



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

Teknologisk Institut og KSO-Ordningen

# Vejledning og tjekliste

Inden montering af solcelle- eller solvarmeanlæg på tage

Leon Steen Buhl og Peter Svendsen  
1. udgave  
Marts 2013



## Indledning

Formålet med denne vejledning er, at du som håndværker, rådgiver, sælger og lignende er klar over hvilke ting du skal være opmærksom på, inden du giver et tilbud på et solcelleanlæg.

Vejledningen vil fungere som en tjekliste som leder dig igennem de faldgrupper der kan være og hensyn der skal tages ved opsætningen af et anlæg.

## Brug af vejledningen

I de først kommende afsnit vil der være en uddybende forklaring af de emner man skal være opmærksom på inden for tagkonstruktionen og el arbejdet. På sidste side er der et afkrydsningsskema som man vil kunne bruge på stedet, inden tilbuddet gives.

Vejledningen indeholder ikke lovkrav, eller anbefalinger til udførelse, den belyser blot hvad man skal være opmærksom på og hvad der vil kunne komme til at besværliggøre arbejdet. Rapportens afsnit vil fremstå oplysende over for hvilke forhold som man skal holde øje med.

Det er i første omgang en god ide at skimme hele vejledningen igennem så man ved hvad den indeholder, og efterfølgende bruge den som opslagsværk.



## Indhold

Indledning.....	1
Brug af vejledningen.....	1
Vejledning i og vurdering af anlægsstørrelse .....	4
1.1 Placering af installation på tag .....	5
1.2 Orientering af tagflade og hældning .....	5
1.3 Skyggeforhold.....	5
1.4 Typer af tage.....	6
1.5 Levetider på tage .....	6
1.6 Tagkonstruktion.....	7
1.6.1 Spærkonstruktion .....	7
1.6.2 Lægtekonstruktion og dimensioner .....	7
1.7 Tagrum / loft.....	8
2 Tagstenstag.....	9
2.1 Undertag.....	9
2.2 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion .....	9
3 Tegltag med understrygning.....	11
3.1 Tegl lagt i mørtel.....	11
3.2 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion .....	12
4 Bølgepladetage af stål, fibercement og lignende .....	13
4.1 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion .....	13
5 Tagpaptag .....	14
5.1 Varme tag .....	14
5.2 Flade tage og kold konstruktion .....	14
5.3 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion .....	15
6 Besværlige tagtyper for montering af solceller .....	16
6.1 Hvad gør installationen besværlig.....	16
6.2 Tagtyper hvor solcellemontering frarådes .....	16
6.2.1 Beskrivelse af hygrodiodes .....	16
7 Einstallation .....	17
7.1 Målerplacering.....	17
7.2 Placeringsmulighed for inverter .....	17
7.3 El tavle - fejlstrømsafbryder .....	17



7.4 Muligheder for føringsveje for kabler .....	18
Skema til bygningsgennemgang inden opsætning.....	19



## Vejledning i og vurdering af anlægsstørrelse

Det er vigtigt at få givet husejeren en god vejledning fra start af, og her vil en god start være at kunne tilbyde netop den anlægs størrelse som de vil få mest udbytte af. Derfor er noget af det første man bør overveje, hvor stort et anlæg man vil anbefale køberen at få monteret. Vi vil her udelukkende se ud fra behovet, og ikke eventuelle areal- eller andre begrænsning for størrelsen af anlægget.

Efter at nettomåler ordningen er blevet ændret til en time baseret afregning, er det blevet noget mere kompliceret at bestemme den bedste anlægsstørrelse for den enkelte husejer. Afhængigt af hvilket elforsynings selskab husejeren er kunde hos, vil man kunne få et detaljeret forbrugsregnskab. Ud fra dette vil man så kunne se hvor meget af husejerens forbrug, som ligger i dagtimerne, og derfra vurdere en passende anlægsstørrelse.

Hvis det kun er muligt at få årsforbruget, kan man gå ud fra de, af energistyrelsen, anslåede 40 %. Altså at en gennemsnits dansk husejer har 40 % af sit strømforbrug inden for den time hvor den bliver produceret. Dette kan man så prøve at præcisere ud fra samtale med husejeren om bruger adfærden.

Eksempler på faktorer, der påvirker egetforbrugsandelen i positiv retning:

- Anlægget lidt vestvendt, vestvendt, hvis beboer forholdsvis er hjemme om eftermiddagen (øst hvis morgen)
- Beboerne rejser på andre tidspunkter end den danske højsommer

Det vil også sige, at det er vigtigt at tage en orienterende snak med husejeren om hvilke muligheder der kan være for at omlægge sit forbrug til dagtimerne.

En ting der også er værd at tage med i vurderingen er, at der er en generel tendens til at husejere der får opsat solcelleanlæg bliver mere opmærksomme på deres forbrug, og at det derfor falder.

### Parametre for vurdering af anlægsstørrelse:

1. Estimeret produktion tæt på det vurderede dagstime forbrug (hellere lidt under end lidt over)
2. Tilpas antallet af paneler, så det arkitektonisk kommer til at se ordenligt ud.



## 1.1 Placering af installation på tag

Bygningens tag, hvor på solcellemodulerne skal monteres, skal grundigt gennemgås. Dette både med den hensigt, at man bedre kan beregne anlæggets ydeevne, men også at der ikke pludseligt er uforventede udfordringer/besværligheder ved monteringsarbejdet. Mange af de efterfølgende punkter, kan klares ved samtale med husejeren, mens andre ting kræver en inspektion af taget.

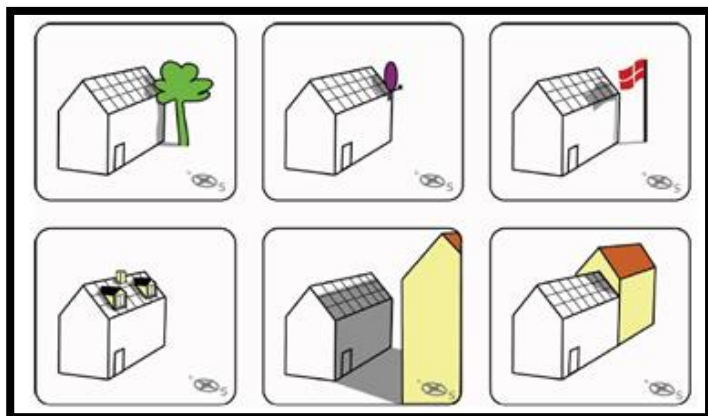
## 1.2 Orientering af tagflade og hældning

En af de første ting man skal gøre sig klart, er verdenshjørnerne, hvilken orientering har husets tag. Dernæst spiller tagets hældning også en rolle. Som det fremgår af nedenstående skema, kan disse to parametre være af stor betydning i forhold til anlæggets mulige ydeevne.

Hældning	Tagets retning										
	Vest		Sydvest			Syd			Sydøst		Øst
	90°	60°	45°	30°	15°	0°	15°	30°	45°	60°	90°
0°	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
5°	86	88	89	89	90	90	90	89	89	88	86
10°	86	89	91	92	93	93	93	92	91	89	86
15°	85	90	92	94	95	95	95	94	92	90	85
20°	84	91	93	95	97	97	97	95	93	91	84
25°	83	91	94	97	98	99	98	95	94	91	83
30°	81	91	94	98	99	100	99	97	94	91	81
35°	80	90	94	97	99	100	99	97	94	91	80
40°	78	89	91	97	99	100	99	97	94	89	78
45°	77	88	93	96	99	99	99	96	93	88	77
60°	70	83	88	93	94	94	94	92	88	83	70
70°	66	78	82	86	88	88	87	86	88	83	70
90°	44	64	68	70	72	72	72	70	68	64	44

## 1.3 Skyggeforhold

Taget skal undersøges nøje, der skal kigges på skorsten, antenne, karnap, vinduer og andre ting der bryder tagfladen. Det er både af hensynstagen til skygger, men også i forhold til hvordan panelerne kan placeres. På skitsen nedenfor er vist nogle forhold der kan medvirke til skygger på taget, det er meget vigtigt at være opmærksom på disse forhold inden anlægget sættes op, da det kan have en enorm indflydelse på anlæggets ydeevne. Hvis man har et meget skyggefuldt tag, kan man overveje, at placere anlægget på en garage, et udhus, eller som fritstående, bare anlægget er placeret på matriklen. De fleste skyggeforhold ændrer sig ikke gennem årene, men mht. træer, skal man prøve at forudse deres vækst og det kan derfor være fornuftigt at få dem fjernet inden de giver problemer.



### 1.4 Typer af tage

Der er udarbejdet en vejledning med fire undervejledninger, som dækker de mest gængse tagtyper i Danmark. I det følgende afsnit er de fire tagtyper beskrevet, ud fra hvad man skal være opmærksom på ved montering på netop den tagtype.

- Tagstenstage med undertag
- Tegltag med understrygning
- Bølgepladetage af fibercement, stål mm.
- Tagpaptag

### 1.5 Levetider på tage

I tilfælde af en kort restlevetid på det eksisterende tag bør det overvejes, at fremskynde en udskiftning eller udskyde montagen af solceller da en nedtagning og genmontage af anlægget efter en kortere periode kan medføre omkostninger i en størrelsesorden der betyder, at investeringen ikke er rentabel.

Det er derfor vigtigt at orientere sig om hvornår taget sidst er fornyet, samt at vurdere dets stand.

Tagtype	Holdbarhed	Tæthed
Tegltag/vingetagsten	50-70 år	Rimelig tæt
Tegltag/falstagsten	60-75 år	Tæt
Betontagsten	50-70 år	Tæt
Skifereternittag	35-40 år	Rimelig tæt
Stålpladetag	40-50 år	Rimelig tæt
Bølgeeternittag	35-40 år	Tæt
Tagpaptag	30-40 år	Tæt
Gummitag	25-35 år	Rimelig tæt
Plasttag	15-25 år	Rimelig tæt
Glastag	15-20 år	Rimelig tæt
Kobbertag	80-100 år	Tæt
Naturskifertag	70-90 år	Rimelig tæt
Zinktag	60-80 år	Tæt
Stråtag	20-40 år	Rimelig tæt
Trætag	35-40 år	Rimelig tæt

## 1.6 Tagkonstruktion

Efter ca. 1960 blev spær først hovedsageligt fremstillet som standardprodukter ud fra anvisningerne i TOP-pjecerne af håndværkerne. Det er her muligt at fastslå bæreevnen ved at sammenligne dimensioner på spærhoved og –fod samt antallet af søm i knudepunkterne ved opslag i tabellerne i pjecerne.

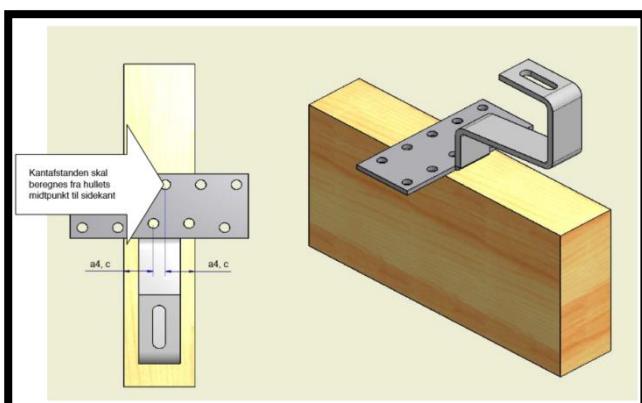
Senere er spær produceret på fabrik med samlinger af tandplader og i betydeligt mindre dimensioner end tidligere kendt. Disse spær er normalt forsynet med et stempel ved kip med angivelse af max. spærafstand og egenvægt af tag.



### 1.6.1 Spærkonstruktion

Det betyder sådan set ikke så meget om der er tale om en trekantspær-, gitterspær-, saksespær konstruktion eller en helt anden spær konstruktion.

Som den første tegning viser, er det vigtigt ved placering af tagkrog på spær, at man kan placere beslag så skruerne ikke sidder for yderligt, eller at beslaget belastning ikke vil give en skæv belastning. Som det fremgår af billedet, er det ikke altid at dette lige falder sammen med en bølgedag i teglene. Derfor vælger mange at benytte lægterne til fastgørelse, selvom de er mindre af dimension. Forstærkninger af den eksisterende konstruktion vil i de fleste tilfælde være en sikrere løsning, uanset om man monterer på spær eller lægter. Se næste afsnit om lægtekonstruktion.



### 1.6.2 Lægtekonstruktion og dimensioner

Generelt anbefales det ikke at fastgøre solcellemodulerne i lægterne, men ved en vurdering på stedet, kombineret med styrke beregninger fra en konstruktør, vil man kunne konstatere om taget er egnet til dette. Det er typisk nemmere at anvende lægterne til monteringen, fordi der er mulighed for at sidejustere tagkroge i forhold til teglenes bølgedale, og ansatsbolte efter bølgetoppe.

Det bør på stedet undersøges om der adgang til taget indefra eller om al monteringen skal ske udefra, og om der skal afsættes ekstra tid til at forstærke taget med udvekslinger, som Teknologisk Institut anbefaler. På de to billeder nedenfor er eksempler på forstærkninger foretaget ude- og indefra.





### 1.7 Tagrum / loft

Noget man hurtigt kan tjekke, som vil kunne give problemer ved monteringen, er om tagrummet/loftet er udnyttet. Er tagrummet/loftet udnyttet betyder dette, at alt monteringsarbejdet skal laves udefra, men det betyder også at kablerne ikke sådan lige kan føres ind, og der skal findes alternative føringsveje. Se nærmere under de enkelte tagtyper og under "6 Besværlige tagtyper for montering af solceller".



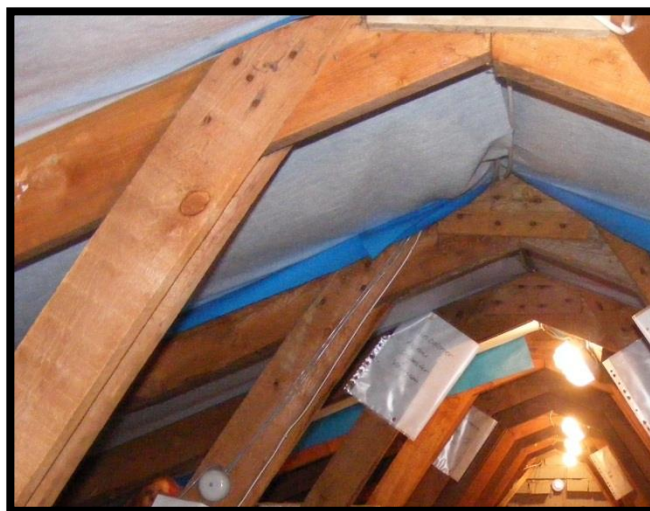
## 2 Tagstenstag

Der findes flere typer af tagsten, som det også fremgår af levetidstabellen i afsnit 1.5. Fordelen ved denne tagtype er at det ofte er let at komme til at løfte/fjerne dele af taget for at kunne montere beslagene. Det eneste man skal være opmærksom på ved tagstenstage er, at de bedst egner sig til montering i lægterne, og derfor bør forstærkes, for at sikre taget for de ekstra laster som vægten af modulerne og vind og sug. Der skal dog beregnes ekstra tid til at tilpasse de enkelte tegl til for at gøre plads til tagkrogene, dette kan resultere i at teglene kan flække. Så vær opmærksom på om husejeren har ekstra tegl eller om de kan fremskaffes.



### 2.1 Undertag

Man kan groft opdele undertage i to grupper, fastundertag og banevare. Fælles for typerne er, at man ikke kan komme til taget og lægterne inde fra, og at de ikke må beskadiges. Om det er den ene eller den anden type undertag skal undersøges på forhånd, da det kan have betydning for kabelføringen. Se også: 1.7 Tagrum / loft.



### 2.2 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion

Der findes mange måder at få ført kablerne gennem taget på. Ved tegltage kan den simple løsning være at føre kablerne ind mellem to tegl, fx langs med en tagkrog. Alternativt kan eksisterende tudsten, taghætter eller lignende benyttes. På billedet er illustreret hvordan et solvarmeanlægs slanger samt kablerne fra solcelleanlægget er ført gennem en tudsten. Ved at bruge en tudsten sikres at kablerne ikke beskadiges mellem tagstenene. Der skal altså generelt ikke beregnes ekstra tid for at få ført kablerne gennem selve



## TEKNOLOGISK INSTITUT

tegltaget. En ting er dog at få dem gennem selve taget, men man er også nødt til at kigge på typen af undertag og om tagrummet er udnyttet, specielt det sidste kan medføre at man skal lave en mere kreativ kabelføring, som på billedet nedenfor til højre, hvor kablet føres helt uden om taget, man skal her være opmærksom på om kablerne kan føres pænt og forsvarligt, så kablet ikke vil kunne tage skade.



### Gennem undertag/banevare

Ved gennemføring af kabler i undertaget er det vigtigt at sikre sig, at der ikke laves skader. Ved banevarer anbefales det kun at lave gennemføringer på fast underlag, men det kan dog også laves ved at føre kablet gennem en undertagsventil. Det er vigtigt altid at følge undertagsproducentens anbefaling, samt at bruge samme fabrikat af undertagsventil eller lignende som undertagets fabrikat, så man sikrer sig, at det passer sammen. På [duko.dk](http://duko.dk) og [bygerfa.dk](http://bygerfa.dk) kan man se hvilke fabrikater, der anbefales, samt læse om erfaringer angående montering, og hvad man generelt skal være opmærksom på, når man arbejder med undertage. På billedet er vist et eksempel på en undertagsventil. Det er altså vigtigt at man notere sig producenten af undertaget, så man kan siden hen kan følge deres anvisning. Det at føre kablerne gennem et undertag vil som regel være en meget overkommelig opgave, men der skal dog afsættes lidt ekstra tid hvis det ikke er et produkt man tidligere har arbejdet med.





### 3 Tegltag med understrygning

Tage uden undertag er typisk tage med en understrygning af tagstenene, som skal sikre tætheden af taget. Understrygning blev tidligere udført med mørtel eller en bitumenbaseret klæber som dermed skal brydes op og reetableres efterfølgende. I praksis betyder det, at solceller ikke bør monteres på understrøgne tage med mindre tagets underside er tilgængelig, således der løbende kan vedligeholdes på understrygningerne. Man skal være opmærksom på, at en ældre mørtelunderstrygning nemt kan revne og falde ud i forbindelse med montagen af solcellebeslagene. Vær derfor særlig opmærksom og omhyggelig med den efterfølgende reparation og løbende eftersyn.

Det er væsentligt at man inden tilbudsgivningen inspicerer taget både udvendigt og indvendigt for at kontrollere dets tilstand. Det er heller ikke altid at man kan se ude fra om et tag er med understrygning, som besværliggøre monteringen, vurder derfor hvor vidt det er muligt at komme til at montere ordentligt på det pågældende tag, og hvor meget ekstra tid der skal bruges på at fuge efter.

NB NB: Hvis der ikke er adgang til taget indefra, vil det være nødvendigt at overstryge teglene for, at fastgøre dem forsvarligt igen, det er altså nødvendigt at have en murer eller lignende med ud.



#### 3.1 Tegl lagt i mørtel

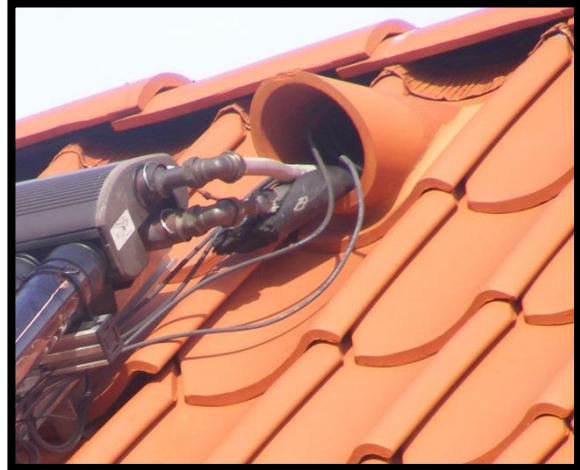
Hvis rygninger/grater er lagt i mørtel, kan de 2-3 rækker tagsten herunder normalt ikke tages op, uden beskadigelse af tagsten eller rygning/grat. Tilsvarende vil gøre sig gældende, hvor tagsten er nedlagt i mørtel, hvilket evt. kan være gjort ved gavle, brandkamme, omkring skorstene og tilsvarende inddækninger. Zinkinddækninger og tilsvarende kan ligeledes fastholde tagsten.





### 3.2 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion

Når man kommer ud til et understøget tegltag, vil der være flere muligheder for at få ført kablerne gennem tagfladen. Det gælder om at finde den mindst destruktive. Der er som udgangspunkt ingen problemer med at få ført kablerne igennem, da man som regel alligevel skal have løsnet tegl for at montere tagkroge, og kablerne kan så føres ind langs en tagkrog. En anden mulighed man kan kigge efter, er om der er taghætter, skorsten, tudsten eller lignende som man kan bruge, uden at man skal lave destruktive indgreb på taget. Det frarådes det bore i tegl som på billedet til venstre.





## 4 Bølgepladetag af stål, fibercement og lignende

Når man kommer ud til et tag med plade belægning, skal man kigge nærmere på om taget er konstrueret med åse eller lægter. Som udgangspunkt skal konstruktionen forstærkes, hvis den kun er med lægter, og der skal derfor medregnes ekstra monterings tid. Hvis der så oven i købet heller ikke er adgang indefra, besværliggør dette yderligere monteringen, da det så er nødvendigt at afmontere tagpladerne der hvor forstærkningerne skal lægges.



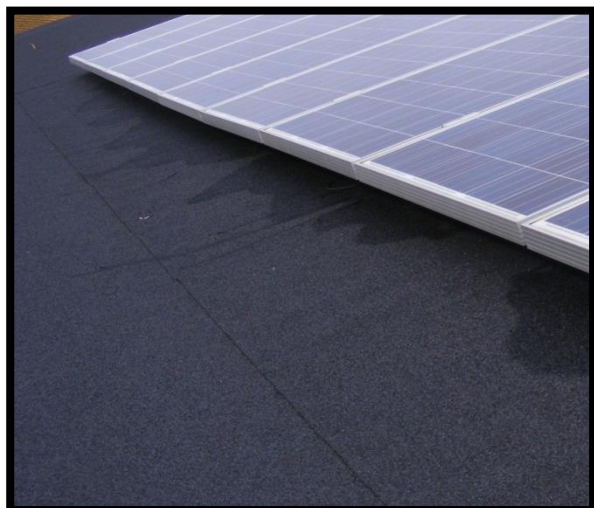
### 4.1 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion

På eternit-, stål- og andre pladetag hvor der ikke er mulighed for at føre kablerne ind mellem to plader, vil en gennemboring ofte være nødvendig. For at sikre tætheden, anbefales det at bruge en kabelmanchet, EPDM-lap eller lignende. På billedet nedenfor er vist en kabelmanchet. Dette er ikke noget som bør påregnes megen ekstra tid. Alternativt kan kabler føres under rygningen, som på billedet til højre, disse løsninger kan dog kun anvendes hvis tagrummet er uudnyttet, hvis tagrummet er udnyttet er man som udgangspunkt nødt til at finde en anden måde at føre kablet på, som fx taghætter, eller være nødt til at trække kablet uden om taget.



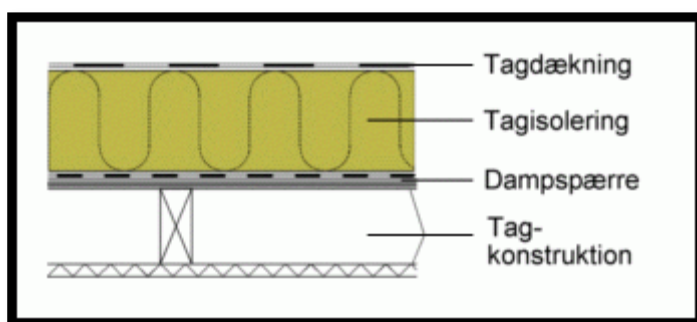
## 5 Tagpaptag

Tage med tagpap er ofte flade tage eller tage med meget lille taghældning. På denne type tag må det forventes, at der ofte samler sig vand på store dele af taget. Det er derfor særlig vigtigt at sikre sig, at ikke kun den mekaniske forankring udføres korrekt, men at den valgte løsning giver den fornødne tæthed mod vandindtrængning. Det skal undersøges hvilket materiale forankringen skal fastgøres i og om man kan banke sig frem til eller på anden måde finde fastgøringssteder, hvilket kan være meget besværligt på varme tage.



### 5.1 Varme tag

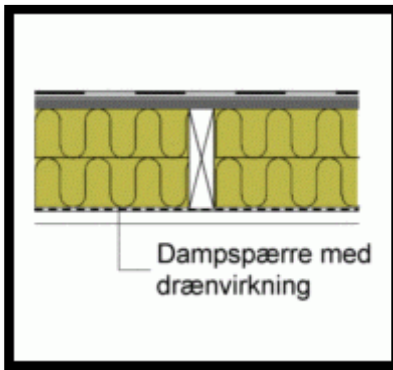
På varme tage ligger et isoleringslag over den bærende konstruktion, der er det vigtigt, at der forankres ned i den underliggende bærende konstruktion. De konsoller der anvendes, skal altså have en udformning der muliggør, at de kan føres gennem isoleringslaget og ned i den underliggende konstruktion, fx beton eller stålplader. Derudover skal vandtætningen sikres og bevægelser, primært fra vind- og snelaster, skal kunne optages uden at tætningen beskadiges.



Figur 1 - Fra Rockwool

### 5.2 Flade tage og kold konstruktion

Tagpapkonstruktioner der er opbygget som koldt tag, har typisk et bjælkelag med isolering lagt ned mellem bjælkerne (spærene). Oven på spærene lægges et brædde- eller pladelag hvorpå der svejdes tagpap, og nedenunder opbygges loftsbeklædningen. Op til starten af 00'erne, var spærene til de flade tagpaptage på 1-familie boliger typisk omkring 100 mm brede. Skærpede krav til energiforbruget og dermed isoleringstykkelsen, har medført, at man er gået over til at bruge gitterdragere, hvor spærhovedet typisk kun er 45 mm. Dette kan give udfordringer, når skruerne skal sættes i spæret og man bør tjekke kravene til kantafstande angivet i trænormen.



### 5.3 Mulighed for kabler gennem tagkonstruktion

På tagpaptage, kolde såvel som varme, anbefales det ikke at føre kabler gennem tagfladen, da sikring mod fugt vil blive meget omstændeligt. Taghætter og lignende kan derfor med fordel benyttes. Forefindes disse ikke, vil det være nødvendigt at finde helt andre veje og skulle gå helt uden om tagfladen og føre kablerne ind under taget eller gennem en gavl. Dette kan dog give bedre mulighed for udvendig placering af inverter.







## 6 Besværlige tagtyper for montering af solceller

Den efterfølgende liste dækker over specifikke tagtyper, hvor på montering af solcellepaneler er muligt men meget besværligt:

- Understrøgne tegltage uden adgang til tagkonstruktion indefra
- Eternittag uden adgang til tagkonstruktion indefra
- Skiffertage uden adgang til tagkonstruktion indefra
- Skiffer eternit
- Asbestholdige tage generelt

### 6.1 Hvad gør installationen besværlig

Understrøgne tage:

- At få frigjort tegl
- At få fastgjort det sidste tegl igen
- At sikre tætheden igen

Eternit tage:

- At frigøre pladerne uden at beskadige dem.
- At få nortonbåndet på igen

Asbestholdige tage:

- Den ekstra sikkerhed under montering
- Sikre mod fremtidig støv

### 6.2 Tagtyper hvor solcellemontering frarådes

Den efterfølgende liste dækker over specifikke tagtyper, hvor på montering af solcellepaneler dissideret frarådes:

- Tage med hygrodioder
- Stråtag

#### 6.2.1 Beskrivelse af hygrodioder

Hygrodioden udlufter ved, at den tætnet for indtrængende fugt fra bygningernes lokaler. Men den har mulighed for at udlufte det byggefugt, der er indesluttet luft i tagkonstruktionen. Det gør den ved hjælp af det tryk, der opstår, når solen skinner på taget. Det skaber et overtryk i konstruktionen, som presser fugten ud.

For at den proces skal fungere, skal temperaturen på taget nå op på 70 grader, når solen skinner. Når man skygger taget med solceller, blokerer de for den indgående varme fra solens stråler, så taget ikke når op på den nødvendige temperatur, der dermed hæmmer virkningen af udluftningen. Det betyder, at der opstår stor risiko for svamp og råd. Ifølge Dansk Byggeri er tagkonstruktionen ikke helt sjælden. Siden 1980'erne er der opført rigtig mange kvadratmeters uventilerede tagkonstruktioner med hygrodioder, som typisk konstrueres på større tagflader, der modtager større mængder solstråling i løbet af sommeren. Typisk bruges det i større erhvervs- eller institutionsbyggerier.



## 7 Elinstallation

### 7.1 Målerplacering

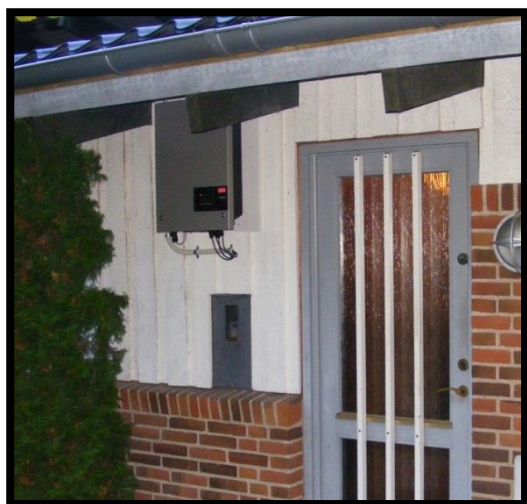
Det er den eksisterende måler der anvendes, eller udskiftes til ny af forsyningselskabet, hvis den ikke har de fornødne muligheder for time opgørelse i begge retninger

### 7.2 Placeringsmulighed for inverter

Generelt bør det tilstræbes, at inverteren placeres tørt, køligt og velventileret, støvfrit og ikke nær beboelsesrum.

Der er ingen absolutte generelle krav til dens placering, bortset fra at den aldrig må monteres direkte på brændbart materiale. Der vil dog næsten altid være en anvisning fra producenten om dennes krav til placeringen. Der skal sørges for, at inverteren kan komme af med overskudsvarmen, og derfor placeres den med så lav omgivelsestemperatur som mulig. Mange inverttere vil drosle ned på effekten aftaget fra solcellerne, hvis de ikke kan afgive tabsvarmen fra effektkonverteringen som følge af for høj omgivelsestemperatur. En placering udendørs, tørt og skyggefuldt, vil derfor ofte være en optimal løsning (hvis producenten tillader det). En udendørs placering kan dog besværliggøre kabelføringen. På billede 12 er et eksempel på udendørs monteret inverter.

Ved placering indendørs anbefales, at den placeres i ikke-opholdsrum fx i bryggers, kælder eller andre ikke opholdsrum pga af lydgener, dog ikke på ubenyttede lofter, da temperaturen ofte er meget høj der om sommeren. Mange inverttere laver en let højfrekvent summen, 30-60 dB. Så ved placeringen skal det også sikres, at dette ikke giver gener; der henvises igen til, at inverteren placeres i ikke-opholdsrum. Det er imidlertid kun, når solcellerne producerer strøm, at inverteren arbejder og derved "summer". Man skal derfor også være opmærksom på ikke at placere den på en væg op til fx et soveværelse, da fuglenes morgensang vil blive suppleret med støj fra inverteren.



### 7.3 El tavle - fejlstrømsafbryder

En fejlstrømsafbryder har til formål at beskytte personer mod farlige fejlstrømme - bl.a. fra de elektriske apparater - ved afbrydelse af forsyningen. Der skal i almindelige husinstallationer (kendt som TT<sup>1</sup> net) monteres en separat fejlstrømsafbryder (HPFI eller PFI) på inverterens vekselstrømsside, der alene dækker solcelleanlæggets fejlstrømsafbryder monteres i eltavlen på forsyningsiden af bygningens eksisterende fejlstrømsafbryder. Valget af inverter har betydning for hvilken type

---

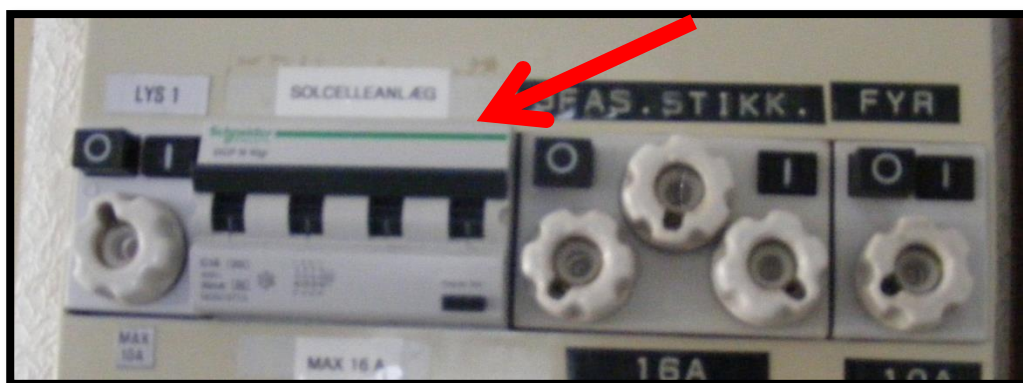
<sup>1</sup> TT-systemet har et punkt forbundet direkte til jord, og de udsatte dele i installationen er forbundet til jordelektroder, der er elektrisk uafhængige af forsyningsystemets jordelektroder.



## TEKNOLOGISK INSTITUT

fejlstrømsafbrydere, der skal anvendes som forkobling. Der findes en- og trefasede invertere, og disse kan være med eller uden transformere. Type og konstruktion af inverteren afgør, hvilken type fejlstrømsafbryder, der skal anvendes. Typerne af fejlstrømsafbrydere fremgår af nedenstående skema. Som udgangspunkt skal der ifølge Stærkstrømsbekendtgørelsen anvendes en type B, men hvor 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. Generelt kræves der ved en-fasede invertere med transformere blot type A. I alle tilfælde anbefales det at undersøge, hvad fabrikanten af inverteren foreskriver, enten i teknisk materiale eller ved direkte forespørgsel. Herunder ses de forskellige typer og arter af fejlstrømsafbrydere:

Type	Art	Udløsestrøm	Detektion af	Signatur
A	HPFI	30 mA	Vekselstrøm og pulserende jævnstrøm	
A	PFI	> 30 mA (fx 100, 300 mA)		
B	AC/DC HPFI	30 mA	Vekselstrøm og glat jævnstrøm > 6 mA	
B	AC/DC PFI	> 30 mA (fx 100, 300 mA)		



### 7.4 Muligheder for føringsveje for kabler

Som en del af det overblik man er ved at danne sig, skal man også overveje mulighederne for hvordan man kan få ført kablerne fra modulerne og frem til inverteren. Typisk skal kablerne føres ind gennem taget, og så fra loft til kælder. Der er under hver tagtype beskrevet hvilke muligheder som er de mest anvendelige.

Når kablerne skal føres gennem bygningen, gælder det om at føringsvejen bliver så pæn som muligt, forstået på den måde, at den ikke er synlig. Nogle gange kan man være heldig at kunne udnytte en gammel skorsten, mens man andre gange er nødt til at føre gennem opholds rum. Dette kan man lige så godt overveje allerede inden man går i gang.





## Skema til bygningsgennemgang inden opsætning

### 1. Firma oplysninger

Dato	
Firmanavn (sælger)	
Evt underleverandør	
Underleverandør udfører	

Firmastempel

### 2. Kundeoplysninger

For- og efternavn	
Monteringsadresse	
Telefon nummer	
E-mail adresse	

### 3. Bygningens art

- Stuehus til landbrugsejendom  Sportshal
- Fritliggende enfamilieshus (parcelhus)  Udhus / garage / carport
- Række-, kæde- eller dobbelthus  Stald
- Etageboligbebyggelse  Andet: \_\_\_\_\_

### 4. Taget

Hvor lange er taget rest levetid: \_\_\_\_\_ år

Er der adgang til tagets konstruktion indefra: JA / NEJ

Tagfladens højde		m
Tagfladens brede		m
Tagets hældning		°
Tagets kompasretning (fra syd)		°

### 5. Tagtype og mål

Tagstenstag

- Tegl  Beton
- Understrøget  Undertag

Bølgepladetag

- Eternit  Stål
- Spærttag  Tagåser
- Asbest

### Ved tvivl læs afsnit:

1.5 Levetider på tage

1.7 Tagrum / loft

1.2 orientering af tageflade og hældning

2. Tagstenstage

3. Tegltage med understrygning

4. Bølgepladetage ...

1.6 og baggrundsrapport 5.1

6.1 og AT-vejledning



Tagpaptag

Dobbelt lag

Folie

Hygrodioder

Fladt tag

Andet

Beskriv: \_\_\_\_\_

**Ved tvivl læs afsnit:**

5. Tagpaptage

6.2.1 Beskrivelse af Hygrodioder

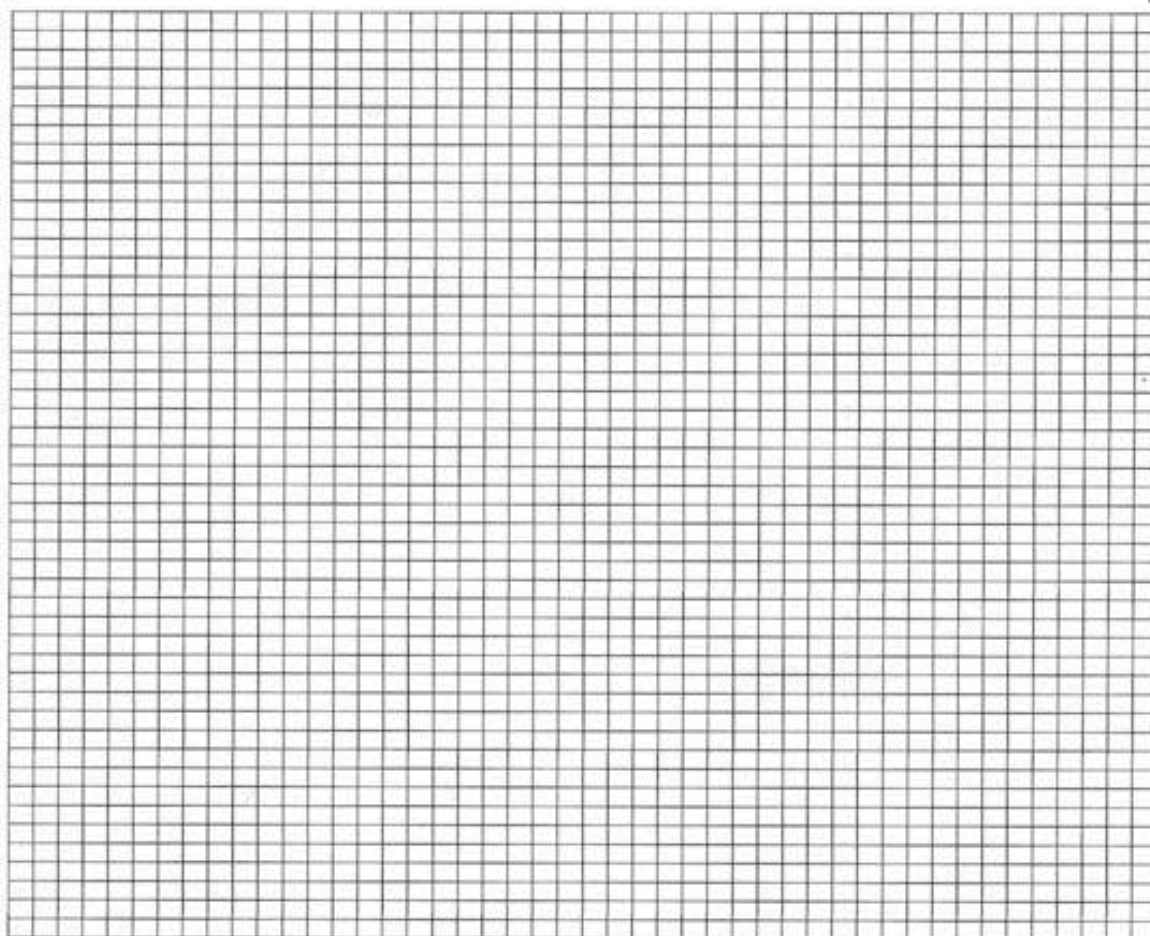
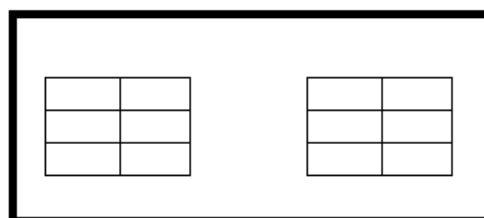
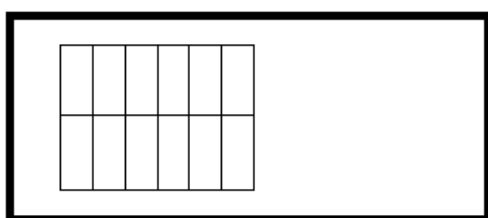
6. Besværlige tagtyper for  
montering af solceller

## 6. Placering af moduler på taget – skitse

Tegn er skitse af taget, med solcellernes placering samt vinduer, kanaper mm

Tilføj mål, fx højde/brede og kant afstande

Eksempeller



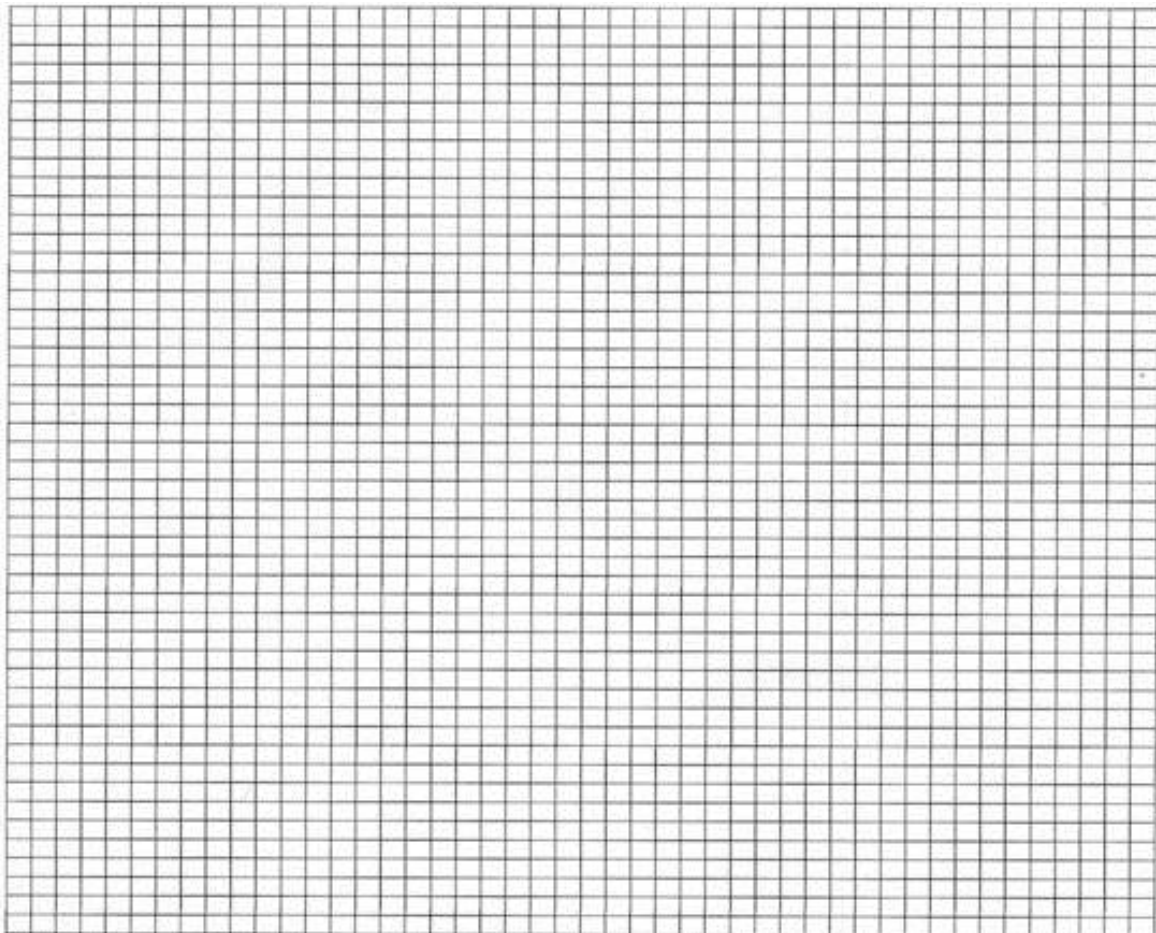
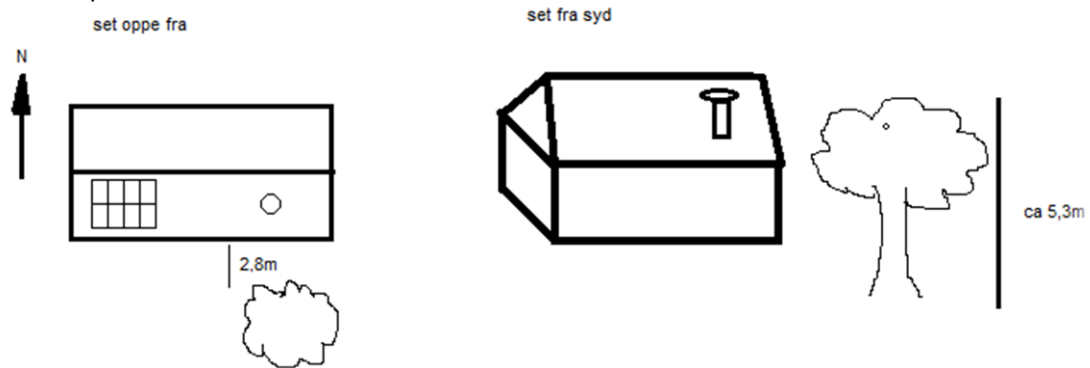
Det kan anbefales at skitsen udføres i samarbejde med kunden, så der er enighed om anlæggets udseende.



### 7. Ydre skygge forhold

Skitser bygningens placering ift mulige kilder til skygger, fx træer, flagstænger, master og lignende.

Eksempel





## 8. Einstallations detaljer

### Inverter

Udendørs placering       indendørs   
Et-faset       Tre-faset   
Galvaniskadskilt       Ikke adskilt

### Kableførings vej

Solcellepaneler til inverter	m
Inverter til el-tavle	m
Beskriv kort føringsvejen	

### El-tavlen

Er der plads i den nuværende el-tavle til det nye fejlstrømsafbryder: JA / NEJ

### Forsyningsselskab

Hvilket forsyningsselskab anvender husejeren: \_\_\_\_\_

## Ved tvivl læs afsnit:

7. Einstallation

7.2 Placerings mulighed for inverter

7.3 El tavle - fejlstrømsafbryder

7.4 Mulighed for føringsvej for kabler

7.1 Måler placering