SIKKERHEDSSTYRELSEN

Sikre installationer ved solcelleanlæg

Tjekliste for professionelle

Tjekpunkter med beskrivelse og billedeksempler

Sikkerhedsstyrelsen
Maj 2013
www.sik.dk

Indhold

Vejledning til tjekskema 3
Billedeksempler på tjekpunkterne 3
Principskitse af en installation med solcelleanlæg 4
Tjekskema – solceller 5
Definitioner 6
1. Er DC-kabler fremført sikkert og forsvarligt? 7
2. Er samlinger og tilslutninger på DC-kablerne forsvarlige? 9
3. Er solcelleanlægget installeret efter krav for særlige områder, fx fugtige områder, landbrug? 11
4. Er der midler til adskillelse på henholdsvis AC- og DC-siden? 13
5. Er klasse I-inverteren tilsluttet en effektiv jordforbindelse? 15
6. Er solcelleinstallationen tilsluttet korrekt til en hovedstrømkreds? 19
7. Er AC-kabler fremført sikkert og forsvarligt? 21
8. Er solcellens forsyningsledning kortslutningsbeskyttet? 23
9. Er der installeret korrekt fejlstrømsafbryder? (type A eller B - noter typen) 25
10. Er fejlstrømsafbryderen virksom? (afprøvning ved hjælp af instrument) 27
11. Er tavlerne mærket med, at der kan forekomme spænding fra flere sider? 29
12. Dokumentation 31
Skema til eftersyn og afprøvning 32
Sikkerhed ved invertere 33

Vejledning til tjekskema

Sikkerhedsstyrelsen har udarbejdet dette materiale som vejledning ved arbejde med solcelle-installationer.

Materialet er primært tiltænkt de professionelle, som arbejder med solcelle-installationer. Men det er vores ønske, at materialet også kan finde anvendelse hos de ejere af solcelleanlæg, der ønsker at få et indtryk af deres eget anlæg.

Der bliver desuden udarbejdet en kortfattet vejledning, specielt rettet mod private ejere af solcelleanlæg.

Denne vejledning er ikke udtømmende for alle forhold og situationer, som kan være relevante at undersøge. Vejledningen er tænkt som inspiration til, hvilke forhold det som minimum er relevant at tage højde for.

Billedeksempler på tjekpunkterne

Der er vist billedeksempler til de beskrevne tjekpunkter.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

Principskitse af en installation med solcelleanlæg

Skitsen viser, hvorledes anlæggets dele indbyrdes er forbundet.

Strømmen til ejendommen kommer fra kabelskabet placeret ude ved vejen (de sorte forbindelser). Forsyningen sker via en stikledning, der tilsluttes til elmåleren.

Fra elmåleren løber strømmen videre gennem tarifsikringerne, som også kaldes for-sikringer. Fra tarifsikringerne løber strømmen videre i et kabel ind til gruppetavlen.

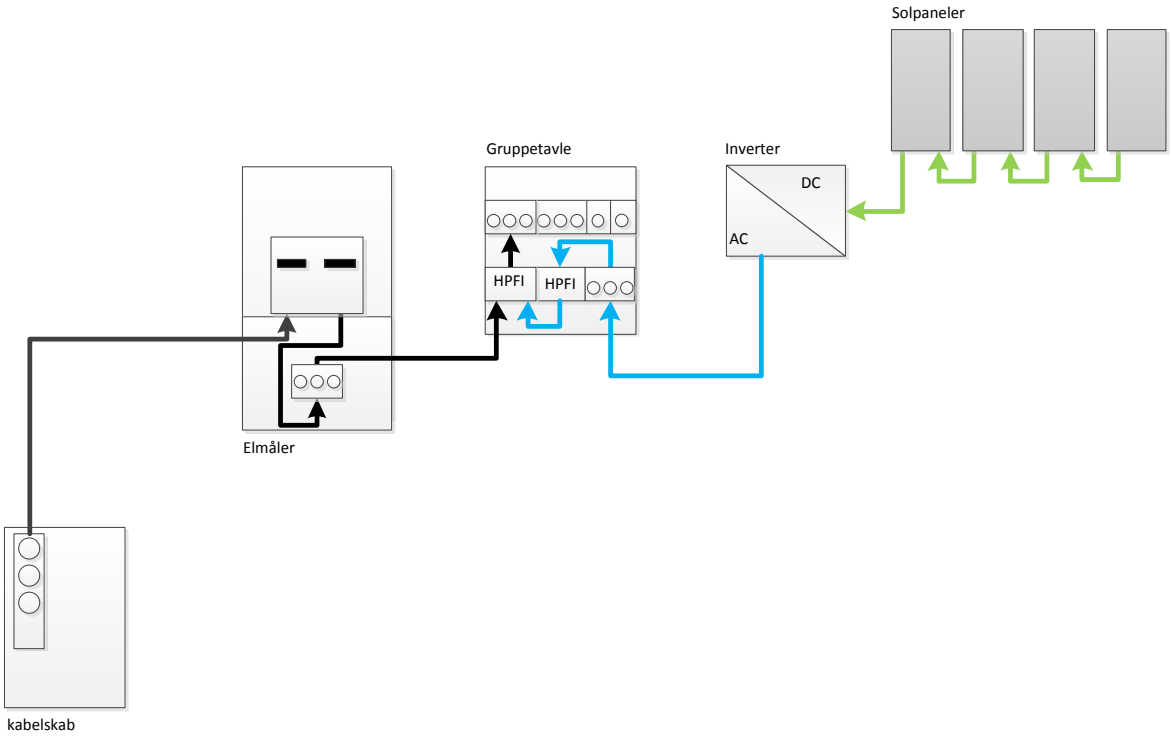
I gruppetavlen løber strømmen først gennem en HPFI-afbryder, inden den via gruppeafbrydere distribueres videre ud i ejendommen til afbrydere og stikkontakter.

Solcellerne producer strøm, der via DC-kabler (de grønne forbindelser) forbindes til inverteren. Inverteren omsætter jævnspænding og jævnstrøm til vekselspænding og vekselstrøm, som umiddelbart kan bruges i den elektriske installation.

Fra inverteren løber strømmen videre til gruppetavlen (de blå forbindelser). I gruppetavlen løber strømmen først gennem en gruppeafbryder, som indeholder sikringer, der skal beskytte kablet ved kortslutning. Herefter løber strømmen videre til "sin egen" HPFI-afbryder, der beskytter mod indirekte berøring.

Det er vigtigt, at solcelleanlægget ved fejl i inverteren har sit eget beskyttelsesudstyr (HPFI-afbryder og sikringer), da man ikke kan anvende det samme beskyttelsesudstyr, som beskytter elinstallationen (de sorte forbindelser).

Du kan læse mere under punkt 5 og 9.



Tjekskema – solceller

1. Er DC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?
2. Er samlinger/tilslutninger på DC-kablerne forsvarlige?
3. Er solcelleanlægget installeret i henhold til krav for særlige områder, fx fugtige områder/landbrug?
4. Forefindes der midler til adskillelse på henholdsvis AC- og DC-siden?
5. Er klasse I-inverteren tilsluttet effektiv jordforbindelse?
6. Er solcelleinstallationen tilsluttet korrekt til en hovedstrømkreds?
7. Er AC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?
8. Er solcellens forsyningsledning kortslutningsbeskyttet?
9. Er der installeret korrekt fejlstrømsafbryder - type A eller B? (noter fejlstrømsafbrydertype)
10. Er fejlstrømsafbryderen virksom (afprøvning ved hjælp af instrument)?
11. Er tavlen/tavlerne mærket med, at der kan forekomme spænding fra flere sider?
12. Dokumentation

Definitioner

Solcelle: Grundlæggende solcelleenhed, som kan generere elektricitet, når den udsættes for lys som fx solstråling.

Solcellemodul: Mindste samling af sammenkoblede solceller, der er fuldstændigt beskyttet mod omgivelserne.

Solcellestreng: Kreds, hvori solcellemoduler er forbundet i serie for at generere den krævede udgangsspænding til et solcellepanel.

Solcellepanel: Mekanisk og elektrisk integreret samling af solcellemoduler og andre nødvendige komponenter, så der dannes en jævnstrømsforsyning.

Solcellepanels forbindelsesdåse: Kapsling, hvor alle solcellestrenge for ethvert solcellepanel er elektrisk forbundet, og hvor beskyttelsesindretninger om nødvendigt kan anbringes.

Solcelles jævnstrømshovedledning: Ledning, der forbinder solcellegeneratorens forbindelsesdåse til solcelleinverterens jævnstrømsklemmer.

Solcelleinverter: Indretning, der konverterer jævnspænding og jævnstrøm til vekselspænding og vekselstrøm.

Solcelles forsyningsledning: Ledning, der forbinder solcelleinverterens vekselstrømsklemmer til en fordelingskreds i den elektriske installation.

Solcellevekselstrømsmodul: Sammenbygget solcellemodul og inverter, hvor de elektriske forbindelser kun fører vekselstrøm. Der er ikke adgang til jævnstrømssiden.

Solcelleinstallation: Et solcellesystems installerede udstyr.

Jævnstrømsside: Del af en solcelleinstallation fra en solcelle til solcelleinverterens jævnstrømsklemmer.

Vekselstrømsside: Del af en solcelleinstallation fra vekselstrømsklemmerne på solcelleinverteren til solcelleforsyningsledningens forbindelsespunkt til den elektriske installation.

Enkel adskillelse: Adskillelse mellem kredse eller mellem en kreds og jord ved hjælp af grundisolation.

- - -

Flere definitioner kan ses i Stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6A, kapitel 712

1. Er DC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?

DC-kablerne (jævnstrømskabler) skal oplægges ud fra bestemmelserne i stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 52 eller fabrikantens anvisninger.

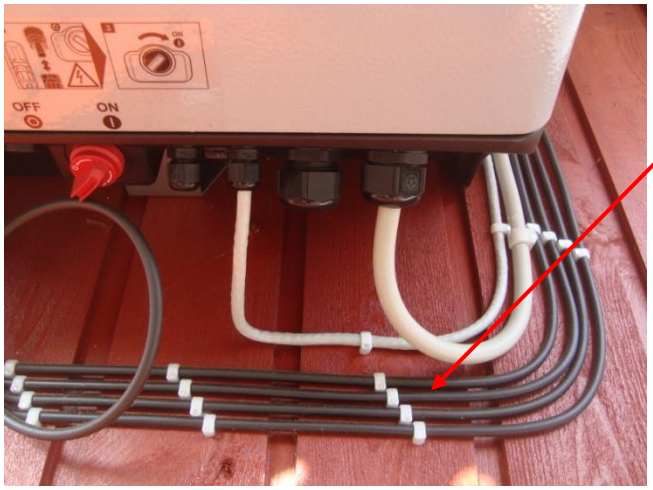
Særligt skal man være opmærksom på stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6A, 712.52 samt på fabrikantens anvisninger omkring anvendelse af materiellet.

Solcellestrenges ledninger, solcellepanelers ledninger og solcellers jævnstrømshovedledninger skal vælges og installeres på en sådan måde, at risikoen for jordfejl og kortslutninger minimeres. Dette kan fx opnås ved at forstærke beskyttelsen af ledningerne mod ydre påvirkninger ved anvendelse af ledninger, som ud over grundisolation er forsynet med ekstra isolation (kappe), eller ved ledningernes placering og fiksering.

Ledningssystemer skal kunne modstå de forventede ydre påvirkninger som fx vind, isdannelse, temperatur og solbestråling.

Forbindelsesledningerne mellem de enkelte solcellepaneler skal udføres efter fabrikantens vejledning. Vær opmærksom på, at eventuel overskydende ledning placeres således, at det fx ikke slides i stykker i forbindelse med vindpåvirkning.

1. Er DC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?



Korrekt:
Kablerne er sikkert fastgjort med brug af det rigtige materiel.

Fejl:
Kablet fra solcellerne hænger frit i luften under taget.

Det er farligt, da samlinger og kabler kan blive trukket i stykker, hvis man fx sætter en flyttekasse oven på kablet.

Fejl:
Kablet er ikke fastgjort tilstrækkeligt.

Der er stor sandsynlighed for, at indbo bliver viklet ind i kablet og man derved risikerer fx at trække samlingerne fra hinanden.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

2. Er samlinger og tilslutninger på DC-kablerne forsvarlige?

Forbindelser mellem ledere indbyrdes og mellem ledere og andet materiel skal give varig og holdbar elektrisk kontakt samt have tilstrækkelig mekanisk styrke, som beskrevet i stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 526.

Generelt skal forbindelser udføres i egnede kapslinger, der giver tilstrækkelig mekanisk beskyttelse. Ved tilslutningssteder for materiel skal den faste installation afsluttes i en dåse, roset, afbryder, stikkontakt eller i et lukket forbindelsesrum i fast monteret materiel.

Ved valg af forbindelsesmetode skal der tages hensyn til

– ledermaterialer og isolermaterialer,

– antal og form af de korer, lederen består af,

– lederens tværsnitsareal, og

– antallet af de ledere, der skal forbindes med hinanden.

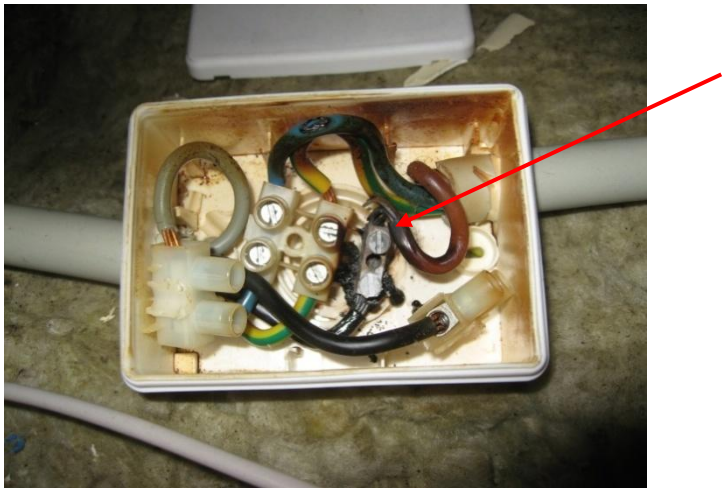
Alle forbindelser skal være tilgængelige for inspektion, kontrol og vedligeholdelse, med følgende undtagelser:

– Samlinger på kabler i jord.

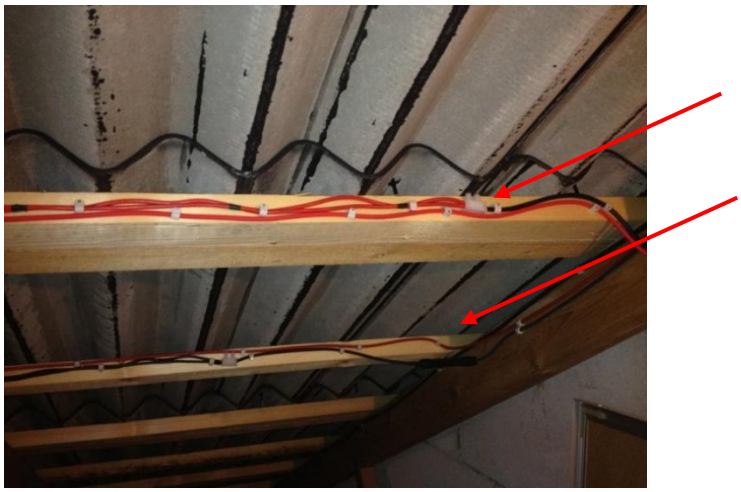
– Tilstøbte eller indkapslede samlinger (f.eks. med krympemuffer).

2. Er samlinger/tilslutninger på DC-kablerne forsvarlige?

Korrekt:
Kablerne er sikkert fastgjort med det rigtige materiel. Samlingen er også fastholdt.



Fejl:
Samlingerne var ikke spændt tilstrækkeligt. Den store strøm medførte en stor varmeudvikling, som startede en kortslutning.



Fejl:
Samlingerne er ikke foretaget i det rigtige materiel. Der mangler fx en dåse til samlingerne.

Kablerne er ikke sikkert fastgjort. Kablerne skal slutte sig solidt til underlaget.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

3. Er solcelleanlægget installeret efter krav for særlige områder, fx fugtige områder, landbrug?

Hvor der erfaringsmæssigt kan forekomme gnavere, skal kabler beskyttes jf. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, 522.10.1. Kravet gælder også for jævnstrømskabler.

Kabler kan beskyttes fx ved placering, mekanisk beskyttelse eller ud fra kablets egne egenskaber.

For solcellesystemer er solcellestrenges ledninger, solcellepanelers ledninger og solcellers jævnstrømshovedledninger samt solcellens forsyningsledning omfattet af kravet om specielle beskyttelsesforanstaltninger i landbrugets driftsbygninger og bygninger for husdyrhold. For andre områder må det bero på en konkret vurdering, om forholdene erfaringsmæssigt eller forventeligt indebærer risiko for skadelig påvirkning fra dyr.

Solcellemodulerne vil ofte være påmonteret færdigkonfektionerede ledninger med stik eller leveret af fabrikanten/importøren som en del af selve modulet (elektrisk materiel), til sammenkobling af modulerne til et panel. Når modulerne er sammenkoblet, vil de være omfattet af lavspændingsdirektivet, da spændingen overstiger 75 V DC. Direktivet stiller krav om, at elektrisk materiel ikke bringer sikkerheden for personer, husdyr eller ejendom i fare, hvis det er rigtigt installeret. Det skal således fremgå af fabrikantens vejledning, om solcellemodulerne må monteres, hvor der kan være særlige risici. Stærkstrømsbekendtgørelsens krav i 522.10 vedrørende specielle beskyttelsesforanstaltninger vil i dette tilfælde kunne håndhæves fra panelets tilslutningspunkt.

Vær også opmærksom på eventuelle fugt- eller vandpåvirkninger.

Tabel 802

Område	Kapslingsklasse	Bemærkninger
I det fri [2])	IPX3	Materiel, der kan rammes af regn, men som er anbragt mere end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader. [1])
	IPX4	Materiel, der er anbragt i mindre afstand end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader, der kan rammes af regn. [1])
	IPX1	Materiel, der er anbragt, så det er beskyttet mod regn
Fugtige områder	IPX1	
Våde områder [2])	IPX4	

[1]) Det forudsættes, at regn kan falde i en vinkel på op til 60° fra lodret, og at vandsprøjt fra nedslaget kan nå en højde på 0,5 m.

[2]) Materiel, der udsættes for spuling (vand fra strålerør eller slange) skal mindst have kapslingsklasse IPX5. Materiel må ikke udsættes for højtryksspuling. Hvis der forekommer højtryksspuling, skal materiellet være beskyttet gennem sin anbringelse, afskærmning e.l.

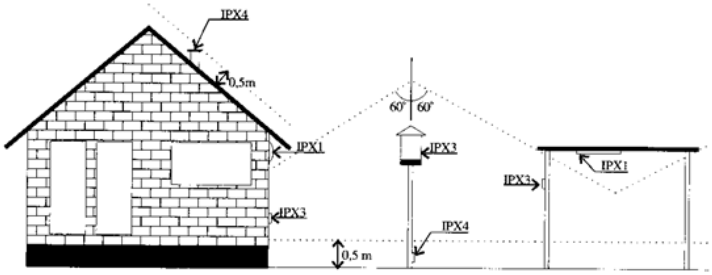


Fig. 802 – Eksempler på kapslingsklasser for installation i det fri

3. Er solcelleanlægget installeret efter krav for særlige områder, fx fugtige områder, landbrug?

Korrekt:
Inverterne skal være beregnet til at sidde udendørs, da de skal være egnet til at modstå regn og fugt.

Korrekt:
Inverterne sidder, så de kan komme af med varmen, og de bliver ikke udsat for fugt.

Måske fejl:
Inverterne er placeret i loftsrummet.

Vær opmærksom på, at der om sommeren kan blive meget varmt i loftrummet, og at inverterne også udvikler varme.

Hvis omgivelsestemperaturen bliver for høj for inverterne, kan man risikere, at inverterne sænker deres ydelse.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

4. Er der midler til adskillelse på henholdsvis AC- og DC-siden?

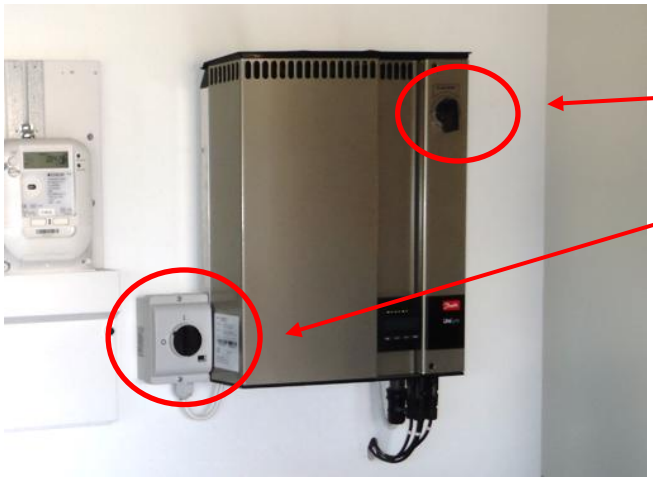
Der skal forefindes midler til at adskille solcelleinverteren fra jævnstrømssiden og vekselstrømssiden jf. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6A, 712.536.2.1.1.

Adskilleren på jævnstrømssiden skal være egnet til at adskille jævnstrømskredse. Det kan fx være en egnet adskiller indbygget i inverteren eller et jævnstrømsstik. Se i øvrigt stærkstrømsbekendtgørelsens afsnit 6, 537.

Adskillerfunktionen medvirker til, at elektrisk arbejde på inverteren kan udføres sikkerhedsmæssigt forsvarligt.

På AC-siden kan adskilleren muligvis udgøres af fejlstrøms- eller gruppeafbryderen, hvis den er egnet.

4. Er der midler til adskillelse på henholdsvis AC- og DC-siden?



Korrekt:
Der sidder en adskiller i inverteren for DC-siden.

Der er også opsat en afbryder på væggen på AC- siden.

Korrekt:
DC-forbindelserne foretages i stikket. Kan anvendes som adskiller.

Korrekt:
Der er indbygget en DC-adskiller i inverteren.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

5. Er klasse I-inverteren tilsluttet en effektiv jordforbindelse?

Alle udsatte dele, der er beskyttet af samme beskyttelsesudstyr, skal ved hjælp af beskyttelsesledere forbindes til en fælles jordelektrode, jf. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 41.

Undtagelse: Ved udvidelse eller ændring af eksisterende installationer er det tilladt at anvende separate jordelektroder. Udsatte dele, som kan berøres samtidigt, skal dog altid forbindes til samme jordelektrode.

Følgende betingelse skal være opfyldt for TT-systemer: $R_a \times I_a \leq 50V$

Maksimal overgangsmodstand til jord og modstand i beskyttelseslederen til solcellesystemets udsatte dele, i TT-systemer:

$$R_a \leq \frac{50V}{I_a}$$

Beregning af maksimal overgangsmodstand, når der anvendes en HPFI-afbryder (Ia = 30 mA)

$$R_a \leq \frac{50V}{I_a} = \frac{50V}{0{,}03A} = 1666{,}7\Omega$$

Type	Udløsestrøm I_a (for fejlstrømsafbrydere er $I_a = I_{\Delta n}$)	Maksimal overgangsmodstand RA
HPFI-afbryder(RCD type A og B)	30 mA	1666,7 Ω
PFI-afbryder (RCD type A og B)	100 mA	500 Ω
PFI-afbryder (RCD type A og B)	300 mA	166,7 Ω
PFI-afbryder (RCD type A og B)	500 mA	100 Ω

En fejlstrømsafbryder (RCD) kan være en traditionel type uden integreret overstrømsbeskyttelse (RCCB type A, efter standarden DS/EN 61008 eller type B efter standarden DS/EN 62432), eller det kan være en kombiafbryder med integreret overstrømsbeskyttelse (RCBO type A, efter standarden DS/EN 61009 eller type B efter standarden DS/EN 62432). Ved beskyttelse af større anlæg, hvor der kun er adgang for instrueret eller sagkyndig person, kan der anvendes maksimalafbrydere med integreret fejlstrømsbeskyttelse (CBR type A, efter DS/EN 60947-2 Annex B).

En HFI/FI afbryder (RCD type AC) må ikke anvendes til beskyttelse af solcellesystemer i boliger.

Mærkning af fejlstrømsafbrydere:

Type AC	Type A	Type B

Anvendelse af overstrømsbeskyttelsesudstyr til beskyttelse mod indirekte berøring i TN-systemer (nulling)

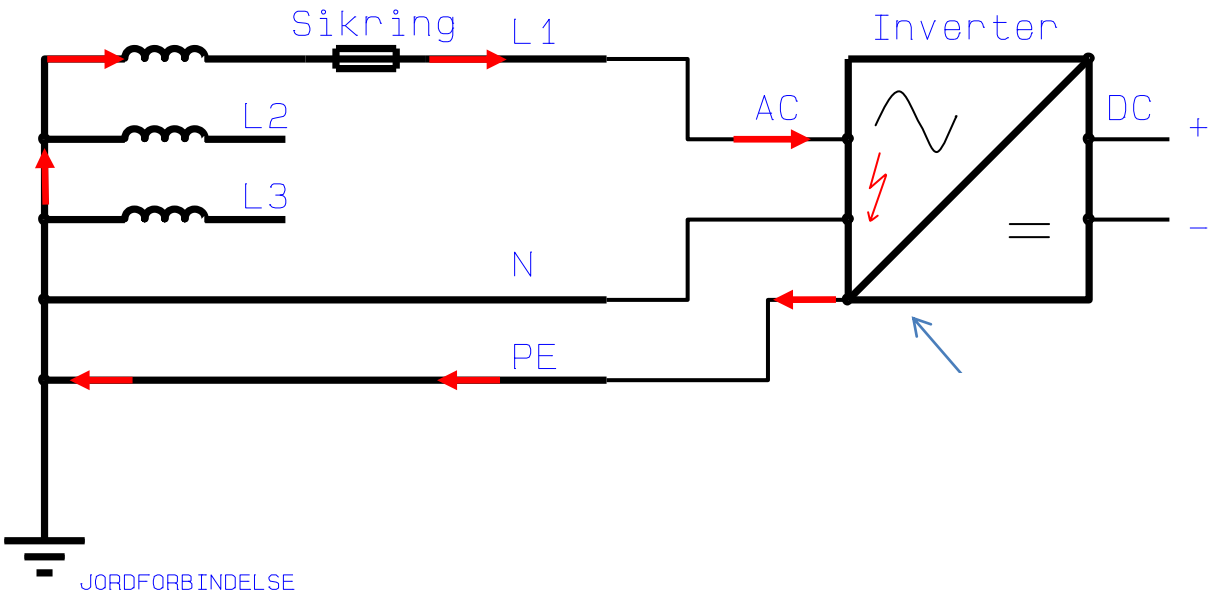
Betingelsen for, at beskyttelsen er effektiv er, at der ikke på udsatte dele optræder en farlig berøringsspænding i for lang tid. Dette kræver den rigtige kombination af ledningsdimensionering og valg af beskyttelsesudstyr.

Følgende betingelse skal være opfyldt for TN-systemer: $Z_S \times I_a \leq U_0$

Betingelsen anses for opfyldt, når impedansen i fejlsløjfen (Zs) er mindre end eller lig med fase/jordspændingen (Uo) divideret med sikringens udløsestrøm (Ia).

$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Principskitse:



Zs er impedansen i fejlsløjfen, bestående af strømkilden, den spændingsførende leder frem til fejlstedet og beskyttelseslederen (PE eller PEN) mellem fejlstedet og strømkilden.

Ia er den strøm, der vil forårsage automatisk afbrydelse af beskyttelsesudstyret på vekselstrømssiden.

En klasse I-inverter betragtes som en udsat del.

Udløsetiden for stationært materiel i TN-net er iflg. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, 413.1.3.5 max. 5 sekunder.

Da målingerne udføres ved rumtemperatur og med lave strømme, kan følgende fremgangsmåde benyttes for at tage hensyn til forøgelsen af ledernes modstand som følge af temperaturstigningen på grund af fejl, når det for TN-systemer skal eftervises, at den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen opfylder bestemmelserne i 413.1.3.

Bestemmelserne i 413.1.3 anses for opfyldt, hvis den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen opfylder følgende ligning:

$$Z_S(m) \leq \frac{2}{3} X \frac{U_0}{I_a}$$

Eksempel, hvor der anvendes en 16 A-sikring til BIB (Ia aflæst til ca. 55 A):

$$Z_S(m) \leq \frac{2}{3} X \frac{230}{55}$$

$$Z_S(m) \leq 2{,}79\Omega$$

Ved beskyttelse med en 16A D01-sikring må impedansen i fejlsløjfen således ikke overstige 2,79 ohm, når der er taget højde for temperaturstigningen.

Ved beskyttelse med en automatsikring/maksimalafbryder anses betingelsen for opfyldt, når strømmen i fejlsløjfen forårsager øjeblikkelig afbrydelse, dog efter max. 5 sekunder.

Ved beskyttelse med en 16 A automatsikring C karakterstik, vil det kræve en strøm på 160 A (10 x In)

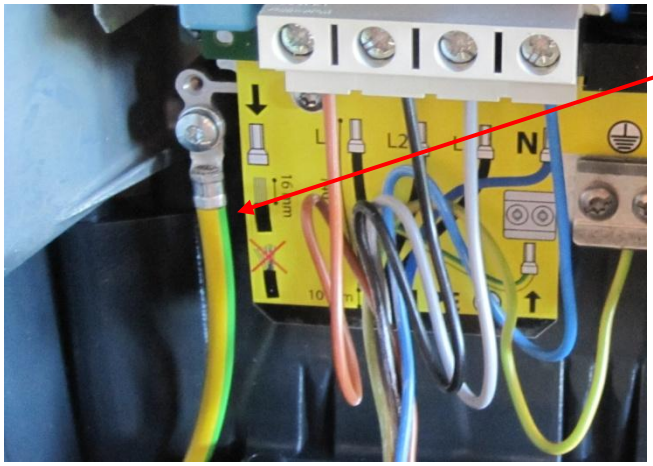
$$Z_S \leq \frac{U_0}{I_a} = \frac{230V}{160A} = 1{,}44\Omega$$

$$Z_S(m) \leq \frac{2}{3} X \frac{230}{160}$$

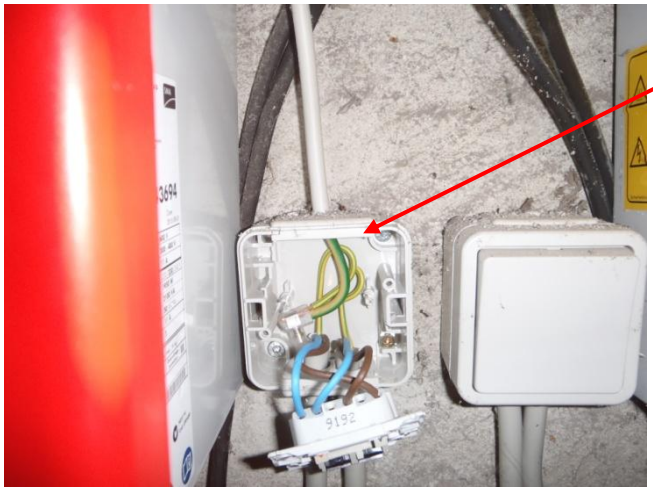
$$Z_S(m) \leq 0{,}96\Omega$$

Ved beskyttelse med en 16A automatsikring må den målte impedans i fejlsløjfen således ikke overstige 0,96 ohm, når der er taget højde for temperaturstigningen.

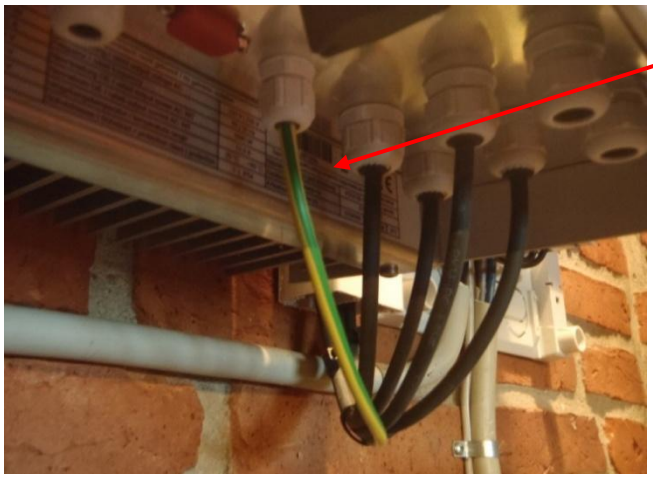
5. Er klasse I-inverteren tilsluttet effektiv jordforbindelse?



Korrekt:
Inverteren er forbundet til jord (grøn/gul-leder)



Korrekt:
Der er fremført en selvstændig jordleder til samledåsen for invertere.



Korrekt:
En særlig jordleder (grøn/gul-kabel) går ind i inverteren.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

6. Er solcelleinstallationen tilsluttet korrekt til en hovedstrømkreds?

Solcelleanlæggets AC-kreds skal tilsluttes i tavlen jf. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6A, 712.413.1.1.1.1.

Dog er der ikke noget, der hindrer, at et solcelleanlæg tilsluttes i en undertavle.

Vær opmærksom på de særlige forhold, der gør sig gældende for et solcelleanlæg, samt eventuelle særlige forhold omkring undertavlen.

Dette indebærer, at en fejlstrømsafbryder, der installeres for at beskytte solcelleinverteren, ikke kan anvendes til at beskytte andet udstyr eller dele af installationen.

Det indebærer desuden, at en inverter ikke må tilsluttes en installation via en stikprop.

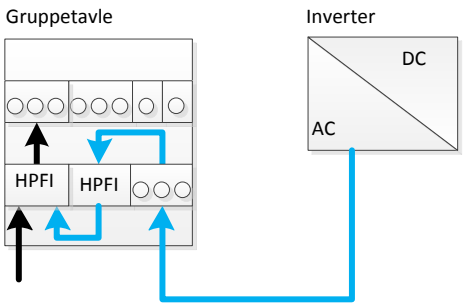
For at inverteren kan levere energien fra solcellerne ud på nettet, hæver den sin udgangsspænding.

Inverterens udgangsspænding må maksimalt være 253 volt i Danmark.

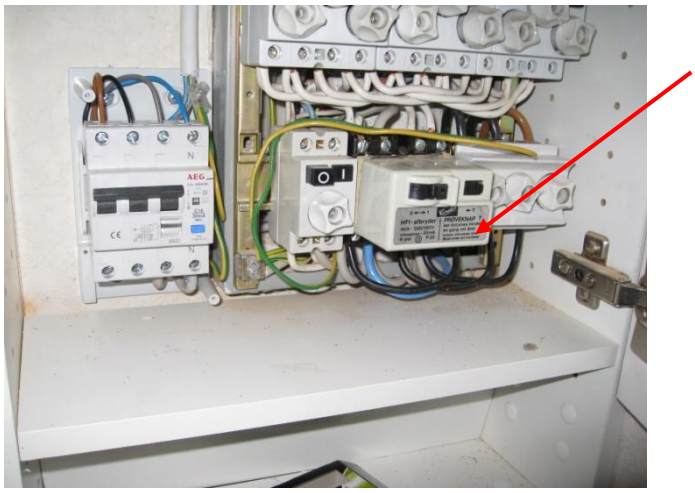
Hvis kabeltværsnittet mellem inverter/undertavle og gruppetavle er for lille og spændingsfaldet dermed er for stort, vil inverteren reducere sin ydelse, når den når den maksimale udgangsspænding. Man kan således risikere, at på grund af et for lille kabeltværsnit vil solcelleanlægget ikke levere den forventede energimængde.

Vær opmærksom på, om der fx er brugsgenstande i nærheden, der ikke kan tåle denne høje spænding.

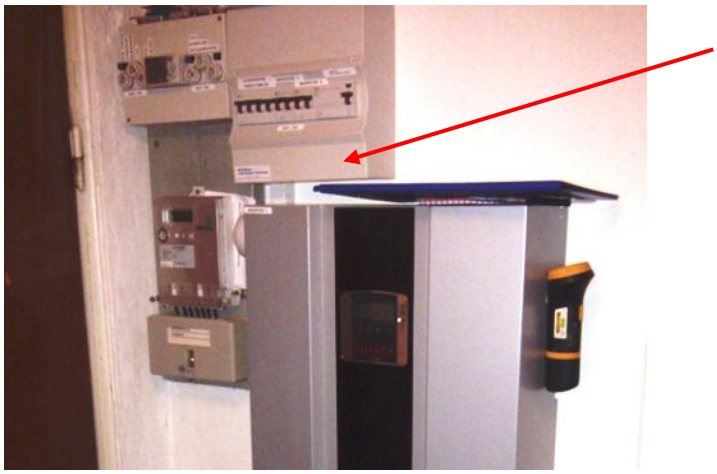
Skitse:



6. Er solcelleinstallationen tilsluttet korrekt til en hovedstrømkreds?



Korrekt:
Sløjfeledningerne mellem den nye gruppe og inverteren er tilsluttet på tilgangssiden af den gamle fejlstrømsafbryder.



Korrekt:
Tilslutning i en tavle.

Fejl:
AC-kablet fra inverteren er tilsluttet "ude i" installationen.

Det er forkert!

Tilslutningen skal foregå i en tavle, så den strøm, inverteren leverer, kan fordeles ud i hele installationen og tilbage til nettet. Det sikrer desuden korrekt beskyttelse mod indirekte berøring og overstrøm.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

7. Er AC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?

Kabler skal vælges og installeres på en sådan måde, at risikoen for jordfejl og kortslutninger minimeres. Dette kan fx opnås ved at forstærke beskyttelsen af kablerne mod ydre påvirkninger ved anvendelse af supplerende beskyttelse, hvis det skønnes nødvendigt. Alternativt kan kablerne ved deres placering være fornødent beskyttet.

Ledningssystemer skal kunne modstå de forventede ydre påvirkninger som fx temperatur og mekaniske påvirkninger.

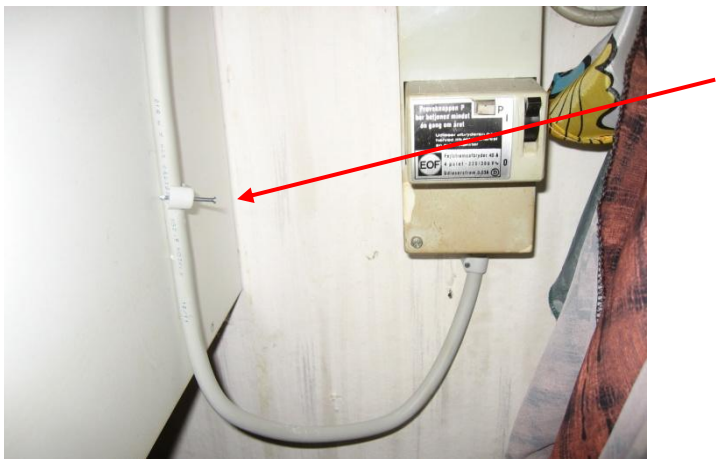
Kablerne skal fremføres i henhold til reglerne i stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 52 eller efter fabrikantens anvisninger.

Man kan ikke anvende tabel 801A i stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, da man må forvente, at kablet belastes med en strøm, der overstiger halvdelen af den højst tilladte mærkestrøm for den tilhørende overbelastningsbeskyttelse i længere tid end tre timer ad gangen jf. kap. 801.433A.

7. Er AC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?

Korrekt:
Kablerne er sikkert fastgjort, da de er placeret i en kabelkanal.

Fejl:
AC-kablerne er ikke sikkert fastgjort til underlaget.



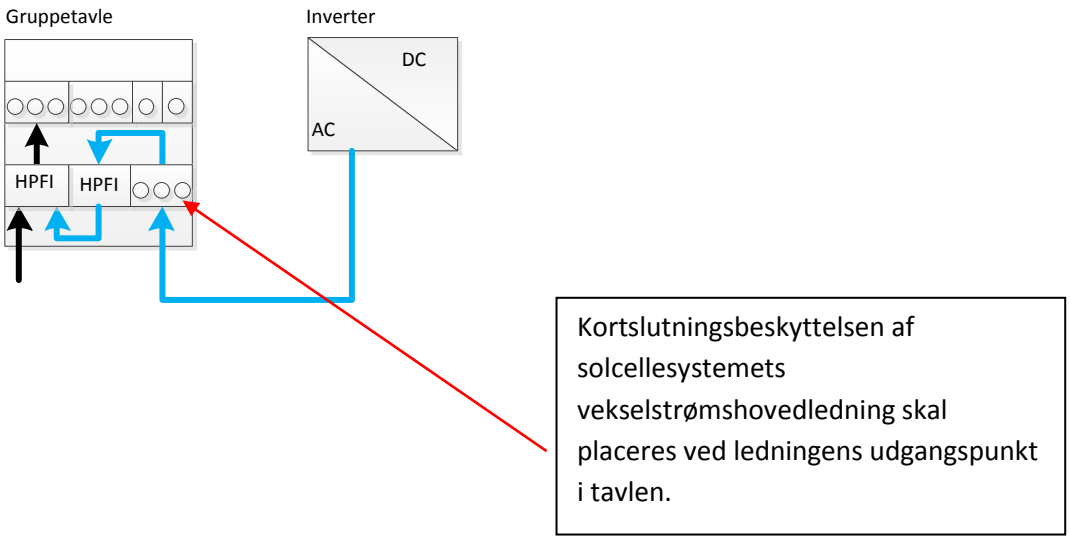
Fejl:
AC-kablet er ikke sikkert fastgjort til underlaget. Det hænger løst i luften, og sømmet i clipsen er ikke slået helt i.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

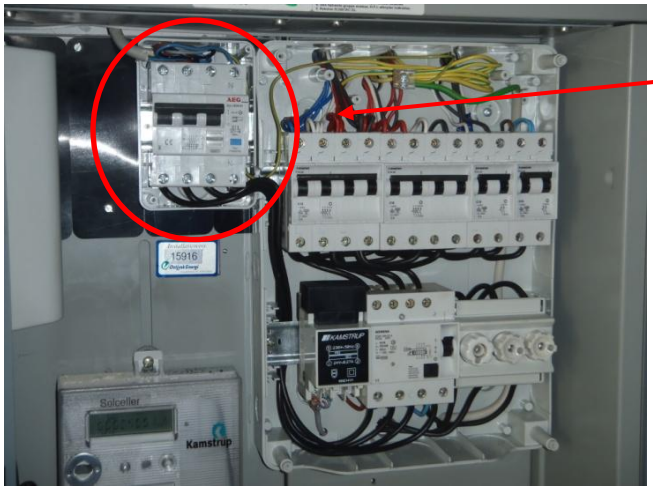
8. Er solcellens forsyningsledning kortslutningsbeskyttet?

Solcellens forsyningsledning skal på vekselstrømssiden være beskyttet mod kortslutningers skadelige påvirkninger ved hjælp af overstrømsbeskyttelsesudstyr, der er monteret i gruppetavlen, i henhold til stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6A, kapitel 712.434.1.

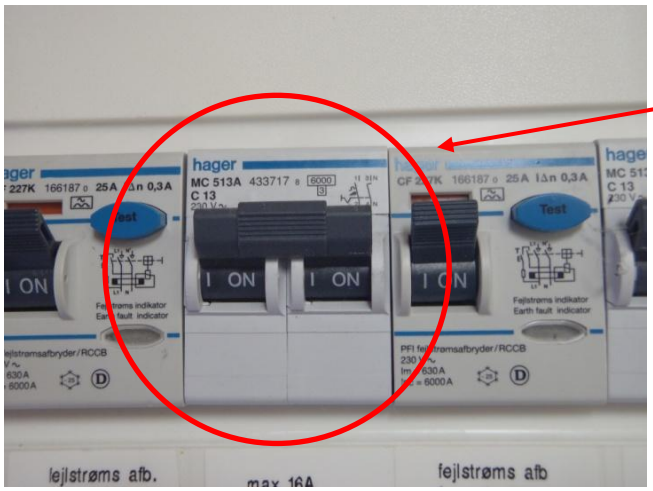
Skitse over placering af kortslutningsbeskyttelse



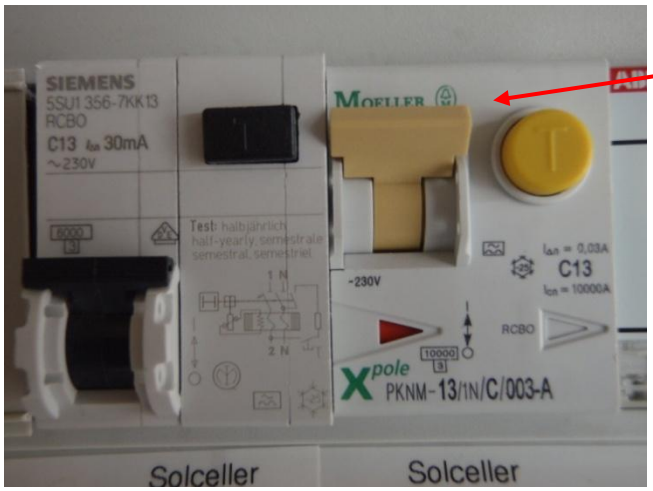
8. Er solcellens forsyningsledning kortslutningsbeskyttet?



Korrekt:
Der er placeret en kombiafbryder, der beskytter AC-kablet i forbindelse med kortslutning.



Korrekt:
Der er placeret automatsikringer i forbindelse med fejlstrømsafbryder for hver inverter.



Korrekt:
Der er placeret kombiafbrydere, der beskytter AC-kablerne i forbindelse med kortslutning.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

9. Er der installeret korrekt fejlstrømsafbryder? (type A eller B - noter typen)

Hvor en elektrisk installation omfatter et solcellesystem uden mindst enkel adskillelse mellem vekselstrømssiden og jævnstrømssiden, skal en fejlstrømsafbryder, der er installeret for at give beskyttelse mod fejl ved automatisk afbrydelse af forsyningen, være af type B i henhold til IEC 60755, amendment 2. Det er et krav jf. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 712.413.1.1.1.2.

Hvis solcelleinverteren ved sin konstruktion ikke er i stand til at levere fejlstrømme med jævnstrømsindhold til den elektriske installation, kræves der ikke en fejlstrømsafbryder af type B i henhold til IEC 60755 amendment 2.

Det skal forstås på den måde, at installatøren skal sikre, at solcelleinverteren er beskyttet mod indirekte berøring (fejlbeskyttelse). I Danmark, hvor der normalt anvendes TT-systemer, vil der således normalt også skulle installeres en fejlstrømsafbryder, når der er tale om en inverter af klasse 1.

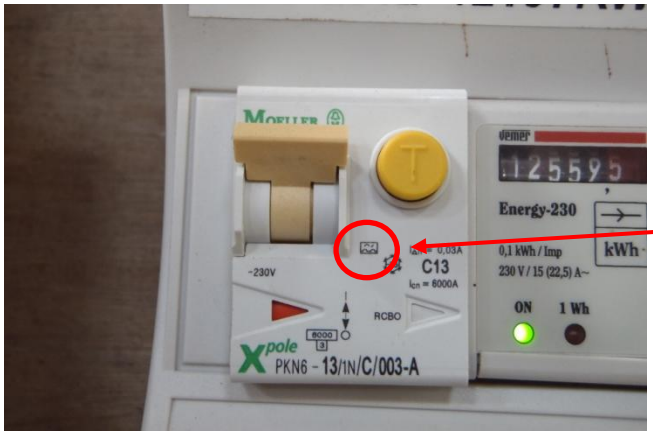
Denne fejlstrømsafbryder skal som udgangspunkt være af typen B.

Såfremt fabrikanten af inverteren klart dokumenterer, at inverteren ved sin konstruktion er sikret imod at levere fejlstrømme med et jævnstrømsindhold over 6 mA ud på vekselstrømssiden, kan installatøren vælge en fejlstrømsafbryder af typen A.

Idet nogle anlæg genererer lækstrømme på mere end 30 mA, vil det i mange tilfælde af driftstekniske årsager være nødvendigt at installere en PFI-afbryder type B. I dette tilfælde skal installatøren være særligt opmærksom på, at jordovergangsmodstanden udføres i overensstemmelse med stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, 413.1.4.2 (RA x Ia ≤ 50V).

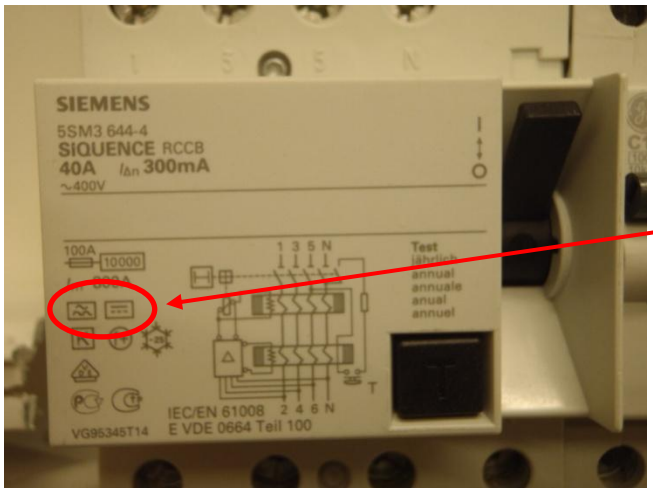
Se også punkt 5.

9. Er der installeret korrekt fejlstrømsafbryder? (type A eller B – noter typen)



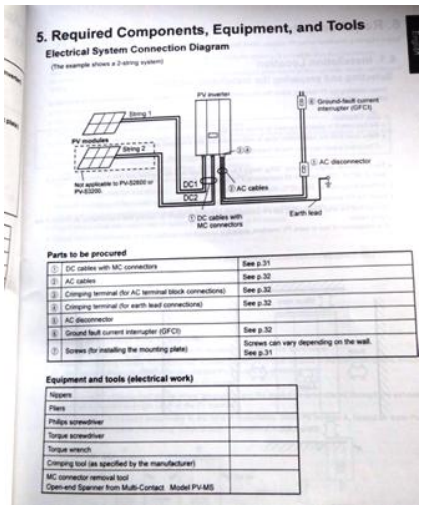
Her er der valgt en kombi-afbryder type A.

RCB0 type A



Her er der valgt en fejlstrømsafbryder type B.

RCCB type B



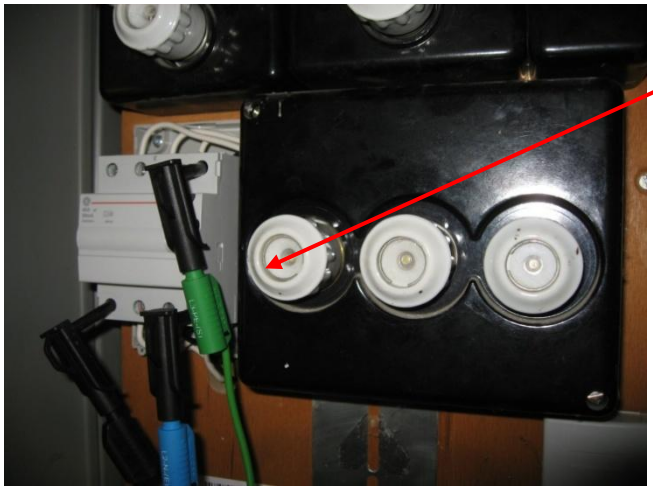
Fabrikanten beskriver, hvilken type der skal anvendes, i den vejledning, der leveres sammen med solcelleanlægget.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

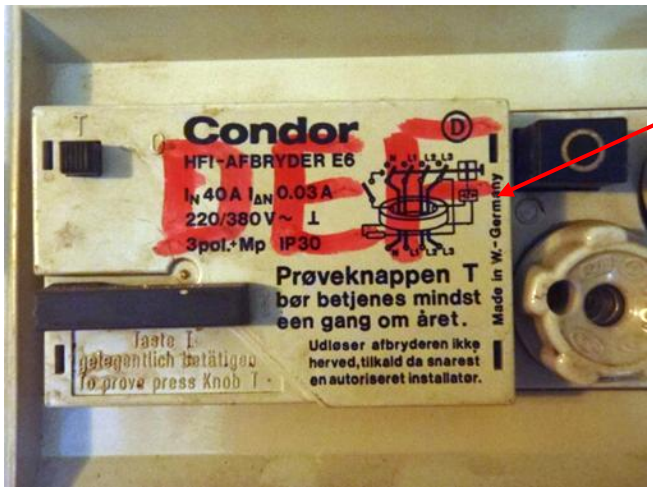
10. Er fejlstrømsafbryderen virksom? (afprøvning ved hjælp af instrument)

Målingen skal foretages med et egnet instrument, og fremgangsmåden kan være som beskrevet i SIK-meddelelse nr. 14 fra 2006, hvor de 12 målinger er beskrevet. Alternativt kan man benytte fabrikantens anvisninger. Afprøvningen skal ske i henhold til stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, kapitel 612.6.1.

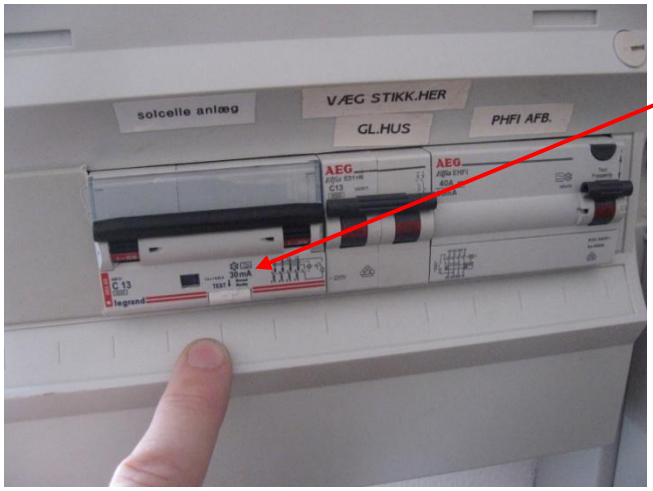
10. Er fejlstrømsafbryderen virksom? (afprøvning ved hjælp af instrument)



Korrekt:
Testen skal foretages ved hjælp af et instrument.



Fejl:
Defekte afbrydere skal skiftes.



Fejl:
Det er ikke tilstrækkeligt for en installatør at teste ved hjælp af test-knappen på fejlstrømsafbrydere.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

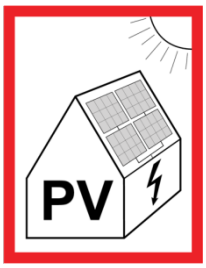
11. Er tavlerne mærket med, at der kan forekomme spænding fra flere sider?

Tavlen skal mærkes jf. stærkstrømsbekendtgørelsen afsnit 6, 814.7.3: ”Hvor en tavle forsynes fra mere end én strømkreds, skal der på tavlen findes tydelig og holdbar mærkning herom.”

Mærkningen er derfor påkrævet i de tavler, der forsynes fra solcelleanlæg.

Hvis anlægget er tilsluttet en undertavle, vil der være krav om opmærkning af både hoved- og undertavle.

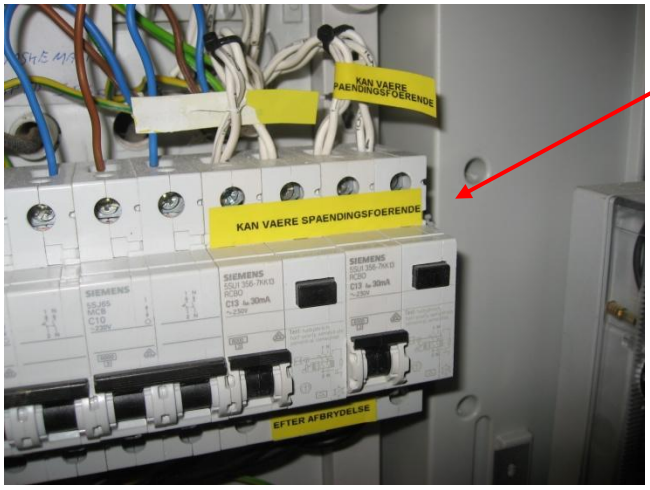
Mærkningen kan bestå af en tekst eller et piktogram. Det kan fx være:



11. Er tavlerne mærket med, at der kan forekomme spænding fra flere sider?

Korrekt:
Der er en mærkning, der oplyser, at forsyningen til tavlen kan komme fra flere steder.

Korrekt:
Der er en mærkning, der oplyser, at forsyningen til tavlen kan komme fra flere steder.



Korrekt:
Der er en mærkning, der oplyser, at forsyningen til tavlen kan komme fra flere steder.

Vær opmærksom på, at billederne kan indeholde fejl, der ikke er beskrevet i teksten, og der kan være flere fejl på billederne, end der er beskrevet i teksten.

12. Dokumentation

Ejeren af et solcelleanlæg skal ved overdragelsen have udleveret dokumentation over anlægget.

Som beskrevet i SKS-systemet skal dokumentationen i forbindelse med installationer gemmes af elinstallatøren, således at forældelsesfristen i stærkstrømsloven på ti år overholdes.

Dokumentation kan opbevares på papir og/eller elektronisk. Hvis dokumentationen opbevares elektronisk, skal man sikre sig, at man kan læse det efterfølgende.

Brugerdokumentation

Brugeren af en installation skal have adgang til dokumentation i et sådant omfang, så han kan overholde sine vedligeholdelsesforpligtelser.

Skema til eftersyn og afprøvning

Dette supplerende skema kan anvendes ved eftersyn og afprøvning i forbindelse med idriftsætning. Vær opmærksom på, at skemaet ikke er udtømmende. Fx kan netselskabet have krav til kontrol af korrekt opsat elmåler. Og fabrikanter af solceller og invertere kan også have supplerende kontrolpunkter.

Navn	Dato
Adresse	Sagsnr.

Nr.	Kontrolpunkt	Nej	Ved ikke	Ja
1	Er DC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?			
2	Er samlinger/tilslutninger på DC-kablerne forsvarlige?			
3	Er solcelleanlægget installeret i henhold til krav for særlige områder, fx fugtige områder, landbrug?			
4	Forefindes der midler til adskillelse på henholdsvis AC- og DC-siden?			
5	Er klasse I-invertereren tilsluttet effektiv jordforbindelse?			
6	Er solcelleinstallationen tilsluttet korrekt til en hovedstrømkreds?			
7	Er AC-kabler fremført sikkert og forsvarligt?			
8	Er solcellens forsyningsledning kortslutningsbeskyttet?			
9	Er der installeret korrekt fejlstrømsafbryder - type A eller B? (noter fejlstrømsafbryderens type)			
10	Er fejlstrømsafbryderen virksom? (afprøvning ved hjælp af instrument)			
11	Er tavlen/tavlerne mærket med, at der kan forekomme spænding fra flere sider?			
12	Er dokumentationen udleveret til ejeren?			

Pkt.	Målepunkt	Værdi
A	Jordelektrodens overgangsmodstand til jord	ohm
B	Fejlstrømsafbryderens udkoblingsstrøm	amp
C	Isolationsmodstand – AC-kredsen	Mohm
D	Isolationsmodstand – DC-kredsen	Mohm

Eftersyn og afprøvning er foretaget af
Underskrift

Kopi af dette skema udleveres til ejeren

Sikkerhed ved invertere

To standarder beskriver kravene til invertere/omformere til solcelleanlæg:
DS/EN 62109-1:2010, *Omformere til brug i solcelleanlæg – Sikkerhed – Del 1: Generelle krav*
DS/EN 62109-2:2011, *Omformere til brug i solcelleanlæg – Sikkerhed – Del 2: Særlige krav til invertere*

Mærkning og dokumentation

I henhold til EN 62109-1, mærkning og dokumentation, skal følgende punkter være opfyldt:

1. Mærkepladen
Tekst på mærkepladen skal mindst være str. 1.5 mm, og den skal være klart læsbar og differentiere sig fra bagrunden. Teksten skal være modstandsdygtig og må ikke kunne fjernes eller være ikke læsbar.

2. Identifikation
Navn på fabrikant, modeltypenummer, serienummer samt produktionsdato skal fremgå af mærkepladen.

3. Driftsområder
Spænding og strømområder for apparatet skal være angivet på mærkepladen.
IP-klasse skal angives.
Beskyttelsesklasse skal angives.

4. Tilslutninger og kabeltype skal fremgå tydeligt på apparatet. Vejledningen skal indeholde alle ind- og udgangsterminaler med markering på DC/AC.

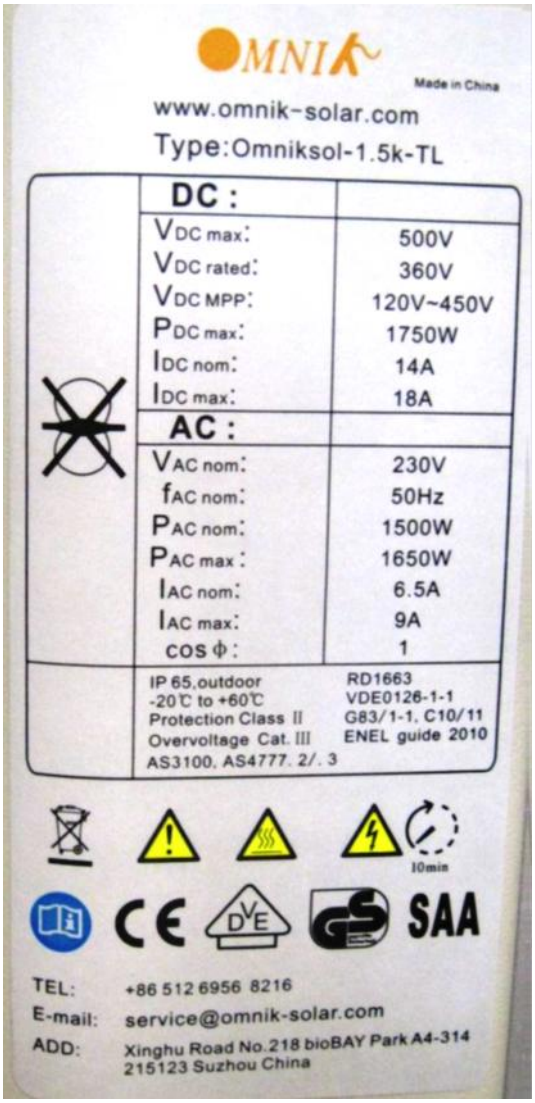
5. Advarselssymboler
Symboler på mærkepladen skal tydeligt kunne skelnes fra øvrig tekst. Advarselssymboler skal overholde et mindstekrav på 2,75 mm.

6. Symbol på afladningstid
Der skal angives, hvor lang tid der skal gå, inden apparatet må åbnes, da apparatet indeholder komponenter, som kræver afladningstid.

Dokumentation

- Dokumentation skal tydeligt beskrive tilslutninger og advarsler, som skal sikre en sikker drift af apparatet.
- Omgivelsestemperatur og relativ luftfugtighed skal angives.
- Tilspændingsmoment, der skal bruges på kabelterminaler, skal angives.
- Overspændingskategori skal angives for hvert input og output.
- Alle vejledninger og instruktioner, som vedrører sikkerhed, skal være affattet på det nationale sprog (dansk).

Information relateret til installation

- Dokumentationen skal beskrive alle forhold, som vedrører installation, særligt hvor der kan opstå fare for berøring med spændingsførende dele.
- Installationsvejledninger skal indeholde følgende eller lignende formulering - det skal fremgå, om produktet kan generere DC-strøm:
    - ”Kan produktet generere DC-strøm tilbage i forsyningen, skal der anvendes fejlstrømsrelæ af type B”
- Der skal bruges fejlstrømsafbryder af type B, medmindre fabrikanten kan dokumentere, at produktet genererer DC-strøm som er mindre end 6mA DC.

Eksempel på mærkeplade