



En prefabricerad takrenoveringslösning med solceller ska visa vägen till miljonprogrammets nya tak. Taket närmast i bild har inte prefabricerats men är ett bra exempel på hur en väl integrerad solcells lösning får byggnaden att smälta in i stadsbilden.

# Nya utsikter för solceller vid takrenovering

Varför tar inte fler fastighetsägare chansen att sätta solceller på taket när man ändå skall göra en takrenovering? Miljonprogrammet liksom många andra stora byggnadsbestånd står inför större renoveringar och energieffektivisering samtidigt som priset för solceller minskar. Att kombinera en takrenovering med att installera solceller borde ge synergieffekter som skulle kunna utnyttjas av fler. Incitamentet ökar också sedan Riksdagen aviserat förändringar i skattesystemet till förmån för de lite större soleanläggningarna som projektet fokuserar på. Men räcker det för att detta marknadssegment ska realisera sin del av de mål som Energimyndigheten satt upp i sin solest strategi? För att undersöka möjligheterna för solceller och öka intresset för att kombinera dessa åtgärder startades projektet ”Miljontak-Takrenovering med solceller” som har stöd från forskningsprogrammet E2B2, Energimyndigheten och SBUF.



**Liane Thuvander,**  
Chalmers arkitektur



**Paula Femenias,**  
Chalmers arkitektur



**Olleper Hemlin,**  
RISE



**Peter Kovács,**  
RISE



**David Larsson,**  
Solkompaniet

Under miljonprogrammet 1961-1975 byggdes ca 830 000 lägenheter. I dag bedöms kring en halv miljon av dessa att vara i behov av en upprustning. Statistik från 2002 visar att av 120 000 miljonprogramslägenheter som varit föremål för någon form av renovering berörde mindre än hälften av renoveringarna ytskikt på tak [2]. Enligt SABO återstår drygt 300 000 lägenheter att renovera bara i SABO-företagens bestånd. Om alla dessa företag gör omfattande renoveringar som både omfattar tilläggsisolering och byte av ventilations- och uppvärmningssystem så kan man spara drygt 2 TWh per år i energianvändning. Vår bedömning är att taken på alla de miljonprogramslägenheter i landet som är i behov av renovering, om de försågs med solceller skulle kunna bidra med ca 1 TWh el per år (egen skattning, delvis baserad på [3]). När det gäller andra energieffektiviseringsåtgärder behövs en avvägning mellan kostnader, klimatnytta, förbättrat inomhusklimat och långsiktig resurseffektivitet

## Klimatsmart investering i medvind

Att installera solceller minskar behovet av köpt el och är därför en byggnadsåtgärd med stor klimatnytta [4]. Om det blir ekonomiskt realistiskt och till och med

attraktivt att i stor skala installera solceller i landets miljonprogramsområden skulle detta ge ett väsentligt bidrag till energiomställningen och till nationella mål om 50 procent minskad energianvändning och 100 procent förnybart. Utöver miljonprogrammet finns naturligtvis en stor mängd äldre byggnader, inte minst bostäder, i behov av renovering.

Priset på solcellsmoduler har fallit dramatiskt under det senaste decenniet till följd av kraftiga volymökningar på världsmarknaden. För enklare installationer på tak finns också väl fungerande monteringsystem och antalet erfarna installatörer och konsulter ökar. Något som saknas är dock välfungerande koncept för renovering av mer komplexa tak och takintegrerade lösningar. Takkupor, ventilationsutrymmen och -rör, avloppsluftningar med mera konkurrerar ofta om takytan, vilket gör att resultatet riskerar att bli solcellsanläggningar med skuggproblem, underutnyttjad produktionspotential och bristande estetiska kvalitéer. Oklara regler och förutsättningar kring skatter och bidrag för solet har hämmat tillväxten som trots detta har visat på en fördubbling av installerad effekt under flera år. Det segment som projektet riktas mot är i första hand nätan slutna lokala solcellssystem i "kommersiella" byggnader >20 kW dit flerbostadshusen räknas, se figur 1.

En hel del återstår att göra, men det senaste året har inneburit många förbättringar för ägare till små och mellanstora anläggningar. En årlig reell avkastning i storleksordningen 4 procent på investeringen är i dagsläget fullt rimlig. Ingresset för solet ökar följaktligen på många håll i samhället vilket ytterligare förstärks av andra trender såsom ökad elbilsanvändning, snabbt sjunkande priser, förbättrad prestanda på batterier och nya

affärsmodeller som till exempel leasing som minskar behovet av stora initiala investeringar. Dessutom ser många investeringen i solet som en försäkring mot potentiellt stigande elpriser under de kommande 20-30 åren. Men för att marknaden verkligen ska ta fart i riktning mot de mål som Energimyndigheten [1] föreslår i sin soletstrategi krävs ytterligare ansträngningar. Vilka är de utmaningar och hinder som måste övervinnas för att solceller ska bli en mer självklar del i vårt byggande? Vilka är de möjligheter som bland annat fastighetsföretag men även andra aktörer inom byggsektorn ser för att installera fler soletanläggningar på våra tak? I den här artikeln presenteras resultat av en första workshop inom ramen för projektet "Miljontak" som tog upp de här frågorna med deltagande företag.

### Miljontak

Projektet "Miljontak" är en genomförbarhetsstudie som utgår från miljonprogrammets stora energieffektiviseringsutmaning med särskilt fokus på potentialer som finns vid renovering av tak. I utmaningen ser vi förutom en stor potential för effektivisering och för förnybar elproduktion också nya möjligheter för svensk byggindustri. En liten hemmamarknad har hittills gjort det svårt för industrin att nå kostnadseffektivitet för vissa prefab-produkter för renovering av flerbostadshus. En hypotes vi jobbar med i projektet är att renoveringen av miljonprogrammet kan erbjuda en marknad av den storlek som krävs och att prefabricering av exempelvis takelement med solceller kan erbjuda signifikanta kvalitetsförbättringar och lägre kostnader.

Syftet med projektet är att presentera två till tre effektiva renoveringskoncept med stor klimatnytta och replikerings-

potential tillsammans med ny kunskap om hur dessa lösningar ska kunna få en stor efterfrågan. Koncepten bygger på idén att en prefabricerad sadel- eller pulpettaklösning med tilläggsisolering och välintegrerade solceller placeras ovanpå det plana eller låglutande taket i behov av renovering.

### Workshop för att förstå processerna kring takrenovering och solcellsinstallation

För att kunna ta fram koncepten och se möjligheter och begränsningar hos de tänkta lösningarna började vi med att undersöka processerna kring takrenovering hos bostadsbolag genom en workshop som vi kallade för processsimuleringsworkshop. Ett övergripande syfte med workshopen var att bidra till en ökad förståelse av beslutsprocesserna från idé till genomfört projekt och drifttagning utifrån olika aktörsperspektiv. Workshopen genomfördes i januari 2017 i Göteborg som en heldagsevent med 12 deltagare, alla från organisationer som ingår i projektet. Deltagarna representerade olika perspektiv: ett kommunalt bostadsföretag med hyresrätter, en fastighetsförvaltare av bostadsrätter, en byggentreprenör, en soletentreprenör och installatör samt forskare från ingenjör- och arkitekturdisciplinerna. I projektet deltar också ett större arkitektföretag som inte deltog vid workshopen men som bidrog med input i via en presentation. Ytterligare ett större kommunalt bostadsföretag som ingår i referensgruppen bidrog också med input via en presentation.

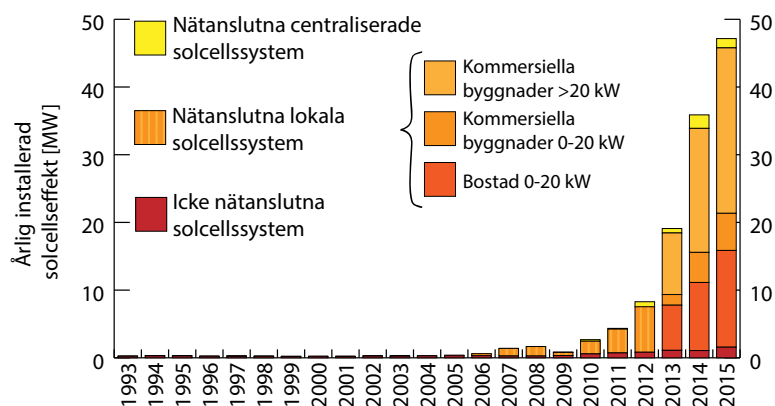
Processimuleringsworkshopen fokuserade på deltagarnas egna erfarenheter från takrenoveringar och soletprojekt. För att få ett bra underlag för diskussionen fick företag, de som deltog på workshopen liksom övriga, förbereda en "hemläxa" inför workshopen. Hemläxan bestod av ett antal frågor som skulle besvaras med utgångspunkt från ett eller två egna genomförda byggprojekt. Följande frågor ställdes:

- När i processen föddes idén att integrera solet? Vem eller vilka aktörer var drivande?
- Varför valde ni (eller valde inte) att installera/integrera solet (incitament och drivkrafter)?
- Uppstod det några problem? När? Varför?
- Hur ser lönsamheten ut för den valda lösningen?
- Hur resonerade ni kring möjligheten att öka den uthyrningsbara ytan i samband med takrenoveringen?
- Viktiga lärdomar och reflektioner kring hinder, möjligheter och kunskapsbehov

## Årlig installerad solcellseffekt i Sverige

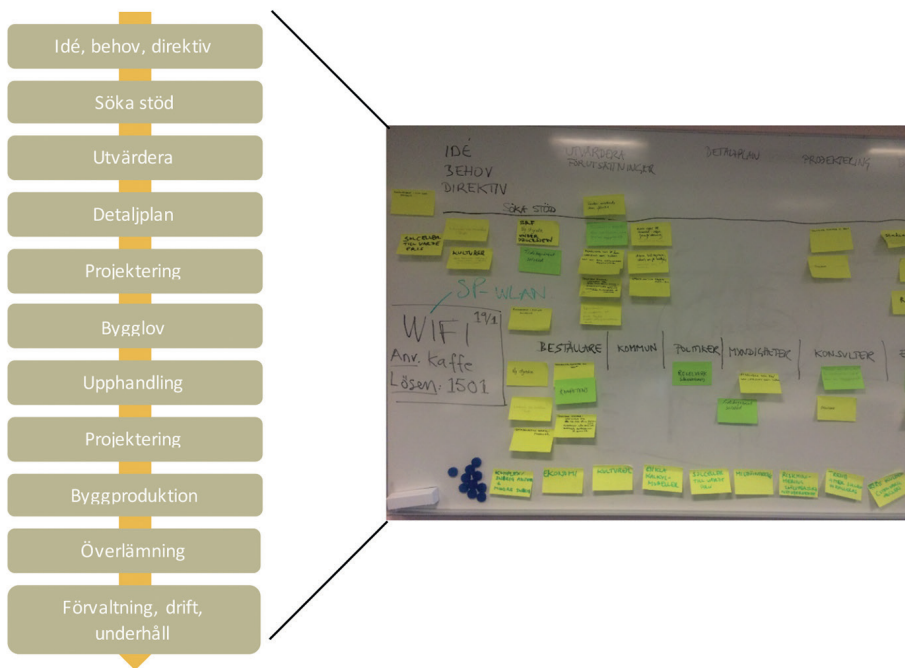
Under 2015 installerades det totalt 47,4 MW solcellseffekt i Sverige.

Källa: Johan Lindahl  
IEA-PVPS task 1  
Swedish National Survey Report  
2015



Figur 1: Årligen installerad soleffekt i Sverige till och med 2015. Trots att oklara regler och förutsättningar kring skatter och bidrag för solet har hämmat tillväxten kan vi se en fördubbling av installerad effekt de senaste åren.





**Figur 2:** Viktiga skeden i en renoveringsprocess. Gemensam kartläggning av olika skeden i projekt och aktörer med relaterade hinder och möjligheter.



**Figur 3:** Ett miljonprogramshus får solcellsmoduler på befintligt tak.



**Figur 4:** En kanalgenomföring försvårar installationen och påverkar det framtida energiutbytet negativt. Kan den sluta direkt under panelerna?

Presentationen av hemläxan resulterade i många spännande diskussioner, inte minst kring likheter och skillnader mellan hyresrätter och bostadsrätter. Resultaten från hemläxan blev också utgångspunkten för en gemensam kartläggning av olika skeden och aktörer i processen samt en mer sammanfattande diskussion kring hinder och möjligheter för att integrera sol i takrenoveringar (figur 2).

Viktiga aktörer som identifierades var i stort sett alla inblandade: beställare, kom-

munen, politiker, myndigheter, konsulter, entreprenörer, olika installatörer (el, tak, styr, sol, bygg), boende, elnätsbolag, solevleverantör, elhandelsbolag, och förvaltare.

### Olika utmaningar för hyresrätt och bostadsrätt

Processen för en takrenovering i bostadshus framstod som samma för privata och allmännyttiga hyresrättsägare men är annorlunda för bostadsrätterna. Förutsättningarna och utmaningarna för att

genomföra takrenoveringar och att integrera solceller skiljer sig mellan de olika upplåtelseformerna främst på grund av beställarens roll och kompetens och beslutsvägarna. Det är inte ovanligt att beställarna i en bostadsrättsförening är lekmän. Det kan vara att utmaning för styrelsen i en bostadsrättsförening att driva processen även om föreningen är positiv till solcellsanläggningar. En anledning kan vara att styrelsen, som tar det första beslutet, ser det som ett "jobbigt" projekt. Ibland uppstår också konflikter i styrelsen. Utifrån ett lönsamhetsperspektiv kan befintliga individuella el-avtal, ett för varje hushåll och ett för fastighetsdelen, inverka negativt. Detta löser man ofta genom att gå över till gemensamhetsel i samband med renovering eller installation av sol och på så sätt kan man öka egenanvändningen och dessutom spara fasta kostnader för elabonnemang.

En fördel med en bostadsrättsförening är att man har korta beslutsvägar. Beslut kan fattas snabbt när det finns drivande medlemmar i styrelsen, vilket kan underlätta att solcellsanläggningar integreras i en takrenovering. Ägare och förvaltare av hyresrätter har en mer uppstyrd process för renovering. Utmaningen är här att få besluten förankrade i ledningsgruppen. Det framkom också, vilket antagligen gäller generellt, att det är viktigt att den anlitate arkitekten är villig att arbeta med frågan från första början. Annars är risken stor att argumenten om att det är fult, för dyrt, tidschemat är för pressat tar över och leder till att solevanläggningar inte installeras trots initiala önskemål. För bostadsföretaget finns det också stora möjligheter att jobba proaktivt med energieffektivisering och solceller som en del i miljöarbetet. För företag med hög miljöprofil som vill gå före ses sol som ett lönsamt alternativ (tillsammans med andra åtgärder) i det långa perspektivet. Det är också enkelt att ta in erfarenheter av tidigare projekt för att vidareutveckla kompetensen och undvika att upprepa tidigare misstag.

### Hinder att övervinna

Varför går det långsamt med att applicera och integrera solceller i nya takkonstruktioner? Vilka hinder finns? Övergripande kan dessa sammanfattas i kunskapsbrist, osäkerhet, ovana och otydlighet. Det handlar om allt från brist på information, okunskap och ovana bland många inblandade aktörer, osäkerhet kring garantiåtaganden, oklara entreprenadgränser och avsaknad av standardiserade processer. Detta kan i sin tur leda till bristande förtroende mellan olika aktörer. Även

återkopplingen från genomförda projekt och tillgången till statistik är begränsad. Att solcellernas elproduktion oftast är som störst under dagtid på sommarhalvåret när elbehovet för belysning, värme och apparater i husen är som lägst kan vara negativt för ekonomin, men behöver inte vara det. Allt talar för att skattereglerna från halvårsskiftet kommer att förändras till förmån för mellanstora anläggningar vilket gör att lönsamheten inte påverkas särskilt mycket av om man använder elen själv eller säljer överskottet. Samtidigt har man visat att hög egenanvändning på lång sikt ökar chansen för en lönsam solelinvestering [5]. Ett sätt att öka egenanvändningen är att använda batterier för att jämna ut dygnsvariationerna i produktion och användning, något som vi också undersöker i projektet.

Utifrån workshopen strukturerade vi hindren i olika kategorier: produktrelaterade, tekniska, juridiska, process-, aktörs- och kultureller, samt ekonomiska. En av aktörerna sammanfattade att hindren är att solelanläggningar kan uppfattas som ”fult, jobbigt och dyrt”.

### Tekniska utmaningar delvis ett informationsproblem

Produktrelaterade hinder är till exempel att solcellerna oftast behandlas som en installationskomponent och inte som en byggprodukt eller en vanlig byggnadsdel vilket gör det svårt att integrera solcellerna som en del i klimatskalet. På workshopen nämndes också bristen på integrerade produkter, typ-lösningar för infästningar, och integreringssystem som ett hinder. Billiga produkter har i vissa fall resulterat i dåliga erfarenheter på grund av korta livslängder.

Tekniska hinder eller osäkerhetsfaktorer som pekades ut på workshopen var bland annat osäkerhet kring om takkonstruktionen tål de högre laster som solcellerna och eventuell ballast ger upphov till. Befintliga tak med upplevt dåliga lutningar och/eller väderstreck kan också göra att man tvekar att ta beslut. Osäkerhet kring övergångar mellan tätskikt när solceller integreras, möjligheter att byta ut trasiga moduler, behov av luftspalt för att kyla solcellerna och brandrisker var andra saker som nämndes som hämmande.

### Framförhållning och samverkan allt viktigare när regelverken förenklas

En tredje kategori som diskuterades berörde regelverk och juridiska aspekter som sådana men även kopplade till politiken och olika former av stöd. Regelverk är/kan upplevas som svåra, bland annat på grund av oklara regler för elhandel och oklara bidragsregler. Vidare ställs olika krav i olika kommuner med motstridiga besked vid bygglov. En

*Figur 5: Ett tak utan ventilationsdon eller skorstenar kan ibland uppfattas som sterilt. Möjligheter till alternativa kanal-dragningar undersöks också i projektet.*



*Figur 6: Prefabricerade solcellstak förväntas bland annat minska mängden arbete på tak och öka kvaliteten på installationerna.*



lång väntetid för stöd bidrar, liksom osäkerheterna kring vad som händer efter nästa val, till osäkra framtidsbilder.

Andra juridiska hinder kopplas till skatt, vilket hör ihop med de ekonomiska hindren som beskrivs nedan. För att kunna tillämpa skattereduktionen för såld överskottsel upp till max 30 000 kWh/år krävs att man betalar någon form av skatt, till exempel på hyresintäkterna för en lokal med momspliktig verksamhet. Entreprenadjuridiken är också något som upplevs som svårt vilket kan kopplas till vår nästa kategori av hinder, processen och aktörer.

### Mer kunskap hos beställarna och bättre samordning av utförare löser många knutar

Generellt sett så finns det inte någon standardprocess för renoveringar med solceller. Ofta kommer solcellsinstallationer sent in i processen eller man knuffar frågan framför sig så att det blir tidsbrist när besluten ska fattas och solelen stryks. Det finns också exempel på projekt där solelanläggningar inte blivit av trots beslut, för att de upplevdes som för fula. Många aktörer, allt från arkitekter, entreprenörer, lokala snickare, till elnätbolag är ovana att arbeta med solel. Solelanläggningar har också ofta en otydlig plats i entrepre-

nadspyramiden där gränsdragningen mellan olika installatörer och aktörer i branschen upplevs som otydlig. Speciellt vid takrenovering måste det noga regleras vem som har ansvaret för tätskiktet och garantiernas omfattning om entreprenaden är delad mellan en tak- och en solelleverantör som monterar moduler på eller i taket. Det saknas också etablerade rutiner vid överlämningar till driftfasen.

Att välja eller välja bort att integrera solceller i en renovering är också en kultur- och personfråga. Det beror alltså mycket på vem sitter på mandatet och driver frågorna. Även om det finns ett ägardirektiv för solenergilösningar inom ett företag så minskar chanserna för realiserade projekt radikalt om det interna engagemanget i bolaget saknas. Det kan inte nog poängteras hur viktigt det är att solcellerna finns med från början i upphandlingen om slutresultatet ska bli bra. De främsta skälen till osäkerheten i de ekonomiska kalkylerna är att man inte vet hur elpriserna kommer att utvecklas under anläggningens livslängd, osäkerhet kring förväntade livslängder, samt de oklara spelreglerna kring investeringsstöd, skatter med mera. Utvecklingen då det gäller skatter och förenklingar i regelverket generellt går nu åt rätt håll, men en hel del återstår att göra.



Utifrån workshopen kan vi tydligt se att de flesta av hindren ligger i de tidiga skedena i ett projekt. En annan slutsats är att många av hindren kan undanröjas med hjälp av informationsaktiviteter baserade på bra underlag som till exempel standardiserade upphandlingsunderlag, offertmallar, opartisk information om underhållskostnader, livslängder med mera. Samtidigt behövs det fler estetiskt tilltalande exempel att inspireras av med en mångfald av olika lösningar.

### Möjligheter att ta vara på

Parallellt med att vi har identifierat ett antal hinder på workshopen så har vi också sett många möjligheter framöver för att solcellsandelen på byggnadernas tak ska kunna ökas i samband med renoveringar. Några möjligheter som nämndes var bland annat ett växande miljöintresse generellt och en tydlig trend att antalet solcellsinstallationer ökar. Självförsörjning genom att producera egen el är för vissa aktörer en stark drivkraft. Nätoberoende har i dagsläget ingen reell innebörd men kan ändå fungera som drivkraft och kan på sikt komma att få betydelse, bland annat genom utvecklingen av lagringsteknik. Fastighetsägare och förvaltare som har installerat solceller upplever att de hinder som belyses ovan är överkomliga. Även om regelverken ofta upplevs som många och svåröverskådliga så har detta antagligen nått sin kulmen och arbetet är igång med att etablera tydliga, mer lättolkade och framförallt främjande (och inte kontraproduktiva) regelverk. Fastighetsförvaltarorganisationer börjar med strategiska budgetar och om tak ska renoveras så finns solceller allt oftare med på listan. Nya typer av dubbel-funktioner för solceller, utöver att vara en del av klimatskalet, såsom laddning av bilar (i den egna bilpoolen)

kan göra solcellsinstallationen på taket attraktivt i allt högre grad. När det gäller ekonomin, så blir solceller och batterier snabbt allt billigare och det kommer hela tiden nya initiativ kring kalkyl- och affärsmodeller som syftar till att förenkla affären kring solceller och öka antalet installationer.

Den största möjligheten är kanske ändå den som är också utgångspunkt för hela "Miljontak"-projektet: Miljonprogrammets renoveringsbehov där taken har en central roll och solet ofta finns med i diskussionen i något skede. I projektet undersöker vi specifikt eventuella fördelar med en prefabricerad taklösning med solceller framför en platsbyggd takrenovering med efterföljande solcellsinstallation. Fördelar som kan förväntas är:

- Högre kvalitet på såväl takkonstruktion som soleininstallation
- Kortare byggtid
- Högre arkitektonisk kvalitet
- Mer rationell solcellsinstallation med tidigt fokus på hur avloppsluftningar, ventilationskanaler med mera hanteras
- Byggnadsställning och eventuellt också väderskydd kan bli överflödiga,
- Mängden arbete på hög höjd minimeras.
- Att detta totalt sett går att lösa till ett konkurrenskraftigt pris återstår dock fortfarande att visa.

### "Miljontak" fortsätter året ut

Workshopen ger underlag för det fortsatta arbetet inom projektet. Härnäst skall en större enkätstudie genomföras bland aktörer som har fått bidrag för solcellsinstallation och aktörer som renoverat tak utan att samtidigt installera solceller. Utöver enkäten skall vi genomföra ett antal djupintervjuer med aktörer som installerat solceller. Projektet tar även fram statistik kring byggnadsbestånd som kan vara aktuella för takrenovering. Där

har vi även fokus på VVS-installationer eftersom renovering av dessa kan komma att påverka möjligheterna att installera solet på taket. En andra workshop kommer att hållas under senhösten och där blir syftet att lyfta fram och diskutera forskningsprojektets resultat och att testa olika hypoteser om hur viktiga hinder för en positiv utveckling ska kunna röjas ur vägen. ■

### Faktaruta:

Projektet "Miljontak" är ett samverkansprojekt mellan RISE (f.d. SP), Chalmers Arkitektur, Högskolan Dalarna, Skanska, Wästbygg, Sveriges Byggindustrier, Solkompaniet, White arkitekter, Vätterhem och Riksbyggen. Projektet finansieras av E2B2/ Energimyndigheten och SBUF och pågår 2016-2017.

Har du egna erfarenheter från takrenovering, goda eller dåliga, med eller utan solcellsinstallation, som du vill dela med dig av? Kontakta projektledaren Peter Kovács på peter.kovacs@ri.se

### Referenser:

- [1] Energimyndigheten 2016. *Förslag till strategi för ökad användning av solet*. ET 2016:16
- [2] Mjörnell K et al, 2011. *Miljoparena-Miljonprogrammarena. Innovativa åtgärdsförslag för renovering av byggnadsskal och installationer*. SP Rapport 2011\_39
- [3] Kjellsson E 2000. *Potentialstudie för byggnadsintegrerade solceller i Sverige*. LTH-rapport TVBH-7216
- [4] Larsson D et al, 2014. *Solar electricity in Swedish district heating networks*. Konferensbidrag, Svensk Fjärrvärme. The 14th International Symposium on District Heating and Cooling
- [5] Sommerfeldt N et al 2016. *Photovoltaic Systems for Swedish Prosumers* A technical and economic analysis focused on cooperative multi-family housing. ISBN:978-91-7595-936-8