

SOLMÄTT

MÄTNING OCH UTVÄRDERING AV SOLCELLSANLÄGGNINGAR – TEKNISK SLUTRAPPORT, E2B2-PROJEKT (49532-1)

2021-06-28



Vasakronan



SOLMÄTT

Mätning och utvärdering av solcellsanläggningar – Teknisk
Slutrapport, E2B2-projekt (49532-1)

KUND

HSB Värmland, Eksta Bostads AB, Willhem och Vasakronan

KONSULT

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen

Besök: Arenavägen 55

Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Emma Karlsson, emma.karlsson@wsp.com

Sanna Nilsson, sanna.nilsson@wsp.com

Jenny Lindborg, HSB Värmland

Jenny.Lindborg@hsb.se

Mikael Rosén, HSB Värmland

mikael.rosen@hsb.se

UPPDRAGSNAMN

Solmätt -
soleluppföljningssystem E2B2-
projekt

UPPDRAGSNUMMER

10296551

FÖRFATTARE

Emma Karlsson, Sanna Nilsson

DATUM

2021-01-20

ÄNDRINGSDATUM

I WSPs arbete med rapporten har även Hampus
Johansson, samt Charlotta Winkler medverkat.

Vissa avsnitt har författats av HSB Värmland.

Granskad av
Charlotta Winkler

Godkänd av
Jenny Lindborg

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	4
2	INLEDNING OCH BAKGRUND	5
2.1	BAKGRUND	5
2.2	MÅL OCH SYFTE	7
2.3	ORGANISATION	7
2.3.1	Förankring av projektidé i projektgruppen	8
2.4	OMVÄRLDSBEVAKNING	9
2.4.1	Uppföljningssystem inom IEA PVPS Task 13	9
2.4.2	Parallella solcellsprojekt inom E2B2	12
3	METOD	15
3.1	AP1 UTVÄRDERING AV UPPFÖLJNINGSSYSTEM.	15
3.1.1	Avgränsningar för genomförande av AP1	16
3.2	AP2 UTVÄRDERING AV PRESTANDA OCH EGENANVÄNDNING	16
3.2.1	Avgränsningar för genomförande av AP2	16
3.3	AP3 UPPHANDLINGSSTÖD	17
3.3.1	Avgränsningar för genomförande av AP 3	17
3.4	AP4 SPRIDNING	18
3.5	AP5 PROJEKTLEDNING	18
3.5.1	Avgränsningar för genomförande av AP5	18
3.6	AVGRÄNSNINGAR I ÖVRIGT	18
4	RESULTAT	19
4.1	UTVÄRDERING AV UPPFÖLJNINGSSYSTEM (AP1)	19
4.2	UTVÄRDERING AV PRESTANDA OCH EGENANVÄNDNING (AP2)	21
4.2.1	Prestanda	21
4.2.2	Egenanvändning	21
4.3	UPPHANDLINGSSTÖD (AP3)	22
5	DISKUSSION	23
5.1	UPPFÖLJNINGSSYSTEMEN – IDAG OCH BEHOV	23
5.2	PRESTANDA OCH EGENANVÄNDNING	23
5.3	UPPHANDLINGSSTÖD	24
5.3.1	Kommentarer från workshop	24
5.3.2	Kommentarer från projektgruppen	26
5.4	FORTSATT ARBETE	27
5.4.1	Projektförslag Tekniktävling: Energiuppföljningssystem	27
6	REFERENSER	29
	BILAGOR	29

1 SAMMANFATTNING

Det svenska energisystemet står inför en stor förändring och lokal produktion av förnybar energi blir allt viktigare, där solen förväntas bli en viktig pusselbit. Kanske ännu viktigare i sammanhanget är fastighetsägarnas möjligheter att bidra till utvecklingen genom att investera i denna solen.

Samtidigt finns ett behov av kvalitetssäkring och behovsanpassning av uppföljningssystem för soleanläggningar. Identifierade utmaningar med bristfälliga utvärderingsverktyg för solcellsanläggningar liksom osäkerheter kring rådande lagar och regler gör att många fastighetsägare tvekar att investera i solcellsprojekt.

Projektet inleddes med att kartlägga soleanläggningssystem, både genom marknadsanalys och genom intervjuer med användare. Sammanfattningsvis resulterade kartläggningen i att fastighetsägare vill:

- inte knyta sig till ett speciellt fabrikat på växelriktare,
- skilja på energiuppföljnings- respektive fastighetssystem för drift,
- ha larmfunktioner,
- samla in en stor mängd värden för flexibla analysmöjligheter samt
- kunna aggregera fler anläggningar från ett större bestånd för analys och jämförelse.

Därefter utvärderades prestanda och egenanvändning för ett antal solcellsanläggningar inom projektgruppen, i ett arbetspaket som under arbetets gång prioriterades ned något till fördel för övriga aktiviteter i projektet.

Detta projekt har fokuserat främst på att ta fram ett upphandlingsstöd som kan hjälpa fastighetsägare att känna sig trygga i att kunna följa upp att de investeringar som görs ger det värde som de ska. Upphandlingsstödet är även tänkt att kunna användas för att öka kunskapen hos andra aktörer i branschen. Om leverantörer bättre förstår de behov användarna har, kommer de enklare kunna förbättra och anpassa de uppföljningssystem och tjänster de erbjuder därefter.

Detta projekt avslutas med förhoppningen att det framarbetade upphandlingsstödet ska vara lättförståeligt, komma till så bred användning som möjligt, och att det ska hjälpa till att utveckla branschen.

Arbetet har framför allt baserats på erfarenheter från projektgruppen bestående av representanter från fyra organisationer som äger och/eller förvaltar fastigheter. Men även andra fastighetsägare, konsulter och leverantörer har bidragit i diskussionen vid den workshop som genomfördes för att förankra upphandlingsstödet. Ett stort tack riktas till alla som deltagit.

Ett stort tack riktas även till projektets referensgrupp som bidragit med insiktsfulla kommentarer och inspel till arbetet under projektets genomförande.

2 INLEDNING OCH BAKGRUND

Förevarande dokument är en teknisk slutrapport i projektet Solmätt, finansierat av Energimyndigheten genom forsknings- och innovationsprogrammet E2B2 (E2B2-projekt 49532-1).

Syftet med denna tekniska slutrapport är att dokumentera utfört arbete, för publicering på projektsidan på BeBos webbplats. På samma projektsida ligger sedan tidigare även den delrapport som publicerades i februari 2021.

Som del av avrapportering inom E2B2 upprättas även en kortare slutrapport, som publiceras via E2B2:s kanaler.

2.1 BAKGRUND

Byggsektorn behöver, liksom samhället i övrigt, ställa om till hållbara strategier, system, koncept och lösningar för att reducera klimatpåverkan. Detta gäller både förvaltning och nyproduktion. Utöver de utmaningar omställningen i sig innebär tillkommer nya uppgifter för aktörer i byggbranschen, samt allt hårdare krav på energieffektivisering och minskade utsläpp.

Ett exempel på det är elektrifiering av fordonsflottan, som medför ett behov av möjligheter till laddning. Detta behov är ofta kopplat till bostäder och lokaler, och etablering och byggnation av laddinfrastrukturen faller därmed inte sällan på fastighetsägarens bord.

Elbehovet i städerna ökar även markant som följd av elektrifiering på andra områden som t.ex. ett ökat antal eldrivna installationer för komfortkyla, men även värmepumpar som ersätter värmesystem som tidigare inte drivits primärt av el. Även samhällets digitala transformation medför att elbehovet ökar, då mer data ska hanteras och sparas. Med detta följer effektutmaningen, som de största städerna i Sverige redan nu behöver hantera vid nyetablering av verksamheter. Den el vi producerar idag räcker inte till om alla vill använda den samtidigt.

Effektutmaningen består av fler delar. Fastighetsägare drabbas både av elsystemets effektbrist, och dess kapacitetsbrist. Dessa definieras i rapporten *Brister, beslut och balans i elsystemet – så kan ekvationen gå ihop* (WSP Sverige AB, 2021), som:

Effekt

- Effekt har grundenheten joule per sekund [J/s], och är alltså den momentant tillförda energin i tidsskalan sekund. Joule per sekund är samma sak som watt [W] och watt är därför den momentana produktionen i ett kraftverk.

Effektbrist

- Effektbrist uppstår då den el som levereras till nätet i ett område inte räcker till för att möta elbehovet.
- Ett elsystem måste vara dimensionerat för att varje sekund kunna tillgodose elbehovet. Effektbrist uppstår när efterfrågan på el från elnätet vid en viss tidpunkt är större än den el som kan tillföras elnätet.

Kapacitetsbrist

- Effektbrist uppstår då den el som levereras till nätet i ett område inte räcker för att möta elbehovet.
- Kapacitetsbrist uppstår när det finns fysiska begränsningar som gör att inte tillräckligt med effekt kan överföras mellan där el produceras och där el används.

En pusselbit i omställningen till ett mer hållbart energisystem är att producera el i direkt anslutning till där det finns ett elbehov. För den fastighetsägare som kopplar en solcellsanläggning till en del av byggnadens energisystem kan energiomställningen skapa nya värden.

Energimyndighetens beställarnätverk för flerbostadshus och lokaler, BeBo respektive Belok, har fokus på att minska beroendet av energi för att minska dess klimatavtryck.

BeBo (Beställargrupp Bostäder) är Energimyndighetens nätverk för energieffektiva flerbostadshus. Nätverket utgörs av ett 20-tal fastighetsägare från både allmännyttan och det privata. För mer info, se www.bebostad.se.

Belok (Beställargrupp Lokaler) är Energimyndighetens nätverk för energieffektiva lokaler. Nätverket utgörs av ett antal av Sveriges största fastighetsägare, både från den offentliga och privata sektorn. För mer info se www.belok.se.

Inom ramen för BeBo och Belok har fördjupningsområden etablerats, där olika frågeställningar drivs för att öka beställarkompetens i samverkan. Fördjupningsområdet Solenergi syftar till att öka hållbarheten i utbyggnationen av solcellsanläggningar i den bebyggda miljön och lyfter beställares utmaningar i samband med solcellsprojekt. En av utmaningarna är förvaltning av solcellsanläggningar liksom uppföljning av dess funktioner.

De flesta fastighetsägare använder sig av någon typ av energiuppföljningssystem för att samla in, bearbeta och analysera energistatistik från sina fastigheter. Ett energiuppföljningssystem kan leverera delar av, eller samtliga dessa funktioner. De flesta fastighetsägare har även någon typ av fastighetsystem för uppföljning av drift och förvaltning. Dessa system kan vara fristående från varandra, eller i olika mån sammankopplade, och även kopplade till styr- och övervakningssystemet. Ett adaptivt styr- och övervakningssystem kan basera styrsignaler på data från uppföljningssystem.

Många fastighetsägare upplever att gängse system för uppföljning av solcellsanläggningar är bristfälliga, ofta svåra att förstå och ibland kräver specialkompetens för att hantera. Olika system, för olika fabrikat, resulterar i tidskrävande arbete för personal, som måste sätta sig in i olika upplägg, samt logga in på flera olika ställen för att följa olika anläggningar. Dessa hinder kan göra att solcellsanläggningarna sällan eller aldrig kontrolleras och i värsta fall, på grund av oupptäckta fel, inte producerar solel under längre perioder.

År 2018 genomfördes inom BeBo en förstudie gällande uppföljning av solcellsanläggningar (Espert & Stierna, 2018) vilket därefter resulterade i pågående projekt, Solmätt. Förstudiens fokus var solcellsprojekt för flerbostadshus, men i detta efterföljande projekt engagerades även fastighetsägare från lokalsidan.

De senaste åren har antalet solcellsanläggningar i Sverige ökat starkt, vilket gör att det finns möjlighet att mäta och utvärdera solcellsanläggningar som varit i bruk under några år. Solcellsentreprenörer verksamma i Sverige erbjuder olika typer av system för uppföljning av solelproduktion till fastighetsbolag. Syftet med förstudien var att kartlägga och sammanställa BeBo-medlemsföretagens erfarenhet av mät- och uppföljningssystem av solelproduktion samt utreda vilka nyckeltal som fastighetsägare har störst nytta av att följa upp. Genom intervjuer med sju av BeBos medlemsföretag samt ett par solcellsentreprenörer sammanställdes och analyserades möjligheter och begränsningar i system för uppföljning av solelproduktion.

Vid intervjuerna identifierades fem olika uppföljningssystem för solcellsanläggningar som företagen använder sig av. Samtliga system var låsta till fabrikat och det upplevdes svårt att integrera dem med fastighetsbolagens övriga energiuppföljningssystem. Fastighetsägarna angav ett antal parametrar som att de saknade i uppföljningssystemen. Dessa var egenanvändning, överskottselproduktion och direkt insamling av mätvärden till elcertifikatuppföljningssystemet CESAR.

Att göra en insats för att förbättra mät- och utvärdering av befintliga solcellsanläggningar ansågs i intervjuerna vara en viktig fråga för att förbättra möjligheten att på bästa sätt utnyttja den producerade solelen. De intervjuade fastighetsbolagen upplevde att det fanns ett utvecklingsbehov kring uppföljningssystem för solcellsanläggningars funktion och efterlyste rekommendationer kring

parametrar, integrering i andra system och upphandling av uppföljningssystem. Fem fastighetsbolag visade intresse av att delta i ett mätprojekt för att utvärdera sina solcellsanläggningar.

Parallellt med ovan förstudiearbete gjordes inom BeBo även en förstudie samt en tilläggsutredning om hur egenanvänd solel ska tillgodoräknas för att förbättra en byggnads energiprestanda (Tarnawski & Winkler, 2018) samt (Bratt, Blomgren, & Tarnawski, 2018). Boverkets byggregler (BBR) accepterar att energiberäkning (och verifiering) för flerbostadshus och småhus görs med en upplösning på månadsbasis. Detta leder till att mängden solel som används momentant lätt överskattas, vilket i sin tur leder till att byggnadens energiprestanda beräknas felaktigt.

Intresset från fastighetsbolagen för ett mät- och utvärderingsprojekt ledde fram till förevarande projekt, Solmätt.

2.2 MÅL OCH SYFTE

Projektets effektmål är att bidra till effektiva och välfungerande solelinstallationer.

Projektets mål är att sammanställa erfarenheter rörande uppföljningssystem, prestanda, egenanvändning och upphandling från dagens solelinstallationer och att sprida dessa till fastighetsföretag, solelinstallatörer och konsulter.

Projektet har följande delmål:

- Ökad kunskap om hur väl dagens uppföljningssystem för solcellsanläggningar uppfyller fastighetsägarnas behov både för enskilda solcellsanläggningar och mikronätlösningar, inklusive dess integrering till fastighetsbolagens energiuppföljningssystem samt möjligheter för automatisk överföring av elcertifikat till CESAR.
- Ökad kunskap om solcellsanläggningars prestanda, genom en jämförelse av verklig solelproduktion med förväntad produktion, samt egenanvändning genom tillgodoräknande av solel kopplat till energiprestanda enligt BBR.
- Rekommendationer för upphandling av uppföljningssystem för solel-anläggningar, bl.a. skrivelser i tekniska rambeskrivningar.
- Ökad kunskap om projektets resultat hos fastighetsägare, solcellsentreprenörer och konsulter och andra relevanta aktörer och branschorganisationer genom spridningsaktiviteter.

2.3 ORGANISATION

HSB Värmland är projektägare och anslagsmottagare för projektet som delfinansieras av Energimyndigheten via forsknings- och innovationsprogrammet E2B2.

I projektet deltar utöver HSB Värmland även Eksta Bostads AB, Willhem och Vasakronan, både med erfarenheter och som medfinansiärer.

WSP är på uppdrag av projektgruppen anlitate som projektledare och utförande konsult. WSP som konsult har utöver ansvaret för att leda det praktiska arbetet med projektet, haft ansvar att dokumentera arbetet inom respektive arbetspaket.

Projektpartners har haft ansvar att bistå med underlag till arbetet i de olika arbetspaketen, samt att representera projektet i olika sammanhang. HSB Värmland har utöver detta även rapporteringsansvaret gentemot E2B2/Energimyndigheten, samt ett huvudansvar för kommunikationsinsatser i projektet.

Projektet har en referensgrupp bestående av representanter från Svensk Solenergi, RISE, Stockholm stad, Örebro Bostäder AB samt Mälardalens högskola.

2.3.1 Förankring av projektidé i projektgruppen

Under arbetet fick projektpartners i uppgift att dokumentera hur Solmätt är förankrat i respektive organisation.

HSB Värmland

HSB är en kooperativ organisation som ägs av sina medlemmar. HSB Värmland är en av de 26 regionala HSB-föreningar som alla arbetar med nyproduktion, förvaltning, utbildning och löpande rådgivning för de 4100 bostadsrättsföreningar som ingår i organisationen.

Energiorganisationen inom HSB Värmland bygger på energioptimeringsavtal och driftavtal med kunderna. HSB Värmland erbjuder även avtal om teknisk och ekonomisk förvaltning. Energi- och driftuppföljning sker ganska traditionellt med främst Momentum RC för energiuppföljning och vecko- och månadstillsyn samt periodiska kontroller avseende exempelvis värmepumpar och OVK.

För HSB Värmland handlar solenergifrågan i mångt och mycket om att försöka få till installationer genom förstudier inför beslut om investering, samt att erbjuda driftuppföljning och olika analyser. En av de större utmaningarna är hur man kan integrera uppföljningen i Momentum på ett bra sätt och på så sätt kunna göra bra analyser av exempelvis egenanvändning. I andra delar av organisationen finns andra uppföljningssystem som exempelvis bygger på Power BI och Webport där samma utmaningar finns med uppföljningen.

HSB Värmland använder mycket Ferroamp och är ganska nöjda med det specifika uppföljningssystemet då det är rätt avancerat, men ändå saknas integrationsmöjligheter. Andra vanligt förekommande uppföljningssystem kopplat till just solel hos HSB Värmland:s bostadsrättsföreningar (BRF) är SMA.

”Vi hoppas främst att projektet skall titta på olika system och belysa analys- och integrationsfrågorna. Vi söker exempelvis möjligheter att integrera solportaler med befintliga överordnade system. Vi bygger ofta dessa på Bastec. På sikt kanske man skulle kunna få fram ett överordnat system där man enkelt kan göra analyser på enbart el för att optimera anläggningar m.a.p. just detta.”

Eksta Bostads AB

Eksta Bostads AB med ca 50 anställda är Kungsbacka kommuns bostadsföretag. Eksta äger och förvaltar cirka 3 000 hyresrätter samt äldreboenden, förskolor och skolor samt ett fåtal kommersiella lokaler.

Eksta Bostads AB har under ca 40 år arbetat med solenergi. Historiskt främst solvärme men de senaste 10 åren även solel. I dagsläget driftas ca 50 anläggningar. Eksta har egen personal som planerar, projekterar och följer upp anläggningarna.

Uppföljningen av solcellsanläggningarna sker årsvis varav eventuella avvikelser framkommer. Utmaningen är att hitta ett system/struktur som är rationellt, enkelt och inte kräver för stora resurser.

”För Eksta är det viktigt att vara involverad i hela processen från förstudie till drift av våra solcellsanläggningar. Därför är det till stor nytta att få upphandlingsstöd så att man får med sig rätt krav med mera i förfrågan. Viktigt också att få med vilka krav man kan ställa på uppföljningssystem så att det passar in i bolagets övriga drifrutiner med mera och inte blir för krångligt eller låst.”

Vasakronan

Vasakronan med ca 310 anställda är Sveriges största fastighetsbolag med ett fastighetsbestånd som omfattar 170 fastigheter och en total area om 2,3 miljoner kvadratmeter.

Vasakronan äger, förvaltar och utvecklar centralt belägna kontors- och butiksfastigheter i Stockholm, Göteborg, Malmö och Uppsala. Merparten av beståndet ligger i Stockholm.

Inom Vasakronan hanteras solceller i en arbetsgrupp bestående av en representant från varje region (4st) och en central samordnare. Gruppen har regelbundna möten där gruppen sätter mål och följer upp arbetet. På dessa möten diskuteras erfarenheter, arbetssätt och ny teknik samt inköp.

”Förväntan på projektet är att få ett stöd för den fortsatta utbyggnaden av solceller. Insamling av data samt övervakning av solcellsanläggningar har hos varit delvis bristfällig där en av anledningarna är just uppföljningen via olika mätsystem.”

Willhem

Willhem med ca 280 anställda är ett privat bostadsbolag som äger, förvaltar och utvecklar hyreslägenheter på tillväxtorter i Sverige. Idag erbjuds bostäder i Borås, Eskilstuna, Göteborg, Halmstad, Helsingborg, Jönköping, Karlstad, Linköping, Malmö, Skövde, Stockholm, Trollhättan och Västerås.

Willhem har en decentraliserad förvaltningsorganisation på tretton olika orter i södra Sverige. Drift och energiuppföljning sker lokalt med stöd av centrala funktioner såsom Energicontroller och Fastighetsutvecklingsavdelning. Utmaningen ligger i att skapa enhetliga arbetssätt och standarder för hur Willhem driver t.ex. solenergiprojekt.

”Vi förväntar oss att vi i arbetet med Solmätt tillsammans med branschkollegor och experter utforma tydliga kravställningar på branschens aktörer så att vi enkelt kan få en korrekt uppföljning av våra solenergiinvesteringar.”

2.4 OMVÄRLDSBEVAKNING

Nedan stycken (2.4.1 samt 2.4.2) är skrivna av Jenny Lindborg på HSB Värmland.

2.4.1 Uppföljningssystem inom IEA PVPS Task 13

Inom programmet ”Photovoltaic Power Systems” (PVPS) i det internationella energirådet (IEA) behandlar delprogrammet ”Task 13” solcellssystemens prestanda, funktion och tillförlitlighet (Performance, Operation and Reliability of Photovoltaic Systems).

Arbetet ska fungera som ett stöd till marknadsaktörer som arbetar för att förbättra drift, tillförlitlighet och kvalitet på solcellssystem. Inom Task 13 sammanställs operativa data från solcellsanläggningar inom olika klimatzoner. I denna gemensamma plattform sammanfattas tekniska aspekter som påverkar solcellssystemens kvalitet, prestanda, tillförlighet och livslängd i en mängd olika miljöer och applikationer. Genom att arbeta över nationella gränser kan nytta dras av forskning och erfarenhet internationellt och gemensamt tas bästa praxis fram för att säkerställa att solcellssystemen fungerar optimalt och fortsätter ge konkurrenskraftig avkastning på investeringar.

Inom IEA PVPS Task 13 deltar Australien, Österrike, Belgien, Kanada, Chile, Kina, Danmark, Finland, Frankrike, Tyskland, Israel, Italien, Japan, Nederländerna, Norge, Spanien, Sverige, Schweiz, Thailand och USA. Inom Task 13 finns tre publicerade rapporter som berör lite djupare de områden som tas upp inom Solmätt-projektet, dessa beskrivs kortfattat nedan.

Analytical Monitoring of Grid-connected Photovoltaic Systems: Good Practices for Monitoring and Performance Analysis¹

Rapporten "*Analytical Monitoring of Grid-connected Photovoltaic Systems: Good Practices for Monitoring and Performance Analysis*" fokuserar på analytisk bedömning av ett solcellssystem på övergripande nivå. Där beskrivs bl a metoder och modeller som kan användas för att analysera prestandan hos ett nätanslutet solcellssystem.

Huvuduppgiften för ett övervakningssystem för solcellanläggningar beskrivs som att det ska kunna mäta energiproduktion, bedöma prestandan av systemet och snabbt kunna identifiera brister eller avvikelser, som kan leda till ekonomiska förluster. I rapporten beskrivs att ett övervakningssystem behöver innehålla mätning av både energiproduktion och inkommande strålning för en korrekt bedömning av en solcellsanläggnings prestanda. Dessa funktioner möjliggör avgörande om avvikelserna som uppstår beror på dålig prestanda av solcellsanläggningen eller pga låg solinstrålning. Den integrerade mätfunktionen i växelriktaren är vanligtvis inte tillräckligt exakt, vilket leder till att fel inte hinner upptäckas i tid, utan att de identifieras först efter en viss tid.

De generella rekommendationerna för ett övervakningssystem av bra kvalitet beskrivs som att tillgängligheten av övervakningsdata bör vara 99% eller högre. Perioder med låg solinstrålning bör inte ingå i dessa analyser. För att uppföljningen ska vara av värde, anges att data ska samlas in varje sekund eller oftare och genomsnittliga värden ska sparas inom tidsintervall på 5-15 min. Dessutom bör man upprätta en standard för noggrannheten av de uppmätta värdena, speciellt för de energirelaterade. Denna standard bör kräva en mätnoggrannhet på minst 1%.

Rekommendationer som ges till tillverkare av växelriktare beskrivs enligt följande. Parametrar från växelriktaren ska vara tydligt tillgängliga (detta skiljer sig stort mellan olika leverantörer idag) och tillverkarna ska möjliggöra att anläggningsägare erbjuds möjlighet att ladda ned dessa parametrar från uppföljningsportalen. Dessutom rekommenderas upprättande av ett protokoll för namngivning av samtliga parametrar inom produktutbudet från tillverkaren. Även ett standardprotokoll bör författas för hela branschen med namngivning av tillgängliga parametrar för övervakning (håller på att göras).

Improving Efficiency of PV Systems Using Statistical Performance Monitoring²

I rapporten "*Improving Efficiency of PV Systems Using Statistical Performance Monitoring*" nämns att tidiga övervakningssystem för solcellsanläggningar innehöll enklare parametrar som rapporterades från växelriktaren såsom effekt, spänning, ström m.fl. Olika växelriktartillverkare erbjöd olika mängder av tillgängliga data, vilket även beskrivs som dagens läge. För mindre solcellsanläggningar på tex bostäder erbjuds inte samma grad av professionell översyn som för större system. Ågarna till mindre solcellsanläggningar förlitar sig på växelriktarens driftövervakningssystem och ofta upptäcks inte fel förrän elräkningen vid månadsskiftet anländer. En svårighet för mindre solcellsanläggningar är att deras uppföljningssystem är mycket förenklade jämfört med andra energiproducerande system såsom tex turbiner, vilket förvärrar upptäckt och sökning av fel.

¹ [Analytical Monitoring of PV Systems Final - IEA-PVPS](#)

² [Improving Efficiency of PV Systems Using Statistical Performance Monitoring - IEA-PVPS](#)

Smartare mätning och nyare växelriktare möjliggör bättre övervakning och kommunikation. Exempelvis kan tillståndet på systemet fastställas, fler växelriktare i samma system jämföras och PR-beräkningar (Performance Ratio) utföras. I rapporten presenteras fyra nya olika oberoende teknikmetoder som kan utföra mer avancerade statistiska analyser av olika parametrar i solcellsanläggningar. Metoderna innehåller smart mätning, ny växelriktarteknologi och molnbaserad delning. Dessa möjliggör snabbare och mer exakta varningar, vilket är något som idag på många håll saknas för mindre anläggningar på tex bostäder. Metoderna beskrivs som avgörande för att bibehålla effektiviteten och för att kunna prognosera avkastningen. Metoderna ska hjälpa ägare till solcellsanläggningar att förstå systemets prestanda och skapa bättre förståelse när och hur deras system kan förlora inkomst.

Exempelvis innefattar en av metoderna att en enklare energimätare monteras i en bostads elcentral, som jämför elproduktion från en solcellsanläggningar med den förväntade. Det bygger även på offentliggjorda strålningsdata och programmering av systemets konfiguration, i kombination med enklare algoritmer.

Även maskininlärning beskrivs, för att kunna förutsäga nästa dags timproduktion för mindre bostäder, men som sedan aggregeras i ett större virtuellt grannskapskraftverk. Algoritmerna samlar in data (energi- och effektparametrar) från växelriktarna och historiska meteorologiska förutsägelser per timme från kommersiellt tillgängliga servrar.

Ytterligare en metod handlar om artificiella neurala nätverk, där algoritmerna lär sig systemets beteende utifrån ingående data. Det lärda beteendet jämförs sedan med inkommande parametrar i realtid från solcellssystemet, vilket möjliggör ännu snabbare felupptäckt än dagens befintliga metoder. Exempel på parametrar som jämförs är Performance Ratio, Power Performance och Index.

Analysis of Long-Term Performance of PV Systems: Different Data Resolutions for Different Purposes³

I rapporten "*Analysis of Long-Term Performance of PV Systems: Different Data Resolutions for Different Purposes*" har data samlats in från många solcellsanläggningar över hela världen i en gemensam databas. Det för att skapa en bättre förståelse för effektivitet och tillförlitlighet hos det nuvarande tekniska läget för solcellssystem. De parametrar som analyserats var årlig produktion (kWh/kWp), Performance Ratio (PR) och hastigheten av degradering. Utifrån denna analys konstaterades generellt att solcellsanläggningar levererar det försäljarna påstår. Skillnad i årlig produktion beror på skillnader i strålning för de olika länderna och deras olika klimatzoner.

Författarna rekommenderar dock utveckling av mer sofistikerade övervakningsverktyg av solcellsanläggningar, då marknaden växer fort och allt mer decentraliserad energiproduktion förekommer. Fördelen med skapandet av stora databaser har fördelen med högupplöst information som kan ge en bild av den översiktliga prestandan och svaga punkter i varje installation.

Ytterligare arbeten som utfördes var att hitta bakomliggande orsaker till fel som lett till lägre effektivitet för solcellsanläggningar. Där har man bland annat hittat korrelation mellan fel, antingen fel från hårdvara eller pga. låg effektivitet och hur det har påverkar systemparametrarna.

Även i denna rapport belyses vikten av ett bra övervakningssystem för ägare till mindre solcellsanläggningar. Det ökar lönsamheten genom att minska tiden för nedstängning utan att man tvingas komplettera med exakta sensorer för instrålning och temperatur på bakpanel. Även nätoperatören har nytta av detta. Genom att kunna förutspå nästa dags produktion på timnivå, då det leder till ett mer stabilt elnät.

³ [Analysis of Long-Term Performance of PV Systems - IEA-PVPS](#)

2.4.2 Parallella solcellsprojekt inom E2B2

Inom forsknings- och innovationsprogrammet E2B2 finns ett antal projekt som berör solcellsteknik på olika sätt. Kort sagt händer det mycket inom solcellsbranschen och många av projekten handlar om att konkretisera de hinder som bromsar utvecklingen av soleininstallationer och presentera möjligheter för en fortsatt tillväxt. Det handlar om ny teknik, effektivisering av befintlig teknik men också att se solcellsanläggningar som en del i ett större energisystem.

Nyttiggörande av solex i småhus

Ett projekt syftar till att främja utvecklingen av att fler småhustillverkare satsar på solex, genom att ta fram verifierade schablonvärden för hur den producerade solexen ska hanteras vid energiberäkningar och energideklarationer. Idag görs ofta antaganden kring andelen nyttiggjord el från solceller, då det saknas nödvändiga elmätare i många nybyggda småhus. Målet för projektet är att ta fram kunskap om hur andelen producerad solex kan hanteras inom systemgränsen i Boverkets byggregler, för olika typer av solcellsanläggningar och byggnadssystem.⁴ Projektet utförs av RISE.

Investeringskalkyl för solceller

I ett annat avslutat projekt introducerades en standardiserad kalkylmodell för solcellsinvestering, vilken är baserad på beräkning av så kallade "Levelized Cost of Energy" (LCOE). Den uppdaterade kalkylmodellen finns i två versioner, en för privatpersoner och en för företag.⁵ Projektet utförs av Mälardalens högskola.

Miljontal – takrenovering med solceller / Optimerad renovering för effektiva solcellstak

Ett avslutat projekt påvisade att det finns goda möjligheter att installera solceller på fastigheter byggda under miljonprogrammet och som nu står inför renoveringsbehov. Där redovisades koncept för samordning av renovering och installation av solceller. Koncepten bestod av prefabricerade takelement med integrerade solcellsmoduler.⁶ Detta byggdes vidare till ett nytt projekt där forskare ska identifiera hinder och möjligheter för att skapa effektiv renovering av tak med kompletterande solceller.⁷ Både det tidigare projektet och det pågående utförs av RISE.

IEA SHC Task 63 Solar Neighborhood Planning

E2B2 stödjer även delar av det internationella projektet "IEA SHC Task 63 Solar Neighborhood Planning", som handlar om att driva på utvecklingen av strategisk planering och användning av solenergi, med fokus på kvartersnivå i befintliga och nya områden. Solenergi i bebyggelse behöver integreras tidigt i planeringskedjet och i projektet ska man utveckla verktygsarbetsflöden i planerings- och byggprocesser.⁸ ⁹ Projektet utförs av Lunds universitet och White Arkitekter AB.

⁴ [Nyttiggörande av solex i småhus - E2B2](#)

⁵ [Investeringskalkyl för solceller - E2B2](#)

⁶ [Miljontal – takrenovering med solceller - E2B2](#)

⁷ [Optimerad renovering för effektiva solcellstak - E2B2](#)

⁸ [Planering och verktyg för solenergi i hållbara kvarter - E2B2](#)

⁹ [Metoder för optimerad energianvändning och solenergi i kvarter - E2B2](#)

Holistiska affärsmodeller och IT-tjänster för prosumenter

I ytterligare ett projekt har det presenterats vägledande principer för hur energibolag kan underlätta för prosumenter (hushåll som både köper och säljer el), för att bidra till ökad andel mikroproduktion med solceller. Detta ska möjliggöras genom att förenkla informationen om solceller, erbjuda paketlösningar, tillhandahålla support under solcellernas livslängd och erbjuda flexibel finansiering och avbetalning. Fördelaktigt belyses även möjligheten till ett kombinerat elhandels- och elnätsavtal med fast månadskostnad för lagring av den egenproducerade elen.¹⁰ Projektet utförs av Uppsala universitet.

Förstudie för ökad användning av byggnadsintegrerade solceller / Integrerade solpaneler på prefabricerade byggnader

Projektet fokuserar på byggnadsintegrerade solceller. Förutom att bygga pilotanläggning handlar projektet om att presentera de kriterier som gör att satsningar på byggnadsintegrerade solceller uppfattas som framgångsrika.¹¹ Detta projekt utförs av Lunds universitet.

Ett till detta kopplat projekt som drivs av RISE, handlar även om att utveckla ett användarvänligt verktyg så att slutanvändaren redan vid husköp ska kunna välja byggnadsintegrerade solceller.¹²

Smart Glas 2.0: Självförsörjande smarta glas med inbyggda sensorer

I detta projekt ska en prototyp tas fram av en transparent solcell, som monteras direkt på smarta fönster med förmåga till inbyggd strömförsörjning. Det hjälper till att reglera värme- och ljusinsläpp och inbyggda sensorer ger information om optimal klimatstyrning av byggnaden.¹³ Projektet utförs av Peafowl Solar Power.

Solavskärmningar i ett helhetsperspektiv

Solceller kan också nyttjas i ett nytt koncept i kombination med utvändiga solavskärmningar.¹⁴ Projektet drivs av RISE.

Anpassning av soleanläggningar till nordiska förhållanden och Effekter och hantering av snölast vid takmonterade soleanläggningar

Det finns även två projekt som handlar om att anpassa solcellsanläggningar och dess konstruktioner efter låglutande tak i snörika regioner, för att minimera produktionsbortfall.^{15 16} Båda projekten drivs av RISE.

Definition, design och utvärdering av plusenergihus

Hur solceller på bästa sätt kan kombineras med berg- och fjärrvärme för uppvärmning i plusenergihus.¹⁷ Projektet drivs av Mälardalens högskola.

¹⁰ [Holistiska affärsmodeller och IT-tjänster för prosumenter - E2B2](#)

¹¹ [Förstudie för ökad användning av byggnadsintegrerade solceller - E2B2](#)

¹² [Integrerade solpaneler på prefabricerade byggnader - E2B2](#)

¹³ [Smart Glas 2.0: Självförsörjande smarta glas med inbyggda sensorer - E2B2](#)

¹⁴ [Solavskärmningar i ett helhetsperspektiv - E2B2](#)

¹⁵ [Anpassning av soleanläggningar till nordiska förhållanden - E2B2](#)

¹⁶ [Effekter och hantering av snölast vid takmonterade soleanläggningar - E2B2](#)

¹⁷ [Definition, design och utvärdering av plusenergihus - E2B2](#)

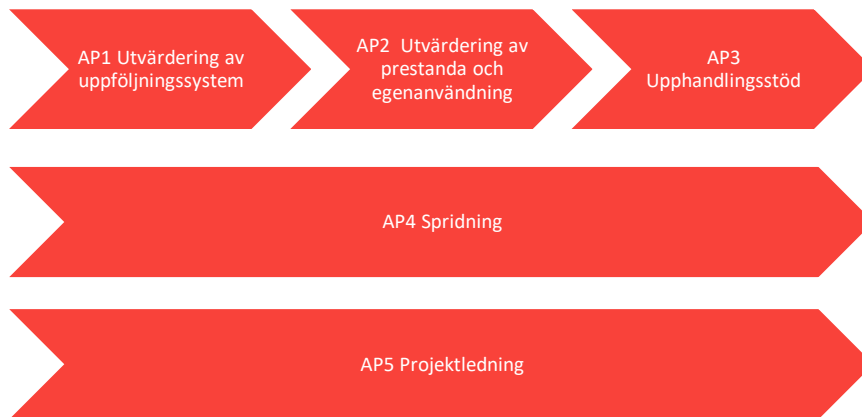
Optimering av självförsörjande mikronät med energihub

Den mest optimala lösningen för ett självförsörjande mikronät och smart styrning ska tas fram. Bostadsrättsföreningen som ska byggas kommer troligen innehålla solceller, solfångare, bergvärme, batterilager, elbilsladdare, värmeåtervinningssystem och värmelager.¹⁸ Projektet drivs av KTH.

¹⁸ [Optimering av självförsörjande mikronät med energihub - E2B2](#)

3 METOD

För att särskilja de olika resultaten delades de olika delmålen in i olika arbetspaket (AP).



Utöver detta genomfördes en mindre omvärldsbevakning för att kartlägga kopplingar mellan detta projekt och parallella projekt inom E2B2 samt Internationella energirådet (IEA).

3.1 AP1 UTVÄRDERING AV UPPFÖLJNINGSSYSTEM.

En utvärdering av soleluppföljningssystem kommer att genomföras. Utvärderingen avser parametrar, visualisering, möjligheter till aggregering på beståndsnivå, analysmöjligheter och gränssnitt mot andra system. Erfarenheter kring integrering av solenergiuppföljning till företagets energiuppföljningssystem kommer utvärderas samt automatisk överföring av elcertifikat till CESAR.

Soleluppföljningssystem kommer utvärderas för både enskilda solcellsanläggningar och mikronätlösningar där solelöverskottet delas mellan fastigheter istället för att levereras till elnätet. Arbetspaketet innehåller också en kartläggning av soleluppföljningssystem som inte är knutna till en specifik komponentleverantör. En GAP-analys genomförs, där fastighetsägarnas nuvarande uppföljningssystem och fristående uppföljningssystem jämförs med de behov som identifierats. Resultatet presenteras dels som en matris och fungerar dels som input i AP 3, Upphandlingsstöd.

Arbetspaket 1 inleddes med telefonintervjuer av personer inom projektgruppens organisationer, för att kartlägga organisationernas nuläge inom uppföljning av sina solcellsanläggningar. Personerna hade på olika sätt koppling till organisationens nuvarande solcellsanläggningar och deras uppföljningssystem.

Parallellt med intervjuerna genomfördes även en mindre kartläggning av ett antal soleluppföljningssystem på marknaden och deras funktioner.

Val av fabrikat för marknadskartläggningen av soleluppföljningssystem skedde genom listning av för projektgruppen kända fabrikat. Ett urval gjordes senare till förmån för de mest använda och för projektgruppen aktuella systemen.

Marknadskartläggningen bestod av behovs- och användarfrågor till intervjudeltagarna. En granskning av soleluppföljningssystemens användargränssnitt och parametrar gjordes också via projektgruppens interna anläggningssidor. I de fall intervjudeltagarna eller projektgruppen inte hade kännedom om systemen genomfördes istället intervju med entreprenör eller leverantör.

Resultaten från intervjuerna och marknadskartläggningen sammanställdes i en systemfunktionsmatris, för att erhålla en mer överskådlig bild över vilka system som innehar liknande funktion. Se bilaga 1. Systemfunktionsmatrisens parametrar utformades utifrån behov som identifierades i förstudien och i samband med det första projektgruppsmötet. Parametrarna i systemfunktionsmatrisen blev således

både hårda och mjuka. Exempel på parametrar var krav på komponenter, fabrikatsberoende, upplösningsnivå på mätdata och användarvänlighet.

Systemfunktionsmatrisen diskuterades vid workshop tillsammans med projektgruppen för att utveckla resultatet till grund för AP3, se avsnitt 3.3.

3.1.1 Avgränsningar för genomförande av AP1

Urvalet till marknadskartläggningen och den relativt hårda begränsningen av antal soleluppföljningssystem i denna behövde göras för att hålla kartläggningen inom ramen av projektets tid och budget.

3.2 AP2 UTVÄRDERING AV PRESTANDA OCH EGENANVÄNDNING

Tio solelanläggningar analyseras avseende total produktion samt tillgodoräknande av solel kopplat till energiprestanda enligt BBR. Beräknade värden jämförs med verklig elproduktion, hämtad från anläggningarnas uppföljningssystem. Resultatet används som underlag i AP 3 Upphandlingsstöd och kan också användas av Boverket för att förtydliga sina rekommendationer om tillgodoräknande av solel kopplat till energiprestanda enligt BBR. Resultatet av AP 1 och 2 presenteras i en delrapport.

Som underlag till arbetspaket 2 delgav respektive projektpartner information om två befintliga solcellsanläggningar i syfte att jämföra deras verkliga (uppmätta) och förväntade (beräknade) prestanda.

Det underlag om respektive solcellsanläggning som efterfrågades var följande:

- Antal solcellsmoduler och växelriktare, märkeffekter samt fabrikat och modell.
- Systemens uppbyggnad, solcellsmodulernas orientering och lutning.
- Total uppmätt solelproduktion och överskottsproduktion, med timvis upplösning eller högre, tidsperiod som minst ett helt sammanhängande år.
- Uppmätt användning av fastighetsel med samma tidsupplösning och tidsperiod som för den uppmätta solelproduktionen.

Uppgifter om solcellsanläggningarnas komponenter och uppbyggnad tjänade som underlag till att utföra beräkningar av förväntad solelproduktion och egenanvändning. Beräkningarna utfördes i programvaran SAM (System Advisor Model från NREL, <https://sam.nrel.gov/>) med solstrålningsdata från EU-kommissionens databas PV-GIS (<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>) för respektive ort. Globalstrålning för ett typår, det vill säga ett medelvärde för strålningen, under perioden 2006–2017 användes. I SAM konstruerades respektive solcellsanläggning utefter angiven information och solelproduktionen simulerades för att erhålla beräknade värden för solelproduktion på timnivå.

Likheter och skillnader i uppmätt och beräknad solelproduktion kunde därefter identifieras, avseende total solelproduktion, variationer i timvärden och därigenom skillnader i uppmätt och beräknad egenanvändning.

3.2.1 Avgränsningar för genomförande av AP2

Initialt var avsikten att jämföra uppmätta data med det underlag som fanns vid investeringsbeslutet, dvs. beräknade värden med hög upplösning från en förstudie för respektive anläggning. Under projektets gång visade det sig att sådant underlag saknas, vilket hanterades genom att WSP tog fram beräknade värden för respektive anläggning inom ramen för detta projekt.

I flera fall kunde erhållna data om elanvändning inte differentieras mellan fastighetsel och verksamhets- eller hushållsel. Detta föranledde att utvärderingen av tillgodoräknande av solel kopplat

till energiprestandan enligt BBR inte kunde fullföljas då solet enligt BBR endast får tillgodoräknas en byggnads energianvändning då den ersätter behovet av fastighetsel.

Då ansökan om det parallellt tänkta projektet *tillgodoräknande av solet enligt BBR* fick avslag, saknas i projektet koppling till den tänkta metoden för att utvärdera verklig och förväntad egenanvändning kopplat till energiprestanda enligt BBR. Tanken var att i det projektet ta fram rekommendationer för hur egenproducerad solenergi ska hanteras i de energiberäkningar som görs, för att visa att en tänkt byggnad klarar energiprestandakraven i BBR (gällande flerbostadshus). För att göra relevanta utvärderingar av verklig och förväntad energianvändning för detta syfte, krävs att de utvärderade anläggningarna är installerade på nyproducerade byggnader där energiprestanda beräknats med egengenererad solet tillgodoräknat. Då kopplingen till det parallella projektet uteblev har detta inte varit med som ett kriterium för utvärderingen i AP 2.

Verklig och förväntad egenanvändning utvärderas alltså, dock inte med koppling till definitionen av energiprestanda i BBR. Denna avgränsning innebär att Boverkets roll som mottagare av resultatet i projektet tonats ned.

3.3 AP3 UPPHANDLINGSSTÖD

De fem fastighetsbolagens (HSB Värmland, Eksta, Willhem och Vasakronan) tekniska rambeskrivningar kommer att jämföras med underlag från Miljöförvaltningen Stockholmsstads upphandling av uppföljningssystem för solcellsanläggningar. Input hämtas också från AP 1 och 2, intervjuer med aktörer med erfarenhet av storskalig introduktion av solet i ett bestånd samt vid en workshop med bland annat fastighetsägare och solentreprenörer.

Utifrån detta resultat kommer rekommendationer för tekniska rambeskrivningar vid upphandling av uppföljningssystem för solet att tas fram.

Framtagandet av upphandlingsstödet för soletuppföljning byggde på det arbete med kartläggning av befintliga system och funktioner som utfördes i arbetspaket 1. Resultatet av arbetspaket 1 diskuterades och utvärderades vid en workshop tillsammans med projektgruppen. Där fastställdes vilka parametrar som upplevdes ha störst värde i befintliga system och vilka parametrar som saknades.

Ett dokument med upphandlingsstöd arbetades fram av WSP utifrån identifierade parametrar. Ett utkast skickades sedan på remiss till både projektgruppen och referensgruppen. Idéer och revideringsförslag mottogs via mail samt vid möten med grupperna där utkastet diskuterades.

Efter justering och förtydliganden bjöd projektet in brett till en extern (webbaserad) workshop. Vid workshopen närvarade flertalet fastighetsbolag, solcellsentreprenörer, kommuner, energibolag, konsulter med flera. Deltagarna fick utkastet i förväg tillsammans med diskussionsfrågor rörande systemgränser, uppföljning, behov, värde för aktörerna etcetera.

Utfallet från workshopen sammanställdes och användes för utveckling av upphandlingsstödet.

3.3.1 Avgränsningar för genomförande av AP 3

Vid möte med projektgrupp och referensgrupp samt vid den externa workshopen framkom att det viktigaste i frågan gällande soletuppföljning var inte hur själva implementeringen i befintliga uppföljningssystem ska utföras.

De system för uppföljning som fastighetsägare använder sig av kan se olika ut och fungera på olika sätt. Upphandlingsstödet fokuserar på att ge vägledning kring vilka parametrar och frågor som ska hanteras för att få möjlighet att följa upp solcellsanläggningar, snarare än hur dessa parametrar och frågor ska implementeras i de överordnade systemen.

3.4 AP4 SPRIDNING

Resultat från projektet kommer att spridas genom BeBo:s hemsida och kommuniceras via BeBo:s LinkedIn-kanal samt via solelportalen om det önskas.

Resultaten kommer redovisas vid lämpliga kommande seminarier i branschen, vid BeBo:s resultatkonferens och BeBo:s medlemsmöte samt i en skriftlig slutrapport, som tillgängliggörs på BeBo:s hemsida. Även BeLoks kanaler kommer att användas för spridning av resultatet. Dessutom presenteras resultaten av AP 1 och 2 vid en workshop inom AP 3. De målgrupper som är direkta mottagare av projektets resultat är fastighetsägare, solcellsentreprenörer, företag som säljer uppföljningssystem för solelanläggningar, solenergikonsulter och Boverket.

Spridning har genomförts enligt kommunikationsplan upprättad av HSB Värmland och WSP, primärt via projektsidan på BeBo:s webbplats¹⁹.

3.5 AP5 PROJEKTLEDNING

Projektledning för arbetet samt arbete i referensgruppen som består av fastighetsföretag, solenergiaktörer och experter. Boverket och Svenska Solenergiföreningen kommer att bjudas in till gruppen.

WSP är på uppdrag av projektgruppen anlitate som projektledare och utförande konsult. WSP som konsult har utöver ansvaret för att leda det praktiska arbetet med projektet, haft ansvar att dokumentera arbetet inom respektive arbetspaket.

Projektet har en referensgrupp bestående av representanter från Svensk Solenergi, RISE, Stockholm stad, Örebro Bostäder AB samt Mälardalens högskola.

3.5.1 Avgränsningar för genomförande av AP5

Till följd av projektets ändrade inriktning (se 3.2.1) gjordes inga ansträngningar att knyta Boverket till referensgruppen.

3.6 AVGRÄNSNINGAR I ÖVRIGT

Inför uppstart av projektet framkom att systemet med elcertifikat och portalen CESAR är under avveckling. Frågan lyftes på det inledande mötet med projektgruppen och beslutet togs att exkludera frågeställningen från ansökan gällande automatisk överföring till CESAR.

¹⁹ https://www.bebostad.se/projekt/teknikutvecklingsprojekt/solmatt_matning-och-utvardering-av-solcellsanlaggningar

4 RESULTAT

4.1 UTVÄRDERING AV UPPFÖLJNINGSSYSTEM (AP1)

Ett detaljerat resultat från kartläggningen av soleluppföljningssystem i form av en systemfunktionsmatris presenteras i litet format nedan och i sin helhet i bilaga 1.

Frågeställning	Cloud	Hybrid - Solarwise	SolarEdge	Sma - Sunny Portal	Kontrollpanelen	Powerkit	Ön
Är uppföljningssystemet beroende av någon speciell mjukvara eller hårdvara?	Fabrikatsberoende av växelriktare.	Fabrikatsberoende av växelriktare.	Fabrikatsberoende av växelriktare.	Fabrikatsberoende av växelriktare.	Elmätare med m-bus eller modbus.	Nej.	M av
Vad kostar uppföljningssystemet?	Ingår med växelriktaren, ingen extra kostnad.	Basutbud ingår med växelriktaren, utökad uppföljning kräver ett köpeabonemang.	Ingår med växelriktaren, ingen extra kostnad.	Ingår med växelriktaren, ingen extra kostnad.	Inköpskostnad samt årskostnad beroende av antal tjänster.	Abonnemangskostnad per anläggning och tjänst.	Inl år an
Larmfunktioner							
Larmar uppföljningssystemet momentant vid oväntad avstängning eller vid onormalt produktionsbortfall från solcellsanläggningen?	Nej, larmfunktion finns ej.	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	Ne
Hur kommuniceras larm till mottagare?	-	Avisering i portal & mail.	Avisering i portal.	Avisering i portal, sms & mail.	Avisering i portal & mail.	Avisering i portal & mail.	In
Finns det ett generellt larm?	-	Felkod fås vid larm.	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	La
Finns det problemspecifika larm?	-	Felkod fås vid larm.	Ja.	Ja.	Nej.	Ja.	Ne
Finns det någon larmprioritering för							

Figur 1 Urklipp ur systemfunktionsmatris.

Sammanfattningsvis har de flesta fabriksbunda uppföljningssystem en larmfunktion med problemspecifika larm som kan aviseras via mail. De grundläggande parametrarna för uppföljning, vilket är årsproduktion och systemverkningsgrad redovisas, men för mer detaljerad information som till exempel egenanvändningsgrad krävs installation av extra mätare. Inget av systemen redovisar information så som modulstorlek eller anläggningsorientering.

Upplösning på redovisade mätvärden varierar mellan uppföljningssystemen från dygnsnivå ner till minutnivå och värden presenteras i diagram och tabeller. Alla system har ett webbgränssnitt och Modbus är vanligt som kommunikationsprotokoll. De flesta system kan aggregera viss anläggningsdata för samtliga solcellsanläggningar, men i få system är det valbart vilka anläggningar som kan jämföras. De flesta program erbjuder användargränssnitt på svenska.

Den inledande kartläggningen av nuläget för soleluppföljning inom projektgruppens organisationer visade att flera av organisationerna redan i viss mån har integrerat mätvärden från solcellsanläggningar i sina överordnade energiuppföljningssystem. Även enklare larm för avvikande produktion fanns integrerat i systemen hos ett par av organisationerna. Att arbeta med flera olika fabriksberoende tjänster eller att binda sig till ett specifikt fabrikat ansågs av projektgruppen inte vara ett alternativ för ett effektivt arbete med uppföljning.

Slutsatsen av intervjuerna med projektgruppen pekar på att det är typ av parameter samt användargränssnittet mellan solcellsanläggningen och det överordnade energiuppföljnings- och fastighetssystemet som utgör ett problem. Det vill säga att det som behöver lösas är vilka parametrar som är värda att presentera, hur de ska presenteras, samt var eller för vem de ska presenteras för att uppfylla sitt syfte korrekt.

Problemet som behöver lösas är:

- vilka parametrar som är värda att presentera,
- hur de ska presenteras, samt
- var eller för vem de ska presenteras för att uppfylla sitt syfte korrekt

Vid workshopen identifierades målbilden till möjligheten att koppla upp samtliga system gällande drift och mätdata för en eller flera fastigheter till ett och samma överordnade system. Det konstaterades dock att dagens aktuella lösningar inte har kapacitet att leverera detta, då det resulterar i tunga och komplexa system. Önskemålet reducerades istället till att koppla upp solcellsanläggningar separat till ett energiuppföljningssystem respektive ett fastighetssystem för förvaltning och styrning.

Det viktigaste för organisationerna är att hela beståndet kan hanteras med ett och samma användargränssnitt för respektive system.

Även om energiuppföljning och driften separeras i olika system är upplevelsen att energiuppföljningssystemen inte har kapacitet att ta emot den högupplösta data som en solcellsanläggning kan leverera. Detta är dock inte endast ett problem för soleldata utan även för andra system i fastigheter.

Vikten av att systemet kan ta emot en stor volym av mätvärden och information är hög. Detta för att erhålla flexibilitet för analys, visualisering och framtida behov, där olika användare i samma organisation kan ha intresse av olika jämförelser och analyser som skapas av samma grundinformation.

Gällande fastighetssystemet ses ett behov av larmfunktion för solcellsanläggningarna. Larmfunktionen bör som minst indikera:

- funktionalitet (av/på/trasig),
- produktion (avvikelse från börvärde) samt
- uppkopplingsstatus (av/på).

Dessa parameterar viktas som mest värdefulla. Mer detaljerad information uppges kunna lösas av förvaltning på anläggningsplatsen, för att inte erhålla för tunga överordnade system. Att även ha en loggningsfunktion för olika larmtyper ses som ett mervärde för att kunna arbeta förebyggande och utröna mönster i avvikelser.

Till skillnad mot olika typer av larm bedöms inte loggning av service och tillsyn ha lika stort värde att integrera i överordnade system. Detta behov är inte av lika stor vikt på grund av att det redan sköts med andra metoder, utarbetade modeller eller är placerat på entreprenad.

Aggregeringsmöjligheter av mätvärden och analyser bedöms som en god fördel för att kunna jämföra och utvärdera olika anläggningar i ett bestånd. Det är dock av största vikt att jämförelsen sker med samma förutsättningar och att värden normaliseras för att resultatet ska vara ekvivalent.

Sammanfattningsvis resulterar informationen samlad från intervjuer, workshop och den mindre systemkartläggningen i att fastighetsägare vill:

- inte knyta sig till ett speciellt fabrikat på växelriktare,
- skilja på energiuppföljnings- respektive fastighetssystem för drift,
- ha larmfunktioner,
- samla in en stor mängd värden för flexibla analysmöjligheter samt
- kunna aggregera fler anläggningar från ett större bestånd för analys och jämförelse.

Med utgångspunkt från ovan punkter har fastighetsägarna möjlighet att själva styra vilka analyser och specifika mätvärden som är viktiga för just deras organisation. De får internt besluta om hur information ska presenteras och bedöma vilken kompetens som finns eller behövs hos de specifika mottagarna för att skapa värde av informationen. Utifrån det kan det finnas behov av att ha olika nivåer på de analyser och mätvärden som presenteras. Grundnivån bör vara just grundläggande övervakning för att kunna följa upp en solcellsanläggnings funktion och faktiska utfall.

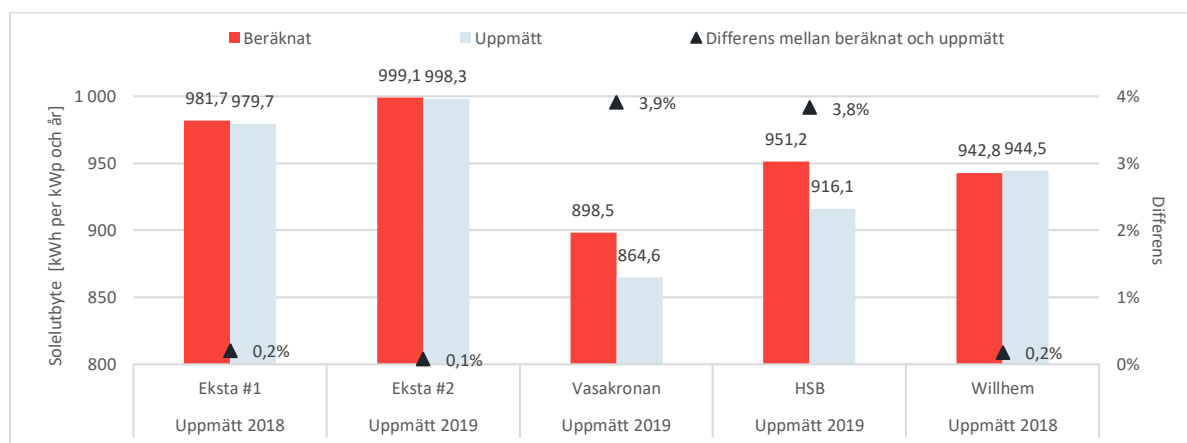
4.2 UTVÄRDERING AV PRESTANDA OCH EGENANVÄNDNING (AP2)

4.2.1 Prestanda

I Tabell 1 sammanfattas resultatet av utvärderingen av solcellsanläggningarnas prestanda genom beräknad och uppmätt soletproduktion. Utfallet av jämförelsen mellan förväntad och verklig prestanda illustreras i Figur 2. Beräknad och uppmätt soletproduktion för de olika anläggningarna uttrycks i kWh/kW_p och år , där syns även differensen mellan beräknade och uppmätta värden.

Tabell 1. Beräknad och uppmätt soletproduktion för de ingående anläggningarna

Anläggningsinfo.		Eksta #1	Eksta #2	Vasakronan	HSB Värmland	Willhem
Effekt	kW_p	34,5	19,1	62,9	24,2	154,4
Ort	-	Tölö	Åsa	Uppsala	Karlstad	Linköping
Soletproduktion		Eksta #1	Eksta #2	Vasakronan	HSB Värmland	Willhem
Beräknad	$kWh/\text{år}$	33 867	19 108	56 523	23 018	145 608
	kWh/kW_p och år	981,7	999,1	898,5	951,2	942,8
Uppmätt	$kWh/\text{år}$	33 798	19 092	54 395	22 169	145 863
	kWh/kW_p och år	979,7	998,3	864,6	916,1	944,5



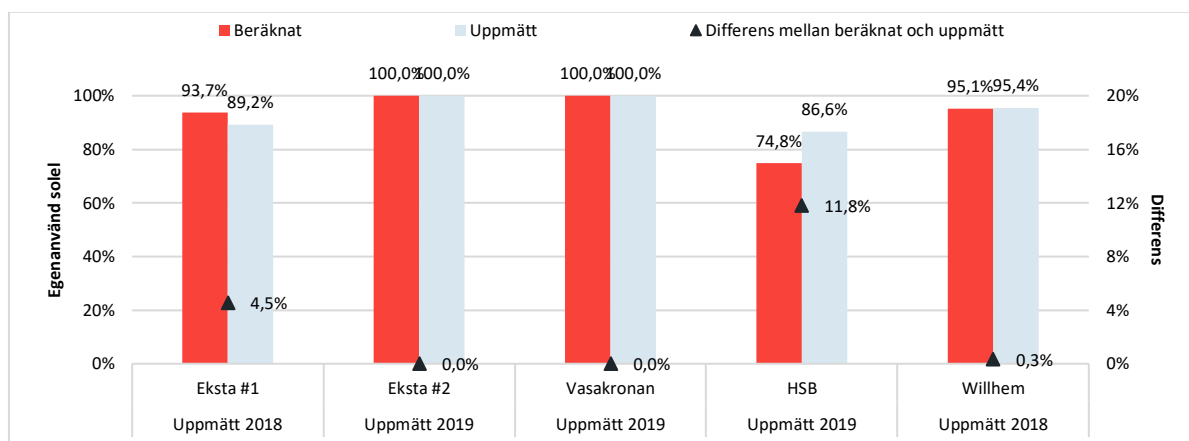
Figur 2. Beräknad och uppmätt soletproduktion uttryckt i kWh/kW_p och år för de ingående anläggningarna.

4.2.2 Egenanvändning

I Tabell 2 sammanställs beräknade och uppmätta värden avseende egenanvändning av sol för de olika anläggningarna. Procentuella värden visas även i Figur 3 för att illustrera utfallet av jämförelsen mellan beräknade och uppmätta värden.

Tabell 2. Sammanställning av beräknad och uppmätt egenanvändning.

Egenanvändning		Eksta #1	Eksta #2	Vasakronan	HSB Värmland	Willhem
Beräknad	$kWh/\text{år}$	31 745	19 108	56 523	17 215	138 422
	%	93,7	100,0	100,0	74,8	95,1
Uppmätt	$kWh/\text{år}$	30 142	19 092	54 395	19 197	139 124
	%	89,2	100,0	100,0	86,6	95,4



Figur 3. Jämförelse av beräknad och uppmätt egenanvändning för de ingående anläggningarna.

4.3 UPPHANDLINGSSTÖD (AP3)

Arbetspaket 3 resulterade i ett upphandlingsstöd för soleluppföljning som kan ses i Bilaga 2.

Upphandlingsstödet innehåller förslag och exempel på funktioner i uppföljningssystem, samt frågeställningar för den upphandlande organisationen att ta ställning till för att erhålla önskad uppföljning på solcellsanläggningen. Upphandlingsstödet är tänkt att kunna användas som stöd och vägledning, men det innehåller ingen färdig "mall".

Det är viktigt att den upphandlande organisationen ser nyttan med de formulerade kraven, att det som efterfrågas i en upphandling har relevans för organisationen, och att det finns en tydlig mottagare av informationen.

Dokumentet innehåller även exempeltexter på formuleringar som kan användas vid upphandling i en teknisk beskrivning.

5 DISKUSSION

5.1 UPPFÖLJNINGSSYSTEMEN – IDAG OCH BEHOV

Många fastighetsägare upplever i nuläget att medföljande system för uppföljning av solcellsanläggningar är bristfälliga. Solcellsanläggningar levereras med olika typer av system eller portaler för uppföljning, vilket gör att det är svårt att få en övergripande bild av solcellsanläggningarnas prestanda. Olika system resulterar i tidskrävande arbete för personal, dels för inläring av systemen och dels för att hålla ordning på vilket system som hör till vilken anläggning samt olika inloggningsuppgifter. Dessa hinder kan göra att solcellsanläggningarna sällan eller aldrig kontrolleras och i värsta fall på grund av oupptäckta fel inte producerar solel under längre perioder.

I de fall uppföljningen är integrerad i övergripande uppföljningssystem för energi och drift, kan kunskapsbrist hos mottagaren vara ett problem. Detta kan resultera i att mottagaren kan ha svårt att förstå den information som finns, och därmed ha svårt att säkerställa att prestandan är god.

Det identifierade behovet hos fastighetsägarna är att strukturera uppföljningen av sina solcellsanläggningar, för att den ska bli mer övergripande och lätt att förstå inom organisationen.

Ytterligare ett hinder har visat sig vara att användare med skilda kompetenser inom en organisation kan vara intresserade av samma mätvärden, men av att göra olika typer av analyser. Till exempel kan solelproduktionen vara intressant ur ett drift- och presentandaperspektiv, men också ur ett ekonomi- och lönsamhetsperspektiv. Dessa olika användare har vanligtvis inte samma kompetens och behöver få mätvärden samt analyser presenterade på olika sätt för att skapa värden av den.

Ett annat hinder som identifierats är att befintliga uppföljningssystem inte klarar av att hantera den stora mängd mätdata som krävs för att analysera och följa upp solcellsanläggningars prestanda och nytta. Utmaningarna har varit störningar och långsamma dataflöden, som påverkat systemens funktioner i övrigt. Detta är inte ett problem endast för soleluppföljning utan generellt för anläggningar/system där stora datamängder ska hanteras och därmed ett problem som behöver hanteras på en mer övergripande nivå.

Genom att samla alla solcellsanläggningar i ett fastighetsbestånd för uppföljning och övervakning inom samma struktur som övriga uppföljningssystem (till exempel el, vatten, ventilation, etc.) förenklas en övergripande övervakning och uppföljning.

En förbättrad övervakning av solcellsanläggningar förväntas bidra till att tidigare kunna upptäcka fel och därmed en kortare stilleståndstid. Solcellsanläggningarnas drift förväntas även optimeras och orsaker till minskad prestanda undersöks tidigt, därmed kan åtgärder sättas in tidigare. Båda dessa bör ge en ökad lönsamhet.

Ökad uppföljning kan ge värdefulla erfarenheter till inköp av nya solcellsanläggningar och förbättringar vid utbyggnad av beståndet.

5.2 PRESTANDA OCH EGENANVÄNDNING

Av utredningen framgår att matchning mellan beräknad och uppmätt prestanda överlag är god, de framträdande skillnader som observeras kan relateras till saknade mätdata. Således finns goda möjligheter att upprätta ett bra beslutsunderlag till solcellsinvesteringar genom att i en förstudie beräkna förväntad solelproduktion.

Större variationer framträder vid jämförelsen av beräknad och uppmätt egenanvändning. I detta fall är de momentana värdena för elbehov och solelproduktion avgörande och utan någon lagringskapacitet eller styrning på elanvändningen är det oundvikligt med påtagliga skillnader. För att erhålla så tillämpliga värden som möjligt för beräknad egenanvändning är det viktigt att:

- detaljerat specificera solcellsanläggningens utförande och ingående komponenter
- utgå ifrån högupplöst data för både beräknad fastighetsel och soletproduktion
- skilja på fastighetsel, hushållsel och verksamhetsel.

Utredningen resulterade i större variationer för två av solcellsanläggningarna; Vasakronans och HSB Värmland:s anläggningar. För dessa var skillnaden mellan uppmätt och beräknad soletproduktion knappt 4 procent medan skillnaden för övriga anläggningar var 0,1 – 0,2 procent. Gemensamt för Vasakronans och HSB Värmland:s anläggningar var att det saknades många mätvärden i de erhållna dataserierna för uppmätt soletproduktion, vilket kan vara en förklaring till de större differenserna.

Då beräkningarna gjorts efter anläggningarnas installation, fanns detaljerad information om uppbyggnad och ingående komponenter. Detta gav möjlighet att göra mer detaljerade beräkningar än vad som är möjligt i en förstudiefas. Speciellt för Ekstas anläggningar erhöles information med hög detaljnivå. På så vis kunde beräkningarna utföras med större säkerhet än för övriga anläggningar. Detta är troligtvis en bidragande orsak till att skillnaderna är små mellan beräknad och uppmätt prestanda för Ekstas anläggningar.

Det bör noteras att beräkningarna har baserats på solstrålningsdata för typår för perioden 2007–2016 medan de uppmätta värdena avser ett specifikt år, 2018 eller 2019 beroende på vilka fullständiga data som funnits tillgängliga. Idealt för att jämföra beräknade och uppmätta värden är att använda uppmätt solstrålningsdata från respektive anläggning för beräkningarna, det har dock inte varit möjligt inom ramen för förevarande projekt.

Solcellsanläggningarna som varit underlag för utredningen är olika stora och installerade på olika typer av fastigheter, vilket ger olika profiler på soletproduktion och elanvändning och därför olika förutsättningar för egenanvändning av soleten. Detta bidrar till att resultaten varierar.

Två av solcellsanläggningarna, Ekstas anläggning i Åsa samt Vasakronans anläggning i Uppsala, är installerade på fastigheter där elbehovet är mycket stort i förhållande till solcellsanläggningens storlek. Baslasten för elanvändningen i fastigheterna är mycket högre än maximal möjlig effekt hos solcellerna. Det föranleder att en egenanvändningsgrad om 100 procent är möjlig.

För de övriga utvärderade solcellsanläggningarna var skillnaden mellan beräknad och uppmätt egenanvändning 0,3 – 11,8 procent. Skillnaden visade sig bli större desto lägre den beräknade egenanvändning var. Detta kan förklaras av att en lägre beräknad egenanvändning tyder på en stor solcellsanläggning i förhållande till fastighetens elanvändning. På så sätt blir egenanvändningen känsligare för de momentana variationer som uppträder i dataserierna för soletproduktion och elanvändning.

5.3 UPPHANDLINGSSTÖD

Det finns mycket att arbeta med inom området för uppföljning av solcellsanläggningar. Det som dock återkommit flertalet gånger under projektiden för Solmätt är att det efterfrågas en miniminivå på uppföljning som kan börja ses som en minsta standardnivå. Det finns en önskan inom branschen, både från entreprenör- och beställarsida, att ha en miniminivå som utgångspunkt. Förhoppningen är att upphandlingsstödet framarbetat inom Solmätt ska kunna hjälpa branschen framåt inom området.

5.3.1 Kommentarer från workshop

Under workshopen med flertalet aktörsgupper framkom värdefull information gällande vad som är viktigt för uppföljning av solcellsanläggningar. Ämnen för diskussionerna var vilka funktioner som skulle kunna implementeras, vad som är relevant på en minimal nivå och vad som skulle kunna läggas till. Liksom hinder för att få det att fungera och möjliga lösningar.

Diskussionerna från workshopen gav input till upphandlingsstödet utformning. Nedan listas sammanfattningen från workshopen.

Systemgräns/gränssnitt

Önskas att en basal miniminivå beskrivs på ett enkelt sätt, som skulle kunna ses som en standardnivå. Minimnivån bör sedan gå att bygga på med krav för olika funktioner i olika nivåer.

Vad är syftet med datan, vem ska ta emot den? Den ska vara förståelig för mottagaren.

Identifierade funktioner skapar värde. Viktigt att ställa krav som ger mervärde, utan att vara kostnadsdrivande i onödan.

Det ska vara underlag som gör det enkelt att handla upp.

Fokus på funktion, inte produkter och implementation.

Viktigt att specificera systemgränserna.

Möjlighet att inte låsa sig vid en speciell uppkoppling utan hålla öppet för flexibla mjukvarulösningar.

Möjlighet att koppla samman med övriga system i byggnaden för att minska antalet portaler.

Larm

Möjligheten att få larm är viktigt. Olika behov finns gällande vilka larm som ska skickas ut och på vilket sätt de ska skickas. Behöver finnas möjlighet att välja nivå på larm och vart/hur det ska skickas.

Viktigt att kunna lagra larm för uppföljning vid exempelvis service.

Värden

Viktigt att kravställa nivå på upplösning av mätvärden. Olika behov beroende på syfte och organisation.

Behovet av frekvens på uppföljning och analyser är oklart. Förslag på en gång per månad för banal uppföljning finns.

Möjlighet att plocka bara rådata och lägga beräkningar och analyser i uppföljningssystemet. Då kan analyser anpassas till kunskapsnivå och ändamål inom organisationen. Sätter krav på implementationen.

Analys av värde är egenanvändning som är starkt kopplad till lönsamhet och ekonomiuppföljning.

Möjligheter för erhållande av väderdata för att kunna följa upp prestanda. Det finns många skeptiker till sensorer/givare. Fokus ligger på att hitta rätt väderdata. Finns möjligheter via till exempel SMHI eller annan vädertjänst.

Ett alternativ är jämförelse av produktion mellan strängar, kan bli missvisande. Eller jämföra dagens kurva mot vad den borde kunna producera teoretiskt. Ett temperatur-korrigerat och solinstrålningsbaserat PR bör kunna ge noggrannare resultat.

Dokumentation/service

Solcellsanläggningen och dess uppföljning behöver dokumenteras för en bra överlämning från installatör till det ägande bolaget och inom bolaget.

5.3.2 Kommentarer från projektgruppen

Nedan följer projektdeltagarnas rapportering om hur arbetet från Solmätt förankrats i respektive organisation, inklusive hur diskussionerna går kring förankring av projektets resultat.

HSB Värmland

Just nu kan vi konstatera att den här frågan ligger långt fram i tiden. Mycket fokus just nu ligger på att ens få till solcellsinstallationer i våra föreningar. Vi ser det som positivt att marknad och verktyg utvecklas då det kan leda till utökad möjlighet att sälja tjänster kring detta, samt att de system som säljs uppfyller bättre kundernas önskemål och krav.

Vad gäller frågan om uppföljning så skiljer det sig mellan våra hyresfastigheter som vi själva har rådighet över och våra BRF:er som vi säljer tjänster till. Bland de regionföreningar som har hyresfastigheter finns möjlighet att lyfta frågan om uppföljning tydligare. Vad gäller BRF:er så måste också de efterfråga denna typ av uppföljningstjänster och där har vi nog en lång bit kvar då det finns mycket annat som förmodligen prioriteras högre inom ramen för energiarbetet. Vi ser nog främst tjänster kopplade till tillsyn och larm som det som ligger närmast i tid.

Vad gäller hyresfastigheter så kommer frågan att lyftas främst inom nyproduktionen men även i samband med installation av solceller på befintliga byggnader.

Eksta Bostads AB

Upphandlingsstödet har förankrats med vår energiavdelning men för att få med alla synpunkter och att kan appliceras hos fler i organisationen behöver det troligtvis testas praktiskt.

Eksta har vanligtvis 25-30 studiebesök varje år där solenergi är ett av huvudämnen. En vanlig fråga vi får är "hur skall vi komma i gång med vår solel-satsning i praktiken?" Ett upphandlingsstöd skulle göra det tryggare för många fastighetsägare som känner sig osäkra på hur man skall handla upp och få en trygghet i sin byggherreroll likt övriga upphandling.

Vasakronan

Materialet är för närvarande spritt i vår arbetsgrupp, 5 personer, vilka är de som upphandlar solceller inom Vasakronan

Vi kommer på ett kommande möte diskutera hur vi kan för in krav i våra Guidelines utifrån de förslag som finns i dokumentet Upphandlingsstöd Solmätt. Utkastet innehåller många bra och konkreta förslag på kravtext att föra in vid upphandlingar. I höstens (2021) revidering av "Vasakronans Guidelines för byggande" Kommer vi föra in arbetsgruppens beslutade krav för uppföljningssystem.

Willhem

På en marknad där olika discipliner inom energi tenderar att arbeta i stuprör är det viktigt att Solenergianläggningar blir en del av fastighetens energi- och automationssystem både vad avser systemintegration såväl som mätning och uppföljning. (Chef Fastighetsutveckling)

I vårt arbete med att styra upp vår entreprenadprojektprocess är det viktigt att denna typ av anläggningar enkelt kan projekteras och handlas upp av våra orter. I detta arbete har vi utvecklat en styrande struktur för olika typer av projekt där upphandlingshjälpmedel är en viktig del för att underlätta i tidiga skeden. Bra upphandlingsunderlag ökar förutsättningen för bättre projektutfall och skapar förutsättningar för förvaltningens arbete efter avslutat projekt. (Fastighetsutvecklare Projekt)

5.4 FORTSATT ARBETE

Detta projekt avslutas med förhoppningen att det framarbetade upphandlingsstödet ska vara lättförståeligt, komma till så bred användning som möjligt, och att det ska hjälpa till att utveckla branschen.

Förhoppningen är att upphandlingsstödet också ska bli en ögonöppnare för leverantörer om vad användarna faktiskt efterfrågar och saknar i dagens uppföljningssystem: Hur bra de egentligen fungerar.

Ansatsen är att sprida information om projektet både i en summerande teknikartikel, samt med presentationer i relevanta forum framöver.

Det är ett faktum att beställare behöver bli starkare. Inom många organisationer måste övergripande beslut tas om hur fastigheter generellt, och solcellsanläggningar specifikt, ska följas upp. Och baserat på det ska krav utformas som innebär att besluten realiserar.

Med hjälp av det i projektet framarbetade upphandlingsstödet kan beställare handla upp samma typ av övergripande uppföljning för alla sina solcellsanläggningar, som en pusselbit i detta arbete.

Ett framtida arbete utanför projektets scope är möjliggörande av implementering inom organisationerna genom tex kompetensutveckling eller mobilisering för att få ut maximal nytta från den uppföljning som görs.

5.4.1 Projektförslag Tekniktävling: Energiuppföljningssystem

Ett till ämnet relaterat projektförslag som diskuterats inom BeBo och Belok under tiden som detta projekt genomförts, skulle kunna ta branschen ett steg vidare inom energiuppföljning i stort. Projektförslaget är dokumenterat i en rapport (Termens, Haegermark, Grönvall, & Andersson, 2021) och publicerat både av BeBo och Belok och sammanfattas nedan:

Mätning och uppföljning av energianvändning är en nyckelfråga för fastighetsbranschen. Med bra energiuppföljningsverktyg blir det möjligt att identifiera var potentialen för energibesparing finns och hur stor den är, att identifiera och åtgärda eventuella effektoppar samt för att följa upp organisationens energieffektiviseringsmål.

Inom Energimyndighetens nätverk Belok och BeBo genomfördes under 2019 två parallella förstudier kring energiuppföljningsmetoder och -verktyg i lokaler respektive bostäder. Dessa presenterade en samlad bild över vilka programvaror som finns för att följa upp energianvändning samt vilka rutiner som BeBos och Beloks medlemmar följer när det gäller energiövervakning.

Arbetet resulterade i en rapport innehållande förslag på underlag och ramar för en tekniktävling av energiuppföljningssystem. Intressenter som vill vara med i projektet har identifierats, både leverantörer och beställare.

Kravområden som beställarna anser viktiga att ha med i tekniktävlingen är bl.a.: användarvänlighet och visualisering, datakvalitetssäkring, effektuppföljning, smart analys och proaktivitet, rapporteringsmöjligheter, integrationer och delning av data, måluppfyllning, flexibel normalårs-korrigerig, spårbarhet av avvikelser, transparenta beräkningsmätare, tariffhantering, särredovisning och support.

En tekniktävling ger möjlighet att, genom att samla en stor grupp beställare, påverka leverantörernas utvecklingsplaner så att dessa i högre grad stämmer överens med beställarens behov. Dessutom kan

fastighetsägare hålla sig uppdaterade inom vilka lösningar och innovationer inom energiuppföljning som finns på marknaden samt bli duktigare på att kravställa och ta fram bra upphandlingsunderlag.

En insats i form av en enhetlig kravspecifikation med behov och önskemål från ett stort antal fastighetsägare ses som mycket positiv av leverantörerna. Genom att beställarna kommer överens om vilka krav som är viktiga kan en enhetlig kravlista på energiuppföljningssystem tas fram.

Det föreslagna projektet har inget specifikt fokus på solenergi, men i ett sådant projekt skulle upphandlingsstödet från detta projekt kunna testas, t ex som frivilliga extrakrav gällande uppföljning av solcellsanläggningar.

6 REFERENSER

Bratt, M., Blomgren, M., & Tarnawski, M. (2018). *Tilläggsutredning Tillgodoräkna solel i BBR 25 - Förstudie*. Hämtat från https://www.bebostad.se/projekt/oevriga-projekt/2018_03-tillaggsutredning-tillgodorakna-solel-i-bbr-25

Espert, S., & Stierna, M. (2018). *Uppföljning av solcellsanläggningar - Förstudie*. BeBo. Hämtat från BeBo: <https://www.bebostad.se/projekt/teknikutvecklingsprojekt/uppfoljning-av-solcellsanlaggningar-forstudie>

Tarnawski, M., & Winkler, C. (Januari 2018). *Tillgodoräkna solel i BBR 25 - Förstudie*. BeBo. Hämtat från <https://www.bebostad.se/projekt/oevriga-projekt/solel-i-bbr-med-nne-forstudie>

Termens, J., Haegermark, M., Grönvall, G., & Andersson, E. (den 24 05 2021). *Utveckling av Energiuppföljningssystem*. Hämtat från www.bebostad.se: <https://www.bebostad.se/aktuellt/2020/20201023-utveckling-av-energiuppfoljningssystem>

WSP Sverige AB. (2021). *Brister, beslut och balans i elsystemet - så kan ekvationen gå ihop*. WSP.

BILAGOR

Bilaga 1. Systemfunktionsmatris

Bilaga 2. Upphandlingsstöd

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 55

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

