

# Effektiv renovering med solceller

I projektet *Effektiva solcellstak* (EST), finansierat av Energimyndigheten inom ramen för forskningsprogrammet E2B2, har vi undersökt hur solcellsinstallationer på ett effektivt sätt kan integreras med renoveringsåtgärder på tak och fasader, i flerbostadshus och lokalbyggnader. **Vilka kompletterande byggåtgärder kan göras för att underlätta solcellsinstallationen – och hur samordnas de olika arbetsmomenten bäst i en upphandling?** Fallstudier av några utvalda renoveringsprojekt har gjort det möjligt att undersöka olika hypoteser och samla praktiska erfarenheter.

TEXT PETER KOVÁCS & DAVID LARSSON



**S**olenergi är nu snabbt på väg att etableras som en viktig del i omställningen till ett långsiktigt hållbart Sverige. Stora prissänkningar, förenklade regelverk och mer långsiktiga spelregler gör att intresset bland fastighetsägare och investerare ökat markant, vilket i sin tur leder till ökad aktivitet och nya möjligheter på utbudssidan.

Att planera för en solcellsanläggning bör i

dagsläget vara en självklar del av en takrenovering. Även renovering av el, värme och ventilation kan påverka möjligheterna för att få till effektiva solcellsinstallationer med stor klimatnytta. Kommer man fram till att den bästa lösningen är en vanlig utanpåliggande anläggning är det ibland enklare att göra den installationen i efterhand. Vill man göra någon av de anpassningar vi utreder bör solcellerna ingå i projektet och beroende på renoveringens omfattning kan olika entreprenadformer vara lämpliga. Särskilt

stora krav på samordning och planering blir det om solcellerna monteras regntätt och ska ersätta annat takmaterial. Idealt ska då en arkitekt eller konsult med erfarenhet av sådana projekt vara med i processen från början till slut. Intresset för solcellsfasader har ökat påtagligt under de senaste åren, men marknaden för fasadlösningar ligger en bra bit efter taken och eftersom genomgripande fasadrenoveringar är mer sällsynta så är det i första hand via nybyggnation som dessa börjar att etableras.

## → De fyra förstudierna och vad de lärt oss

### ■ LOKALFÖRVALTNINGEN (LF) I GÖTEBORG OCH ÄLDREBOENDET FYRVÄPPLINGEN

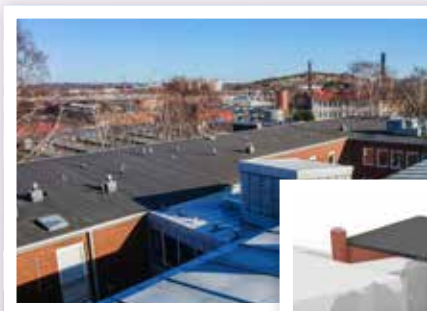
Äldreboendet består av två delar där papptaket på den äldre delen, se figur, är i behov av renovering. Alternativa möjligheter som diskuterades var dels en omläggning av papptaket och möjligheten att trots alla störande avluftningar m.m. som bryter upp takytan få till en snygg och effektiv solcellsanläggning. En väg fram kunde då vara ett förhöjt montage, se ”nya lösningar” nedan, en annan att kapa ner avluftningarna för att få in dem inom det utrymme som ett konventionellt solcellsmontage kan ge. Eftersom LF hade dåliga erfarenheter av papptak ville man gärna testa vad EST-projektets förslag på en för solceller ändamålsenlig ombyggnad av taket skulle innebära.

Exempel på frågeställningar och insikter som detta ledde fram till:

- Nya snölastkrav behöver normalt tillämpas vid en ombyggnad och en grundlig utredning om laster visade på behov av förstärkningar av takkonstruktionen men även av en del av husets stomme
- Samtidigt ifrågasattes kravet på förstärkningar vid ombyggnad eftersom det avsevärt kan fördyra en solcellsinvestering. Den stora merparten av takrenoveringar ses inte som ombyggnad och då krävs inga förstärkningar. På en byggnad med tegeltak kan exempelvis en integrerad solcells lösning som ersätter betongtakpannor minska takets vikt men ändå ge upphov till ett krav på takförstärkning om den definieras som en ombyggnad
- Ändrad orientering på takfallet kan dra med sig åtgärder för dagvattenhantering

### Summerade resultat

- ▶ Slutpriset på ombyggnad av taket med solceller blev, oavsett om cellerna integrerats eller monterats på traditionellt sätt alltför högt. Man valde i stället en enkel omläggning av pappen och att enbart lägga solceller på ett intilliggande falsat plåttak.
- ▶ Ambitionen att testa lösningar i framkant inom ramen för ett pågående stort investeringsprogram i Göteborgs stad kvarstår och projektet har bidragit med ny kunskap<sup>2</sup>.
- ▶ Otydlighet från flera leverantörer beträffande bland annat prissättning vid förfrågan från LF skickar signaler om att byggnadsintegration fortfarande är en omogen bransch som behöver ”komma ut” om marknaden ska växa
- ▶ Plåttak med integrerade tunnfilmssolceller blev väsentligt dyrare per installerad Watt än utanpåliggande kiselceller. De ger dessutom ett lägre energiutbyte på samma yta på grund av den lägre effektiviteten/omvandlingsverkningsgraden.



I bakgrunden den äldre delen av äldreboendet med sina många avluftningar spridda över taket

Arkitektförslaget på ny takutformning för att skapa ett tak för minskat underhåll och klart förbättrade möjligheter för en effektiv solcellsinstallation.



Gratik: Norconsult



Foto Mattias Hamrén

### ■ EINAR MATTSSON OCH ÅVINGE

Fastigheten Åvinge 2 var 2017 i behov av omfattande upprustning. Vid sidan av stambyte och lägenhetsrenovering planerades även värmeåtervinning med frånluftsvärmepumpar som var tänkta att placeras i nya fläktrum på taket. Einar Mattsson genomförde på ett av husen en omfattande takrenovering i linje med det koncept som utvecklades i det tidigare forskningsprojektet Miljontak, där många små fläktrum ersatts av ett stort. Därigenom tillskapades betydligt större ytor för solceller, både på taket och fasaden.

Inom ramen för EST genomförde Solkompaniet Konsult en analys av de föreslagna energilösningarnas klimatpåverkan som en del av ett test av verktyget Tidstegen<sup>1</sup>.

### Summerade resultat

- ▶ En tidig dialog med bygglovshandläggare för att presentera projektet, liksom tydliga visualiseringar av den planerade solcellsinstallationen kan underlätta processen med bygglov och spara mycket tid.
- ▶ Analysresultat från Tidstegen visade att de frånluftsvärmepumpar som installerades är negativa ur klimatsynpunkt genom att de ökar fastighetens elanvändning samtidigt som de tar bort en del elproduktion från den mottryckskraft som annars skulle levererat fjärrvärme till fastigheten. Solcellerna bidrar däremot positivt.
- ▶ Planer på att lagra överskottsel från solcellerna i form av varmvatten avskrevs, då detta gjorde projektet mer komplext och inte bidrog med någon extra klimatnytta.
- ▶ Mer takyta fanns tillgängligt på intilliggande byggnader, men dessa utelämnades på grund av att egenanvändningen där skulle ha blivit mycket låg, delvis eftersom hushållselen här liksom i Borås distribuerades via egna lägenhetsabonnemang. Dessa kan enligt nuvarande regelverk inte utgöra underlag för egenanvändning av den solen som produceras. Möjligheten att lägga om dessa till ett gemensamt abonnemang med undermätning undersöktes inte då renoveringen planerades.

## ■ AB BOSTÄDER I BORÅS OCH TOLVSKILLINGEN

Fastigheten Tolvskillingen 2, byggd 1968, består av sex huskroppar med trevåningshus där varje gård har en gemensam fjärrvärmeanlutning och ett elabonnemang för driftel. Varje lägenhet har sitt eget el-abonnemang. Husen har självdragsventilation som blivit otillräcklig efter att husen energieffektiviserats och ett nytt ventilations-system behövde installeras. Fastighetsägaren valde då att undersöka möjligheterna med att samtidigt med detta installera solceller.

I förstudien blev det tydligt att en genomgripande renovering av ventilationssystemet, beroende på vilken lösning man väljer, kan få stor inverkan på takutformningen och/eller på förekomsten av installationer på taket. Detta kan i sin tur påverka förutsättningarna för en solcellsinstallation och möjligheten att åstadkomma stora sammanhängande ytor för solceller. Eftersom olika alternativ för ventilation, värme och varmvatten resulterar i olika elbehov så finns det även i det avseendet anledning att titta på helheten när man planerar en solcellsanläggning eller en takrenovering. Egen användning av den el som solcellerna producerar är som regel mer lönsam än att sälja ett överskott och en ventilationslösning med högre elanvändning ger därmed under-

lag för en större solcellsanläggning med bibehållen god ekonomi. Fallstudien i Åvinge, se nedan, visar dock att klimatnyttan i det fallet i stället kan bli lägre. Ett ur klimatsynpunkt mer självklart sätt att motivera en större solcellsanläggning som också undersöktes är att lägga samman lägenheternas elabonnemang till ett kollektivt abonnemang med undermätning. Hyresgästföreningen ställde sig positiva men fastighetsägaren har valt att avvakta med sådana åtgärder vid renovering, bland annat på grund av oklara skatteregler.

Ventilationsutredningen ledde fram till valet av enkel frånluftventilation utan värmeåtervinning. Avgörande argument var dålig ekonomi i konkurrerande lösningar som ett resultat av dåliga praktiska förutsättningar.

Slutsatsen var att ventilationsombyggnaden inte skulle komma att få någon stor inverkan på takets utformning, möjligen skapa ytterligare hinder för solceller på taken. Taken var inte heller i behov av renovering i närtid utan någonstans i mitten av sin livscykel vilket bidrog till att fastigheten bedömdes som mindre intressant för solcellsinstallation. AB Bostäder beslutade därför att avvakta med solcellsinvesteringen i väntan på ett mer lämpligt objekt.

## Summerade resultat

- ▶ Vid övergång från s till F, FX eller FTX-ventilation ökar elanvändningen, och därmed underlaget för egenanvändning av producerad solexel i ordningen F, FTX, FX
- ▶ Vid övergång från s till F, FX eller FTX-ventilation påverkas indirekt förutsättningarna för en solcellsinstallation på olika sätt eftersom det ofta resulterar i mer omfattande installationer på taket. Om installationerna arrangeras eller byggs in på rätt sätt skapas samtidigt förutsättningar för en effektivare solcellsinstallation. Om inte så kan förutsättningarna i stället försämrats. Samordning av dessa två aktiviteter kan ge en på flera sätt effektivare helhetslösning men det finns även anledning att tänka på solceller om en sådan investering kan tänkas bli aktuell längre fram
- ▶ Med ett upphöjt montage skulle det vara möjligt att inrymma cirka 100 kW solceller per huskropp, jämfört med 20 kW per huskropp vid ett standardmontage på de ytor som är fria från installationer.
- ▶ Oklara skatteregler är en anledning till att bolaget väljer att avstå från att lägga samman individuella elabonnemang till ett gemensamt med egen undermätning vilket skulle skapa förutsättningar för en större solcellsanläggning



Gratik: Krook & Tjäder Arkitekter

## ■ GÅRDSTENSBOSTÄDER OCH NORRA GÅRDSTEN

Gårdstensbostäder är en erfaren beställare med en erfaren byggprojektledare som under lång tid genomfört solenergiinvesteringar och skaffat erfarenhet av olika upphandlings- och entreprenadformer<sup>3</sup>. Timjans- och Saffransgatan i norra Gårdsten är ett miljonprogram byggt 1970 där taken på 80-talet byggts om från platta till uppstolpade plåttak som nu var i behov av renovering. Alternativet att bygga nya yttertak valdes bort efter en inledande grov kalkyl och man valde i stället att reparera läckande tak och att förstärka dem på de södertak på varannan huskropp, där solceller skulle monteras i ett enkelt utanpåliggande montage.



## Summerade resultat

- ▶ Den stora förtjänsten med att kombinera takrenovering och solcellsinstallation på höga byggnader är minskade ställningskostnader vilket kan utgöra en avsevärd andel av kostnaden för en solcellsanläggning
- ▶ Genom att fastighetsägaren redan vid takomläggningen på 80-talet varit förutseende inför kommande solenergiinstallationer och samlat alla utvändiga installationer vid nock kunde man utan stora ingrepp få på plats en effektiv och estetiskt sett ok solcellsanläggning.
- ▶ Sedan tidigare fanns ett gemensamt elabonnemang med undermätning av lägenheternas elanvändning vilket utan ytterligare åtgärder möjliggjorde en större anläggning med bibehållen god ekonomi än om lägenheterna haft egna abonnemang.
- ▶ Stora takytor förblir outnyttjade för resurseffektiva solcellsmontage när endast halva taket på hälften av byggnaderna beläggs med solceller. Det är en naturlig följd av dagens regelverk och en företagsekonomisk optimering av anläggningen där man i Gårdsten siktade på en överproduktion inom maximalt 5–10 procent.
- ▶ En anbudsförfrågan som omfattade både takförstärkning och solcellsinstallation fungerade i detta fall bra och solcellsentreprenören kunde själv genomföra en enklare takförstärkning. En option på ytterligare sju takinstallationer löstes ut efter att den första installationen godkännts.
- ▶ Det har länge varit en ambition att ha med Gårdstens solcellsanläggningar i Göteborg Energis system för fastighetsuppföljning, men liksom i flera tidigare projekt har detta blivit ogjort. Detta är tyvärr en alltför vanlig erfarenhet vid solcellsinstallationer vilket till exempel LF Göteborg framgångsrikt hanterat genom att ta med en styrentreprenad i sina solcellsinstallationer för att bidra med en förhållandevis trivial men viktig insats.

#### → DETALJPLANER OCH BYGGLOV BORDE STÖTTA, INTE HINDRA

När tak byggs om för solceller är bygglov en central fråga. Det handlar dels om att göra något smakfullt, men kanske ännu mer om att hålla sig inom den maximala byggnadshöjd som regleras i områdets detaljplan.

Ibland är det möjligt att göra avsteg från detaljplanen, med hänvisning till projektets klimatnytta, men det enklaste är att hålla sig inom det som är föreskrivet. Erfarenheten från flera fallstudier är att osäkerheten kring om en föreslagen utformning kommer att beviljas bygglov eller ej, samt långa handläggningstider för bygglov, utgör ett omfattande hinder för den typ av takombyggnader som analyseras inom projektet. Detta trots att solceller som följer takets plan och inte är byggnadsintegrerade sedan flera år ska vara bygglovsbefriade. En rekommendation från projektet är därför att Boverket än en gång ser över reglerna för bygglov till solceller i syfte att förenkla solenergin tillväxt i Sverige. På samma sätt efterlyses ett mer proaktivt detaljplanarbete för att katalysera utvecklingen mot en minskad klimatpåverkan från byggnader och energiproduktion.

#### NYA LÖSNINGAR BEHÖVS

Den övergripande ambitionen inom projektet har varit att av klimatskäl få in så mycket solceller som möjligt på taken, samtidigt som detta måste göras tillräckligt kostnadseffektivt. Erfarenheterna från Einar Mattsson är att ombyggnationen till ett stort fläktrum blev avsevärt dyrare än det ursprungliga alternativet med många små. Samtidigt finns det nu stora ytor tillgängliga på vinden, som skulle kunna få ett värde om de görs uthyrningsbara.

Projektet har arbetat strukturerat med att ta fram förslag på alternativa lösningar som möjliggör stora solcellsytor på ett kostnadseffektivt sätt. Allra bäst ser vi att det kan bli om solcellerna monteras regntätt, så att solcellerna ersätter andra material. Detta förutsätter dock ofta att vvs-installationer flyttas eller att solcellerna monteras högre upp.

#### RENOVERING AV EL OCH VENTILATION KAN BANA VÄG FÖR EN BRA SOLCELLSINVESTERING

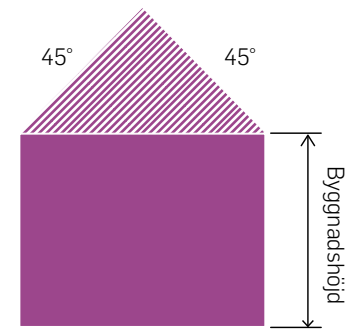
En av projektets förstudier initierades främst på grund av att ventilationssystemet behövde renoveras vilket senare ledde fram till insikten att en byggnads ventilationslösning kan ha en stor inverkan på förutsättningarna för solceller, ur flera olika aspekter. För det första medför ventilationen ofta ett antal takhuvar på den yta som är aktuell för solceller, ibland även ihop med större aggregat för värmeåtervinning. Men system

för värmeåtervinning kan också motivera en större investering i solceller, då de ökar fastighetens elbehov och ger ett större underlag för den solel som produceras. Ska ventilationen byggas om och kompletteras med värmeåtervinning kan detta också vara ett ypperligt tillfälle för en bra helrenovering av taket, som då planeras för solceller.

Ur ett övergripande klimatperspektiv kan också lyftas att värmeåtervinning som görs på bekostnad av ökad elanvändning så som i Åvinge oftast i grunden leder till en negativ påverkan.

#### VÄGEN FRAMÅT FÖR OPTIMERADE SOLCELLSTAK

Vi har undersökt hur man kan skapa goda förutsättningar för solcellsinstallationer i samband med renovering av i första hand tak på olika typer av byggnader. Där taken är väl synliga och kraven på god estetik följaktligen högre samtidigt som renoveringen är djupgående ökar möjligheterna att nå kostnadseffektivitet med mer komplexa men samtidigt resursmässigt och estetiskt mer fullödiga lösningar. Vid mindre genomgripande renoveringar kan ändå god estetik nås med enklare utanpåliggande lösningar om man kan undvika fragmenterade ytor



På ett hus med platt tak är det ofta möjligt att göra tillbyggnader inom det streckade området utan att den beräknade byggnadshöjden påverkas.

och använda paneler med enhetlig färgsättning på allt från celler till ramar, baksides-täckning och montagesystem. Än så länge erbjuds främst helsvart men en rad olika kulörer är på väg. För fasader som allt oftare diskuteras i samband med solceller tillkommer det faktum att de material man ersätter med solceller ger en större ekonomisk besparing än i ett takprojekt. Det finns alltså all anledning att närmare undersöka vad marknaden kan erbjuda även i det fallet. En översikt av olika lösningar för takmontage ser du nedan.

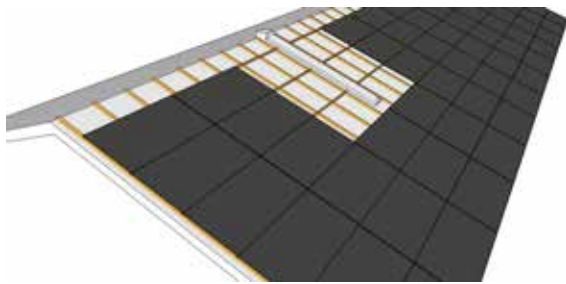
## Exempel på solcellslösningar på den svenska marknaden

**1 Solar Stone** från Svea solar är liksom Soltech Roof integrerad i taket tillsammans med Carismapannan. Modulen bygger på kiselteknik och ger därmed högre effekt per ytenhet än en tunnfilmsprodukt.

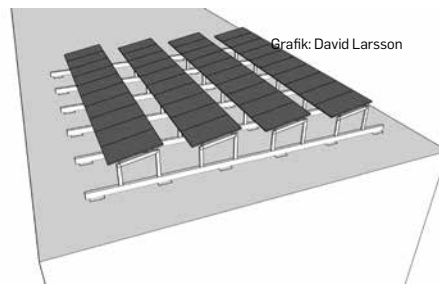
**2 Soltech Roof** är en byggnadsintegrerad tunnfilmsprodukt som är utformad att passa tillsammans med Benders Carisma betongpanna. Produkten består av en glas-glas modul som monteras med en tillhörande metallram direkt i träläkten där den alltså ersätter ett antal pannor.

**3 Midsummer Wave** är en svensktillverkad tunnfilmsmodul som tagits fram i samarbete med Benders. Cellerna är inkaplade i ett polymermaterial viket gör modulerna lätta och böjbara. SunWave är utformade att passa till Benders Palema betongpanna som den alltså inte ersätter utan appliceras utanpå.





Omdragning av avloppsluftning utvärdigt på tak, solceller med regntätt montage ersätter taktäckningen.



Grafik: David Larsson

Upplyft montage av solceller, infästningen anpassad för enkel omläggning av tätskikt.

Vad behövs då för att driva utvecklingen vidare så att de stora möjligheterna med solceller i samband med byggnadsrenoveringar och nybyggnation inte går förlorade samtidigt som en storskalig utbyggnad ska bli så resurseffektiv som möjligt och inte förfula våra städer? På produktsidan finns nu allt fler varianter på framför allt takintegrerad solel att tillgå men priset anses fortfarande ofta vara för högt. Vägen mot lägre kostnader går via användning av solcellsmoduler av standardformat, standardiserade anpassningar till andra byggnadsdelar

och ett mer industrialiserat byggande med en högre grad av prefabricering. Ökad kunskap om vilka krav som ställs på de färdiga systemen och bevis på att kraven uppfylls t.ex. genom CE-märkning och kompletta miljövarudeklarationer krävs för att minska osäkerheten i alla led så att riskpåslagen kan minskas. Vi ser både ett behov av, och ett stort intresse från beställarkåll för att genomföra demonstrationsprojekt där mer effektiva upphandlingsprocesser och samverkansformer kan etableras och kunskap och erfarenheter systematiskt kan tas till-

vara. Kanske är det dags att damma av konceptet innovationsupphandling i någon form och låta en nystart av miljonprogrammets renovering utgöra ett äkta levande labb med en riktigt tung beställargrupp. EU:s aviserade renoveringsvåg och över synen av direktivet om byggnaders energiprestanda och energieffektiviseringsdirektivet som genomförs under 2021 pekar i rätt riktning. ■

**RISE genomför under 2020–2021 på uppdrag av Energimyndighetens Testlab en provning av nio olika solcellssystem för villor där flera varianter på takmonterade och olika grader av integrerade solcellsprodukter ingår. Eftersom samtliga produkter går bra att använda även i mer storskaliga tillämpningar visas här några exempel på vad svenska leverantörer idag kan erbjuda.**

**4** I testet ingår tre exempel på traditionellt utanpåliggande montage här representerat av **Ikeas "Solstråle"**, **Kraftpojckarna** och **Borås Elhandel** står för de två andra systemen.

**5-6 Lindabs Solar Roof** består av ett falsat plåttak (klickfals) med tunnfilmssolceller täckta av en polymer som limmats mellan falsarna. Längst fram till höger en annan variant på falsad plåt, **Roofit från Energihusgruppen** som har en traditionell fals och högeffektiva kiselceller inlaminerade mellan plåten och ett hårdat glas.

Ytterligare tre anläggningar ingår i testet, två traditionella utanpåliggande montage och ytterligare en integrerad lösning, Midsummers "Bold", med tunnfilms-solceller inlaminerade mellan två polymerskikt. **Läs mer:** <http://www.energi-myndigheten.se/tester/tester-a-o/solcellssystem-for-villor-april-2021/>

#### Noter

1. IVL-rapport B2373. Klimatbedömning av energilösningar i byggnader – Pilotprojekt för test av verktyget Tidstegen. Tidstegen är ett fritt tillgängligt verktyg med vars hjälp man kan beräkna och jämföra klimatpåverkan under driftfasen när energilösningar planeras vid nybyggnad eller renovering. Verktyget kan laddas ner från <https://www.ivl.se/projektwebbar/tidstegen.html>
2. Lokalförvaltningen i Göteborg arbetar med ett ambitiöst investeringsprogram för solceller fram till 2030 och har priset för en effektiv upphandlings- och genomförandeprocess, se <https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/tekniska-krav-och-anvisningar-for-dig-som-bygger-lokaler-at-goteborgs-stad/solceller>
3. Läs mer om upphandling av kombinerad takrenovering och solcellsinstallation i Husbyggaren 2020-04.



Se klipp från testerna på Energimyndighetens YouTube-kanal.



**PETER KOVÁCS**  
Forskningsingenjör RISE



**DAVID LARSSON**  
Senior konsult