

Drift, underhåll och fortlöpande kontroll av solcellsanläggningar

Guide till regelverk och rekommendationer

Version: 1.0

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

2024:6

Malin Unger, RISE

Granskare: Caroline Haglund Stignor, RISE

RISE, Research Institutes of Sweden

2024-12-20

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	4
1. Inledning och bakgrund	5
2. Syfte och avgränsning.....	6
3. Lagar och regelverk.....	7
3.1 Elsäkerhetslagen (2016:732).....	9
3.2 Elsäkerhetsverkets föreskrifter	10
4. Rekommendationer	12
4.1 SS 436 40 00 - Elinstallationsreglerna	13
4.2 SS EN 62446-1 - Dokumentation m.m.....	14
4.3 SS EN IEC 62446-2 - Underhåll.....	15
4.4 SEK Handbok 457 - Solceller	16
4.5 SEK - Tekniklitteratur 2 - Underhåll av solcellsanläggningar	16
4.6 SIS - Handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på yttertak	17
4.7 Energimyndigheten - Solelportalen	18
4.8 Solar Power Europe - O&M Best Practice	19
4.9 Svensk Solenergi – Riktlinjer och mallar	20
4.10 Samling för solet - Checklista riskbedömning.....	20
5. Forskning.....	21
5.1 H2020 TRUST-PV - EU Horizon	21
5.2 IEA PVPS Task 13.....	22
5.3 NREL – National Renewable Energy Laboratory	24
5.4 RISE – Research Institutes of Sweden.....	25
6. Överväganden och råd till innehavare.....	26
6.1 Rutiner	26
6.2 Intervall.....	28
6.3 Omfattning	29
6.4 Sammanställning råd	30
7. Behov av vidare arbete.....	31
Ordlista.....	32
Bilaga	33
Referenser.....	36



Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) har funnits sedan 1989 och är ett nätverk av fastighetsägare och med Energimyndigheten som huvudfinansiär.

BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte försämras utan snarare förbättras.

Tack till!

Mikael Carlson, Elsäkerhetsverket

Lars Brändemo, Poseidon/ Framtiden

Mikael Rosén, HSB Riksförbund

Caroline Haglund Stignor, koordinator och granskare, RISE

Michiel van Noord, granskare, RISE

Microsoft Copilot (AI) som rådgivare

Foto försättsida:

Testanläggning RISE i Borås, fotograf Adam af Ekenstam

Sammanfattning

En solcellsanläggning förväntas hålla i decennier och det är naturligt att driftpersonal kommer och går under dess livslängd. Den genomgång och instruktion av anläggningen som gjordes vid idrifttagning och garantibesiktningar kan ha gjorts med tidigare personal och företaget som monterade kanske inte ens finns kvar längre. Om dokumentationen från installationen dessutom är bristfällig eller helt saknas (se 5.4) så kan det vara svårt för en anläggningsägare att veta vilka rutiner som gäller.

Det saknas inte generell information om drift och underhåll, men det kan vara svårt att navigera i denna. Myndigheter och standardiseringsorgan är med rätta försiktiga med att rekommendera omfattning och intervall av kontroll av starkströmsanläggningar, då behovet kan variera stort, vilket lämnar den enskilde anläggningsägaren att själv analysera risker eller reda ut vem som kan guida i frågan.

Denna rapport sammanfattar vad som är innehavarens ansvar vid ägande och drift av en solcellsanläggning enligt lag och föreskrifter (3.1 och 3.2). Den går igenom elsäkerhetsstandarder, stödlitteratur och myndighetsinformation som guidar till vad som ska ingå i drift och underhållsrutiner. Branschrekommendationer (kap. 4) och produktmanualer guidar kring intervall för kontroller samt forskning (kap. 5) kan bistå med förståelse för vad som är viktigt att bevaka extra noga i driften av en solcellsanläggning. I en avslutande del ges råd till innehavare av solcellsanläggningar kring framtagande av rutiner, intervall och omfattning av kontrollerna.

Sammanställning av råd

Ta fram rutiner för fortlöpande kontroll av solcellsanläggningen. En fortlöpande kontroll innebär att regelbundet inspektera och underhålla anläggningen för att säkerställa att den är säker och fungerar korrekt.

1. **Riskbedömning** - [Riskbedömning | Elsäkerhetsverket](#) [1]
2. **Rutiner fortlöpande kontroll** - [Rutinernas innehåll | Elsäkerhetsverket](#) [2]
3. **Genomför kontroller** - [Vad ska kontrolleras? | Elsäkerhetsverket](#) [3]
4. **Åtgärda brister** - [Om det upptäcks brister vid kontrollen | ESV](#) [4]
5. **Dokumentation** - [Rutinerna ska dokumenteras | Elsäkerhetsverket](#) [5]

För mer vägledning besök främst Elsäkerhetsverkets hemsida: [Vägledning för fortlöpande kontroll | Elsäkerhetsverket](#) [6] och för mer detaljerad information och guidning sök gärna vidare kring intervall och omfattning i de rekommendationer som tas upp i denna sammanställning.

1. Inledning och bakgrund

Flera fastighetsägare inom BeBo-nätverket har lyft problematiken med solcellsanläggningar som ”inte håller måttet”. Efter flera år av en snabb utbyggnad av solceller så börjar det uppdagas såväl riskabla kopplingar som direkta fel i samband med interna inventeringar. Fastighetsägarna letar nu efter kunskap och erfarenheter kring drift och underhåll för att säkerställa hållbarhet och livslängd på sina befintliga anläggningar men även kunskap för att ställa rätt krav på service och underhåll redan i upphandling av nya anläggningar.

Det viktigaste för att ge en solcellsanläggning en så lång livslängd och en så maximerad elproduktion som möjligt, och därmed minimerad klimatpåverkan, är en väl utförd planering, projektering, upphandling och installation. Dock kan även en väl anpassad drift- och underhållspraxis minimera fel och skador, med relativt små åtaganden, vilket leder till en ökad elproduktion under livscykeln. [7]

Många fastighetsägare krävställer idag kompatibilitet med sina fastigheters befintliga driftövervakningssystem (projektet Solmätt [8]) men det varierar ännu stort mellan olika fastighetsägare (t.ex. mellan kommunala ägare och brf:er) hur väl integrerade solcellsanläggningarna är i den dagliga driften. Vissa får larm till dedikerad personal på aggregerad nivå, vissa direkt till fastighetsköparen i den enskilda byggnaden och vissa inga larm alls.

I en kort undersökning med åtta fastighetsägare inom BeBo gavs följande svar:

- Samtliga är innehavare av solcellsanläggningar som är 10 år eller äldre.
- Ingen svarade ja på frågan om det utförs årlig kontroll eller underhåll av deras solcellsanläggningar (5 nej, 3 vet ej).
- Majoriteten har upplevt driftproblem (6 ja, 2 vet ej).
- Växelriktaren är den största felkällan. 6 av 8 har behövt byta någon växelriktare.
- Alla svarade ja på att deras driftpersonal har behov av mer kunskap kring drift.

kommunikationsproblem

nedkoppling

växelriktare har gett upp

stopp i växelriktare

jordfel

elfel
växelriktaren

växelriktare

2. Syfte och avgränsning

Målet är att samla och guida till befintlig kunskap från regelverk, bransch och forskning kring drift och underhåll av solcellsanläggningar, primärt för flerbostadshus, på ett kortfattat sätt. Syftet är att guida ansvariga anläggningsägare till kunskap och på så sätt ge bättre förutsättningar att utföra rutinåtgärder samt anlita rätt kompetens vid behov. Förstudien önskade även identifiera och sammanfatta önskemål och behov av utveckling och fortsatt arbete inom området.

Förstudien genomfördes av RISE i dialog med fastighetsägare av flerbostadshus inom BeBo. Ett urval av regelverk och rekommendationer sammanfattas kort i denna rapport och guidar vidare till källorna för det heltäckande perspektivet. Samtidigt beskrivs regelhierarkin och vad som är krav respektive rekommendationer.

Förstudien avgränsades till att sammanfatta krav och rekommendationer primärt för kontroll av solcellsanläggningar ur ett elsäkerhetsperspektiv. Det redovisas inte hur fel och avvikelser åtgärdas utan fokuset är på vägledning till vidare kunskap.

I den dagliga driften av solcellsanläggningar ingår även att optimera digital drift för produktionsövervakning och ökad egenanvändning av solen, inte minst i kombination med energilagring. Detta är viktiga frågor att arbeta med inom BeBo, men de ligger utanför denna sammanställning.

3. Lagar och regelverk

Flera lagar och regelverk ställer bindande krav på drift, underhåll och fortlöpande kontroll av solcellsanläggningar. Elsäkerhetslagen och Elsäkerhetsverkets föreskrifter berörs närmre under 3.1 och 3.2 i denna vägledning. Övriga lagar och regelverk som rör området nämns kort i detta inledande stycke.

Elsäkerhetslagen 2016:732 (ESL) [9]

- Lagen innehåller grundläggande bestämmelser om elsäkerhet och ställer krav på att elinstallationsarbete ska utföras på ett säkert sätt.

Elsäkerhetsförordningen 2017:218 (ESF) [10]

- Förordningen ger mer detaljerade bestämmelser, till exempel krav på elektrisk utrustning och komponenter.
- 33 § bemyndigar Elsäkerhetsverket att ta fram föreskrifter.

Elsäkerhetsverkets föreskrifter (ELSÄK-FS) [11]

- ELSÄK-FS 2022:1, ELSÄK-FS 2022:2, ELSÄK-FS 2022:3.
Dessa föreskrifter specificerar hur starkströmsanläggningar ska vara utförda, skyltas och kontrolleras.

I våra plan- och byggregelverk finns det övergripande krav (se exempel nedan) som kan påverka drift och underhåll av solcellsanläggningar. Läs mer på Boverkets sidor:

[Solpaneler - PBL kunskapsbanken - Boverket \[12\]](#)

[Solfångare och solcellspaneler - PBL kunskapsbanken - Boverket \[13\]](#)

Plan- och bygglagen 2010:900 (PBL) [14]

- 8 kap. 4 §, Byggnadsverk ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga för säkerhet i händelse av brand m.m.

Plan- och byggförordningen 2011:338 (PBF) [15]:

- 3 kap. 8 §, Byggnadsverk ska underhållas så att deras tekniska egenskaper bevaras.
- 10 kap. 3 §, bemyndigar Boverket att ta fram föreskrifter.

Boverkets byggregler (BBR) (samlar föreskrifter och allmänna råd) [16]:

- BBR, Kapitel 5, Innehåller krav på brandskydd, vilket är relevant för förvaltning av solcellsanläggningar.

Arbetsmiljölagen ställer krav vid drift av solcellsanläggningar, särskilt när det gäller arbetsmiljön för de som arbetar vid anläggningen med service- och underhållsåtgärder.

Arbetsmiljölagen 1977:1160 (AML) [17]

- AML ställer krav på att arbetsgivare ska vidta alla åtgärder som behövs för att förebygga att arbetstagare utsätts för ohälsa eller olycksfall i arbetet.

Arbetsmiljöförordningen 1977:1166 (AMF) [18]

- 18 § bemyndigar Arbetsmiljöverket att ta fram föreskrifter.

Arbetsmiljöverkets föreskrifter [19] [20]

Den 1 januari 2025 ersätts Arbetsmiljöverkets författningar av föreskrifter i en ny struktur. Alla paragrafer i de tidigare 67 föreskrifterna sorteras in i 15 nya föreskrifter. Exempel på föreskrifter som gäller vid drift av solcellsanläggningar på tak:

- **AFS 2023:1 Systematiskt arbetsmiljöarbete – grundläggande skyldigheter för dig med arbetsgivaransvar** [21], kräver att arbetsgivare regelbundet undersöker och bedömer riskerna i arbetsmiljön. (Ersätter AFS 2001:1, Systematiskt arbetsmiljöarbete)
- **AFS 2023:10 Risker i arbetsmiljön** [22], ställer krav på säkerhetsåtgärder vid arbete på höga höjder, till exempel fallskydd. (Ersätter AFS 1981:14, Skydd mot skada genom fall)
- **AFS 2023:11 Arbetsutrustning och personlig skyddsutrustning – säker användning** [23], ställer krav på användningen av personlig fallskyddsutrustning. (Ersätter AFS 2006:4, Användning av arbetsutrustning)
- **AFS 2023:13 Risker vid vissa typer av arbeten** [24] där krav på löpande och periodiskt underhållsarbete likställs krav vid byggnads- och anläggningsarbete 5 kap. (Ersätter AFS 1999:3 Byggnads- och anläggningsarbete)

Fler föreskrifter än nämnda ovan ställer krav som kan påverka underhållsarbete, till exempel föreskrifter för projektering, tunga lyft, hälsofarligt damm, ställningar, snöskottning osv. Se vidare under Arbetsmiljöverkets egen sammanställning:

[Montering av solceller på tak – vad gäller](#) [25]

Miljöbalken (1998:808) [26]

- Miljöbalken innehåller bestämmelser om skydd för miljö och hälsa vilket kan påverka hur solcellsanläggningar ska förvaltas för att minimera miljöpåverkan och hälsorisker. T.ex. vid kemikalie- och avfallshantering.

3.1 Elsäkerhetslagen (2016:732)

[Elsäkerhetslag \(2016:732\)](#) [9]

Elsäkerhetslagen är överst i regelhierarkin och innehåller bestämmelser om krav på fortlöpande kontroll av starkströmsanläggningar och elektriska utrustningar i 6 § och 19 §. Paragraferna är identiska men avser själva anläggningen i 6 § och utrustningen som ansluts därtill i 19 §.

6 § Den som innehar en **starkströmsanläggning** ska se till att

1. det fortlöpande kontrolleras att **anläggningen** ger betryggande säkerhet mot personskada och sakskada, och
2. arbete som utförs på eller i anslutning till **anläggningen** görs på ett sådant sätt och utförs av eller under ledning av personer med sådana kunskaper och färdigheter att betryggande säkerhet ges mot personskada och sakskada.

19 § Den som innehar en **elektrisk utrustning som är avsedd att anslutas till en starkströmsanläggning** ska se till att

1. det fortlöpande kontrolleras att **utrustningen** ger betryggande säkerhet mot personskada och sakskada, och
2. arbete som utförs på eller i anslutning till **utrustningen** görs på ett sådant sätt och utförs av eller under ledning av personer med sådana kunskaper och färdigheter att betryggande säkerhet ges mot personskada och sakskada.

Alla solcellsanläggningar är starkströmsanläggningar. Innehavaren av en solcellsanläggning måste därmed tillse att anläggning och utrustning fortlöpande kontrolleras så personskada och sakskada undviks och att arbetet utförs av därtill kunnig personal.

Definition i lagen av starkströmsanläggning, elektrisk utrustning och säkerhetsbrist:

3 § I denna lag avses med

starkströmsanläggning: en elektrisk anläggning för sådan spänning, strömstyrka eller frekvens som kan vara farlig för människor eller egendom,

elektrisk utrustning: en anordning, apparat eller annat föremål som producerar, överför, använder eller förbrukar el eller en komponent i en sådan utrustning eller i en starkströmsanläggning, och

säkerhetsbrist i el: el som inte är så säker som skäligen kan förväntas.

3.2 Elsäkerhetsverkets föreskrifter

[Elsäkerhetsförordningen \(2017:218\)](#) [10] bemyndigar Elsäkerhetsverket att ta fram föreskrifter. Elsäkerhetsverkets föreskrifter är således även de lagligt bindande och gäller generellt. De beskriver närmre vad en anläggningsägare ska säkerställa för att följa elsäkerhetslagens krav. I de aktuella föreskrifterna för starkströmsanläggningar ges även allmänna råd, vilka inte är bindande utan ger generella rekommendationer. Text som är föreskrift och text som är allmänna råd är tydligt separerade i skrifterna.

Det finns tre föreskrifter, uppdaterade 2022, som ställer krav på starkströmsanläggningar:

[ELSÄK-FS 2022:1](#) [27]- Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur starkströmsanläggningar ska vara utförda.

[ELSÄK-FS 2022:2](#) [28] - Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om skyltning av starkströmsanläggningar.

[ELSÄK-FS 2022:3](#) [29]- Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om innehavarens kontroll av starkströmsanläggningar och elektriska utrustningar.

I denna genomgång specifikt för drift och underhåll av solcellsanläggningar så fokuserar vi på den sistnämnda, ELSÄK-FS 2022:3.

Elsäkerhetsverkets websidor och korta broschyrer om underhåll av solcellsanläggningar och elinstallationer är väldigt tydliga och kortfattade:

[Kontrollera och underhåll din solcellsanläggning | Elsäkerhetsverket](#) [30]

[Underhåll och kontroll av solceller | Elsäkerhetsverket](#) [31]

[Säkerhetsrisker med solcellsanläggningar | Elsäkerhetsverket](#) [32]

[Handbok för innehavare av elanläggningar. Utgåva 3](#) [33]

[Vägledning för fortlöpande kontroll | Elsäkerhetsverket](#) [6]

Vid fortlöpande kontroll kan flera kontrollpunkter utföras även av personal utan elsäkerhetsexpertis, t.ex. vissa punkter för okulär kontroll, men det är anläggningsägarens ansvar att säkerställa rätt kunskap för respektive kontroll. Om företag anlitas för sakkunnig personal så ska företaget kontrolleras, så att de har rätt kunskaper. För det finns en tjänst från elsäkerhetsverket:

[Kolla elföretaget - En tjänst från Elsäkerhetsverket](#) [34]

Företag som registrerat sig för verksamhetstyp ”*Elproduktionsanläggningar*” är auktoriserade att utföra arbete med solcellsanläggningar.

3.2.1 ELSÄK-FS 2022:3

[ELSÄK-FS 2022:3 - Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om innehavarens kontroll av starkströmsanläggningar och elektriska utrustningar](#) [29]

Riskbedömning och rutiner för fortlöpande kontroll

En innehavare av en starkströmsanläggning är skyldig att utföra fortlöpande kontroller av anläggningen för att motverka personskada och sakskada. Omfattning, intervall och rutiner för kontroll ska anpassas till anläggningens utförande, ålder, omgivande miljö och användning. (5 §). Rutiner ska fastställas av innehavaren utifrån en riskbedömning och ska dokumenteras om anläggningen används till annat än ”enskilt ändamål”. Om anläggningen är avsedd för ”enskilt ändamål” så finns inget krav på att rutiner ska dokumenteras. (6 §). Flerbostadshus kan klassas olika, som regel är hyresrätter ej ”enskilt ändamål” och för bostadsrätter beror det på vem som är innehavaren av starkströmsanläggningen ([läs mer här för definition](#): [35]).

Ett allmänt råd i föreskriften är att följande bör framgå av rutinerna:

- *kontrollernas omfattning och intervall,*
- *vilka kontrollmetoder som ska användas vid de olika kontrollerna, exempelvis okulär kontroll, isolationsprovning eller termografering,*
- *hur resultatet av kontrollerna dokumenteras,*
- *hur brister som upptäcks genom kontrollerna ska omhändertas, och*
- *vilka som har i uppgift att genomföra kontrollerna och vilken typ av kompetens som krävs för de olika kontrollerna*

Åtgärder vid identifierade fel

Om fel identifieras som kan utgöra en omedelbar fara, ska felen och bristerna omgående åtgärdas alternativt ska anläggningen eller de felaktiga delarna tas ur bruk. Övriga fel ska åtgärdas snarast möjligt med hänsyn till risken för skada. (12 §)

Säkerställ kompetens och säker arbetsmiljö

Anläggningsägaren ska säkerställa att personer som utför arbete på eller i anslutning till anläggningen har rätt kompetens. (14 §). Arbetsgivarens ansvarar för att ta fram instruktioner för en säker arbetsmiljö. (16 §)

Dokumentation och märkning

Innehavaren ska tillhandahålla den dokumentation som behövs (15 §) samt anläggningen ska vara försedd med den skyltning och märkning (4 §) som behövs för att den som ska utföra arbete på starkströmsanläggningen ska kunna identifiera anläggningens olika delar för drift och underhåll. Dokumentationen ska finnas på svenska och det språk som är lämpligt för de personer som ska ta del av dokumentationen.

4. Rekommendationer

De lagstadgade regelverken berättar **vad** som behöver uppfyllas men ofta framgår inga detaljer om exakt **hur** eller **när** kraven ska uppfyllas. Nästa steg blir att vända sig till rekommendationer (från standarder, tillverkare, fackkunniga och forskning) för att få vägledning kring rutiner, intervall och lämpliga checklistor för den specifika solcellsanläggningen.

Standarder och tillhörande stödlitteratur

Standardlitteraturen har som syfte att innehålla mer detaljerade och tekniska rekommendationer för **hur** vi uppfyller lagkraven. Svensk standard (Punkt 1–3 nedan) ges en särskild tyngd i koppling till *utförandet* av solcellsanläggningar (där till exempel dokumentation ingår). ELSÄK-FS 2022:1 hänvisar till Svensk Standard med följande formulering under 2 kap God elsäkerhetsteknisk praxis, 1 §: ”*Om svensk standard tillämpas som komplement till föreskrifterna anses anläggningen vara utförd enligt god elsäkerhetsteknisk praxis om inget annat visas.*” ELSÄK-FS 2022:3 som är fokus i denna guide och som gäller *kontroll* ger inte Svensk Standard samma tyngd.

Ett urval av relevanta standarder och stödlitteratur för solcellsanläggningar, utgivna av svenska standardiseringsorgan som SIS och SEK, går kortfattat igenom i detta avsnitt.

1. SS 436 40 00 - Elinstallationsreglerna
2. SS-EN 62446-1 - Dokumentation m.m.
3. SS-EN IEC 62446-2 - Underhåll
4. SEK Handbok 457 - Solceller
5. SEK Tekniklitteratur 2 - Underhåll av solcellsanläggningar
6. SIS - Handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på yttertak

Fackkunskap och branschrekommendationer

Branschrekommendationer och guidning av rådgivande myndigheter kan addera värde utöver standardlitteraturen då de ofta är skrivna av aktörer med praktisk erfarenhet och ofta bidrar med öppet tillgängliga exempel på checklistor. Urval:

7. Energimyndigheten - Solelportalen
8. Solar Power Europe - O&M Best Practice
9. Svensk Solenergi - Riktlinjer och mallar
10. Samling för solel - Checklista riskbedömning

4.1 SS 436 40 00 - Einstallationsreglerna

[SS 436 40 00, utg 4:2023 - Einstallationer för lågspänning - Utförande av einstallationer för lågspänning](#) [36]

Einstallationsreglerna gäller vid installation av solcellsanläggningar men här finns även rekommendationer kring periodisk kontroll och underhåll under driftstiden. Einstallationsreglerna anses vara *god elsäkerhetsteknisk praxis* och rekommenderas för att uppfylla lagens krav vid *utförande* av anläggningar (ELSÄK-FS 2022:1), men de är inte lagligt bindande i sig om innehavaren kan visa att uppfyllnad sker på annat sätt. Vid *kontroll* av anläggningar (ELSÄK-FS 2022:3) finns ingen hänvisning från föreskrift till einstallationsreglerna.

Kontroll

Definitionen av en kontroll är åtgärder för att förvissa sig om att installationen överensstämmer med einstallationsreglerna och omfattar inspektion, provning (med mätinstrument där inspektion ej är tillräckligt) och dokumentation därav. (sid 378)

I avsnitt ”6.5 Periodisk kontroll” (Sid 385–387) beskrivs att där så fodras ska periodisk kontroll utföras. Där nämns vilka försiktighetsåtgärder som ska vidtas för personers, husdjurs och egendoms säkerhet, att fel ska förtecknas och att kontrollen ska utföras av en fackkunnig person som är kompetent att utföra kontroll.

Intervallen för periodisk kontroll ska bestämmas av installationens beskaffenhet. Intervallet kan vara flera år, (som exempel anges 4 år) men kortare intervall krävs till exempel för publika inrättningar. För bostäder kan längre perioder (till exempel 10 år) vara lämpliga. Hänsyn bör tas till föregående dokumentation vid definition av intervall. Dokumentation ska utarbetas vid slutförandet av varje periodisk kontroll.

Periodisk kontroll kan ersättas av kontinuerlig övervakning och underhåll av fackkunniga personer om en installation står under ett system för skötsel och förebyggande underhåll. Detta motsvarar fortlöpande kontroll.

Elektroniska omriktare (växelriktare) ska ha av tillverkaren angivna metoder för periodisk kontroll (sid 108).

Dokumentation och märkning

Avsnitt ”712 Einstallationer med fotoelektriska solceller” (sid 493–528) definierar specifika rekommendationer för solcellsanläggningar. Avsnitt ”712.6 Kontroll” (Sid 528) hänvisar till SS-EN 62446–1 för specifikt systemdokumentation och kontroll före idrifttagning av anläggningar. Avsnitt ”712.514 Identifiering” (sid 511-512) går igenom vilken märkning som krävs av anläggningens olika delar och i underavsnittet ”712.514.107 Dokumentation” (sid 512) hänvisas även där till SS-EN 62446–1.

4.2 SS EN 62446–1 - Dokumentation m.m.

[SS-EN 62446–1, utg 1:2016 - Solcellsanläggningar - Fordringar på provning, dokumentation och underhåll - Del 1: Nätanslutna anläggningar - Dokumentation, provning för idrifttagning och besiktning](#) [37]

Standardens första del definierar den dokumentationen som ska överlämnas till en kund efter installationen av en nätansluten solcellsanläggning. Den andra delen beskriver driftsättningstester, inspektionskriterier och den dokumentation som verifierar säker installation och korrekt drift av systemet.

Dokumentation

Elinstallationsreglerna hänvisar till den nivå på dokumentation som anges i denna standard. Avsnitt ”4 System documentation requirements” (Sid 10–13) anger detaljerade minimikrav på dokumentation under följande åtta kategorier;

1. *Systemdata*
2. *Kopplingsschema*
3. *Stränglayout*
4. *Datablad*
5. *Mekanisk designinformation*
6. *Nödsystem*
7. *Drifts- och underhållsinformation*
8. *Testresultat och driftsdata*

Enligt standarden ska drift- och underhållsinformation (7 i listan ovan) tillhandahållas av konstruktören/ installatören och de ska som minst innehålla:

- *Procedurer för att verifiera korrekt systemdrift*
- *En checklista över vad som ska göras vid systemfel*
- *Nödstopp-/isoleringsprocedurer*
- *Rekommendationer för underhåll och rengöring (mekaniska, bygg och elektriska)*
- *Överväganden för framtida byggnadsarbeten relaterade till PV-anläggningen*
- *Garantidokumentation för PV-moduler och växelriktare*
- *Dokumentation om eventuella utförande- eller vädertäthetsgarantier*

Periodisk kontroll

Under avsnitt ”9.3 Periodic verification” (Sid 31) beskrivs att periodisk kontroll av en befintlig installation ska utföras på samma sätt som en kontroll före idriftsättning, vilket motsvarar avsnitt ”5 Verification” (Sid 13–19). Rekommendationer från tidigare periodiska kontroller beaktas. En periodisk verifieringsrapport ska tillhandahållas och inkludera en lista över eventuella fel och rekommendationer.

4.3 SS EN IEC 62446-2 - Underhåll

[SS-EN IEC 62446-2, utg 1:2020 - Solcellsanläggningar - Fordringar på provning, dokumentation och underhåll - Del 2: Nätanslutna anläggningar - Underhåll](#) [38]

Standarden beskriver de grundläggande underhållsåtgärder som behövs för att säkerställa en solcellsanläggnings tillförlitlighet, säkerhet och brandskydd genom inspektion och underhåll av systemkomponenter och anslutningar.

Standarden går först igenom vilken tillkommande dokumentation som ska adderas vid underhåll. Därefter hänvisas läsaren till en grundläggande uppsättning tester (Category 1), utökade tester (Category 2) samt valfria (Additional) i SS-EN 62446-1. Val av tester beror på typ av anläggning, ägare och finansieringskrav.

Intervall för underhåll

Olika typer av underhåll under en anläggnings livslängd, till exempel periodisk kontroll (verifiering), prestandarelaterat, administrativt eller korrigerande underhåll, påverkar intervallet för underhåll. Standarden stolpar att följande faktorer påverkar intervallet:

- *Typ av system (markmonterad anläggning, kommersiell, bostad osv.)*
- *Omfattningen av fjärrövervakningsmöjligheter*
- *Kontraktskrav eller prestandagarantier*
- *Tillverkarens rekommenderade praxis för underhåll av specifika komponenter*
- *Platsspecifika överväganden*
- *Kostnads-nyttoanalyser*

En checklista för underhåll uppdelad på komponenter/ uppgifter (sid 13–17) tar för varje punkt upp vilka förutsättningar som kan påverka intervallet. Samma checklista finns även som ”Annex F” med föreslagna intervall för en fiktiv anläggning med flera problem som kräver en ökad kontroll, ett extremfall.

Varje punkt på checklistan finns upptagna och beskrivna i standarden och checklistan hänvisar till rätt avsnitt och stycken. Pedagogiskt och enkelt presenterat.

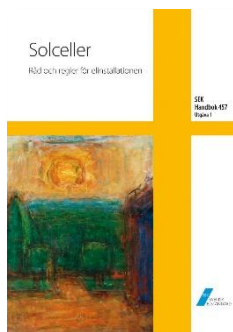
Säkerhetsaspekter och korrigerande underhåll

Felsökande och korrigerande underhåll tas upp i avsnitt 12 (sid 26–28) och avsnitt 13 tar upp kontroll av säkerhetsrutiner. Ett tillhörande ”Annex E” tar upp säkerhetsaspekter så som kvalificerad personal, säkerhetsutrustning, skyltning m.m.

4.4 SEK Handbok 457 - Solceller

[SEK Handbok 457 - Solceller - Råd och regler för elinstallationen](#) [39]

SEK, Svensk Elstandard, gav 2019 ut en handbok specifikt för solceller. Handboken ger råd och anvisningar för en säker installation av solcellsanläggningar, från dimensionering och komponentval till installation och idrifttagning. Handboken bygger på elinstallationsreglerna och internationella standarder.



Underhåll omnämns väldigt kortfattat i avsnitt ”27 Periodiskt underhåll”. Avsnittet hänvisar tillbaka till punkterna i avsnitt ”26 Kontroll före idrifttagning” och anger att många av dessa punkter är relevanta även för periodiskt underhåll. Handboken rekommenderar att en planerad periodisk kontroll med efterföljande underhåll ska utföras med ett fastställt tidsintervall, men går inte närmre in på när, vad och hur. Här omnämns även vikten av fortlöpande kontroll så att påverkan på installationen och byggnaden, samt signaler och larm från växelriktaren, upptäcks så snart som möjligt.

Avsnitt ”29 Dokumentation” redogör för rekommenderat innehåll i anläggningens dokumentation och följer i stort samma upplägg som SS-EN 62446–1. Översatt till svenska och något mindre detaljerad.

4.5 SEK - Tekniklitteratur 2 - Underhåll av solcellsanläggningar

[SEK Tekniklitteratur 2 – Underhåll av solcellsanläggningar](#) [40]

SEK Tekniklitteratur är en ny publikationsform som ger mer praktisk information och guidning. I november 2024 utkom nummer 2 i ordningen som behandlar underhåll av solcellsanläggningar. Även SEK tekniklitteratur nummer 1 kan vara relevant då den handlar om kontroll av elinstallationer.



Liksom handboken så bygger denna tekniklitteratur på elinstallationsreglerna och standarderna SS-EN 62446–1 och -2 men här finns även ett avsnitt om den tekniska specifikationen IEC/TS 62446–3:2017, som handlar om termografi och exempel från upptäckta fel vid termografering finns som en bilaga. Tekniklitteraturen ger exempel på områden för okulär kontroll, punkter för att bedöma intervall av underhåll (14 punkter) och ett exempel på en checklista för besiktning (31 punkter). Listorna skiljer sig en del från standarderna. Den checklista som tas upp i SS-EN 62446–2 innehåller t.ex. 63 punkter. Tekniklitteraturen innehåller även avsnitt för säkerhet, EMC och mätningar.

4.6 SIS - Handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på yttertak

[*SIS - Handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på yttertak*](#) [41]

2021 publicerade SIS, Svenska Institutet för Standarder en handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på tak. Handboken har tagits fram av en arbetsgrupp inom standardiseringsutveckling (SIS/TK 193/AG 03) med fokus på takprodukter, taksäkerhet och tätskikt för byggnadsverk. Därmed en kompletterande byggteknisk vinkel till den mer elsäkerhetstekniska som SEK, Svensk Elstandard, handböcker fokuserar på. Huvudfokus i handboken är infästningarna av solcellsmodulerna på olika taktyper och takmaterial men tar även upp ansvar, elsäkerhet, brandsäkerhet, arbetsmiljö, dokumentation och underhåll.

Dokumentation

Efter installation ska entreprenören lämna över dokumentation gällande funktion och skötsel till anläggningens innehavare, en bra grund för planering av drift och underhåll. I kapitel 12 ”Dokumentation” (sid 90–93) föreslås lämplig omfattning av dokumentation. Utöver underhålls- och skötselinstruktion för installationen rekommenderar handboken att en takschnittningsplan ska upprättas och lämnas av entreprenören.



Intervall

Kapitlet ”Service och underhåll” (sid 94–95) är kortfattat och hänvisar vidare till Elsäkerhetsverkets föreskrifter om elsäkerhet samt Boverkets och Arbetsmiljöverkets krav på taksäkerhet. Kortfattat beskrivs kontroller som behöver utföras för elsäkerhet, service av takavvattning och skottning samt mekanisk service och kontroll. Eftersom rännदार and takbrunnar bör inspekteras 1–2 ggr per år och den del av den fortlöpande kontrollen som ej kräver speciell auktorisation även kan utföras av person utan specifik elkunskap, så kan vissa aktiviteter kombineras. SIS handbok är den enda standardlitteratur som uttryckligen rekommenderar årlig tillsyn av solcellsanläggningar, på sid 11 i kapitlet ”Planering”:

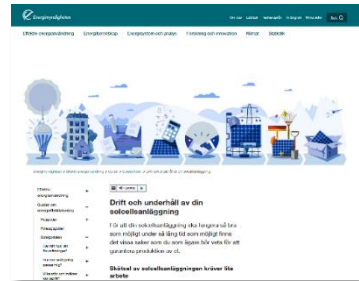
”För att identifiera behov av renovering för ökad livslängd och funktion krävs tillsyn för att upptäcka eventuella felaktigheter och skador i tid. Tillsyn och underhåll av anläggning och tak bör därför ske årligen, gärna på våren för att upptäcka eventuella överbelastningar från snö.”

Handboken rekommenderar dessutom att takets funktion och takavvattning bör kontrolleras två gånger per år, vår och höst, och att det med fördel kan kombineras med mekanisk kontroll av infästningspunkter och städning av såväl hängrännor som tak och solcellsmoduler.

4.7 Energimyndigheten - Solelportalen

[Energimyndigheten Solelportalen - Drift och underhåll av din solcellsanläggning](#) [42]

Energimyndigheten samlar information om solelsystem på sin hemsida ”Solelportalen”. Här finns samlad, kortfattad och tydlig information om allt från husets förutsättningar för solcellsanläggningar, till råd om lämplig storlek på anläggning, till kostnader, stöd och intäkter, till råd vid upphandling, drift och underhåll samt avveckling. På Solelportalens sida om ”*Drift och underhåll av din solcellsanläggning*” så samlas råd kring hur en anläggningsägare kan sköta sin anläggning. Sammanställningen är kortfattad och förenklad, se istället Elsäkerhetsverkets hemsida för elsäkerhetsfrågor.



Dokumentation och skötselinstruktioner

Vid överlämning av anläggningen bör drifts- och skötselanvisningar finnas med i dokumentationen för solcellsanläggningen från installatören. I dokumentationen ger även tillverkarens manualer riktlinjer för kontroller.

Årligt intervall för översiktlig kontroll

Solelportalen tar upp några enkla punkter för hur en anläggning ska underhållas och rekommenderar ett årligt intervall. Punkterna kortfattade nedan, (för fullständiga formuleringar se hemsidan):

- *Se över din anläggning årligen.*
- *Kontrollera så kablar inte ligger mot vassa kanter.*
- *Solceller är känsliga. Gå aldrig på en modul.*
- *Kontakta din leverantör vid missfärgningar på modulerna.*
- *Tork bort alger med lätt fuktad trasa.*
- *Se över larmindikatorer på växelriktarna regelbundet.*
- *Titta efter tecken på att vatten läcker in.*
- *Följ tillverkarnas krav på regelbundna tester av utrustning.*
- *Följ så att anläggningen producerar som den ska med digital uppföljning.*

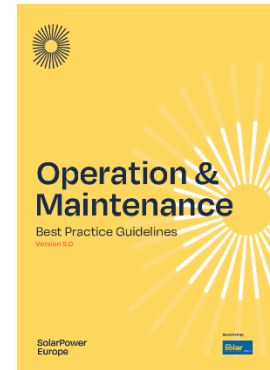
En översiktlig kontroll av anläggningen från marken räcker oftast men om taket beträds se över riskerna. För en djupare kontroll av anläggningen kan ett elinstallationsföretag eller en solcellsleverantör anlitas, som erbjuder servicebesiktning. Solelportalen guidar till vad en sådan besiktning exempelvis kan innehålla i en punktlista under ”Frågor och svar” men det finns även en checklista för besiktning, stöddokument och mall för rambeskrivning att ladda ner:

[Mallar för inköp av solceller, kommersiell aktör](#) [43]

4.8 Solar Power Europe - O&M Best Practice

[Solar Best Practices - Operation & Maintenance Best Practices Guidelines](#) [44]

Solar Power Europe är solenergiområdets branschorganisation för Europa. De har tillsammans med ledande aktörer från branschen sammanställt ”Best Practice Guidelines” för ”Operation and Maintenance”, och senaste versionen (v 5) är från december 2021. Utöver en genomgång av de olika delarna av förvaltningsarbetet och beskrivning av olika aktörers roller och ansvar så finns flera användbara bilagor till guiden, som exempelvis en lista på vad som ska ingå i en slutdokumentation från installatören och en årlig underhållsplan.



Operation and Maintenance, O&M, har växt till ett eget segment inom solcellsindustrin och det är numera etablerat bland alla intressenter att högkvalitativ förvaltning och underhåll minskar potentiella risker, förbättrar lönsamheten (LCOE) och ger positiv påverkan på investeringens avkastning (ROI). Guiden vänder sig främst till ägare av stora solcellsanläggningar, solparker och ägare med portföljer av flera stora anläggningar, men den går även in på vilka av rekommendationerna som är tillämpbara vid förvaltning av mindre takanläggningar och vad som tillkommer:

[Solar Best Practices – Q&M for rooftop solar](#). Kortfattat handlar skillnaden primärt om att riskerna med arbete på hög höjd adderas. Dessa ytterligare försiktighetsåtgärder inkluderar:

- *Permanent räcken eller andra former av kantsskydd*
- *Underhållsgångar*
- *Användning av mobila arbetsplattformar, gaffeltruckplattformar, etc.*
- *Användning av säkerhetsnät*
- *Användning av tillfälliga arbetsplattformar (t.ex. för skydd av moduler)*
- *Markering av farliga områden (till exempel skört takmaterial)*
- *Korrekt användning av fallskyddssystem och livlinor*
- *Korrekt användning av stegar*

O&M aktörer i solindustrin är snabba på att anamma ny forskning och utveckling inom området, detta för att affärer baseras på att minimera ”downtime”, tid då anläggningen inte producerar el. Därför är det relevant att se på vad branschaktörer anser vara ”best practice” inom området. Med det sagt så är det inte alltid praktiskt eller ekonomiskt försvarbart att applicera alla rekommendationer på mindre anläggningar. Guiden är på över 100 sidor men inleds med en kortfattad och informativ sammanfattning som spaltar upp de områden guiden redogör som viktiga delar av ett kvalitativt förvaltnings- och underhållsarbete.

4.9 Svensk Solenergi – Riktlinjer och mallar

[Arkiv - Riktlinjer - Svensk Solenergi](#) [45]

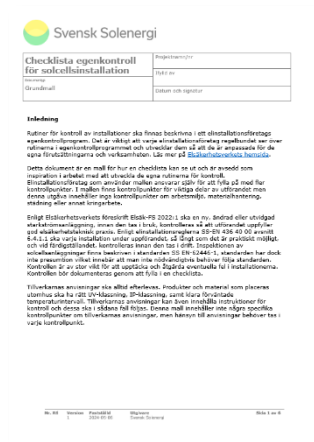
[Mallar för kontroll - Svensk Solenergi](#) [46]

Svensk Solenergi är Sveriges branschförening för företag verksamma inom Solenergi. Föreningen samlar ca 380 medlemsföretag och arbetar med att skapa opinion och utveckla solenergiområdet i Sverige. Föreningen utbildar och branschcertifierar montörer och besiktningspersoner som med färdig certifiering redovisas på föreningens hemsida: [Besiktningspersoner - Svensk Solenergi](#) [47]

Tillsammans tar föreningen även fram riktlinjer och checklistor. Relevanta för drift och service av solcellsanläggningar är följande två mallar för kontroll:

- Checklista egenkontroll solelssystem
- Provnings- och driftsättningsprotokoll (för mindre solcellsanläggningar)

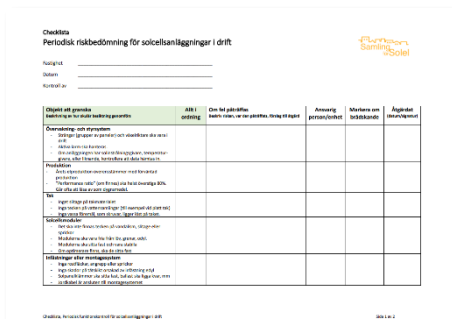
Andra riktlinjer och checklistor som kan vara till hjälp är en checklista för fallskydd (för villor och mindre byggnader), riktlinjer för dokumentation (för privatpersoner) och riktlinjer för rollen som besiktningsperson.



4.10 Samling för solel - Checklista riskbedömning

[Checklista-riskbedomning-sol.pdf](#) [48]

Samling för solel har sedan 2014 varit en mötesplats och samlat fastighetsbranschen för att lära av specialister och varandra om solceller och smarta elsystem.



I februari 2024 presenterade nätverket en checklista ”Periodisk riskbedömning för solcellsanläggningar i drift”. En checklista som har upprättats genom Aktea Energy AB, med stöd från specialister och av Samling för Solels medlemsföretag. Generöst delar nätverket checklistan öppet på sin hemsida för alla att använda fritt, rätt hänvisat.

5. Forskning

Kan forskning och statistik guida oss kring drift och underhåll av solcellsanläggningar? Som anläggningsägare ställs man inför det faktum att O&M branschen inom solenergiområdet ännu är relativt outvecklad i Sverige, men i takt med ökat behov så växer tillgång och solenergiföretagen i Sverige arbetar mer och mer med det som kallas 'eftermarknad'. I Europa och flera delar av världen är O&M branschen för storskalig solcell, 'utility scale', en utvecklad bransch och det finns stora företag med tjänster för 'Asset Management', som tar helhetsansvar för att hela portföljer av solcellsanläggningar. Detta innebär också att det finns forskning och statistik kopplat till deras erfarenheter. Att marknadsägare dessutom vill samma sak, att minimera så kallad "down time", gör att alla drar åt samma håll och utvecklingen inom O&M går fort fram.

Forskning

Relevant forskning kan ge ett objektiva perspektiv, sammanställa statistik och ge illustrativa exempel. Ett urval av guidande forskningsrapporter från följande projekt och forskningsaktörer redovisas:

1. H2020 TRUST PV - EU Horizon
2. IEA PVPS Task 13 - Reliability and Performance of Photovoltaic Systems
3. NREL - National Renewable Energy Laboratory
4. RISE - Research Institutes of Sweden

5.1 H2020 TRUST-PV - EU Horizon

[TRUST PV – SOLAR PV, performance & reliability](#) [49]

EU-projektet TRUST-PV pågår mellan 2020–2024, fokuserar på förbättrad prestanda och tillförlitlighet av solcellsanläggningar och producerar kontinuerligt artiklar och rapporter. En artikel från 2022 "[Trends and Innovations in photovoltaic operations and maintenance](#)" [50] ger en bra överblick kring utveckling och trender inom O&M området. Utvecklingen går fort fram, inte minst på grund av nya teknologier för övervakning (NB-IoT/5G), BIM, digitala tvillingar och begynnande cirkulära initiativ.

Artikeln visar att kostnader för drift och underhåll av anläggningar runt 1 MW år 2020 kostade ca 10 USD/ kW och år i norra Europa (Frankrike, Nederländerna, Tyskland). Motsvarande kostnad för anläggningar runt 20 kW var ca 46 USD/kW och år. År 2020 motsvarade det ca 92 respektive 423 SEK/kW och år. Kostnaderna kan ge en indikation för grova kalkyler men O&M branschen utvecklas snabbt och [kostnaderna minskar fort](#).

5.2 IEA PVPS Task 13

[Task 13 -Reliability and Performance of Photovoltaic Systems - IEA-PVPS](#) [51]

IEA PVPS, (International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme) har ett delprogram, Task 13 Reliability and Performance of Photovoltaic Systems, som är relevant för drift och underhåll av solcellsanläggningar. Nätverket samlar publikationer på hemsidan och här presenteras två relevanta för drift och underhåll.

[Guidelines for Operation and Maintenance of Photovoltaic Power Plants in Different Climates](#) [52]

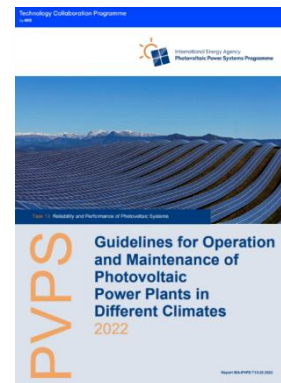
Standardiserade riktlinjer för drift och underhåll har visat sig svåra att ta fram då behovet skiljer sig beroende på anläggningsstorlek men primärt utifrån stora skillnader i omgivande klimat, miljö och lokala förutsättningar (ex. temperatur, fukt, regn, vind och UV-ljus). Omgivande natur och klimat har en betydande påverkan på både prestanda och hälsa på solcellsanläggningarna.

IEA PVPS Task 13 har av den anledningen sammanställt O&M rekommendationer för sju olika klimatzoner och primärt två av IEA:s identifierade klimatzoner är relevanta för Sverige; 'Tempererat' och 'Snöiga regioner'.

För den tempererade zonen beskrivs riktlinjer som behöver beaktas mer eller mindre i alla klimatzoner. Växt- och djurliv behöver utvärderas på den aktuella platsen. Exempel kan vara kontroll av bosättning och/ eller träck av fåglar. I industriella miljöer kan solcellsmoduler ge en oväntad försämrade prestanda på grund av smuts och damm. I dessa lägen behöver behov och intervall av rengöring utvärderas.

För snöiga regioner är det främst ansamling av snö på modulerna som behöver beaktas specifikt. Tunga snölastar kan skada modulerna. En föreslagen gräns för snöansamling på moduler är 0,7 m. Monteringsystem behöver ofta tåla stora temperaturskillnader mellan vinter- och sommar. Då är stål att föredra över aluminium. Om aktiva rengöringsåtgärder behöver genomföras, såsom borstning, behöver man se till att inte repa glaset.

Ett förebyggande underhåll, anpassat till anläggningens storlek, design, komplexitet och miljö, kan utesluta överflödiga aktiviteter och därmed sänka kostnader och minimera fel och skador. De viktigaste förebyggande åtgärderna är periodiska elektriska mätningar på modulnivå (stickprover), smuts- och snöreducering, vegetationshantering samt att hålla BOS-utrustning och övervakningssystem (övervakningskontroll och datainsamling) i drift.



Quantification of Technical Risks in PV Power Systems [53]

Risicanalys behövs för att identifiera och minska riskerna i samband med investeringar i solenergianläggningar. Den största utmaningen för att agera på fel eller undvika dem, till en rimlig kostnad, är förmågan att kvantifiera och hantera de olika riskerna. Rapporten ser på olika kvantifieringsmetoder och drar slutsatsen att mer standardisering och datadriven utvärdering krävs eftersom rådande riskdefinitioner inte är strukturerade och händelsedatabaser (loggböcker) är inte harmoniserade.

De stora O&M företagen tillsammans med forskningen (inom IEA PVPS och TRUST-PV) arbetar vidare med en utvecklad en metod för CPN (Cost Priority Number) som på sikt kommer skapa en stor databas för beräkning och prognos av felfrekvenser: [Risk Matrix – TRUST PV \[54\]](#)

I väntan på mer data och standardisering av CPN så ger denna rapport en bra överblick över vanliga fel i en solcellsanläggning men även hur allvarliga de är. 30 st "PV Failure Fact Sheets" (PVFS) bifogas IEA-rapporten och sammanfattar några av de viktigaste aspekterna om fel och förslag på hur man kan hantera eller förhindra felen.

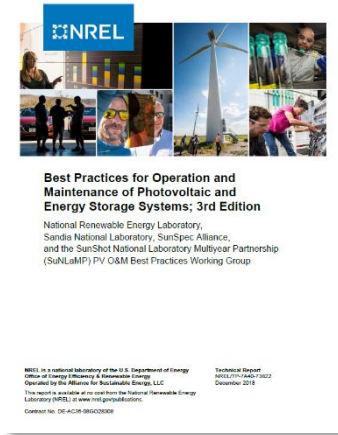
EXAMPLES (page 1)		PVFS 1-3vs.01	
Examples 1-3		Encapsulant delamination in un-critical position. [SUPSI]	Severity: 1 (Green)
Examples 4-6		Encapsulant delamination from glass (spotted due to glass texture) along the bus bars. [37]	Severity: 2 (Yellow)
Examples 7-9		Delamination in front of cell in the centre of the module. [40] (see also FS 1-2)	Severity: 3 (Red)

EXAMPLES (page 1)		PVFS 1-8vs.01	
Examples 1-3		Chipped glass at the corner. [38]	Severity: 4 (Red)
Examples 4-6		Glass breakage along the string interconnect ribbons due to weak manufacturing process. [SUPSI]	Severity: 5 (Red)
Examples 7-9		Glass breakage caused by too tight screws. [16] (see also PVFS 3-1)	Severity: 6 (Red)

Figur 1 - Exempel på två "PV Failure Fact Sheets" / IEA PVPS Task 13

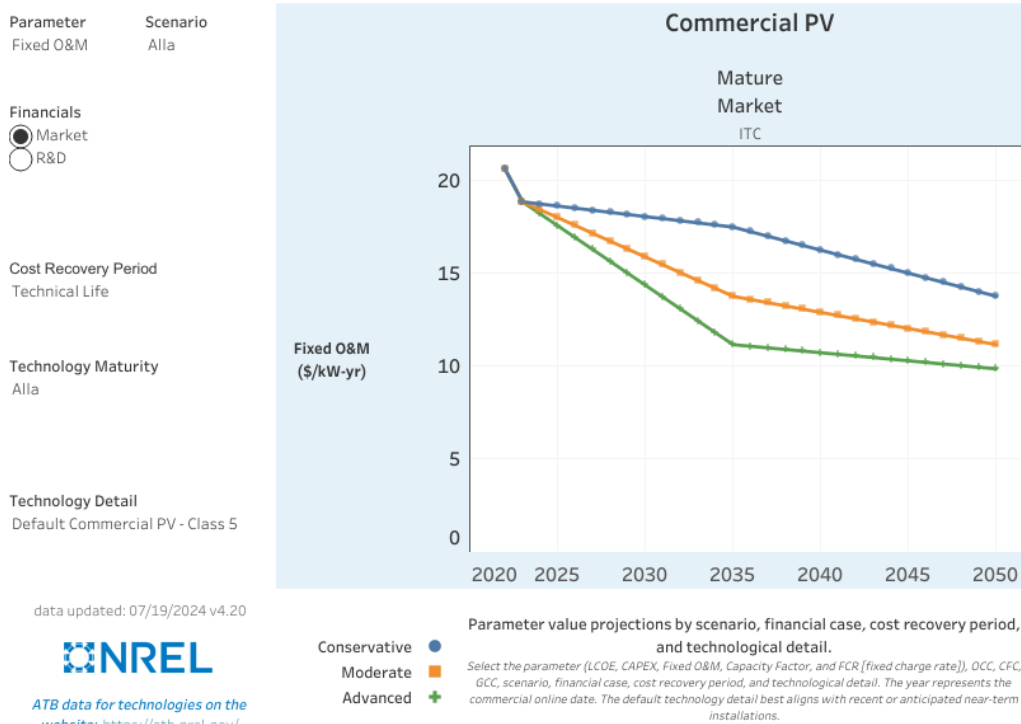
5.3 NREL – National Renewable Energy Laboratory

[*Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems; 3rd Edition \(Technical Report\) | OSTI.GOV*](#) [55]



NREL, National Renewable Energy Laboratory, ett forsknings- och utvecklingscenter som finansieras av U.S. Department of Energy, tar även de fram en Best practice guide om O&M, den senaste upplagan är från december 2018; ”Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems”. Guiden inkluderar information om teknisk förvaltning, övervakning, drift, förebyggande underhåll, korrigerande underhåll och om avvecklingsfasen. Guiden ger ett exempel på ”Description of Maintenance Services for Commercial Rooftop Installations”, en checklista som även rekommenderar intervall (sid 126–128).

NREL är även bra på att samla statistik vilket kan ge indikationer kring kostnader för O&M även om den amerikanska och europeiska marknaden skiljer sig en del: [*Commercial PV | Electricity | 2024 | ATB | NREL*](#) [56]



Figur 2 - Statistik kostnad O&M USA / NREL

5.4 RISE – Research Institutes of Sweden

[Klimat effektiva Solcellsanläggningar - Vägledning för en klimat effektiv förvaltning](#) [57]

RISE har genomfört ett forskningsprojekt 2020–2022, [Klimat effektiv solenergi](#) [7] för att guida i frågan om klimatpåverkan från solcellsmoduler och kring hur anläggningar på bästa sätt ska förvaltas för att minska klimatpåverkan.



En felaktig drift- och underhållspraxis leder till minskad elproduktion, högre degraderingstakt och fler komponenthaverier. En högre degraderingstakt av solcellsmodulerna kan i sin tur påverka även växelriktarnas livslängd. Rätt typ av förvaltning kan i sin tur förbättra elproduktionen avsevärt.

Även enkla och billiga drift- och underhållsmetoder, utförda av egen personal (rätt utbildad), kan spela en stor roll i att förbättra en anläggnings prestanda. En minsta nivå är en automatisk övervakning av fälldata för att kunna jämföra uppmätt och förväntad produktion. I detta avseende ses dessa fyra KPI:er som ett minimum; Solinstrålning, Elproduktion, Performance Ratio (PR) och Tillgänglighet. Växelriktare och kopplingslådor är de felkällor som leder till flest nedstängningar av solcellsanläggningar. Rekommenderat utöver minimum är därför att även hålla ett extra öga på växelriktarnas effektivitet och förluster. Enligt en genomgång av 35 000 ”O&M tickets” (felkällor) stod växelriktare för ca 70%. Även om andelen kan verka stor så tror forskarna att det främst beror på att växelriktarna skickar ut alarm automatisk medan flera fel på t.ex. modulnivå missas för att de kräver besiktning på plats.

[Besiktningar av mindre solcellsanläggningar i drift](#) [58]

2019 undersökte RISE på uppdrag av Energimyndighetens Testlab ett 40-tal mindre solcellsinstallationer, främst villaanläggningar men även enstaka lantbruks- och industrifastigheter samt Brf:er med solcellsanläggningar under 50 kWp. Nedan visas en tabell över några av bristerna i överlämningskedet och i dokumentationen.

Tabell 2 Förekomst (i antal anläggningar) av viktiga delar av systemdokumentation till anläggningarna

	Egenkontroll/Kontroll före driftsättning	Instruktioner förebyggande underhåll	Instruktioner felsökning och felavhjälpning
ja	7	5	6
bristfällig	4	1	0
nej	30	35	35

Figur 3 - Tabell från undersökning av 41 solcellsanläggningar 2019 / RISE

6. Överväganden och råd till innehavare

En solcellsanläggning förväntas hålla i decennier och det är naturligt att driftpersonal kommer och går under dess livslängd. Den genomgång och instruktion av anläggningen som gjordes vid idrifttagning och garantibesiktningar kan ha gjorts med tidigare personal och företaget som monterade kanske inte ens finns kvar längre. Om dokumentationen från installationen dessutom är bristfällig eller helt saknas (se 5.4) så kan det vara svårt för en anläggningsägare att veta vilka rutiner som gäller.

Det saknas inte generell information om drift och underhåll, men det kan vara svårt att navigera i denna. Myndigheter och standardiseringsorgan är med rätta försiktiga med att rekommendera omfattning och intervall av kontroll av starkströmsanläggningar, då behovet kan variera stort, vilket lämnar den enskilde anläggningsägaren att själv analysera risker eller reda ut vem som kan guida i frågan.

Denna rapport har sammanfattat vad som är innehavarens ansvar vid ägande och drift av en solcellsanläggning enligt lag och föreskrifter (3.1 och 3.2). Den går igenom elsäkerhetsstandarder, stödlitteratur och myndighetsinformation som guidar till vad som ska ingå i drift och underhållsrutiner. Branschrekommendationer (kap. 4) och produktmanualer guidar kring intervall för kontroller samt forskning (kap. 5) kan bistå med förståelse för vad som är viktigt att bevaka extra noga i driften av en solcellsanläggning.

6.1 Rutiner

En väl utförd planering, projektering, upphandling och installation är det viktigaste för att ge en solcellsanläggning en så lång livslängd och maximerad elproduktion som möjligt. En väl anpassad drift- och underhållsinformation bör ingå i dokumentationen av en solcellsanläggning från entreprenören vid överlämnandet. Innehavaren ansvarar för kontinuerlig [riskbedömning](#) [1] och att anpassa rutiner efter förändringar under anläggningens livslängd men en initial dokumentation från entreprenören är grunden. Vid beställning av en solcellsanläggning är det viktigt att avtala om en utförlig dokumentation samt alla bruks- och installationsanvisningar på ingående material. Om rutiner saknas eller är bristfälliga för befintliga solcellsanläggningar så finns aktörer som erbjuder tjänster för framtagande, till exempel [Bereko Elektriska nämnden](#) [59].

En rekommendation är att se till att den drift- och underhållsinformation som entreprenören levererar som minst följer det allmänna rådet i Elsäkerhetsverkets föreskrift ELSÄK-FS 2022:3 kring rutiner för kontroll. Då framgår intervall och vilka kompetenser som krävs för kontrollerna. Rekommendationer för drift- och underhållsinformation finns även i standarder och hos Energimyndigheten. Se nedan råd om rutiner samt rekommendationer för drift- och underhållsinformation.

ELSÄK-FS 2022:3 [29] ger ett allmänt råd om vad som bör framgå av [rutinerna](#) [2] för fortlöpande kontroll av starkströmsanläggningar:

- *kontrollernas omfattning och intervall,*
- *vilka kontrollmetoder som ska användas vid de olika kontrollerna, exempelvis okulär kontroll, isolationsprovning eller termografering,*
- *hur resultatet av kontrollerna dokumenteras,*
- *hur brister som upptäcks genom kontrollerna ska omhändertas, och*
- *vilka som har i uppgift att genomföra kontrollerna och vilken typ av kompetens som krävs för de olika kontrollerna*

Elinstallationsreglerna hänvisar till SS-EN 62446-1 [37] för dokumentation och där står att drift- och underhållsinformation ska tillhandahållas av konstruktören/ installatören och de ska som minst innehålla:

- *Procedurer för att verifiera korrekt systemdrift*
- *En checklista över vad som ska göras vid systemfel*
- *Nödstopp-/isoleringsprocedurer*
- *Rekommendationer för underhåll och rengöring (mekaniska, bygg och elektriska)*
- *Överväganden för framtida byggnadsarbeten relaterade till PV-anläggningen*
- *Garantidokumentation för PV-moduler och växelriktare*
- *Dokumentation om eventuella utförande- eller vädertäthetsgarantier*

Energimyndigheten tillhandahåller mallar på Solelportalen [43]. Checklistan för slutbesiktningar (s 6) redogör för vad dokumenterade drift- och underhållsinstruktioner bör omfatta (samt hänvisar även till SS-EN 62446-1):

- *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*
- *Dokumentet gjorda i rätt format och enligt beställarens utformningskrav (till exempel driftkort, mallar)*

6.2 Intervall

Alla anläggningar har unika förutsättningar och därför är det svårt att sätta generella intervall och checklistor för fortlöpande kontroll. Intervallet bestäms av riskbedömningen och kan vara olika för olika anläggningsdelar och kan behöva utföras av olika personer med olika kunskaper. Drift- och underhållsinformation från konstruktör/installatör och produktmanualer är en bra grund för att sätta intervaller.

En kontinuerlig övervakning av att solcellsanläggningen producerar den el som den ska är något alla fastighetsägare är måna om. För solcellsanläggningar är därmed fastighetsägarens incitament för fortlöpande kontroll och förebyggande underhåll dubbelt (jämfört andra elinstallationer) - att upprätthålla säkerhet och elproduktion. För detta är övervaknings- och styrsystem viktiga att kontinuerligt bevaka och att larm når personer som har behörighet att åtgärda felet eller delegera. Definiera redan i upphandling och avtal att entreprenören vid överlämning av anläggningen genomför en utbildning med driftpersonal (kod YKB i teknisk rambeskrivning enligt AMA-El) så de har en tydlig beskrivning och dokumentation på vad anläggningens olika larm betyder.

Energimyndigheten och SIS rekommenderar precis som solcellsbranschen ett årligt intervall (som minst) för fortlöpande kontroll. Förslagsvis på våren, för att se så vinterns påfrestningar inte skadat anläggningen och säkerställa optimal funktion inför den soliga årstiden. Det finns dock delar i en anläggning eller faktorer i omgivningen som kan härleda ett tätare intervall.

Vissa anläggningar kan behöva tätare kontroll på grund av lokala förutsättningar t.ex. fågelträck och det kan i så fall med fördel samordnas med annat underhåll, till exempel rensning av takavvattning. Vegetation (t.ex. gröna tak i kombination med solceller eller hög växtlighet i omgivningen) kan behöva kontrolleras mer än en gång per år. Växelriktaren är också den del av anläggningen som, beroende på produktspecifik manual, kan kräva ett underhåll fler gånger per år (ofta två) för rengöring av luftintag, byte av luftfilter eller kontroll av kylfläktar.

Exempel på anledningar (inte enbart ur ett elsäkerhetsperspektiv) som lokalt kan kräva tätare intervall på kontroller än en gång om året:

- Lokala förutsättningar – till exempel snö, fågelträck, löv, grenar, damm
- Vegetationskontroll - minimera partiell skuggning - rensning ca 4 ggr/ år
- Solinstrålningsgivare – funktionskontroll och rengöring gärna 4 ggr/år
- Dränerings- och avvattningssystem – rensning att rekommendera 2 ggr/ år
- Växelriktaren – manualen kan kräva koll 2 ggr/ år av filter, luftintag, fläktar
Motionera brytare och smörj lås – 2 ggr/ år, se manualer

6.3 Omfattning

Om en anläggning kontrollerats med en regelrätt periodisk kontroll, utan större anmärkningar, vid en garantibesiktning (2 år/5 år) efter idrifttagandet (enligt ABT06) så kan fortlöpande kontroller därefter ta vid, tills anläggningens skick säger annat.

En fortlöpande kontroll är det som Energimyndigheten, SIS och bransch menar när de rekommenderar en årlig kontroll (eller tätare om förutsättningar kräver detta). Det vill säga att innehavaren följer rådet om kontinuerlig övervakning med förebyggande och korrigerande underhåll. Elsäkerhetsverket har en bra vägledning för framtagandet: [Vägledning för fortlöpande kontroll | Elsäkerhetsverket](#). [6]

Beroende på vilken kompetens driftpersonalen av en specifik anläggning besitter så kan olika innehavare behöva anlita extern kompetens eller inte, därav behovet av att rutiner och checklistor specificerar vilken kompetens som krävs för olika kontroller.

Flera aktörer har tagit fram checklistor för fortlöpande kontroll och alla skiljer sig något i omfattning och formulering av kontrollpunkter, vilket delvis kan förvirra, å andra sidan ska rutiner och checklistor vara anläggningsspecifika. Vetskapen om att flera av Sveriges befintliga solcellsanläggningar saknar bra tillhörande dokumentation och därmed underlag för driftinstruktioner och rutiner gör att vilken som av listorna i rekommendationsavsnittet är en bra start och grund för vidareutveckling av anpassade rutiner och checklistor.

Den öppet tillgängliga checklistan från Solar Power Europe innehåller flest kontrollpunkter (86 st), mer än listan i standarden SS-EN IEC-62446-2 (63 st) [38], men det är inte så enkelt som att listor med färre punkter bara saknar några. Alla listor skiljer sig något åt i struktur och formulering. Energimyndighetens checklista är främst framtagen för slutbesiktning vid installation men där finns punkter för okulär besiktning som är relevanta för fortlöpande kontroll. Standardens lista, tillsammans med de öppet tillgängliga listorna skapar en bra grund med punkter att överväga, för att skapa en egen anläggningsspecifik checklista för fortlöpande kontroll.

Checklistor:

Energimyndigheten: [Mallar för inköp av solceller, kommersiell aktör](#) [43]

Solar Power Europe: [Solar Best Practices - O & M Best Practices Guidelines](#) [44]

Samling för solel: [Checklista-riskbedomning-sol.pdf](#) [48]

NREL: [Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems; 3rd Edition \(Technical Report\) | OSTI.GOV](#) [55]

Se bilaga och Excel-fil för Solar Power Europes checklista med kontrollpunkterna för decentraliserade solcellsanläggningar översatta till svenska.

6.4 Sammanställning råd

Ta fram rutiner för fortlöpande kontroll av solcellsanläggningen. En fortlöpande kontroll innebär att regelbundet inspektera och underhålla anläggningen för att säkerställa att den är säker och fungerar korrekt.

1. **Riskbedömning** - [Riskbedömning | Elsäkerhetsverket](#) [1]
 - Gör en bedömning av riskerna för den specifika solcellsanläggningen baserat på dess utförande, ålder, användning och omgivande miljö. Ta stöd i dokumentationen (t.ex. drift- och underhållsinformationen från installatören, manualer och besiktningssprotokoll).
2. **Rutiner fortlöpande kontroll** - [Rutinernas innehåll | Elsäkerhetsverket](#) [2]
 - Utveckla och dokumentera rutiner för hur kontrollerna ska genomföras. Detta inkluderar hur ofta olika delar av elanläggningen ska inspekteras. Ett årligt intervall på våren rekommenderas som minimum men vissa kontrollpunkter kan kräva tätare intervall, se t.ex. den ingående utrustningens manualer. Ta fram en checklista med kontrollpunkter.
3. **Genomför kontroller** - [Vad ska kontrolleras? | Elsäkerhetsverket](#) [3]
 - Tillse en säker arbetsmiljö. Personer som utför kontroller och arbete på eller i anslutning till anläggningen ska ha rätt kompetens. Inspektera solcellsanläggningen för att identifiera eventuella brister eller skador. Dokumentera i checklista/ protokoll.
4. **Åtgärda brister** - [Om det upptäcks brister vid kontrollen | ESV](#) [4]
 - Vidta åtgärder för att rätta till eventuella problem som upptäcks under kontrollerna. Detta kan innebära reparationer eller byte av komponenter
5. **Dokumentation** - [Rutinerna ska dokumenteras | Elsäkerhetsverket](#) [5]
 - Dokumentera alla inspektioner och åtgärder som vidtas. Detta hjälper till att spåra underhållshistoriken och säkerställa att alla krav uppfylls.

För mer vägledning besök främst Elsäkerhetsverkets hemsida: [Vägledning för fortlöpande kontroll | Elsäkerhetsverket](#) [6] och för mer detaljerad information sök gärna vidare guidning kring intervall, omfattning och delar att hålla ett extra öga på i de rekommendationer och den forskning som tas upp i denna skrift.

7. Behov av vidare arbete

Denna förstudie sammanställer och guidar till befintlig kunskap från regelverk, bransch och forskning kring drift och underhåll av solcellsanläggningar. En språngbräda för vidare arbete med frågan hos medlemsföretagen men även för fortsatt arbete inom BeBo och Belok. För att alla fastighetsägare som äger solcellsanläggningar ska få sina anläggningsspecifika rutiner på plats så behövs mer stöd och kunskapsinsatser, till exempel i form av standardmallar och utbildning. Insamling av referenser och erfarenheter från medlemmar i både BeBo och Belok skulle bidra till att lära av varandra.

Det finns behov av flera olika typer av tjänster och tillhörande standardavtal i koppling till drift- och underhåll, så kallad eftermarknad. Det kan vara utbildningstjänster, tjänster för fortlöpande kontroll av enbart solcellsanläggningar men även kombinerade tjänster för kontroll av solcellsanläggningar, batterilager och laddinfrastruktur eller kombinerade tjänster för besiktning av såväl byggtekniska som elsäkerhetstekniska aspekter.

Exempel på behov av fortsatt arbete tillsammans med medlemmar:

- Ta fram/samla in exempel på rutiner för kontroll av solcellsanläggningar.
- Tjänsteutveckling och mallar av standardavtal för upphandling av olika typer av tjänster (ex. solcellsanläggningar, batterilager och laddinfrastruktur).
- Samarbete mellan BeBo och Belok kring utbildningspaket om solcellsanläggningar inom "Driftlyftet".
- Ta fram/ samla in erfarenheter kring termografering på svenska marknaden.
- Undersök marknad, möjligheter och teknikkompatibilitet med BIM och digitala tvillingar i förvaltningsskedet.

Ordlista

BOS – Balance of System. Alla komponenter i ett PV-system förutom modulerna.

Downtime – Tid under vilken en anläggning är ur funktion eller otillgänglig för användning.

Fortlöpande kontroll

Kontinuerlig övervakning och inspektion av en anläggning eller utrustning för att säkerställa att den fungerar korrekt och för att snabbt upptäcka och åtgärda fel för att ge betryggande säkerhet mot personskada och sakskada.

KPI – Key Performance Indicator, Nyckeltal för statistik och referensvärden.

kWp - Nominell solcellseffekt

LCOE – Levelized Cost of Energy (Electricity)

O&M – Operation & Maintenance

En samling aktiviteter som syftar till att driva och underhålla anläggningar eller utrustning. Detta inkluderar både daglig drift och planerat underhåll för att säkerställa effektiv och säker funktion.

Okulär kontroll

Visuell inspektion av utrustning eller anläggning för att identifiera synliga fel eller brister. Detta innebär att man använder synen för att bedöma tillståndet.

Periodisk kontroll

Omfattar enligt elinstallationsreglerna inspektion, provning (med mätinstrument där inspektion ej är tillräckligt) och dokumentation därav, av en fackkunnig person som är kompetent att utföra kontroll. För en solcellsanläggning innebär detta en kontroll så att anläggningen uppfyller alla krav som ställdes vid idrifttagandet och inspektion och provningar görs enligt checklistor i SS-EN 62446–1 och dokumenteras i en verifieringsrapport som inkluderar eventuella fel och rekommendationer framåt.

PR – Performance Ratio, Systemverkningsgrad

ROI - Return of Investment, investeringens avkastning.

Bilaga

SOLAR POWER EUROPE – Årlig underhållsplan av solcellsanläggningar

Svensk översättning av kontrollpunkterna för decentraliserade solcellsanläggningar
[Solar Best Practices - Operation & Maintenance Best Practices Guidelines](#) [44]

Teckenförklaring

T	Totala installationen
U	Definierat urval
S	Stumpmässigt urval
Å	Årligen
H	Halvårsvis
Q	Kvartalsvis
M	Månadsvis
D	Dagligen

Utrustning/ Utrymmen	Uppgift/ kontrollera	Betydelse	Intervall	Omfattning	
Solcellsmoduler	Inspektion av tillstånd/ skick och behov av byte	Minimikrav	Å	T	
	Termografering	Rekommendation	Å	T	
	Kontroll av mätvärden	Vid behov	Å	D	
	Åtdragning av klämmor	Minimikrav	Å	S	
	Rengöring av moduler	Enligt lokala förutsättningar	(Å)	T	
	Stickprovskontroll av kopplingsdosor (om möjligt)	Rekommendation	Å	T	
Elskåp och kopplingsutrustning	Inspektion av tillstånd/ skick och rengöring	Minimikrav	Å	T	
	Komplett dokumentation - genomgång	Vid behov	Å	T	
	Kopplingsbox strängar	Märkning och skyltning	Minimikrav	Å	S
	AC kopplingsutrustning	Elektriska skydd - visuell inspektion & funktionstest	Minimikrav	Å	T
	AUX kopplingsutrustning	Säkringar - status	Minimikrav	Å	T
	Allmänna kopplingar	Överspänningsskydd - funktionskontroll (om tillämpligt)	Minimikrav	Å	T
	Skåp för Väderstation	Kontrollera kablarnas skick och anslutningar	Minimikrav	Å	T
	Skåp för Övervakningssystem	Sensorer - funktionskontroll (om tillämpligt)	Rekommendation	Å	T
	Skåp för kommunikation	Kontroll av mätvärden	Best Practice	Å	T
	Skåp för säkerhetssystem	Termografisk inspektion	Rekommendation	Å	T
	Andra skåp och kopplingar	Åtdragningar	Minimikrav	Å	T
		Smörjning av lås	Minimikrav	Å	T
		Övervakningssystem - funktionskontroll (om tillämpligt)	Rekommendation	Å	T
Kablar	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	S	
	Märkning och skyltning	Minimikrav	Å	S	
	Kontrollera kabelanslutningarna	Minimikrav	Å	S	
	Kontroll av mätvärden	Rekommendation	Å	S	

Växelriktare	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	T
	Komplett dokumentation - genomgång	Best Practice	Å	T
	Märkning och skyltning	Minimikrav	Å	S
	Elektriska skydd - visuell inspektion & funktionstest	Minimikrav	Å	T
	Säkringar - status	Minimikrav	Å	T
	Överspänningsskydd - status	Minimikrav	Å	T
	Termografisk inspektion	Best Practice	Å	T
	Funktionskontroll av sensorer	Minimikrav	Å	S
	Kontroll av mätvärden	Minimikrav	Å	T
	Kontrollera värden och parametrar	Minimikrav	Å	T
	Funktionstest av ventilationssystem	Minimikrav	H	T
	Kontrollera batterier	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Byte av batterier	Enligt tillverkarens krav	(3år)	T
	Byte av fläktar	Enligt tillverkarens krav	(5år)	T
	Inspektion av säkerhetsutrustning	Minimikrav	Å	T
	Rengöring filter	Minimikrav	H	
	Byte av filter	Minimikrav	2år	
Energimätare	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	T
	Märkning och skyltning	Minimikrav	Å	S
	Kontrollera värden och parametrar	Rekommendation	Å	T
	Kontroll av kommunikationsenheter (modem, omvandlare) om tillämpligt	Rekommendation	Å	T
Belysning och eluttag	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	T
	Funktionskontroll	Minimikrav	Å	T
	Kontrollera överensstämmelse med säkerhetsstandarder	Minimikrav	3år	T
VVS (om tillämpligt)	Inspektion av tillstånd/ skick	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Funktionskontroll	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Byte av luftfilter	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
Vattenförsörjningssystem (om tillämpligt)	Inspektion av tillstånd/ skick	Om tillämpligt	Å	T
Branddetekteringscentral (om tillämpligt)	Inspektion av tillstånd/ skick	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Funktionskontroll	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Inspektion batteristatus	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Funktionskontroll av sensorer	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Rengöring av kameror och sensorer	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
Åskskydd (om tillämpligt)	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	T
Staket och grindar	Inspektion av tillstånd/ skick	Enligt tillverkarens krav	Å	T
	Smörjning av lås	Minimikrav	Å	T
Vegetation	Röjning/ rensning vegetation	Enligt lokala förutsättningar	Q	T
Vägar/ Stigar	Inspektion av tillstånd/ skick	Best Practice	Å	T
	Röjning/ rensning vegetation	Rekommendation	Å	T
Dräneringssystem	Generell rensning/ städning	Minimikrav	H	T

Brunnar	Inspektion av tillstånd/ skick	Best Practice	Å	T
Byggnader	Inspektion av tillstånd/ skick	Enligt lokala förutsättningar	(Å)	T
	Smörjning av lås	Minimikrav	H	T
	Komplett dokumentation - genomgång	Enligt lokala förutsättningar	(Å)	T
	Kontroll av brandsläckare	Enligt lokala förutsättningar	(Å)	T
	Kontroll av jordning	Enligt lokala förutsättningar	(3år)	T
Säkerhetsutrustning	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	T
	Funktionskontroll	Minimikrav	Å	T
Montagesystem	Inspektion av tillstånd/ skick	Minimikrav	Å	S
	Kontrollera fästen (åtdragning)	Minimikrav	Å	S
	Kontrollera av potentialutjämnning	Minimikrav	2år	T
Väderstation	Inspektion av tillstånd/ skick och rengöring	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Funktionstest av sensorer	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Funktionskontroll	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Kontroll av batterier (om tillämpligt)	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
	Drifttest Övervakning	Enligt tillverkarens krav	(Å)	T
Solinstrålningsgivare	Inspektion av tillstånd/ skick och rengöring	Enligt tillverkarens krav och lokala förutsättningar	Q	T
	Kalibrering	Enligt tillverkarens krav och lokala förutsättningar	2år	T
	Drifttest Övervakning	Enligt tillverkarens krav och lokala förutsättningar	Å	T
Kommunikationstavla	Funktionstest av kommunikation	Minimikrav	Å	D
Lager av reservdelar	Inventering av lager	Minimikrav	Å	T
	Visuell inspektion av lagerförhållandena	Minimikrav	Å	T
	Påfyllning av lager	Minimikrav	M	T

Referenser

- [1] "Riskbedömning | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/vagledning-fortlopande-kontroll/riskbedomning/>. [Använd 20 12 2024].
- [2] "Rutinernas innehåll | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/vagledning-fortlopande-kontroll/rutinernas-innehall/>. [Använd 20 12 2024].
- [3] "Vad ska kontrolleras? | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/vagledning-fortlopande-kontroll/vad-ska-kontrolleras/>. [Använd 20 12 2024].
- [4] "Om det upptäcks brister vid kontrollen | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/vagledning-fortlopande-kontroll/om-det-upptacks-brister-vid-kontrollen/>. [Använd 20 12 2024].
- [5] "Rutinerna ska dokumenteras | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/vagledning-fortlopande-kontroll/rutinerna-ska-dokumenteras/>. [Använd 20 12 2024].
- [6] "Vägledning för fortlöpande kontroll | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/vagledning-fortlopande-kontroll/>. [Använd 20 12 2024].
- [7] "Klimat effektiv solenergi - RISE," [Online]. Available: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/klimat-effektiv-solenergi/>. [Använd 20 2 2024].
- [8] "Solmätt – mätning och utvärdering av solcellsanläggningar - BEBO," [Online]. Available: <https://www.bebostad.se/projekt/avslutade-projekt/2021/2021-solmatt-matning-och-utvardering-av-solcellsanlaggningar/>. [Använd 20 12 2024].
- [9] "Elsäkerhetslag (2016:732) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/elsakerhetslag-2016732_sfs-2016-732/. [Använd 10 12 2024].
- [10] "Elsäkerhetsförordning (2017:218) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/elsakerhetsforordning-2017218_sfs-2017-218/. [Använd 10 12 2024].
- [11] "Föreskrifter | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/lag-och-ratt/foreskrifter/>. [Använd 10 12 2024].
- [12] "Solpaneler - PBL kunskapsbanken - Boverket," [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/boverkets-byggregler/brandskydd/solpaneler/>. [Använd 20 12 2024].
- [13] "Solfångare och solcellspaneler - PBL kunskapsbanken - Boverket," [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/anmalningsplikt/byggnader/andring/sol/>. [Använd 20 12 2024].
- [14] "Plan- och bygglag (1987:10) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan-och-bygglag-198710_sfs-1987-10/. [Använd 10 12 2024].
- [15] "Plan- och byggförordning (2011:338) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/plan-och-byggforordning-2011338_sfs-2011-338/. [Använd 10 12 2024].
- [16] "Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd). BFS 2011:6," [Online]. Available: <https://forfattningssamling.boverket.se/detaljer/BFS2011-6/>. [Använd 10 12 2024].
- [17] "Arbetsmiljölög (1977:1160) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/arbetsmiljolag-19771160_sfs-1977-1160/. [Använd 10 12 2024].
- [18] "Arbetsmiljöförordning (1977:1166) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/arbetsmiljoforordning-19771166_sfs-1977-1166/. [Använd 10 12 2024].
- [19] "Föreskrifter - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/>. [Använd 10 12 2024].

- [20] "Beslutade föreskrifter som träder i kraft 2025 - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/beslutade-foreskrifter-som-trader-i-kraft-2025/>. [Använd 10 12 2024].
- [21] "Systematiskt arbetsmiljöarbete – grundläggande skyldigheter för dig med arbetsgivaransvar (AFS 2023:1), föreskrifter - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/beslutade-foreskrifter-som-trader-i-kraft-2025/afs-20231/?hl=2023:1>. [Använd 20 12 2024].
- [22] "Risker i arbetsmiljön (AFS 2023:10), föreskrifter - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/beslutade-foreskrifter-som-trader-i-kraft-2025/afs-202310/?hl=2023:10>. [Använd 20 12 2024].
- [23] "Arbetsutrustning och personlig skyddsutrustning – säker användning (AFS 2023:11), föreskrifter - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/beslutade-foreskrifter-som-trader-i-kraft-2025/afs-202311/?hl=2023:11>. [Använd 20 12 2024].
- [24] "Risker vid vissa typer av arbeten (AFS 2023:13), föreskrifter - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/beslutade-foreskrifter-som-trader-i-kraft-2025/afs-202313/?hl=2023:13>. [Använd 20 12 2024].
- [25] "Montering av solceller på tak – vad gäller - Arbetsmiljöverket," [Online]. Available: <https://www.av.se/nyheter/2023/montering-av-solceller-pa-tak--vad-galler>. [Använd 20 12 2024].
- [26] "Miljöbalk (1998:808) | Sveriges riksdag," [Online]. Available: https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/miljobalk-1998808_sfs-1998-808/. [Använd 10 12 2024].
- [27] "ELSÄK-FS 2022:1 | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/lag-och-ratt/foreskrifter/elsak-fs-2022-1/>. [Använd 20 12 2024].
- [28] "ELSÄK-FS 2022:2 | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/lag-och-ratt/foreskrifter/elsak-fs-2022-2/>. [Använd 20 12 2024].
- [29] "ELSÄK-FS 2022:3 | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/lag-och-ratt/foreskrifter/elsak-fs-2022-3/>. [Använd 19 12 2024].
- [30] "Kontrollera och underhåll din solcellsanläggning | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/privatpersoner/din-elanlaggning/bygga-och-renovera/installation-av-solceller/kontrollera-och-underhall-din-solcellsanlaggning/>. [Använd 20 12 2024].
- [31] "Underhåll och kontroll av solceller | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/yrkespersoner/arbeta-med-elinstallationer/att-tank-a-pa-vid-elinstallationer/installera-solcellsanlaggningar/underhall-och-kontroll-av-solceller/>. [Använd 20 12 2024].
- [32] "Säkerhetsrisker med solcellsanläggningar | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/privatpersoner/din-elanlaggning/bygga-och-renovera/installation-av-solceller/vilka-sakerhetsrisker-finns/>. [Använd 20 12 2024].
- [33] "Handbok för innehavare av elanläggningar. Utgåva 3," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/globalassets/publikationer/handbocker/handbok-for-anlaggningsinnehavare.pdf>. [Använd 20 12 2024].
- [34] "Kolla elföretaget - En tjänst från Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: https://www.elsakerhetsverket.se/kollaelforetaget?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAmfq6BhAsEiwAX1jsZ8ZLGXh9hg4q7X1V7FmxJMhLxGh8I48Ng-vCFLBv9MWT3jaJA97DBoCMVAQAvD_BwE. [Använd 20 12 2024].
- [35] "Frågor och svar | Elsäkerhetsverket," [Online]. Available: <https://www.elsakerhetsverket.se/fragor-och-svar/?query=bostadsr%C3%A4ttsf%C3%B6reningar%20starkstr%C3%B6msf%C3%B6reskrifter&pageSize=10>. [Använd 19 12 2024].
- [36] "SEK Svensk Elstandard - SS 436 40 00," [Online]. Available: <https://elstandard.se/standard/2998601>. [Använd 19 12 2024].
- [37] "SEK Svensk Elstandard - SS EN 62446-1," [Online]. Available: <https://elstandard.se/standard/1676901>. [Använd 19 12 2024].
- [38] "SEK Svensk Elstandard - SS EN IEC 62446-2," [Online]. Available: <https://elstandard.se/standard/2580201>. [Använd 19 12 2024].

- [39] "SEK Svensk Elstandard - Handbok 457," [Online]. Available: <https://elstandard.se/handbok/457>. [Använd 19 12 2024].
- [40] "SEK Svensk elstandard - Tekniklitteratur 2 – Underhåll av solcellsanläggningar," [Online]. Available: <https://elstandard.se/tekniklitteratur/2>. [Använd 19 12 2024].
- [41] "SIS - Handbok för montering av utanpåliggande solpaneler på yttertak," [Online]. Available: <https://www.sis.se/bcker/handbok-for-montering-av-utanpaliggande-solpaneler-pa-yttertak-e-bok/>. [Använd 19 12 2024].
- [42] "Drift och underhåll av din solcellsanläggning," [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/effektiv-energianvandning/guider/solelportalen/drift-och-underhall-av-din-solcellsanlaggning/>. [Använd 19 12 2024].
- [43] "Energimyndigheten - Mallar för inköp av solceller, kommersiell aktör," [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/effektiv-energianvandning/guider/solelportalen/vad-ska-jag-tanka-pa-vid-inkop-och-val-av-leverantor/mallar-for-inkop-av-solceller-kommersiell-aktor/#Fem>. [Använd 19 12 2024].
- [44] "Solar Best Practices - Operation & Maintenance Best Practices Guidelines," [Online]. Available: <https://solarbestpractices.com/guidelines/detail/foreword-4>. [Använd 20 12 2024].
- [45] "Arkiv - Riktlinjer - Svensk Solenergi," [Online]. Available: <https://svensksolenergi.se/arkiv/#!?categories=riktlinjer>. [Använd 20 12 2024].
- [46] "Mallar för kontroll - Svensk Solenergi," [Online]. Available: <https://svensksolenergi.se/mallar-for-kontroll/>. [Använd 20 12 2024].
- [47] "Besiktningsspersoner - Svensk Solenergi," [Online]. Available: <https://svensksolenergi.se/att-installera-solenergi/besiktning/>. [Använd 20 12 2024].
- [48] "Samling för solet - Checklista-riskbedomning-sol.pdf," [Online]. Available: <https://www.samlingforsolel.se/wp-content/uploads/2024/01/Checklista-riskbedomning-sol.pdf>. [Använd 20 12 2024].
- [49] "TRUST PV – SOLAR PV, performance & reliability," [Online]. Available: <https://trust-pv.eu/>. [Använd 20 12 2024].
- [50] "Trends and Innovations in photovoltaic operations and maintenance," [Online]. Available: <https://trust-pv.eu/reports/trends-and-innovations-in-photovoltaic-operations-and-maintenance/>. [Använd 20 12 2024].
- [51] "Task 13 -Reliability and Performance of Photovoltaic Systems - IEA-PVPS," [Online]. Available: <https://iea-pvps.org/research-tasks/performance-operation-and-reliability-of-photovoltaic-systems/>. [Använd 20 12 2024].
- [52] "Guidelines for Operation and Maintenance of Photovoltaic Power Plants in Different Climates," [Online]. Available: <https://iea-pvps.org/key-topics/guidelines-for-operation-and-maintenance-of-photovoltaic-power-plants-in-different-climates/>. [Använd 20 12 2024].
- [53] "Quantification of Technical Risks in PV Power Systems," [Online]. Available: <https://iea-pvps.org/key-topics/quantification-of-technical-risks-in-pv-power-systems/>. [Använd 20 12 2024].
- [54] "Risk Matrix – TRUST PV," [Online]. Available: <https://trust-pv.eu/reports/risk-matrix/>. [Använd 20 12 2024].
- [55] "Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems; 3rd Edition (Technical Report) | OSTI.GOV," [Online]. Available: <https://www.osti.gov/biblio/1489002>. [Använd 20 12 2024].
- [56] "Commercial PV | Electricity | 2024 | ATB | NREL," [Online]. Available: https://atb.nrel.gov/electricity/2024/commercial_pv. [Använd 20 12 2024].
- [57] "Klimat effektiva Solcellsanläggningar - Vägledning för en klimat effektiv förvaltning," [Online]. Available: <https://www.ri.se/sites/default/files/2023-02/Klimat effektiva Solcellsanl%C3%A4ggningar - V%C3%A4gledning f%C3%B6r en klimat effektiv f%C3%B6rvaltning.pdf>. [Använd 20 12 2024].
- [58] "Besiktningar av mindre solcellsanläggningar i drift - RISE," [Online]. Available: <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/tester/slutrapport-besiktning-av-solcellsanlaggningar-20191222-signerad.pdf>. [Använd 20 12 2024].
- [59] "Bereko Fortlöpande kontroll / Brandskyddsföreningen," [Online]. Available: <https://www.brandskyddsforeningen.se/elbesiktning/bereko/fortlopande-kontroll/>. [Använd 20 12 2024].