Checklista Slutbesiktning

Checklista för slutbesiktning är en checklista som ska vara till stöd för både besiktningsmannen och fastighetsägaren vid en slutbesiktning. Innehållet i checklistan bygger dels på krav från regelverk (lagar, författningar, föreskrifter m.m.) som är allmängiltiga och dels på specifika krav som ställts i Rambeskrivning med bilagor samt krav som är brukliga att ställa i Administrativa föreskrifter. Besiktningsmannen besiktigar alltid solcellsanläggningen mot förfrågningsunderlaget. Denna checklista används som ett extra komplement till detta för att inget viktigt ska missas.

Det här dokumentet riktar sig till Privata & offentliga fastighetsägare samt bostadsrättsföreningar

Innehåll

[1 Dokumentation 3](#_Toc32937517)

[1.1 Egenkontroll: inspektion och provning 3](#_Toc32937518)

[1.2 Anläggningsdokumentation 5](#_Toc32937519)

[2 Övrigt administrativt 7](#_Toc32937520)

[3 Okulär besiktning av installationen 7](#_Toc32937521)

[3.1 Utomhus på taket eller där solcellsmodulerna har monterats 7](#_Toc32937522)

[3.2 Inomhus 9](#_Toc32937523)

[3.3 Varierande placering 13](#_Toc32937524)

# Dokumentation

Granskning av dokumentationen görs i största möjliga mån som förberedelse till själva slutbesiktningen.

## Egenkontroll: inspektion och provning

### Inspektion

* Kontrollera att inspektionsprotokoll har upprättats, daterats och signerats av behörig person
* Kontrollera att de relevanta inspektionsmomenten enligt SS-EN 62446-1 och Elinstallationsreglerna SS 436 40 00 del 6 har dokumenterats. Var särskilt uppmärksam på de punkter som är svårare att kontrollera vid slutbesiktning på grund av dålig åtkomst eller av praktiska skäl. Exempelvis:

**DC-sidan**
Inspektionsprotokoll intygar att:

* Projektering och montage är utfört enligt SS 436 40 00, ritningar och tillverkarens anvisningar
* Kabelförläggning är utförd på sådant sätt att kablar och kontaktdon skyddas mot yttre påverkan. Detta är extra viktigt i fall då kablar har placerats dolt under solcellspaneler eller i vägg/undertak eftersom egenkontroll då oftast är enda underlaget för besiktning
* Mekanisk infästning (montagesystem solcellsmoduler och kanalisation) klarar yttre påverkan (exempelvis snö, vind och korrosion) och är utförd enligt tillverkarens anvisningar
* Inga skador har orsakats på husets klimatskal. Alternativt att eventuella skador har reparerats på betryggande sätt.
*Extra viktigt ifall infästningar och kabelgenomföringar är dold under solcellspaneler eller yttre tak-/fasadskikt eftersom egenkontroll då oftast är enda underlaget för besiktning*
* Samtliga komponenter klarar förväntad yttre påverkan (UV-strålning, temperaturintervall, is och snö)
* Att brandtätningar finns.

**AC-sidan**
Inspektionsprotokoll intygar att:

* Projektering och montage är utfört enligt Elinstallationsreglerna SS 436 40 0 0, ritningar och tillverkarens anvisningar
* Eventuella jordfelsbrytare är av rätt typ (enligt SS 436 40 00)
* Växelriktarnas skyddsinställningar är i enlighet med aktuell nätkod och elnätsföretagets godkännande
* Att brandtätningar finns.

**Skyltning och märkning**
Inspektionsprotokoll intygar att:

* Varningsskyltar på samtliga likströmsdelar som inte kan frånkopplas är monterade och försedda med varselmärkning för elektrisk fara
* Varningsskyltar för bakmatning finns vid anslutningscentral samt nätanslutningspunkt och är försedda med varselmärkning för elektrisk fara.
* All skyltning och märkning är tydlig och ordentligt monterad.

### Provning

* Kontrollera att provningsprotokoll har upprättats, daterats och signerats av behörig person för samtliga relevanta provningsmomenten enligt SS-EN 62446-1 (Category 1) och SS 436 40 00 del 6. Kontrollera även att uppmätta värden stämmer överens med föreskrivna eller förväntade värden. Var särskilt uppmärksam på:

**AC-sidan**

Provningsprotokoll omfattar:

* Kontinuitetsprovning
* Isolationsprovning
* Provning av automatisk frånkoppling av matningen (utlösningsvillkor)
* Kontroll av spänningsfall

**DC-sidan**

Provningsprotokoll omfattar:

* Mätning av strängarnas tomgångsspänning
*(Indikerar om rätt (och/eller samma) antal moduler har seriekopplats i strängen. Mätningen ska vara utfört på varje sträng innan strängarna parallellkopplats)*
* Mätning av strängarnas ström (kortslutningsström eller lastström)
*(Indikerar bland annat om strängarna har parallellkopplats korrekt.)*
* Funktionsprovning
* Kontinuitetsprovning på funktionsutjämning (om sådan finns)
* Test av kopplingslådor (om sådana finns)

**Solcellsmoduler**

Provningsprotokoll omfattar:

* Mätning av solcellsmodulernas maxeffektpunkt, tomgångsspänning och kortslutningsström (flashprotokoll) från tillverkare.

## Anläggningsdokumentation

### Allmänna uppgifter

* Kontrollera att uppgifter om anläggningen enligt SS-EN 62446-1 avsnitt 4.2 finns. Var särskilt uppmärksam på att följande finns:
	+ Driftsättningsdatum
	+ Solcellsmoduler – fabrikat, modell och antal
	+ Antal: *Klicka eller tryck här för att ange text.*
	*(kontrolleras senare mot antal i andra dokument)*
	+ Växelriktare - fabrikat, modell
	+ Antal: *Klicka eller tryck här för att ange text.*
	*(kontrolleras senare mot antal i andra dokument)*
	+ Anläggningsadress
	+ Kontaktuppgifter installatör
	+ Kontaktuppgifter konstruktör (om annan än installatör)

### Relationshandlingar

* Kontrollera att uppgifter om anläggningen enligt SS-EN 62446-1 avsnitt 4.3 - 4.4 samt enligt Rambeskrivning kod YJE (inklusive underkoder) finns. Var särskilt uppmärksam på att följande finns:
	+ Enlinjeschema enligt SS-EN 62446-1 avsnitt 4.3
	*ska ge betraktaren en bra översikt över hela installationen och dess utförande; med bl.a. information om;*
* solcellsmoduler – typ och antal;

antal: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

modell/Typ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
*(kontrolleras senare mot antal i andra dokument)*

* strängar – sammanlagt antal strängar, antal seriekopplade moduler per sträng, vilken växelriktare respektive sträng är ansluten till
* kablar – typ och area
* samtliga installerade skyddsapparater (överströmsskydd, överspänningsskydd, frånskiljare, m.m.) – typ, plats och nominell spänning och/eller ström
* potentialutjämning (om sådan finns) – utförande, kabeltyper, areor och eventuell anslutning till åskskyddsledningar
	+ Stränglayout enligt SS-EN 62446-1 avsnitt 4.4 (installationer med minst tre strängar)
	+ Om sådant krävs: Uppdaterat huvudledningsschema med solcellsanläggningens AC-central och huvudelkopplare
	+ Datablad på minst:
* solcellsmoduler (samtliga i systemet förekommande typer)
* växelriktare (samtliga i systemet förekommande typer)
* monteringssystemet – om kundspecifikt ska ritningar/beskrivningar finnas
	+ Ritningar utförda i rätt format och enligt beställarens utformningskrav (till exempel namnruta, lager, m.m.)

### Insatsplan för räddningstjänsten

* Kontrollera att insatsplan med uppgifter om anläggningen enligt Rambeskrivning kod YJL.63 (inklusive underkoder) finns. Var särskilt uppmärksam på att följande finns:
	+ Kontaktuppgifter till installatören och till en elektriker med kunskap om anläggningen
	+ Enlinjeschema och stränglayout från Relationshandlingar (se föregående avsnitt)
	+ Placeringsritning(ar) för;
* kabelvägar för likströmsanläggningen (pluspol, minuspol, ev. potentialutjämning) med tydlig markering/beskrivning på vilka delar som går att göra spänningslösa och vilka delar som alltid är spänningsförande
* frånskiljare och/eller andra brytmöjligheter
* växelriktare

### Drift- och underhållsinstruktioner

* Kontrollera att instruktioner för anläggningen enligt SS-EN 62446-1 avsnitt 4.8 och enligt Rambeskrivning kod YJL (inklusive underkoder) finns. Var särskilt uppmärksam på att följande finns:
	+ Instruktion för nedstängning och driftsättning av anläggningen
	+ Instruktion förebyggande underhåll och funktionsprovning
	*(ska innehålla beskrivning och intervall på åtgärder, till exempel provning och motionering av* brytare*)*
	+ Felsökningsinstruktion
	*vad ska göras vid driftfel*
	+ Användarmanual för växelriktare
	+ Användarmanual för övervakningslösning (datalogger, webbportal, display och dylikt)
	+ Garantidokument inklusive startdatum, period, samt fullständiga villkor
	+ Dokumenten gjorda i rätt format och enligt beställarens utformningskrav (till exempel driftkort, mallar)

# Övrigt administrativt

* Utbildning av driftpersonal är genomförd alternativt inbokad.

*Om inte, boka in det på slutbesiktning*

* Servicebesök enligt avtal är bokade/planerade i samråd med beställaren

*Om inte, boka in det på slutbesiktning*

* Föranmälan till elnätsföretaget är genomförd och installationsmedgivelse finns
* Färdiganmälan till elnätsföretaget är genomförda och godkännande för driftsättning finns
* Om sådant krävs: Kvotplikt är anmält till Energimyndigheten

*Ska göras inom 14 dagar efter driftsättning för anläggningar som producerar mer än 60 MWh/år och har en effekt från 50 kWt.*

* Om sådant krävs: Elcertifikatkonto är registrerad och rapportering driftsatt
* Tillverkare eller importör för solcellsmodulerna och växelriktare är registrerad i Naturvårdsverkets EE- & Batteriregister. Kontrolleras enkelt på <http://eeb.naturvardsverket.se/Start/Alla-producenter/>

# Okulär besiktning av installationen

## Utomhus på taket eller där solcellsmodulerna har monterats

### Under och/eller bakom solcellsmodulerna

* Kontrollera infästning och montering samt kabelförläggning. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Infästningspunkter ser ut att vara hållfasta och täta
	+ Eventuella hål i tätskikt har lagats ordentligt
	+ På tegeltak: takpannorna ligger täta och utan spalter även vid infästningarna.
	*Takpannor vid infästningarna kan behöva slipas till för att undvika att de inte sticker upp mot övriga takpannor och formar en sammanhållande yta.*
	+ Luftspalt mellan modulerna och tak/underlag är tillräcklig stor.
	+ Monteringsskenor är ordentligt fästa i infästningarna.
	+ Kablarna och snabbkontakterna under modulerna är ordentligt förlagda.
	*Kablarna och kontaktdon ska inte hänga lösa, inte ligga emot vassa delar, minsta böjningsradie på kablarna ska iakttas, kablarna ska vara klamrade tillräckligt tätt.*
	+ Plus- och minuskablarna samt ev. funktionsutjämningskabel är förlagda tillsammans

### Solcellsmodulerna

* Kontrollera solcellsmodulerna och dess montering. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Modulerna är ordentligt fästa på monteringsskenorna.
	*Ta stickprov och känn samt skaka i modulen. Lösa skruvar/förbindelser låter oftast.*
	+ Ta några stickprov på solcellsmodulernas serienummer för kontroll mot flashprotokoll:
	*Serienummer återfinns oftast på en lapp på framsidan högst upp i mitten på modulen. Kontrollera att provningsresultat för modulen finns med samt att maxeffekt stämmer mot uppmärkt och offererad effekt.*
		1. \_\_\_\_\_\_\_
		2. \_\_\_\_\_\_\_
		3. \_\_\_\_\_\_\_
		4. \_\_\_\_\_\_\_
		5. \_\_\_\_\_\_\_
	+ Cellerna och busbars i modulerna ser bra och enhetliga ut.

### Runtomkring solcellsmodulerna

* Kontrollera att arbetsplatsen är städad.
* Kontrollera placering och utförandet samt märkning och skyltning. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Skuggningsvinkel mellan solcellsraderna och/eller andra skuggningsobjekt inte är för stor.
	+ Strängkablarna är märkta i början och slutet på strängen – strängbeteckning och polaritet.
	+ Sträng- och blockkablar som inte kan frånskiljas har varselmärkning.
	+ Plus- och minuskablarna samt eventuell funktionsutjämningskabel är förlagda tillsammans.
	+ Snabbkontakter på första och sista modulen i strängarna är av samma/kompatibel fabrikat och typ som snabbkontakt på strängkabel.
	+ Solcellsmodulernas placering tillåter åtkomst till andra installationer på tak, samt takdelar som kan behöva inspekteras.
	+ Om givare ingår i installationen: givare finns och är installerade enligt krav.
	*Solinstrålningsgivare i samma vinkel som modulerna på oskuggad plats. Temperatursensor på representativ plats.*
	+ Om kapslingar för parallellkoppling och/eller frånskiljning finns kontrollera: rätt IP-klass, lämplig placering och montering, väder- och fuktskydd.
	+ Kanalisation är ordentligt utförd: Infästning, korrosionsskydd, lock, skydd mot fysisk påverkan.
	+ Om snöskottning förväntas vara nödvändig på taket: kabelvägarna är tydligt utmärkta.

### Från solcellsblock till växelriktare utomhus

* Kontrollera att arbetsplatsen är städad.
* Kontrollera placering samt märkning och skyltning. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Kanalisation är ordentligt utförd: Infästning, korrosionsskydd, lock, skydd mot fysisk påverkan, eventuell potentialutjämning
	+ Tillträde till solcellsfältet är möjligt enligt krav i rambeskrivning med bilagor.
	+ Sträng- och blockkablar som inte kan frånskiljas har varselmärkning.
	+ Sträng- och blockkablar är av typ H1Z2Z2-K.
	+ Kabelgenomföring i tak eller vägg är utförd enligt krav, gällande: placering, väderskydd (inklusive vatten mellan kablar), skydd mot vassa kanter, eventuell brandtätning.

## Inomhus

### Från solcellsblock till växelriktare inomhus

* Kontrollera att arbetsplatsen är städad.
* Kontrollera placering och utförandet samt märkning och skyltning. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Kabelgenomföring i tak eller vägg är utförd enligt krav, gällande: placering, väderskydd (inklusive vatten mellan kablar), skydd mot vassa kanter, eventuell brandtätning.
	+ Kanalisation är ordentligt utförd: infästning, korrosionsskydd, potentialutjämning.
	+ Sträng- och blockkablar som inte kan frånskiljas har varselmärkning.
	+ Sträng- och blockkablar samt övrig materiel upprätthåller skyddsmetod dubbel eller förstärkt isolering.
	+ Genomföringar i brandväggar ordentligt tätade och märkta
	+ Bedöm dimensionering kabelarea med hänsyn till max 1% spänningsfall DC-sida.
	*4 mm2 kopparkabel över 30 meter (60 m kabellängd) ger ca 6,5V spänningsfall.*

### Växelriktare samt kringutrustning

* Kontrollera placering och utförandet samt märkning och skyltning. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Frånskiljningsanordning finns på DC-sida om växelriktarna;
		- lastfrånskiljare finns, har rätt märkström och -spänning, är avsedd för DC
		- vid integrerad lastfrånskiljare i växelriktaren: växelriktare kan frånskiljas externt (till exempel med snabbkopplingskontakter)
		- märkning och skyltning ordentligt utförd (bland annat om frånskiljning; varsel ej frånskiljningsbara delar)
		- ytterligare frånskiljning som ej kan bryta last (till exempel snabbkontakter) skyddad mot oavsiktlig brytning.
	+ Om sådant krävs: Överspänningsskydd av rätt kategori finns på DC-sida om växelriktare och/eller integrerad i växelriktare samt att detta är rätt uppmärkt
	+ Om sådant krävs: Strängsäkringar e.d. finns på båda poler till strängarna/blocken; rätt typ, rätt märkström och spänning
	+ Växelriktare;
		- monterad på lämplig plats: ventilation, damfritt, IP-klass, obrännbart underlag
		- märkning och skyltning rätt utförd (bland annat varsel dubbel matning)
		- notera växelriktarens konstruktionsström;
		växelriktare typ 1: \_\_\_\_\_\_\_A

antal växelriktare av denna typ: \_\_\_\_\_\_\_
växelriktare typ 2: \_\_\_\_\_\_\_A

antal växelriktare av denna typ: \_\_\_\_\_\_\_
växelriktare typ 3: \_\_\_\_\_\_\_A

antal växelriktare av denna typ: \_\_\_\_\_\_\_
*konstruktionsströmmen är lika med av växelriktartillverkaren angivit maximal växelström, alternativt dess märkväxelström x 110%*
Sammanlagd konstruktionsström: \_\_\_\_\_\_ A

* + - kontrollera förhållande solcellsmärkeffekt/växelriktarmärkeffekt för att bedöma rimlig dimensionering.
	+ Frånskiljningsanordning finns på AC-sida om växelriktarna
		- frånskiljare har rätt märkström (se växelriktarens konstruktionsström)
		- frånskiljare är låsbar eller på annat sätt skyddad mot oavsiktlig manövrering
		- märkning och skyltning rätt utförd.
	+ Överströmsskydd finns för varje växelriktares AC-kabel, och är rätt dimensionerad.
	*jämför med växelriktarens konstruktionsström och ta hänsyn till ”derating” för värmeproduktion och långvarig hög belastning*
	+ Om sådant krävs: elmätare är godkänd för mätning och debitering, kommunikationsgränssnitt enligt krav.
	+ Om sådant krävs: jordfelsbrytare är av typ B, rätt läckström och märkström (se växelriktarnas konstruktionsström).
	*OBS! uttag matade från solcellernas AC-central kan kräva jordfelsbrytare som tilläggsskydd*
	+ Huvudbrytare för hela anläggningen finns; rätt märkström och -spänning.
	+ Solcellsanläggningens AC-central; rätt utförd, rätt märkning och skyltning (bland annat backspänning och beteckning).
	+ Enlinjeschema/Översiktsschema för hela solcellsinstallationen uppsatt vid solcellsanläggningens AC-central: stadigvarande till exempel skruvad i plastram.
	+ Instruktion för frånkoppling av systemet finns permanent uppsatt vid växelriktarna.
* Kontrollera funktion:
	+ Växelriktare är i drift och producerar enligt förväntning.
	*förutsatt att instrålningsförhållandena är sådana att produktion förväntas
	Eventuella status- och felmeddelanden kollas upp*
	+ Elmätare registrerar produktion (jämför gärna med växelriktarnas mätningar).
	+ Om sådant krävs: Dataloggare, webbportal e.d. registrerar produktionsdata.
	+ Frånskiljare och brytare fungerar.
	+ Växelriktaren stänger ner när spänning på AC-sidan försvinner.

### Kabelväg (ny kabel) från solcellernas AC-central till anslutningspunkt i fastighetens elsystem

* Kontrollera kabeldragning och inkoppling samt märkning och skyltning.
*Observera att anslutningspunkt kan vara i serviscentral. Se då även punkterna under nästa rubrik.*
Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Bedöma dimensionering kabelarea med hänsyn till;
		- max 1% spänningsfall mellan anslutningspunkt och växelriktare; samt
		- max 2% spänningsfall mellan sammankopplingspunkt elnät och växelriktare
		- max belastning för förläggningssättet enligt Elinstallationsreglerna.
	+ Kanalisation är ordentligt utförd: infästning, eventuell potentialutjämning.
	+ Genomföringar i brandväggar ordentligt tätade och märkta.
	+ Överströmsskydd i anslutningscentral har rätt märkström.
	+ Anslutningscentralens interna ledningar är dimensionerade för en maxström motsvarande summan av matningskabelns avsäkringsnivå + solcellsinstallationens konstruktionsström.
	+ Märkning och skyltning är rätt utförd;
		- varselskylt bakspänning
		- uppdaterad gruppförteckning
		- skylt enligt Elinstallationsreglerna figur 712.514.101

### Kabelväg (befintlig kabel) från anslutningspunkt i fastighetens elsystem till serviscentral/mätarskåp

* Kontrollera dimensionering, samt märkning och skyltning.
*Observera att serviscentral även kan vara anslutningspunkt. Se då även punkterna under föregående rubrik. I anslutningen mellan anslutningspunkt och serviscentral/mätarskåp kan en eller flera undercentraler passeras.*Var särskilt uppmärksam på följande:
* Bedöma kabelareans lämplighet för anslutningscentralens matarkabel med hänsyn till;
	+ - max 2% spänningsfall mellan sammankopplingspunkt elnät och växelriktare
		- max belastning för förläggningssättet enligt Elinstallationsreglerna
* Överströmsskydd i mellanliggande undercentral(er) har rätt märkström1.
*Kan vara aktuellt ifall dessa har ändrats.*
* Mellanliggande centralers interna ledningar är dimensionerade för en maxström motsvarande summan av matningskabelns avsäkringsnivå + solcellsinstallationens konstruktionsström.
* Märkning och skyltning av mellanliggande central(er) är rätt utförd: bland annat varselskylt bakspänning.
* Överströmsskydd i serviscentral/huvudcentral har rätt märkström.
*Kan vara aktuellt ifall dessa har ändrats.*
* Serviscentralens interna ledningar är dimensionerade för en maxström motsvarande summan av servissäkringens/huvudsäkringens märkström + solcellsinstallationens konstruktionsström.
* Märkning och skyltning serviscentral/huvudcentral och vid mätarskåp är rätt utförd;
* varselskylt bakspänning med instruktion om var matande nät och produktion ska frånskiljas
* skylt enligt Elinstallationsreglerna figur 712.514.101.
* Huvudledningsschema i anslutning till serviscentral är uppdaterad med solcellsinstallationens AC-central och eventuell märkning för dubbel matning och huvudelkopplare (om servissäkring lika med eller större än 80A).
* Kontrollera att frånskiljningsställe för produktionsanläggning enligt föregående punkt är tillgänglig för elnätsföretaget och är märkt som ”Elkopplare för produktionsanläggning”.

## Varierande placering

* Om sådant krävs: brandmansbrytare är utförd och placerad enligt krav, inklusive rätt märkning och skyltning.
* Skylt enligt Elinstallationsreglerna figur 712.514.101 är uppsatt.
* Insatsplan för räddningstjänst finns på avtalad plats (till exempel vid brandförsvarstablå eller huvudentré).

### Övervaknings- och visualiseringsutrustning

* Kontrollera funktion och utförande. Var särskilt uppmärksam på följande:
	+ Om sådant krävs: display/monitor;
		- visar rätt totalproduktion (jämför med elmätarens eller växelriktarnas värde)
		- visar rätt momentan effekt (jämför med elmätarens eller växelriktarnas värde)
		- är monterad och utförd enligt krav (placering, beställarens logotyp, visualiseringssätt).
	+ Om sådant krävs: dataloggare och webbportal;
	+ visar rätt totalproduktion (jämför med elmätarens eller växelriktarnas värde)
	+ visar rätt momentan effekt (jämför med elmätarens eller växelriktarnas värde)
	+ är monterad och utförd enligt krav (placering, beställarens logotyp, visualiseringssätt).