

# **Solceller 2023**

Teknisk anvisning

Dokumentägare: Lennart Lifvenhjem

## Innehållsförteckning

1	Inledning .....	3
1.1	Allmänt .....	3
1.2	Syfte .....	3
1.3	Avsteg .....	3
1.4	Identifiera behov .....	3
1.4.1	Gestaltning .....	3
1.4.2	Underlag från fastighetsägare .....	3
1.4.3	Tillgänglighet .....	3
1.4.4	Övriga anvisningar .....	3
1.4.5	Märkning .....	3
2	Uppdragets omfattning .....	4
2.1	Allmänt .....	4
2.2	Standarder .....	5
2.3	System och funktion .....	5
2.3.1	Allmänt .....	5
2.3.2	Integrerade solceller .....	6
2.3.3	Växelriktare .....	6
2.3.4	Solcellsmoduler .....	7
2.3.5	Systemutformning utomhus .....	7
2.3.6	Jordning och skydd .....	9
2.3.7	Kopplingar och kablage .....	9
2.3.8	DC-kablar .....	10
2.4	Kommunikation, mätning och loggning .....	10
2.4.1	Elmätare .....	10
2.4.2	Larm- och övervakningsapparater i EI- och telesystem .....	10
2.4.3	Kravställning kommunikationsgränssnitt .....	11
2.4.4	Kravställning tillgängliga värden .....	11
2.5	Brandskydd .....	12
2.5.1	Brandskyddsbeskrivning .....	12
2.5.2	Uppmärkning och information till räddningstjänsten .....	12
2.5.3	Krav på anläggningens utformning .....	12
2.5.4	Brandmannabrytare .....	12
2.6	Provning .....	13

2.6.1	Allmänt .....	13
2.6.2	Kompletterande kontroller .....	13
2.7	Märkning och skyltning .....	13
2.8	Dokumentation.....	15
2.8.1	Allmänt .....	15
2.8.2	Handlingar .....	15
2.8.3	Driftinstruktion.....	15
2.8.4	Ingående utrustning .....	16
2.8.5	Underhållsinstruktioner .....	16
2.8.6	Information/utbildning .....	17
2.9	Service .....	17

# 1 Inledning

## 1.1 Allmänt

Jernhusen *Teknisk anvisning Solceller* är framtagen för att samla övergripande funktionskrav vid ny- och ombyggnation av fastigheter som ägs av Jernhusen.

Anvisningarna redovisar de särskilda krav som Jernhusen ställer på tekniska installationer för solceller utöver vad som regleras i lagar, myndighetskrav och föreskrifter. Anvisningarna ska ligga till grund för projektering vid installation av solceller i Jernhusens fastigheter.

Hänsyn ska tas till specifika förutsättningar för respektive projekt.

## 1.2 Syfte

Anvisningarna begränsar sig till projekterings- och funktionskrav, inte hur dessa ska åstadkommas.

Arkitekter och projektörer ansvarar för att i tidigt projektskede läsa in och samordna de tekniska anvisningarna och kravställningarna för samtliga byggnadsdiscipliner.

## 1.3 Avsteg

Se Jernhusen huvuddokument *Orientering Byggherrekrav*, senaste utgåva.

## 1.4 Identifiera behov

### 1.4.1 Gestaltning

Det är väsentligt att installationernas påverkan på byggnadens utformning studeras tidigt i projektet.

### 1.4.2 Underlag från fastighetsägare

Beakta om det finns projektspecifika teknikkrav från förvaltningen.

### 1.4.3 Tillgänglighet

Beakta lokala tillgänglighetskrav.

### 1.4.4 Övriga anvisningar

Se även övriga gällande tekniska anvisningar, senaste utgåvor, t.ex. Jernhusen *EI- och Telesystem*, *Styr- och övervakningssystem* m.fl.

### 1.4.5 Märkning

Se Jernhusen *Teknisk anvisning Märkbilaga*, senaste utgåva.

## 2 Uppdragets omfattning

Utsedd projektör solcellssystemen ansvarar för den tekniska konstruktionen och dess funktion och kvalitet, samt för att inhämta relevant information från ev. sido-projektörer.

I denna handling framgår krav och utformning som är av generell art för Solcells-system hos Jernhusen.

### 2.1 Allmänt

Utifrån denna tekniska anvisning ska projektören ta fram en projektanpassad beskrivning.

För varje projekt ska alltid denna handling ingå.

Projektanpassad beskrivning ska endast innehålla sakförhållanden, mängder, volymer, funktionstexter, principalschemor, driftkort, demontering/rivning, utförande, kompletteringar/justeringar etc., vilka inte framgår av denna handling

Därutöver ska även projektören ta fram övriga erforderliga handlingar och ritningar för Solcellsanläggningen.

Ev. avvikelser ska skriftligt dokumenteras i Jernhusen *Avvikelsemall Tekniska anvisningar*, senaste utgåva.

För projektering i befintliga anläggningar krävs att projektören före framtagande av förfrågningsunderlag utför en förstudie på plats för att inhämta faktiska omständigheter.

#### **Förstudie ska omfatta kontroll av:**

- Taktytor, skuggningsrisk, laster så att takkonstruktionen klarar tillkommande solpanelers vikt inklusive tillhörande stativ och installationer, logistik/transporter/lyft
- Analys av lämpliga sammanhängande ytor att tillgå, utan ventilations-huvar, takkupor eller liknande som bryter av anläggningsarean och ger risk för svepande skuggor
- Att lutning och väderstreck är gynnsamt för solpaneler
- System, märkning, dokumentation, funktioner
- Var anslutningspunkten (el-centralen) finns i förhållande till var panelerna ska monteras
- Att säkringsnivåer och el-servisledningar är tillräckliga för den tänkta anläggningen

Projektören ska även inhämta eventuella kompletteringar och förändringar som Jernhusen vill ska ingå för varje specifikt projekt.

## 2.2 Standarder

För entreprenader ska gälla (senaste upplaga med ändringar och tillägg):

- SS 4364000 Elinstallationer för lågspänning - Utförande av elinstallationer för lågspänning
- SS 4370140 Anvisningar för anslutning av lågspänningsinstallationer till elnät
- SS-EN 50160; Spänningens egenskaper i elnät för allmän distribution
- SS-EN 60904 Solceller, del 1-10
- SS-EN 61173; Solkraftverk – Anvisningar för skydd mot överspänning
- SS-EN 61215 Solceller - Konstruktions- och typgodkännande av solcellsmoduler av kristallint kisel
- SS-EN 61345 Solceller - Provning av solcellsmoduler med UV-strålning
- SS-EN 61683 Solkraftverk - Bestämning av verkningsgrad hos utrustning för elanpassning
- SS-EN 61721 Solceller - Känslighet för mekanisk påverkan
- SS-EN 61724 Solkraftverk - Driftövervakning - Mätning, dataöverföring och utvärdering
- SS-EN 61725 Solkraftverk - Beräkning av solinstrålningens dygnsprofil
- SS-EN 61727 Solkraftverk - Anslutning till elnätet
- SS-EN 61829 Solkraftverk - Fältmätning av förhållandet mellan ström och spänning
- SS-EN 61853-1 Solcellsmoduler - Provning av prestanda och angivande av märkvärden
- SS-EN 62446 Nätanslutna solcellsanläggningar – Minifodringar på dokumentation, kontroll och provning för idrifttagning.

### Övriga standarder och föreskrifter:

- IEC 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols
- DIN VDE 0126 Automatic disconnection device between a generator and the public low-voltage grid
- Anslutning av kundanläggningar 1-36 kV till elnätet, IBH 04 Svensk Energi
- CE-märkning och EMC-direktivet (89/336/EEC)

## 2.3 System och funktion

### 2.3.1 Allmänt

Utrustning som apparater, kopplingslådor och andra tekniska anordningar ska placeras och anordnas så att de är lätt åtkomliga och kan kontrolleras, servas, bytas och underhållas på ett enkelt sätt och utan onödiga driftavbrott.

System- och materialval ska vara enhetliga. Material, installationskomponenter och service ska kunna tillhandahållas i framtiden. Materiel ska vara i PVC- och halogenfritt utförande.

Garantitid för solcellsentreprenader ska regleras i AF-delen och vara 5 år.

Solcellsanläggning ska vara utförd för anslutning till fastighetens elsystem. DC-kablage från solcellsmoduler till växelriktare ska dimensioneras så att effektförluster i kablaget är max 1 % då växelriktaren arbetar vid standardbelastning.

För system och produkter som består av programmerbara apparater ska det ingå all programvara och programmering som krävs. Vid val av programvaror ska Jernhusens *Teknisk anvisning Styr- och övervakningssystem*, *Teknisk anvisning Integration överordnat system* och *Teknisk anvisning integration Bacnet* beaktas så att korrekt kommunikation och dataöverföring säkerställs.

På båda sidor om växelriktare (AC/DC) ska brytfunktion finnas så att underhåll kan utföras utan att övriga växelriktare behöver tas ur drift. Om fler än en växelriktare installeras på samma plats ska separat AC-central för anläggningen installeras.

AC-centralen ska innehålla säkringar för respektive växelriktare och en huvudbrytare (lastbrytare). Samtliga ingående delar ska uppfylla kraven för CE-märkning och vara CE-märkta på installerad plats.

Så kallad Brandkårsbrytare ska finnas. En dialog med Räddningstjänsten ska tas med avseende på detta för att säkerställa ev. lokala krav.

Fästanordning och apparater ska med avseende på material och utförandeform vara anpassade efter på användningsplatsen rådande förhållanden. Ledningar och apparater ska genom sitt utförande, läge eller särskild anordning vara skyddad mot skada som kan uppstå genom mekanisk åverkan, kemiskt angrepp och vid värme eller köld. Kabelstegar och kabelrännor ska ha separata utrymmen för kraft, tele och styr. Utrymme ska avskiljas med avskiljningsplåt enligt kraven i Jernhusen *Teknisk anvisning EI- och Telesystem*.

### **2.3.2 Integrerade solceller**

Solceller som är integrerade i tak, fönster eller fasadmateriäl ska ej projekteras. Detta då erfarenheten av dessa produkters livslängd och hållbarhet idag är för kort.

### **2.3.3 Växelriktare**

Medelverkningsgrad för växelriktare ska vara minst 95 % enligt EuroEta. Produktgaranti på växelriktare ska regleras i AF-delen och garanti ska vara minst 10 år. Växelriktaren ska vara nätansluten, 3-fas och avsedd för solcellssystem och infasning på elnätet 230/400V, 50 Hz växelström. Inkoppling mot elnät ska ske symmetriskt.

Växelriktarens placering ska vara sådan att den kan bytas och underhållas utan onödiga driftavbrott. Växelriktaren ska kunna kommunicera med överordnat styrsystem med kommunikationsspråk BACnet. För krav på konfigurering av BACnet se Jernhusen *Teknisk anvisning Integration Bacnet*, senaste utgåva.

Växelriktare ska vara CE-märkta och utrustade med överspänningsskydd, skydd mot ö-drift (islanding) samt uppfylla kraven för elektromagnetisk kompatibilitet (EMC) enligt SS-EN 61000.

Växeriktare ska placeras i välventilerade utrymmen, eller utomhus oåtkomligt under tak så nära solcellsmodulerna som möjligt för att minimera längden på likströmskablager. På grund av värmeutveckling får avståndet mellan växelriktare sinsemellan samt mot väggar och tak inte underskridas det som föreskrivs i växelriktarens installationsmanual.

#### 2.3.4 Solcellsmoduler

Produktgaranti på solcellsmoduler och garanti ska vara minst 10 år och de ska ha en effektgaranti på minst 97 % av specificerad topp effekt vid STC (Standard Test Condition) år 1 samt därefter en linjär effektgaranti som garanterar att dessa efter 25 år ger minst 80 % av specificerad topp effekt vid STC.

Solcellsmodulerna ska uppfylla de krav som ställs enligt IEC 61730.

Kristallina solcellsmoduler ska minst uppfylla de krav som ställs enligt IEC 61215. Tunnfilmssolceller ska minst uppfylla de krav som ställs enligt IEC 61646.

Verklig topp effekt från respektive solcellsmodul får ej vara lägre än angiven märkeffekt (STC) och den får avvika max +5% från angiven märkeffekt (STC).

Solcellsmodulernas fabrikat och typ ska anges i anbud liksom modulens topp effekt (DC, STC). Solcellsmodulerna ska vara utrustade med snabbkopplingskontakter för säker hopkoppling. Kablar och kontakter ska uppfylla IP-klass 67 eller bättre och vara UV-beständiga, samt skyddade från skadedjur.

#### 2.3.5 Systemutformning utomhus

Monteringsmaterial ska ha en produktgaranti på minst 10 år. Förläggning av kablage utomhus ska ske samlat under monteringsystem på trådstege/kabelstege och kablarna ska vara UV-beständiga. Vid förläggning ska hänsyn tas till kablarnas värmeledningsförmåga.

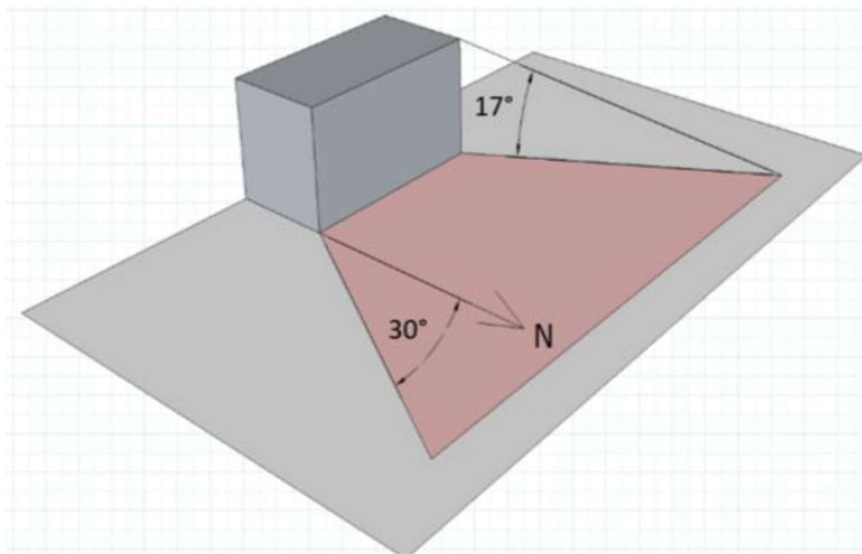
Kablage ska hängas upp med säker infästning och erforderliga kabellängder för att minimera risk för klämning, nötning och materialutmattning, se exempelbild nedan.



Solcellssystem ska utformas med hänsyn taget till skuggning mellan solcellsmodulrader och andra skuggande objekt. Optimerare ska ej användas. Bakom skuggande objekt bör skuggningsvinkeln vara högst 18° i sektorn +/- 30 grader relativt norr, se figur 1.

I projektering ska ingå att utreda och optimera placeringen med hänsyn till taklutning, skuggning samt att tillse att solcellssystemet är dimensionerat för normenliga vind- och snölast för platsen där installationen sker. Beräkningar för vind- och snölast ska göras och dokumenteras.





**Figur 1:** Skuggningsvinkel

På tak som lutar mer än  $15^\circ$  ska stativ för upplutning av moduler undvikas. I stället ska takets lutning följas, detta eftersom montering i takets lutning gör att eventuella krav på bygglov undviks och att en bättre estetik på installationen ofta kan uppnås.

Moduler ska ej monteras med lägre lutning än  $15^\circ$  då låg lutning riskerar att ge sämre solinfallsvinkel och en undermålig regnavrinning/naturlig rening av smutsavlagringar. På låglutande tak bör därför moduler lutas upp minst ca  $15^\circ$  från takplanet mot söder.

Stativ/bärverk för solcellsmodulerna ska i första hand installeras med en metod som inte kräver att fastighetens tätskikt penetreras.

Vid användning av stativ för upplutning och flera solcellsrader ska risken för skuggning beaktas, så att raderna inte riskerar att skugga varandra.

Monteringssystem för solcellsmodulerna ska vara godkänt för solcellssystem. Monteringsystem ska vara dimensionerat och konstruerat för normenliga snö- och vindlaster vid installationsplatsen. Takinfästningar för monteringsystemet behöver ej vara certifierade för solcellssystem, men ska vara dimensionerade och konstruerade för monteringsystemet och normenliga snö- och vindlaster vid installationsplatsen.

Montagesystem ska vara ytbehandlade till lägst korrosivitetssklass C3.

Takinfästningar ska utföras enligt gällande krav i AMA-Bygg, senaste utgåva.

Ballastsystem som har en liten anläggningsyta och ger en hög punktlast får ej användas, detta p.g.a. risk för skador på takets ytskikt. Projektör ska vid montering med ballastsystem kunna redovisa det maximala dynamiska trycket mot taket beräknat med en snölast på  $4,0 \text{ kN/m}^2$  och utan ballast.

Hopkoppling av moduler utomhus ska utföras med väderbeständiga kontakter eller kopplingsdosor. Strängkablar utomhus ska vara dubbelisolerade, UV-beständiga och skyddade mot skada som kan uppstå genom t.ex. skadedjur, kemiskt angrepp, mekanisk åverkan eller varierande temperaturer.

Ledning ska fästas på båda sidor om böjar och där den lämnar kabelstege för att förläggas på annat underlag eller annan trådstege/kabelstege. Ledning som passerar en rörelsefog i byggnad ska förläggas så att uppträdande rörelser inte kan skada ledningen genom klämning, sträckning o. dyl.

Vid genomföring i vägg eller tak ska förläggningssättet och tätningar utformas så att erforderlig värmeavledningsförmåga för kablarna uppnås. Ledning som inte genom sitt läge är skyddad mot mekanisk påverkan ska förses med skydd som förhindrar kross- och klämskador. Ledningar som förläggs på kabelstege, både horisontellt och vertikalt, ska riktas och najas.

Vid blandning av metaller ska hänsyn tas till galvaniska strömmar så att galvanisk korrosion ej uppstår.

Infästning av solcellspaneler ska vara utformad så dessa ej faller ned vid brand på taket.

Stålkonstruktioner utomhus såsom kabelstegar, infästningar etc. ska vara ytbehandlade till korrosivitetsklass C4 eller högre.

### **2.3.6 Jordning och skydd**

Stativ/bärverk för solcellsmodul samt trådstege/kabelstege på tak ska funktionsutjämnas enligt leverantörens anvisningar. Detta får ej göras med grön-gul kabel.

Växelriktare och annan ingående elektrisk apparatur ska skyddsutjämnas till gemensam skyddsutjämningssskena som monteras vid AC-central eller växelriktare.

Överspänningsskydd som är anpassade för anläggningen ska finnas på DC- och AC-sidan.

### **2.3.7 Kopplingar och kablage**

Om parallellkoppling av solcellssträngar behövs för anläggningen ska detta ske med parallellkopplings-kontaktdon eller i en parallellkopplingsbox. Placering ska samordnas med beställaren. Kapslingsklass ska väljas i enlighet med boxens placering, dock minst IP44.

Om mer än 3 strängar parallellkopplas till samma växelriktare ska strängsäkringar för varje enskild sträng placeras i kopplingsboxen.

All erforderlig kanalisation för solcellsinstallationen ska ingå. Detta inkluderar bl.a. kanalisation från solcellsmodulerna till växelriktare och kanalisation för kablar inom utrymme för växelriktare med tillhörande utrustning.

Håltagningar och tätningar för kabelgenomföringar ska vara utförda enligt AMA-Bbygg, senaste utgåva.

Kabelgenomföringar i yttervägg eller yttertak ska projekteras och utföras så att klimatskalets väder-, brand- och lufttäthet bibehålls.

### **2.3.8 DC-kablar**

Kablar ska vara dubbelisolerade och ledare ska vara märkta med (+) plus, och (-) minus. Kablarna ska vara halogenfri, UV-tåliga och vädertåliga i utsatta lägen.

DC-kablar ska samförläggas parallellt för att minska störningsrisken av luftburen kommunikation.

Snabbkopplingskontakter m.m ska vara anpassade för solcellsanläggningar. Val av kanalisation ska anpassas till omgivningen både estetiskt och funktionellt.

## **2.4 Kommunikation, mätning och loggning**

### **2.4.1 Elmätare**

Elmätare ska installeras vid inkommande servis och vara i dubbelriktat utförande för mätning av både inköpt el och levererad el till elnätet. Denna elmätare installeras av nätägaren.

Entreprenören ska ge underlag enligt Jernhusen *Teknisk anvisning EI- och Telesystem* till Jernhusen projektledare som ansvarar för färdiganmälan till nätägaren för mätarbytet.

En elmätare ska också installeras vid solcellsanläggningens elcentral ansluten till växelriktare/loggningsutrustning. Denna elmätare ska vara MID-godkänd, godkänd för elcertifikatrapportering och ha en funktion för rapportering av elcertifikat för anläggningens totala produktion. Elmätaren ska vara utrustad med M-bus-kommunikation för anslutning till Piigab OPC. Jernhusen levererar sedan denna produktionsstatistik från Piigab OPC för vidare för hantering av elcertifikat.

Abonnemang för elcertifikat och dess löpande kostnader ska avropas från Jernhusen ansvarig projektledare. Jernhusen ansvarar för upprättandet av elcertifikatsabonnemang.

### **2.4.2 Larm- och övervakningsapparater i EI- och telesystem**

Data från solcellsanläggningens växelriktare, elmätare och sensorer ska kunna ses i Jernhusens styr- och övervakningssystem. Rapporteringen ska ske med protokollet BACnet till Jernhusens överordnade styr- och övervakningssystem. Detta ska samordnas med Jernhusens Teknikavdelning, ansvarig automationsingenjör.

Solcellsanläggningen ska förses med temperaturkompenserad kristallin solinstrålningsmätare samt temperaturmätare som mäter solcellstemperatur. Temperaturgivaren får vara integrerad i solinstrålningsgivaren och mäta givarens celltemperatur. Solinstrålningsvärden samt anläggningens levererade effekt ska kunna loggas momentant och kommuniceras till Jernhusens överordnade styr- och övervakningssystem för uppföljning och larmhantering vid avvikande effektleverans.

Data från växelriktare, instrålnings- och temperaturmätare ska skickas med protokollet BACnet till Jernhusens överordnade styr- och övervakningssystem. Detta ska samordnas med Jernhusens Teknikavdelning, ansvarig automationsingenjör.

Summalarm från överspänningskydd (AC och DC) ska levereras till lokal DUC/PLC.

### **2.4.3 Kravställning kommunikationsgränssnitt**

Kommunikation från utrustning i solcellsanläggning till överordnat styr- och övervakningssystem ska ske med BACnet IP.

Kommunikation från elmätare ska vara M-bus och kommunikationsenhet (fabrikat Elvaco/Piigab) för mätvärdesinsamling till Piigab OPC.

Summalarm från överspänningskydd (AC och DC) kan (om BACnet ej finns) levereras från kontakt NC (normally closed) i uppmärkt egen kabel till DUC/PLC

### **2.4.4 Kravställning tillgängliga värden**

Följande värden ska vara tillgängliga och levereras från utrustningen till Jernhusens överordnade styr- och övervakningssystem:

#### **Per växelriktare:**

- Daily power yields
- Total power yields
- Work state
- Total active power
- Performance ratio
- DC Voltage 1
- DC Current 1
- DC Voltage 2
- DC Current 2
- DC Voltage 3
- DC Current 3
- DC Voltage 4
- DC Current 4

#### **Från elmätare:**

- Active import
- Active export
- Active power

#### **Från instrålningsgivare:**

- Irradiance in W/m<sup>2</sup>
- Cell temperature in °C

## **2.5 Brandskydd**

### **2.5.1 Brandskyddsbeskrivning**

Vid varje projektering av en solcellsinstallation ska en brandskyddsbeskrivning upprättas av brandkonsult. Kraven i brandskyddsbeskrivningen ska arbetas in i beskrivningen för solcellerna.

### **2.5.2 Uppmärkning och information till räddningstjänsten**

Utöver kraven i Anvisning Märkbilaga ska det vid brandförvarstablån/räddningstjänstens angreppsväg finnas tydlig skyltning med information om Brandkårsbrytare, var på taket solcellsanläggningen finns, var DC-kablage är draget, var anläggningen är ansluten och hur anläggningen stängs av.

### **2.5.3 Krav på anläggningens utformning**

Samordning ska alltid ske med takkonsult för att säkerställa funktionella och godkända lösningar för anläggningens utformning på taket. Säkerställ behov av snöskottning samt tillträdesvägar och servicevägar på taket.

I ytterkant på takyta ska fri yta på minst 1,2m lämnas mellan takkant och solcellsmoduler så att passage kan ske runt solceller och så att service kan utföras.

Solcellsmodulerna ska monteras enligt leverantörens anvisningar för att garantera avstånd till tak och tillräcklig avkylning och undvikande av skorstenseffekt. Ett fritt avstånd på minst 70 cm ska lämnas till rökgasluckor.

Kablaget bör förläggas så långt bort från rökluckorna som möjligt. Tillträde till rökgasluckor ska finnas.

Hänsyn ska tas till att ge räddningstjänsten möjlighet att ventilerar ut brandgaser genom håltagning i taket.

Viktigt att även säkerställa befintlig funktion på snörasskydd där solceller monteras i efterhand på befintliga tak.

Kabelgenomföringar ska utformas så att brandceller upprätthåller sin avskiljande funktion. Genombrott av brandbegränsande byggnadsdel med elledningar ska tätas så att brand inte sprids till annan del på kortare tid än vad som motsvarar det skydd som erfordras för den genombrutna byggnadsdelen.

Brandgränser ska vidmakthållas och provisoriska brandtätningar ska utföras under entreprenadtiden.

Montering nära brandfarliga eller explosiva ämnen är ej tillåtet.

### **2.5.4 Brandmannabrytare**

Så kallad brandmannabrytare (brandkårsbrytare) ska installeras. Information och dialog ska tidigt tas med den lokala Räddningstjänsten, för att säkerställa hänsyn till ev. lokala regler och kravställningar.

## 2.6 Provning

### 2.6.1 Allmänt

Samtliga system ska justeras och funktionsprovas före slutbesiktning så att förväntade funktioner uppnås. För funktioner gemensamma för flera system ska även samordnad provning genomföras.

### 2.6.2 Kompletterande kontroller

Utöver de berörda kontroller som anges i SS 436 40 00 utg.3 del 6 ska entreprenören utföra följande kontroller som ska protokollföras:

- Isolationsprovning av samtliga kablar
- Kontroll av skyddsjordning
- Kontinuitetsmätning
- Mätning av öppen klämspänning (Voc) för samtliga solcellssträngar
- Solcellsanläggningens funktion ska provas för hela anläggningen samt för anläggningsdelar, vid ett enda tillfälle och under normala driftförhållanden.
- Funktion av anläggningens samtliga brytare, växelriktarnas skydd mot ö-drift och uppstart av växelriktarna ska provas.
- Väderförhållanden (aktuell solinstrålning och temperatur) samt både DC och AC- effekt vid samtliga växelriktare ska noteras och jämföras med varandra samt med väderförhållanden för bedömning av anläggningens funktion.
- Provning, provdrift och justering av samtliga i entreprenaden ingående anläggningsdelar avseende driftsinstruktioner, indikeringar, larm etc.
- Alla i entreprenaden ingående funktioner provas avseende berörd funktion

## 2.7 Märkning och skyltning

Märkning och skyltning ska utföras enligt Jernhusen *Teknisk anvisning Märkbilaga*, senaste utgåva. Utöver det ska följande märkning och skyltning utföras:

- I anslutning till brandförvarstablå/angreppsväg för räddningstjänsten placeras ett anslag med grafisk information om solcellsanläggningens utbredning på tak samt dess märkeffekt.
- En översiktsbild/översiktsschema över anläggningens uppbyggnad placeras vid byggnadens huvudcentral/serviscentral samt vid växelriktaren och vid brandförvarstablå/brandlarmscentral/räddningstjänstens angreppsväg in i byggnaden.
- Samtliga ingående apparater och solcellssträngar ska märkas och gå att härleda mot anläggningens tekniska dokumentation.
- Anslutningspunkter för solcellsmodulerna ska vara märkta med strängbeteckning samt polaritet för att möjliggöra enkel och snabb felsökning.
- Skyltar ska vara av maskingraverad plast, med svart text på vit eller gul botten (beroende på skylttyp) och fästas mot underlaget med skruv. Skyltutförande ska ske i samråd mellan Jernhusen och solcellsentreprenören.
- Skyltar ska monteras på fast underlag och får inte vara förväxlingsbara. Montering på apparatlock eller annan löstagbar del accepteras ej.

- Kabel som ansluts mellan solcellsmoduler och växelriktare ska märkas i början och i slutet av kabeln.
- Dosa för summalarm märks med klartext, samt att parter i den märks med NO, NC etc.
- Ett flyttbart exemplar av skylten "Anvisning för åtgärder vid elolycksfall" samt ett exemplar av skriften "Livräddning vid elskada" ska levereras. Dessa placeras i en mapphållare som monteras vid växelriktare.

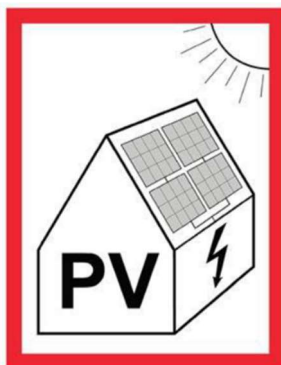
Varnings-, förbuds-, och informationsskyltning ska monteras enligt följande:

- Vid kopplingslådor och DC-brytare: *Varning Solcellsanläggning. Livsfarlig spänning. Elektrisk spänning kan inte fränkopplas.*
- Vid växelriktare: *Varning Solcellsanläggning. Livsfarlig spänning. Apparaten är spänningssatt från två håll. Vid fränkoppling av apparat bryt först spänningen på växelströmssidan och sedan på likströmssidan.*
- Vid nätanslutning/servispunkt/huvudcentralen: *Varning Solcellsanläggning Dubbel matning. Ett solcellssystem är kopplat till denna byggnad. Isolera både solcellssystem och huvudmatning innan arbete påbörjas i huvudcentralen.*
- Vid räddningstjänstens angreppsväg/brandlarmscentral: *Varning Solcellsanläggning. Livsfarlig spänning.*
- Vid Brandmänna-/Brandkårsbrytare, räddningstjänstens angreppsväg: *Solcellsanläggning. Slå ifrån denna brytare i händelse av brand.*



Skylt enligt bild nedan ska monteras:

- Vid anslutningspunkten (inkommande servisen)
- Vid elmätaren (om den inte är monterad vid anslutningspunkten)
- Vid den elcentral som växelriktaren är ansluten till
- På byggnadens fasad väl synlig vid räddningstjänstens förväntade angreppsväg.



## 2.8 Dokumentation

### 2.8.1 Allmänt

Alla handlingar ska levereras i digitalt format till av Jernhusen anvisad digital plats och vara skrivna på svenska. Dock får datablad och manualer för specifika produkter vara skrivna på engelska.

All teknisk dokumentation ska levereras senast 1v före slutbesiktning av anläggningen.

All dokumentation ska även levereras i 1st omgång papperskopior med tydligt uppmärkt fliksystem i hård pärm, som monteras i pärmhållare vid växelriktaren.

Alla för entreprenadens genomförande erforderliga bygghandlingar ska upprättas digitalt.

### 2.8.2 Handlingar

Följande handlingar ska ingå:

- Handlingsförteckning
- Apparatlista
- Planritningar för kraft och kanalisation där samtliga apparater och ledningar finns utritade.
- Måttskiss över tekniska utrymmen med redovisad apparatplacering.
- Beräkningar för kabeldimensionering
- Kretsscheman
- Nätschema som redovisar strängarnas inkoppling mot växelriktare.
- Vindlastberäkningar
- Redovisning av typ av takinfästningar och monteringsystem.

Ritningar ska upprättas enligt krav i Jernhusen *B-BS-BIM-MANUAL* och levereras enligt *B-BS-BIM Leveranasspecifikation* samt *B-BS-Leveransspecifikation DoU*, senaste utgåvor.

Relationshandlingar över upprättade arbetshandlingar ska ingå i leveransen. På relationshandling ska märkning av resp. modul, sträng, växelriktare m.m. framgå så att varje apparat går att spåra och härleda mellan märkning, relationshandling och drift- och underhållsinstruktion.

### 2.8.3 Driftinstruktion

Alla DU-handlingar ska levereras i digitalt format till av Jernhusen anvisad digital plats och vara skrivna på svenska. Dock får datablad och manualer för specifika produkter vara skrivna på engelska. 1st omgång av DU-handlingar ska även levereras som papperskopior med tydligt uppmärkt fliksystem i hård pärm som monteras i pärmhållare vid växelriktaren.

Driftinstruktion ska bl.a. innehålla:

- Kortfattad beskrivning av anläggningens uppbyggnad och funktion kompletterat med erforderliga ritningar och scheman



- Datablad, broschyrer o dyl. över samtlig ingående utrustning, apparater och komponenter

#### **2.8.4 Ingående utrustning**

Förteckning över samtlig ingående utrustning, enheter/apparater och komponenter, som ska innehålla uppgifter om:

- Fabrikat och tillverkningsår
- Typ och tillverkningsnummer
- Vilket företag som utställer garantin för respektive utrustning/apparat/komponent

#### **2.8.5 Underhållsinstruktioner**

Underhållsinstruktioner ska upprättas för installationer eller apparater som kräver detta för att säkerställa tänkt funktion.

**Underhållsinstruktion ska innehålla:**

- Beskrivning av förebyggande underhåll och felavhjälpanande åtgärder
- Tillverkarens skötselinstruktioner och skötselrutiner för utrustningar, apparater och komponenter.
- Underhållsplan med rekommendationer på ronderingsintervall, checklistor och bytesintervall för vitala komponenter såsom växelriktare, mätare etc.

**Drift- och underhållsinstruktioner för installationer ska innehålla minst följande uppgifter:**

- Orientering
- Orienterande uppgifter
- Funktionsöversikt
- Hanteringsrutin för fel under garantitiden
- Förteckningar
- Adressförteckningar (Entreprenörer, leverantörer, tillverkare)
- Materialförteckningar
- Förteckningar på ingående komponenter
- Drift och skötsel
- Drift- och skötselinstruktioner
- Driftstrategier och system för energioptimering
- Instruktioner för förebyggande underhåll
- Felsökningsanvisningar
- Dokumentation
- Intyg och protokoll från provning
- Produktblad
- Injusteringsprotokoll
- CE Dokumentation

**Checklista till Teknisk förvaltare med vad som ska observeras på det specifika objektet kan innehålla t.ex.:**

- Särskilda behov av reservdelar

- Serviceåtaganden
- Åtkomlighet för service
- Åtkomlighet för utrymning
- Transportöppningar
- Transportvägar, gångbroar etc.
- Lokalvård: Metoder, material, begränsningar
- Utvändigt underhåll i detalj

Underhållsinstruktioner och checklistor ska samordnas och levereras tillsammans med driftinstruktionerna.

### **2.8.6 Information/utbildning**

Information/utbildning ska hållas för Jernhusen Tekniska förvaltare och driftpersonal i samband med entreprenadens färdigställande samt vid garantitidens utgång och innefatta:

- Hela anläggningens funktion och utförande
- Driftekonomi
- Normal felsökning
- Skötsel, underhåll och kontrollplan för ingående komponenter, och rekommenderade tidsintervall för detta
- Säkerhetsföreskrifter
- Handhavande av logg- och statistikprogram

## **2.9 Service**

Serviceåtagande ska regleras separat och i entreprenaden ska ingå servicebesök vid fyra av varandra oberoende tillfällen under garantitiden:

- en gång 4-6mån efter slutbesiktning
- en gång 12-16mån efter slutbesiktning
- en gång under tredje året efter slutbesiktning
- en gång under femte året efter slutbesiktningen.

Servicebesök ska innefatta kontroll (driftkontroll, funktionskontroll och statuskontroll) och därav föranlett felavhjälpande underhåll och justering samt byte av förbrukningsmateriel och andra åtgärder som syftar till att upprätthålla planerad funktion. För Jernhusen ansvarig Teknisk förvaltare samt drifttekniker ska senast 3v före planerat servicebesök kallas för att delta vid servicebesök.

Servicebesök ska protokollföras digitalt och samtliga punkter ska dateras och digitalt signeras av ansvarig utförare från leverantören och från beställaren av ansvarig Teknisk förvaltare på Jernhusen.

Samtliga protokoll ska uppvisas vid garantibesiktning.

Om entreprenören inte genomför planerat servicebesök eller inte utför servicebesök på rätt sätt får beställaren ombesörja servicebesök på entreprenörens bekostnad, utan att entreprenörens ansvar under garantitiden förändras.