
Vejledning

Redningsberedskabets indsats i forbindelse med solcelleanlæg



Vejledning om redningsberedskabets indsats i forbindelse med solcelleanlæg

Indhold

Indsats i forbindelse med solcelleanlæg	3
Hvad er et solcelleanlæg	3
Hvordan virker et solcelleanlæg	5
Hvornår er der strøm i solcelleanlægget?	6
Skiltning	7
Nedstyrtningsfare	8
Redningsberedskabets indsats	9
Sikkerhedsmæssig forsvarlig indsats	9
Fremgangsmåde ved indsats	9
Slukning af brand i selve solcelleanlægget	11
Efterslukning	12
En hurtigguide for redningsberedskabet	13
Egne notater	14
Kildehenvisninger og andre materialer	16
Samarbejdspartnere	16
Billeder	16
Yderligere information	16

Indsats i forbindelse med solcelleanlæg

Solceller bliver monteret på danske bygninger i et stort antal, og det forventes, at der med udgangen af 2012 vil være monteret ca. 40.000 solcelleanlæg på bygninger i Danmark. Derudover bliver der også etableret anlæg i terrænet – direkte på jorden.

Denne vejledning fokuserer på redningsberedskabets indsats i bygninger, hvor der er monteret solcelleanlæg. Vejledningen tager afsæt i de kompetencer, som redningsberedskabets personale har fået gennem de pligtige uddannelser og principperne for teknisk og taktisk indsats.

Hvad er et solcelleanlæg

Et solcelleanlæg består af et antal paneler, der kan producere jævnstrøm, og kabler, der fører strømmen fra panelerne til en inverter. Inverteren omdanner jævnstrømmen fra panelerne til vekselstrøm. Vekselstrømmen føres via kabler ind til bygningens eltavle og kobles dermed på bygningens normale ledningsnet.

Eksempler på forskellige solcelleanlæg.



Til venstre et anlæg installeret på et fladt tag ved Næstved Klimacenter.
Til højre et anlæg installeret på siden af en kontorbygning i Rostock.



Et anlæg installeret på et parcelhus.

Panelerne bliver typisk monteret på bygningens tag, men de kan som nævnt også opsættes direkte på jorden. Endvidere kan de være integreret i bygningens konstruktion, f.eks. som en del af en glasfacade, tagkonstruktionen eller som vinduer i en bygning. Solcellepanelerne er generelt meget robuste, idet de er konstrueret til en levetid på 25 – 30 år.



Eksempler på forskellige invertere.

Det enkelte panel består af et stort antal små lysfølsomme celler, som omdanner det indkomne lys til jævnstrøm. Solcellerne er samlet i et panel, og de enkelte paneler kan kobles sammen serielt eller parallelt. Et panel er typisk monteret med et antal skruer og beslag (T-stykker) fastskruet på et metalstel eller underlag.

Beslag til at fastholde panelerne



Her ses et eksempel på, hvordan et solcellepanel monteres.

Kablerne i anlægget består af et eller flere plus- og minus kabler, som føres enten indvendigt eller udvendigt i bygningen afhængig af inverterens placering og æstetiske hensyn.

Der kan være placeret en sikkerhedsafbryder på kablerne mellem panelerne og inverteren. I dagtimerne fortsætter solcellepanelerne med at generere en spænding, selvom der slukkes for sikkerhedsafbryderen.



Et eksempel på en sikkerhedsafbryder.

Nogle anlæg har også indbygget en sikkerhedsafbryder i hvert panel, hvilket betyder, at strømmen fra det enkelte panel slås fra, hvis der sker fejl på anlægget, f.eks. hvis en ledning rives over, eller hvis strømmen fra ledningsnettet slås fra. Disse sikkerhedsafbrydere kan fjernbetjenes fra en fælles centralt placeret nødafbryder.

Inverteren kan være placeret i eller udenfor bygningen. Da inverteren kan blive meget varm, placeres den typisk et køligt sted inde i bygningen, f.eks. i kælderen. Fra inverteren ledes vekselstrømmen videre til bygningens normale forsyningssystem.

Når bygningens eksisterende ledningsnet udvides med et mindre solcelleanlæg, dvs. op til 6 kW, udskiftes den eksisterende måler til en "reversibel" måler. Ved større anlæg kan der være opsat 2 elmålere. Det betyder, at al strøm – både strøm fra det offentlige forsyningsnet og fra solcelleanlægget – til bygningens el-installation og brugsgenstande går gennem bygningens eltavle(r).

Kommunerne har i dag ikke et samlet overblik over antallet og placeringen af solcelleanlæg.

Alle solcelleanlæg er registreret hos Energinet.dk.

Hvordan virker et solcelleanlæg

Et solcelleanlæg virker ved, at lysfølsomme celler konverterer sollys til jævnstrøm. Det enkelte panel producerer typisk ca. 20 – 30 Volt og indtil 8 Ampere. Det betyder, at et enkelt panel kan producere en effekt på ca. 200 Watt. Der er paneler, som producer større spændinger, men de anvendes normalt ved bygningsintegrerede anlæg.



Et eksempel på et typisk solcellepanel.
Når solen skinner producerer dette ene panel ca. 200 Watt (26 Volt ved 8 Ampere).

De enkelte paneler kobles sammen i serie for at øge den elektriske spænding (Volt, V) i anlægget til maksimalt ca. 1000 V. Normalt ligger den samlede spænding på ca. 500 V. Desuden kan serier af paneler kobles sammen parallelt for at øge strømstyrken (Ampere, A).

Solcelleanlæg producerer mest strøm, når solen skinner, men der produceres også strøm, hvis det eksempelvis er overskyet. Anlæggene producerer ikke strøm, når det er mørkt. Gadebelysning kan ikke få et anlæg til at producere nævneværdig strøm.

Amerikanske forsøg har vist, at lys fra meget kraftige projektører (f.eks. 10 – 30 kW belysning), der lyser direkte på solcellepaneler fra kort afstand (ca. 10 meter) kan få anlæg til at producere strøm i begrænset mængde (ca. 800 V og mellem 0,1 – 0,2 A).

Hvis der med projektører lyses kraftigt på et anlæg, skal redningsberedskabet frakoble anlægget ligesom i dagslys.

Desuden har forsøg vist, at skum ikke kan "slukke" for strømproduktionen fra de enkelte paneller.

Hvis en bygning har et solcelleanlæg, vil strømmen til de forskellige el-apparater i huset først trækkes fra solcelleanlægget. Når anlægget ikke producerer strøm nok til forbruget, hentes yderligere strøm fra det offentlige ledningsnet. Hvis et anlæg producerer mere strøm, end der forbruges, vil den overskydende strøm sendes ud i det offentlige ledningsnet. Dette foregår automatisk.

Hvornår er der strøm i solcelleanlægget?

Når der afbrydes for det offentlige forsyningsnet, afbrydes der ligeledes for strømmen i bygningens ledningsnet. Denne afbrydelse lukker også automatisk ned for inverteren, som styrer strømmen fra solcelleanlægget.

Inverteren kan også manuelt afbrydes på en knap, som typisk sidder meget synligt et sted på inverteren.

Når inverteren er afbrudt – manuelt eller automatisk – betyder det, at der ikke længere er strøm i kablerne fra inverteren og frem til husets eltavle. Der vil i dagtimerne dog fortsat være strøm i solcelleanlæggets kabler frem til inverteren.



Et eksempel på en sikkerhedsafbryder på en inverter.

Hvis der er en sikkerhedsafbryder (nødafbryder) på solcelleanlægget, og den aktiveres, vil der fortsat være strøm i kablerne fra panelerne frem til sikkerhedsafbryderen.

I nogle solcelleanlæg kan inverteren aktivere et eller flere relæer tæt på eller indbygget i panelerne. Ledningerne fra disse relæer frem til inverteren vil være strømløse, når relæerne automatisk aktiveres af inverteren. Hvis der sker en afbrydelse i disse typer anlæg, vil der kun være individuel strøm i de enkelte solcellepaneler. Effekten fra et enkelt panel svarer til ca. 200 Watt (26 Volt ved 8 Ampere).



Et eksempel på et afbryderrelæ som er indbygget i panelet.

Skiltning

Der er i dag ikke krav om skiltning / afmærkning af solcelleanlæg.

Nedstyrtningsfare

Når der er brand i solcellepaneler eller i nærheden af dem, er der risiko for, at panelerne kan styrte ned. Derfor skal der af redningsberedskabet fastlægges et fareområde, jf. Beredskabsstyrelsens *Retningslinjer for indsatsledelse*. Fareområdets størrelse afhænger af bygningens højde og vindforholdene.

HUSK: Strømmen fra det offentlige ledningsnet og fra et fungerende solcelleanlæg kan være livsfarlig.

Redningsberedskabets indsats

Det kommunale redningsberedskab skal kunne yde en forsvarlig indsats mod skader på personer, ejendom og miljøet ved ulykker og katastrofer, jf. beredskabslovens § 12, stk. 1. Derfor skal redningsberedskabet også gennemføre brand- og redningsindsatser ved brande og andre uheld i forbindelse med solcelleanlæg.

Sikkerhedsmæssig forsvarlig indsats

Det tilstræbes altid, at arbejdet på skadestedet bliver planlagt, tilrettelagt og udført således, at det sikkerheds- og sundhedsmæssigt er fuldt forsvarligt

Lederen af den tekniske indsats på skadestedet har gennem hele indsatsen ansvaret for alt indsat personale.

Dette indebærer, at der forud for indsatsen skal foretages en overordnet risikovurdering baseret på den viden og de erfaringer, der eksisterer vedrørende netop den type indsats, der er tale om. Endvidere skal der foretages en helt konkret vurdering af forholdene på stedet.

Desuden vil lederen af den tekniske indsats foretage en løbende risikovurdering, hvori de særlige farer for indsatsmandskabet indgår, og indsatsen skal tilrettelægges og udføres i overensstemmelse med denne vurdering.

Fremgangsmåde ved indsats

Situationsbedømmelse

Når lederen af den tekniske indsats ankommer til skadestedet, iværksættes en hurtig bedømmelse af situationen for at skabe et foreløbigt indtryk af skadebilledet. Ud fra denne situationsbedømmelse overvejer og beslutter lederen sig for en konkret førsteindsats.

Førsteindsatsen

Formålet med førsteindsatsen er at yde hjælp til tilskadekomne og umiddelbart truede personer samt at hindre udbredelse af en indtruffet skade. Samtidig med førsteindsatsen får lederen af den tekniske indsats tid til at gennemføre en nøjere rekognoscering på hele skadestedet.

I forbindelse med førsteindsatsen prioriteres løsningen af opgaverne normalt i følgende rækkefølge:

- Redning af mennesker
- Redning af dyr
- Redning af værdier, herunder miljøet
- Fjernelse af særlige farer
- Standsning af udbredelsen
- Overvejelser omkring den endelige bekæmpelse af skaden

Er der mennesker eller dyr i fare, skal førsteindsatsens hovedvægt lægges på en livreddende indsats. I de tilfælde, hvor særlige farer vanskeliggør en livreddende indsats, kan det blive nødvendigt først at fjerne de særlige farer, der udgør en direkte trussel mod indsatspersonalet og/eller eventuelle tilskadekomne.

Objekter, hvori mennesker eller dyr er i fare, prioriteres forud for løsning af den samlede opgave.

Særligt vedrørende solcelleanlæg

- Skab overblik over placeringen af anlæggets komponenter.
- Fastlæg det nødvendige fareområde, der hvor der er fare for nedstyrtende solcellepaneler. Afstanden afhænger af bygningens højde og vindforholdene.
- Frakobl strømmen til bygningen fra det offentlige ledningsnet, som ved enhver anden bygningsbrand.
- Aktiver sikkerhedsafbryderen eller klip kablerne fra panelerne så tæt på panelerne som muligt. Dette kræver L-AUS¹ udstyr og personale, der er uddannet til at udføre opgaven. Ligeledes skal evt. måleudstyr til kontrolmålinger være godkendt L-AUS udstyr.
- Tilkald el-installatør med henblik på teknisk rådgivning m.v. under og efter redningsberedskabets indsats

Såfremt strømmen fra det offentlige ledningsnet og solcelleanlægget ikke kan afbrydes, gennemføres indsatsen under skærpet opmærksomhed på, at bygningens ledningsnet er strømførende.



Et eksempel på L-AUS værktøj med de særlige stafferinger. Kabler skal klippes enkeltvis.

Hvis man skal afmontere et eller flere solcellepaneler, skal man først afbryde strømmen til panelerne. Det kan gøres ved at frakoble stikkene til det enkelte panel. Hvis ikke stikkene ved panelet kan bruges eller mangler, kan kablerne klippes, som nævnt herover.

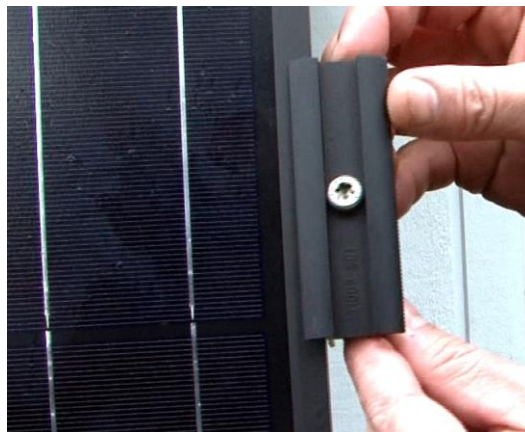
Kablerne skal klippes **enkeltvis** for at undgå lysbue.

Herefter kan panelet skrues løst og fjernes. Behovet for afmontering kan f.eks. optræde i forbindelse med slukning af brand under anlægget eller ventilering af hulrum i tag.

¹ L-AUS: Lavspænding – Arbejde Under Spænding.



Til venstre ses et eksempel på et af de to stik, som typisk sidder gemt under de enkelte solcellepaneler.
Til højre ses en blottet ledning, som risikerer at ligge på taget, hvis ledninger klippes.



Beslagene, som holder solcellepanelet, skal skrues eller skæres fri for at fjerne panelet,

Ved slukning af brand med vand i og omkring strømførende ledninger og komponenter, er der, som ved andre el-anlæg, en sikkerhedsafstand på henholdsvis 1 meter ved spredt stråle/tåge og 5 meter ved samlet stråle.

Rekognoscering og endelig indsats

Når førsteindsatsen er iværksat, gennemfører lederen af den tekniske indsats en nøje rekognoscering på skadestedet.

Den endelige indsats sigter mod den fuldstændige løsning af beredskabets operative opgaver og fastlægges derfor på baggrund af den gennemførte rekognoscering.

Slukning af brand i selve solcelleanlægget

Solcelleanlæg kan også beskadiges ved brand i eller omkring bygningen med solcelleanlægget.

Ved brand i eller umiddelbart omkring et solcelleanlæg kan komponenter og ledninger være blottagt, konstruktionsdele af plast kan være smeltet, og der kan være kortslutning i anlægget.



Til venstre ses kabelføring på et fladt tag af ledninger fra et stort anlæg.
Til højre ses ledningerne fra panelerne i 6 kW anlæg ført ind under tagkonstruktionen.

For de fleste anlæg vil det betyde, at sikkerhedsafbryderen på inverteren automatisk er slået fra.

Mandskabet indsættes som over for de mere normale el-brande.

Hvis der bruges vand, rettes den spredte stråle direkte mod det brændende materiale. Husk sikkerhedsafstand på mindst 1 meter. Hvis der bruges samlet stråle, skal sikkerhedsafstanden øges til 5 meter.

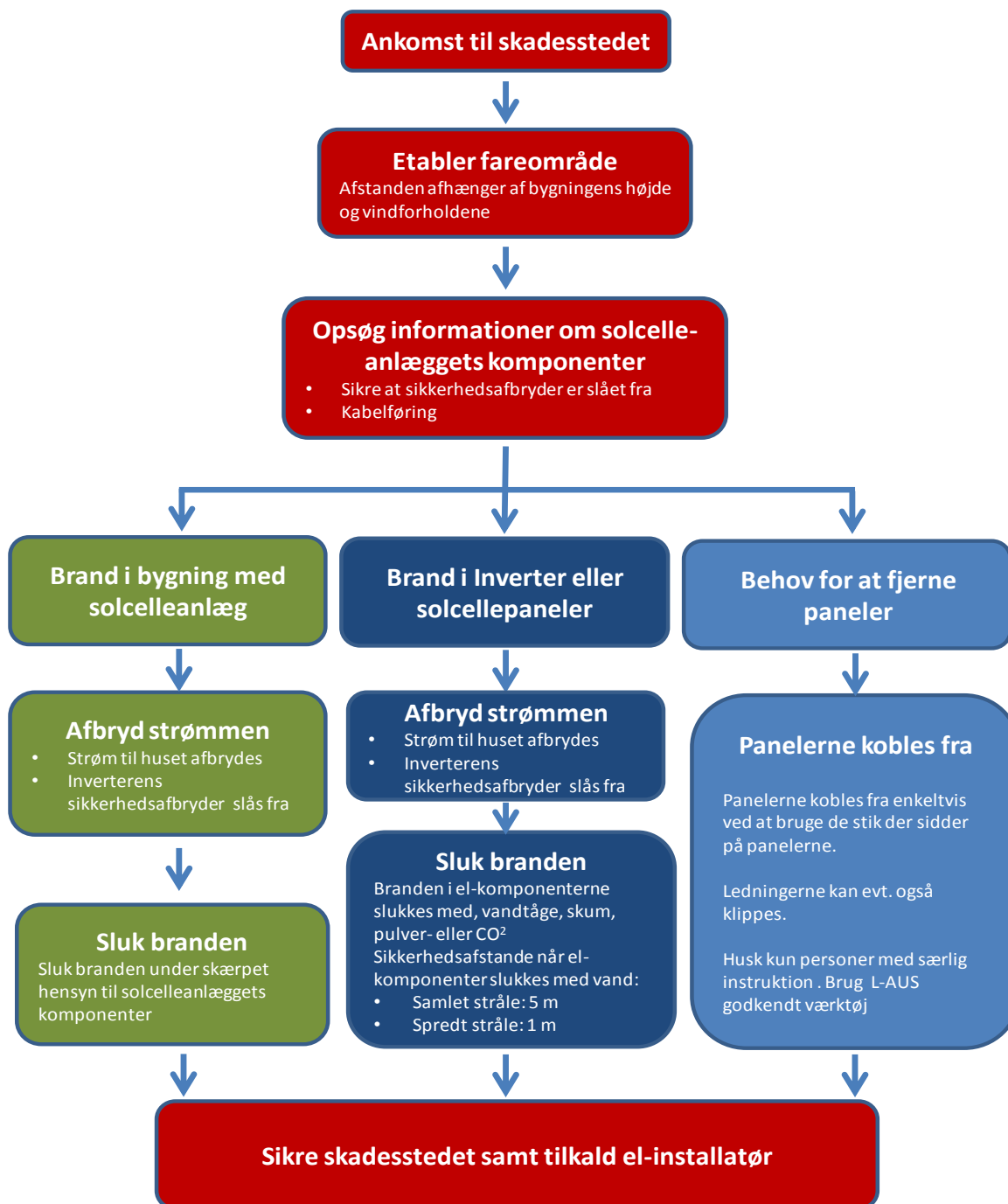
De forskellige brændbare materialer som plast, aluminium, maling mv. i et solcelleanlæg kan eventuelt også slukkes med andre slukningsmidler som pulver, CO₂, skum og sand.

Efterslukning

Ved brand i eller umiddelbart omkring et solcelleanlæg sker efterslukningen på samme måde som for andre el-brande.

- Branden slukkes helt for at hindre genopblusning.
- Bygningen ventileres grundigt.
- Elektriker tilkaldes for at sikre skadestedet, både så faren for elektrisk stød fjernes og således at potentielle nye tændkilder i el-systemet slås fra.

En hurtigguide for redningsberedskabet



[illegible]

[illegible]

Kildehenvisninger og andre materialer

Samarbejdspartnere

Denne vejledning er udarbejdet af Beredskabsstyrelsen i samarbejde med:

Bar Transport og En gros – Brand og redning
Dansk Solcelleforening
Foreningen af Kommunale Beredskabschefer
Energistyrelsen
KL
Sikkerhedsstyrelsen
Teknologisk Institut

Billeder

- Billederne i denne vejledning er primært taget af Søren Benthin og Michael W. Rasmussen begge fra Beredskabsstyrelsens Center for Uddannelse
- Billederne er taget ved Næstved Klimacenter, elektriker AO Carstensen i Næstved og ved opsætning af solcelleanlæg for Winnie Jensen.

Yderligere information

Du kan læse mere om solcelleanlæg m.v. på de ovenstående samarbejdspartneres hjemmesider og på temasiden på Beredskabsstyrelsens hjemmeside:

[http://brs.dk/VIDEN/TEMAER/HAANDTERING BRAND SOLCELLEANLAEG/Pages/redningsberedskabets_indsats_i_bygninger_med_solcelleanlaeg.aspx](http://brs.dk/VIDEN/TEMAER/HAANDTERING_BRAND_SOLCELLEANLAEG/Pages/redningsberedskabets_indsats_i_bygninger_med_solcelleanlaeg.aspx)

- Yderligere video og billedmateriale kan findes på Beredskabsstyrelsens hjemmeside www.brs.dk/uddannelse/uddannelsesnyt hvor der løbende vil blive lagt nye indslag.
- Videomateriale kan downloades direkte fra Beredskabsstyrelsen kanal på YouTube. Denne kanal suppleres ligeledes også løbende med videomaterialer om dette emne.
- Hvornår er elektricitet farlig?

[Styr på strømmen / Styr på strømmen / El / Professionelle](#)
[Hvornår er højspænding farlig? – Niels Bohr Institutet - Københavns Universitet](#)

Vejledning om redningsberedskabets indsats i bygninger med solcelleanlæg

Beredskabsstyrelsen 2012