



STUDIEMATERIAL | DEL 3B

Drift och uppföljning



HÅLLBAR UTVECKLING VÄST

Hållbar utveckling Väst är det regionala energi- och hållbarhetskontoret i Västra Götaland. Vi driver nätverk och projekt tillsammans med offentliga organisationer och näringsliv. Vi samordnar kommunernas energi- och klimatrådgivare, samlar ett kommunnätverk för hållbar utveckling och stöttar energieffektivisering i företag. www.hallbarutvecklingvast.se



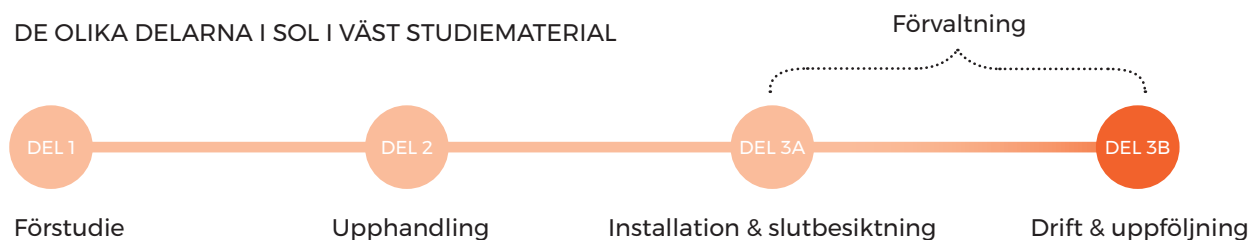
Hållbar Utveckling Väst 2018. Detta verk är licensierat enligt *Creative Commons Erkännande-Dela Lika 4.0 Internationell licens*.
Fritt att kopiera och sprida – ange källa.

Omslagsbild: Solceller på Aranäsgymnasiet, Kungsbacka

SOL I VÄST DRIVS AV HÅLLBAR UTVECKLING VÄST MED STÖD FRÅN LÄNSSTYRELSEN VÄSTRA GÖTALAND, ENERGIMYNDIGHETEN, VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN OCH FASTIGHETSÄGARNA GFR.



DE OLIKA DELARNA I SOL I VÄST STUDIEMATERIAL



Drift & Uppföljning

Solcellsanläggningar är lättskötta produktionsanläggningar som vanligen endast kräver lite underhåll. För att säkerställa en trygg förvaltning och en lönsam investering är det också viktigt att ta hänsyn till andra faktorer.

Inledningen på förvaltningsfasen påbörjas med en korrekt genomförd slutbesiktning utförd av en oberoende besiktningsman. Slutbesiktningen är grunden för en trygg förvaltning (Läs mer om slutbesiktning i studiematerial 3A *Installation och slutbesiktning*). När anläggningen är besiktigad och driftsatt behöver anläggningens funktion och produktion säkerställas. Detta har en direkt inverkan på lönsamheten och, i vissa fall, driftsäkerheten för den verksamhet som solcellsanläggningen förser med el. Det finns metoder och verktyg för hur detta görs på bästa sätt. Den gemensamma nämnaren är löpande mätning och övervakning. En fullt fungerande anläggning har jämn produktion över tid med relativt stor förutsägbarhet. Om kritiska komponenter fallerar kan det dock resultera i varierande produktion och ökade underhållskostnader.

För att klargöra samtliga värden med en investering behöver alla kostnader inkluderas för olika skeden av processen, från förstudie till förvaltning. Dessa kostnader bör vägas mot lönsamhet, komfort och eventuell tidsbesparing. Investeringar i system för mätning och övervakning görs i samband med upphandlingen av anläggningen som helhet. Kostnader för exempelvis abonnemang kan däremot finnas även i förvaltningsskedet. Att utföra mätning och övervakning är viktigt av flera skäl. Mätning av vad anläggningen producerar ger möjlighet att utvärdera att den producerar så mycket el som kan förväntas. Om den

FÖLJ SOL I VÄST
OCH HITTA
FLER DELAR AV
STUDIEMATERIALET PÅ
www.solivast.nu



INNEHÅLL

Drift & Uppföljning.....	3	Manuell övervakning.....	7
Mätning.....	5	Automatiserad eller manuell övervakning.....	7
Elmätning av elnätsbolag.....	5	Exempel på produkter och tjänster.....	7
Referensmätning.....	5	Termografering.....	8
Övervakning.....	6	Artificiell intelligens.....	8
Automatiserad övervakning.....	6	Hur beställer man rätt system?.....	9
Visualisering.....	6		

inte gör det från början eller om produktionen märkbart minskar är det sannolikt att några komponenter inte fungerar som de ska.

Andra kostnader som också hör ihop med förvaltningsskedet är kopplade till administration av elcertifikat, ursprungsgarantier och skatter. Både regelverk och kostnader för administrationen varierar med bland annat mängden producerad el och storlek på anläggningen. För att få en klar bild över hur förvaltningsskedet ser ut behöver därför dessa frågor redas ut tillsammans med konsulter eller leverantörer inför upphandlingen.

I en investeringsprocess för solceller hänger olika skeden ihop. Hur man utformar ett förfrågningsunderlag, vilka krav som ställs och hur anbuden utvärderas är avgörande för varje nästkommande fas i projektet. Inom Sol i Väst har det tagits fram ett utbildningsmaterial för just upphandling. I det finns ett förfrågningsunderlag att använda som mall för vilka krav som är rimliga att ställa utifrån egna förutsättningar och behov (<http://www.solivast.nu/index.php/upphandling/>).

Syftet med denna rapport är att ge beställare konkreta tips och råd kring system för mätning och övervakning kan integreras i en solcellsanläggning.

Mätning

Elmätning av elnätsbolag

I en byggnad finns en befintlig elmätare som oftast mäter mängden el som konsumeras. Den som investerar i en solcellsanläggning övergår från att vara konsument till att också vara producent. Därmed tillkommer ett abonnemang i fastigheten: ett inmatningsabonnemang som hanterar överskottet av el från solcellsanläggningen. Mätning av köpt el och överskottet av solel som matas ut på elnätet görs automatiskt i en dubbelriktad elmätare. Elnätsägaren ansvarar för att byta ut enkelriktade elmätare till dubbelriktade elmätare. För en mikroproducent av solel är bytet av elmätaren kostnadsfritt och görs av elnätsägaren. Inmatningsabonnemanget är också kostnadsfritt. Nedanstående krav måste uppfyllas för att man ska räknas som mikroproducent av elnätsbolagen.

- Det finns ett inmatningsabonnemang hos elnätsbolaget
- Solcellsanläggningen har en huvudsäkring på högst 63 A, och toppeffekten är högst 43,5 kW
- Solcellsanläggningen är fast ansluten till elnätet
- Uttag och inmatning av el sker via samma huvudsäkring och elmätare
- Konsumtionen av el är större än överskottsproduktionen av solel räknat på årsbasis

Källa: <https://www.vattenfall.se/solceller/salj-din-overskottsel/>

Att överstiga dessa krav innebär att man istället räknas som småskalig elproducent vilket medför andra tariffer för byte av elmätare och abonnemang. Rådgör med er elnätsägare för ytterligare information.

Referensmätning

Performance ratio (PR) är en faktor mellan 0 och 100 som används för att mäta en solcellsanläggningens prestanda. Faktorn är ett mått på hur väl solcellsanläggningen producerar i förhållande till hur väl den bör producera utifrån en given referenspunkt. Rent praktiskt mäts solcellsanläggningens produktion utifrån solinstrålningen på platsen för installation, med alla faktorer inräknade – lutning, riktning och geografisk plats. Genom att placera en referensmätare i anslutning till solcellsanläggningen, kan en referenspunkt skapas som mäter faktisk solinstrålning. Jämförelsen mellan solcellsanläggningens produktion och solinstrålningen från referensmätningen ger en performance ratio som anger anläggningens prestanda. Faktorn bör ligga på 80–95 procent och följa en jämn ström, inte avvika alltför mycket över tid. Med anledning av kabelförluster, omvandlingsförluster i växelriktaren, skuggning av paneler och andra faktorer, kan inte en performance ratio på 100 procent uppnås. Variationer i performance ratio kan ske över tid på grund av degradering av panelerna och byte av växelriktare.

Övervakning

Automatiserad övervakning

Solcellsanläggningar har väderberoende produktion och därför uppstår variationer i producerad solel över dygn, månad och år. Mätning av solcellsanläggningens produktion ger information om hur mycket anläggningen producerar vid normala förhållanden. Det som anses vara normal produktion är en referens som kan användas för att följa upp och jämföra mätvärden över tid. För att underlätta övervakningen av solcellsanläggningens funktion och produktion kan beställaren investera i ett system för automatisk återkoppling. Det finns flera fördelar med ett sådant system:

- **Jämförelser** kan göras mellan perioder som matchar varandra i mängden solinstrålning för att följa upp lönsamheten i solcellsanläggningen
- **Avvikelse** kan snabbt uppmärksammas och analyser göras för att hitta rotorsakerna, exempelvis trasiga komponenter
- **Prioritering och planering** av personalresurser samt underhållsinsatser förenklas

Visualisering

Visualisering är bryggan mellan människa och teknik, ett sätt för människor att förstå vad det är som sker i en solcellsanläggning. Det finns många exempel på digitala skyltar och monitorer som gör produktionen av solel tillgänglig för människor som vistas i närheten av en installation.



Visualiseringen är också en förlängning av funktioner för mätning och övervakning – en översättning av data till grafer och figurer. Det finns två svårigheter att överbrygga för visualiseringen av en solcellsanläggnings produktion: förståelsen för siffror och förståelsen för statistik. Produktionen av solel behöver därför visualiseras genom statistik som är enkel att tolka, hantera och förstå för användaren av den tillgängliga datan.

Visualisering av solelproduktionen på Stadsskogenskolan i Alingsås.

Manuell övervakning

Ansvarsfördelningen i köpeavtalet styr om det är beställaren själv som har ansvaret för att hantera datan eller om det är en konsult med specialistkompetens inom området. Oavsett vem som är ansvarig behöver krav ställas på gränssnittets användarvänlighet. Personen som följer upp mätvärden behöver kunna utläsa historisk produktion och förstå kritiska brytpunkter för produktion av solel.

Med manuell övervakning är hälften vunnet. Då kan en person som är ansvarig göra uppföljningar med jämna intervall. Det är en modell som tar små personalresurser i anspråk och därmed inte kostar särskilt mycket.

Automatiserad eller manuell övervakning

En risk med manuell övervakning är att avvikelser och större fel kan ske snabbt och vara svåra att förutse. För beställaren som vill ha större trygghet och kunna reagera på avvikelser i realtid är system för automatiserad återkoppling att föredra. Automatiserade larmfunktioner ger direkt respons till den som är ansvarig och driftstörningar kan därmed minskas både i tid och omfattning. Automatiserade system kostar mer i administrativa avgifter men de har potentialen att upptäcka små avvikelser innan dessa växer till kostsamma underhållsåtgärder.

Exempel på produkter och tjänster

Marknaden för produkter inom mätning och övervakning innehåller olika typer av lösningar. Det är viktigt att anpassa sina inköp av sådana produkter utifrån de egna behoven och förutsättningarna. Det gäller både övervakningsutrustning och växelriktare. Det nedanstående ska inte betraktas som en rekommendation av specifika produkter då det finns flera fabrikat och producenter på marknaden med motsvarande funktioner.

För mätning och övervakning av solcellsanläggningar finns det idag specialanpassad utrustning från flera tillverkare. Många av de produkter som finns på marknaden är kompatibla med majoriteten av växelriktarna och kan dessutom anpassas efter storleken på respektive anläggning. De inbyggda funktionerna ger användaren möjlighet att övervaka solcellsanläggningens produktion, byggnadens elförbrukning och hålla koll på automatiserade larm. Vanligen möjliggörs också visualisering av mätdata via datorer, läsplattor och smartphones vilket ständigt ger användaren full åtkomst till solcellsanläggningens mätvärden – både i realtid och historiskt. Vissa producenter av övervakningsutrustning erbjuder sig också att mot ersättning sköta övervakningen av anläggningen och kan sedan ge löpande återkoppling om vad anläggningen producerar eller om ett larm ger utslag och indikerar att något behöver åtgärdas. Exempel på producenter som kan erbjuda ovanstående är Solar-Log och Obvius.

Många av de senaste modellerna av växelriktare har idag inbyggda webbaserade tjänster – både för hantering av mätvärden och för visu-

alisering på datorer, läsplattor och smartphones. Även på detta sätt kan man alltså följa upp och utvärdera solcellsanläggningens elproduktion. En del äldre växelriktare har inte alla de ovanstående funktionerna för att hantera och kommunicera mätvärden. Vissa producenter av växelriktare tillhandahåller därför kompletterande utrustning för kommunikation och visualisering som kan anslutas till sedan tidigare installerade växelriktare. Exempel på producenter som kan erbjuda funktioner för övervakning, kommunikation och visualisering är Fronius, SMA, Solar Edge och ABB.

Termografering

Scanning från luften med värmekamera (termografering) är ett sätt att identifiera mindre eller större fel på moduler. Från luften kan med hjälp av termografering ett större område täckas på kort tid och ge värdefull insikt i modulernas skick, bland annat gällande verkningsgrad för systemet som helhet och även enskilda paneler. När det blir resistans i en anslutning uppstår en temperaturhöjning som en värmekamera kan detektera. Genom att upptäcka varmgångar och överbelastningar i kablar, dioder och kopplingar på ett tidigt stadium har man möjlighet att förebygga både bränder och driftstopp. Efter utförd termografering behandlas och tolkas bilderna för att sedan presenteras i en rapport tillsammans med övriga eventuella brister och fel som upptäckts.

Termografering är fördelaktigt och ekonomiskt försvarbart i första hand vid uppföljning och övervakning av större solcellsanläggningar.

Artificiell intelligens

Automatiserad övervakning ligger i dagens läge närmast det som kallas för artificiell intelligens (AI) för en solcellsanläggning. Med automatiserad övervakning har ett antal parametrar utrustats med spärrar som löser ut om någonting skulle gå fel. Dessa spärrar, regler eller principer har sitt ursprung i erfarenhet från historiska mätvärden för samma anläggning eller en anläggning med samma förutsättningar. AI innebär maskininlärning i realtid vilket gör att tekniken som hanterar mätning och övervakning ständigt blir smartare och anpassar sina funktioner utifrån erfarenhet, utan att behöva justeras av en extern part.

Maskininlärning skapar möjligheter att införliva trender och händelser i övervakningen för att varje dag ge ännu bättre förutsättningar för en driftsäker anläggning. AI är hjärnan i systemet som blir mer anpassad ju mer information den får och kan användas till att förutspå behovet av framtida underhållsåtgärder.

Hur beställer man rätt system?

Som välinformerad beställare har man stora möjlighet att påverka resultatet av solcellsprojektet. Både utbildningsmaterial och konsulter kan ge vägledning vid val av system för mätning, övervakning och visualisering. Sol i Väst erbjuder inom ramen för det här studiematerialet exempel på vilka krav som behöver ställas på en potentiell leverantör när det kommer till mätning och övervakning. Kunskapen som Sol i Väst förmedlar tillsammans med expertkunskap från konsulter ger ett bra underlag vid genomförandet av en upphandling.

Nedanstående texter är utdrag ur del 2 i Sol i Västs studiematerial, *Upphandling*. Fokusera framförallt på bilagorna till studiematerialet, som innehåller en mall för teknisk rambeskrivning och exempel på förfrågningsunderlag som har använts av andra beställare.



”Växelriktare ska kunna ge felindikering till anläggningens övriga styrsystem. Summalarm från anläggningen ska kunna kopplas till fastighetens styr- och övervakningssystem. Entreprenör ansvarar för att i samråd med beställare utreda om felindikering ska kopplas in och hur detta ska göras.”

”För klimatdata och utvärderingen av anläggningen ska en solcellsgivare (av solcellstyp) för mätning av solinstrålning samt temperaturgivare för mätning av solcells- och utomhustemperatur installeras för respektive system. Ligger samtliga system på ett objekt i samma väderstreck och lutning räcker det med en solinstrålningsgivare.”

”För entreprenaden gäller SS EN 61724-1 Solkraftverk- Driftövervakning”

<http://www.solivast.nu/index.php/upphandling/>

FÖLJ PROJEKTET
OCH HITTA
FLER DELAR AV
STUDIEMATERIALET PÅ

www.solivast.nu





SOL I VÄST DRIVS AV HÅLLBAR UTVECKLING VÄST OCH FINANSIERAS AV LÄNSSTYRELSEN VÄSTRA GÖTALAND, ENERGIMYNDIGHETEN, VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN OCH FASTIGHETSÄGARNA GFR.



LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN



SOL VÄST

www.solivast.nu

Fredrik Bergman, projektledare | Hållbar Utveckling Väst | 0702-11 05 47 | fredrik.bergman@huv.nu
Amar Đelilović, projektledare | Hållbar Utveckling Väst | 0760-81 26 63 | amar.delilovic@huv.nu
Alvin Hilmersson, projektmedarbetare | Hållbar Utveckling Väst | 0707-53 81 43 | alvin.hilmersson@huv.nu