetost tokokroga	Merilna napetost d. c.	Izolacijska upornost
V	V	MΩ
SELV in PELV	250	≥ 0,5
Do vključno 500 V, vključno FELV	500	≥ 1,0
Nad 500 V	1000	≥ 1,0

Standard SIST EN 62446-1 podaja dva možna načina meritev izolacijske upornosti, in sicer:

- najprej meritev negativne PV-strani polja proti zemlji in nato meritev pozitivne strani polja proti zemlji in
- meritev med zemljo in kratko sklenjenima pozitivno in negativno stranjo PV-polja.

V Tabeli 1 so podane mejne izolacijske upornosti in preizkusne napetosti za enosmerno stran.

Tabela 1 (SIST EN 62446-1) – Najnižje vrednosti izolacijske upornosti

Sistemska napetost ($V_{oc, stc} \times 1,25$)	Merilna napetost	Izolacijska upornost
V	V	MΩ
< 120	250	0,5
120–500	500	1
500–1000	1000	1
> 1000	1500	1

Podrobnosti so podane v standardu SIST EN 62446-1 v poglavju 6.7.

Dodatna meritev je upornost vlažne izolacije. Namenjena je iskanju napak. Z njo se oceni električna izolacija PV-polja v vlagi, da vlaga ne doseže aktivnih delov. Ta preizkus se izvede tudi, če so vprašljivi rezultati merjenja izolacijske upornosti.

8.1.11 Napetost koraka in dotika

Napetost koraka in dotika je treba izmeriti na robovih enotno povezanih obsežnih ozemljitvenih sistemov. Preračuna se na najvišji tok, ki se lahko pojavi v takem sistemu, in ne sme presegati konvencionalnih mej napetosti dotika, to je 50 V za a. c. sisteme in 120 V za d. c. sisteme v normalnem okolju, za vlažno okolje sta meji 25 V a. c. oziroma 60 V d. c.

8.1.12 Okvarna impedanca, napajalna impedanca in padec napetosti

Preverjajo se predvidene in vgrajene zaščite, tako zaščita pred previsokim tokom napajalnih (faznih) vodov kot zaščita pred električnim udarom okvarnega tokokroga.

V napajalnih vodih mora biti zaščita pred previsokim tokom izbrana tako, da prepreči pregrevanje in požar. Projektiran odklopni tok naprave I₂ mora biti nižji od najslabšega možnega kratkostičnega toka (pri najvišji temperaturi vodnikov in najnižji obratovalni napetosti), mora pa biti tok odklopne zmožnosti zaščitne naprave proti previsokemu toku višji, kot se lahko pojavi najvišji možni kratkostični tok (sicer odklopna naprava ne uspe prekiniti tokokroga v zahtevanem času).

V primeru okvarne zanke mora zaščitna naprava pravočasno preprečiti, da bi se na dostopnih prevodnih delih pojavila nevarna napetost, višja od 50 V za a. c. sisteme in 120 V za d. c. sisteme. V primeru uporabe varovalk in njim podobnih zaščitnih naprav ima kriterij za doseg ustreznih okvarnih zank prednost pred zahtevami za napajalne tokokroge.

Impedance je treba preveriti na vseh možnih mestih za priklop na preizkušano napajalno omrežje.

Meritev padca napetosti napajalnih tokokrogov kaže njihovo kakovost oziroma pravilno dimenzioniranje. Meri se lahko kot padec v celotni zanki od transformatorske postaje do trenutnega merilnega mesta ali pa samo v delu električne inštalacije od njene priklopne točke. Padec napetosti se določi s pomočjo izmerjene napajalne impedance omrežja ali razlike napajalnih impedanc in nastavljene vrednosti naznačenega toka (projektiran tok) varovalke oziroma zaščite pred previsokim tokom merjenega tokokroga in se primerja z nazivno napetostjo napajalnega sistema. Pri električni inštalaciji, vezani na javno razdelilno omrežje, je dovoljena vrednost 3 % na inštalacijah za razsvetljavo in 5 % za druge porabnike. V primeru napajanja iz zasebnih virov so sicer dovoljeni malo višji padci napetosti, vendar naj bi bilo težišče proti omenjenim vrednostim.

8.1.13 Preizkusi RCD

Zaščitne naprave na preostali tok (RCD) se aktivirajo, če se del toka iz opazovanih napajalnih vodnikov zaključuje drugje (pojavi se okvarna zanka). RCD je treba izbrati in preizkusiti glede na značilnosti vezja, ki ga ščitijo. Občutljivost ($I_{\Delta n}$) se določi glede na namen zaščite. Običajno je $I_{\Delta n}$ največ 30 mA v primeru zaščite pred električnim udarom. Kjer je možnost, da se pojavijo enosmerni preostali tokovi, je vgrajen tipa A ali B oziroma tipa A ali F plus RCD-DD in pomeni, da je treba opraviti preizkus odklopa tudi za pulzirajoči ali čisti d. c. preostali tok.

Za preizkušanje RCD mora biti omogočeno preizkusno mesto nekje v bližini RCD zaradi ponovnih vklapljanj med preizkusi, kar je dovolj za tokokrog, ki ga ščitijo RCD.

Če se ne sme prekinjati napajanje, je treba izmeriti najmanj napetost dotika, ki se lahko pojavi pri nazivni občutljivosti RCD.

Napetost dotika je treba izmeriti na vsaki vtičnici ali drugi priklopni točki napajalnega omrežja. Kjer je RCD uporabljen za druge namene kot za zaščito pred električnim udarom, morajo časi ustrezati zahtevam iz SIST HD 60364-4-42. Pri preizkušanju odklopa RCD se test običajno ponovi petkrat, pri tem je treba paziti, če so v tokokrogu za RCD naprave, ki se jim s tem preizkusom odklaplja napajanje, morajo biti zaporedni preizkusi z dovolj dolgim časovnim zamikom, ker sicer lahko pride do okvar teh naprav.

8.1.14 Meritev I-U-krivulje niza

Ta meritev da naslednje informacije:

- napetost odprtih sponk niza (U_{oc}) in kratkostični tok niza (I_{sc}),
- podatek o največji moči P_{max} in pri njej napetost U_{mpp} in tok I_{mpp} najvišje moči,
- meritev zmogljivosti PV-polja,
- faktor zapolnitve modul/niz,
- prepoznavo okvar modula/polja ali senčenja.

Instrument za merjenje krivulje I-U mora ustrezati za meritve napetosti in tokov merjenih tokokrogov. Meritve je treba izvajati v obdobjih z dovolj veliko osvetljenostjo (400 W/m^2) in je treba osvetljenost ter temperaturo upoštevati pri rezultatu.

8.1.15 Pregled PV-polja z infrardečo kamero

Pregled PV-polja z infrardečo kamero je namenjen temperaturnih variacij pri delovanju PV-polja. Izstopajoče temperature pomenijo, da so na tistih mestih problemi z moduli ali polji, kot so nasprotno polarizirane celice, okvara blokirne diode, problem s spoji, slabe povezave ali drugo, kar povzroča delovanje pri višji temperaturi. Objektivno priznано pravilo je, da razlika izmerjene temperature med PV-modulom in točko s povišano temperaturo, ki je večja od 10 °C, predstavlja tako imenovani »hot spot« in kaže na točkovno anomalijo – poškodbo – v materialu celice PV-modula. Predlaga se izvajanje v stabilnih razmerah pri osvetlitvi, večji od 400 W/m². Še bolje pa pri več kot 600 W/m². Gleda se vse strani PV-polja, pri tem merjenje ne sme povzročati senc na PV polju.

8.1.16 Meritev napetosti proti zemlji

Meritev je namenjena za sisteme, ki so z visoko impedanco (upornost) povezani z zemljo. Ta meritev se izvaja na osnovi zahtev proizvajalcev modulov s tako povezavo, da se preveri, če so sprejemljive napetosti proti zemlji in dovolj nizki uhajavi tokovi.

8.1.17 Preizkus blokirne diode

Okvara blokirne diode lahko predstavlja njen kratki stik ali njeno prekinitev. Vse blokirne diode je treba pregledati, da so pravilno povezane in da ni znakov pregretja. Meri se padec napetosti na blokirnih diodah pri normalnem delovanju, pri tem je ta napetost lahko med 0,5 V in 1,65 V.

8.1.18 Določitev sence

Namen je zapis ocene sence na PV-polju v trenutnih pogojih, ki je namenjen tudi za prihodnje primerjave. Za male sisteme se oceni senca v središču polja, obsežnejši sistemi pa potrebujejo niz meritev sence. V vsakem primeru mora zapis:

- zajemati zapis mesta, kjer se je določila senca;
- imeti prikaz ustrezne smeri neba;
- biti skaliran, da prikaže višino vseh predmetov, ki povzročajo senco.

8.1.19 Delovanje PV-polja

Omogočiti je treba občasno meritev izhodne moči PV-polja, v ta namen mora biti predviden merilni priključek. Ta priključek mora zagotavljati najmanj osnovno izolacijo pred dotikom in biti do stopen le z uporabo orodja, npr. zaklenjen v omarici, kjer sta spojena PV-tokokrog in pretvornik.

8.1.20 Delovanje pretvornika in ločilne naprave

Standard SIST EN 50438 podaja odzivne čase na anomalije v napajalnem sistemu, na katere se mora odzvati lokalni vir, ki je priključen na napajalno omrežje. Časi se razlikujejo po državah.

Za Slovenijo velja naslednje:

Parameter	Najdaljši odzivni čas [s]	Nastavljen prag
Prenapetost (2. stopnja)	0,2	230 V + 11 % ... + 15 %
Prenapetost (1. stopnja) ^a	1,5	230 V + 11 %
Podnapetost (2. stopnja) ^b	1,5	230 V – 15 %
Podnapetost (1. stopnja)	0,2	230 V – 15 % ... – 30 %
Previsoka frekvenca ^c	0,2	51 Hz
Prenizka frekvenca ^c	0,2	47 Hz

a Zaščita pred prenapetostjo (1. stopnja) ni potrebna, če je prag za prenapetost (2. stopnja) nastavljen na 230 V + 11 %.

b Zaščita pred podnapetostjo (1. stopnja) ni potrebna, če je prag za podnapetost (2. stopnja) nastavljen na 230 V – 15 %.

c Ta funkcija mora delovati najmanj v območju nastavljenih napetostnih pragov.

Za preizkušanje gornjih zahtev je treba ustvariti pogoje s spremenljivo omrežno napetostjo in preveriti odklopne čase, ko napetost ali frekvenca doseže nastavljeni prag.

Po odklopu se preveri pravilnost priključevanja na omrežje z naslednjim zaporedjem:

1. $f_{omr} < 47,45$ Hz: ni dovoljen ponovni priklop;
2. preklopi na $f_{omr} \geq 47,45$ Hz: ponovni priklop je dovoljen 60 s po preklopu na novo frekvenco;
3. $f_{omr} > 50,10$ Hz: ni dovoljen ponovni priklop;
4. preklopi na $f_{omr} \leq 50,10$ Hz: ponovni priklop je dovoljen 60 s po preklopu na novo frekvenco;
5. $U_{omr} < 0,84 U_n$: ni dovoljen ponovni priklop;
6. preklopi na $U_{omr} \geq 0,84 U_n$: ponovni priklop je dovoljen 60 s po preklopu na novo napetost;
7. $U_{omr} > 1,11 U_n$: ni dovoljen ponovni priklop;
8. preklopi na $U_{omr} \leq 1,11 U_n$: ponovni priklop je dovoljen 60 s po preklopu na novo napetost.

U_{omr} in f_{omr} predstavljata napetost in frekvenco na omrežni strani, U_n pa nazivno napetost na omrežni strani, na katero je pretvornik grajen.

Dodatno je treba preveriti še kakovost pretvornika, in sicer se po postopkih proizvajalca preveri:

- izkoristek pretvornika, ki mora ustrezati podanim vrednostim iz navodila za uporabo pretvornika;
- oddajanje harmonikov toka, ti morajo biti v mejah, ki jih za razred A podaja SIST EN 61000-3-2;
- spreminjanje napetosti in fliker, ki morata biti v mejah SIST EN 61000-3-3;
- vrivanje d. c. komponente za pretvornike brez transformatorja pri izhodnih močeh 20 %, 50 %, 75 %, in 100 % nazivne moči s toleranco ± 5 %. D. c. tok mora biti manjši od 0,5 % nazivnega toka ali 20 mA (kar je več).

Osnovo za preizkuse podaja SIST EN 50438, dodatek D, v pripravi pa je SIST EN 50549-10, ki bo določal preizkušanja mikrogeneratorjev.

8.1.21 Kakovost električne energije

Pretvornik deluje kot stikalni pretvornik in zna vnašati višje harmonike in druge motnje v omrežje, na katero je priključen. Ob prevzemu in občasno je treba preverjati ali celo nadzorovati kakovost električne energije.

8.1.22 Elektromagnetna združljivost

Glede na zahteve pravilnika o elektromagnetni združljivosti mora biti FE-sistem elektromagnetno združljiv z okoljem, v katerem obratuje. Uporabljene naprave morajo ustrezati zahtevam, kar v osnovi proizvajalec dokazuje s CE-oznako, kjer te ni, mora proizvajalec omogočiti preizkus naprave ali pa se izvede preizkus v okviru prevzema FE-sistema.

Če vse naprave ustrezajo, se sestavi le tehnična mapa, v kateri so dokazila o ustreznosti, in se izvede EMC-preizkus le v primeru ocene, da ne ustreza, ali če to zahteva pristojna inšpekcija.

EMC-preizkus zajema meritev oddanih motenj, tako prevajanih vključno z meritvami harmonikov in medharmonikov kot sevanih ter zajema preizkuse odpornosti proti zunanjim motnjam, kar se nanaša predvsem na napetostni udar, hitre prehodne pojave ter anomalije napajalne napetosti iz napajalnega omrežja. Dejanski preizkusi in nivoji se določijo glede na elektromagnetno okolje, v katerem je PV-elektrarna postavljena.

8.1.23 Preverjanje zaščit PV-polja v primeru intervencije

Intervencija predstavlja nenormalen poseg v sistem FE-sistema, npr. zaradi požara. PV-polje ima zmožnost oddajanja električne energije, čim je osvetljeno. Njegova značilnost pa je, da deluje kot izvor konstantnega toka z omejeno največjo napetostjo. Tako v enosmernem tokokrogu ne more priti do prekoračitve toka, seveda pa se zaradi boljšega izkoristka dela z najvišjimi možnimi napetostmi, zato se pojavlja še druga značilnost, da se električnega loka, ki se pojavlja pri kratkem stiku, ne da enostavno ugasniti. Seveda pa se v nenormalnem delovanju lahko pojavijo nevarne napetosti dotika.

Glede na uporabljen sistem zaščite za primer intervencije je treba predvideti možnost rednega preverjanja pravilnosti delovanja zaščitnih mer.

8.1.24 Opravljanje meritev in preizkusov

FE-sistem je energetski objekt in spada zato v področje zahtevnih električnih inštalacij. Meritve in preizkuse ter preglede lahko izvaja strokovno usposobljena oseba, ki je kvalificirana za pregledovanje zahtevnih električnih inštalacij.

Pri prevzemnih pregledih in preizkusih morata biti prisotna oprojektant in izvajalec, lahko tudi predstavnik naročnika. V primeru ugotovljenih odstopanj mora izvajalec odpraviti odstopanje, če se ne sklada s projektom, sicer pa mora projektant ustrezno preurediti projekt in izvajalec ustrezno preurediti izvedbo. Samo celoten pozitiven rezultat pomeni, da se FE-sistem lahko prevzame.

Projektant na podlagi vgrajene opreme in predvidenih pogojev delovanja določi predvideno obdobje za redna preverjanja. V okviru rednih preverjanj se preverijo minimalne zahteve za varno in zanesljivo delovanje FE-sistema. Na osnovi meritev in primerjave rezultatov predhodnih preizkušanj se oceni ustreznost nadaljnjega delovanja oziroma potreba po dodatnih vzdrževalnih posegih.

V primeru popravila oziroma spremembe FE-sistema je treba opraviti ponoven kompletni pregled in preizkus ustreznosti.

8.2 Sistemska dokumentacija, prevzemni preizkusi in nadzor

Dokumentacija, ki jo mora prejeti naročnik ob prevzemu FE-sistema, zajema:

- navodilo za delo in upravljanje FE-sistema;
- varnostne napotke in opozorila;
- tehnične podatke FE-sistema;
- projektno dokumentacijo, ki zajema:
 - zasnovo,
 - PZI,
 - PID,
 - oceno tveganja (glej Prilogo III),
 - presojo požarne varnosti,
 - požarni načrt,
 - navodilo za razgradnjo in delež recikliranja;
- tehnično mapo za EMC (izjave o skladnosti za vgrajeno opremo, upoštevani EMC-ukrepi in navodila);
- navodilo za vzdrževanje;
- seznam zamenljivih in rezervnih delov;
- navodilo za servisiranje z električnim načrtom z jasnimi tokokrogi in načrti do nivoja vgrajenih podsestavov in
- navodila za kalibracijo (in predhodno umerjanje, če je potrebno).

Ob prevzemnem preizkusu se pripravi poročilo, ki vsebuje naslednje:

- podatke naročnika,
- ugotovitveno stanje in
- priloge.

Priloge sestavljajo najmanj naslednje sestavine:

- zapis o odločanju in merilih za preizkus,
- rezultate meritev in pregledov,
- zapis o ugotovljenem stanju,
- posnetke in dodatne skice,
- seznam ugotovljenih pomanjkljivosti in/ali neskladnosti.

Poročilo mora vsebovati oznake, na osnovi katerih se da oceniti, kdo je poročilo pripravil in kdaj je bilo pripravljeno ter če ga je nadomestilo novo poročilo.

Po ureditvi ugotovljenih pomanjkljivosti mora biti v poročilu jasno in nedvoumno prikazano novo stanje.

Pozitivno poročilo prvega pregleda podpišeta še projektant in izvajalec.

Projektant mora zagotoviti hranjenje dokumentacije predvsem delov, s katerimi lahko dokazuje v projekt vgrajeno varnost, ter ustrežanje predpisom v času prevzema, ki niso predmet dokumentacije za naročnika, 15 let od prevzema, v primeru ponavljajočih se enotnih rešitev pa 10 let od zadnjega prevzema FE-sistema.

Za FE-sistem, ki je vezan na električno omrežje, se uporabi seznam potrebnih poročil, kot jih določa standard SIST EN 62446-1.

Pri opremi je treba upoštevati še zahteve Pravilnika o električni opremi, ki je namenjena za uporabo znotraj določenih napetostnih mej.

Lastnik in/ali skrbnik PV-sistema s podpisom potrdi, da je seznanjen z rezultati preverjanj, in hrani stare zapisnike preverjanj tudi zaradi ocene tveganja na osnovi trenda parametrov preverjanja.

9. Zaključni protokol in zagon

9.1 Uvod

Po končani gradnji je zakonodajalec predpisal postopke, v katerih investitor dokazuje, da je FE-sistem zgrajen varno in ali izpolnjuje pogoje za začetek obratovanja. Kadar je FE-sistem zgrajen kot objekt, je dovoljeno začeti obratovanje oziroma uporabo po pridobljenem uporabnem dovoljenju. Kadar je FE-sistem zgrajen kot naprava, gradbeno dovoljenje ni potrebno. V tem primeru ni tehničnega pregleda niti uporabnega dovoljenja. Zgrajena naprava lahko začne obratovati potem, ko pristojni elektrodistributer ugotovi, da so izpolnjeni pogoji za začetek obratovanja, kar investitor dokazuje z vlogo za priključitev s prilogami.

9.2 Postopek pridobitve uporabnega dovoljenja

Po končani gradnji in pred začetkom obratovanja oziroma uporabe je potreben tehnični pregled, na podlagi katerega izda upravni organ, ki je izdal gradbeno dovoljenje, uporabno dovoljenje. Pred tem mora investitor upravnemu organu, pristojnemu za gradbene zadeve, ki je izdal gradbeno dovoljenje, vložiti zahtevo za izdajo uporabnega dovoljenja.¹ Zahtevi mora predložiti dokumentacijo, ki jo predpisuje Pravilnik o dokazilu o zanesljivosti objekta.² To je izjava o zanesljivosti objekta,³ ki jo izpolnita izvajalec in nadzornik, in dokazilo o zanesljivosti objekta.⁴ Dokazilo o zanesljivosti objekta mora biti izdelano v obliki elaborata, ki ga izdelata investitor, in vsebuje naštetu vso dokumentacijo o graditvi. Glavni sestavni deli elaborata o zanesljivosti objekta so:

- ime objekta;
- navedba vseh izvajalcev;
- podatki o objektu;
- podatki o projektni dokumentaciji;
- podatki o gradbenem dovoljenju in soglasjih;
- podatki o pogodbah v zvezi z graditvijo;
- podatki o gradbenem dnevniku;
- podatki o vseh vrstah del, z izjavami po ZGO, ZVD, atesti, poročila;
- izkaz požarne varnosti;
- geodetski načrt.

1 Zahteva za izdajo uporabnega dovoljenja.

2 Uradni list RS, št. 55/2008.

3 Izjava o zanesljivosti objekta.

4 Dokazilo o zanesljivosti objekta.

Elaborat o zanesljivosti objekta sestavljajo tabele, v katere se vpisujejo podatki, dokazila in priloženi dokumenti. Sami dokumenti morajo biti urejeni po vrstnem redu iz dokazila in morajo biti urejeni tako, kot so navedeni v tabelah. Na razpolago morajo biti komisiji za tehnični pregled. Investitor mora zato skrbno hraniti vso dokumentacijo, nastalo v času graditve. Pomanjkljiva dokumentacija pomeni zadržek za izdajo uporabnega dovoljenja in je posredno dodaten strošek. To je zahteven dokument, zato investitor lahko izdelavo elaborata poveri strokovno usposobljeni osebi.

Dokazilo o zanesljivosti objekta je treba predložiti tudi komisiji za interni strokovni tehnični pregled, kadar so bila dela izvedena na podlagi uredbe o vzdrževalnih delih v javno korist.

9.3 Postopek za naprave

V večini primerov so FE-sistemi zgrajeni kot naprave, zato ni potrebno gradbeno dovoljenje na podlagi predpisa o energetske infrastrukturi (glej poglavje 7), kar je bistvena razlika v postopku. Postopek je poenostavljen, vendar mora investitor izpolniti določene pogoje pred priključitvijo na elektroenergetsko omrežje. Sistemskemu operaterju (konkretno pristojnemu distributerju) investitor po končani montaži poda zahtevo za priključitev na elektroenergetsko omrežje.⁵ Obrazec vloge imajo distributerji objavljeni na svojih spletnih straneh. Ta se v podrobnostih lahko razlikuje, odvisno od podjetja, ki opravi priključitev na elektroenergetsko omrežje. Obvezna priloga k vlogi za priključitev je izjava,⁶ ki jo predpisuje Uredba o dopolnitvah uredbe o energetske infrastrukturi. Neposredno drugih postopkov ni, vendar elektroenergetski inšpektor pred priklopom lahko opravi inšpekcijski pregled. Inšpekcijski pregled je lahko združen s pregledom pristojnega elektrodistributerja, s katerim se ugotovi, ali naprava izpolnjuje pogoje za začetek obratovanja.

Ne glede na poenostavljen postopek priporočamo investitorjem, da izpolnijo izjavo o zanesljivosti objekta in izdelajo dokazilo o zanesljivosti objekta. V pregledni obliki na enem mestu investitor tako zbere vso dokumentacijo o gradnji.

9.4 Drugi pogoji za začetek obratovanja

Pred začetkom obratovanja mora proizvajalec poleg upravnih pogojev, navedenih zgoraj, izpolniti še pogoje, ki jih predpisuje sistemski operater. Ti so:

- sklenjena pogodba o priključitvi,
- sklenjena pogodba o nakupu in prodaji električne energije ter
- sklenjena pogodba o dostopu do omrežja.

5 Primer vloge za priključitev in dostop do distribucijskega omrežja:
<http://www.elektro-gorenjska.si/Prikljucitev-in-dostop-do-omrezja/Soglasje-za-prikljucitev>.

6 Izjava na podlagi uredbe o dopolnitvi Uredbe o energetske infrastrukturi Ur. l. RS, št. 75/2010.

Pogodba o priključitvi se sklene s pristojnim distributerjem na podlagi veljavnega soglasja za priključitev in pred začetkom graditve priključka oziroma pred njegovo predelavo, če ima objekt že priključek in je treba urediti samo merilno mesto. V pogodbi o priključitvi se določijo lastništvo priključka, način plačila povprečnih in neposrednih stroškov priključitve, vzdrževanje in druga razmerja, povezana s priključkom, ter morebitnim povračilom stroškov ojačitve distribucijskega omrežja.

Če proizvajalec želi prejemati podporo za proizvedeno električno energijo, mora z ARSE voditi naslednje postopke:

- Z vlogo⁷ mora zaprositi JARSE za pridobitev deklaracije za proizvodno napravo, ki potrjuje, da je naprava skladna z zahtevami za obnovljive vire energije in da lahko prejme potrdilo o izvoru.
- Po pridobljeni deklaraciji mora investitor JARSE zaprositi z vlogo⁸ za pridobitev odločbe o dodelitvi podpore.
- JARSE izdaja potrdila o izvoru proizvedene električne energije, ki jih na podlagi sklenjene pogodbe o zagotavljanju podpore pošilja neposredno na Borzenov center za podpore.

Po pridobljeni deklaraciji in odločbi o dodelitvi podpore JARSE Borzenov center za podpore pošlje investitorju vlogo za posredovanje podatkov, potrebnih za sklenitev pogodbe. Vlogo pošlje samodejno, ko pridobi od agencije za energijo odločbo o deklaraciji.

Pogoj za začetek obratovanja je pogodba o odkupu in prodaji električne energije. Odloči se lahko za zagotovljen odkup s strani Borzenovega centra za podpore ali za prodajo električne energije na trgu. V tem primeru sklene pogodbo o nakupu in prodaji električne energije z izbranim trgovcem z električno energijo. V vsakem primeru mora uporabnik upoštevati trenutne pogoje podjetja Borzen.⁹

Pogodbo o dostopu do elektroenergetskega omrežja investitor sklene s pristojnim elektrodistribucijskim podjetjem in je zadnji v vrsti dokumentov, na podlagi katerega se objekt ali naprava priključi in začne obratovanje. Investitor svojo namero izkaže z vlogo, ki jo dobi na spletni strani elektrodistribucijskega podjetja. Elektrodistribucijsko podjetje nato pregleda vso dokumentacijo, priključek in merilno mesto. Če so izpolnjeni vsi pogoji, se pogodba o dostopu sklene. Rok trajanja pogodbe o dostopu ne more biti daljši, kot je veljavnost pogodbe o dobavi in odkupu električne energije.

Z elektrarno lahko upravljajo samo tiste osebe, ki uspešno opravijo strokovno usposabljanje in preizkus znanja skladno s Pravilnikom o strokovnem usposabljanju in preizkusu znanja za upravljanje energetskih naprav (glej poglavje 7).

7 Vloga za pridobitev deklaracije za proizvodno napravo za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije (OVE) (ročno ali elektronsko izpolnjevanje).

8 Vloga za pridobitev odločbe o dodelitvi podpore za električno energijo, proizvedeno iz obnovljivih virov energije (OVE).

9 Podrobne informacije: www.borzen.si.

10. PRILOGA I

Primer merilnih in preglednih zapisnikov protokolov na osnovi SIST EN 62446-1 in SIST HD 60364-6.

Po zaključku preverjanja je treba napraviti zapisnik o preverjanju, ki mora imeti naslednje informacije:

- povzetek informacij, ki opisujejo sistem (ime, naslov ...);
- seznam pregledanih in preverjenih tokokrogov;
- zapis o pregledu;
- zapis rezultatov preizkusov za vsak merjeni tokokrog;
- obdobje do naslednjega preverjanja;
- podpis osebe, ki je izvajala preverjanje.

Pri tem je treba upoštevati tudi zahteve pravilnikov in smernic za nizkonapetostne električne inštalacije ter zaščito pred strelo.

10.1 Primeri obrazcev na osnovi zahtev SIST EN 62446-1

ZAPISNIK O PREVERJANJU SISTEMA FE

SPLOŠNI PODATKI			
Stranka:		Izvajalec:	
Naslov inštalacije:			
Zapisnik se nanaša na:			
<input type="checkbox"/> Začetno preverjanje	<input type="checkbox"/> Popravilo	<input type="checkbox"/> Spremembo	
<input type="checkbox"/> Redni preizkus	<input type="checkbox"/> Dopolnitev	<input type="checkbox"/>	
Preizkus ustrezno z:			
<input type="checkbox"/> SIST EN 62446-1	<input type="checkbox"/> SIST HD 60364-6	<input type="checkbox"/>	Začetek
<input type="checkbox"/> Prav. NNELI url RS ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Konec
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 sistem FE	<input type="checkbox"/> USTREZA	<input type="checkbox"/> 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: <small>(Obseg odgovornosti podpisnika(kov) je omejen na zgoraj opisano delo)</small>		Naslednji pregled je priporočen ne kasneje kot:	
		KOMENTARJI:	

ZAPISNIK O PREVERJANJU SISTEMA FE

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, je povratni tok nižji od najvišjega naznačenega toka varovalke modula in tokovne zmogljivosti ožičenja niza.

D. c. sistem, ozemljitveni in izenačevalni sestavi:

- če priklop 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 vzporedni in v šopu z d. c. kabli.

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 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 $2 \times U_{oc}(stc)$ 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-inštalacija 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 prepoznavna:

- 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 nevni napetosti po ločitvi PV-pretvornika in javnega napajanja;
- ločilnik na a. c. strani je jasno označen;
- 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.

ZAPISNIK O PREVERJANJU SISTEMA FE

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 (M Ω)						
	Minus – zemlja (M Ω)						
Neprekinjenost ozemljitve (kjer ustreza)							
Ločilnik polja	Zmogljivost (A)						
	Zmogljivost (V)						
	Lokacija						
	Funkcionalni preizkus						
Pretvornik	Proizvajalec in model						
	Serijska številka						
	Delovanje OK						

10.2 Primeri obrazcev na osnovi zahtev SIST HD 60364-6

ZAPISNIK O PREIZKUSU ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

SPLOŠNI PODATKI					
Stranka:			Izvajalec:		
Naslov inštalacije:					
Poročilo se nanaša na:					
<input type="checkbox"/> Novo inštalacijo		<input type="checkbox"/> Popravilo		<input type="checkbox"/> Spremembo	
<input type="checkbox"/> Redni preizkus		<input type="checkbox"/> Dopolnitev		<input type="checkbox"/>	
Preizkus ustrezno z:					
<input type="checkbox"/> Prav. NNELI Ur. l. RS, št. 41/09		<input type="checkbox"/>		Začetek	
<input type="checkbox"/> SIST HD 60364-6		<input type="checkbox"/>		Konec	
Uporabljeni merilni instrumenti:					
Model:		Model:		Model:	
Serijska št.:		Serijska št.:		Serijska št.:	
Predstavniki stranke:			Preglednik:		
Sistem: <input type="checkbox"/> TN-C <input type="checkbox"/> TN-C-S <input type="checkbox"/> TN-S <input type="checkbox"/> TT <input type="checkbox"/> IT					
Napetost: RTP:					

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

MERITVE NEPREKINJENOSTI OZEMLJITVENIH VODNIKOV, IZENAČEV. POVEZAV IN OZEMLJITEV		
Neprekinjenost ozemljitvenih vodnikov:	<input type="checkbox"/>	Ozemljitvena upornost: (Ω)
Neprekinjenost izenačevalnih povezav:		
<input type="checkbox"/> Temeljsko ozemljilo	<input type="checkbox"/> Glavni ozemljitveni vodnik	<input type="checkbox"/> Inštalacija dvigala
<input type="checkbox"/> Antenska inštalacija	<input type="checkbox"/> Šina izenačevalne povezave	<input type="checkbox"/> Cevi notranje plinske inštalacije
<input type="checkbox"/> Računalniška inštalacija	<input type="checkbox"/> Gradnja stavbe	<input type="checkbox"/> Hišni vodomer
<input type="checkbox"/> Ogrevalna inštalacija	<input type="checkbox"/> Telefonska inštalacija	<input type="checkbox"/> Glavne vodovodne cevi
<input type="checkbox"/> Klimatska inštalacija	<input type="checkbox"/> Strelovodna inštalacija	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REZULTAT PREVERJANJA, PODPIS IN ŽIG			
<input type="checkbox"/> Ni odkritih napak	Datum naslednjega pregleda:		
<input type="checkbox"/> Odkrite napake (poročilo v prilogi)	Pritrjena preglednikova nalepka:	<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Stranka:	Merilec:		
<input type="checkbox"/> Inštalacija ustreza temu zapisniku ob predaji	Inštalacija ustreza sprejetim predpisom in standardom		
<input type="checkbox"/> Prejeto poročilo o stanju		<input type="checkbox"/> DA	<input type="checkbox"/> NE
Lokacija:	Lokacija:		
Datum:	Datum:		

ZAPISNIK O PREIZKUSU ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

- 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																				
<input type="checkbox"/> Št. priklj. opreme																				
<input type="checkbox"/> Koda napake																				
Oprema električne inštalacije																				

REZULTAT PREGLEDA, PODPIS IN ŽIG	
Stranka:	Merilec:
<input type="checkbox"/> E. inštalacija ustreza temu zapisniku ob predaji	<input type="checkbox"/> Električna inštalacija je bila v celoti pregledana
Sprejeto poročilo o stanju	<input type="checkbox"/> V inštalaciji so bile odkrite napake
	<input type="checkbox"/> Dokumentacija predana
Lokacija:	Lokacija:
Datum:	Datum:
Podpis:	Podpis:

ZAPISNIK O PREIZKUSU ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

STRUKTURA

11. Ocena tveganja

Za prikaz celovite varnosti FE je treba pripraviti oceno tveganja. Izhodišči standarda sta SIST EN 61508-1 in SIST EN 61508-5.

Prvi podaja osnovna izhodišča, drugi pa nekaj možnih postopkov, ki so vezani na področje uporabe.

Ocena tveganja upošteva možne vidike problemov, ki se pojavijo v:

- povezavi pretvornika na hišno ali distribucijsko omrežje glede na elektromagnetno okolje in z njim povezane vplive z omrežne strani,
- učinkih elektromagnetnega okolja v PV-polju;
- varnostnih vidikih uporabljenih sestavnih delov in materialov;
- vplivu človeškega dejavnika na delovanje FE-sistema.

S pomočjo ocene tveganja se pri projektiranju sistema poskrbi za znižanje možnih poškodb, kot so:

- poškodba živih bitij;
- fizična škoda;
- okvare električnih in elektronskih sistemov.

Za vsakega od možnih dejavnikov tveganja je treba napraviti oceno vplivov, njihovih pogostnosti in temu ustrezno dopolniti projekt, da se zmanjša tveganja na najmanjšo možno mero.

12. PRILOGA III – Primer vloge za priključitev in dostop do distribucijskega omrežja



ZA SODO d.o.o.

VLOGA ZA PRIKLJUČITEV IN UPORABO SISTEMA

a). Odjem

b). Proizvodnja

c). Samooskrba

PODATKI O IMETNIKU SOGLASJA ZA PRIKLJUČITEV

Naziv - Priimek in ime: _____
 Kraj, ulica in hišna številka: , , _____
 Poštna številka in pošta: _____
 Kontaktna oseba: _____ Tel: _____ Fax: _____ E-naslov: _____

PODATKI O MERILNEM MESTU

Številka merilnega mesta: _____ Številka soglasja za priključitev: _____
 Naziv merilnega mesta: _____ Nadstropje: _____ Številka stanovanja: _____
 Kraj, ulica in hišna številka: , _____ Poštna številka in pošta: _____
 Predviden letni odjem oz. oddaja električne energije iz oz. v distribucijsko omrežje _____ (kWh)
 Priključitev gradbišča stanovanjskega objekta v primeru gradnje v lastni režiji (obkroži): Ne

IZJAVA UPORABNIKA

Izjavljam, da so navedeni podatki točni, kopije priloženih dokumentov pa ustrezajo originalom.

Kot uporabnik električne inštalacije, sem seznanjen s priklpcom in z električnimi napravami in aparati ravnam tako, kot da so pod napetostjo.

V primeru, da preskusi in meritve električne inštalacije ne bodo uspešni oziroma da uporabnik v roku sedem dni (oziroma v roku enega dneva, v primeručasne priključitve v trajanju do 15 dni) izvajalcu nalog distribucijskega operaterja ne bo dostavil kopije zapisnika in merilnega poročila, bo izvajalec nalog distribucijskega operaterja objekt brez dodatnega opozorila odklopil od distribucijskega sistema in storitev obiska monterja zaračunal skladno s cenikom distribucijskega operaterja.

VARSTVO OSEBNIH PODATKOV

SODO d.o.o. in elektrodistribucijsko podjetje, kot pogodbeni izvajalec nalog distribucijskega operaterja, obdelujeta osebne podatke uporabnikov sistema z namenom izvajanja gospodarske javne službe distribucije električne energije na podlagi Energetskega zakona. Obdelavo osebnih podatkov podrobneje določa Politika zasebnosti, ki je dostopna na spletnih straneh družbe SODO d.o.o. in pogoji varstva osebnih podatkov dostopni na spletni strani elektrodistribucijskega podjetja. Podani podatki so potrebni za obravnavo te vloge, izvajanje pogodbenega razmerja in izvajanje gospodarske javne službe distribucije električne energije skladno z določili Energetskega zakona. Vlagatelj vloge s podpisom izjavlja, da je seznanjen s Politiko zasebnosti družbe SODO d.o.o. in pogoji varstva osebnih podatkov elektrodistribucijskega podjetja in da so navedeni podatki točni in resnični in dovoljuje, da se njegovi osebni podatki zbirajo, hranijo, obdelujejo, uporabljajo in posredujejo v zvezi z vsemi potrebnimi postopki.

Kraj in datum: , _____

Podpis in žig imetnika SZP: _____

PRILOGE

- **Pravnomočno gradbeno dovoljenje** (na vpogled, če je bilo GD izdano pred 1.1.2013 - gradbenega dovoljenja ni potrebno prilagati, če ga je izvajalec nalog distribucijskega operaterja že prejel od pristojne upravne enote, oz. ga zakonodaja za predmetni objekt priključevanja ne zahteva). **(a, b, c)**
- **Pogodbe o ustanovitvi služnostne pravice, ali druga dokazila o pravici graditi**, za celotno traso priključka (v primeru novega ali rekonstruiranega priključka za obstoječe merilno mesto). V primeru izročitve priključka v last izvajalca distribucijskega operaterja, mora biti služnostna pravica zagotovljena v korist izvajalca nalog distribucijskega operaterja, ter geodetski posnetek priključka, v kolikor še ni bil predan pregledniku priključka **(a, b, c)**
- **Izjava o ustreznosti priključka in opravljenem pregledu izgradnje priključka** (če se gradi nov ali rekonstruira obstoječ priključek) **(a, b, c)**
- **Izjava izvajalca inštalacijskih del za začasno priključitev objekta** za potrebe pregleda in preskušanje električne inštalacije **(a, b, c)**
- **Kopija zapisnika o pregledu električne inštalacije** izvajalca inštalacijskih del, skladno s Pravilnikom o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah (Ur.l.RS 41/2009, 2/12) in Tehnično smernico TSG_N_002:2013 za novi in rekonstruirani objekt **(a, b, c)**
- **Pogodba o vzdrževanju in posluževanju priključka**, v kolikor priključek ne bo last izvajalca nalog distribucijskega operaterja **(a, b, c)**
- **Obratovalna navodila (za priključitev objektov za proizvodnjo električne energije nad 3kVA, za priključitev elektroenergetskih objektov odjemalcev s priključno močjo nad 5 MW in za priključitev elektroenergetskih objektov odjemalcev**, ki jih morajo upravljati delavci za katere je obvezno usposabljanje in preizkus znanja v skladu s Pravilnikom o strokovnem usposabljanju in preizkusu znanja za upravljanje energetskega naprav (Ur.l. RS št. 41/2009), oziroma navodila za uporabo v slovenskem jeziku za elektrarne/proizvodne naprave izdelane po SIST EN 50438) **(a, b)**
- **Kopija pogodbe o nakupu in prodaji električne energije (a, b) ali pogodbe o samooskrbi (c)**
- **Izjava o nastavitvi in preizkusu delovanja zaščit** (za objekte za proizvodnjo električne energije) **(b)**
- **Potrdilo AGEN RS za obstoječo proizvodno napravo**, ki bo priključena kot naprava za samooskrbo, da ni vključena v podporno shemo po 372. členu EZ-1 **(c)**
- **Izjava o napravi za samooskrbo (c)**
- **Izjava proizvajalca proizvodne naprave za samooskrbo**, da so zaščite v proizvodni napravi nastavljene skladno s standardom SIST EN 50438 **(c)**
- **Navodila za uporabo naprave za samooskrbo v slovenskem jeziku (c)**
- **Vloga imetnika soglasja (lastnika) za evidentiranje plačnika** se priloži v primeru ko lastnik merilnega mesta poda soglasje odjemalcu (plačniku), da le ta odjema in kupuje električno energijo preko merilnega mesta lastnika. **(a,b,c)** (več informacij in vloga na: http://www.sodo.si/sprememba_na_prikljucku/placnik)
- **Vloga za evidentiranje naslova za pošiljanje pošte** se priloži v primeru, da imetnik soglasja za priključitev (lastnik), želi, da vsa pošta v zvezi s predmetnim merilnim mestom pošilja na v vlogi zapisan naslov. **(a,b,c)** (več informacij in vloga na: http://www.sodo.si/sprememba_na_prikljucku/naslov)

Distribucijski klicni center **01 230 4003** Internet: www.elektro-ljubljana.si



Inženirska zbornica Slovenije

Jarška cesta 10/b, 1000 Ljubljana, Slovenija

T: +386 (0)1 547 33 40

E: izs@izs.si / **I:** www.izs.si