



MATIČNA SEKCIJA ELEKTRO INŽENIRJEV

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



2. izdaja

MATIČNA SEKCIJA ELEKTRO INŽENIRJEV

PREGLED ZAKONODAJE, STANDARDOV IN IZRAZOSLOVJA S PODROČJA FOTONAPETOSTNIH SISTEMOV

2. izdaja

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

Pripravili:

mag. Andrej Zorec, Gregor Kušar, mag. Bogdan Seliger

Pregledal:

mag. Andrej Korak

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, december 2022



Kazalo vsebine

1	UVOD	15
2	ZAKONODAJA REPUBLIKE SLOVENIJE	19
2.1	Uvod	19
2.2	Gradbeni zakon	20
2.3	Podzakonski predpisi Gradbenega zakona	21
2.3.1	Uredba o razvrščanju objektov	21
2.3.2	Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov	22
2.3.3	Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov	22
2.3.4	Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele	22
2.3.5	Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah	23
2.3.6	Pravilnik o požarni varnosti v stavbah	23
2.3.7	Odredba o seznamu izdanih tehničnih smernic	23
2.3.8	Odredba o seznamu standardov, ob uporabi katerih se domneva skladnost z zahtevami Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov	24
2.4	Energetski zakon	24
2.4.1	Podzakonski akti Energetskega zakona	25
2.4.1.1	Pravila za delovanje Centra za podpore	25
2.4.1.2	Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije	25
2.4.1.3	Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije	26
2.4.1.4	Pravilnik o strokovnem usposabljanju in preizkusu znanja za upravljavca energetskih naprav	27
2.4.1.5	Uredba o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, ki prejemajo za proizvedeno električno energijo potrdila o izvoru in podpore	27
2.4.1.6	Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovo proizvodov, povezanih z energijo	27

2.4.1.7	Pravilnik o sistemskem obratovanju distribucijskega omrežja za električno energijo	28
2.4.1.8	Pravilnik o tehničnih zahtevah za priključitev in obratovanje vtične proizvodne naprave na obnovljive vire energije	28
2.5	Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1)	28
2.6	Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1)	29
2.7	Zakon o varstvu pred požarom	29
2.7.1	Podzakonski akti Zakona o varstvu pred požarom	30
2.8	Akti sistemskega operaterja za distribucijo električne energije (SODO)	30
2.8.1	Splošni pogoji za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije (SPDOEE)	30
2.8.2	Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE)	31
2.8.2.1	Priključevanje proizvodnih naprav	31
3	STANDARDI, KI JIH JE TREBA UPOŠTEVATI	32
3.1	Splošno	32
3.1.1	Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh SIST (katalog)	35
3.1.2	Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh IEC	37
3.1.3	Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC	37
3.2	Standardi, ki so navedeni v standardu SIST HD 60364-7-712:2016	39
3.3	Drugi standardi, ki se nanašajo na fotonapetostne sisteme	49
3.4	Standardi s področja elektromagnetne združljivosti	54
3.5	Standardizacijski dokumenti v pripravi	55
4	IZRAZI IN DEFINICIJE	58
4.1	IZRAZI IN DEFINICIJE IZ SIST HD 60364-7-712[1]	59
4.2	IZRAZI IN DEFINICIJE iz Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije	63
4.3	IZRAZI IN DEFINICIJE iz standarda SIST HD 60364-8-2:2019 Niskonapetostne električne inštalacije – 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev	67
4.4	IZRAZI IN DEFINICIJE iz Pravilnika o niskonapetostnih inštalacijah in Pravilnika o zaščiti pred delovanjem strele	70
4.5	Definicije iz Tehnične smernice za niskonapetostne električne inštalacije TSG-N-002:2021	71
4.6	Definicije iz Tehnične smernice za zaščito pred delovanjem strele TSG-N-003:2021	74
4.7	Seznam kratic	80
5	OSNOVNI KONCEPTI VEZAV FE	81
5.1	Klasični koncepti vezav FE	81
5.2	Uporaba DC prilagodilne enote DCU	86
5.3	Možnost otočnega sistema	89
5.4	Koncept postavitve SPD	90

5.5	Koncept vezave hranilnikov električne energije v sistem FE	91
5.6	Koncept vezav FE z uporabo mikroinverterjev	91
5.7	Koncept vezav FE v konfiguraciji »prosumer«	92
6	ZAŠČITA	98
6.1	Funkcionalna (obratovalna) ozemljitev DC-tokokroga (Functional earthing of a d.c. polarity)	98
6.2	Zaščita pred električnim udarom (in pri njem)	99
6.2.1	Uvod	99
6.2.2	Zaščitni ukrep: samodejni odklop napajanja	99
6.2.3	Zaščitni ukrep: uporaba naprav razreda II ali z ustrezno izolacijo	100
6.2.4	Zaščitni ukrep: električna ločitev	100
6.2.5	Zaščitni ukrep: mala napetost SELV in PELV	100
6.2.6	Zaščita pri okvari izolacije	101
6.2.7	Zaščita pred požarom kot posledica okvare ali nepravilnega delovanja električne opreme	102
6.3	Zaščita pred kratkostičnimi toki	102
6.3.1	Zahteve glede vrste tokokrogov	102
6.3.2	Vrste zaščitnih naprav	103
6.3.3	Zaščita pri preobremenitvenem toku	104
6.3.4	Zaščita pred kratkostičnim tokom	105
6.4	Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami	105
6.4.1	Zaščita nizkonapetostnih inštalacij pred kratkimi prenapetostmi zaradi napak na ozemljitvi visokonapetostnih in nizkonapetostnih sistemov	106
6.4.2	Prenapetosti v nizkonapetostnih sistemih med okvaro ozemljitve pri visokonapetostnih sistemih	106
6.4.3	Velikost in trajanje nevarne napetosti dotika	106
6.4.4	Stresna napetost v primeru izgube nevtralnega vodnika ali kabla pri sistemih TN in TT	108
6.4.5	Stresna napetost omrežne frekvence v primeru okvare ozemljitve pri IT-sistemu z razporejenim nevtralnimi delom	108
6.4.6	Stresna napetost omrežne frekvence v primeru kratkega stika med linijskim ter nevtralnimi vodnikom ali kablom	108
6.4.7	Zaščita pred prenapetostmi zaradi strele ali preklapljanj	108
6.4.8	Prenapetostne zaščitne naprave (SPD)	109
6.4.9	Ukrepi pred drugimi elektromagnetnimi vplivi	110
6.4.10	Zaščita pri podnapetosti	110
6.5	Prenos nevarne napetosti dotika	110
7	UKREPI POŽARNE VARNOSTI	114
7.1	Uvod	114
7.2	Zakonodajna izhodišča	115
7.3	Obvladovanje požarnega tveganja, povezanega s fotonapetostnimi sistemi na stavbah	116

7.4	Varnostna izhodišča za postavitve FE	118
7.5	Primeri požarnovarnostnih konceptov	119
7.6	Odmiki in dostopi	121
7.7	Zahteve za gradnike z vidika požarne varnosti	121
7.8	Bistvene zahteve smernice SZPV 512 – požarna varnost sončnih elektrarn	123
7.9	Požarni načrt FE	126
7.10	Varnostne oznake na opremi, ki jo zajema FE	127
7.11	Gašenje solarnih modulov	128
7.11.1	Strupeni plini	129
7.11.2	Rušenje/padajoči deli	129
7.11.3	Električni tok	130
7.12	Prisotnost nevarne napetosti:	130
7.12.1	Širjenje požara	131
7.13	Značilne nevarnosti glede na vrste sončnih elektrarn	131
7.14	Hranilniki električne energije in požarna varnost	135
7.15	Izbira in namestitvev inštalacijskih sistemov z minimalnim širjenjem požara z upoštevanjem standarda SIST EN 50575 (CRP-direktiva)	136
8	IZBIRA IN NAMESTITEV ELEKTRIČNE OPREME	137
8.1	Splošno in osnovni gradniki FE	137
8.2	Izolacije v FE	141
8.3	Parametri za varno delovanje sistema FE	142
8.3.1	Višina	142
8.3.2	Stopnja onesnaženja	142
8.3.3	Prenapetostna kategorija	143
8.3.4	Vplivi na plazilne razdalje (CTI)	145
8.3.5	Nekatere plazilne in zračne razdalje	145
8.4	Skladnost s standardi	147
8.5	Obratovalni pogoji in zunanji vplivi	148
8.6	Dostopnost	149
8.7	Identifikacija	149
8.7.1	Splošno	149
8.7.2	Inštalacijski sistem	150
8.7.3	Drugi vodniki	150
8.7.4	Zaščitne naprave	154
8.8	Preprečitev medsebojnih škodljivih vplivov	155
8.9	Inštalacijski sistemi	155
8.9.1	Splošno	156
8.9.2	Tokovna obremenitev	161
8.9.3	Prerezi vodnikov	161
8.9.4	Padec napetosti v uporabnikovi inštalaciji	161
8.9.5	Električne povezave	162
8.9.6	Bližina inštalacijskega sistema do drugih servisnih sistemov	163

8.9.7	Izbira in namestitvev inštalacijskih sistemov glede na vzdrževanje vključno s čiščenjem	163
8.10	Zaščita, ločevanje, stikanje, krmiljenje in monitoring	163
8.10.1	Naprave za samodejni izklop napajanja pri okvari in dodatno zaščito	163
8.10.2	Naprave za zaščito pred požarom	163
8.10.3	Naprave za zaščito pred nadtoki	165
8.10.4	Naprave za zaščito pred prenapetostmi	166
8.10.5	Naprave za zaščito pred podnapetostmi	169
8.10.6	Koordinacija zaščitnih naprav	169
8.10.7	Ločevanje in stikanje	169
8.10.8	Naprave za nadzorovanje	170
8.11	Ozemljitve, zaščitni vodniki in vodniki za zaščitno ozemljitev potencialov	170
8.11.1	Zaščitni vodniki	170
8.11.2	Vodniki za zaščitno ozemljitev potencialov	170
8.12	Električne inštalacije zgradb – izbira in namestitvev električne opreme – druga oprema	171
8.13	Sistemi FE	173
8.13.1	Sistemi FE za samooskrbo	173
8.13.2	Različni načini vključevanja	174
8.13.3	Različne izvedbe	174
8.13.4	Sistemi FE malih moči (balkonske FE)	175
8.13.4.1	Splošno	175
8.13.4.2	Izraz in definicija	176
8.13.4.3	Navodila za uporabo (montažo) »balkonskih sončnih elektrarn«	176
8.13.4.4	Sončna elektrarna za samooskrbo in »balkonska sončna elektrarna«	176
8.13.4.5	Zaščita pred požarom	176
8.13.4.6	Zaščita pred delovanjem strele	177
8.13.4.7	Zaščita pred električnim udarom pri »balkonskih sončnih elektrarnah«	177
8.13.4.8	»Inform & Fit« za proizvodni vir tipa A	178
8.14	Hranilniki električne energije	178
8.14.1	Uvod	178
8.14.2	Varnostna in obratovalna zaščita v PV-sistemih s hranilniki električne energije	179
8.14.3	Uporaba in dimenzioniranje vodnikov za povezave s hranilniki električne energije	180
8.14.4	Pomembni standardi v povezavi s hranilniki električne energije	181
8.15	Sistemi za upravljanje z električni energijo (EEMS)	182
9	PREGLED IN PREIZKUŠANJE	183
9.1	Meritve in preizkusi	184
9.1.1	Vizualni pregledi	186
9.1.2	Upornost povezav z ozemljilom in izenačevalnih povezav	186
9.1.3	Pravilnost povezav	187
9.1.4	Napetost odprtih sponk za PV-niz	187
9.1.5	Meritev toka za PV-niz	187

9.1.6	Preizkus kratkega stika za PV-niz	187
9.1.7	Preizkus PV spojne omarice	187
9.1.8	Preizkus delovanja za PV-niz	188
9.1.9	Ozemljitvena upornost	188
9.1.10	Izolacijska upornost	189
9.1.11	Napetost koraka in dotika	190
9.1.12	Okvarna impedanca, napajalna impedanca in padeč napetosti	190
9.1.13	Preizkusi RCD	191
9.1.14	Meritev I-U-krivulje niza	191
9.1.15	Pregled PV-polja z infrardečo kamero	192
9.1.16	Meritev napetosti proti zemlji	192
9.1.17	Preizkus blokirne diode	192
9.1.18	Določitev sence	192
9.1.19	Delovanje PV-polja	193
9.1.20	Delovanje pretvornika in ločilne naprave	193
9.1.21	Kakovost električne energije	194
9.1.22	Elektromagnetna združljivost	194
9.1.23	Preverjanje zaščit PV-polja v primeru intervencije	195
9.1.24	Opravljanje meritev in preizkusov	195
9.2	Sistemska dokumentacija, prevzemni preizkusi in nadzor	196
10	ZAKLJUČNI PROTOKOL IN ZAGON	198
10.1	Uvod	198
10.2	Postopek pridobitve uporabnega dovoljenja	198
10.3	Postopek za naprave	199
10.4	Drugi pogoji za začetek obratovanja	200
11	OCENA TVEGANJA	202
12	PRILOGA I	203
13	PRILOGA II – PRIMER VLOGE ZA PRIKLJUČITEV IN DOSTOP DO DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA	204

Kazalo slik

Slika 1.1:	Oznaka dobrega sistema FE.....	16
Slika 1.2:	Napajanje se izvaja s fotonapetostnimi moduli	16
Slika 1.3:	Avstrijski certifikat za fotovoltaiko	16
Slika 1.4:	Nemški certifikat	17
Slika 3.1:	Prehodno obdobje pri menjavi standarda	27
Slika 3.2:	Primer izpisa najdenih standardov na SIST	28
Slika 3.3:	Opis izbranega standarda.....	29
Slika 3.4:	Okno za iskanje standardizacijskih dokumentov na CEN/CENELEC	30
Slika 3.5:	Del izpisa izbranega standarda.....	32
Slika 3.6:	Potrjen logo za opozorilo na FE.....	34
Slika 3.7:	Tudi možna oznaka za FE.....	35
Slika 3.8:	Možna opozorilna znaka po standardu SIST EN IEC 62548	36
Slika 3.9:	Možnosti za opozorilo na FE v nastajajočem IEC 60364-7-712	37
Slika 3.10:	TN-C-S-sistem z več viri napajanja z ločenim zaščitnim vodnikom in nevtralnim vodnikom do bremen	38
Slika 3.11:	Izmenični TN-C-S-sistem z enim lokalnim virom in enim zunanjim (npr. javno napajalno omrežje).....	39
Slika 3.12:	Primer izmeničnega TT-sistema z dvema lokalnima viroma.....	39
Slika 3.13:	Primer izmeničnega TT napajalnega sistema z notranjim virom v instalaciji, ki dela kot IT-sistem, ko je odklopljen od zunanjega vira	40
Slika 3.14:	TN-C-S-sistem z več viri napajanja z ločenim zaščitnim vodnikom in nevtralnim vodnikom do bremen	44
Slika 3.15:	Izmenični TN-C-S-sistem z enim lokalnim virom in enim zunanjim (npr. javno napajalno omrežje).....	44
Slika 3.16:	Primer izmeničnega TT-sistema z dvema lokalnima viroma.....	46
Slika 3.17:	Primer izmeničnega TT napajalnega sistema z notranjim virom v instalaciji, ki dela kot IT sistem, ko je odklopljen od zunanjega vira.....	46
Slika 4.1:	Prikaz strelvodnih zaščitnih con s stališča ukrepov za zaščito pred udarom	77
Slika 5.1:	Osnovna shema, kjer PV-veja predstavlja celotno PV-polje.....	81
Slika 5.2:	Vzporedne veje dajejo tolikokrat večji tok, kolikor je vej vezanih vzporedno	82
Slika 5.3:	Vzporedna vezava dveh ali več sekcij.....	83
Slika 5.4:	Sistem, kjer je pretvornik z ločenimi vhodi	84
Slika 5.5:	Primer polja s PCE z več enosmernimi vhodi, ki so vezani na skupno enosmerno vodilo, slika je iz 82/1950/CDV (IEC 62548)	85
Slika 5.6:	Uporaba enosmernega prilagodilnika DCU v eni veji.....	86
Slika 5.7:	Uporaba enosmernega prilagodilnika DCU pri vzporednih vejah	87
Slika 5.8:	Sistem za enosmerni odklop (vir: 82/2060/CDV (SIST prEN IEC 63257)).....	88
Slika 5.9:	Časovni diagram za izklop iz 82/2060/CDV (SIST prEN IEC 63257).....	88
Slika 5.10:	Časovni diagram za vklop iz 82/1982/CD (SIST prEN IEC 63257)	88

Slika 5.11: Primer posamezne otočne PEI arhitekture v TN v priključenem načinu in v otočnem načinu (z izklopom nevtralnega vodnika – TN-S)	89
Slika 5.12: Vgradnja naprav za zaščito pred udarom	90
Slika 5.13: Primer električne zasnove za individualni PEI	91
Slika 5.14: Uporaba mikro pretvornikov	91
Slika 5.15: Primer kolektivnega PEI, ki uporablja energetska infrastrukturo (vir: SIST HD 60364-8-2)	92
Slika 5.16: Več prosumerjev si s pomočjo elektroenergetske infrastrukture deli individualne proizvodne enote in hranilnike električne energije (vir: SIST HD 60364-8-2)	92
Slika 5.17: Primer vrste arhitekture električne inštalacije enega prosumerja (vir: SIST HD 60364-8-2)	93
Slika 5.18: Primer vrste arhitekture električne inštalacije skupnega prosumerja (vir: SIST HD 60364-8-2)	94
Slika 5.19: Primer vrste arhitekture električne inštalacije prosumerjev v medsebojni rabi (vir: SIST HD 60364-8-2)	95
Slika 5.20: Otočni sistem v osnovi z izmeničnim nizkonapetostnim omrežjem	96
Slika 5.21: Otočni sistem z osnovnim enosmernim nizkonapetostnim omrežjem	96
Slika 5.22: Proizvajalec-odjemalec z izmenično nizkonapetostno inštalacijo	97
Slika 5.23: Proizvajalec-odjemalec z izmenično in enosmerno nizkonapetostno inštalacijo	97
Slika 6.1: Tajanje dovoljene napetosti dotika	106
Slika 6.2: Povezave med časom (Duration of current flow) in izmeničnim ter enosmernim tokom skozi človeško telo (Body current)	107
Slika 6.3: Funkcionalno ozemljen sistem z nadzorovanjem toka v vodnik funkcionalne ozemljitve	111
Slika 6.4: Funkcionalno ozemljen sistem z okvaro vodnika funkcionalne ozemljitve	111
Slika 6.5: Funkcionalno ozemljen sistem z nadzorovanjem preostalega toka	112
Slika 6.6: 3-fazni sistem brez ločitve z nadzorovanjem preostalega toka na PV+/-	112
Slika 6.7: 1-fazni sistem brez ločitve z nadzorovanjem preostalega toka na AC strani	113
Slika 6.8: Neozemljen sistem s stalnim nadzorovanjem izolacije	113
Slika 7.1: Primeri pravilne in nepravilne postavitve modulov ob požarnem zidu (vir: SZPV 512/Gregor Kušar)	123
Slika 7.2: Treba je paziti na podrast	124
Slika 7.3: FE na strehi, požarno ločeni od drugega dela stavbe, z razsmerniki na strehi	124
Slika 7.4: FE na strehi, požarno ločeni od drugega dela stavbe, z razsmerniki na fasadi ali v stavbi	125
Slika 7.5: V streho ali fasado vključeni FE-moduli (integrirani), z razsmerniki v stavbi ali na fasadi	125
Slika 7.6: Na strehi brez požarne ločitve od drugega objekta, z razsmerniki na fasadi ali v stavbi	126
Slika 7.7: Varnostni znak prisotnosti PV-inštalacije	127
Slika 7.8: Oznaka delov pod napetostjo na osnovi	127
Slika 7.9: Opozorilna oznaka na vsakem PCE	128
Slika 7.10: Prostor za hranilnike električne energije	135

Slika 8.1: Primer oddane moči FE na območju osrednje Slovenije 12. marca 2019, nazivna moč FE je 12 kW temensko.....	140
Slika 8.2: Opozorilo na konektorju.....	163
Slika 8.3: Razporeditev shranjevanja električne energije v letu 2015.....	178

Kazalo tabel

Tabela 2.1: Zahteve za posamezne vrste proizvodnih naprav glede na način njihovega obratovanja in njihove delovne moči iz Soglasja za priključitev (PPN)	31
Tabela 4.1: Seznam kratic	80
Tabela 5.1: Izbira razreda SPD in prerez povezovalnega vodnika	90
Tabela 6.1: Izračun kritične dolžine L_{crit}	109
Tabela 6.2: Standardi za elektromagnetno združljivost glede na okolje	110
Tabela 7.1: Nevarnosti zaradi fotonapetostnih elektrarn	129
Tabela 7.2: Vrsta oziroma tip gasila glede na prisotno napetost	130
Tabela 7.3: Značilne nevarnosti glede na vrsto FE	131
Tabela 7.4: Zahtevan odziv na ogenj	136
Tabela 8.1: Primerjalni podatki za fotonapetostne module	138
Tabela 8.2: Podatki novejših modulov	139
Tabela 8.3: Korekcijski faktor za določanje zračne razdalje, izvleček	142
Tabela 8.4: Vrste onesnačenja	143
Tabela 8.5: Prenapetostne kategorije	144
Tabela 8.6: Impulzne prenapetosti glede na kategorijo in nazivno napetost sistema	144
Tabela 8.7: Skupine materialov na osnovi plazilnega indeksa (CTI)	145
Tabela 8.8: Nekatero zračne razdalje glede na impulzne prenapetosti	146
Tabela 8.9: Plazilne razdalje	146
Tabela 8.10: Kabli in zvjavi kabli z rumeno-zeleno žilo	150
Tabela 8.11: Kabli in vrvice brez rumeno-zelene žile	151
Tabela 8.12: Oznake na vodnikih in opremi (SIST EN IEC 60445)	152
Tabela 8.13: Oznake vodnikov v inštalacijskih shemah	152
Tabela 8.14: Barve vodnikov (SIST EN IEC 60445)	153
Tabela 8.15: Najvišje temperature delovanja za različne tipe izolacije po SIST HD 60364-5-52, Tabela 52-4 (52-A)	157
Tabela 8.16: Najmanjši prerezi vodnikov po SIST HD 60364-5-52, Tabela 52-5 (52J)	157
Tabela 8.17: Razpored referenčnih metod vgradnje, ki so osnova tabeliranih tokovnih zmogljivosti po SIST HD 60364-5-52, Tabela A.52-1 (52-B1)	158
Tabela 8.18: Tokovne zmogljivosti v amperih po SIST HD 60364-5-52, Tabela B.52-1 (A.52-1)	160
Tabela 8.19: Nazivni tok avtomatske izklopne naprave v vodniku funkcionalne (obratovalne) ozemljitve	165
Tabela 8.20: Izbira zaščitnega nivoja SPD UP	167
Tabela 9.1: Najnižje vrednosti izolacijske upornosti (Tabela 6A (SIST HD 60364-6))	189
Tabela 9.2: Najnižje vrednosti izolacijske upornosti (Tabela 1 (SIST EN 62446-1))	190
Tabela 9.3: Parametri za delovanje pretvornika in ločilne naprave	193

Povzetek

Namen priprave tega dokumenta je bil zbrati najnovejše zahteve za načrtovanje, graditev 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 inštalacij.

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 poglavja, ter izbira in namestitvev električne opreme, ki izhajata iz sedmega poglavja,
- ukrepi požarne varnosti v šestem poglavju,
- pregled in preizkušanje za PV-sistem v osmem poglavju,
- zaključni protokol in zagon v devetem poglavju,
- posamezne uporabne obrazce v prilogah.

Obravnavana tematika se izjemno hitro razvija, čemur sledijo novi ali dopolnjeni zakoni in standardi, zato je nastala potreba po ponovni novelaciji priročnika iz leta 2019, 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 katerokoli izgubo ali morebitno poškodbo, povzročeno z napako ali nedoslednostjo v tem priročniku, pa čeprav je napaka ali nedoslednost rezultat pomanjkljivosti ali kateregakoli 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 uradni dokument; primarno so veljavni in merodajni zakonski predpisi in standardi.

Zahvala

Dokument predstavlja strokovno izjemno zahtevno in bogato gradivo, namenjeno pooblaščenim inženirjem kot pomoč pri njihovem delu.

Avtorji so v pripravo gradiva, katerega razvoj se je pričel že z izdajo prve verzije leta 2019, vložili veliko truda, lastnega znanja in izkušnje. Z leti se je dokument nadgrajeval z novimi znanji in se prilagajal izjemno hitrim strokovnim, tehnološkim in zakonskim spremembam.

Za ves vložen trud in izkazano angažiranje se Upravni odbor Matične sekcije elektro inženirjev avtorjem iskreno zahvaljuje.

Predsednik UO MSE:
mag. Vinko Volčanjek, univ. dipl. inž. el.

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, standardov in izrazoslovja s področja fotonapetostnih sistemov, ki ga je IZS izdala avgusta 2019, dopolnila aprila 2021 ter oktobra 2022. Pred začetkom graditve je treba obvezno preveriti 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 Nizkonapetostne 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 nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah,
 - Tehnična smernica TSG-N-002 Nizkonapetostne 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):
 - Sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDSEE):
 - Priloga 5: Navodila za priključevanje in obratovanje proizvodnih naprav in hranilnikov, priključenih v distribucijsko elektroenergetsko omrežje,
 - 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 zagotavlja 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, z vidika električne in 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 preizkušen po mednarodnih standardih in dovoljuje uporabo nacionalnega znaka (Avstrija: ÖVE; Nemčija: TÜV, VDE ...). Mednarodni sistem uporablja za »PV Quality Mark« naslednji logo:



Slika 1.1: Oznaka dobrega sistema FE

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: Povezave IEC na različne vrste ocene ustreznosti:

<https://www.iecre.org/documents/refdocs/>,

dokumenti okvirno od OD-401 do OD-481, še en zelo splošen dokument je na:

https://www.iec.ch/system/files/2019-09/content/media/files/iecee_brochure_pv_certification_a4_en_lr.pdf)

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



Slika 1.2: Napajanje se izvaja s fotonapetostnimi moduli

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

V Avstriji:



Slika 1.3: Avstrijski certifikat za fotonapetostne sisteme

V Nemčiji (TÜV):



Slika 1.4: Nemški certifikat

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 sta predstavljeni izbira in namestitev električne opreme, v osmem poglavju pregled in preizkušanje sistema. Deveto poglavje obravnava zaključni protokol in zagon.

2. Zakonodaja 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 kasneje narejene spremembe.

Glede na velike zahteve direktive o odgovornosti (85/374/ES z dopolnilom 01985L0374-19990604) in tudi njej prilagojenih slovenskih predpisov je treba za predelave in nove projekte upoštevati zadnje stanje tehnike, vključno z zahtevami za varnost pri eni okvari in funkcijsko varnost. Kjer se pri tem zaznajo problemi, morajo biti ti v dokumentaciji projekta navedeni vključno z uporabljenimi rešitvami in potrebnimi dodatnimi navodili za postavitve, preverjanje oziroma vzdrževanje projektiranega sistema.

¹ www.pisrs.si.

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 11. 12. 2021, veljati je začel 31. 12. 2021, uporabljati se je začel 1. 6. 2022. Določbe se smiselno lahko uporabljajo, kadar se fotonapetostna elektrarna obravnava kot naprava.

Najpomembnejši členi so:

– **5. člen (gradnja z gradbenim dovoljenjem in prijavo začetka gradnje)**

»(1) Pravnomočno gradbeno dovoljenje in prijava začetka gradnje objekta sta pogoj za novogradnjo, rekonstrukcijo in spremembo namembnosti zahtevnega, manj zahtevnega in nezahtevnega objekta ter za odstranitev zahtevnega ali manj zahtevnega objekta, ki se dotika objekta na tuji sosednji nepremičnini ali je od njega oddaljen manj kot en meter. Če prijava začetka gradnje ne vsebuje katere koli izmed zahtevanih podatkov ali dokumentacije iz 76. člena tega zakona, se šteje, kot da prijava začetka gradnje ni bila podana.«

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

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

– **25. člen (bistvene in druge zahteve za objekte)**

»(1) Objekti morajo izpolnjevati bistvene zahteve glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti objekta ter druge zahteve.«

»(4) Na objektih se lahko izvajajo rekonstrukcija, manjša rekonstrukcija, vzdrževanje, vzdrževalna dela v javno korist ali pa 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.«

»(5) Zahteva glede izpolnjevanja bistvenih in drugih zahtev iz prejšnjega odstavka se ne uporablja, če je to tehnično neizvedljivo ali povezano z nesorazmernimi stroški. Pri spreminjanju objektov se gradbenotehnične lastnosti objekta ne smejo poslabšati.«

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

Nadzornik ni potreben pri gradnji nezahtevnih objektih, če jih izvaja izvajalec, ki izpolnjuje pogoje iz 16. člena tega zakona.

– **80. 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 Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 – ZZNŠPP).

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

- projektna dokumentacija izvedenih del z označenimi odstopanji od dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja in projektne dokumentacije za izvedbo gradnje, pri čemer je njen sestavni del tudi podpisana izjava projektanta in vodje projektiranja projekta izvedenih del ter nadzornika in vodje nadzora, da so dela izvedena skladno z izdanim gradbenim dovoljenjem,
- mnenje pristojnega mnenjedajalca iz tretjega odstavka prejšnjega člena,
- dokazilo o zanesljivosti objekta, pri čemer je njegov sestavni del tudi podpisana izjava nadzornika in vodje nadzora ter izvajalca in vodje gradnje, s katero dokazujejo, da objekt glede na namen, vrsto, velikost, zmogljivost, predvidene vplive in druge značilnosti v celoti izpolnjuje bistvene in druge zahteve ter je skladen z izdanim gradbenim dovoljenjem,
- opis izvedbe omilitvenih in izravnalnih ukrepov in mnenje organizacije, pristojne za ohranjanje narave, o njihovem delovanju, če so bili v gradbenem dovoljenju določeni izravnalni ukrepi,
- program prvih meritev, kadar je predpisan, če gre za objekt z vplivi na okolje,
- soglasje organa, pristojnega za jedrsko varnost, za začetek poskusnega obratovanja, kot ga določa predpis, ki ureja varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost, če gre za jedrske in sevalne objekte, in
- dokazilo o vloženi zahtevi za vpis objekta v kataster nepremičnin oziroma v kataster gospodarske javne infrastrukture, če je to določeno s predpisom.«

2.3 Podzakonski predpisi Gradbenega zakona

Členi 152 do 155 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 K Uredbi v skupino 23 Industrijski gradbeni kompleksi, 23021 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. Nameščanje fotonapetostne elektrarne z močjo do 1 MW po pridobljenem uporabnem dovoljenju objekta se skladno s Prilogo 3 razume kot vzdrževanje objekta.

³ Uradni list RS, št. 96/22.

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.

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 s preverjanjem dokumentacije. 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.

4 Uradni list RS, št. 36/18, 51/18 – popr., 197/20 in 199/21 – GZ-1.

5 Uradni list RS, št. 101/2005, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1.

6 Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1).

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 (6. člen), da sistemski operater ne sme postavljati strožjih zahtev, kot jih določa ta pravilnik. Določa uporabo veljavne tehnične smernice TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije (glej uredbo o seznamu tehniških smernic). Glede pregledov električnih inštalacij velja enako kot za preglede sistemov za zaščito pred strelo.

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, po pravilniku pa se mora izpolnjenost zahteve zagotoviti s preverjanjem dokumentacije.

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-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah. Ob uporabi drugih rešitev iz zadnjega stanja gradbene tehnike, ki zagotavljajo vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo tehnične smernice, se mora po pravilniku izpolnjenost zahteve zagotoviti s preverjanjem dokumentacije.

2.3.7 Odredba o seznamu izdanih tehničnih smernic⁹

Odredba sicer ne velja več, ker pa so v njej zbrane smernice, je odredba še navedena. Letnice izdaje so ažurirane:

- TSG-1-001:2019 Požarna varnost v stavbah, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o požarni varnosti v stavbah;
- TSG-N-002:2021 Nizkonapetostne električne inštalacije, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah;
- TSG-N-003:2021 Zaščita pred delovanjem strele, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o zaščiti stavb pred delovanjem strele;
- TSG-1-004:2022 Učinkovita raba energije, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah;
- TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah, ki vsebuje zahteve iz Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah;

⁷ Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1.

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-12640-002:2021 Tehnična smernica za graditev za zdravstvene stavbe, s katero so podrobneje določene priporočene tehnične rešitve kot tudi primerne ravni gradbenih proizvodov in materialov in način njihove vgradnje, ki jih je treba upoštevati pri projektiranju, gradnji in vzdrževanju tovrstnih stavb.

Tehniške smernice so na voljo na spletni strani Ministrstva za okolje 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 jo vgradi.

2.4 Energetski zakon¹¹

Energetski zakon (EZ-1) in njegovi podzakonski akti določajo energetska 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. Z novo izdajo EZ-1 so prenehali veljati 2., 3., 4., 5. del. EZ-1 je sestavljen iz naslednjih delov:

1. Splošne določbe – 1. do 33. členi,
2. Električna energija – prenehal veljati!,
3. Zemeljski plin – prenehal veljati!,
4. Toplota in drugi energetski plini iz zaključenih distribucijskih sistemov – prenehal veljati!,
5. Energetska učinkovitost in obnovljivi viri energije – prenehal veljati!,
6. Agencija za energijo – 383. do 450. člen,
7. Inšpekcijski nadzor – 451. do 459. člen, 460. in 461. člen – prenehala veljati!,
8. Energetska infrastruktura – 462. do 477. člen,
9. Druge skupne določbe – 478. do 485. člen,
10. Transport ogljikovega dioksida – 486. do 488. člen,
11. Kazenske določbe – od 489. (490. do 494. člen prenehali veljati!), 495. do 497. (498. do 500. člen prenehali veljati!) do 501., 502. člena,

¹⁰ Ur. l. RS, št. 8/2011, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1.

¹¹ Uradni list RS, št. 60/19 – uradno prečiščeno besedilo, 65/20, 158/20 – ZURE, 121/21 – ZSROVE, 172/21 – ZOEE, 204/21 – ZOP in 44/22 – ZOTDS.

12. Prehodne in končne določbe – 503. do 557. člen ,
13. Prehodni in končna določba (EZ-1A (Uradni list RS, št. 81/15)) – 5. do 7. člen,
14. Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona – EZ-1B (Uradni list RS, št. 43/19) – spreminja 512. in 554. člen ter vsebuje prehodne in končne določbe – 67. do 74. člen,
15. Prehodna in končna določba (EZ-1C (Uradni list RS, št. 65/20)) – 10. in 11. člen,
16. Končna določba (Zakon o učinkoviti rabi energije – ZURE (Uradni list RS, št. 158/20)) – 97. člen,
17. Končna določba (Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije – ZSROVE (Uradni list RS, št. 121/21)) – 97. člen,
18. Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije – ZSROVE-A (Uradni list RS, št. 189/21) – spreminja 72. člen, končna določba – 4. člen,
19. Zakon o ukrepih za obvladovanje kriznih razmer na področju oskrbe z energijo – ZUOKPOE (Uradni list RS, št. 121/22) – spreminja 72. člen, končna določba – 33. člen,
20. Končna določba (Zakon o oskrbi z električno energijo – ZOEE (Uradni list RS, št. 172/21)) – 185. člen,
21. Končna določba (Zakon o oskrbi s plini – ZOP (Uradni list RS, št. 204/21)) – 158. člen,
22. Končna določba (Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o oskrbi s plini – ZOP-A (Uradni list RS, št. 121/22)) – 16. člen,
23. Končna določba (Zakon o oskrbi s toploto iz distribucijskih sistemov – ZOTDS (Uradni list RS, št. 44/22)) – 45. člen.

2.4.1 Podzakonski akti Energetskega zakona

2.4.1.1 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;
- PE-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.

2.4.1.2 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.

¹² Uradni list RS, št. 88/16 in 172/21 – ZOEE.

¹³ Uradni list RS, št. 1/16 in 46/18 in 121/21 – ZSROVE.

2.4.1.3 Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije¹⁴

Uredba določa pogoje za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije.

Določa pogoje za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije za celotno ali delno pokrivanje lastnega odjema električne energije z napravo za samooskrbo (v primeru individualne samooskrbe) oziroma potreb po električni energiji v skupnostno samooskrbo vključenih odjemalcev z napravo za samooskrbo (v primeru skupnostne samooskrbe).

V primeru individualne samooskrbe je naprava za samooskrbo priključena na notranjo nizkonapetostno električno inštalacijo stavbe. Za posamezno individualno samooskrbo se lahko uporablja tudi več naprav za samooskrbo, priključenih na notranjo nizkonapetostno inštalacijo iste stavbe. Priključna moč naprave za samooskrbo (v kW) ne sme presežati 0,8-kratnika priključne moči odjema prevzemno-predajnega mesta, na notranjo napeljavo katerega je ta naprava priključena.

V samooskrbo skupnosti za oskrbo z energijo iz obnovljivih virov se lahko vključijo odjemalci, ki odjemajo električno energijo prek prevzemno-predajnih mest, priključenih na distribucijsko omrežje v Republiki Sloveniji. V primeru samooskrbne skupnosti je naprava za samooskrbo prek prevzemno-predajnega mesta naprave za samooskrbo priključena na distribucijsko omrežje.

Pred priključitvijo naprave za samooskrbo je treba pridobiti soglasje za priključitev.

Odjemalec z dobaviteljem sklene pogodbo o samooskrbi. Odjemalec lahko prodaja svoje presežke proizvedene električne energije z napravo za samooskrbo. Če jih prodaja na podlagi pogodbe o nakupu električne energije iz obnovljivih virov, se obravnava kot proizvajalec skladno z zakonom, ki ureja oskrbo z električno energijo.

Pri obračunu prispevkov in drugih dajatev, ki se obračunavajo na količino električne energije, prevzete iz javnega omrežja, se upošteva količina električne energije (v kWh), prevzeta iz javnega omrežja v posameznem obračunskem obdobju. Odjemalci plačujejo omrežnino skladno s splošnim aktom agencije, ki ureja metodologijo obračunavanja omrežnine. Glede obračuna električne energije stranki s pogodbo o samooskrbi prosto določita trajanje obračunskega obdobja in način obračuna dobavljene električne energije.

Glede samooskrbe je po Zakonu o ukrepih za obvladovanje kriznih razmer na področju oskrbe z energijo – ZUOKPOE (Uradni list RS, št. 121/22) treba upoštevati tudi 72. člen, ki določa prehodne določbe glede samooskrbe.

¹⁴ Uradni list RS, št. 43/22.

2.4.1.4 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.

2.4.1.5 Uredba o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, ki prejemajo za proizvedeno električno energijo potrdila o izvoru in podpore¹⁶

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.

(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.«

2.4.1.6 Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovo proizvodov, povezanih z energijo¹⁷

Uredba določa tehnične zahteve za okoljsko primerno zasnovo, ki jo morajo izpolnjevati proizvodi, povezani z energijo, da se lahko dajo na trg oziroma v uporabo in se lahko prosto tržijo, v skladu z Direktivo 2009/125/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. oktobra 2009. Pomembna je oznaka CE, ki zagotavlja proizvodno lastnosti, skladne z uredbo.

¹⁵ Uradni list RS, št. 92/15 in 175/20.

¹⁶ Uradni list RS, št. 21/09, 33/10, 45/12, 17/14 – EZ-1 in 121/21 – ZSROVE.

¹⁷ Uradni list RS, št. 76/14 in 158/20 – ZURE.

2.4.1.7 Pravilnik o sistemskem obratovanju distribucijskega omrežja za električno energijo¹⁸

Ta pravilnik določa sistem obratovanja za elektroenergetska distribucijska omrežja, naloge upravljalca distribucijskega omrežja, opredeljuje storitev prenosa električne energije po distribucijskem omrežju, sistemske storitve na distribucijskem omrežju, obratovanje in razvoj distribucijskega omrežja, pogoje za priključitev na distribucijsko omrežje, pogoje za dostop do distribucijskega omrežja ter bazo podatkov o distribucijskem omrežju in njihovo zaupnost.

Ta pravilnik velja za družbe Elektro Celje, d.d., Elektro Gorenjska, d.d., Elektro Ljubljana, d.d., Elektro Maribor, d.d. in Elektro Primorska, d.d., in uporabnike distribucijskih omrežij.

2.4.1.8 Pravilnik o tehničnih zahtevah za priključitev in obratovanje vtične proizvodne naprave na obnovljive vire energije¹⁹

Ta pravilnik določa tehnične zahteve za priključitev in obratovanje vtične proizvodne naprave na obnovljive vire energije (balkonska elektrarna).

2.5 Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro)²⁰

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 dolžan dati izjavo o lastnostih proizvoda v slovenskem jeziku.

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

19 Uradni list RS, št. 161/2022.

20 Uradni list RS, št. 82/13.

2.6 Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (ZTZPUS-1)²¹

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 požarom²²

Zakon ureja sistem varstva pred požarom. Med najpomembnejše zahteve sodi načrtovanje ukrepov varstva pred požarom, ki jih morajo projektanti navesti v projektni dokumentaciji. Za objekte je treba izdelati načrt požarne varnosti, ne glede na požarno zahtevnost stavbe. 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.«

Prav tako je pomemben 35. člen, ki med drugim določa: »Požarni načrt je treba izdelati tudi za objekte, ki so opremljeni s sončnimi elektrarnami, povezanimi na javno omrežje. Lastnik ali uporabnik objekta mora en izvod požarnega načrta izročiti gasilski enoti, ki opravlja javno gasilsko službo na območju, kjer je tak objekt. Gasilska enota lahko predlaga lastniku ali uporabniku dopolnitev ali spremembo požarnega načrta, če oceni, da je požarni načrt pomanjkljiv in ni zagotovljeno ustrezno posredovanje gasilcev ter drugih reševalcev v primeru požara v takem objektu. Gasilska enota požarni načrt lahko uporablja izključno za opravljanje operativnih gasilskih nalog.«

Za projektanta je pomembno določilo, ki določa kazensko in odškodninsko odgovornost za neizvajanje ukrepov varstva pred požarom.

²¹ Uradni list RS, št. 17/11.

²² Uradni list RS, št. 3/07 – uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12, 61/17 – GZ, 189/20 – ZFRO in 43/22).

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.

2.7.1 Podzakonski akti Zakona o varstvu pred požarom

Pravilnik o požarni varnosti v stavbah²³

Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti²⁴

Pravilnik o grafičnih znakih za izdelavo prilog študij požarne varnosti in požarnih redov²⁵

Pravilnik o izdelavi ocene požarne ogroženosti²⁶

Pravilnik o požarnem redu²⁷

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 (<https://www.sodo.si/sl>) po javnem pooblastilu izdaja splošne pogoje za dobavo in odjem električne energije iz distribucijskega omrežja električne energije (SPDOEE, <https://www.sodo.si/objave/splosni-pogoji-za-dobavo-in-odjem-elektricne-energije-spdoee>) in systemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije (SONDO, <https://www.sodo.si/sl/kdo-smo/zakonodaja/sondo>). Upoštevati je treba dejstvo, da sta vsebini aktov ponekod podvojeni, ponekod pa neskladni. Po razlagi SODO je treba upoštevati v primeru neskladja določila SONDSEE, 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 (SPDOEE)

Ti so zdaj zajeti v okviru SONDSEE, v primeru problemov z zgodovino pa jih je mogoče najti na <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=DRUG2905>.

23 Uradni list RS, št. 31/04, 10/05, 83/05, 14/07, 12/13, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1).

24 Uradni list RS, št. 12/13, 49/13, 61/17 – GZ in 199/21 – GZ-1).

25 Uradni list RS, št. 138/2004.

26 Uradni list RS, št. 180/20.

27 Uradni list RS, št. 52/2007, spremembe in dopolnitve v Uradnem listu RS, št. 34/2011 in 101/2011.

2.8.2 Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije (SONDSEE)²⁸

Zahteva Energetskega zakona je osnova za SONDSEE (<https://www.sodo.si/objave/splosni-pogoji-za-dobavo-in-odjem-elektricne-energije-spdoee>). Dokument je objavljen v Uradnem listu RS, št. 7/21, zadnje veljavno stanje pa je lažje dobiti na spletni strani SODO za SondSEE (<https://www.sodo.si/sl/kdo-smo/zakonodaja/sondsee/veljavni-dokumenti-sondsee>).

V nadaljevanju je primer tabele o zahtevah za priključevanje proizvodnih naprav iz sprememb SONDSEE in Priloge 5.

2.8.2.1 Priključevanje proizvodnih naprav

Tabela 2.1: Zahteve za posamezne vrste proizvodnih naprav glede na način njihovega obratovanja in njihove delovne moči iz soglasja za priključitev (P_{PN})

Delovna moč PN	Nap. nivo priklopa	TIP PN (RfG)	Zagotavljanje skladnosti	Vrsta PN	Št. faz priklopa	Karakteristika jalove moči	Karakteristika delovne moči	Zaščita na LM	Način obratovanja
$0 \text{ W} < P_{PN} < 800 \text{ W}$	NN	–	–	vse	1	–	–	Z-Uf-A ali ekviv. vsebovana	P
$800 \text{ W} \leq P_{PN} < 3,7 \text{ kW}$	NN	A	ENOSTAVEN postopek	vse	1 ali 3	–	D-1	Z-Uf-A	M, P
$3,7 \text{ kW} \leq P_{PN} < 10,0 \text{ kW}$	NN	A	ENOSTAVEN postopek	vse	1*** ali 3	–	D-1		M, P
$10,0 \text{ kW} < P_{PN} \leq 150 \text{ kW}$	NN	A	ENOSTAVEN postopek	vse	3	–	D-1	Z-Uf-B ali Z-Uf-A	M, P
$150 \text{ kW} < P_{PN} < 250 \text{ kW}$	NN	B	POENOSTAVLJEN postopek	vse	3	J-N3	D-1	Z-Uf-B	M, P
	SN *	B	STANDARDEN postopek	vse	3	J-S1	D-1		M, P
$250 \text{ kW} \leq P_{PN} < 5,0 \text{ MW}$	SN	B	STANDARDEN postopek	vse	3	J-S1	D-1, D-2, D-3	Z-Uf-B	M, P
	NN *	B	POENOSTAVLJEN postopek	vse	3	J-N3	D-1, D-2, D-3		M, P
$5,0 \text{ MW} \leq P_{PN} < 20,0 \text{ MW}$	SN	C	RAŽŠIRJEN postopek	vse	3	J-S2	D-2, D-3	Z-Uf-C	M, P
$20,0 \text{ MW} \leq P_{PN}$	SN	D	POPOLN postopek	vse	3	J-S2	D-2, D-3	Z-Uf-C	M, P

* Dovoljeno samo, če to zahtevajo tehnične karakteristike obstoječega omrežja!

** Dovoljeno samo, če to dopuščajo tehnične karakteristike obstoječega omrežja!

*** Dovoljeno samo v primeru obstoječega enofaznega priključka!

SONDSEE se pri zahtevah za priklop trenutno še vedno sklicuje na zdaj neveljaven standard SIST EN 50438.

28 Uradni list RS, št. 7/21 in 41/22.

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). Pogoj 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.

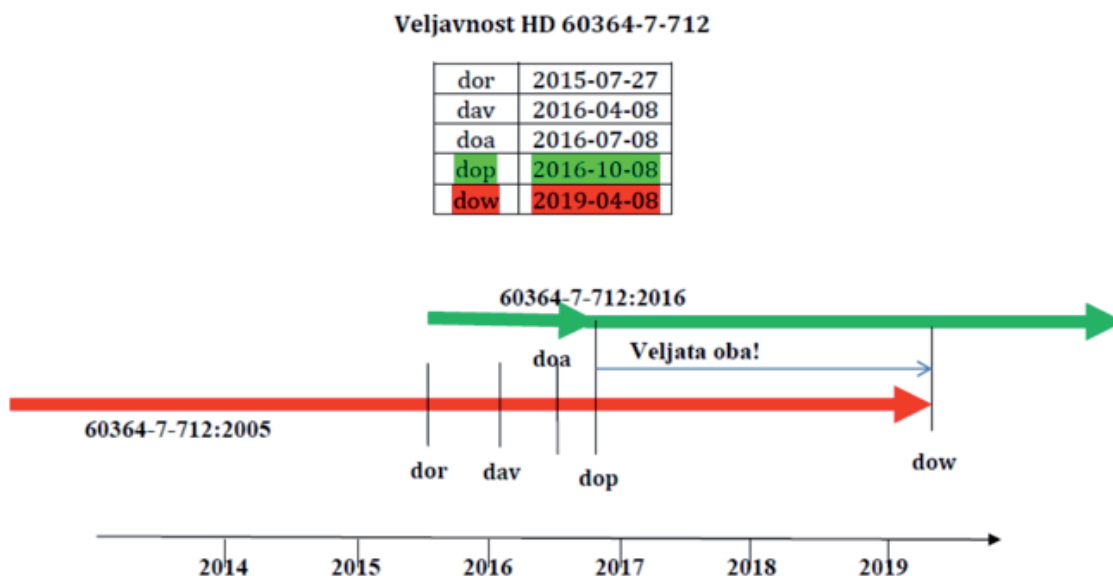
Slovenski standardi so privzeti iz evropskih standardov oziroma dokumentov HD in se uporabljajo pri javnih naročilih. Evropski standard (EN) je normativni dokument in se izdaja v treh uradnih jezikih (angleškem, francoskem in nemškem). Sprejema se po postopku javne ankete (angl. public enquiry), ki mu 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 potrdi oziroma se lahko spremeni po glasovanju). Na spodnji sliki za dokument HD 60364-7-712 je to videti tako:



Slika 3.5: Prehodno obdobje pri menjavi standarda

Opomba: V pripravi je tretja izdaja, ki naj bi pri IEC začela veljati konec leta 2023, v EU pa HD različica nekaj pozneje.

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 zaščitenih 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 (Committee Draft), CDV (Committee 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/>).

Če v iskalnik po katalogu SIST vnesete oznako 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)

Zadetki 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

Slika 3.6: Primer izpisa najdenih standardov na SIST

Če kliknete »SIST HD 60364-7-712« (zelena oznaka), se pokaže kratek povzetek vsebine standarda 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

Slika 3.7: Opis izbranega standarda

Ponekod ni slovenskega prevoda!

Na spletni strani <https://www.sist.si/standardizacija/seznam-novih-standardov/> je dosegljiv tudi mesečni seznam sprejetih novih standardov.

Za izbrani mesec je mogoč prenos datotek pdf s seznamom standardov z osnovnimi podatki in naslovi v angleškem in slovenskem jeziku ter s povzetki standardov v angleškem in slovenskem jeziku.

3.1.2 Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh IEC

Na spletni strani IEC <https://www.iec.ch/> so na voljo standardi, izdani v IEC.

Če kliknete »webstore« in potem v iskalno polje vpišete številko standarda »60364-7-712« ter kliknete lečo, lahko pridete do spletne strani s seznamom trenutno veljavnih standardov (<https://webstore.iec.ch/searchform&q=60364-7-712>), za predogled kliknete oznako standarda <https://webstore.iec.ch/publication/60484>, pri čemer si lahko ogledate uvodni del standarda s kazalom, predgovorom, uvodom področjem, ki ga pokriva, in dokumenti, na katere se sklicuje.

Druga lažja pot je prek spletne strani <https://advsearch.iec.ch/ords//f?p=117:105:0>, kjer v referenco vpišete oznako standarda, rezultat pa ponudi v treh zavihkih seznam veljavnih verzij, kaj je v delu in kaj je razveljavljeno.

3.1.3 Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC

CENELEC ima po spojitvi s CEN (neelektrotehniška standardizacija) spremenjeno spletno stran. Dostop je na <https://www.cencenelec.eu/>.

Za iskanje standardov je treba klikniti »Search Standards«. Tu v polje Standard Reference vnesete oznako standarda, npr. 60364-7-712, in kliknete gumb »Search«.

The screenshot shows the search interface for CENELEC standards. At the top, there are navigation links: 'About CEN', 'About CENELEC', 'Contact Us', 'Search Standards', and 'MY EXPERT AREA'. The main header features the CENELEC logo and navigation tabs: 'EUROPEAN STANDARDIZATION', 'GET INVOLVED', 'AREAS OF WORK', and 'NEWS AND EVENTS'. The search area is titled 'SEARCH IN' and includes checkboxes for 'CEN' and 'CENELEC'. Below this, there are several filter sections: 'Keywords' with a text input and a language dropdown; 'Committee' with dropdowns for 'Committee' and 'Committee title'; 'Deliverable' with a 'Type' dropdown (set to 'Deliverables') and a 'Standard Reference' text input; 'Legal Framework' with a dropdown (set to 'Directives'); 'Status' with checkboxes for 'Preliminary Stage', 'Under Draft', 'Under Approval', 'Under Enquiry', 'Approved', 'Published', and 'Withdrawn'; 'Standards Classification' with dropdowns for 'ICS' and 'Activity sector'; and 'Sustainable Development Goals (SDGs)' with a dropdown (set to 'SDG'). At the bottom of the search area are 'RESET' and 'SEARCH' buttons.

Slika 3.8: Okno za iskanje standardizacijskih dokumentov na CEN/CENELEC

Osnovna stran za iskanje standardizacijskih dokumentov v CENCENELEC je na <https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:105::RESET::::>.

Trenutna spletna stran ima težave z dinamičnimi linki, zato bodo v besedilu naprej podani le primeri nastavitve za posebna iskanja. Rezultat iskanja so vsi dokumenti, ki ustrezajo izbranim kriterijem. Za iskanje standardov samo na področju elektrotehnike (CENELEC) se na tej strani izključi CEN in obratno, kjer se izključi CENELEC za iskanje drugih standardov, ki jih pokriva CEN.

V primeru rezultata iskanja standarda z oznako 60364-7-712 sta trenutno to dva dokumenta:

HD 60364-7-712:2016 in **prHD 60364-7-712**. S klikom na posamezen dokument dobite podrobnosti o izbranem standardu, med drugim tudi podatke o veljavnosti, katere direktive pokriva in podatke o starejših standardih, ki jih nadomešča ali novejših, ki ga nadomeščajo. Prvi je veljaven dokument, drugi pa standard, ki se razvija. Med njima še ni prekrivanja, ker bo trajalo še nekaj časa, da bo standard sprejet in objavljen.

Zaradi prilagajanja evropski zakonodaji se pojavi prehodno obdobje, v katerem veljata stari in novi standard. Prehodno obdobje traja do DOW (datum preklica), navedenega v novejšem standardu. Izdelek, ki se razvija v prehodnem obdobju standardov, lahko ustreza staremu standardu, če se bo začel tržiti pred iztekom prehodnega obdobja.

Project		Implementation Dates	
Reference	HD 60364-7-712:2016	date of Ratification (DOR) (1)	2015-07-27
Title	Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems	date of Availability (DAV) (2)	2016-04-08
Project Number	24482	date of Announcement (DOA) (3)	2016-07-08 (7)
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.	date of Publication (DOP) (4)	2016-10-08
Status	Published	date of Withdrawal (DOW) (5)	2019-04-08 (7)
Reference Document		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

Slika 3.9: Del izpisa izbranega standarda

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 prej omenjenih spletnih straneh: <http://ecommerce.sist.si/>, <https://www.iec.ch/>, <https://www.cencenelec.eu/>.

Zaradi spremejenega označevanja standardov v CENELEC in s tem tudi pri nas je treba paziti pri iskanju veljavnih standardov z dosedanjo oznako EN 6xxxx, ker so pri neposredno prevzetih standardih IEC zdaj oznake (SIST) EN IEC 6xxxx. V tem primeru je treba na spletni strani CENCENELEC preveriti prehodno obdobje, v katerem veljajo stari standardi in do kdaj (DOW).

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

Komentar IZS: 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.

Trenutno velja verzija 2016.



Slika 3.10: Potrjen logo za opozorilo na FE

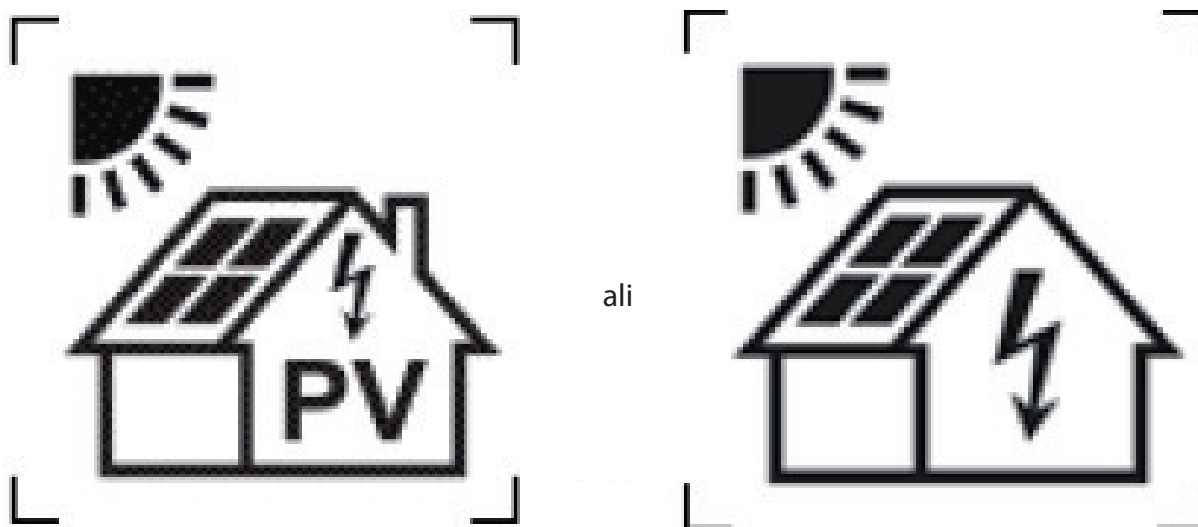
Komentar IZS: pri izvajanju rednega ali izrednega preverjanja naj se zahteva namestitev oznake za sončno elektrarno tudi tam, kjer ni oznake!

Komentar IZS: 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.



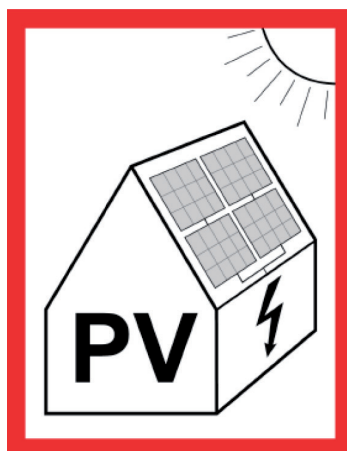
Slika 3.11: Možna oznaka za FE

Komentar IZS: V času priprave druge izdaje priročnika smo povzeli takrat predlagani znak, in sicer je bila pripravljena vloga na SIST, ki je znak tudi potrdil. V pripravi je nova verzija IEC 62548, ki omogoča naslednje:



Slika 3.12: Možna opozorilna znaka po standardu SIST EN IEC 62548

Znak, kot smo ga določili, je v SIST HD 60364-7-712 v poglavju 712.514. Nova verzija tega standarda v pripravi nima sklica na IEC 62548, ima pa zaradi sledljivosti naslednje:



ali



IEC 60417-6400A: Photovoltaic array installation

Slika 3.13: Možnosti za opozorilo na FE v nastajajočem IEC 60364-7-712

kar pomeni, da se lahko uporablja en ali drugi znak. Nacionalni odbori naj bi se odločili o nalepkah in lokacijah, kjer je treba.

SIST-TS CLC/TS 50539-12 Niskonapetostne 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

Ta TS je neveljavna, nadomešča jo CLC/TS 51643-32.

SIST TS CLC/TS 51643-32 Niskonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – 32. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari, priključene na enosmerno stran fotonapetostnih inštalacij – Izbira in načini uporabe

SIST EN 50521 Konektorji za fotonapetostne sisteme – Varnostne zahteve in preskusi

Opomba IZS: Ta standard je naveden kot normativni dokument v SIST HD 60364-7-712, vendar je bil konec leta 2017 preklican in nadomeščen s SIST EN 62852, ki je naveden v nadaljevanju.

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

Ta standard je naveden kot normativni dokument v SIST HD 60364-7-712, vendar je bil letos maja preklican in nadomeščen s SIST EN 61643-31.

SIST EN 61643-31 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – 31. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za posebno uporabo vključno z enosmernim tokom – Zahteve in preskusne metode za SPD za fotonapetostne inštalacije

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) Škatle²⁹ 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 gospodinjstve 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.

29 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.

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 Nizkonapetostne stikalne naprave – 2. del: Odklopniki

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

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

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

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

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

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

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

SIST EN 61557-8 Električna varnost v nizkonapetostnih 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 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme – Zahteve in preskusi

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

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

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 gospodinjsko 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

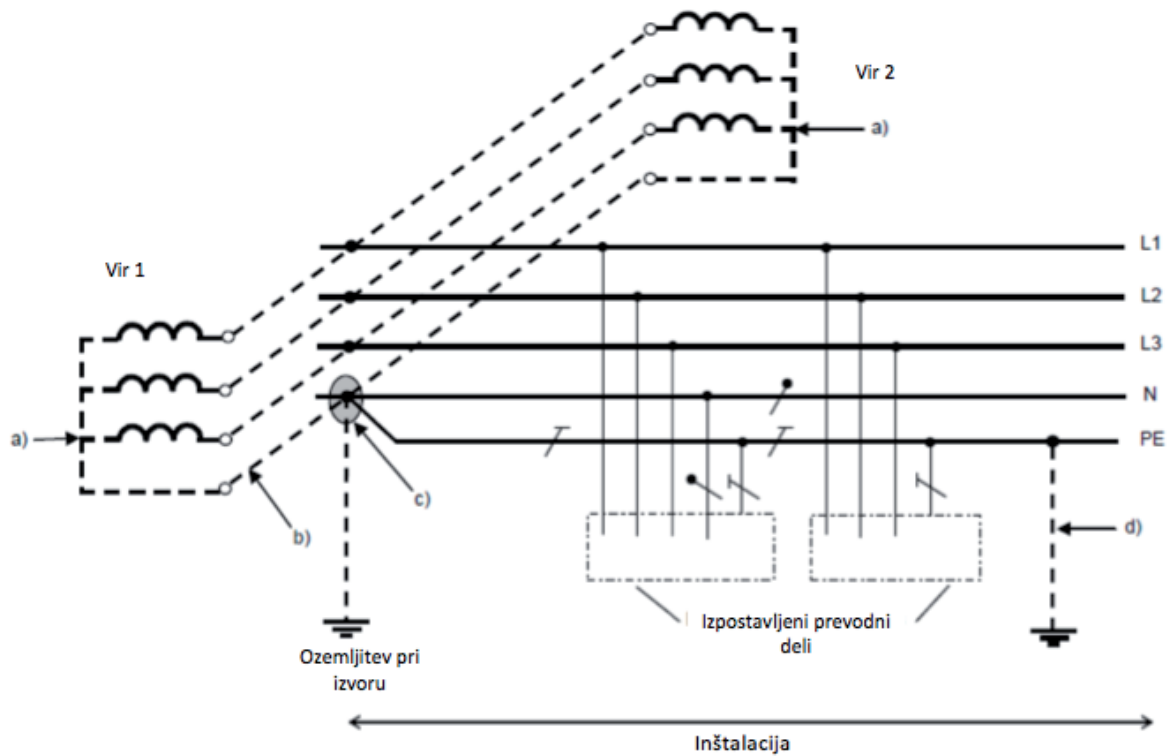
SIST HD 60364- (vsi deli) Niskonapetostne električne inštalacije

312.2.1 Sistemi z več napajaji

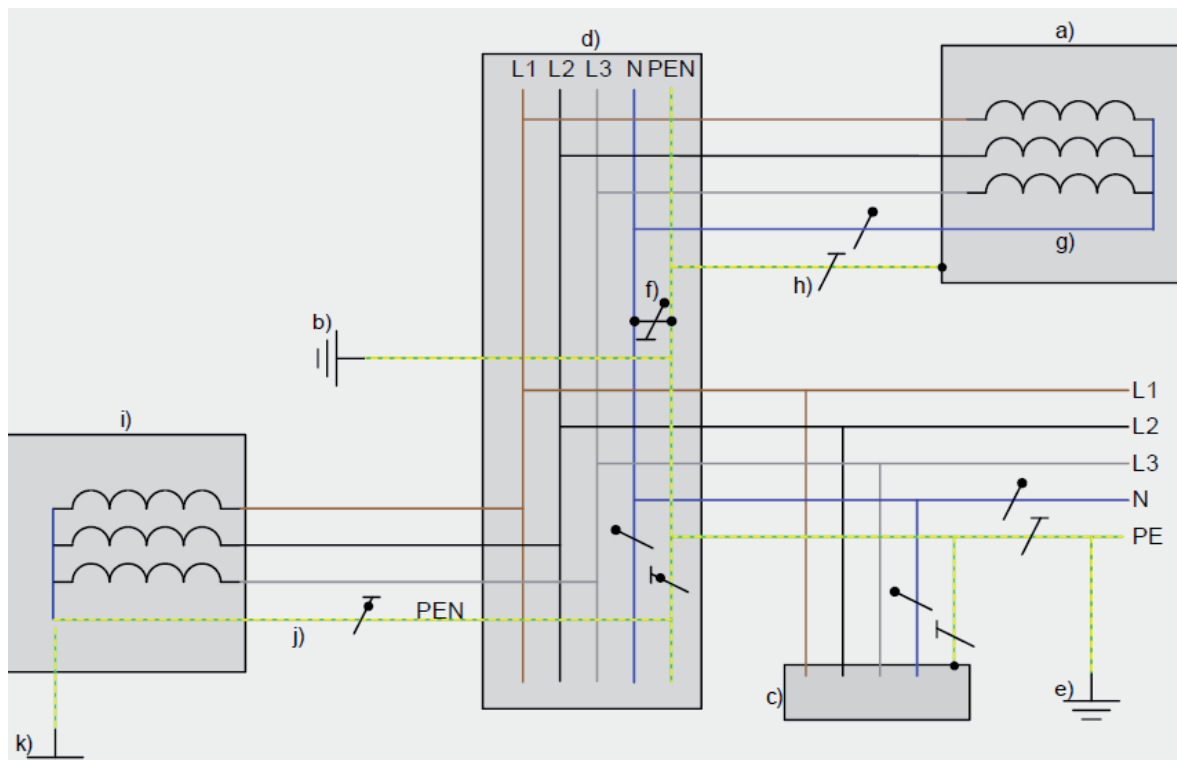
Ta sistem napajanja se največkrat uporablja za fotonapetostne sisteme. Če je inštalacija z več napajaji del sistema TN pomanjkljivo načrtovana, lahko nekateri obratovalni toki tečejo po nepredvidenih poteh in lahko povzročijo:

- požar,
- korozijo in
- elektromagnetne motnje.

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



Slika 3.14: TN-C-S-sistem z več viri napajanja z ločenim zaščitnim vodnikom in nevtralnim vodnikom do bremen



Slika 3.15: Izmenični TN-C-S-sistem z enim lokalnim virom in enim zunanjim (npr. javno napajalno omrežje)

Slika je iz osnutka nove verzije IEC 60364-1, kjer so:

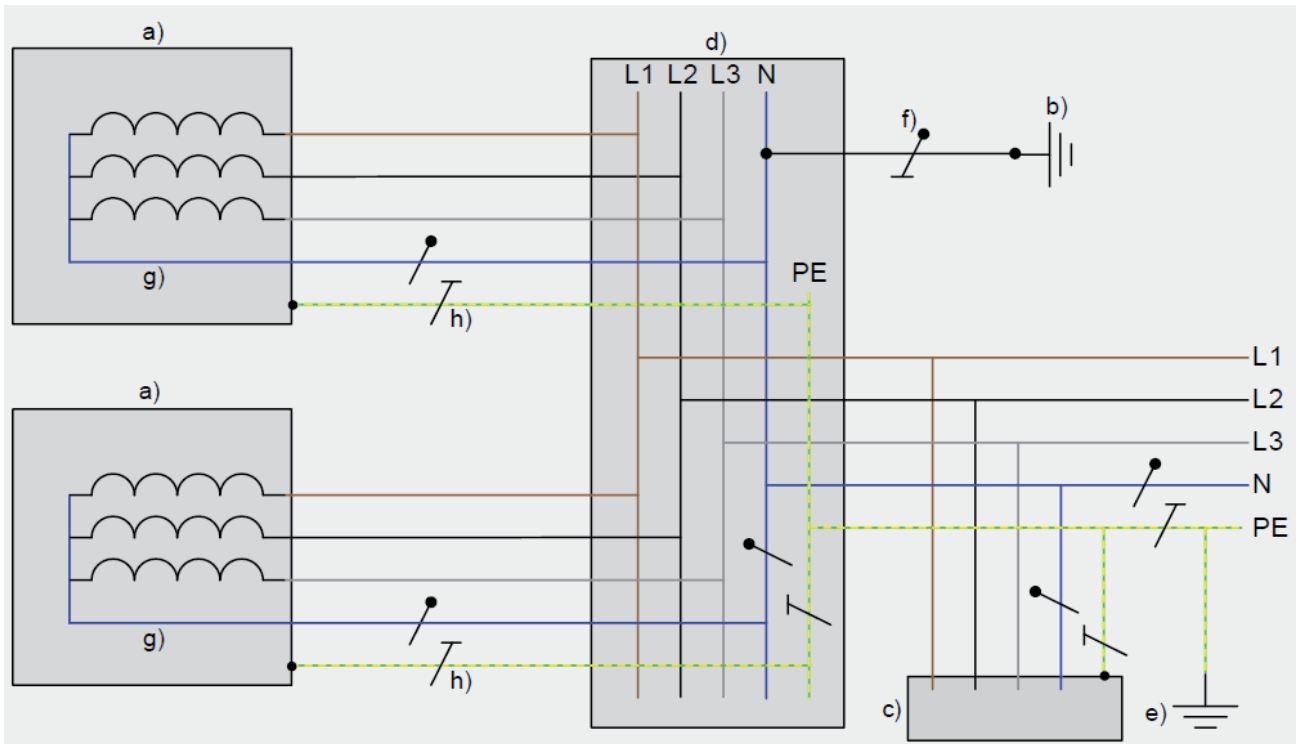
- a) lokalni vir,
- b) sistemska ozemljitev inštalacije,
- c) električna oprema z izpostavljenim prevodnim delom,
- d) glavni razdelilnik,
- e) dodatna ozemljitev, ki se lahko izvede na inštalaciji,
- f) vodnik za sistemsko referenco,
- g) vodnik med nevtralno točko drugega (lokalnega) vira in glavnim razdelilnikom,
- h) zaščitni vodnik za zaščitno ozemljitev lokalnega vira,
- i) zunanji vir, npr. iz javnega omrežnega napajanja,
- j) PEN-vod med zunanjim virom in glavnim razdelilnikom,
- k) sistemska ozemljitev zunanjega vira.

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:

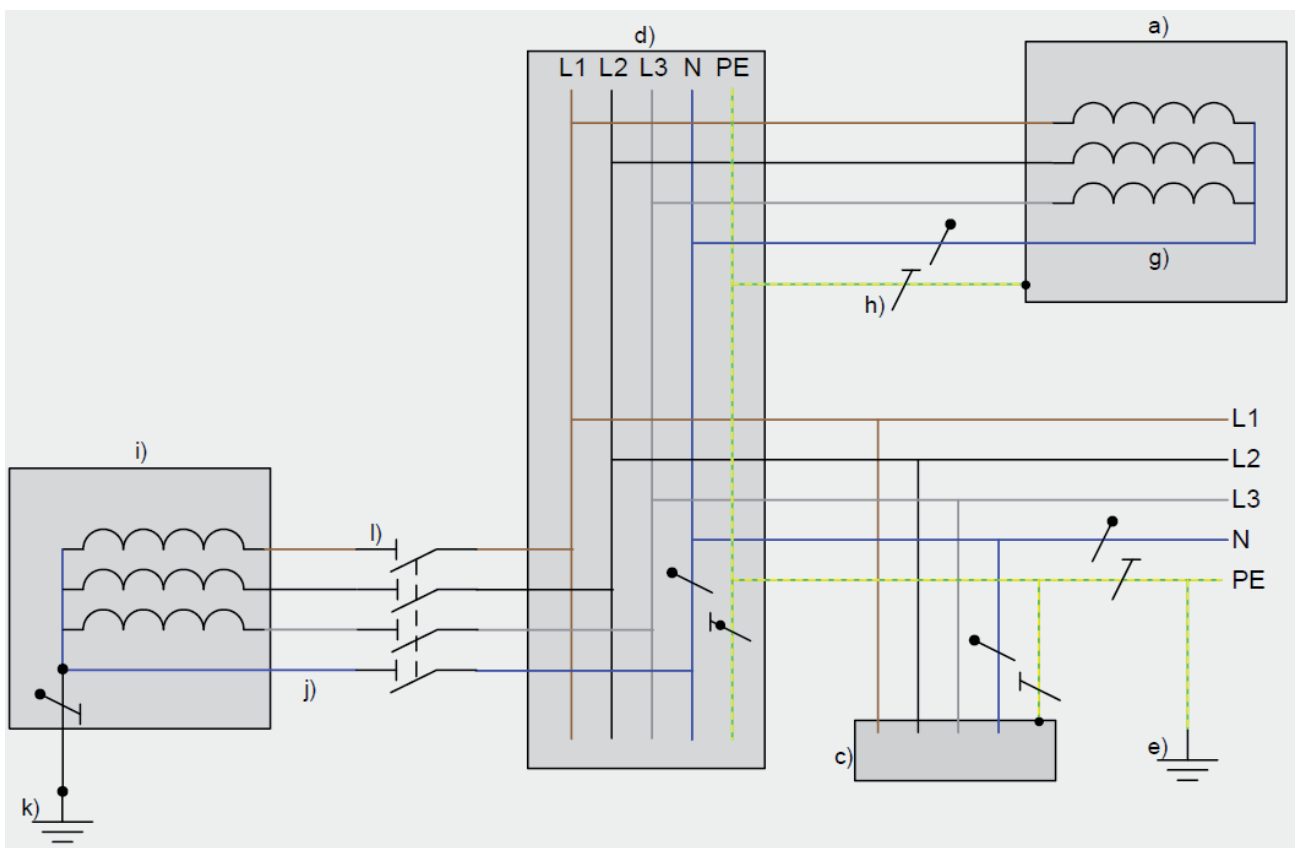
- a) Direktna povezava ni dovoljena od nevtralne točke transformatorja do zemlje niti od zvezdišča generatorja do zemlje.
- b) Povezovalni vodnik med nevtralno točko transformatorja ali zvezdiščem generatorja mora biti ločen. Funkcija tega vodnika je enaka funkciji vodnika PEN, vendar ne sme biti povezan 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.

Večinoma je določen TT-tip priklopa na javno napajalno omrežje. Spodnji sliki kažeta povezavo v sistemu dveh lokalnih virov (za primer otočnega delovanja) in priklop na javni napajalni sistem z lastnim virom.



Slika 3.16: Primer izmeničnega TT-sistema z dvema lokalnima viroma



Slika 3.17: Primer izmeničnega TT napajalnega sistema z notranjim virom v instalaciji, ki dela kot IT sistem, ko je odklopljen od zunanjega vira

Sliki sta iz osnutka nove verzije IEC 60364-1, kjer so:

- a) lokalni vir,
- b) sistemska ozemljitev sistemska ozemljitev vseh lokalnih virov v samo eni točki,
- c) električna oprema z izpostavljenim prevodnim delom,
- d) glavni razdelilnik,
- e) ozemljitev izpostavljenih prevodnih virov,
- f) vodnik za sistemsko referenco,
- g) vodnik med nevtralnimi točkami lokalnih virov in glavnim razdelilnikom,
- h) zaščitni vodnik za zaščitno ozemljitev lokalnega vira,
- i) zunanji vir, npr. iz javnega omrežnega napajanja,
- j) nevtralni vod med zunanjim virom in glavnim razdelilnikom,
- k) sistemska ozemljitev zunanjega vira,
- l) stikalo za odklop napajanja s funkcijo ločitve.

V primeru odklopa zunanjega vira se inštalacija vede kot IT-sistem, kot TN-sistem pa v primeru, da je dodano stikalo, ki sklene N in PE ob ločitvi zunanjega vira, oziroma TT-sistem v primeru, da dodano stikalo poveže na zemljo nevtralni vod ob ločitvi zunanjega vira.

SIST HD 60364-4-41 Niskonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom. Ta del ima še dva dodatka A11 iz leta 2017 in A12 iz leta 2019

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 namestitvev 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 namestitvev 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-N4105³⁰;
- 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 0100-410³¹;
- 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: standard je preveden v slovenski jezik. Slovenski izrazi so dosegljivi na spletni strani: <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/index?openform&part=826>.

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.

Dodan je nabor nekaterih standardov, ki so jih pripravili člani tehničnih odborov TC 82 (Fotonapetostni sistemi) pri IEC in CLC/TC82 pri Cenelec.

SIST EN 50110-1, Obratovanje električnih postrojev – 1. del: Splošne zahteve

SIST EN 50110-2, Obratovanje električnih postrojev - 2. del: Nacionalni dodatki

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

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

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

31 Low-voltage electrical installations Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock

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

Komentar IZS: Izrazi in definicije iz TS 61836:2009 so dosegljivi na spletni strani: https://www.sist.si/image/catalog/DOWNLOAD/SLOVAR-SONCNI_FOTONAPETOSTNI_SISTEMI.pdf.

SIST EN 50549-1:2019 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

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

SIST EN 50549-10 Zahteve za priključevanje elektrarn vzporedno na razdelilno omrežje – 10. del: Preizkusi za oceno skladnosti proizvodnih enot

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 EN IEC 60445 Osnovna in varnostna načela za vmesnik človek-stroj, označevanje in razpoznavanje – Razpoznavanje terminalov opreme, končnikov vodnikov in vodnikov
Ta standard sedaj predpisuje tudi barve za PEN-, PEM- in PEL-vodnike pa tudi za L+ (rdeča) in L- (bela). Do 20. avgusta 2024 velja tudi še SIST EN 60445.

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

SIST HD 60364-8-2 Nizkonapetostne električne inštalacije – 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev, ima še dodatka A11 in A12
vse tri (SIST HD 60364-8-2 in oba dodatka) pa bo nadomestil:

SIST HD 60364-8-82 Nizkonapetostne električne inštalacije - 8-82. del: Funkcionalni vidiki - Nizkonapetostne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev

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 elektrotehnik

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

SIST EN 50380 Zahteve za označevanje in dokumentacijo za fotonapetostne module

SIST EN 50461 Sončne celice – Tehnični podatki in podatki o izdelku za sončne celice iz kristalnega silicija

SIST EN 50524 Podatki za fotonapetostne pretvornike

SIST EN 50530 Celovita učinkovitost fotonapetostnih pretvornikov

SIST TP CLC/TR 50670 Izpostavitve streh požaru z zunanje strani v kombinaciji s fotonapetostnimi (PV) sistemi – Metode preskušanja

SIST EN 50583-1 Fotonapetostni elementi v stavbah – 1. del: Moduli, vgrajeni v konstrukcijo (BIPV)

SIST EN 50583-2 Fotonapetostni elementi v stavbah – 2. del: Fotonapetostni sistemi, vgrajeni v konstrukcijo (BIPV)

SIST EN 61194 Značilni parametri samostojnih fotonapetostnih (PV) sistemov

SIST EN IEC 61215-1 Prizemni fotonapetostni (PV) moduli – Ocena zasnove in odobritev tipa – 1. del: Zahteve za preskušanje plus popravek AC

SIST EN IEC 61215-2 Prizemni fotonapetostni (PV) moduli – Ocena zasnove in odobritev tipa – 2. del: Preskusni postopki

SIST EN 61683 Fotonapetostni (PV) sistemi – Pretvorniki moči – Postopki za merjenje učinkovitosti

SIST EN 61702 Vrednotenje direktno sklopljenih fotonapetostnih (PV) črpalnih sistemov

SIST EN IEC 61724-1 Zmogljivost fotonapetostnega sistema – 1. del: Nadzorovanje

Do 24. avgusta 2024 velja tudi še SIST EN 61724-1.

SIST EN 61725 Analitični izrazi za dnevne sončne profile

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

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

SIST TS CLC/TS 61836 Sončni fotonapetostni sistemi – Izrazi, definicije in simboli

SIST EN IEC 61853-3 Preskušanje zmogljivosti in energijske učinkovitosti fotonapetostnega (PV) modula – 3. del: Energijska učinkovitost fotonapetostnega (PV) modula

SIST EN IEC 61853-4 Preskušanje zmogljivosti in energijske učinkovitosti fotonapetostnega (PV) modula – 4. del: Standardni referenčni klimatski profili

SIST EN IEC 62093 Pretvorniki energije za fotonapetostne sisteme – Ocena zasnove in odobritev tipa

Do 14. februarja 2025 velja tudi še SIST EN 62093.

SIST EN IEC 62108 Koncentratorski fotonapetostni (CPV) moduli in sestavi – Ocena zasnove in odobritev tipa

Do 7. julija 2025 velja tudi še SIST EN 62108.

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

SIST EN 62116 Fotonapetostni razsmerniki, povezani na omrežje – Postopki za preskušanje ukrepov proti otočnemu delovanju

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

SIST EN 62253 Fotonapetostni črpalni sistemi – Ocena zasnove in meritve zmogljivosti

SIST EN 62446-1 Fotonapetostni sistemi – Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje – 1. del: Sistemi, priključeni na omrežje – Dokumentacija, prevzemni preskusi in nadzor plus dodatek A1

SIST EN IEC 62446-2 Fotonapetostni sistemi – Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje – 2. del: Sistemi, priključeni na omrežje – Vzdrževanje fotonapetostnih sistemov

SIST EN 62509 Lastnosti in delovanje fotonapetostnih krmilnikov za polnjenje baterij

SIST EN 62670-1 Preskušanje zmogljivosti fotonapetostnega koncentradorja – 1. del: Standardni pogoji

SIST EN 62670-2 Preskušanje zmogljivosti fotonapetostnih koncentradorjev (CPV) – 2. del: Merjenje energije

SIST EN 62670-3 Fotonapetostni koncentradorji (CPV) – Preskušanje zmogljivosti – 3. del: Meritve zmogljivosti in energijske učinkovitosti

SIST EN IEC 62688 Koncentratorski fotonapetostni (CPV) moduli in sestavi – Opredelitev varnosti

SIST EN IEC 62759-1 Fotonapetostni (PV) moduli – Preskušanje prevoza – 1. del: Prevoz in dobava pakiranih enot fotonapetostnih modulov
Do 11. avgusta 2025 velja tudi še SIST EN 62759-1.

SIST EN IEC 62787 Koncentratorske fotonapetostne (CPV) sončne celice in sestavi celic na nosilcu (CoC) – Opredelitev zanesljivosti

SIST EN IEC 62790 Priključnice fotonapetostnih modulov – Varnostne zahteve in preskušanje
Do 19. avgusta 2023 velja tudi še SIST EN 62790.

SIST EN 62817 Sledilniki sonca za fotonapetostne sisteme – Ocena zasnove plus dodatek A1

SIST EN 62852 Konektorji za enosmerne aplikacije v fotonapetostnih sistemih – Varnostne zahteve in preskusi plus popravek AC plus dodatek A1

SIST EN 62920 Fotonapetostni energetski sistemi – Zahteve EMC in preskusne metode za opremo močnostnih pretvornikov plus dodatka A1 in A11

SIST EN 62925 Koncentratorski fotonapetostni moduli (CPV) – Ciklični temperaturni preskus razvrstitve glede na povečano odpornost proti temperaturni utrujenosti

SIST EN IEC 62938 Obremenilni preskus fotonapetostnih (PV) modulov pri neenakomerni snežni odeji

SIST EN IEC 62941 Prizemni fotonapetostni (PV) moduli – Sistem kakovosti za proizvodnjo PV-modulov

SIST EN 62979 Fotonapetostni modul – Obvodna dioda – Preskus termičnega pobega

SIST EN IEC 63112 Varnost, funkcionalnost in klasifikacija fotonapetostne opreme za preprečevanje zemeljskega stika

Pregled vseh standardov s področja fotonapetostnih sistemov v okviru CENELEC je mogoče dobiti na <https://standards.cenelec.eu/dyn/www/f?p=CEN:105::RESET:::>, kjer izberete Committee CLT/TC82.

3.4 Standardi s področja elektromagnetne združljivosti

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

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

SIST EN IEC 61000-6-3 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-3. del: Osnovni standardi – Standard oddajanja motenj v stanovanjskih, poslovnih in manj zahtevnih industrijskih okoljih
Do 26. marca 2024 velja tudi SIST EN 61000-6-3.

SIST EN IEC 61000-6-4 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-4. del: Osnovni (generični) standardi – Standard oddajanja motenj v industrijskih okoljih
Obstaja tudi še SIST EN 61000-6-4, datum razveljavitve ni podan.

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

SIST EN 61000-6-7 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-7. del: Osnovni standardi – Zahteve za odpornost opreme, namenjene za opravljanje funkcij, povezanih z varnostjo (funkcijska varnost), v industrijskih okoljih

SIST EN IEC 61000-6-8 Elektromagnetna združljivost (EMC) – 6-8. del: Osnovni standardi – Standard oddajanja motenj za profesionalno opremo v poslovnih in manj zahtevnih industrijskih okoljih

3.5 Standardizacijski dokumenti v pripravi

V nadaljevanju je naštetih nekaj standardov, ki so v pripravi, dodane so tudi povezave, kjer jih je mogoče pogledati podrobneje.

prHD 60364-1 Nizkonapetostne električne inštalacije – 1. del: Temeljna načela, ocena splošnih karakteristik, definicije

FprHD 60364-5-57 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-57. del: Izbira in postavitve električne opreme – Postavitev stacionarnih sekundarnih baterij

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

FprHD 60364-8-82 Nizkonapetostne električne inštalacije – 8-82. del: Funkcionalni vidiki – Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev

IEC 61683 Fotonapetostni (PV) sistemi – Pretvorniki moči – Postopki za merjenje učinkovitosti

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

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

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

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

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

IEC 62116 Fotonapetostni razsmerniki, povezani na omrežje – Postopki za preskušanje ukrepov proti otočnemu delovanju

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

IEC 62548 Fotonapetostna (PV) polja – Zahteve za projektiranje

IEC 62688 Koncentratorski fotonapetostni (CPV) moduli in sestavi – Opredelitev varnosti

IEC 62920 Fotonapetostni energetske sistemi – Zahteve EMC in preskusne metode za opremo močnostnih pretvornikov

IEC 63027 Fotonapetostni energetski sistemi – Zaznavanje in prekinitev enosmernega loka

IEC 63092-3 Fotovoltaika v zgradbah – 3. del: Ocena metodologije SHGC za na različne načine v stavbo vgrajene fotonapetostne module

IEC 63104 Sončni sledilnik – Zahteve za varnost

IEC 63257 Komunikacija po napajalnih vodih za opremo za DC izklop – Komunikacijski signal, fizični sloj

IEC TS 63392 Požarni preizkus za koncentratorske fotonapetostni module

IEC 63409-1 Povezava fotonapetostnih energetskih sistemov z mrežo – ocena skladnosti opreme za pretvorbo moči – 1. del: Celokupen opis ocene skladnosti za mrežni priklop

IEC 63467 Konektorji za izmenično stran v fotonapetostnih (PV) sistemih – Zahteve za varnost in preizkusi

Razvoj novih standardov je mogoče 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:

glej poglavje 3.1.3 Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC, kjer se nastavi-jo naslednji iskalni kriteriji:

- izključi se CEN,
- izbere se odbor (»Committee«) CLC/TC 64,
- izključita se »Approved« in »Published«;

– 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:

glej poglavje 3.1.3 **Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC**, kjer se nastavijo naslednji iskalni kriteriji:

- izključi se CEN,
- izbere se odbor (»Committee«) CLC/TC 82,
- izključita se »Approved« in »Published«.

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:

glej poglavje 3.1.3 **Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC**, kjer se nastavijo naslednji iskalni kriteriji:

- izključi se CEN,
- izbere se odbor (»Committee«) CLC/TC 99X,
- izključijo se »Preliminary Stage«, »Under Draft«, »Under Approval (Under Enquiry)«,
- vključena ostaneta »Approved« in »Published«;

– standardi v pripravi v CENELEC CLC/TC 99X:

glej poglavje 3.1.3 **Informacije o sprejetih standardih na spletnih straneh CENELEC**, kjer se nastavi naslednje iskalne kriterije:

- izključi se CEN,
- izbere se odbor (Committee) CLC/TC 99X,
- vključijo se »Preliminary Stage«, »Under Draft«, »Under Approval (Under Enquiry)«,
- izključena sta »Approved« in »Published«.

V iskalniku IEC se podobno izbere odbor in če se rezultati ne omejijo, so ti podani v treh zavihkih (objavljeno (»Published«), zamenjano/opuščeno (»replaces/withdrawn«) in v delu (»work in progress«)).

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 naslovi 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

- 1 PV-celica, fotonapetostna celica (angl. PV cell; nem. PV-Zelle)
Osnovna naprava, ki izkazuje fotonapetostni učinek, to je neposredna netermična pretvorba sebane energije v električno energijo.
- 2 Fotonapetostni (PV) modul (712.3.1 angl. PV module)
Najmanjši zaključen in pred okoljskimi vplivi zaščiten sestav iz medsebojno povezanih fotonapetostnih (PV) celic.
- 3 Fotonapetostni (PV) niz, PV-veja (712.3.2 angl. PV string)
Vezava enega ali več zaporedno vezanih modulov.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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).
- 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.
- 9 Kabel fotonapetostnega (PV) polja (712.3.8 angl. PV array cable; nem. PV-Arraykabel/-leitung)
Izhodni kabel fotonapetostnega (PV) polja.
- 10 Glavni d. c. kabel PV-sistema (712.3.10 angl. PV d.c. main cable; nem. PV-Gleichstrom-Kabel)
Kabel, ki povezuje priključno dozo fotonapetostnega (PV) generatorja s sponkami enosmernega toka razsmernika.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.

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

Montirani elementi fotonapetostnega napajalnega sistema.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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.

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

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

- 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.

- 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.

- 25 MOD_MAX_OCPR (712.3.22 I MOD_MAX_OCPR)
Naznačena največja nastavev nadtokovne zaščite (glej EN 61730-2).
- 26 Zaščita pred delovanjem strele (712.3.23; LPS) (angl. Lightning Protection System; LPS; nem. Blitzschutzanlage; LPS)
Celovit sistem, ki se uporablja za zmanjšanje fizične škode zaradi udara strele v objekt.
Opomba: sestoji iz notranje in zunanje zaščite pred delovanjem strele.
- 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.
Dodatni izrazi iz osnutka IEC 60364-7-712 (64/2514/CD)
- 28 Povratni napajalni tok (712.3.17 backfeed current IBF)
Tok, ki lahko teče iz PCE v fotonapetostno (PV) polje ter njegovo ožičenje pri normalnih pogojih in pogoju ene okvare.
- 29 Povratni tok (712.3.18 reverse current)
Tok, ki lahko teče v nasprotni smeri v fotonapetostni (PV) tokokrog iz vzporedno priključenih nizov ali podpolj kot posledica okvare.
- 30 Zaporna dioda (712.3.24 blocking diode)
Dioda, priključena zaporedno z modulom (moduli), nizi in podpolji, da prepreči povratni tok.
- 31 Premostitvena dioda (712.3.25 bypass diode)
Dioda, povezana čez eno ali več celic v napreovalni smeri toka.
- 32 Obsevanje (712.3.26 irradiance G)
Elektromagnetno sevana moč sonca na enoto površine (IEC 61836).
- 33 Kratkostični tok polja (712.3.27 ISC ARRAY)
Kratkostični tok fotonapetostnega (PV) polja pri standardnih preizkusnih pogojih za fotonapetostno (PV) polje, ki ne vključuje DCU-nizov.
- 34 Kratkostični tok modula (712.3.28 ISC MOD)
Kratkostični tok fotonapetostnega (PV) modula ali fotonapetostnega (PV) niza pri standardnih preizkusnih pogojih (STC), kot jih poda proizvajalec na napisni plošči izdelka.
- 35 Kratkostični tok podpolja (712.3.29 ISC S-ARRAY)
Kratkostični tok fotonapetostnega (PV) podpolja pri standardnih preizkusnih pogojih (STC) za fotonapetostna (PV) polja brez DCU-nizov.
- 36 Oprema za pretvorbo moči (712.3.30 power conversion equipment PCE)
Električna naprava, ki pretvarja eno vrsto električne moči iz napetostnega ali tokovnega vira v drugo vrsto električne moči glede na napetost, tok ali frekvenco.
- 37 Ločen PCE (712.3.32 separated PCE)
PCE z najmanj enostavno ločitvijo med vhomom in izhodom.
- 38 Ne-ločen PCE (712.3.33 non-separated PCE)
PCE brez najmanj enostavne ločitve med vhomom in izhodom.
- 39 Kombinirana priključna doza fotonapetostnega (PV) niza (712.3.35 PV string combiner box)
Ohišje, v katerem so povezani fotonapetostni (PV) nizi ali DCU-nizi in ki lahko vsebuje tudi nadtokovne zaščitne naprave in/ali stikalne odklopnike.

- 40 Kabel fotonapetostnega (PV) podpolja (712.3.36 PV sub-array cable)
Izhodni kabel fotonapetostnega (PV) podpolja, ki prenaša izhodni tok tega podpolja.
- 41 Napetost odprtih sponk polja (712.3.37 UOC ARRAY)
Napetost odprtih sponk fotonapetostnega (PV) polja pri standardnih preizkusnih pogojih.
- 42 Napetost odprtih sponk modula (712.3.38 VOC MOD)
Napetost odprtih sponk fotonapetostnega (PV) modula pri standardnih preizkusnih pogojih, kot jih poda proizvajalec v podatkih izdelka.
- 43 Tokokrog enosmernega vodila (712.3.39 DC bus circuit)
Vmesni enosmerni tokokrog, priključen na različne PCE, kjer so vsi PCE vezani vzporedno.
- 44 UDC MAX Bus (712.3.40 UDC MAX-BUS)
Najvišja napetost enosmernega vodila.
- 45 Otočni način (712.3.41 island mode)
Obratovalno stanje, kjer je električna inštalacija odklopljena od javnega distribucijskega omrežja in ostane napajana iz lokalnih virov.
- 46 Fotonapetostna (PV) elektrarna (712.3.42 PV power generation plant)
Na tleh montirana fotonapetostna (PV) inštalacija pod nadzorom, samo za namen zagotavljanja električne energije v distribucijski sistem.
- 47 V stavbi integriran PV-sistem (712.3.43 Building integrated PV system)
Fotonapetostni (PV) sistemi, ki zagotavljajo eno ali več funkcij ohišja stavbe.
- 48 Jarem ožičenja nizov (712.3.44 String wiring harness)
Vnaprej izdelan kabelski sestav, ki združuje izhodne vodnike množice fotonapetostnih (PV) nizov v en sam glavni kabel.
- 49 Enota za enosmerno kondicioniranje (712.3.45 DC conditioning unit DCU)
PCE, ki pretvarja izhod enega ali več fotonapetostnih (PV) modulov na drugo enosmerno napetost ali tok.
- 50 DCU-niz (712.3.46 DCU string)
Tokokrog enega ali več zaporednih DCU.
- 51 Tokokrog pomožnega napajanja (712.3.47 Auxiliary power supply circuit)
Tokokrog za napajanje pomožne električne opreme znotraj fotonapetostne (PV) inštalacije.
- 52 PV2-tokokrog (712.3.48 PV circuit)
Tokokrog, določen z izvorom enega ali več nanj priključenih fotonapetostnih (PV) modulov.
- 53 Baterijski tokokrog (712.3.49 Battery circuit)
Tokokrog, določen z izvorom ene ali več nanj priključenih baterij.
- 54 Glavni izmenični tokokrog (712.3.50 AC main circuit)
Tokokrog za povezavo PCE na izmenično inštalacijo.
- 55 Tokokrog DCU-niza (712.3.51 DCU string circuit)
Tokokrog, ki zaporedno povezuje izhode DCU.
- 56 Enota za pretvorbo baterije (712.3.52 Battery Conversion Unit (BCU))
Enosmerni ali dvosmerni PCE za pretvorbo moči ene ali več baterij v drugo enosmerno napetost ali tok.
- 57 Končni PCE (712.3.53 Final PCE)
Tisti PCE, ki napaja bremena ali izmenično oziroma enosmerno distribucijsko omrežje.

4.2 IZRAZI IN DEFINICIJE iz Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije

- 1 »ključ delitve proizvodnje«
je način izračuna količinskih deležev proizvodnje, ki pripadajo vsakemu posameznemu prevzemno-predajnemu mestu iste skupnostne samooskrbe oziroma lastniku naprave za samooskrbo (če med člane skupnostne samooskrbe ni razdeljena vsa proizvedena električna energija) in so navedeni na peto decimalko natančno, pri čemer mora biti vsota vseh deležev iste skupnostne samooskrbe enaka 1;
- 2 »količinski delež proizvodnje«
je tisti del celotne neto proizvedene električne energije (v kWh) z napravo za samooskrbo, ki po ključu delitve proizvodnje pripada posameznemu prevzemno-predajnemu mestu iste skupnostne samooskrbe ali lastniku naprave za samooskrbo;
- 3 »končni odjemalec s samooskrbo«
je končni odjemalec, ki je imetnik soglasja za priključitev na prevzemno-predajnem mestu, ali druga oseba, ki ima soglasje imetnika soglasja za priključitev za odjem električne energije prek prevzemno-predajnega mesta ter ki proizvaja električno energijo iz obnovljivih virov energije za celotno ali delno pokrivanje lastne končne rabe električne energije z napravo za samooskrbo in lahko shranjuje ali prodaja lastno proizvedeno električno energijo iz obnovljivih virov, če navedene dejavnosti za negospodinske odjemalce s samooskrbo niso osnovne poslovne ali poklicne dejavnosti (v nadaljnjem besedilu: odjemalec);
- 4 »oddana električna energija«
je količina električne energije, oddana v distribucijsko omrežje, odčitana na prevzemno-predajnem mestu odjemalca ob koncu obračunskega obdobja (v primeru individualne samooskrbe), ali količinski delež proizvodnje, odčitane na prevzemno-predajnem mestu naprave za samooskrbo ob koncu obračunskega obdobja, ki pripada posameznemu prevzemno-predajnemu mestu odjemalca ali lastniku naprave za samooskrbo, pri čemer se ta delež izračuna na podlagi ključa delitve proizvodnje (v primeru skupnostne samooskrbe);
- 5 »pogodba o samooskrbi«
je vrsta pogodbe o dobavi električne energije, sklenjene med dobaviteljem in odjemalcem, ki mora poleg obveznih sestavin, določenih z zakonom, ki ureja oskrbo z električno energijo, vsebovati tudi določbe o odkupu presežka proizvedene električne energije iz obnovljivih virov v napravi za samooskrbo;
- 6 »presežek proizvedene električne energije iz obnovljivih virov«
je oddana električna energija ali njen del, ki jo odjemalec lahko prodaja na podlagi pogodb o nakupu električne energije iz obnovljivih virov, pogodbe o samooskrbi dobaviteljem električne energije in po pravilih medsebojne izmenjave;
- 7 »prevzemno-predajno mesto naprave za samooskrbo«
je samostojno prevzemno-predajno mesto, prek katerega je naprava za skupnostno samooskrbo priključena na skupno notranjo nizkonapetostno inštalacijo objekta ali na distribucijsko omrežje;

- 8 »prevzeta električna energija«
je količina električne energije, prevzeta iz distribucijskega omrežja in odčitana na prevzemno-predajnem mestu;
- 9 »samooskrba«
pomeni individualno ali skupnostno samooskrbo;
- 10 »skupnostna samooskrba«
pomeni samooskrbo večstanovanjske stavbe in samooskrbo skupnosti za oskrbo z energijo iz obnovljivih virov, za celotno ali delno pokrivanje potreb vsaj dveh odjemalcev, povezanih v skupnostno samooskrbo, z eno ali več napravami za samooskrbo;
- 11 »večstanovanjska stavba«
pomeni večstanovanjsko stavbo, poslovno-stanovanjsko stavbo, stanovanjsko-poslovno stavbo ali poslovno stavbo s poslovnimi prostori, ki imajo lastna prevzemno-predajna mesta, ali drugo stavbo z dvema ali več prevzemno-predajnimi mesti, priključenimi na skupno notranjo niskonapetostno inštalacijo te stavbe.

Drugi izrazi pomenijo enako kakor v zakonu, ki ureja spodbujanje rabe obnovljivih virov energije, v zakonu, ki ureja oskrbo z električno energijo, v zakonu, ki ureja graditev, in v aktu, ki določa sistemska obratovalna navodila za distribucijsko omrežje električne energije.

Zato so dodani še nekateri izrazi iz Zakona o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSRO-VE), ki dopolnjujejo prej omenjeno uredbo:

- 12 »bruto končna poraba energije«
je energija, dobavljena za energetske namene industriji, prometu, gospodinjstvom, storitvenemu sektorju, vključno z javnim sektorjem, kmetijstvu, gozdarstvu in ribištvu, električna energija in toplota, ki ju porabi energetska panoga za proizvodnjo električne energije, proizvodnjo toplote in goriva, namenjenega uporabi v prometu, ter izguba električne energije in toplote pri distribuciji in prenosu;
- 13 »dobava«
je prodaja vključno z nadaljnjo prodajo energije končnim odjemalcem;
- 14 »dobavitelj energije«
je pravna ali fizična oseba, ki opravlja dejavnost dobave;
- 15 »dobavitelj goriva«
je pravna oseba ali samostojni podjetnik posameznik, ki proda končnemu odjemalcu gorivo, biogorivo, mešanico obeh vrst goriv, vodik ali električno energijo za uporabo v prometu. Za dobavitelja goriva se štejejo tudi proizvajalec goriva, biogoriva, mešanice obeh vrst goriv, vodika ali električne energije, njihov uvoznik iz tretjih držav ali njihov pridobitelj v državah članicah Evropske unije (v nadaljnjem besedilu: EU), če ga uporabi sam kot končni odjemalec;
- 16 »električna energija iz obnovljivih virov energije«
je električna energija, ki jo proizvedejo proizvodne naprave, ki uporabljajo samo obnovljive vire energije, kot tudi del električne energije, ki jo iz obnovljivih virov energije proizvedejo kombinirane proizvodne naprave, ki uporabljajo tudi neobnovljive vire energije, razen električne energije iz črpalnih hidroelektrarn in drugih sistemov za shranjevanje energije;

- 17 »energija iz obnovljivih virov«
je energija iz obnovljivih nefosilnih virov, in sicer vetrna, sončna (sončni toplotni in sončni fotovoltaični viri) in geotermalna energija, energija okolice, energija plimovanja, valovanja in druga energija morja, vodna energija ter iz biomase, deponijskega plina, plina, pridobljenega z napravami za čiščenje odpadkov, in bioplina;
- 18 »energija okolice«
sta naravna toplotna energija in energija, nakopičena v omejenem prostoru, ki se lahko shranjuje v zunanjem zraku, z izjemo izpušnega zraka, ali v površinski ali odpadni vodi;
- 19 »finančni instrument«
je finančni instrument, kot je opredeljen v 29. točki 2. člena Uredbe (EU, Euratom) 2018/1046 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 18. julija 2018 o finančnih pravilih, ki se uporabljajo za splošni proračun Unije, spremembi uredb (EU) št. 1296/2013, (EU) št. 1301/2013, (EU) št. 1303/2013, (EU) št. 1304/2013, (EU) št. 1309/2013, (EU) št. 1316/2013, (EU) št. 223/2014, (EU) št. 283/2014 in Sklepa št. 541/2014/EU ter razveljavitvi Uredbe (EU, Euratom) št. 966/2012 (UL L št. 193 z dne 30. 7. 2018, str. 1);
- 20 »medsebojna izmenjava energije iz obnovljivih virov«
je izmenjava energije iz obnovljivih virov neposredno med udeleženci na trgu, katerih prevzemno-predajna mesta pripadajo istemu članu bilančne sheme, ali posredno prek certificiranega tretjega udeleženca na trgu, kot je agregator. Pravica do medsebojne izmenjave ne posega v pravice in obveznosti vpletenih strani, ki jih imajo kot končni odjemalci, proizvajalci, dobavitelji ali agregatorji (v nadaljnjem besedilu: medsebojna izmenjava);
- 21 »MSP«
je mikro, malo ali srednje podjetje, kot je opredeljeno v 2. členu Priloge k Priporočilu Komisije 2003/361/ES z dne 6. maja 2003 o opredelitvi mikro, malih in srednjih podjetij (UL L št. 124 z dne 20. 5. 2003, str. 36);
- 22 »naprava za samooskrbo«
je proizvodna naprava, ki proizvaja električno energijo iz obnovljivih virov energije praviloma za celotno ali delno pokrivanje potreb lastne končne rabe končnega odjemalca s samooskrbo;
- 23 »nazivna električna moč«
je najvišja trajna električna moč proizvodne naprave, za katero je ta izdelana in je navedena na napisni ploščici na proizvodni napravi oziroma jo je mogoče razbrati iz proizvajalčevih specifikacij ali je določena na podlagi prevzemnih meritev;
- 24 »obnova proizvodne naprave«
je obnova naprave, ki proizvaja energijo iz obnovljivih virov, zlasti popolna ali delna zamenjava naprav ali sistemov in obratovalne opreme, za spremembo zmogljivosti ali povečanje učinkovitosti ali zmogljivosti te proizvodne naprave;
- 25 »obveznost glede obnovljivih virov energije«
je program podpore, ki zahteva od:
- a) proizvajalcev energije, da v proizvodnjo vključijo določen delež energije iz obnovljivih virov energije,
 - b) dobaviteljev energije, da v dobavo vključijo določen delež energije iz obnovljivih virov, ali
 - c) od porabnikov energije, da v porabo vključijo določen delež energije iz obnovljivih virov, kamor spadajo tudi programi, pri katerih se take zahteve lahko izpolnijo z zelenimi certifikati;

- 26 »pogodba o nakupu električne energije iz obnovljivih virov«
je pogodba, v kateri se fizična ali pravna oseba zaveže k nakupu električne energije iz obnovljivih virov neposredno pri proizvajalcu električne energije;
- 27 »potrdilo o izvoru«
je javna listina v elektronski obliki, katere namen je končnemu odjemalcu dokazati, iz katerega vira, kako in v katerem obdobju je proizvedena v njem določena količina energije;
- 28 »preostala mešanica energijskih virov«
je skupna letna mešanica energijskih virov v Republiki Sloveniji, ki ne vključuje deleža, ki ga krijejo preklicana potrdila o izvoru;
- 29 »priključitev«
je fizična priključitev ali priklop na energetska omrežje pod pogoji, določenimi s tem zakonom in zakonom, ki ureja oskrbo z električno energijo;
- 30 »program podpore«
je vsak instrument, program ali mehanizem, ki ga uporabi država članica ali skupina držav članic in spodbuja uporabo energije iz obnovljivih virov z zmanjševanjem stroškov te energije, povečanjem cene, po kateri se lahko prodaja, ali povečanjem količine nabavljene energije na podlagi obveznosti glede obnovljive energije ali drugače, kamor med drugim spadajo finančni instrumenti, naložbena pomoč, davčne oprostitve ali olajšave, vračilo davkov, programi podpore, ki zavezujejo k uporabi obnovljive energije, vključno s programi, ki uporabljajo zelene certifikate, in neposredni programi zaščite cen, vključno s tarifami za dovajanje energije in spremenljivimi ali fiksnimi plačili premij;
- 31 »proizvodna naprava«
je sklop opreme in napeljav, ki pretvarjajo obnovljive vire energije v električno energijo, toploto za ogrevanje in hlajenje ali v pogonska tekoča in plinasta biogoriva, ter lahko samostojno obratuje;
- 32 »promotor«
je pravna ali fizična oseba, ki na razpis Agencije za energijo (v nadaljnjem besedilu: agencija) za vstop v podporno shemo prijavi projekt, zasnovan kot posamezni projekt, ali skupina projektov, za katere bo pozneje pridobil investitorje, ki se bodo pod promotorjevimi pogoji pridružili izvedbi teh projektov in bodo po postavitvi proizvodnih naprav v primeru izpolnjevanja pogojev iz sklepa agencije o potrditvi promotorjevega projekta upravičeni do dodelitve podpore;
- 33 »skupnost na področju energije iz obnovljivih virov, ki je pravna oseba«
je pravna oseba,
a) ki temelji na odprti in prostovoljni udeležbi, je samostojna in jo dejansko nadzorujejo družbeniki ali člani, ki so v bližini projektov na področju energije iz obnovljivih virov, ki jih ima ta pravna oseba v lasti in jih razvija;
b) katere družbeniki ali člani so pravne ali fizične osebe, razen pravnih oseb, ki opravljajo gospodarsko dejavnost in niso MSP;
c) katere glavni cilj je zagotoviti okoljske, gospodarske in socialne skupnostne koristi za svoje družbenike, ali člane, ali lokalna območja, kjer deluje, in ne toliko finančne dobičke;
- 34 »soproizvodnja z visokim izkoristkom«
je postopek sočasne proizvodnje toplote in električne ali mehanske energije, ki izpolnjuje merila glede izkoristkov in prihrankov primarne energije iz Priloge II k Direktivi 2012/27/EU.

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

- 1 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].
- 2 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 hranilnikiter opravljati nadzorovanje in regulacijo električne energije iz priključenih virov, iz katerih se napajajo:
 - bremena, lokalni hranilniki in/ali
 - javno omrežje.
- 3 Individualna PEI, posamezna PEI (3.3 angl. individual PEI)
Ena električna inštalacija, ki odjema in/ali proizvaja.
- 4 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.
- 5 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.
- 6 Prosumer (3.6 angl. prosumer; nem. prosumer)
Organizacija ali stranka, ki je lahko proizvajalec in odjemalec električne energije istočasno.
- 7 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].
- 8 Odjemalec (3.8 angl. consumer)
Odjemalec električne energije je organizacija ali stranka, ki uporablja električno energijo za svoje potrebe.
- 9 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: oprema je lahko posamezna ali vgrajena v drugo večjo opremo, kot so elektronski sistemi za stanovanja in zgradbe (HBES)
[vir: IEC 60364-8-1].

- 10 Sistemski operater distribucijskega omrežja (3.10 angl. distribution system operator; DSO)
Udeleženec na trgu z električno energijo, ki vodi obratovanje distribucijskega sistema.
- 11 Vrsta obratovanja (obratovalni način) (3.11 angl. operating mode)
Obratovanje inštalacije glede na različne proizvodne vire in smer pretoka energije.
- 12 Direktno napajanje (3.12 angl. direct feeding mode)
Vrsta obratovanja, pri katerem se iz javnega omrežja napaja prosumerjeva električna inštalacija (PEI).
Opomba: lokalni hranilniki lahko napajajo električne potrošnike ali se lahko polnijo iz lokalnih proizvodnih virov in/ali javnega distribucijskega omrežja.
- 13 Povratno napajanje (3.13 angl. reverse feeding mode)
Vrsta obratovanja, pri katerem se javno omrežje napaja iz prosumerjeve električne inštalacije.
Opomba: lokalni hranilniki lahko napajajo električne potrošnike in/ali javno omrežje ali se lahko polnijo iz lokalnih proizvodnih virov.
- 14 Povezano napajanje (3.14 angl. connected mode)
Vrsta obratovanja, pri katerem je potrebna direktna povezava z javnim omrežjem (direktno napajanje ali povratno napajanje).
- 15 Otočno obratovanje (3.15 angl. island mode)
Vrsta obratovanja, pri katerem je prosumerjeva inštalacija izklopljena iz javnega omrežja, vendar ostane pod napetostjo.
Opomba: otok lahko nastane zaradi delovanja avtomatske zaščite ali zaradi namernega dejanja
[vir: IEC 60050-617:2009, 617-04-12, spremenjena – definicija je bila dopolnjena do PEI].
- 16 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.
- 17 Zaščitna ozemljitev
Ozemljitev točke ali točk v sistemu ali v nizkonapetostni električni inštalaciji ali opremi, namenjena električni varnosti.
- 18 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.

- 19 Združena ozemljitev
Ozemljitev, pri kateri sta povezani obratovalna in zaščitna ozemljitev.
- 20 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]
- 21 Elektroenergetski sistem (82.3.1 electric power system)
Vsi postroji in elektrarne, ki zagotavljajo namen generacije, prenašanja in distribucije elektrike.
[Vir: IEC 60050-601:1985, 601-01-01, spremenjen, brisan je bil drugi priporočen izraz »električni napajalni sistem (v širšem smislu)«.]
- 22 Distribucijsko omrežje (82.3.3 distribution network)
Elektroenergetsko omrežje za distribucijo električne energije od in do uporabnikov omrežja, za katerega je odgovoren distribucijski sistemski operator (DSO).
[Vir: IEC TS 62786:2017, 3.4]
- 23 Mrežni PEI (82.3.14 grid connected PEI)
PEI, ki je namenjen za delovanje samo, ko je priključen na distribucijsko omrežje.
- 24 Samostojni PEI (82.3.15 stand-alone PEI)
PEI, ki ni trajno povezan na distribucijsko omrežje.
Opomba: Samostojni PEI je trajno v otočnem načinu.
- 25 Otočni PEI (82.3.16 islandable PEI)
PEI, namenjen za delovanje s priklopom na distribucijsko omrežje in tudi odklopljen od distribucijskega omrežja.
Opomba: Otočni PEI je v načinu priklopa ali namerno v otočnem načinu.
- 26 Priklopno mesto (82.3.17 point of connection POC)
Referenčna točka, kjer je prosumerjeva električna inštalacija priključena na distribucijsko omrežje.
Opomba 1: PEI ima zaradi prožnosti lahko več priključnih mest.
Opomba 2: V IEC 60364 (vsi deli) je uporabljen tudi koncept izhodišča inštalacije, izhodišče inštalacije pomeni mesto, na katerem se v inštalacijo dovede električno energijo. POC je posebno izhodišče inštalacije, tam, kjer je priključena na distribucijsko omrežje. Druga izhodišča inštalacije so lahko priklop na lokalni napajalni sistem, na sistem shranjevanja.
Opomba 3: Priklop ali odklop prosumerjeve električne inštalacije od distribucijskega omrežja se na splošno izvede na POC.
[Vir: IEC 60050-617:2009, 617-04-01 spremenjen – Definicija je bila dopolnjena za PIE in dodane opombe.]
- 27 Odklapanje bremena (82.3.18 load shedding)
Metode optimizacije porabe s krmiljenjem električnih bremen v spremenljivih časovnih obdobjih.
[Vir: IEC 60364-8-1:2019, 3.2.2]
- 28 Vodnik za referenciranje sistema (82.3.19 system referencing conductor)
Vodnik, ki povezuje en vodnik pod napetostjo napajalnega sistema na ozemljitveni sestav.
Opomba: Če obstaja, je vodnik pod napetostjo nevtralni ali srednji vodnik, če ne pa linijski vodnik.

- 29 Sistem za shranjevanje električne energije (82.3.20 electrical energy storage system EES)
Postroj, ki lahko absorbira električno energijo, jo shrani za določeno obdobje in jo sprosti.
[Vir: IEC 62933-1:2018, 3.2, spremenjen – definicije je bila dopolnjena s PEI in odstranjene so bile opombe.]

4.4 IZRAZI IN DEFINICIJE iz Pravidnika o nizkonapetostnih inštalacijah in Pravidnika o zaščiti pred delovanjem strele

- 1 Nizkonapetostne električne inštalacije so inštalacije in pripadajoče naprave, namenjene delovanju objekta, in so vanj trajno vgrajene. Nizkonapetostne električne inštalacije so napajane z nazivno izmenično napetostjo do vključno 1.000 V oziroma z nazivno enosmerno napetostjo do vključno 1.500 V.
- 2 Naprave iz prejšnjega odstavka lahko tudi proizvajajo, pretvarjajo in shranjujejo električno energijo.
- 3 Zahtevne nizkonapetostne električne inštalacije stavb ali njihove zahtevne električno zaključene celote so:
 - kompletne električne inštalacije v stavbah z eksplozijsko ogroženimi prostori ali v tistih delih stavbe in tokokrogih, ki jih določa elaborat eksplozijske ogroženosti;
 - električne inštalacije, izvedene s sistemom ozemljitve IT;
 - priključni napajalni dovodni, odvodni in krmilni tokokrogi z napravo za proizvodnjo ali pretvorbo električne energije v stavbah z napravo za proizvodnjo ali pretvorbo električne energije;
 - električne inštalacije stavb ali tiste njene električno zaključene celote, ki se lahko po prekinitvi ali izpadu napajanja iz omrežja, kratko- ali dolgotrajno napajajo iz lastnega vira električne energije;
 - glavni električni razvod inštalacij in povezanih delov ozemljitvenega sistema, v katerem so tokokrogi varovani z zaščitno napravo z naznačenim tokom 63 A ali več;
 - manj zahtevne nizkonapetostne električne inštalacije so inštalacije, ki niso zahtevne nizkonapetostne električne inštalacije.
- 4 Sistem zaščite pred strelo je sistem, ki zmanjšuje poškodbe ljudi, živali in premoženja zaradi udara strele v stavbe. Sestavljata ga zunanji in notranji sistem zaščite.
- 5 Zaščitni nivo je skupina parametrov strele, ki s štirimi zaščitnimi nivoji (I., II., III. in IV.) iz tehnične smernice iz 9. člena tega pravilnika določajo potrebne ukrepe za zmanjševanje nevarnosti delovanja strele.
- 6 Zahtevne strelovodne inštalacije so tiste strelovodne inštalacije, ki so nameščene:
 - v stavbah z napravo za proizvodnjo ali pretvorbo električne energije,
 - v stavbah s sistemom ozemljitve IT,
 - v stavbah z eksplozijsko ogroženimi prostori ali v tistih delih stavbe in tokokrogih, ki jih določa elaborat eksplozijske ogroženosti,
 - v stavbah s strelovodno inštalacijo, izdelano na zaščitnem I. ali II. nivoju,
 - v stavbah, navedenih v Prilogi 1, ki je sestavni del tega pravilnika.

- 7 Manj zahtevne inštalacije zaščite pred delovanjem strele so tiste strelovodne inštalacije, ki ne spadajo v skupino zahtevnih inštalacij zaščite pred delovanjem strele.
- 8 Stavbe z napravo za proizvodnjo ali pretvorbo električne energije so stavbe, v katerih so trajno priključene električne inštalacije v posredni povezavi z omrežjem s proizvodnim virom električne energije, namenjenim za lastno potrošnjo ali oddajanje energije v električno omrežje (električni agregati, fotonapetostne naprave, obnovljivi viri energije, vodne naprave, vetrne naprave, bioplinarne, hranilniki električne energije in naprave UPS z naznačeno navidezno močjo več kot 41 kVA pri 400 V ali 15 kVA pri 230 V).
- 9 Preverjanja električnih inštalacij in sistema zaščite pred strelo v stavbah obsegajo vizualni pregled, preskuse in meritve.

Izrazi in okrajšave s področja električnih inštalacij in zaščite stavb pred strelo in graditve stavb, uporabljeni v tem pravilniku, imajo enak pomen, kot je določeno v slovenskih standardih o električnih inštalacijah in v zvezi z zaščito pred delovanjem strele ter so navedeni na seznamu referenčnih dokumentov tehnične smernice iz 9. člena tega pravilnika in v predpisih, ki urejajo graditev objektov.

4.5 Definicije iz Tehnične smernice za nizkonapetostne električne inštalacije TSG-N-002:2021

- 1 Dodatna izenačitev potencialov je električna povezava med tujimi prevodnimi deli, ko je za zagotavljanje varnosti to potrebno in s katero se doseže enakost potencialov med dostopnimi tujimi prevodnimi deli znotraj prostora z namenom preprečitve električnega udara.
- 2 Električna inštalacija so z vodi medsebojno povezane električne naprave in oprema, ki so namenjene za izpolnjevanje določenega namena, nazivnih napetosti do vključno 1.000 V izmenične oziroma do vključno 1.500 V enosmerne napetosti.
- 3 Električna oprema je predmet, ki se uporablja za take namene, kot so proizvodnja, pretvorba, prenos, razdeljevanje ali izkoriščanje električne energije, kot npr. električni stroji, transformatorji, razdelilniki, merilni instrumenti, zaščitne naprave, sistemi napeljav, oprema, ki troši električno energijo.
- 4 Električni inštalacijski sistem je sestav električnih inštalacij, ki se napaja z električno energijo iz enega priključnega mesta (merilnega mesta za obračunske meritve) in poteka od glavnih varovalk na priključku do končnih priključkov električnih naprav. V primeru stalnega priključka naprave poteka inštalacijski sistem do priključnih sponk v napravi. V njem so uporabljeni usklajeni ukrepi za zaščito pred električnim udarom, nadtokom in čezmernim segrevanjem.
- 5 Električni razdelilnik je sestav nizkonapetostnih stikalnih in krmilnih naprav.
- 6 Električni razdelilnik DBO (distribution board intended to be operated by ordinary person) je razdelilnik, ki ga lahko uporabljajo laiki.
- 7 Električno zaključena celota inštalacije pomeni tisto, kar obsega projekt izvedenih del (PID).
- 8 Elektroenergetska naprava je stikalna naprava, transformatorska naprava ali naprava za proizvodnjo električne energije na prostorsko omejenem mestu, sestavljena iz več elementov in medsebojnih povezav.

- 9 Enostavna ločitev je ločitev z osnovno izolacijo med električnimi tokokrogi ali med električnim tokokrogom in lokalno zemljo.
- 10 Fotonapetostni sistem (v nadaljevanju: PV) je elektroenergetska naprava za proizvodnjo električne energije, sestavljena iz več elementov (npr. PV-modul, pretvornik, električni vodniki, zaščitne naprave, električne omarice in nosilne konstrukcije sistema).
- 11 Gibki priključni vod je namenjen priključevanju naprav na inštalacijski sistem in mora imeti enako število vodnikov kot vod inštalacijskega sistema, na katerega se priključuje.
- 12 Glavna izenačitev potencialov je električna povezava med tujimi prevodnimi deli, s katero se doseže enakost potencialov, ki bi lahko ob izrednih dogodkih prišli pod napetost z namenom preprečitve električnega udara.
- 13 Hranilnik električne energije je naprava za shranjevanje električne energije, ki v odvisnosti od obratovalnega stanja (hranilnika) električno energijo absorbira in shrani za določen čas ali z električno energijo napaja.
- 14 Informacijsko komunikacijska inštalacija (IKI) je splošen izraz za električne povezave in opremo praviloma male napetosti, ki je namenjena prenašanju podatkov upravljanju, prenašanju avdio/video signalov povezavi naprav informacijske tehnologije, signalizaciji, idr. in ni neposredno povezana z električno inštalacijo.
- 15 Inštalacijski vod je vod enega tokokroga, ki se začne na zaščitnem elementu v razdelilniku in se konča pri zadnjem porabniku oziroma vtičnici.
- 16 Izvajalec preverjanja ali preglednik je posameznik s pridobljeno nacionalno poklicno kvalifikacijo ali potrdilom o usposobljenosti, kot določa Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah.
- 17 Mala napetost je električna napetost do vključno 50 V izmenično oziroma 120 V enosmerno, v posebnih primerih nižje upornosti človeškega telesa do vključno 25 V izmenično oziroma 60 V enosmerno ali do vključno 12 V izmenične napetosti oziroma 30 V enosmerne napetosti.
- 18 Nadomestna razsvetljava je tisti del zasilne razsvetljave, ki omogoča, da se normalne dejavnosti nadaljujejo bistveno nespremenjene.
- 19 Napetost med linijskima vodnikom je napetost, ki se pojavi med dvema linijskima vodnikoma na danem mestu električnega tokokroga (prej tudi medfazna napetost).
- 20 Naprava za proizvodnjo električne energije (proizvodna naprava) je namenjena pridobivanju električne energije s pretvorbo primarne energije. Lahko jo sestavlja več generatorskih enot ter vključuje vse povezane pomožne naprave, opremo in proizvodne enote.
- 21 Naznačena vrednost (napetosti, toka ...) je vrednost, ki jo proizvajalec označi na napravi ali v napravi pripadajočem navodilu.
- 22 Nizka napetost je električna napetost do vključno 1.000 V izmenično in do vključno 1.500 V enosmerno.
- 23 NN-omrežje – nizkonapetostno omrežje nazivne napetosti do vključno 1.000 V izmenično oziroma 1.500 V enosmerno, na katero se priključuje nizkonapetostni električni inštalacijski sistem.
- 24 Običajno polnilno mesto pomeni polnilno mesto, ki omogoča prenos električne energije na električno vozilo z močjo, ki je manjša ali enaka 22 kW, razen naprav z močjo, manjšo ali enako 3,7 kW, ki so nameščene v zasebnih gospodinjstvih ali katerih prvotni namen ni polnjenje električnih vozil in ki niso dostopne javnosti.

- 25 Obratovalna ozemljitev je funkcijska in zaščitna ozemljitev točke ali točk v elektroenergetskem sistemu.
- 26 Ocena združljivosti je pregled skladnosti izvedenih priključkov na električno inštalacijo objekta z ozirom na projektne rešitve oziroma projektna izhodišča.
- 27 Oprema z zaščito pred električnim udarom razreda II in je označena s simbolom. Dvojna izolacija obsega:
 - opremo z osnovno izolacijo kot postopkom osnovne zaščite in dopolnilno izolacijo kot postopkom zaščite ob okvari, ali
 - opremo, pri kateri sta osnovna zaščita in zaščita ob okvari zagotovljeni z ojačeno izolacijo.
- 28 Osnovno napajanje je napajanje niskonapetostne električne inštalacije iz omrežja ali drugih virov, ki zagotavlja njeno namensko delovanje.
- 29 Polnilno mesto pomeni vmesnik, prek katerega je mogoče polniti eno električno vozilo ali zamenjati baterijo enega električnega vozila.
- 30 Polnilno mesto visoke moči pomeni polnilno mesto, ki omogoča prenos električne energije na električno vozilo z močjo, večjo od 22 kW.
- 31 Preostali tok je algebraična vsota vrednosti električnih tokov v vodnikih pod napetostjo v istem času v dani točki električnega tokokroga v električni inštalaciji, prej diferenčni tok.
- 32 Preverjanje je postopek z vizualnim pregledom, preskusom in meritvami, s katerim ugotavljamo izpolnitev pogojev in zahtev za vsak posamezen primer, ki so določeni v veljavnih tehničnih predpisih, standardih, tehničnih smernicah in navodilih proizvajalcev.
- 33 Priključek je sestav električnih vodov in naprav visoke, srednje ali nizke napetosti, ki so potrebne za priključitev uporabnika na omrežje in jih opredeli distribucijski operater v soglasju za priključitev.
- 34 Prvo preverjanje je preverjanje na novo izvedenih niskonapetostnih električnih inštalacij.
- 35 Redna preverjanja na obstoječih niskonapetostnih električnih inštalacijah so preverjanja v rokih, zahtevanih s predpisi.
- 36 Sistem IT – v tem sistemu sta zaščitna in obratovalna ozemljitev ločeni; obratovalna ozemljitev naj bo izvedena preko visoke upornosti, tako da pri prvi okvari steče le majhen tok, ki okvaro samo zazna in nanjo opozori. Sistem mora biti galvansko ločen od NN-omrežja, če je nanj priključen, in mora pri prvi okvari delovati kot sistem TN ali TT.
- 37 Sistem TN – v tem sistemu sta obratovalna in zaščitna ozemljitev združeni. Glede na način izvedbe zaščitnega in nevtralnega vodnika je sistem razdeljen v tri pod sisteme:
 - sistem TN-S, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik ločena;
 - sistem TN-C, v katerem sta nevtralni (N) in zaščitni (PE) vodnik združena v nevtralnem vodniku z zaščitno funkcijo (PEN);
 - sistem TN-C-S, v katerem sta, gledano z napajalne strani, funkciji zaščitnega (PE) in nevtralnega (N) vodnika kombinirani, najprej združeni v enem (PEN) vodniku v delu inštalacije.
- 38 Sistem TT – v tem sistemu sta zaščitna ozemljitev in obratovalna ozemljitev ločeni.
- 39 Splošna ali normalna razsvetljava je običajno uporabljena razsvetljava, ki se napaja iz osnovnega vira.
- 40 Temeljsko ozemljilo je prevodni del (ozemljitvenega sistema), zakopan v zemljo pod temeljem stavbe ali, bolje, vgrajen v betonski temelj stavbe, navadno v obliki sklenjene zanke (obročja).
- 41 Tokokrog je vod ali skupek vodov, vezanih na isti zaščitni element v razdelilniku.

- 42 Uhajavi tok je električni tok po neželeni prevodni poti pri normalnih obratovalnih pogojih.
- 43 Ustrezeni ukrep, preskus ali izvedba je ukrep za vsak posamezen primer, ki zagotavlja izpolnitev pogojev in zahtev, določenih v veljavnih tehničnih predpisih, standardih, tehničnih smernicah in navodilih proizvajalcev.
- 44 Varnostna razsvetljava je razsvetljava, ki ob izpadu splošne razsvetljave omogoča, da uporabniki vidijo znake za izhod, smer evakuacijskih poti in evakuacijsko pot.
- 45 Varnostni sistem so v sistemu električnih inštalacij tiste naprave in napeljave, ki morajo delovati pri nastanku izrednih dogodkov (požar, vlom, prisotnost plina itd.).
- 46 Vzdrževalni pregledi so vizualni pregledi, ki jih lahko izvaja druga usposobljena oseba v obdobju med rednimi preverjanji po drugi zakonodaji.
- 47 Zasilna razsvetljava je namenjena za uporabo, ko odpove napajanje običajne razsvetljave.
- 48 Zaščitna ozemljitev je ozemljitev točke ali točk v sistemu ali v nizkonapetostni električni inštalaciji ali opremi, namenjena električni varnosti.
- 49 Združena ozemljitev je ozemljitev, pri kateri sta povezani obratovalna in zaščitna ozemljitev.
- 50 Značilnost napajalne napetosti – opredeljeno v standardu SIST EN 50160 – se navezuje na frekvenco, velikost in obliko vala ter simetrijo trifaznega napetostnega sistema.

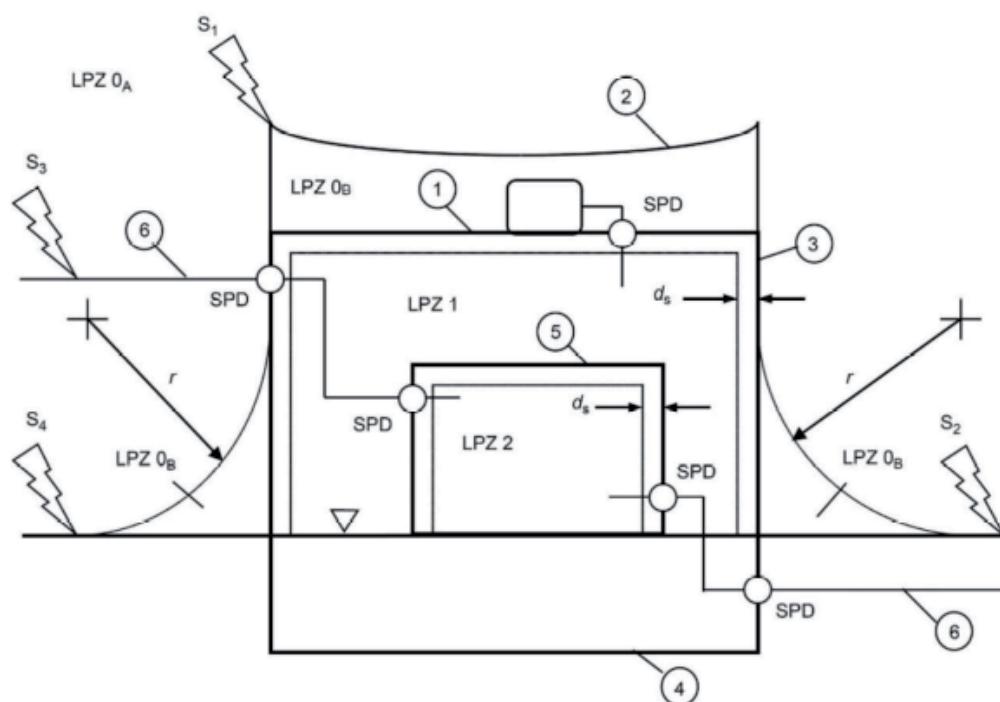
4.6 Definicije iz Tehnične smernice za zaščito pred delovanjem strele TSG-N-003:2021

- 1 Izrazi s področja graditve stavb, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kot je opredeljeno v Gradbenem zakonu, Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele oziroma v standardu SIST ISO 6707-1.
- 2 Izrazi s področja zaščite pred strelo, ki niso opredeljeni v tej tehnični smernici, imajo pomen, kot je opredeljeno v Pravilniku o zaščiti stavb pred delovanjem strele oziroma v seriji standardov SIST EN 62305.
- 3 Kratice imajo naslednji pomen:
 - LPS – sistem zaščite pred strelo,
 - LPL – strelovodni zaščitni nivo,
 - LPZ – strelovodna zaščitna cona,
 - LEMP – elektromagnetni impulz električnega toka strele,
 - SPD – prenapetostna zaščitna naprava,
 - SPM – zaščitni ukrepi.
- 4 Čas čela udarnega toka strele T_1 je navidezni parameter, ki je definiran kot 1,25-kratnik časovnega intervala med trenutkoma, ko sta doseženi 10- in 90-odstotna temenska vrednost.
- 5 Čas polovične vrednosti toka strele na hrbtu udarnega vala T_2 je navidezni parameter, definiran kot časovni interval med navideznim začetkom O1 in trenutkom, v katerem tok pade na polovico temenske vrednosti.
- 6 Direktni udar je neposredni udar strele v stavbo ali na stavbo priključene vode.
- 7 Dolgotrajni udar strele je razelektritveni tok strele, ki je odvisen od nadaljevalnega toka strele. Čas trajanja TDOLGI (tj. čas od 10 % na čelu do 10 % vrednosti na hrbtu) stalnega nepretrganega toka je tipično daljši od 2 ms in krajši kot 1 s.

- 8 Električni inštalacijski sistem je sestav nizkonapetostnih električnih inštalacij, ki se napaja z električno energijo iz enega priključnega mesta (merilnega mesta za obračunske meritve) in poteka od glavnih varovalk na priključku do končnih priključkov električnih naprav. V primeru stalnega priključka naprave poteka inštalacijski sistem do priključnih sponk v napravi. V njem so uporabljeni usklajeni ukrepi za zaščito pred električnim udarom, nadtokom in čezmernim segrevanjem.
- 9 Električni sistem je sistem, ki vsebuje NN močnostne naprave.
- 10 Elektromagnetni udar strele, LEMP so elektromagnetni učinki toka strele. LEMP vključuje prevodne učinke udara in tudi sevalne učinke impulznega elektromagnetnega polja.
- 11 Elektromagnetni impulz električnega toka strele (LEMP) so vsi elektromagnetni učinki električnega toka strele prek uporovnega, induktivnega in kapacitivnega sklopa, ki povzročijo prenapetosti in sevalna elektromagnetna polja.
- 12 Elektronski sistem je sistem, ki vključuje občutljivo elektronsko opremo, kot so telefonska oprema, računalniki, kontrolni, krmilni in regulacijski sistemi, radio sistemi, močnostne elektronske inštalacije.
- 13 Energetski vodi so distribucijski vodi, ki oskrbujejo z energijo stavbe in v njih nameščeno elektronsko opremo, kot so NN in VN namenske naprave.
- 14 Fizična poškodba je poškodba stavbe (ali njegove vsebine) zaradi mehanskih, termičnih, kemičnih in eksplozijskih učinkov ob udaru strele.
- 15 Izoliran zunanji sistem zaščite pred strelo – zunanji lovilni sistem strelovodne zaščite je izdelan ločeno, odmaknjen od kovinskih delov stavbe za varnostno razdaljo in združen v ozemljilnem sistemu v temeljni ekvipotencialni ploskvi.
- 16 Izolacijski vmesniki so naprave, ki so sposobne zmanjšati prenos prenapetosti na vodih, ki vstopajo v zaščitne cone LPZ. To vključuje izolacijske transformatorje z ozemljenim kovinskim zaslonom med navitji. Izolacijske vzdržne karakteristike teh naprav so lahko samostojne ali skupne s SPD.
- 17 Kratkotrajni udar strele je razelektritveni tok strele, ki ustreza udarnemu toku. Trajanje polvala T_2 tega toka je krajše od 2 ms.
- 18 Koordinirani sistem prenapetostne zaščite (SPD) – prenapetostne zaščitne naprave, primerno izbrane, medsebojno koordinirane in nameščene zmanjšujejo okvare električnih in elektronskih sistemov.
- 19 LEMP zaščitni ukrepi SPM so zaščitni ukrepi, ki ščitijo notranje električne in elektronske sisteme pred vplivi elektromagnetnega impulza električnega toka strele (LEMP). To je del celotne zaščite pred strelo.
- 20 Ločilna razdalja je potrebna razdalja med vodnikom, ki prenaša del toka strele, in drugimi prevodnimi deli, da se preprečijo nevarna iskrenja.
- 21 Lovilni sistem je del celotnega sistema zaščite pred strelo, sestavljen iz kovinskih elementov, kot so kovinske palice, kovinske mreže ali žične vrvi, namenjene za prestrezanje električnega toka udara strele.
- 22 Magnetna zaščita je zaključen kovinski oklep, iz mreže ali masivne kovinske pločevine, ki objema stavbo ali njegov del, njegov namen je, da bi se zmanjšale okvare električnih in elektronskih naprav.

- 23 Merilni spoj je merilni spoj, namenjen za preverjanje povezanosti odvoda z ozemljilnim sistemom, izdelan v vseh glavnih strelovodnih odvodih v višini do 1,6 m od tal. V primeru armiranobetonske stene je ta izdelan na prehodu z armiranobetonske stene na streho stavbe.
- 24 Merilni stik je izdelan na mestih glavnih odvodov, kadar so zidovi stavbe iz armiranega betona, v obliki privarjenega kovinskega priključka iz nerjavečega okroglega jekla na armaturno mrežo, enakega prereza, kot so glavni strelovodni odvodi, in nameščenega 60 cm do 80 cm od tal.
- 25 Metoda mreže je metoda določanja zaščitene prostora LPS, ki se približuje kovinski kletki.
- 26 Metoda kotaleče krogle je pripomoček pri projektiranju LPS, ki določa zaščiteni prostor stavbe pri direktnih udarih strele.
- 27 Metoda zaščitnega kota je definiranje zaščitene prostora znotraj ovojne površine, ki nastane med izpostavljenimi točkami na lovilnih vodnikih in referenčno ravnino pod zaščitnim kotom proti navpičnici, in to v vseh smereh.
- 28 Naravni sestavni deli LPS so kovinski deli stavbe, ki prevajajo električni tok (betonska armatura, metalne obloge, ograje itd.).
- 29 Naznačena zdržna udarna napetost (UW) je zdržna udarna napetost, ki jo določi proizvajalec opreme ali njenega dela, ter označuje zdržno zmožnost njene izolacije pred prenapetostmi. V tem standardu je upoštevana le zdržna napetost med vodnikom pod napetostjo in zemljo.
- 30 Naboj dolgotrajnega udara strele QDOLGI je časovni integral toka strele dolgotrajnega udara strele.
- 31 Naboj kratkotrajnega udara strele QKRATKI je časovni integral toka strele kratkotrajnega udara strele.
- 32 Naboj udara strele QSTRELE je časovni integral toka strele v času celotnega trajanja udara strele.
- 33 Navidezna izvorna jakost toka udara strele O1 je točka presečišča časovne osi in premice, ki poteka skozi referenčni točki 10 % in 90 % na čelu toka strele; točka za 0,1T1 prehiteva trenutek, ko tok doseže 10 % temenske vrednosti.
- 34 Notranji LPS je del LPS znotraj stavbe, ki ga tvorijo izenačitve potencialov (onemogočanje visoke napetosti dotika in koraka) ter usklajene ločilne razdalje med deli strelovodne inštalacije med seboj in med deli stavbe (onemogočanje pojava iskrenja znotraj stavbe).
- 35 Notranji sistemi so električni in elektronski sistemi v stavbi.
- 36 Objekti, ki jih je treba ščititi pred delovanjem strele, so stavbe, za katere se zahteva zaščita pred delovanjem stavbe v skladu s predpisom.
- 37 Odvodni sistem je del celotnega sistema zaščite pred strelo, namenjen prevajanju električnega toka strele v ozemljilni sistem.
- 38 Odvodnik toka strele je zaščitna naprava, ki ima namen zaščititi električno inštalacijo in opremo pred udarnim razelektritvenim tokom strele.
- 39 Oskrbovalni vod je kabel, nadzemni vod ali cevovod, ki od zunaj prihaja v stavbo in se uporablja za oskrbo z energijo, vodo, plinom, informacijo itd.
- 40 Ozemljilna impedanca je razmerje maksimalne vrednosti napetosti na ozemljilnem sistemu in ozemljilnim električnim tokom, ki se po navadi ne pojavita v istem trenutku.
- 41 Ozemljilni sistem je del celotnega sistema zaščite pred strelo, namenjen prevajanju in razpršitvi električnega toka strele v zemljo.

- 42 Ozemljilni sistem LPS in ozemljilna upornost RE je del celotnega sistema zaščite pred strelo, namenjen prevajanju in razpršitvi električnega toka strele v zemljo ter zmanjšanju potencialno nevarnih prenapetosti.
- 43 Ozemljilni sistem LPS in ozemljitvena upornost RC je sistem, sestavljen iz ozemljilne upornosti RE temeljnega ozemljilnega sistema in iz dodatnih upornosti do posameznih različnih priključkov po stavbi.
- 44 Ozemljilo je v zemljo položen vodnik z namenom odvajanja in razpršitve toka strele v zemljo (npr. palično ozemljilo, horizontalno ozemljilo, ploščato ozemljilo, ozemljilni obroč).
- 45 Posamezen udar strele je enkratna električna razelektritev v zemljo.
- 46 Posredni udar je udar strele v bližini ščitene stavbe ali bližino voda, priključenega na stavbo.



Legenda

- | | |
|------------------------------|---|
| 1 stavba (oklop LPZ 1) | S ₁ strela v stavbo |
| 2 sistem zračne zaključitve | S ₂ strela v bližino stavbe |
| 3 odvodni sistem | S ₃ strela v vode priključene na stavbo |
| 4 ozemljitveni sistem | S ₄ strela v bližino vodov na stavbi |
| 5 soba (oklop LPZ 2) | r radij kotaleče krogle |
| 6 na stavbo priključeni vodi | d _s varna razdalja do previsokega magnetnega polja |

- ▽ nivo zemlje
- strelovodne izenačevalne povezave s stališča SPD
- LPZ 0_A neposreden udar strele, celoten tok strele, celotno magnetno polje
- LPZ 0_B posredni udar strele, delni tok strele ali inducirani tok, celotno magnetno polje
- LPZ 1 posredni udar strele, inducirani tok, še bolj dušeno magnetno polje
- LPZ 2 zaščiteni prostori znotraj LPZ1 in LPZ 2 morajo ustrezati varni razdalji d_s

Slika 4.1: Prikaz strelovodnih zaščitnih con s stališča ukrepov za zaščito pred udarom

- 47 Povprečna strmina udarnega toka strele je povprečna hitrost spremembe toka strele v časovnem intervalu $\Delta_t = (t_2 - t_1)$. Izražena je s spremembo udarnega toka strele na začetku in koncu tega intervala $i = i(t_2) - i(t_1)$, deljeno z časovnim intervalom $\Delta_t = t_2 - t_1$.
- 48 Poškodbe živih bitij so trajne poškodbe (izguba življenj ljudi ali živali) zaradi udara strele, napetosti dotika in koraka ob udaru strele. Živa bitja so lahko poškodovana tudi na druge načine. V tem standardu je izraz »poškodba živih bitij« obravnavan kot posledica električnega udara (tip poškodbe D1).
- 49 Prenapetost so prehodne prenapetosti kot posledica elektromagnetnega impulza električnega toka strele (LEMP), ki povzroči prenapetosti in nadtoke ali istočasno oboje.
- 50 Prenapetostne zaščitne naprave (SPD) so naprave, namenjene omejitvi prehodnih prenapetosti in prevajanju udarnih tokov. Vsebujejo najmanj eno nelinearno komponento.
- 51 Prenapetostni odvodnik je zaščitna naprava, ki nad določeno velikostjo omejuje prehodne prenapetostne vplive.
- 52 Referenčna zemlja (nevtralna zemlja) je del zemlje, predvsem površina zemlje, zunaj vplivnega področja ozemljil v stavbi, na katerem ni zaznavnega napetostnega vpliva zaradi nastanka električnega toka med primerjanima točkama.
- 53 Sistem zaščite pred strelo LPS je celotni sistem zaščite pred delovanjem strele, uporabljen za zmanjšanje fizične ogroženosti stavb. Zmanjšuje fizične poškodbe zaradi udara strele v stavbo. Sestavljen je iz notranjega in zunanega sistema zaščite pred strelo.
- 54 Skupno ozemljilo – v stavbah z električno napeljavo je treba izvesti skupno ozemljilo, ki mora omogočati varno delovanje električne inštalacije in sistema zaščite pred strelo.
- 55 Specifična energija udarnega toka strele je časovni integral kvadrata udarnega toka strele v času trajanja udarnega toka. Specifična energija dolgotrajnega udara je tu zanemarljiva.
- 56 Specifična energija W/R je časovni integral kvadrata toka strele v času celotnega udara strele. To je sproščena energija, ki jo tok udara strele sprosti na enoto upornosti.
- 57 Specifična upornost zemlje r_E je električna prevodnost zemlje.
- 58 Sprejemljivo tveganje (RT) je največja vrednost tveganja, še sprejemljiva za zaščiteno stavbo.
- 59 Strelovodna zaščitna cona LPZ je področje, na katerem je definirano elektromagnetno okolje, kot posledica udara strele. Meje LPZ niso običajno fizične meje na stavbi (npr. stene, stropi, tla).
- 60 Strelovodno izenačevanje potencialov (EB) je povezava ločenih kovinskih delov z LPS na podlagi direktnega prevodnega stika ali prek prenapetostne zaščitne naprave, da se doseže zmanjšanje potencialnih razlik, ki jih povzroči tok strele.
- 61 Škoda na električnih in elektronskih sistemih so trajne poškodbe električnih in elektronskih sistemov zaradi elektromagnetnega impulza električnega toka strele (LEMP).
- 62 Telekomunikacijski vodi so vodi, ki so namenjeni za komunikacijo med napravami in so lahko nameščeni v ločenih delih stavbe, kot so telefonski in informacijski vodi.
- 63 Temenska vrednost toka strele I je največja vrednost toka strele.
- 64 Točka udara je točka, kjer strela udari v zemljo ali izpostavljen objekt (npr. stavba, LPS, vod, drevo). Udar strele ima lahko več točk udara.
- 65 Tok strele i je tok, ki steče skozi točko udara.
- 66 Trajanje razelektritvenega procesa TDOLGI je čas, v katerem tok strele teče skozi točko udara.
- 67 Trajanje toka dolgotrajnega udara strele je čas trajanja razelektritvenega toka, v katerem tok med točkama dolgotrajnega udara strele doseže vrednost od 10 % temenske vrednosti v naraščanju do 10 % temenske vrednosti v upadanju.

- 68 Tveganje (R) je vrednost verjetnih letnih izgub (ljudi in blaga) kot posledica udara strele, relativno na celotno vrednost (ljudi in blaga) v zaščiteni stavbi.
- 69 Udar strele, ki udari v bližini ščitene stavbe – udar strele, ki udari v bližini ščitene stavbe, lahko povzroči nevarne prenapetosti.
- 70 Udar strele proti zemlji je atmosferska električna razelektritev med oblakom in zemljo, sestavljena iz enega ali več zaporednih udarov. To je udar strele, ki je z vodilnim udarom usmerjena od oblaka proti zemlji. Strela navzdol je sestavljena iz prvega udara, ki mu lahko sledijo kratkotrajni udari. Enemu ali več kratkotrajnim udarom lahko sledi dolgotrajni udar.
- 71 Udar strele proti oblaku je udar strele, ki je z vodilnim udarom usmerjena od objekta proti oblaku. Strela navzgor je sestavljena iz prvega udara z/brez nadaljevalnih kratkotrajnih udarov. Enemu ali več kratkotrajnim udarom lahko sledi dolgotrajni udar. To je udar strele, ki je z vodilnim udarom usmerjen od objekta proti oblaku.
- 72 Večkratni udar je udar strele, navadno sestavljen iz treh do štirih udarov s tipičnim intervalnim trajanjem okoli 50 ms. Ugotovljeni so večkratni udari z nekaj desetimi intervali s trajanjem od 10 ms do 250 ms.
- 73 Udar strele v stavbo je udar strele v ščiteno stavbo.
- 74 Varnostna razdalja je potrebna razdalja med notranjim sistemom in oklopom strelovodne zaščitne cone, pri kateri še velja učinek oklopa strelovodne zaščitne cone proti vplivu magnetnega polja.
- 75 Vodi so energetski ali telekomunikacijski vodi, ki so priključeni na stavbe.
- 76 Vzdrževalni pregledi so vizualni pregledi, ki jih lahko izvaja druga usposobljena oseba v obdobju med rednimi preverjanjem po drugi zakonodaji.
- 77 Vzdrževanje je kombinacija tehničnih, administrativnih in vodstvenih ukrepov v življenjski dobi naprave s ciljem obdržati napravo v stanju ali napravo vrniti v stanje, v katerem lahko opravlja svojo funkcijo.
- 78 Zaščita pred strelo LP je celotni sistem zaščite pred delovanjem strele stavb, vključno z notranjimi sistemi, vsebino in osebjem, ter je na splošno sestavljen iz zaščite pred strelo in prenapetostnih zaščitnih ukrepov (LPS in SPM).
- 79 Zaščitna cona je področje, na katerem lahko nastajajo samo določeni elektromagnetni učinki ob delovanju strele.
- 80 Zaščitna vrv so kovinske žice, ki se uporabljajo za zmanjšanje fizične škode zaradi udara strele v oskrbovalne vode.
- 81 Zaščitni nivo je celotni sklop zaščitnih ukrepov, določenih s parametri toka strele za določene vrste tveganja.
- 82 Zaščitni nivo LPL je številka, povezana z izbiro parametrov strelnega električnega toka, ki se nanašajo na verjetnosti, da projektirane maksimalne in minimalne konstrukcijske rešitve ne bodo ogrožene v normalnih okoliščinah izbranih parametrov ob udaru strele v stavbo. Zaščitni nivo zaščite pred strelo se uporablja za projektiranje v skladu z relevantno skupino parametrov strelnega električnega toka.
- 83 Zaščitni ukrepi so ukrepi izvedeni na zaščiteni stavbi, da se zmanjša tveganje.
- 84 Zunanji LPS je del LPS zunaj stavbe, ki ga tvorijo lovilniki, odvodi in sistem ozemljil.
- 85 Zunanji prevodni deli je del celotnega sistema zaščite pred strelo, namenjen prevajanju in razpršitvi električnega toka strele v zemljo.

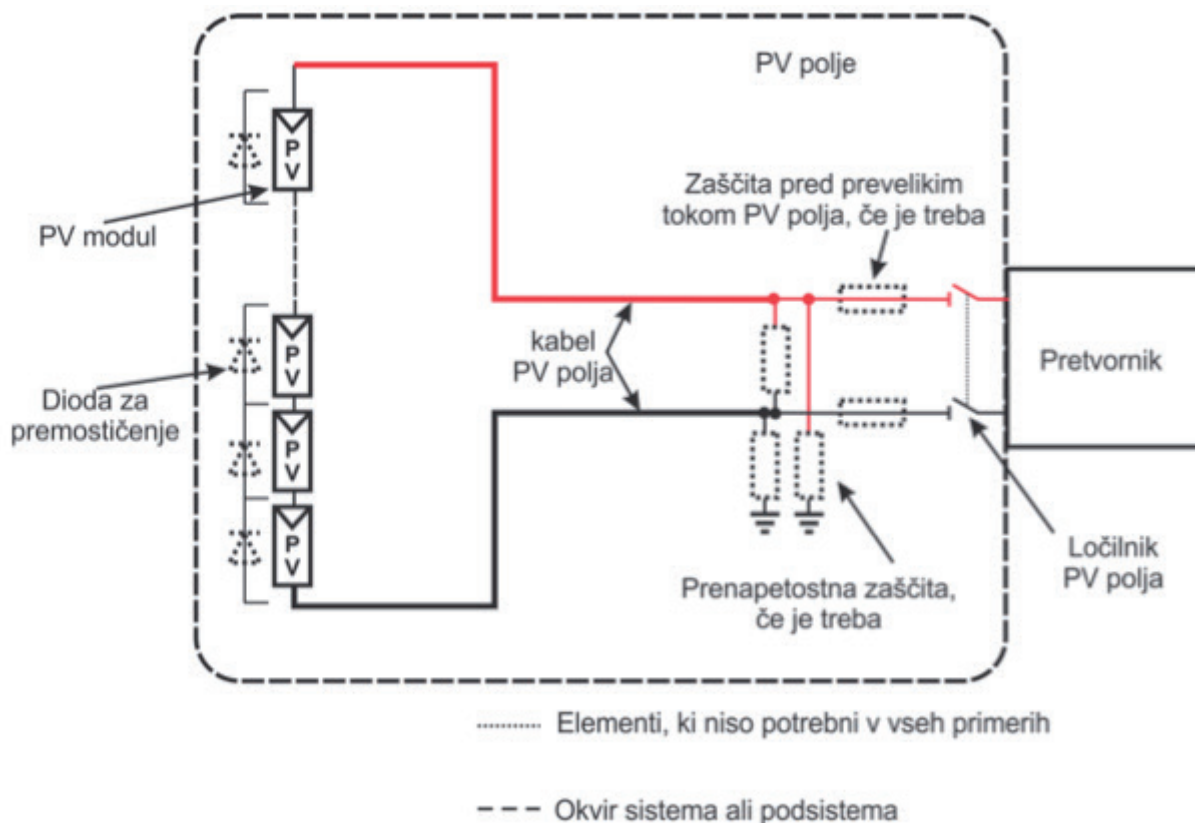
4.7 Seznam kratic

Tabela 4.1: 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)
NOCT	Nazivna obratovalna temperatura celice (Nominal Operating Cell Temperature)
PEI	Električna inštalacija prosumer (Prosumer Electrical installation), električna inštalacija proizvajalca-odjemalca
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
I_{sc} MAX	Največji možen kratkostični tok
V_{mpp} ali U_{mpp}	Napetost pri največji moči
I_{mpp}	Tok pri največji moči
P_{max}	Največja moč
IRM	Največji tok v obratni smeri
IR	Infrardeča (infrared)
V_{bd} ali U_{bd}	Napetost na blokirni diodi
MOD	Modul
OCPR	Zmožnost zaščite za prevelik tok (Overcurrent Protection 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)
I₂	5 s delovalni tok naprave za zaščito pred prevelikim tokom
V_{rrm} ali U_{rrm}	Najvišja ponavljajoča se napetost v zaporni smeri diode (Repetitive Peak Reverse Voltage)
DCU	Enota za enosmerno kondicioniranje
BCU	Enota za pretvorbo baterije
OVE	Obnovljiv vir energije
POC	Priklopno mesto
EEMS	Sistem upravljanja z električno energijo
SDFI	Stikalna naprava za otočenje
OCPD	Prenapetostna zaščitna naprava
DSO	Upravljalca distribucijskega sistema
Stresna napetost	Napetost, ki se lahko pojavi v električni inštalaciji in na priključnih sponkah v primeru okvare na električni inštalaciji. Stresna napetost lahko povzroči poškodbe ali uničenje opreme, priključene na električne inštalacije, lahko pa povzroči, da postane oprema nevarna.

5. Varnostna zaščita

5.1 Klasični koncepti vezav FE

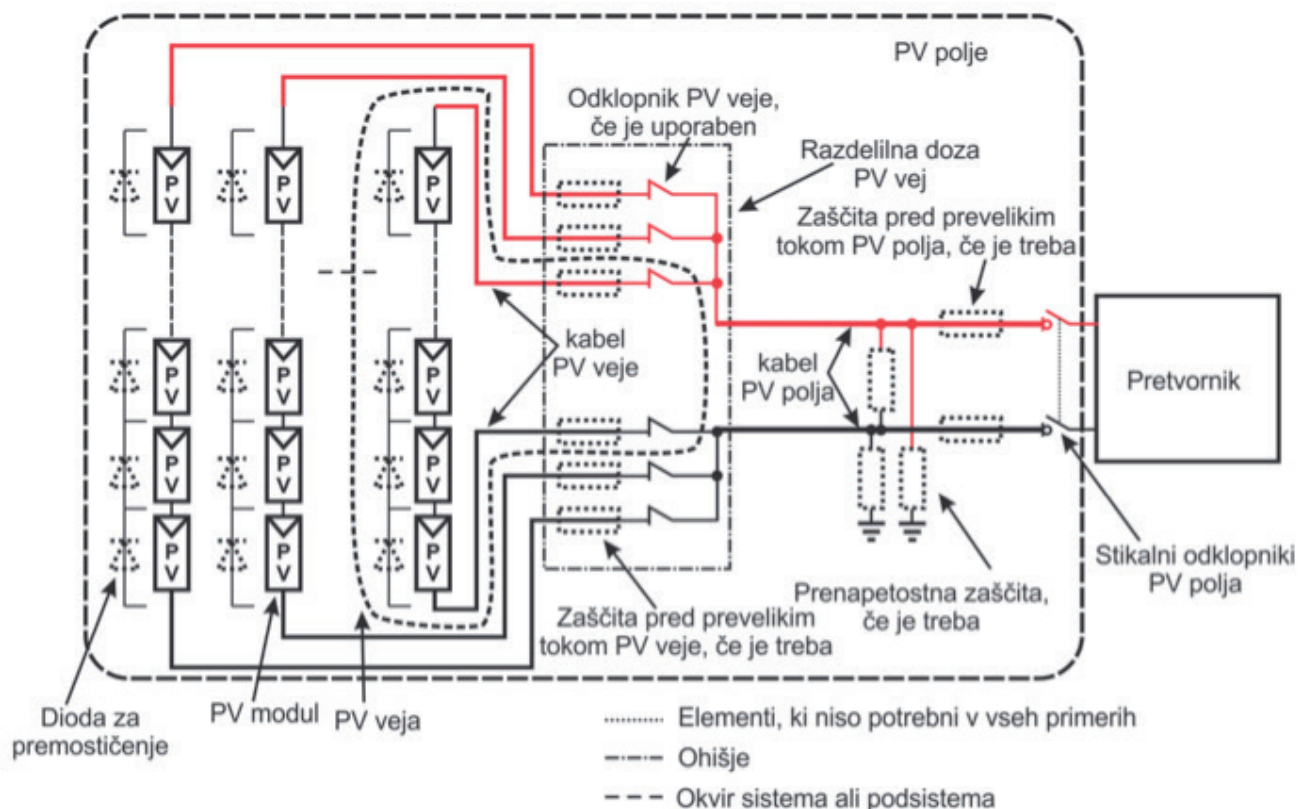


Slika 5.1: Osnovna shema, kjer PV-veja predstavlja celotno PV-polje

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.

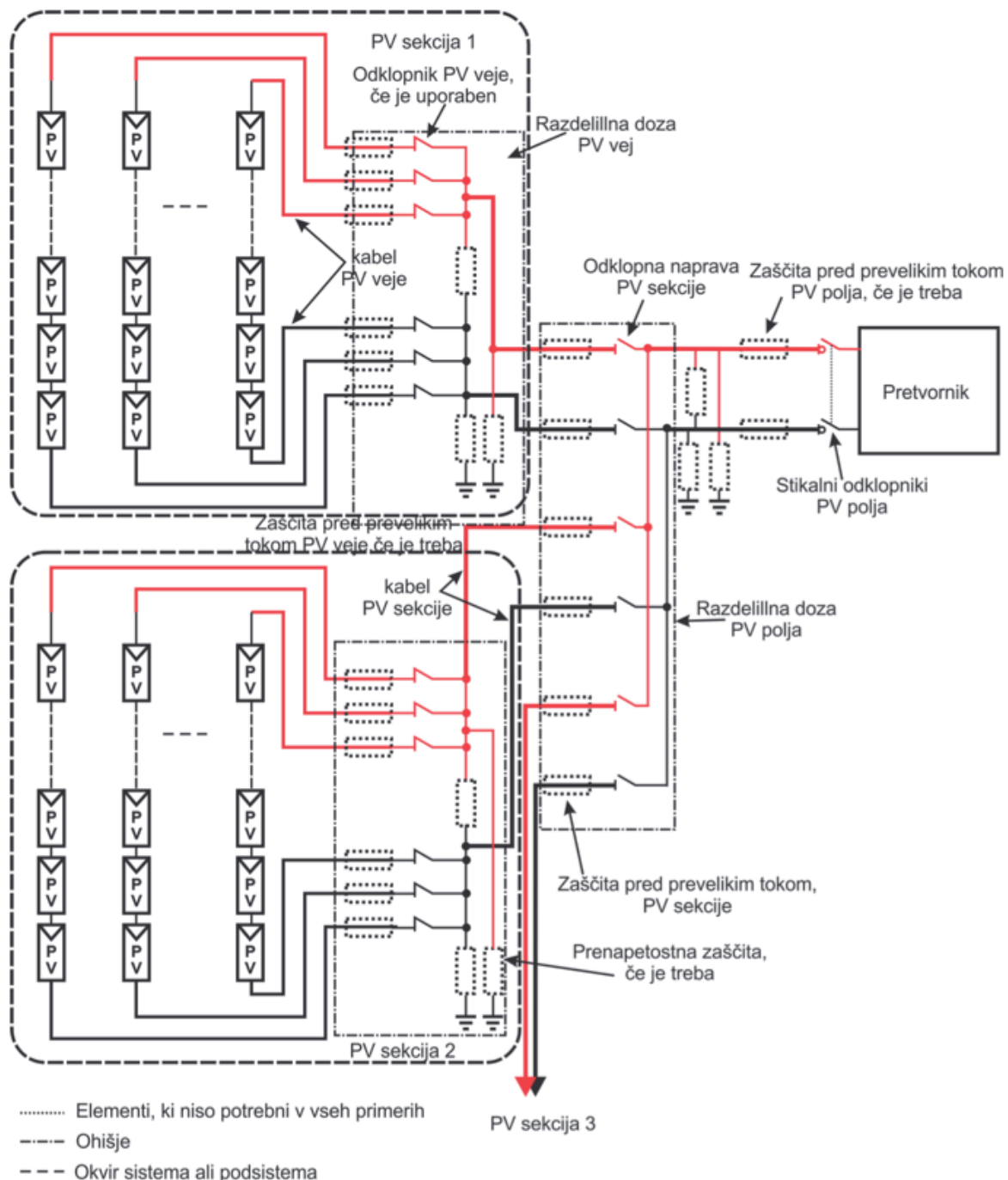


Slika 5.2: Vzpostavne veje dajejo tolikokrat večji tok, kolikor je vej vezanih vzporedno

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 premoštitvene diode in smiselno razporejeno zaščito pred prevelikim tokom.

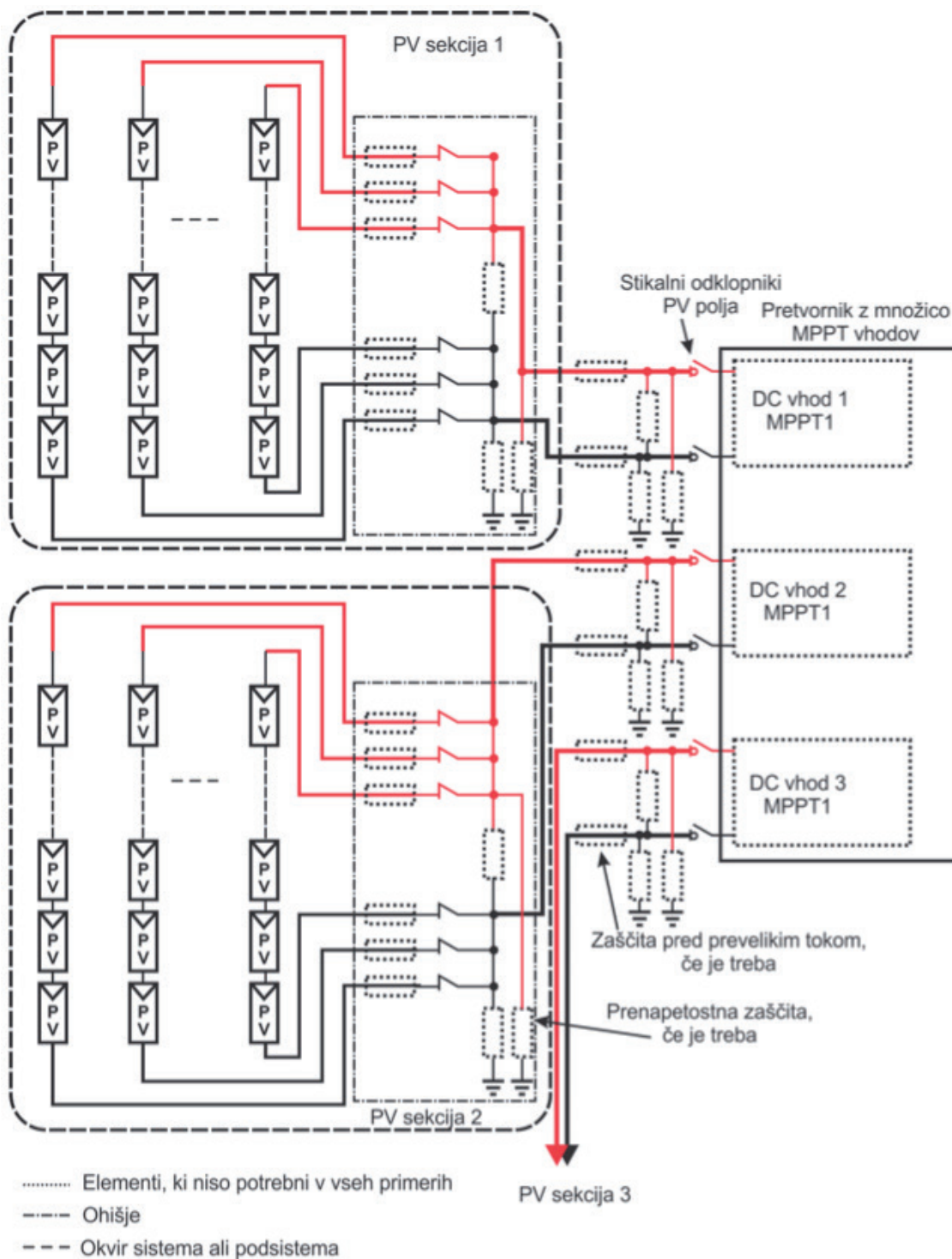
Pri vzporedno vezanih vejah ali sekcijah je dobro vgraditi blokirne diode, ki preprečijo povratne tokove v PV-veje zaradi neenakosti, npr. v primeru neenakomerno osvetljene površine FE. Dioda je lahko navadna, mora pa prenesti najmanj tak tok, kot se v ščiteni veji lahko pojavi v kratkem stiku. Najvišja 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 dovoljno zaporno napetost V_{rrm} najmanj 1500 V, priporočljivo najmanj $2U_{ocmax}$.



Slika 5.3: Vzporedna vezava dveh ali več sekcij

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.

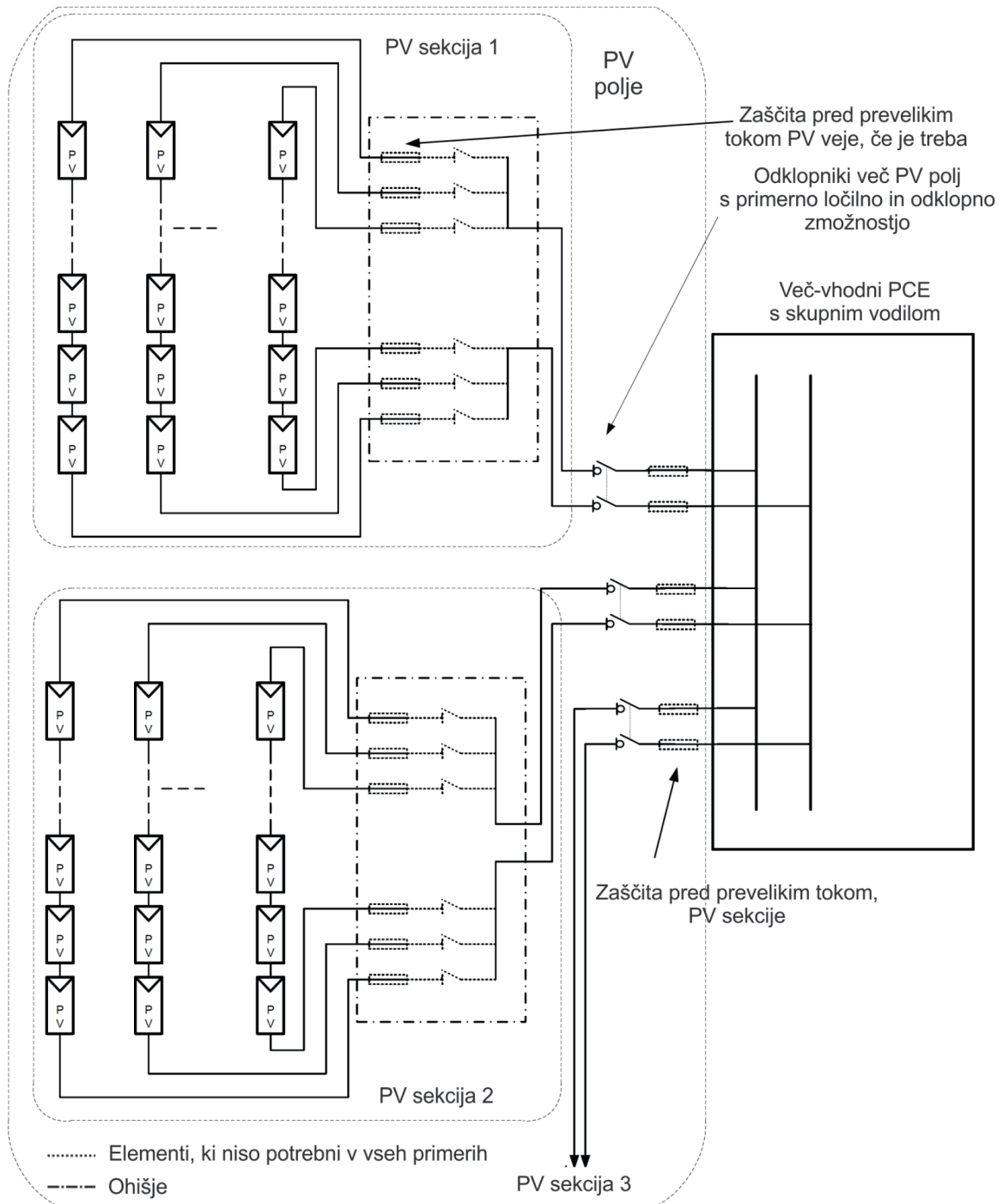
Skratka, sekcije morajo biti enake, da so vsi moduli enako obremenjeni.



Slika 5.4: Sistem, v katerem je pretvornik z ločenimi vhodi

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

Vzporedna vezava na DC-vodilo:

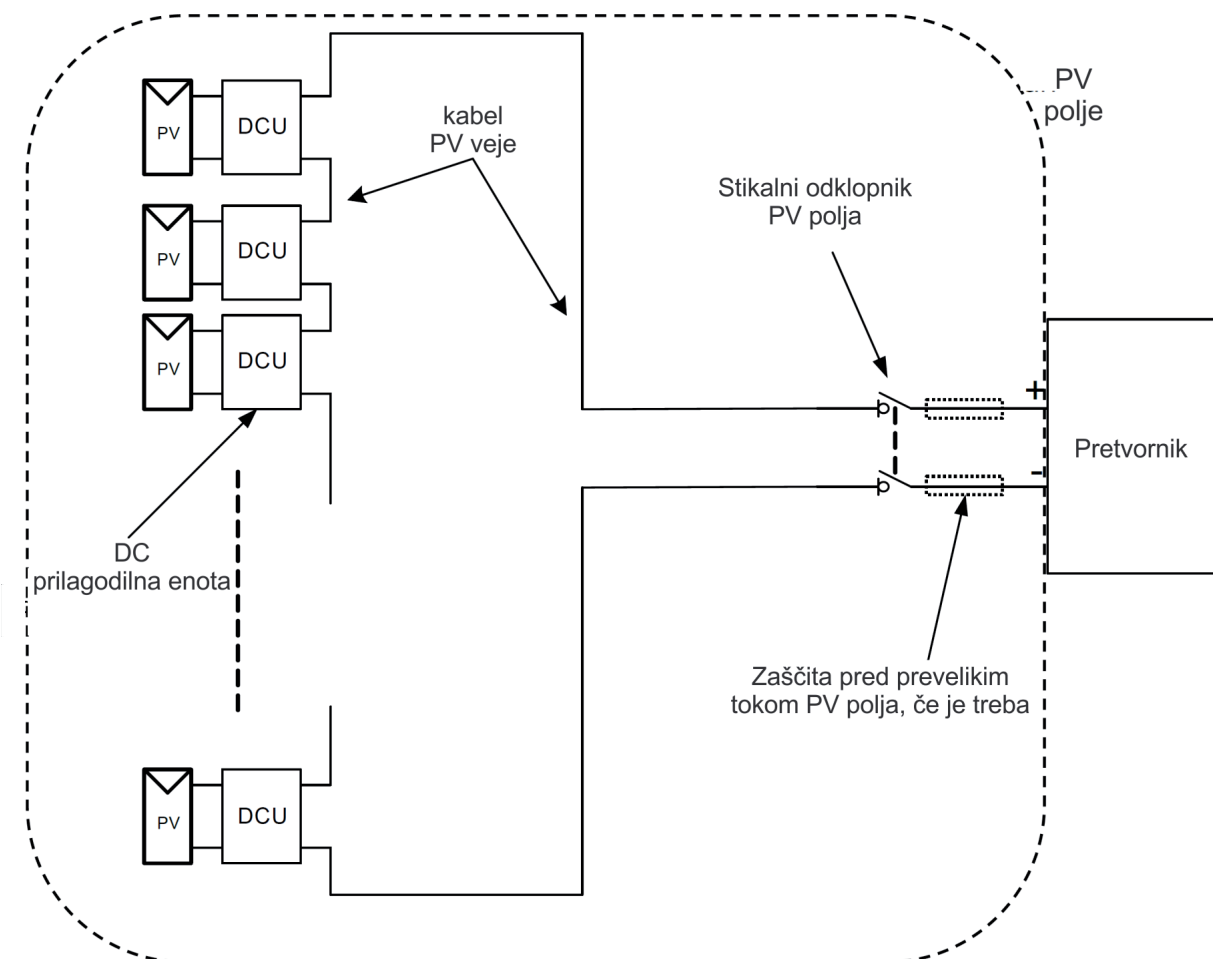


- zahtevane so nadtokovne zaščitne naprave;
- izolator/izolacija PV-polja mora imeti ustrezno prebojno trdnost.

Slika 5.5: Primer polja s PCE z več enosmernimi vhodi, vezanimi na skupno enosmerno vodilo;
slika je iz 82/1950/CDV (IEC 62548)

5.2 Uporaba DC prilagodilne enote DCU

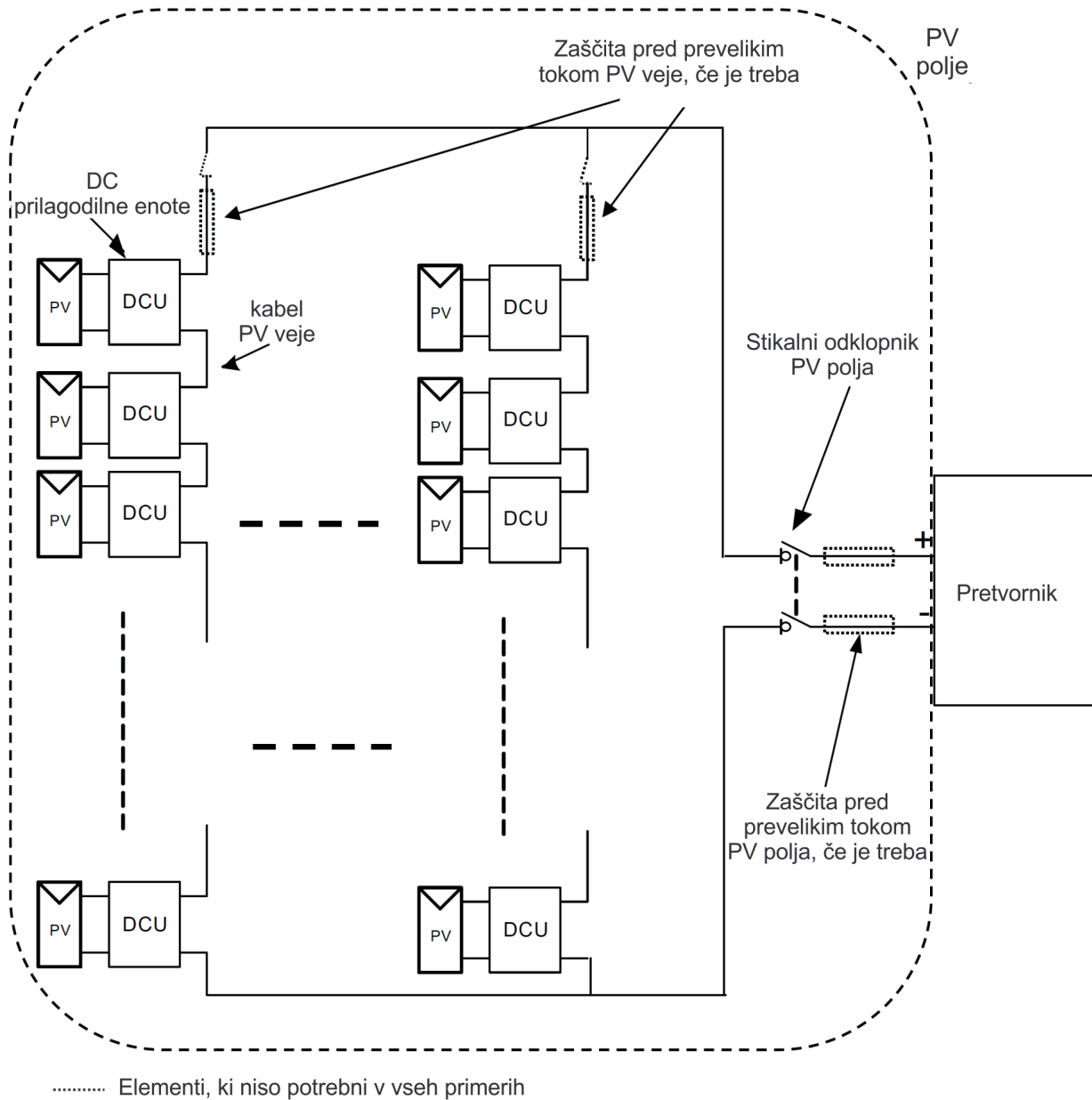
Za enega ali več modulov v PV-veji se lahko uporabi dodatna DC prilagodilna enota (DCU), ki po eni strani omogoča prilagajanje izhoda posamezne veje glede na dejansko porabo ali pa razklene tokokrog in s tem prepreči nevarnost električnega udara. Sistem DCU, povezanih na module, komunicira z zunanjim kontrolerjem (npr. PLC) prek napajalnih linij. Izklop v sili se mora zgoditi najpozneje v 30 s. Sliki sta iz 82/1950/CDV (IEC 62548).



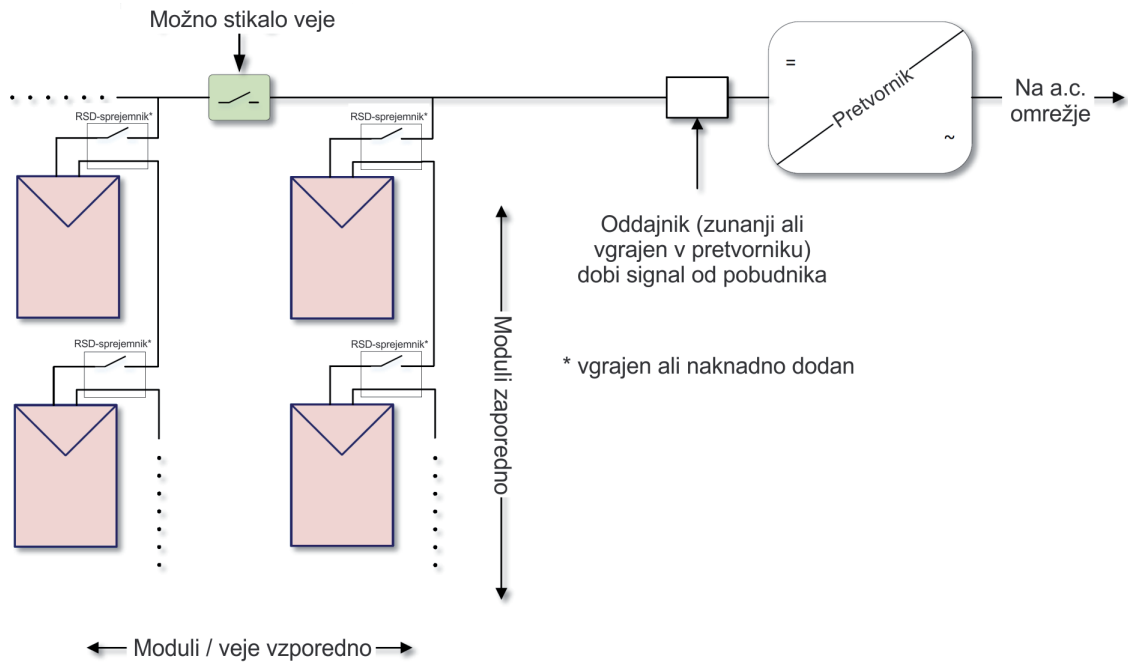
..... Elementi, ki niso potrebni v vseh primerih

- Izolator /izolacija PV-polja mora imeti ustrezno prebojno trdnost.
- Nadtokovne zaščitne naprave morajo biti tam, kjer je treba.
- Posamezne PV-module na tej sliki lahko zamenjate z več zaporedno ali vzporedno vezanimi moduli.

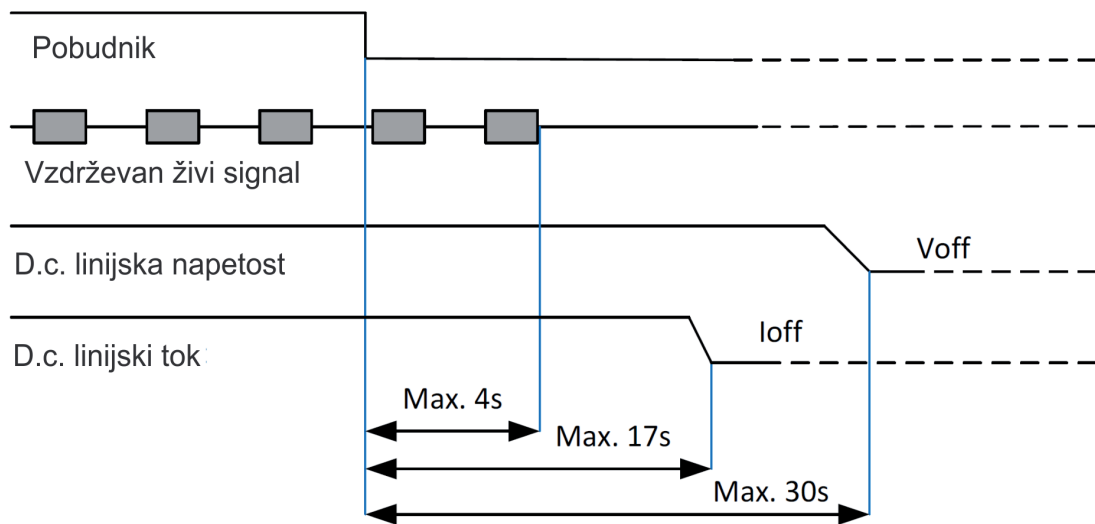
Slika 5.6: Uporaba enosmerne prilagodilnika DCU v eni veji



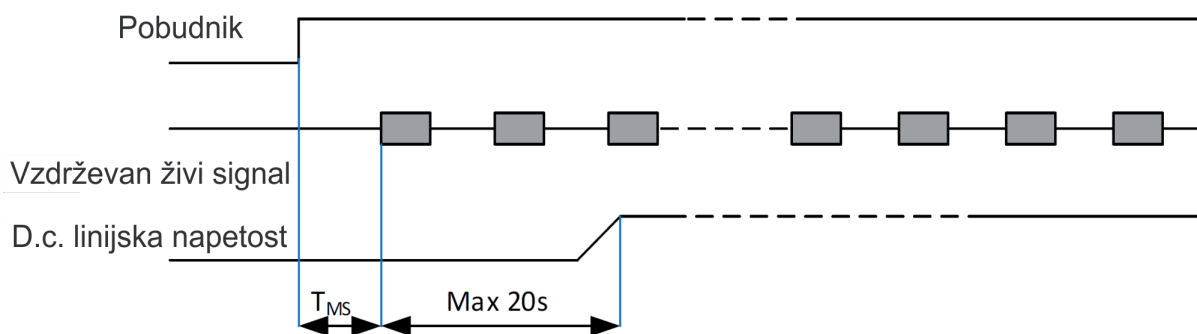
Slika 5.7: Uporaba enosmerne prilagodilnika DCU pri vzporednih vejah



Slika 5.8: Sistem za enosmerni odklop (vir: 82/2060/CDV (SIST prEN IEC 63257))



Slika 5.9: Časovni diagram za izklop iz 82/2060/CDV (SIST prEN IEC 63257)

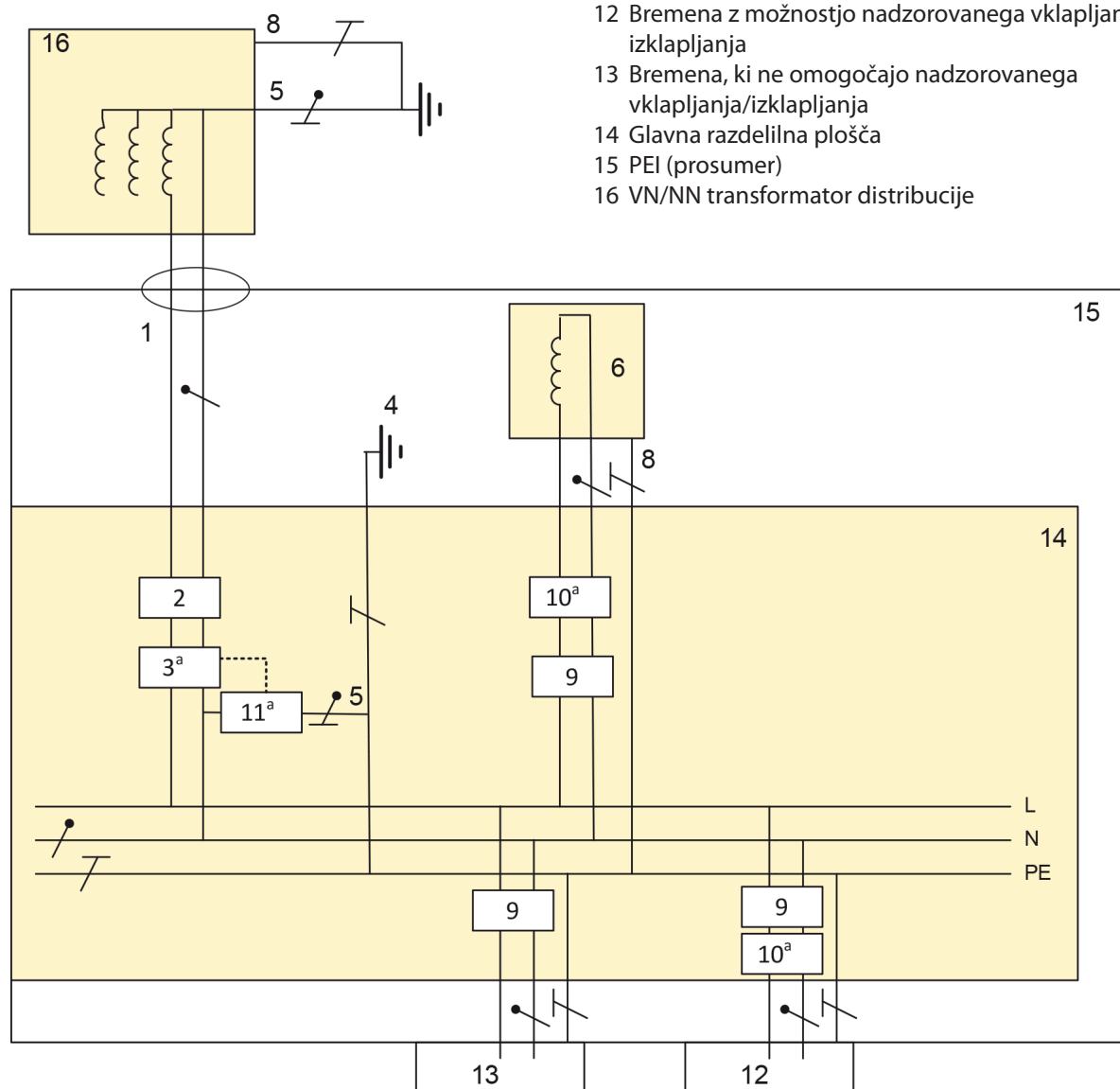


Slika 5.10: Časovni diagram za vklop iz 82/1982/CD (SIST prEN IEC 63257)

5.3 Možnost otočnega sistema

Otočni sistem pomeni avtonomno delovanje prosumerjev, ker nimajo dostopa do javnega distribucijskega sistema, ali pa se javni distribucijski sistem lahko odklopi. V nadaljevanju je primer z možnostjo odklopa, v katerem je distribucijski sistem tipa TT, otok pa preide v TN (vir: SIST FprHD 60364-8-82).

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Mesto priklopa na distribucijsko omrežje (POC) | 7 | ni |
| 2 | Naprava za zaščito pred prevelikim tokom (OCPD) | 8 | Zaščitni vodnik za izpostavljene prevodne dele lokalnega vira |
| 3 | Stikalna naprava za otočenje (SDFI), ki je medsebojno povezana z 11 | 9 | Nadtokovna zaščitna naprava, primerna za ločitev |
| 4 | Lokalna ozemljitev | 10 | Stikalna naprava |
| 5 | Vodnik za referenciranje na zemljo | 11 | Stikalna naprava za vodnik za referenciranje z zemljo, medsebojno povezana s SDFI |
| 6 | Lokalni vir (agregat ali pretvornik za omrežni prikllop) | 12 | Bremena z možnostjo nadzorovanega vklopjanja/izklopjanja |
| | | 13 | Bremena, ki ne omogočajo nadzorovanega vklopjanja/izklopjanja |
| | | 14 | Glavna razdelilna plošča |
| | | 15 | PEI (prosumer) |
| | | 16 | VN/NN transformator distribucije |



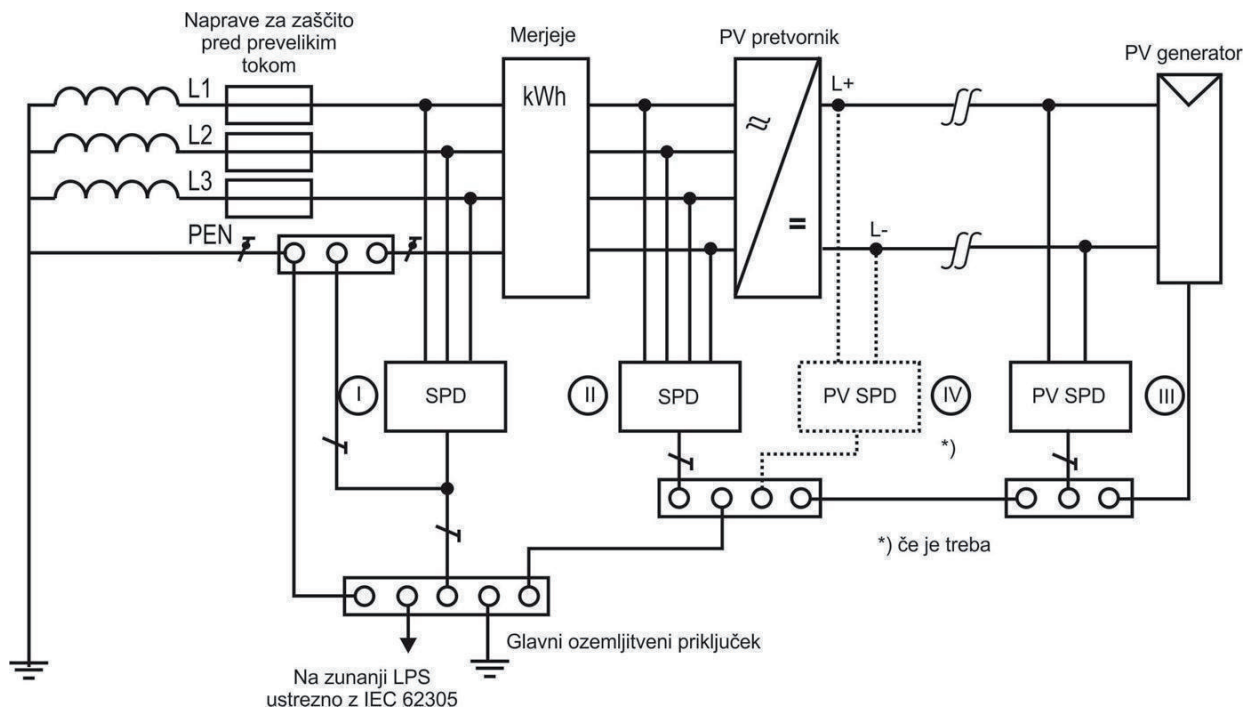
IEC

^a Naprave so pod nadzorom sistema za upravljanje z električno energijo (EEMS).

Slika 5.11: Primer posamezne otočne PEI arhitekture v TN v priključenem in otočnem načinu (z izklopom nevtralnega vodnika – TN-S)

V nekaterih primerih je treba izključiti vse vires, na primer v primeru požara. Za to je treba uporabiti namenska stikala. Izklop mora razkleniti stikalno napravo za otočenje in stikalo lokalnega električnega vira, vključno s hranilnikom. Stikalna naprava mora biti lahko dostopna, na primer v bližini vhoda v stavbo ali v bližini energetskih virov za posamezne PEI.

5.4 Koncept postavitve SPD



Slika 5.12: Vgradnja naprav za zaščito pred udarom

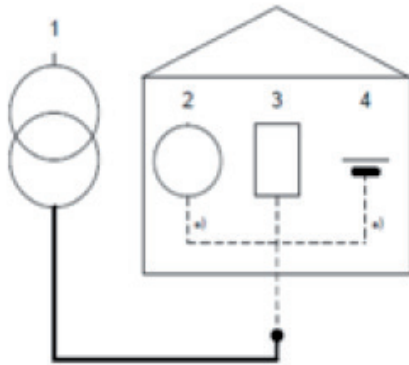
Tabela 5.1: Izbira razreda SPD in prerez povezovalnega vodnika

Situacija	Povezovalni vodnik	SPD na mestu inštalacije »I«	SPD na mestu inštalacije »II«	SPD na mestih inštalacije »III« in »IV« **
A Vgradnja SPD-jev v stavbo brez zunanjega LPS-ja	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 Vgradnja SPD-jev v stavbo z zunanjim LPS-jem in vzdrževano ločilno razdaljo »s«	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 Vgradnja SPD-jev v stavbo z zunanjim LPS-jem in nevzdrževano ločilno razdaljo »s«	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.

5.5 Koncept vezave hranilnikov električne energije v sistem FE

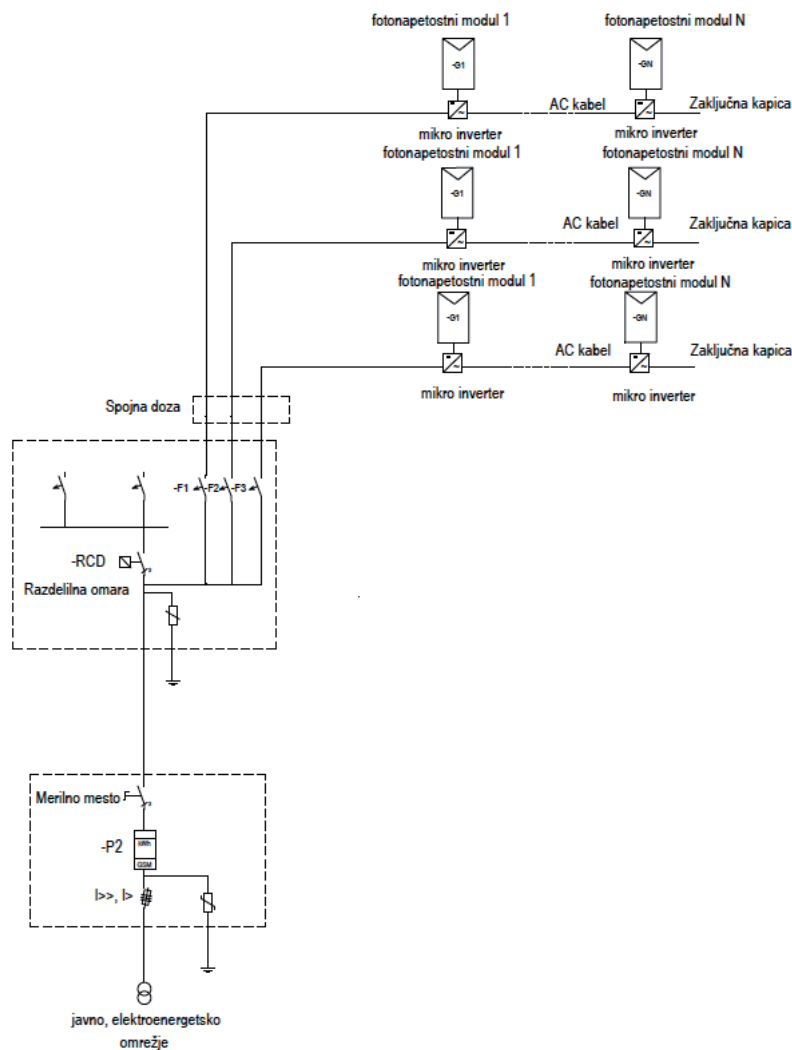


Legenda (vir: SIST HD 60364-8-2):

- 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)).

Slika 5.13: Primer električne zasnove za individualni PEI

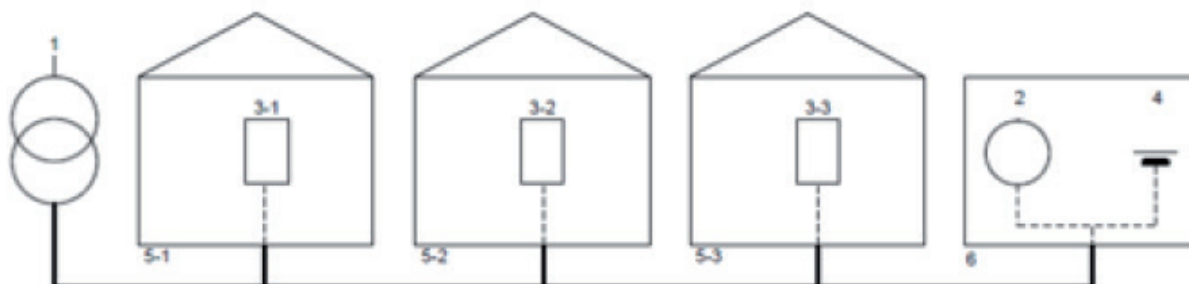
5.6 Koncept vezav FE z uporabo mikroinverterjev



Slika 5.14: Uporaba mikro pretvornikov

5.7 Koncept vezav FE v konfiguraciji »prosumer«

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



Slika 5.15: Primer kolektivnega PEI, ki uporablja energetska infrastrukturo (vir: SIST HD 60364-8-2)

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),

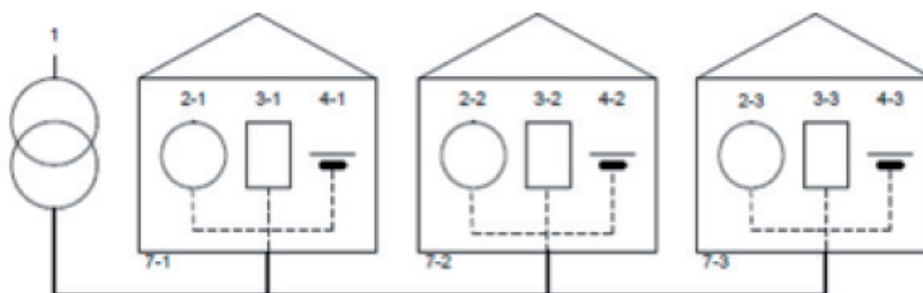
4 – hranilnik (Storage units),

5-1 – odjemalec 1 (Consumer 1),

5-2 – odjemalec 2 (Consumer 2),

5-3 – odjemalec 3 (Consumer 3),

6 – proizvodne enote (Producer).



Slika 5.16: Več prosumerjev si s pomočjo elektroenergetske infrastrukture deli individualne proizvodne enote in hranilnike električne energije (vir: SIST HD 60364-8-2)

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),

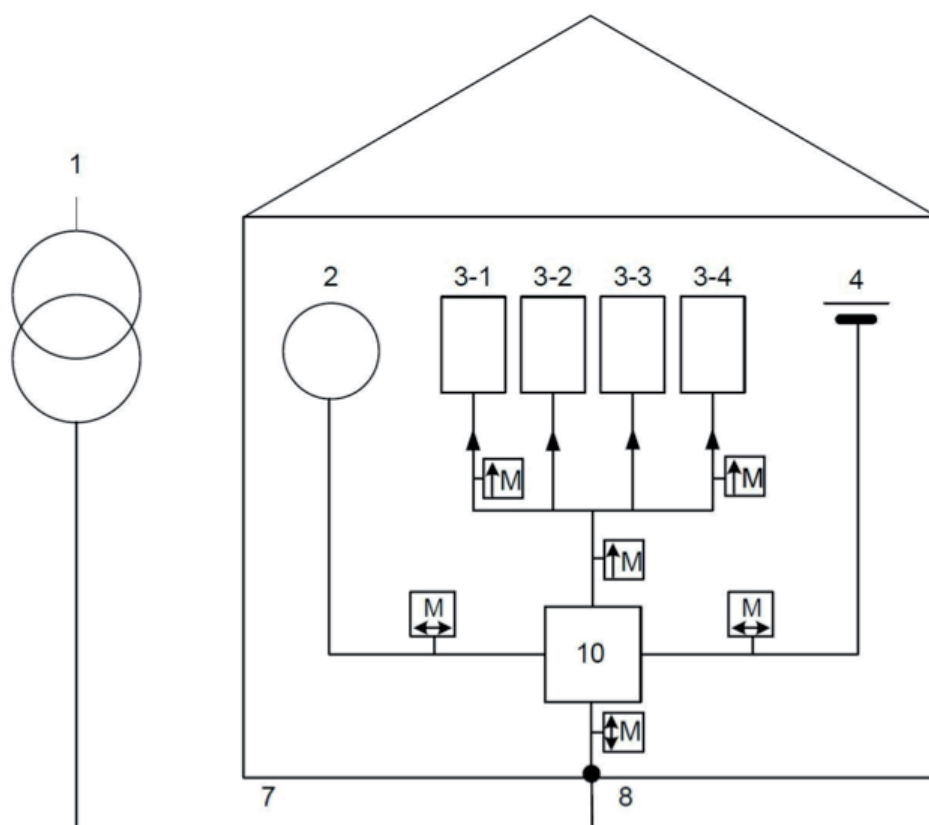
4-2 – hranilnik električne energije 2 (Storage unit 2),

4-3 – hranilnik električne energije 3 (Storage unit 3),

7-1 – prosumer 1 (Prosumer 1),

7-2 – prosumer 2 (Prosumer 2),

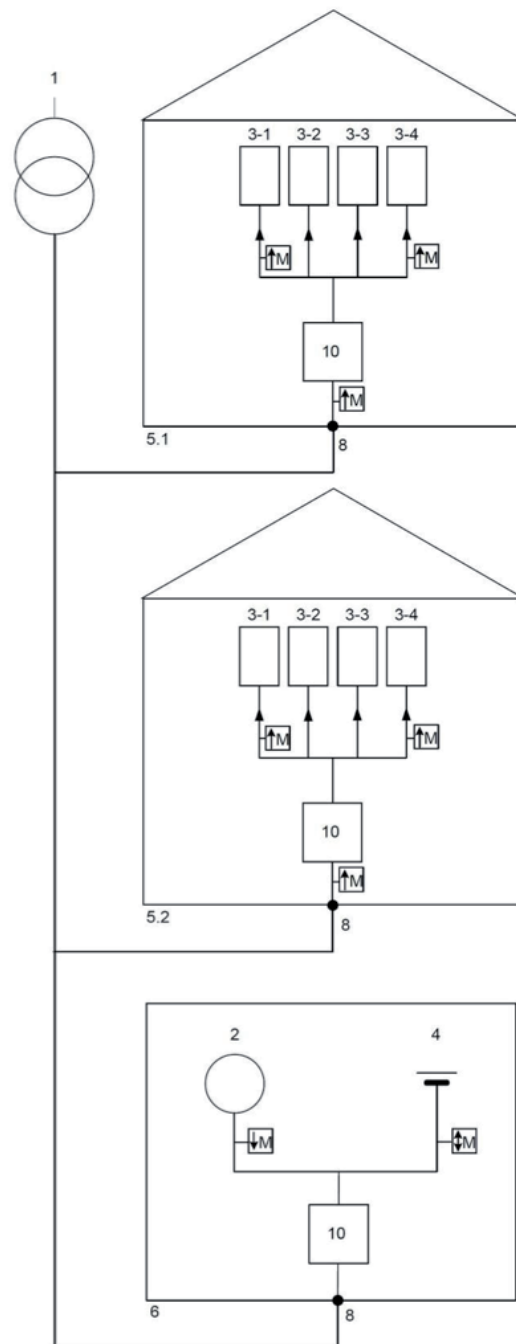
7-3 – prosumer 3 (Prosumer 3).



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

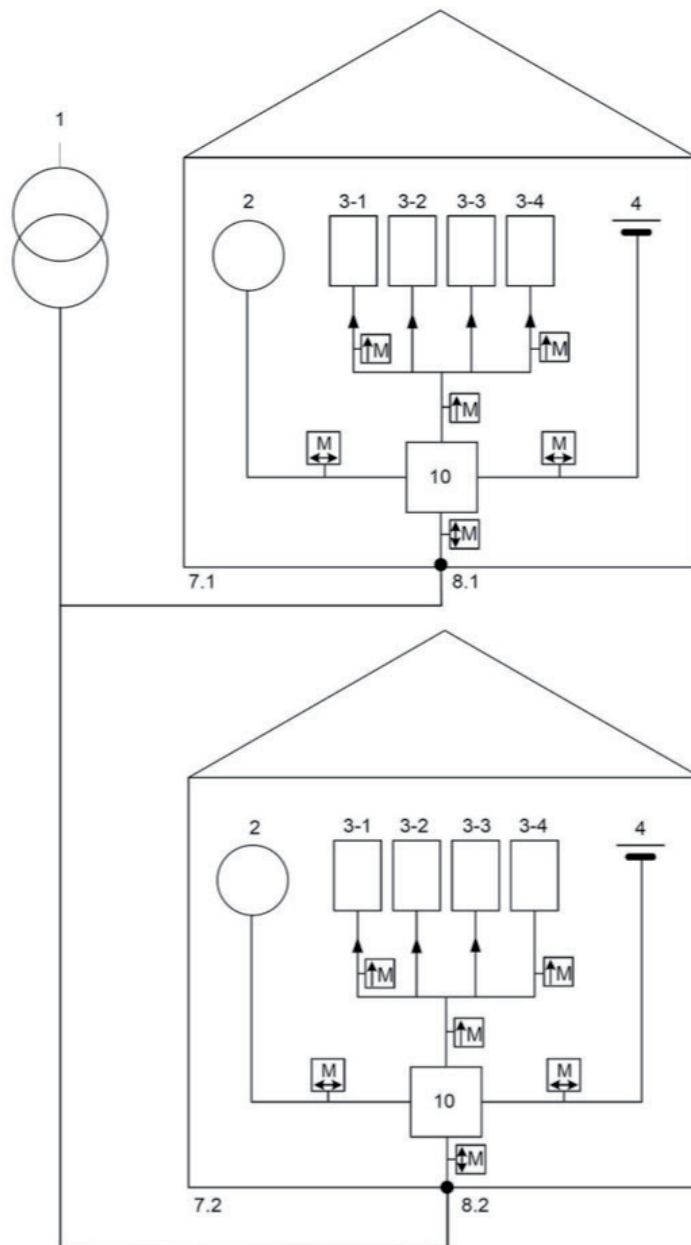
Slika 5.17: Primer vrste arhitekture električne inštalacije enega prosumerja (vir: SIST HD 60364-8-2)



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

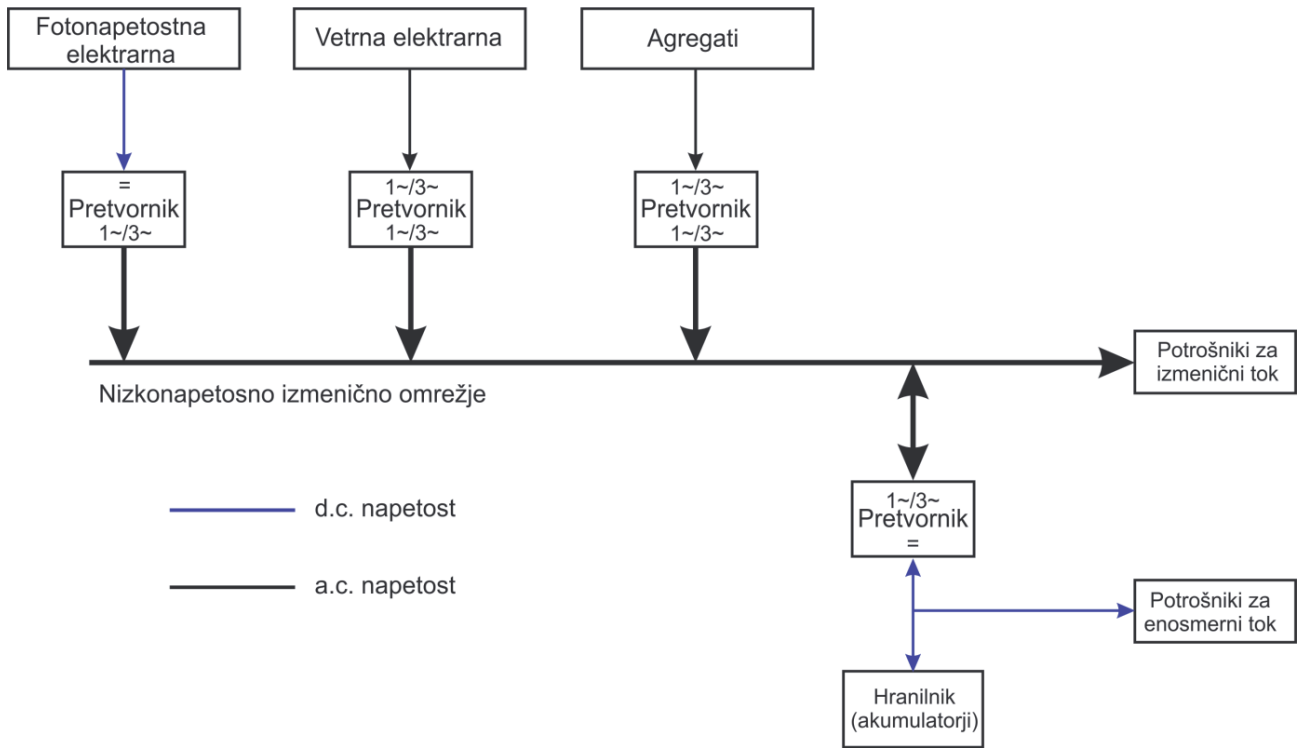
Slika 5.18: Primer vrste arhitekture električne inštalacije skupnega prosumerja (vir: SIST HD 60364-8-2)



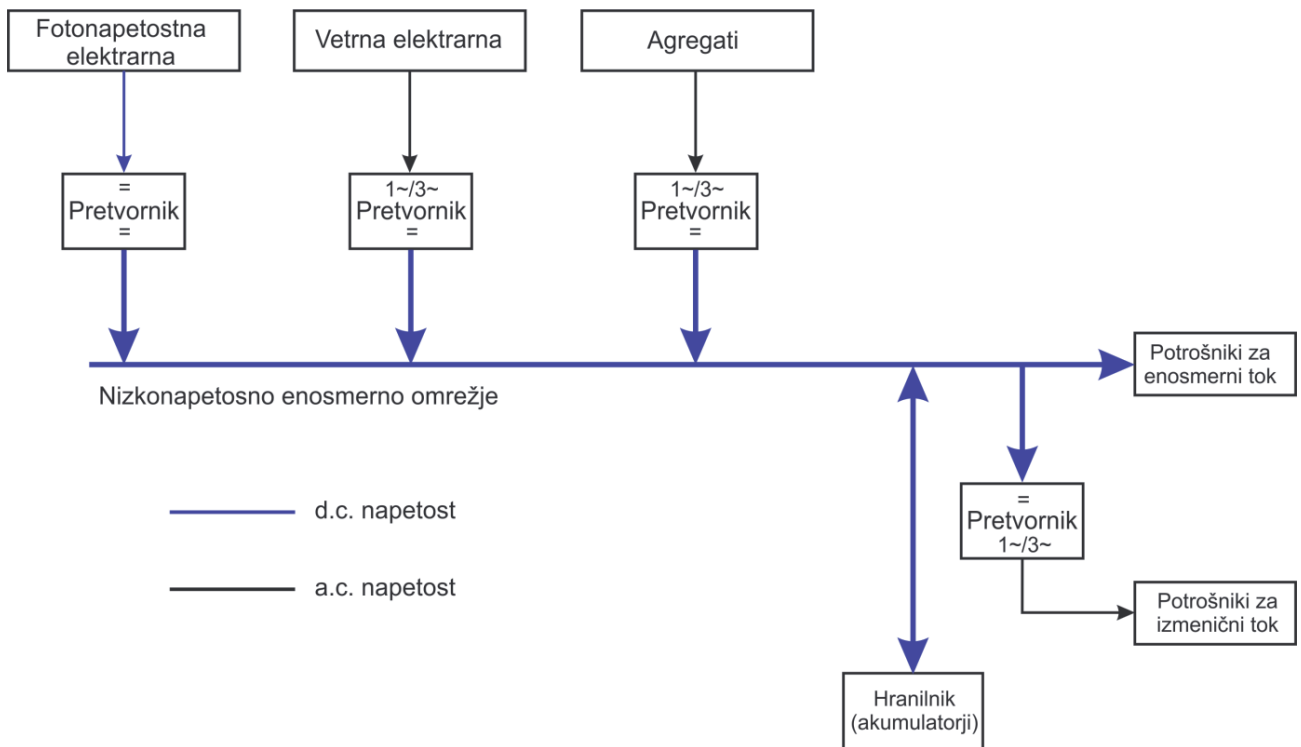
Legenda:

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

Slika 5.19: Primer vrste arhitekture električne inštalacije prosumerjev v medsebojni rabi (vir: SIST HD 60364-8-2)

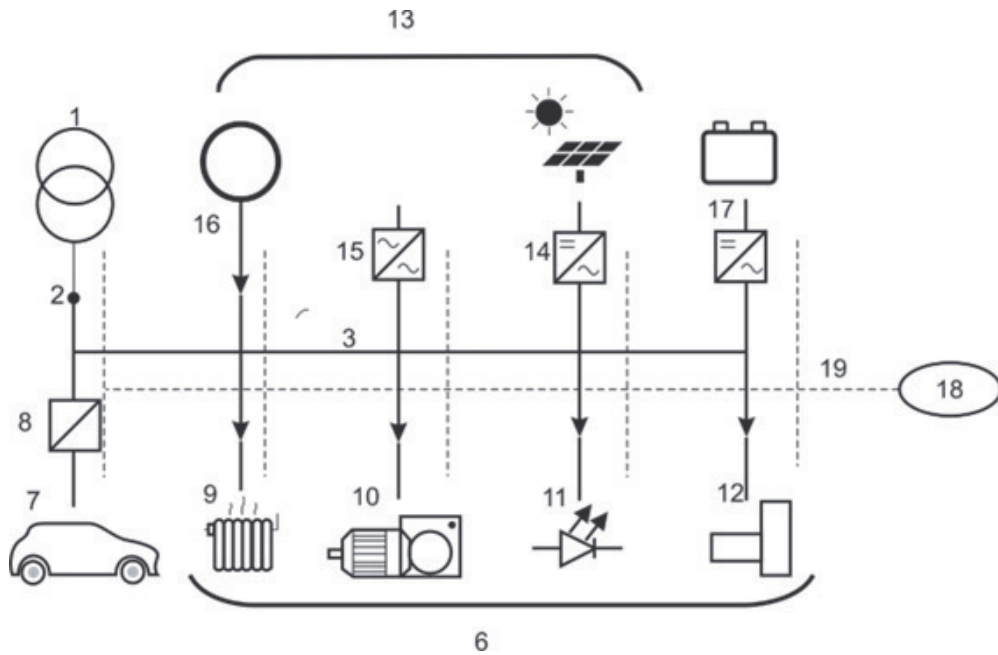


Slika 5.20: Otočni sistem v osnovi z izmeničnim nizkonapetostnim omrežjem



Slika 5.21: Otočni sistem z osnovnim enosmernim nizkonapetostnim omrežjem

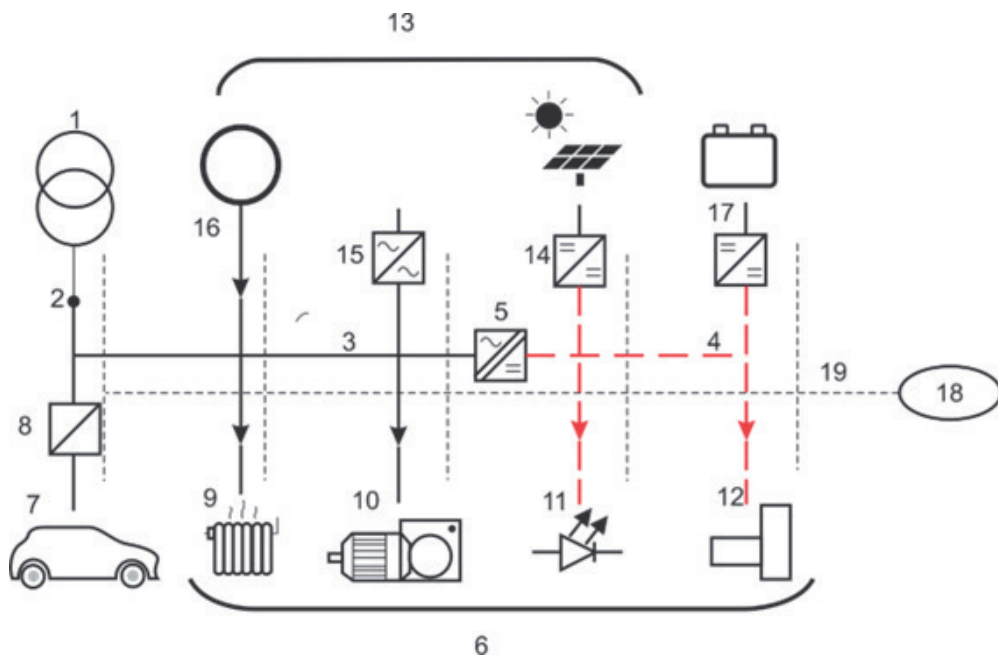
Primer sestave PEI



Slika 5.22: Proizvajalec-odjemalec z izmenično niskonapetostno inštalacijo

Oznake na slikah predstavljajo naslednje:

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Distribucijsko omrežje | 10 | Motorji |
| 2 | Priklopna točka | 11 | Svetila |
| 3 | Niskonapetostna inštalacija z izmenično napetostjo | 12 | Hišni aparati in elektronske naprave |
| 4 | Niskonapetostna inštalacija z enosmerno napetostjo | 13 | Viri električne energije |
| 5 | Dvosmerni pretvornik AC/DC | 14 | Fotonapetostna elektrarna |
| 6 | Porabniki električne energije | 15 | Vetna elektrarna |
| 7 | Električno vozilo | 16 | Drugi viri električne energije |
| 8 | Postaja za polnjenje električnih vozil | 17 | Sistem za hranjenje električne energije |
| 9 | Grelci | 18 | Sistem za upravljanje z električno energijo |
| | | 19 | Signali za upravljanje |



Slika 5.23: Proizvajalec-odjemalec z izmenično in enosmerno niskonapetostno inštalacijo

6. 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.

6.1 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.

6.2 Zaščita pred električnim udarom (in pri njem)

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

6.2.1 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).

6.2.2 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 8.10).

Za fotonapetostne sisteme je treba upoštevati še zahteve iz IEC 62109-1. Če si zahteve obeh standardov nasprotujejo, ima prednost IEC 62109-1, ki je namenjen za fotonapetostne sisteme, vendar pa je treba pri tem predhodno pripraviti oceno tveganja. Nato se izbere rešitev, ki je primernejša, to pa je treba potem tudi navesti v projektu.

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

Glej TSG-N-002: poglavje 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.

6.2.4 Zaščitni ukrep: električna ločitev

(Glej TSG-N-002: poglavje 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.

6.2.5 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.

6.2.6 Zaščita pri okvari izolacije

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

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.

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

(Glej TSG-N-002: poglavje 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 na prav, stikal, termostatov, tesnil za kabelske 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.

6.3 Zaščita pred kratkostičnimi toki

Osnovne zahteve zaščite pred nadtokovi so zajete v TSG-N-002, poglavje Zaščita pred preobremenitvijo vodnikov (sklic 8.10.3).

6.3.1 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.

6.3.2 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.

6.3.3 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:

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

- 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:

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

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:

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

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.

6.3.4 Zaščita pred kratkostičnim tokom

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

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

6.4 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 RT (sklic 8.10.4). Nato se na podlagi tega odloči o zaščiti pred delovanjem strele.

6.4.1 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.

6.4.2 Prenapetosti v nizkonapetostnih sistemih med okvaro ozemljitve pri visokonapetostnih sistemih

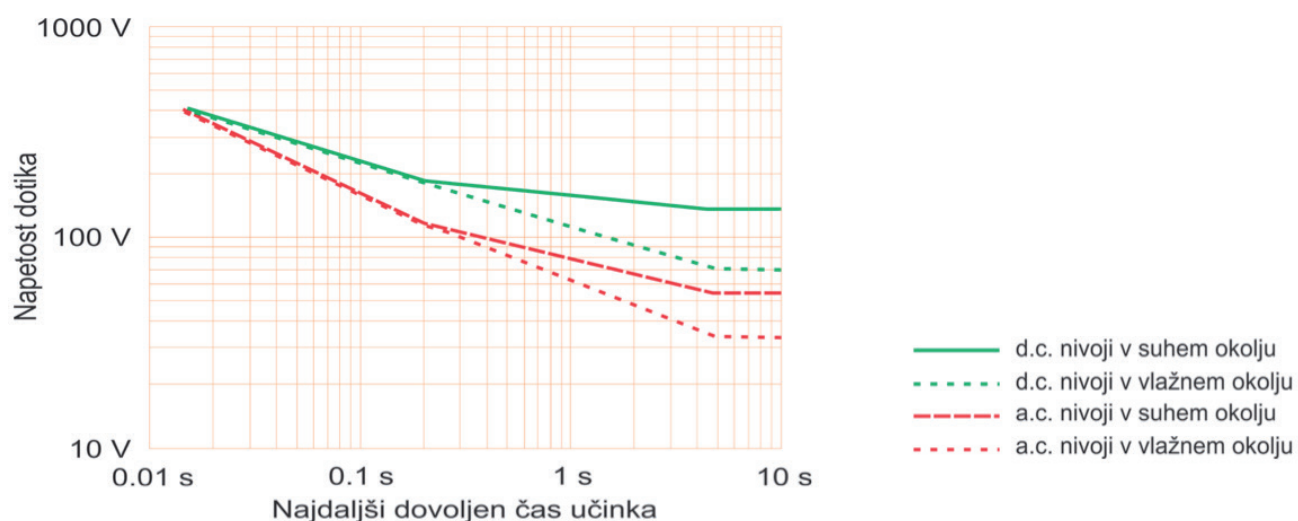
Če pride do okvare ozemljitve pri visokonapetostnih sistemih, se v transformatorjih v nizkonapetostnih sistemih lahko pojavijo naslednje prenapetosti:

- 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.

6.4.3 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.



Slika 6.1: Trajanje dovoljene napetosti dotika

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.

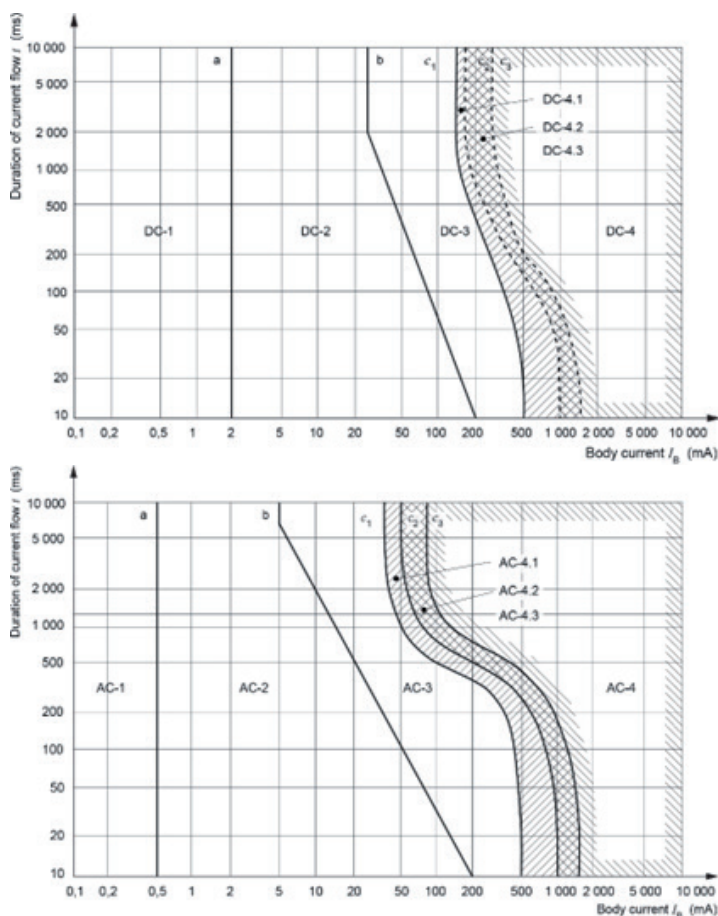
Mejne vrednosti trajne napetosti dotika so:

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

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

Električni udar dejansko povzroči tok, ki steče skozi telo. Povezavo med napetostjo dotika in tokom skozi telo določa upornost oziroma impedanca telesa. Ta je odvisna od številnih dejavnikov. Ti zajemajo, vendar niso omejeni na okoljske dejavnike, stanje kože. Na podlagi statistične obdelave različnih dejavnikov so določene mejne vrednosti, kot jih podaja standard SIST HD 60364-4-41, Zaščita pred električnim udarom, v tabeli 4.41 za končne tokokroge, katerih naznačeni tok ne presega 63 A, če je ena ali več vtičnic oziroma 32 A za stalno priključeno opremo. Seveda vsebuje ta standard tudi zahteve za primere, ki jih omenjena tabela ne pokriva.

S stališča toka se uporabljata sliki splošno sprejetih con čas/tok za učinke DC- oziroma AC-tokov na osebe iz standarda SIST EN 60477-1. Tokovi glede na čas trajanja ne smejo preseči mejnih vrednosti AC-3 oziroma DC-3.



Slika 6.2: Povezave med časom (Duration of current flow) ter izmeničnim in enosmernim tokom skozi človeško telo (Body current)

6.4.4 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:

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

6.4.5 Stresna napetost omrežne frekvence v primeru okvare ozemljitve pri IT-sistemu z razporejenim nevtralnim 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 nevtralnim vodnikom ali kablom. Stresna napetost je lahko velikosti do:

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

6.4.6 Stresna napetost omrežne frekvence v primeru kratkega stika med linijskim ter nevtralnim vodnikom ali kablom

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

6.4.7 Zaščita pred prenapetostmi zaradi strele ali preklapljanj

Poglavje obravnava zaščito električnih inštalacij pred prehodnimi prenapetostmi atmosferskega izvora, ki se prenašajo prek distribucijskega omrežja, ter pred prenapetostmi zaradi preklapljanj (porabnikov višji moči).

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.

6.4.8 Prenapetostne zaščitne naprave (SPD)

Pri zaščiti enosmerne strani s prenapetostnimi zaščitnimi napravami se upošteva tudi poglavje 6.3.4.

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 instalacije 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 štiti 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:

$$L \geq L_{\text{crit}}$$

kjer je:

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

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

Tabela 6.1: Izračun kritične dolžine L_{crit}

Tip PV-instalacije	PV-instalacija je nameščena na stavbo	PV-instalacija ni nameščena na stavbo
L_{crit} (m)	$115/N_g$	$200/N_g$
$L \geq L_{\text{crit}}$ (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 zaščitena z napravo, ki je skladna s SIST EN 62305-4, se lahko L zmanjša za dolžino, ki je enaka dolžini ščitenega dela.

6.4.9 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:

Tabela 6.2: Standardi za elektromagnetno združljivost glede na okolje

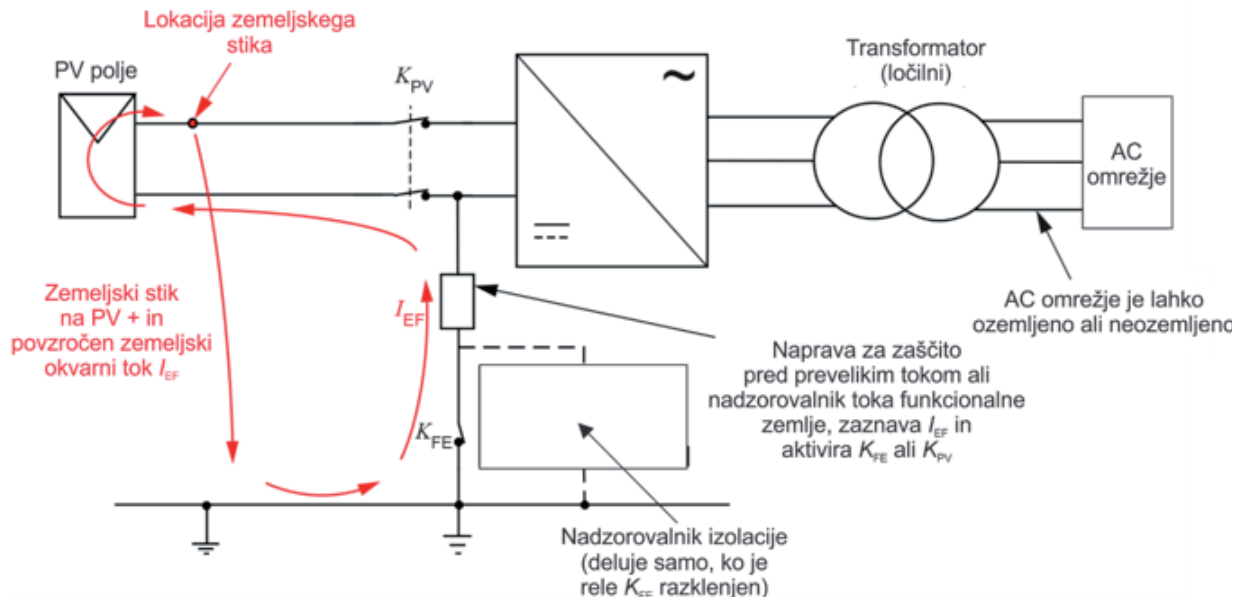
Okolje	Bivalno, poslovno okolje in okolje lahke industrije	Industrijsko okolje	Transformatorske postaje oziroma druge elektrarne
Odpornost	SIST EN 61000-6-1	SIST EN 61000-6-2	SIST-TS IEC/TS 61000-6-5
Oddajanje motenj	SIST EN 61000-6-3	SIST EN 61000-6-4	

6.4.10 Zaščita pri podnapetosti

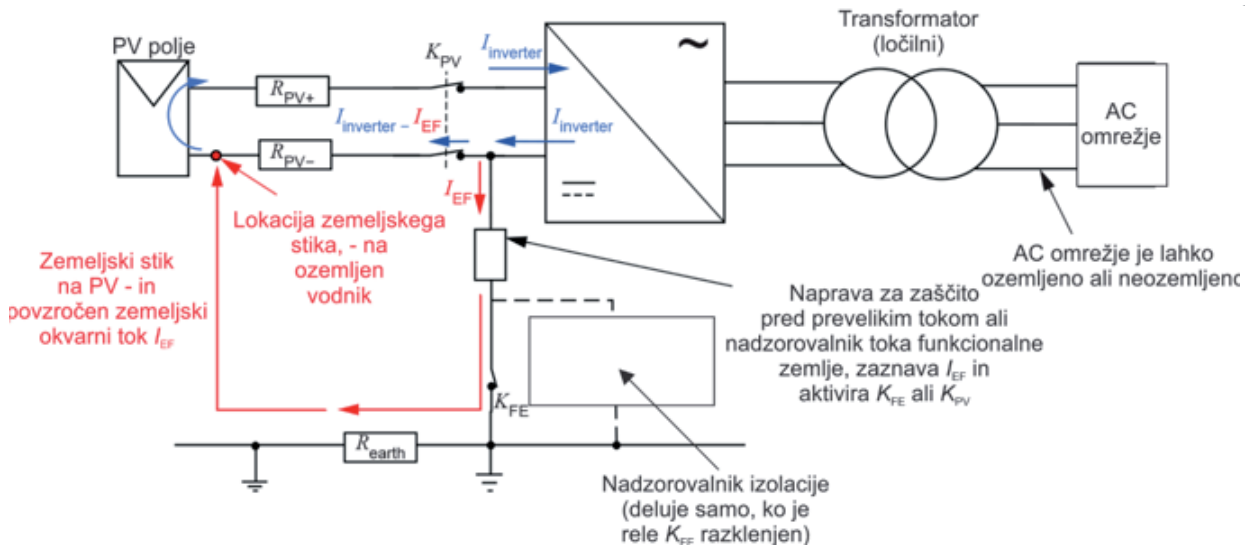
Za PV-sisteme, ki oddajajo električno energijo v javno napajalno omrežje, je treba zagotoviti zaščito pred prenizko napetostjo tako kot za druge izvore, ki napajajo to omrežje. Razlog je v možni preobremenitvi razsmernika.

6.5 Prenos nevarne napetosti dotika

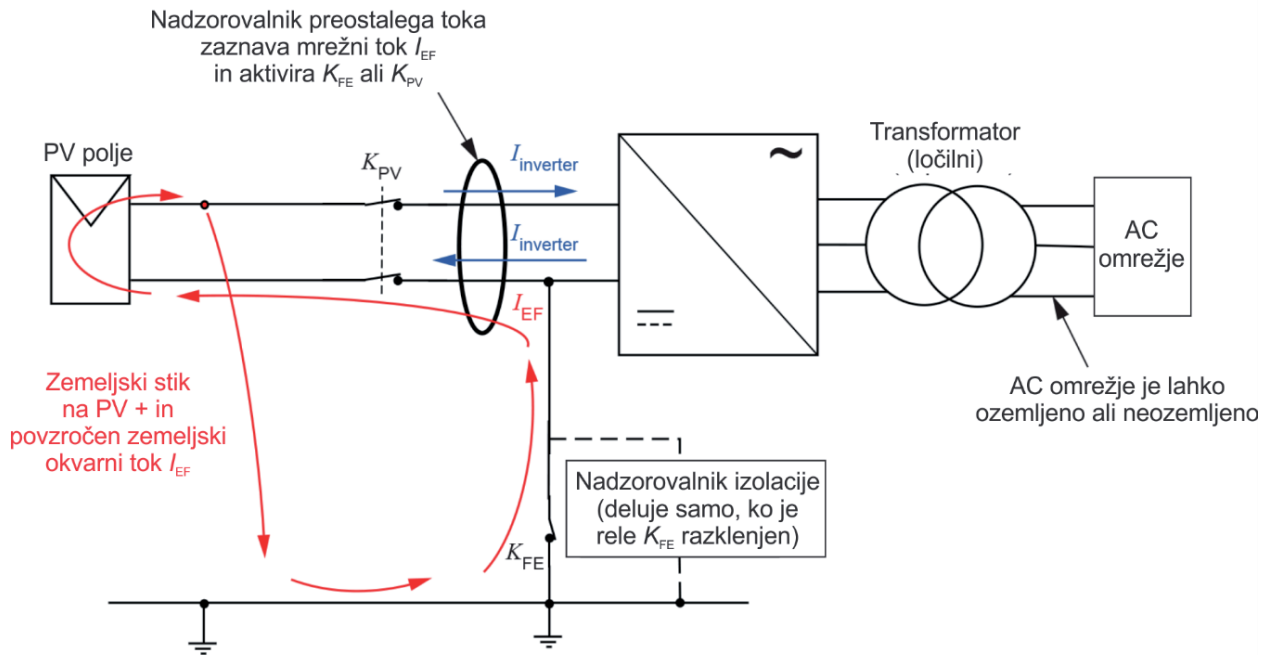
SIST EN IEC 63112 obravnava varnost in z varnostjo povezano funkcionalnost fotonapetostnih polj, v povezavi z opremo za zaščito pri zemeljskem stiku. S stališča varnosti gre za pomemben prenos potencialov in s tem nevarne napetosti dotika v primeru zemeljskega stika na strani proizvodne enote (v tem primeru je to FE) prek povezav zaščitnih vodnikov. V nadaljevanju je prikazanih nekaj primerov teh povezav z vrisanimi okvarnimi zankami in mesti vgrajene zaščite.



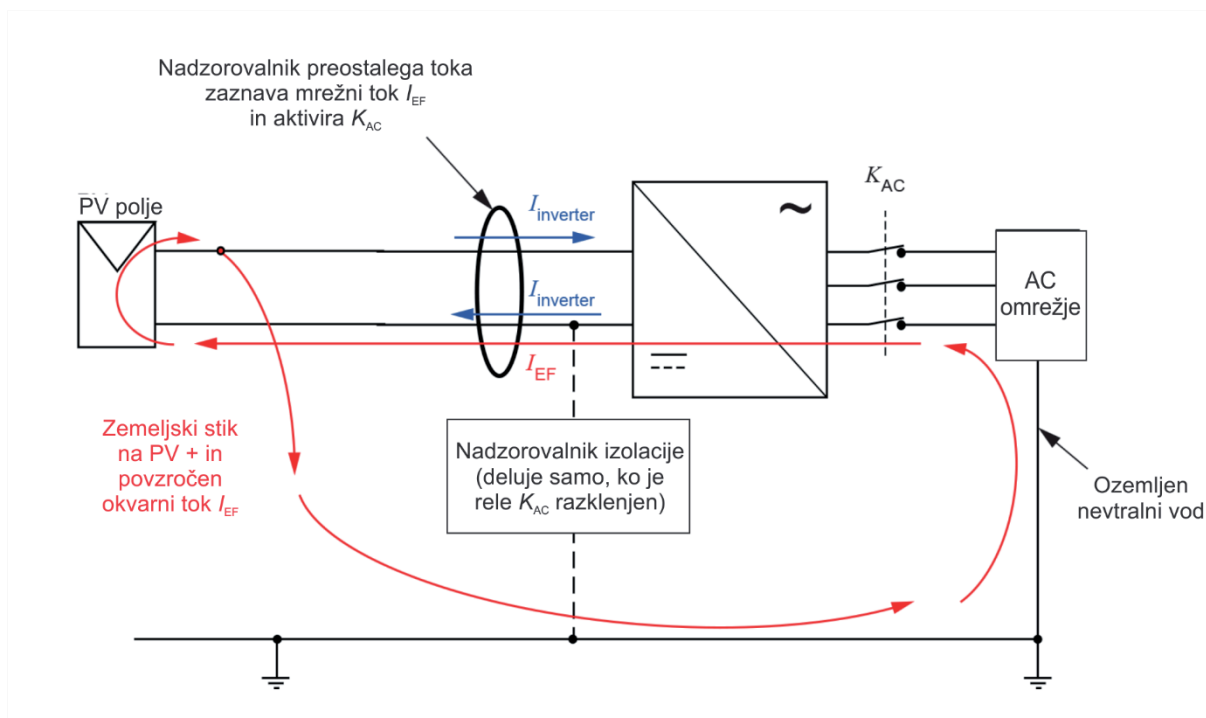
Slika 6.3: Funkcionalno ozemljen sistem z nadzorovanjem toka v vodnik funkcionalne ozemljitve



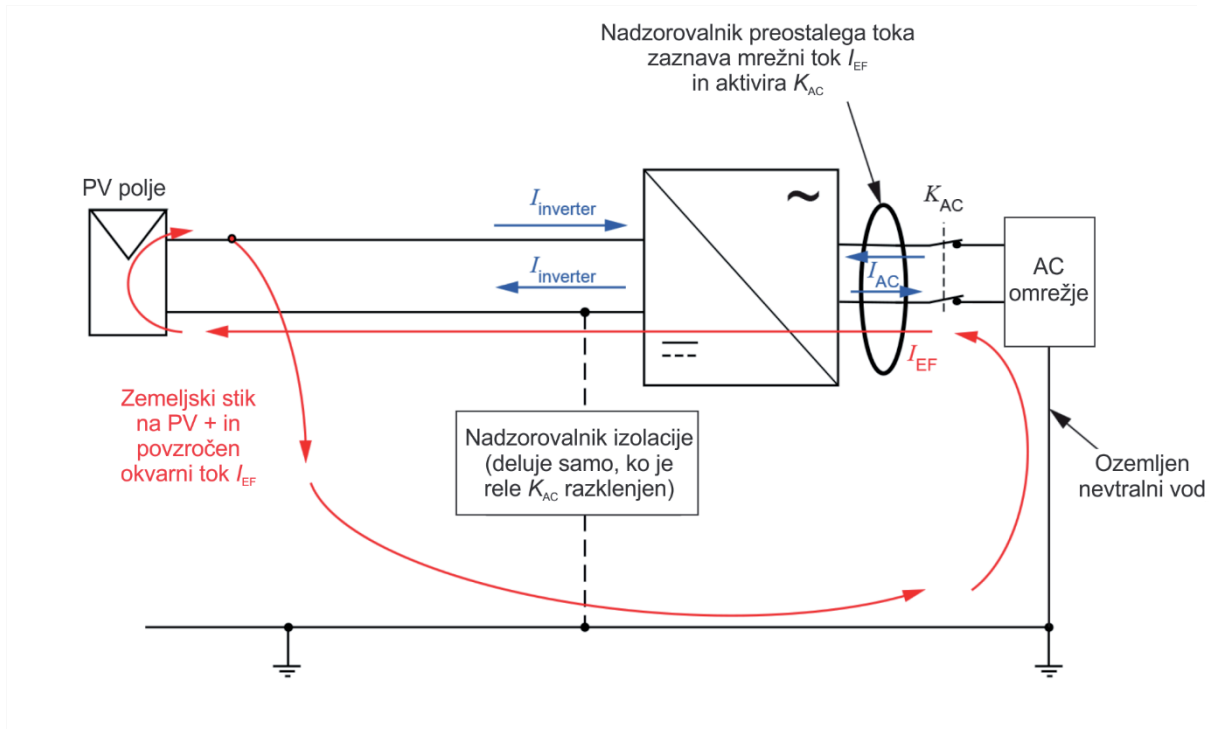
Slika 6.4: Funkcionalno ozemljen sistem z okvaro vodnika funkcionalne ozemljitve



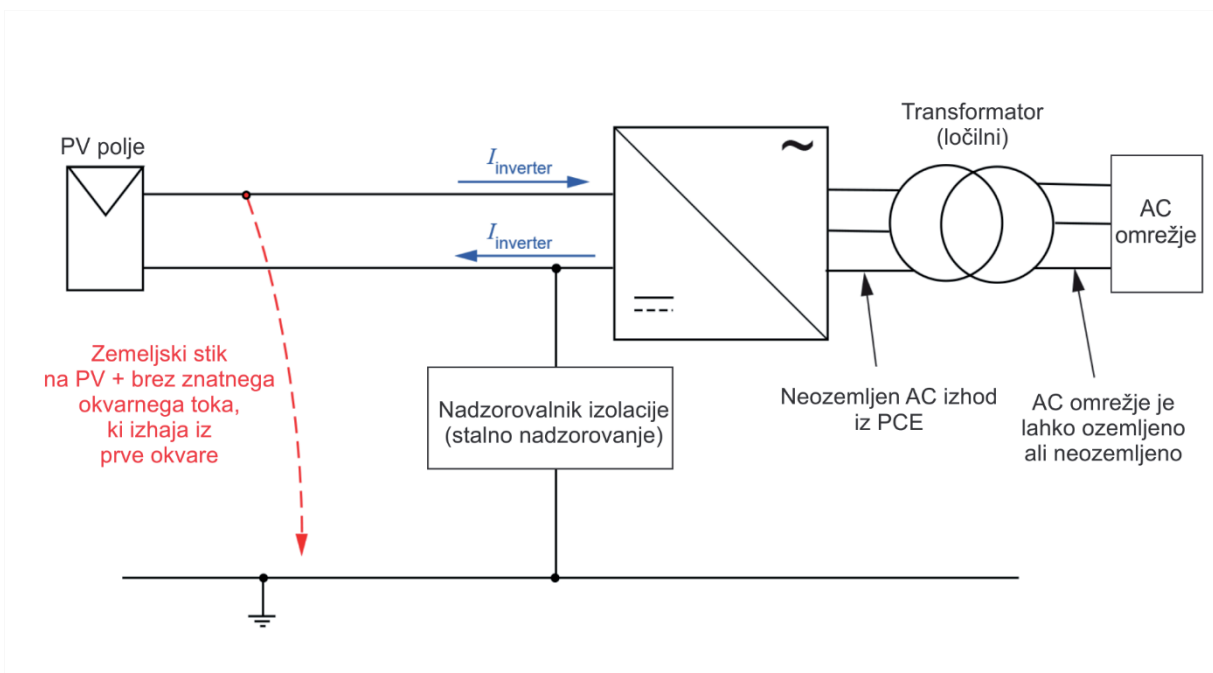
Slika 6.5: Funkcionalno ozemljen sistem z nadzorovanjem preostalega toka



Slika 6.6: Trifazni sistem brez ločitve z nadzorovanjem preostalega toka na PV+/-



Slika 6.7: Enofazni sistem brez ločitve z nadzorovanjem preostalega toka na AC-strani



Slika 6.8: Neozemljen sistem s stalnim nadzorovanjem izolacije

7. 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.

Priporoča se, da se gradnike fotonapetostnega sistema, vezani na DC-inštalacijo, ne vodi v notranjosti objektov, ampak v zaprtih kabelskih policah po strehi in/ali fasadi do čim bližje lociranih razsmernikov, zaščiteneh pred dostopom, na zunanji strani ovoja stavbe.

7.1 Uvod

Različni sestavni deli fotonapetostnega sistema so gorljivi zaradi vsebnosti polimerov, na primer:

- folija za obdajanje iz etilen vinil acetata (EVA) in polimerna hrbtna plošča v modulih,
- polimeri v kablju, ki tvorijo nize,
- razvodne omarice in
- razsmerniki.

Polimeri lahko povzročijo povišano temperaturo, saj je njihova kurilna vrednost primerljiva s kurilno vrednostjo kurilnega olja (PE: 46 MJ/kg > kurilno olje: 43 MJ/kg).

Med požarom in po njem lahko fotonapetostni sistem povzroči emisije v obliki tekočine, trdne snovi ali dima. Splošna javnost je varna pred nevarnimi koncentracijami zaradi nizke količine nevarnih snovi v PV-sistemih. Gasilci, ki se odzovejo na intervencijo, pa bi bili lahko izpostavljeni nevarnim količinam težkih kovin, kot so svinec, kadmij in selen.

7.2 Zakonodajna izhodišča

Varnost pred požarom spada med **bistvene zahteve** Gradbenega zakona. V skladu s 25. 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 27. 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 37. 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 25. 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.

Uredba o manjših napravah za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije ali s so-proizvodnjo z visokim izkoristkom nalaga, da se mora pri montaži na, v ali ob objekt pred začetkom del izdelati strokovna presoja požarne varnosti, s katero se dokaže, da se požarna varnost objekta zaradi montaže FE ne bo zmanjšala.

7.3 Obvladovanje požarnega tveganja, povezanega s fotonapetostnimi sistemi na stavbah

Obvladovanje požarnega tveganja, povezanega z FE-sistemi na stavbah, je povzeto po tehničnem poročilu IEC TR 63226.

Ocenjevanje tveganja se začne že z izbiro lokacije, kamor se bo postavil FE-sistem. Pri tem se preverja odziv na ogenj pri materialih, ki sestavljajo streho – pomembna je tudi izolacija strehe. V primeru uporabe gorljive izolacije se priporoča, da je vrhnji sloj oziroma sloj nad gorljivo izolacijo ustrezen in iz negorljivih materialov. Priporoča se, da se streha pred namestitvijo na novo prekrije. Preverja in ocenjuje se tudi nosilna konstrukcija stavbe tako glede na odziv na ogenj kot tudi požarna odpornost. Pri tem se upoštevajo tudi geometrija, višina in dostopnost stavbe.

Upoštevati je treba tudi namembnosti stavbe, na katero se FE-sistem namešča. Ocenjujejo se tudi tveganja in nevarnosti, ki lahko vplivajo na ljudi, ter tveganja in nevarnosti s finančnega vidika. Temu primerno se potem določa in odloča o varnostnih ukrepih.

Preverjajo se ukrepi, namenjeni in zahtevani za zagotavljanje možnosti za gašenje in reševanje. Pri tem se upoštevata odzivni čas gasilcev in tudi obseg v primeru intervencije. Pri tem se preverijo dostopne poti za gasilce, dostopnost do strehe in na strehi. Na dostopnih poteh je treba kable dodatno mehansko zaščititi.

Eno od tveganj, ki jih je treba obvladati, so organizacijski ukrepi. Ker je tukaj človeški dejavnik zelo pogost in ima velik vpliv, se ocenjuje precej zadržano. Ocenjuje se, ali so izvedeni dokumenti ter ali so vsi sodelujoči v življenjskem ciklu FE-sistema ustrezno poučeni in izobraženi ter seznanjeni z vitalnimi deli FE-sistema. Med organizacijske ukrepe spada tudi seznanitev gasilcev.

Ocenjujejo se tehnični ukrepi FE-sistema, kot je recimo ustreznost zračenja (da se gradniki čezmerno ne grejejo), ter da se preprečuje zadrževanje gorljivih materialov, kot so listje ali gnezda, ali dostopnost živalim. Zelo pomemben dejavnik je tudi ustrezna izbira kablov in konektorjev. Standarda IEC 62548 in IEC 60364-7-712 ne dovoljujeta mešanja konektorjev različnih proizvajalcev. Tehnični ukrepi so tudi detekcije na primer pojava obloka ali poškodbe ozemljitve. V primeru detekcije se predlaga takojšen izklop sistema ter se opozori uporabnike in zagotovi tudi varnost tehnikom oziroma upravljalcem.

Pri tehničnih ukrepih se predlaga tudi, da so DC-kabli zunaj stavbe in da ne vodijo v stavbo, torej, da se nameščajo na zunanji strani ovoja stavbe.

Delovanje in vzdrževanje ali čiščenje FE-sistema mora biti jasno opredeljeno, prav tako tudi odgovornosti oziroma kdo lahko in kaj mora periodično pregledovati.

Iz Priloge A k tehničnemu poročilu IEC TR 63226 je mogoče razbrati, da požar na FE-sistem najpogosteje pride od zunaj – statistika je iz Nemčije. Pri preučitvi približno 400 požarov je imelo 200 požarov zunanji izvor, 179 jih je bilo vezanih na požar FE-sistema. Od tega je bilo 10 takih, da je uničena tudi stavba, 65 je bilo takih, da je bila poškodovana stavba, v 49 primerih so bili FE-sistemi uničeni, pri 55 primerih pa je prišlo do poškodb posameznih gradnikov FE-sistemov.

Med temi primeri je bilo največ požarov na DC-strani in najmanj na AC-strani. Vžig modula ali razsmernika je zastopan približno enako.

Za zmanjševanje tveganj izberite samo visokokakovostne komponente FE-sistema, kot so PV-moduli, kabli in razsmerniki.

Tveganje se zmanjšuje tudi z izklopitvijo FE-sistemov. Izvedite rešitve po sistemu Rapid Shutdown, da odpravite izpostavljenost gasilcev ali servisnih ekip tveganju neposrednega stika z napetostnim kablom DC.

Zmanjšanje tveganja se ohranja s prehodi s predpisano in zahtevano širino ter odmiki od roba strehe.

Pri zmanjšanju tveganja pomaga tudi označevanje kablov za enosmerni tok. Nujna je posodobitev načrtov za postavitev kablov za enosmerni tok, načrti morajo biti na voljo na lokaciji.

Gasilce je treba obvestiti o obstoju FE-sistemov ter njihovi lokaciji in vrsti, da lahko ustrezno in varno načrtujejo svoje ukrepe. Gasilci morajo biti opremljeni z neodvisnim dihalnim aparatom v primeru intervencije ter morajo uporabljati maske, da se zaščitijo pred škodljivimi in potencialno strupenimi plini.

Odpadke s poškodovanega FE-sistema je treba strokovno odstraniti.

7.4 Varnostna izhodišča za postavitev 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.

7.5 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 enosmernega 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 enosmernega 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.

7.6 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 osojne 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.

7.7 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: kositrnan 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.

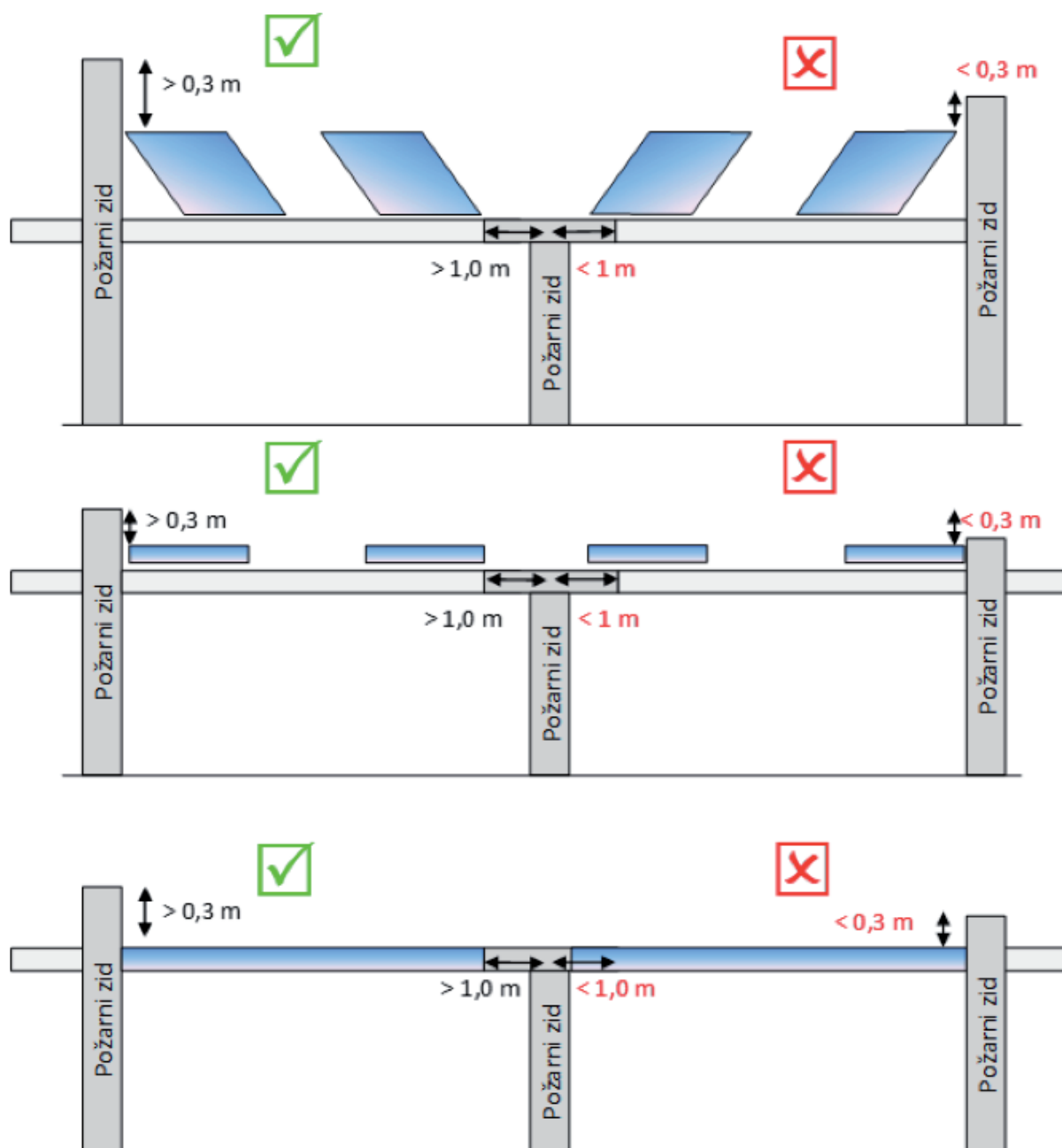
Primer oznake kabla, izdelanega pred 27. 10. 2017, ki ustreza zgornjim zahtevam, je PV1-F ali PV 20 FG21M21. Kabel ustreza PV-F1 po nemških pravilih (VDE tehnična pravila – VDE technical rules; VDE-Anwendungsregeln – »code of practice« – kodeks ravnanja: VDE-AR-E 2283-4:2011-10). Primer oznake PV 20 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.

7.8 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.



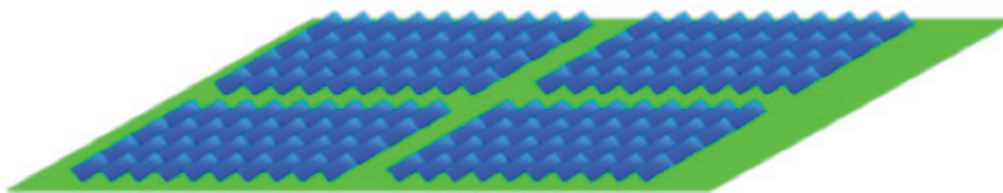
Slika 7.1: Primeri pravilne in nepravilne postavitve modulov ob požarnem zidu (vir: SZPV 512/Gregor Kušar)

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.

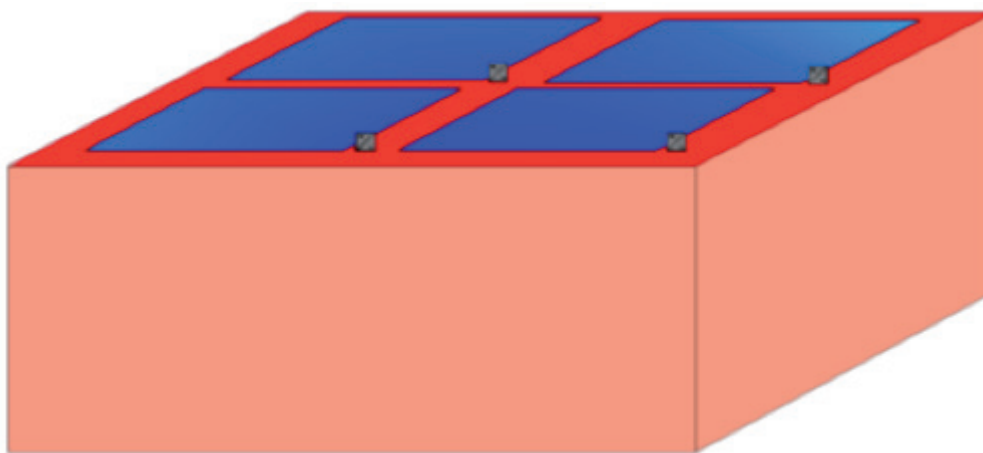
Zelo pomembno je, da gradnikov FE ne polagamo na gorljive materiale. To še posebej velja za DC in razsmernike.

Samostoječa FE na zemljišču



Slika 7.2: Paziti je treba na podrast

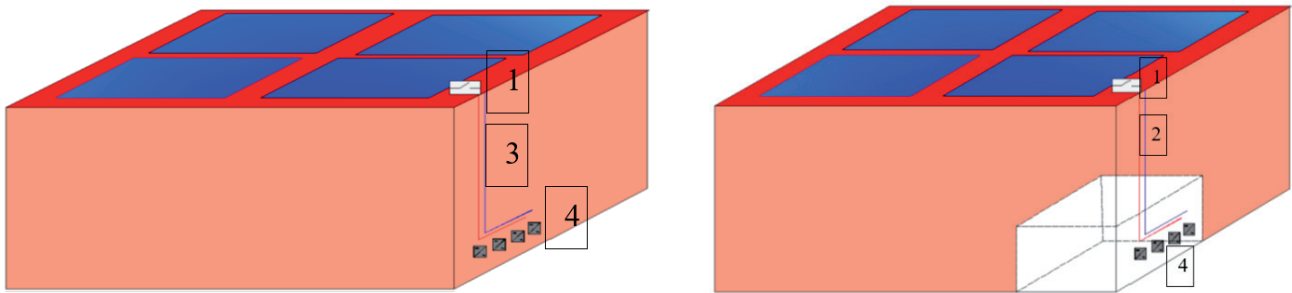
Skrbeti je treba, da se podrast ne razraste in da se onemogoči stik kablov z zemljo ter da ne pride do nenamernih poškodb, ker oboje predstavlja možen vir vžiga.



Slika 7.3: 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



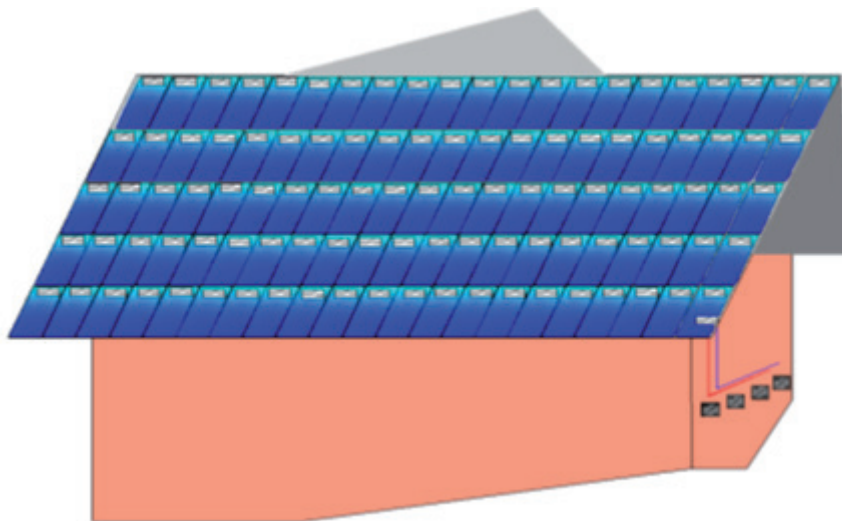
Slika 7.4: FE na strehi, požarno ločeni od drugega dela stavbe, z razsmerniki na fasadi ali v stavbi

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 požaroodporen 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.

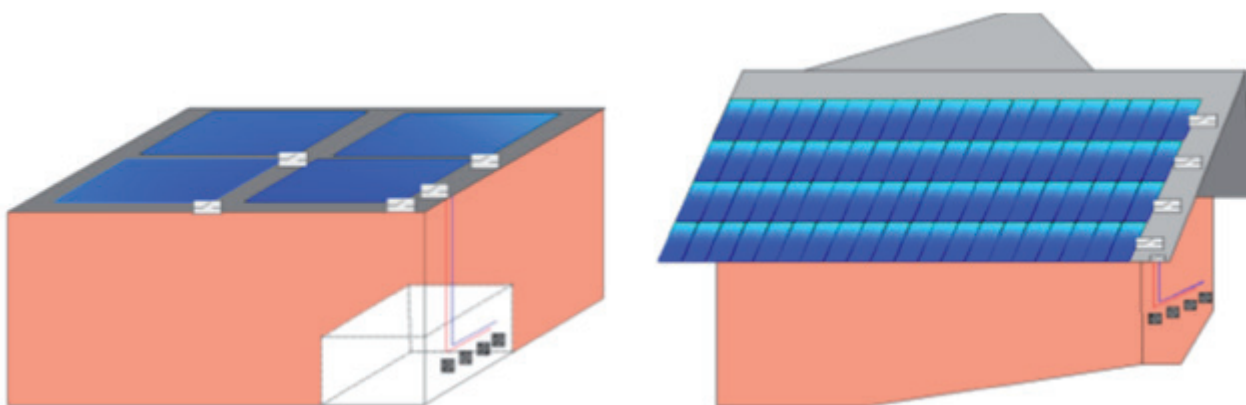
V streho ali fasado vključeni FE-moduli (integrirani), z razsmerniki v stavbi ali na fasadi



Slika 7.5: 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 modulih, 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



Slika 7.6: 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.

7.9 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.

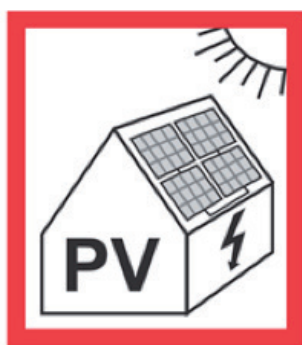
Vsebina požarnega načrta za FE je podrobno obrazložena v smernici SZPV 512.

7.10 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

Slika 7.7: Varnostni znak prisotnosti PV-inštalacije

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.

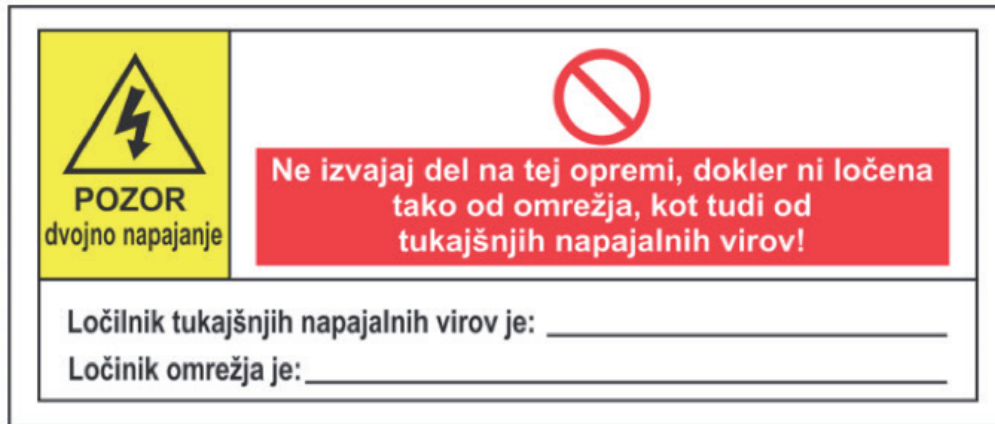


Slika 7.8: Oznaka delov pod napetostjo na osnovi

Najmanjša velikost oznake je 150 mm × 24 mm.

3. Opozorilna oznaka na PCE-ju na osnovi 712.514.103

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



Slika 7.9: Opozorilna oznaka na vsakem PCE

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

7.11 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.

Tabela 7.1: Nevarnosti zaradi fotonapetostnih elektrarn

Vzorci nevarnosti									
Nevarnost	Strupeni plini	Reakcija strahil	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									✓

7.11.1 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 modulih FE, so med drugim steklo, silicij, kovine, težke kovine, tekoča smola, etilen, vinilacetat, silikon, spoji folij ter različne druge umetne mase.

7.11.2 Rušenje/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.

7.11.3 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 (SIST HD 60364-4-41 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:

Tabela 7.2: Vrsta oziroma tip gasila glede na prisotno napetost

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	/

7.12 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.

7.12.1 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.

7.13 Značilne nevarnosti glede na vrste sončnih elektrarn

Legenda risb:










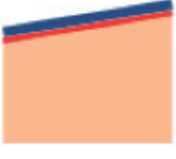
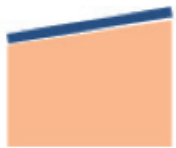










(modra črta)		ali 	: modul
(zelena črta)			: tla / zemlja
(rdeča črta)			: požarna ločitev / požarno odporna streha ali fasada
(oranžni pravokotnik)			: objekt / stavba

Tabela 7.3: Značilne nevarnosti glede na vrsto FE

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>

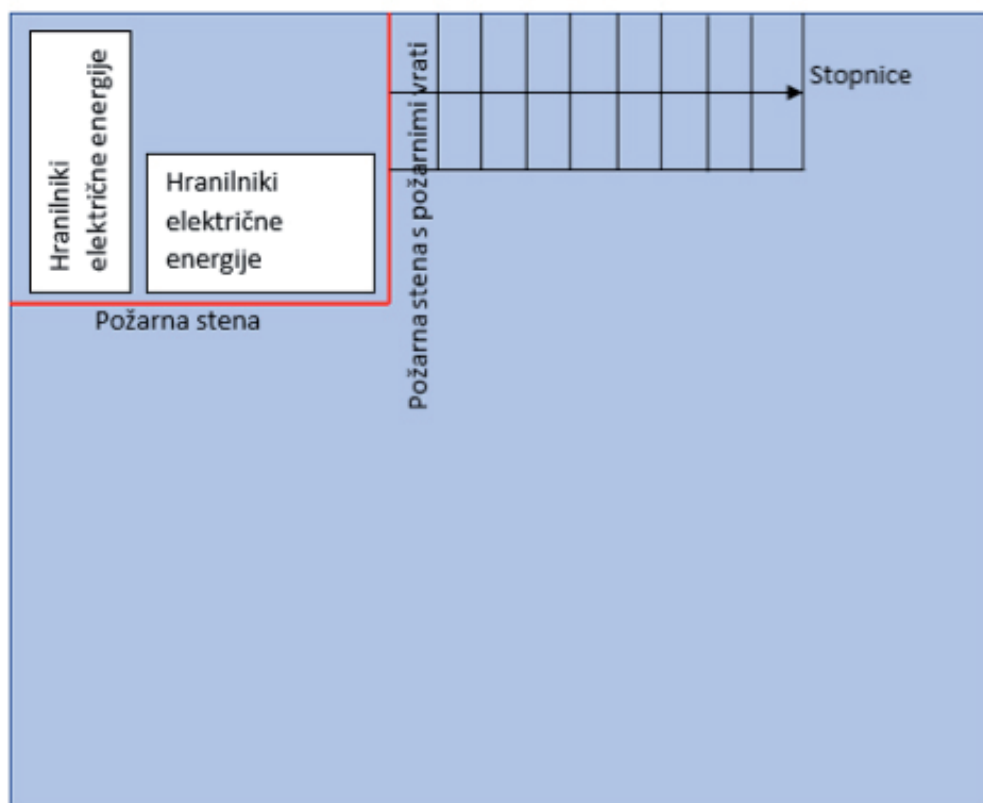
7.14 Hranilniki električne energije in požarna varnost

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.



Slika 7.10: Prostor za hranilnike električne energije

7.15 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 zaščitelih delih evakuacijskih poti morajo kabli ustrezati zahtevam B_{2ca} s1 d1 a1.

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

Tabela 7.4: Zahtevan odziv na ogenj

Vrsta stavbe ali dela stavbe (CC-SI)	Minimalni razred odziva na ogenj za vgrajene električne kabli
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	B_{2ca} s1 d2 a1
1264 – stavbe za zdravstveno oskrbo, kjer se ljudje ne morejo evakuirati brez tuje pomoči	B_{2ca} s1 d2 a1
125 – industrijske stavbe in skladišča	E_{ca}
125 – industrijske stavbe in skladišča nad 1000 MJ/m ² in VRS	B_{2ca} s1 d2 a1
Zbirališča	C_{ca} s1 d2 a1
Visoke stavbe	C_{ca} s1 d2 a1

Ne glede na zahteve iz zgornje tabele se lahko E_{ca} kabli nameščajo v:

- požarno manj zahtevnih objektih in
- v delih stavb z nameščenim avtomatskim sistemom gašenja ali
- če so položeni požarno varno, kot določa smernica SZPV 408.

8. Izbira in namestitvev električne opreme

Osnovne zahteve za izbiro in namestitvev električne opreme so zajete v Tehnični smernici TSG-N-002 Nizkonapetostne 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.

8.1 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.

Tabela 8.1: Primerjalni podatki za fotonapetostne module

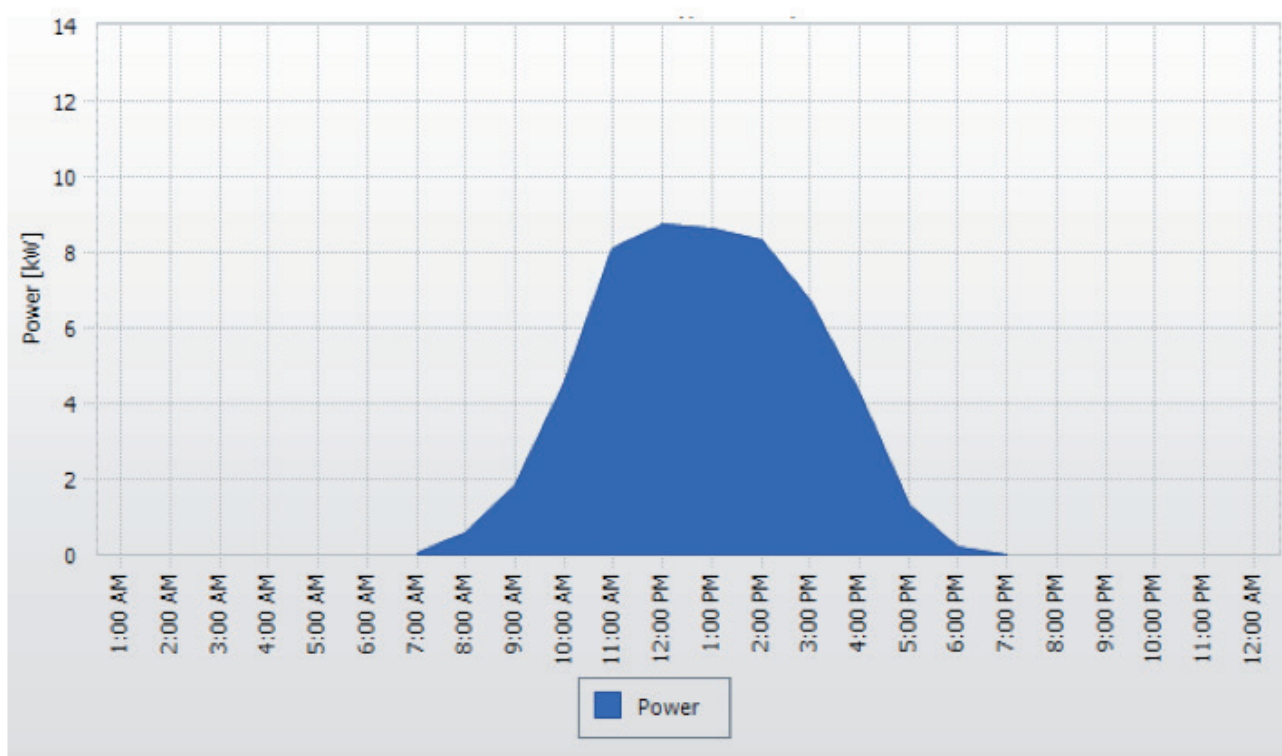
Parameter	Pogoji	Polikristalni				Monokristalni			
Nazivna moč P_{MPP} [W]	STC (1000 W/m ² , 25 °C)	325	330	335	280	340	355	370	310
Kratkostični tok I_{SC} [A]		9,25	9,35	9,45	9,5	9,45	9,80	9,95	9,95
Napetost odprtih sponk U_{OC} [V]		47,3	47,5	47,6	39,7	48,0	48,4	48,9	41,0
MPP-tok I_{MPP} [A]		8,85	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		

Nekaj novejših podatkov za module (napredek v tehnologiji).

Tabela 8.2: Podatki novejših modulov

Parameter	Pogoji	Monokristalni			
Nazivna moč P_{MPP} [W]	STC (1000 W/m ² , 25 °C)	375	380	450	460
Kratkostični tok I_{SC} [A]		11,4	11,45	11,4	11,5
Napetost odprtih sponk U_{OC} [V]		41,9	42,1	50,2	50,6
MPP-tok I_{MPP} [A]		10,75	10,85	10,75	10,9
MPP-napetost [V]		34,9	35,0	41,9	42,2
Izkoristek PV-modula [%]		20,2	20,4	20,3	20,8
Najvišji zaporni tok [A]		20			
Najvišja sistemska napetost [V]		1500			
Razred zaščite		II			
Temperaturni koeficient napetosti β [%/K]		-0,27			
Temperaturni koeficient moči γ [%/K]		-0,35			
NOCT [°C]		44			
Temperaturno območje [°C]		-40 do +85			
Mere L × Š × d [mm ³]		1770 × 1050 × 35		2110 × 1050 × 40	
Masa [kg]		20,5		24,5	
Nazivna obremenitev [Pa]	Sneg/veter	5400/2400			
Število celic		120		144	
Garancija izdelka		15 let			
Garancija za 85 % izhoda		25 let			

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. Dejansko je kratkostični tok ISC tisti, ki je sorazmeren z gostoto vpadne svetlobne energije, nekaj nižja pa je tudi UOC, približno 6 % pri znižanju vpadne gostote energije s 1.000 W/m² na 800 W/m².



Slika 8.1: Primer oddane moči FE na območju osrednje Slovenije 12. marca 2019, nazivna moč FE je 12 kW temensko

Osnovni tipi razsmernikov

Poznamo več vrst in pristopov razsmerniških sistemov za fotovoltaične 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 razmerjajo DC- v AC-napetost na nivoju posameznega fotovoltaičnega modula, ponujajo boljši izkoristek in odpravo problemov senčenja ter poškodb na posameznem modulu v veji 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.

8.2 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.

8.3 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.

8.3.1 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 8.3: 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.**

8.3.2 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:

Tabela 8.4: Stopnje 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.**

8.3.3 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 preklapljanja 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

Tabela 8.5: Prenapetostne kategorije

Prenapetostna kategorija	Okolje
I	Elektronika na sekundarni strani napajalnih transformatorjev, električna oprema z ločeno napajalno napetostjo in niskonapetostni 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

Tabela 8.6: Impulzne prenapetosti glede na kategorijo in nazivno napetost sistema

Nazivna napetost napajalnega sistema		Napetost linijskega vodnika proti nevtralnemu, dobljena iz nazivnih napetosti a. c. ali d. c. do in vključno	Naznačena impulzna vzdržna napetost			
Trifazno	Enofazno		Prenapetostna kategorija			
V	V	V	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.**

8.3.4 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.

Tabela 8.7: Skupine materialov na osnovi plazilnega indeksa (CTI)

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.

8.3.5 Nekatere 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 8.8: Nekatere zračne razdalje glede na impulzne prenapetosti

Zahtevana impulzna vzdržna napetost kV	Najmanjša zračna razdalja v mm do 2000 m nad morjem					
	Nehomogeno polje			Homogeno polje		
	Stopnja onesnaženja			Stopnja onesnaženja		
	1	2	3	1	2	3
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 8.9: Plazilne razdalje

Efektivna napetost V	Najmanjša plazilna razdalja								
	Material za tiskana vezja								
	Stopnja onesnaženja								
	1	2	1	2			3		
	Vse skupine materialov	Vse skupine materialov, razen IIIb	Vse skupine materialov	Mater. skupine I	Mater. skupine II	Mater. skupine III	Mater. skupine I	Mater. skupine II	Mater. skupine III
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	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.

8.4 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 – Ocena zasnove in odobritev tipa (skupina standardov),
- 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,
- SIST EN 62688 Koncentratorski fotonapetostni (CPV) moduli in sestavi – Opredelitev varnosti,
- IEC TS 63126 Vodila za uvrščanje PV-modulov sestavnih delov in materialov za delovanje pri visokih temperaturah.

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.

8.5 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.

8.6 Dostopnost

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

Poleg gornjih zahtev velja še naslednje:

Izbira in namestitvev 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 7. Ukrepi požarne varnosti.

8.7 Identifikacija

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

8.7.1 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.

8.7.2 Inštalacijski sistem

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

8.7.3 Drugi vodniki

Oznaka solarnih kablov, primernih za namestitev iz vidika varstva pred požarom, je navedena v poglavjih 7.5 in 7.13 (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, rjavo 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 IEC 60445. Žile, označene s številkami, ki se uporabljajo za zaščitni ali nevtralni vodnik, morajo biti na vsakem priključku označene z rumeno-zeleno oziroma modro barvo.

Tabela 8.10: 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.

Tabela 8.11: Kabli in vrvice 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 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.

SIST EN IEC 60445 je glede na predhodno verzijo dopolnil nekatere oznake in določil barve nekaterim prej še nedoločenim vodnikom: okvirno vsebuje zahteve, kot so podane v spodnjih tabelah.

Tabela 8.12: Oznake na vodnikih in opremi (SIST EN IEC 60445)

Naznačeni vodniki	Oznaka priključkov na opremi	Oznaka z grafičnimi simboli za opremo ^b
Izmenični (AC) vodi		
Faza 1 (L1)	U	
Faza 2 (L2)	V ^a	
Faza 3 (L3)	W ^a	
Srednji vodnik (M)	M	
Nevtralni vodnik (N)	N	
Enosmerni (DC) vodi		
Pozitivni (L+)	+	
Negativni (L-)	-	
Zaščitni vodniki (PE)	PE	
PEN-vodnik (PEN)	PEN	
PEL-vodnik (PEL)	PEL	
PEM-vodnik (PEM)	PEM	
Zaščitni povezovalni vodnik (PB) ^c	PB	
Ozemljen (PBE)	PBE	
Neozemljen (PBU)	PBU	
Vodnik za funkcionalno ozemljitev (FE) ^d	FE	
Vodnik za funkcionalno povezavo (FB)	FB	

Opombe:

- a Potrebno samo v sistemih z več kot eno fazo.
- b Prikazani znaki ustrezajo simbolom iz SIST EN 60417.
- c Zaščitni povezovalni vodnik je v največ primerih ozemljen zaščitni vodnik. V teh primerih teh vodnikov ni treba označevati s PBE. V primerih, ko je izvedena ločitev med obema, to je ozemljenim zaščitnim povezovalnim vodnikom in neozemljenim zaščitnim povezovalnim vodnikom, je treba izvesti jasno ločitev, priporočljivo z oznakama PBE in PBU.
- d Vodniki ali priključki, ki imajo zaščitno funkcijo, ne smejo biti označeni niti z oznako FE niti z grafičnim simbolom 5018 iz SIST EN 60417.

Tabela 8.13: Oznake vodnikov v inštalacijskih shemah







	Skupina linijskih (faznih) vodnikov (L1...L3, L+, L-)
	Nevtralni (N), srednji vodnik (M)
	Zaščitni vodnik (PE)
	Kombiniran zaščitni in nevtralni vodnik (PEN) ali zaščitni in srednji vodnik (PEM)
	Vodnik za referenco sistema (SRC)
	Kombiniran linijski in zaščitni vodnik (PEL)

Tabela 8.14: Barve vodnikov (SIST EN IEC 60445)

Vrsta vodnika	Oznaka	Barva
Faza 1	L1	Črna ali rjava ali siva
Faza 2	L2	
Faza 3	L3	
Nevtralni	N	Modra
Srednji	M	
Zaščitni	PE	Rumeno-zelena*
Zaščitni + nevtralni	PEN	Rumeno-zelena z modrimi oznakami pri priključkih ali modra z rumeno-zelenimi oznakami pri priključkih.
Zaščitni + linijski	PEL*	Rumeno-zelena z modrimi oznakami pri priključkih, v primeru mešanja s PEN- ali PEM-vodnikom je treba uporabiti alfanumerične oznake.
Zaščitni + srednji	PEM*	Rumeno-zelena z modrimi oznakami pri priključkih, v primeru mešanja s PEN- ali PEL-vodnikom je treba uporabiti alfanumerične oznake.
Funkcionalna ozemljitev	FE*	Roza
+ Linija	L+ *	Rdeča
- Linija	L-*	Bela
Za določanje reference sistema	SRC*	Za barvo ni priporočila.

Rumeno-zelena barva je namenjena le za zaščitni vodnik in se ne sme uporabljati za druge namene.

Z * označeni vodniki imajo zdaj tudi določene barve, kot so navedene v zgornji tabeli. Določene so z zadnjo izdajo standarda SIST EN IEC 60445:2021. Velja tudi SIST EN 60445, prehodno obdobje se zaključuje 20. avgusta 2024.

– 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.

8.7.4 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.

8.8 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.

8.9 Inštalacijski sistemi

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

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 Zahteve za projektiranje in izvedbo nizkonapetostnih električnih inštalacij.

Inštalacijski sistemi morajo vzdržati pričakovane zunanje vplive, kot so veter, tvorjenje ledu, toplo 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 kablích z večjim prerezum kot 50 mm².

8.9.1 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 fiksen 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 8.15: Najvišje temperature 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 Najvišje dovoljene temperature vodnika, navedene v tabeli 52-4, so navedene iz Dodatka A k standardu IEC 60502 (1983) in IEC 60702 (1981)^a ter so prikazane v teh tabelah.
- b Kjer vodnik obratuje pri temperaturi nad 70 °C, je treba preveriti, da je oprema, na katero je priključen vodnik, primerna za tako temperaturo spoja.
- c Mineralno izolirani kablo lahko obratujejo pri višjih dovoljenih temperaturah odvisno od temperaturne oznake kabla, njegovega kabskega končnika, okoljskih pogojev in drugih zunanjih vplivov.

Tabela 8.16: Najmanjši prerezi 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 8.17: Razpored 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							
	Trajne tokovne obremenitve enožilnih tokokrogov						Faktor temperature okolja	Redukcijski faktor za več kablov
	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

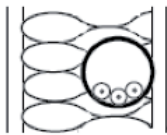
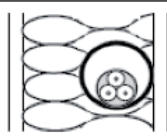
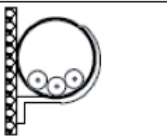
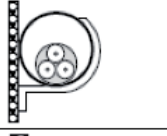
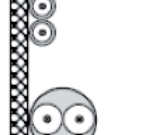
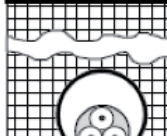
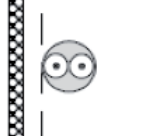

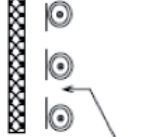
	Soba	Izolirani vodniki v cevi v termično izolirani steni	A1	A.52-2 stolpec 2	A.52-4 stolpec 2	A.52-3 stolpec 2	A.52-5 stolpec 2	-	A.52-14	A.52-17
	Soba	Večžilni kabel v cevi v termično izolirani steni	A2	A.52-2 stolpec 3	A.52-4 stolpec 3	A.52-4 stolpec 3	A.52-5 stolpec 3	-	A.52-14	A.52-17
		Izolirani 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 kablji 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 kablji 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 8.18: 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 prerezov 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.

8.9.2 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.

8.9.3 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) podpoglavja 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, podpoglavje Splošno v poglavju Zahteve za projektiranje in izvedbo električnih inštalacij.)

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.

8.9.5 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:



Slika 8.2: Opozorilo na konektorju

8.9.6 Bližina inštalacijskega sistema do drugih servisnih sistemov

(Glej TSG-N-002, poglavje Splošno v poglavju Zahteve za projektiranje in izvedbo električnih inštalacij.)

8.9.7 Izbira in namestitvev inštalacijskih sistemov glede na vzdrževanje vključno s čiščenjem

(Glej TSG-N-002, poglavje Splošno v poglavju Zahteve za projektiranje in izvedbo električnih inštalacij.)

8.10 Zaščita, ločevanje, stikanje, krmiljenje in monitoring

(Glej TSG-N-002, poglavje Naprave za izklop in krmiljenje.)

8.10.1 Naprave za samodejni izklop napajanja pri okvari in dodatno zaščito

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

8.10.2 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 $U_{OC\ MAX}$.

Tabela 8.19: 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

8.10.3 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.

8.10.4 Naprave za zaščito pred prenapetostmi

Če je PV-sistem inštaliran v notranjosti ščitenega 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 štiti.

Če proizvajalec ni navedel podatka, se šteje, da je vzdržna napetost impulza U_w enaka navedeni v tabeli in velja za module ter pretvornike.

Tabela 8.20: Izbira zaščitnega nivoja SPD U_p

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 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.

8.10.5 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).

8.10.6 Koordinacija zaščitnih naprav

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

8.10.7 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.

8.10.8 Naprave za nadzorovanje

(Glej TSG-N-002, poglavje Naprave za izklop in krmiljenje.)

8.11 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.

8.11.1 Zaščitni vodniki

(Glej TSG-N-002, poglavje: Zahteve za vodnike.)

8.11.2 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.

8.12 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 novejša izdaja 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 50549-1.

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 oblaka.

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.

8.13 Sistemi FE

Nekaj osnovnih zahtev za fotonapetostne naprave je v TSG-N-002, v poglavju Vgrajene fotonapetostne naprave in fotonapetostna napajalna omrežja.

8.13.1 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:

- Pravilnik o tehničnih zahtevah naprav za samooskrbo z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 1/16, 46/18 in 121/21 – ZSROVE),
- Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije (Uradni list RS, št. 43/22).

Uredba določa:

- pogoje za samooskrbo z električno energijo, pridobljeno iz obnovljivih virov energije;
- način obračuna;
- največjo priključno moč naprave za individualno samooskrbo in tudi za primer samooskrbne skupnosti;
- 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 zakonodaja, kot so Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSROVE) in Zakon o oskrbi z električno energijo (ZOE) ter dopolnjena obstoječa Uredba o samooskrbi z električno energijo iz obnovljivih virov energije poleg individualne izrecno spodbuja tudi samooskrbo skupnosti ter poudarja, da bi tudi tisti, ki živijo v stanovanjih, morali imeti 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!

8.13.2 Različni načini vključevanja

Priključevanje na javno omrežje se izvede s pogoji systemskega operaterja distribucijskega omrežja (SODO). Navodila SONDSEE, 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.

8.13.3 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.

8.13.4 Sistemi FE malih moči (balkonske FE)

8.13.4.1 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-Kleinstenerzeugungsanlage 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.

Pri nas so osnovne zahteve v TSG-N-002 v poglavju Prenosne fotonapetostne naprave (naprave »Plug & Play«) in v Pravilniku o tehničnih zahtevah za priključitev in obratovanje vtične proizvodne naprave na obnovljive vire energije.

8.13.4.2 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.

8.13.4.3 Navodila za uporabo (montažo) »balkonskih sončnih elektrarn«

V navodilih je napisana tudi največja moč »balkonskih FE-sistemov« za posamezno državo. Ta je v Sloveniji omejena pri 600 W na osnovi Pravilnika o tehničnih zahtevah za priključitev in obratovanje vtične proizvodne naprave na obnovljive vire energije.

Lastnik mora ob priključitvi take naprave distribucijskemu operaterju zagotoviti informacije, kot jih navaja omenjeni pravilnik:

Pomembna zahteva je tudi, da se mora lastnik, če dvomi o neoporečnosti inštalacije, pred priključitvijo posvetovati s strokovnjakom. Posvet s strokovnjakom je potreben tudi, če se naprava priključuje na inštalacijo z dvema vodnikoma in izvedenim »ničanjem« (notranja povezava med ozemljitvenim kontaktom vtičnice in ničelnim vodnikom).

8.13.4.4 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 števecja, 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.

8.13.4.5 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).

8.13.4.6 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 zunanjem 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).

8.13.4.7 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 62109-1¹ 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.

8.13.4.8 »Inform & Fit« za proizvodni vir tipa A

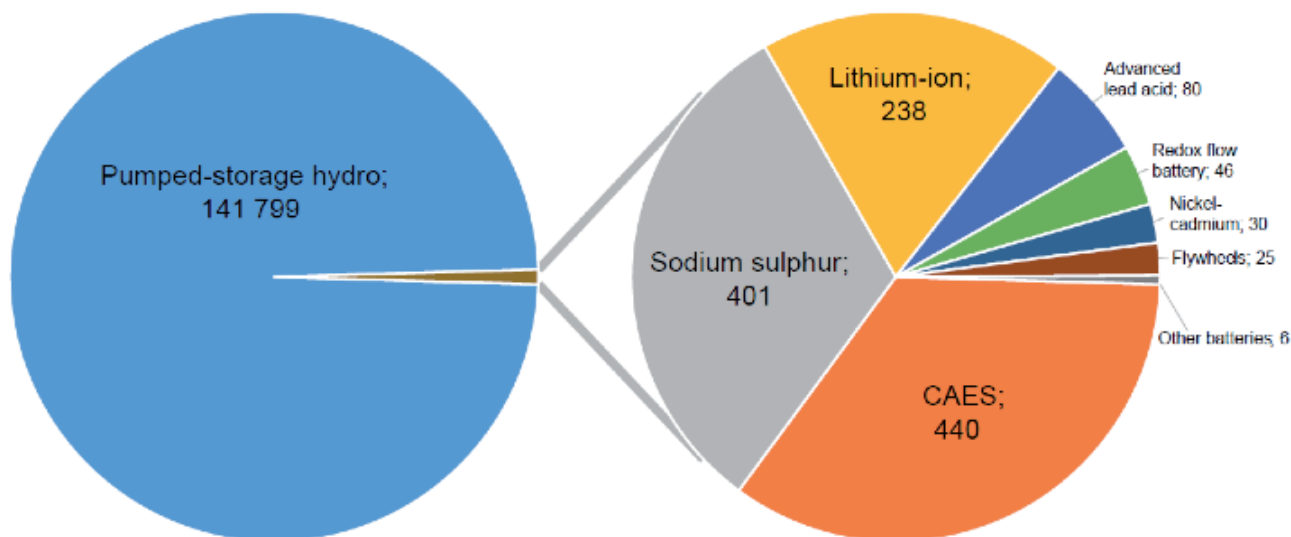
Te proizvodne vire obravnava tudi tehnična smernica za nizkonapetostne električne inštalacije, pri čemer pogoje za priklop obravnavajo sistemska navodila SONDSEE. Upoštevati je treba standarda SIST EN 50549-1 in SIST EN 50549-10.

¹ SIST 62109-1:2011 Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih – 1. del: Splošne zahteve.

8.14 Hranilniki električne energije

8.14.1 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.



Slika 8.3: Razporeditev shranjevanja električne energije v letu 2015

Globalna razporeditev shranjevanja energije 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 nezaželena, 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.

8.14.2 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 treba za razliko od PV-sistemov brez hranilnikov poleg vsot tokov iz PV-stringov upoštevati tudi največji možni tok, ki lahko izvira iz hranilnika električne energije. Hranilnik sam zase nima omejenega toka, zato je obvezna zaščita pred prevelikim tokom, največji tok pa določa vgrajena zaščita pred prevelikim tokom (I₂).

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 I_n 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.

8.14.3 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. Pri Li-ionskih akumulatorjih je treba posebej paziti na varnost in krajšanje uporabne življenjske dobe zaradi prepolnjenja.

8.14.4 Pomembni standardi v povezavi s hranilniki električne energije

Za izbiro hranilnikov in zahtev v povezavi z njimi so pomembni standardi:

- SIST HD 60364-8-1 Niskonapetostne električne inštalacije – 8-1. del: Energijska učinkovitost.
- SIST HD 60364-8-2 oziroma 60364-8-82 Niskonapetostne električne inštalacije – 8-2. del: Električne inštalacije proizvajalcev-odjemalcev.
- IEC TS 60364-8-3 Niskonapetostne električne inštalacije – 8-3. del: Funkcionalni vidiki – Obravnavanje električnih inštalacij proizvajalca-odjemalca.
- SIST EN 61427-1 Sekundarni členi in baterije za shranjevanje obnovljive energije – Splošne zahteve in preskusne metode – 1. del: Uporaba fotonapetostnih elementov zunaj elektroenergetskega omrežja.
- SIST EN 61427-2 Sekundarni členi in baterije za shranjevanje obnovljive energije – Splošne zahteve in preskusne metode – 2. del: Omrežne izvedbe.
- IEC TR 61850-90-9 Komunikacijska omrežja in sistemi za avtomatizacijo porabe električne energije – 90-9. del: Uporaba IEC 61850 za sisteme shranjevanja električne energije.
- SIST EN IEC 61851-1 Sistem za napajanje električnih vozil prek kabla – 1. del: Splošne zahteve.
- SIST EN IEC 62040-1 Sistemi z neprekinjenim napajanjem (UPS) – 1. del: Varnostne zahteve.
- SIST EN 62040-4 Sistemi z neprekinjenim napajanjem (UPS) – 4. del: Okoljski vidiki – Zahteve in poročanje.
- SIST EN 62109-2 Varnost močnostnih pretvornikov, ki se uporabljajo v fotonapetostnih sistemih – 2. del: Posebne zahteve za razsmernike.
- SIST-TS IEC/TS 62257-4 Priporočila za sisteme malih obnovljivih virov energije in hibridne sisteme za elektrifikacijo podeželja – 4. del: Izbira sistema in zasnova.
- SIST EN 62620 Sekundarni členi in baterije z alkalnimi ali drugimi nekislinskimi elektroliti – Sekundarni litijevi členi in baterije za industrijsko uporabo.
- IEC TS 62786 Povezava razpršenih energijskih virov z mrežo.
- IEC TS 62898-2 Mikromreže – 2. del: Vodila za delovanje.
- SIST EN IEC 62909-1 Dvosmerni omrežni elektroenergetski pretvorniki – 1. del: Splošne zahteve.
- IEC SRD 62913-2-3 Zahteve za splošna pametna omrežja – 2-3. del: Viri, priključeni na področja mrež.
- SIST EN IEC 62932-1 Energijski sistemi pretočnih baterij za vgrajeno opremo – 1. del: Terminologija in splošni vidiki.
- Skupina standardov SIST EN IEC 62933 Električne naprave za shranjevanje energije (EES).
- SIST EN IEC 63056 Sekundarni členi in baterije z alkalnimi ali drugimi nekislinskimi elektroliti – Varnostne zahteve za sekundarne litijeve člene in baterije za industrijsko uporabo v električnih napravah za shranjevanje energije.

8.15 Sistemi za upravljanje z električno energijo (EEMS)

V prosumerskih vezavah, še zlasti pri obravnavi energijske učinkovitosti (SIST HD 60364-8-1), se pojavljajo sistemi za upravljanje z električno energijo. S tem sistemom se nadzorujejo pretoki električne energije in regulira stikanje električnih porabnikov na lokalno omrežje, seveda tisti, ki to dovoljujejo. Tak prosumerski sistem ima dodaten nadzorni tokokrog, s katerim se zaznavajo, merijo in regulirajo vse naprave, vezane na to omrežje, v ozadju pa je še kontrolnik (npr. PLC), ki izvaja funkcijo nadzora, upravljanja in regulacije.

V tem primeru je mogoče določiti tudi stopnjo energijske učinkovitosti električne inštalacije.

Nekateri standardi, ki obravnavajo to področje, so:

- SIST HD 60364-8-1 Niskonapetostne električne inštalacije – 8-1. del: Energijska učinkovitost.
- IEC TS 60364-8-3 Niskonapetostne električne inštalacije – 8-3. del: Funkcionalni vidiki – Obravnavanje električnih inštalacij proizvajalca-odjemalca.
- IEC TR 61850-90-16 Komunikacijska omrežja in sistemi za avtomatizacijo porabe električne energije – 90-16. del: Zahteve za sistemsko upravljanje za avtomatizacijo pametne energije.
- SIST EN IEC 61968-5 Združevanje aplikacij pri oskrbi z električno energijo – Sistemski vmesniki za upravljanje distribucije – 5. del: Optimizacija porazdeljenih energijskih virov.
- Skupina standardov SIST EN 61970 Programski vmesnik za sistem za upravljanje energije.
- Skupina standardov SIST EN 62351 Upravljanje elektroenergetskega sistema in pripadajoča izmenjava informacij.
- IEC TS 62898-2 Mikromreže – 2. del: Vodila za delovanje.
- IEC SRD 62913-2-3 Zahteve za spločna pametna omrežja – 2-3. del: Viri, priključeni na področja mrež.

9. 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. V pomoč pa je tudi program na <https://pregledi.etest.si/elektricna-varnost-stavb-objektov/>. V tem programu se na podlagi izbranih parametrov objekta pridobijo zahtevnost in zahtevana obdobja za preverjanje.

Redna preverjanja varnosti fotonapetostnih sistemov so del vzdrževalnih postopkov, zato je treba pri pripravi navodil upoštevati tudi zahteve, kot jih podaja SIST EN IEC 62446-2 Fotonapetostni sistemi – Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje – 2. del: Sistemi, priključeni na omrežje – Vzdrževanje fotonapetostnih sistemov.

Za FE-sistem 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 strelovodno 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 zahteve okolja, v katerem FE obratuje. Obdobje za redna preverjanja se lahko dodatno določi na podlagi rezultatov začetnega preverjanja, ga je pa treba uskladiti na podlagi priporočil in zahtev pravilnikov Gradbenega zakona za zaščito pred delovanjem strele in nizkonapetostne električne inštalacije. V pomoč je povezava v prvem odstavku tega poglavja.

9.1 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.

Opomba: v pripravi je nova verzija IEC 62446-1, ki bo predvidoma objavljena v letu 2024.

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.

9.1.1 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.

9.1.2 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).

9.1.3 Pravilnost povezav

S primernim instrumentom je treba preveriti pravilnost vseh d. c. povezav. Treba je tudi preveriti, če je ožičenje pravilno označeno.

9.1.4 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.

9.1.5 Meritev toka za PV-niz

Namen meritve toka PV-niza je zagotovitev pravilnih 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.

9.1.6 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.

9.1.7 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.

9.1.8 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 merenj;
- 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.

9.1.9 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.

9.1.10 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 9.1: Najnižje vrednosti izolacijske upornosti (Tabela 6A (SIST HD 60364-6))

Nazivna napetost tokokroga V	Merilna napetost d. c. V	Izolacijska upornost 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 9.2: Najnižje vrednosti izolacijske upornosti (Tabela 1 (SIST EN 62446-1))

Sistemska napetost ($V_{oc, stc} \times 1,25$) V	Merilna napetost V	Izolacijska upornost M Ω
< 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.

9.1.11 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.

9.1.12 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 ustrezne okvarne zanke 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.

9.1.13 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.

9.1.14 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.

9.1.15 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 $10 \text{ }^\circ\text{C}$, 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/m^2 . Še bolje pa pri več kot 600 W/m^2 . Gleda se vse strani PV-polja, pri tem merjenje ne sme povzročati senc na PV polju.

9.1.16 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.

9.1.17 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 $0,5 \text{ V}$ in $1,65 \text{ V}$.

9.1.18 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.

9.1.19 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 dostopen le z uporabo orodja, npr. zaklenjen v omarici, kjer sta spojena PV-tokokrog in pretvornik.

9.1.20 Delovanje pretvornika in ločilne naprave

Odzivne čase na anomalije v napajalnem sistemu, na katere se mora odzvati lokalni vir, priključen na napajalno omrežje, obravnavata Uredba 2016/631/EU in sistemska navodila SONDSEE. Časi se razlikujejo po državah.

Za Slovenijo velja naslednje:

Tabela 9.3: Parametri za delovanje pretvornika in ločilne naprave

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 50549-10, ki določa preizkušanja mikrogeneratorjev.

9.1.21 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. Osnova in mejne vrednosti so v SIST EN 50160.

9.1.22 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.

9.1.23 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.

9.1.24 Opravljanje meritev in preizkusov

FE-sistem je energetska 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.

9.2 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, vezan na električno omrežje, se uporabi seznam potrebnih zapisnikov (poročil), kot jih določa standard SIST EN 62446-1 ter zahtevata Pravilnik o nizkonapetostnih električnih inštalacijah in Pravilnik o zaščiti pred delovanjem strele.

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.

Na podlagi zahtev Gradbenega zakona mora biti preglednik navzoč v vseh gradbenih fazah, tudi zato, da sproti dokumentira izvedbe, ki po zaključku posameznih gradbenih faz postanejo nedostopne. Ta poročila so lahko potem del skupnega poročila o začetnem preverjanju.

10. Zaključni protokol in zagon

10.1 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.

10.2 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 našteto vso dokumentacijo o graditvi.

1 Zahteva za izdajo uporabnega dovoljenja.

2 Uradni list RS, št. 55/2008.

3 Izjava o zanesljivosti objekta.

4 Dokazilo o zanesljivosti objekta.

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.

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.

10.3 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.

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.

Ne glede na poenostavljen postopek priporočamo investitorjem, da izpolnijo izjavo o zanesljivosti objekta in izdelajo dokazilo o zanesljivosti objekta. Investitorji tako v pregledni obliki na enem mestu združijo vso dokumentacijo o gradnji.

10.4 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.

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.

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).

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).

9 Podrobne informacije: www.borzen.si.

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.

Poleg navedenih standardov za oceno tveganja so za področje fotonapetostnih sistemov pomembni še naslednji:

IEC TS 62994 Fotonapetostni moduli v življenjskem obdobju – Ocena tveganja za okoljsko zdravje in varnost (EH&S)

IEC TS 63049 Prizemni fotonapetostni sistemi – Vodila za učinkovito zagotavljanje kakovosti pri vgradnji, delovanju in vzdrževanju fotonapetostnih sistemov

IEC TR 63226 Upravljanje požarne ogroženosti glede na fotonapetostne sisteme na stavbah

12. 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.

Tehnična smernica za nizkonapetostne inštalacije TSG-N-002 ima zdaj v Dodatku A že pripravljene enotne obrazce za zapisnike pregledov, med katerimi so tudi potrebni obrazci za zapisnike preverjanja fotonapetostnih sistemov. Osnovne zahteve so v Pravilniku o nizkonapetostnih inštalacijah.

Če je na podlagi ocene tveganja izvedena tudi zaščita pred delovanjem strele, je treba pri preverjanju upoštevati zahteve Pravilnika o zaščiti pred delovanjem strele in za zapisnike uporabiti enotne obrazce, ki so v Tehnični smernici za zaščito pred delovanjem strele TSG-N-003 v Dodatku A.

13. PRILOGA II – Primer vloge za priključitev in dostop do distribucijskega omrežja

Vloga je zdaj enotna, dostopna na spletni strani SODO.

O. 20711.01

ENOTNA VLOGA

(Obkroži vrsto vloge)

- A** za izdajo projektnih pogojev
B za izdajo soglasja za priključitev za odjemalca EE
C za izdajo mnenja k projektu ali soglasja h gradnji
D za izdajo pogodbe o priključitvi
E za izdajo soglasja za priključitev proizvodne naprave EE/naprave za individualno samooskrbo/naprave za skupnostno samooskrbo
F za izdajo soglasja za priključitev /pogojev priključitve v interno omrežje/ za hranilnik električne energije
G za izdajo soglasja za priključitev /pogojev priključitve v interno omrežje/ za polnilnico električnih vozil

Izpolniti za vrsto vloge A, B, C, D, E, F in G

PODATKI O UPORABNIKU (lastnik merilnega mesta oziroma objekta, elektrarne/proizvodne naprave, naprave za samooskrbo, hranilnika, polnilnice)	
Naziv – Priimek in ime: _____	
Ulica, Kraj in hišna številka: _____	
Poštna številka in kraj: _____	Uporabnik je neposredni proračunski porabnik (obkroži): DA NE
Davčni zavezanec (obkroži): DA NE	Davčna številka: _____
Kontaktna oseba*: _____	Tel*: _____ E-mail*: _____
Kontaktna oseba*: _____	Tel*: _____ E-mail*: _____

Priloge: Redni izpisek iz sodnega registra (za gospodarske družbe)
 Izpisek o registraciji, ki ga izda FURS (za davčne zavezance)

* Neobvezni podatki, ki jih lahko uporabnik posreduje, če to želi, niso pa nujno potrebni za obravnavo vloge.

Izpolniti za vrsto vloge A in B

PODATKI O PRIKLJUČKU IN MERILNEM MESTU	
Vrsta soglasja za priključitev (označi): A: Stalno SzP B: Začasno SzP	
Številka predhodno izdanega dokumenta: Projektni pogoji: _____ Soglasje k projektu: _____	
Naziv merilnega mesta: _____	Nadstropje: _____ Številka stanovanja: _____
Ulica, Kraj in hišna številka: _____ Poštna številka in pošta: _____	
Parcelna številka: _____	Katastrska občina: _____
Priključna moč (kW): obstoječa: _____	Povečana / Zmanjšana za: _____ Nova: _____
Število faz in jakost omejevalca toka: _____	Obstoječa: _____ Nova: _____
Skupna naznačena moč porabnikov v objektu (kW): _____	Porabniki: <input type="checkbox"/> toplotna črpalka <input type="checkbox"/> klima <input type="checkbox"/> ostali večji porabniki _____
Predviden letni odjem iz omrežja _____ (kWh)	Leto predvidene priključitve: _____
Številka merilnega mesta: _____	GSRN MM: _____
(izpolniti v primeru spremembe obstoječega merilnega mesta)	
MM povezano v skupnostno samooskrbo? (DA/NE): _____	Naziv skupnostne samooskrbe: _____
Na interno inštalacijo je predvidena priključitev naprave za brezprekinitveno napajanje oziroma otočno obratovanje: Otočno Brezprekinitveno NE	

Priloge: Idejna zasnova za pridobitev projektnih pogojev in drugih pogojev (za vrsto vloge A)

Gradbeno dovoljenje za nov ali rekonstruiran objekt (za vrsto vloge B)

Kopija katastrskega načrta in zazidalna situacija

Soglasje lastnikov večstanovanjskega objekta za uporabo priključka od omrežja do objekta in uporabo inštalacijskega dela priključka v objektu

Ostala dokazila na zahtevo prejemnika vloge (projekt električnih instalacij, dokazilo o lastništvu, če objekt ni vpisan v zemljiško knjigo,.....)

O. 20711.01

Izpolniti za vrsto vloge C

PODATKI O PROJEKTNIM DOKUMENTACIJI	
Naziv projektne dokumentacije:	_____
Številka projektne dokumentacije:	_____
Izdelovalec projekta:	_____
Številka smemic k prostorskemu aktu (OPPN ali DPN):	_____
Številka izdanih projektih pogojev:	_____ Številka soglasja za priključitev: _____

Priloge: Projektna dokumentacija za pridobitev mnenj in gradbenega dovoljenja - DGD (za izdajo soglasja k projektu)
Idejna zasnova za pridobitev projektih pogojev in drugih pogojev - IZP (za izdajo soglasja h gradnji)

Izpolniti za vrsto vloge D

PODATKI ZA PRIPRAVO POGODBE O PRIKLJUČITVI	
Številka soglasja / soglasij za priključitev:	_____
Podpisnik pogodb o priključitvi s strani uporabnika:	_____ (pravne osebe navedejo funkcijo, ime in priimek ter izobrazbo podpisnika)

Priloge: Redni izpisek iz sodnega registra (za gospodarske družbe)
Izpisek o registraciji, ki ga izda FURS (za davčne zavezance)

Izpolniti za vrsto vloge D, če bo plačnik tretja oseba

PODATKI O PLAČNIKU OMREŽNINE ZA PRIKLJUČNO MOČ IN NEPOSREDNIH STROŠKOV	
Naziv – Priimek in ime:	_____
Ulica, Kraj in hišna številka:	_____
Poštna številka in pošta:	_____
Davčni zavezanec (obkroži):	DA NE Davčna številka: _____
Podpisnik pogodb o priključitvi s strani plačnika:	_____ (pravne osebe navedejo funkcijo, ime in priimek ter izobrazbo podpisnika)

Priloge: Redni izpisek iz sodnega registra (za gospodarske družbe)
Izpisek o registraciji, ki ga izda FURS (za davčne zavezance)

Izpolniti za vlogo E

O. 20711.01

PODATKI O ELEKTRARNI / PROIZVODNI NAPRAVI/NAPRAVI ZA SAMOOSKRBO

Pri vlogi za izdajo soglasja za priključitev za napravo za samooskrbo ustrezno obkrožite način, na katerega se želite vključiti v sistem samooskrbe oziroma registrirati kot končni odjemalec s samooskrbo:

- A. V sistem samooskrbe se želim registrirati kot končni odjemalec s samooskrbo na osnovi prvega odstavka 72. člena Zakona o spodbujanju rabe OVE (Ur. list RS št. 121/21) oziroma Uredbe o samooskrbi z električno energijo iz OVE (Ur. List RS št. 17/19 in 197/20) ter 315.a člena Energetskega zakona EZ-1 (Ur. list RS št. 17/14, 81/15, 43/19 in 65/20).
- B. V sistem samooskrbe se želim registrirati kot končni odjemalec s samooskrbo na osnovi Zakona o spodbujanju rabe OVE, poglavje V. Samooskrba z električno energijo iz obnovljivih virov in priključevanje naprav za samooskrbo ter skupnosti na področju energije iz obnovljivih virov (37. do 44. člen).

V primeru, da se o načinu registracije oziroma vključitve v sistem samooskrbe ne boste opredelili z obkrožitvijo enega od načinov, bomo v postopku priključitve upoštevali način registracije pod točko A.

Številka predhodno izdanega dokumenta: _____ Informacija o možnosti priključitve: _____

Naziv elektrarne/proizvodne naprave: _____ Vodotok: _____ Lokacija: _____

Parcelna številka: _____ Katastrska občina: _____ Predvideno leto priključitve: _____

Priključna moč (kW): obstoječa: _____ nova: _____ Celotna instalirana moč proizvodne naprave (kVA): _____

Vrsta proizvodne naprave: _____ Proizvodni vir energije: _____ Moč fotonapetostnih modulov (kW) _____

Število generatorjev/razsmernikov: _____ Moč generatorja/razsmernika: _____ (kVA) Nazivna napetost generatorjev/razsmernikov: _____ (V)

Vrsta generatorja (obkroži): asinhronski/sinhronski/fotonapetostni Vrsta razsmernika (obkroži): enofazni/trifazni Nazivna frekvenca: _____ (Hz)

Način vključitve v DS: priključna shema: PS.1B PS.1C PS.2

PS.3A naprava za individualno samooskrbo PS.3B napravo za skupnostno samooskrbo

Način obratovanja: Paralelno z DS Otočno P – porabniški (samo za svoje potrebe) M – mešani (za svoje potrebe in oddajo)

Posebnost: na voljo za sistemske storitve

Predvidena letna proizvodnja _____ (kWh) od tega za lastne potrebe _____ (kWh) in za oddajo v omrežje _____ (kWh)

Številka merilnega mesta: _____ GSRN MM: _____
(izpolniti v primeru spremembe obstoječega merilnega mesta) (izpolniti če obstaja)

- Priloge:** Gradbeno dovoljenje (za nove elektrarne, ki ga potrebujejo); Tehnična dokumentacija za izvedbo elektrarne (za elektrarne, ki GD ne potrebujejo)
Kopija katastrskega načrta in zazidalna situacija
Ostala dokazila (projekt električnih instalacij, dokazilo o lastništvu, če objekt ni vpisan v zemljiško knjigo, najemna pogodba, dokazilo o legalnosti objekta, na/v katerem bo zgrajena elektrarna/proizvodna naprava/naprava za samooskrbo, ki ne potrebuje GD)
Dokazilo o pravici postavitve naprave za samooskrbo na/v večstanovanjski ali poslovno stanovanjski stavbi ali kot samostojnega objekta
Pogodba o ureditvi medsebojnih razmerij med odjemalci, kateri se povezujejo v skupnostno samooskrbo
Obrazec s podatki o odjemalcih povezanih v skupnostno samooskrbo in napravah skupnostne samooskrbe

Izpolniti za vrsto vloge F

PODATKI O HRANILNIKU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Vrsta tehnologije: _____ Naznačena kapaciteta (kWh): _____ Naznačena napetost (V) _____

Največja delovna moč polnjenja (kW): _____ Največja delovna moč praznjenja (kW): _____ Število faz: 1f 3f

Priključna moč (kW): _____

Način vključevanja v DS: priključna shema: PS.1B PS.1C PS.2 PS.3A PS.3B

Način obratovanja: Paralelno z DS Otočno P – porabniški (samo za svoje potrebe) M – mešani (za svoje potrebe in oddajo)

Posebnost: na voljo za sistemske storitve

- Priloge:** Idejna zasnova vključitve hranilnika el. energije v distribucijsko omrežje (interno omrežje/el. instalacijo)
Tehnični podatki proizvajalca o hranilniku električne energije

O. 20711.01

Izpolniti za vrsto vloge G

PODATKI O POLNILNICI ZA ELEKTRIČNA VOZILA

Vrsta polnilnice: javna pol zasebna zasebna (hišna)
 Prikjučna moč (kW): _____ Število faz: 1f 3f Posebnost: na voljo za sistemske storitve

Maksimalna moč polnjenja (kW): _____ Maksimalna moč praznjenja (kW): _____

Način vključitve v DS, priključna shema: - z možnostjo oddaje v omrežje: PS.1B PS.1C PS.2 PS.3A

Način obratovanja: Paralelno z DS - brez možnosti oddaje v omrežje: PS.1A
 Otočno P – porabniški (samo za svoje potrebe) M – mešani (za svoje potrebe in oddajo)

Polnilno mesto št.	Moč (kW)	AC/DC	Polnilno mesto št.	Moč (kW)	AC/DC
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		

Priloge: Tehnični podatki proizvajalca o polnilnici
 Idejna zasnova vključitve polnilnice el. energije v distribucijsko omrežje (interno omrežje/el. inštalacijo)

Izpolniti za vrsto vloge A,B,C, D in E v primeru, če vlogo podaja pooblaščenec

PODATKI O POOBLAŠČENCU

Naziv – Priimek in ime: _____

Ulica, Kraj in hišna števila: _____

Poštna številka in pošta: _____

Priloge: Pooblastilo investitorja v primeru da vlogo podaja pooblaščenec

IZPOLNI VLOŽNIK

Opomba: _____

IZPOLNI PREJEMNIK VLOGE

Opomba: _____

Vlogo prejel: _____ Datum: _____

Uporabnik sistema lahko izbere dobavitelja oziroma izbranega dobavitelja zamenja v skladu s predpisi za menjavo dobavitelja. Seznam dobaviteljev je objavljen na spletni strani SODO d.o.o.. Primerjava stroškov dobave električne energije je mogoča na spletni strani Agencije za energijo. Uporabnik sistema, ki nima dostopa do spleta, lahko za uresničevanje pravic in obveznosti iz naslova sprememb na merilnem mestu, izbire dobavitelja elektrike s pomočjo seznama dobaviteljev elektrike, cenika omrežnine in prispevkov ter drugih storitev, izvajanje zasilne in mijne oskrbe ter v ostalih zadevah, pridobi informacije in si naroči vsebine ter dokumente, objavljene na spletu, po redni pošti na svoj naslov, in sicer tako, da kontaktira klicni center, Elektro Maribor d. d. na brezplačno telefonsko številko 080 2101 ali SODO d. o. o. na brezplačno telefonsko številko 080 8188, med delovnim časom.

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, izdajo zadevnih dokumentov in sklenitev ter izvajanje pogodbenega razmerja glede na vrsto vloge in izvajanja 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 in je seznanjen, da se resničnost in spremembe podanih osebnih podatkov preverja pri pristojnih organih.

Kraj in datum: _____

Podpis in žig vložnika oz. njegovega pooblaščenca:



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