



SAMHÄLLSBYGGNAD
ENERGI OCH CIRKULÄR
EKONOMI



Regelmässiga förutsättningar för takrenoveringar och solcellsinstallationer – en litteratursammanställning

Peter Kovacs, Patrik Ollas & Olleper Hemlin

RISE Rapport 2018:03

Regelmässiga förutsättningar för takrenoveringar och solcellsinstallationer – en litteratursammanställning

Peter Kovacs, Patrik Ollas & Olleper Hemlin

Abstract

Regulatory conditions for roof renovations and solar PV installations - a literary summary

The report presents a two-piece literature summary summarizing incentives and regulatory barriers to the renovation of multi-family houses, as well as general regulations, policies and other conditions for installations of solar cell installations. For developers and suppliers with interest in roof renovation with solar cells, the report aims to provide a picture of the conditions for such actions. The overall picture is that there is a rapid positive development of incentives and regulations specifically for solar cells. Additionally, regulations for energy efficiency and environmental certification can motivate property owners to carry out such combined approach.

This report complements the project report for project "Environmental Roofing - Solar Energy Redevelopment" (Energy Agency Project Number: 41857-1) and is available via E2B2's website - <http://www.e2b2.se/>.

Key words: Roof Renovation, Million Programme, Solar PV & Solar Cells

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2018:03

ISBN: 978-91-88695-38-3

Borås 2018

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| Abstract | 1 |
| Innehåll | 2 |
| Förord | 3 |
| Sammanfattning | 4 |
| 1 Incitament och regelmässiga hinder vid renovering och ombyggnad av flerbostadshus | 5 |
| 1.1 Piskor | 5 |
| 1.2 Morötter..... | 7 |
| 1.3 Regelmässiga hinder vid renovering | 10 |
| 2 Installationsteknik och policys för solel på tak | 13 |
| 2.1 Regelverk, policys och andra förutsättningar..... | 13 |
| 2.2 Installation/teknik/renovering | 15 |
| 2.3 Brand | 20 |
| 2.4 Ekonomi..... | 20 |
| 3 Referenser | 22 |

Förord

I Sverige står bebyggelsen för cirka 35 procent av energianvändningen och det är en samhällsutmaning att åstadkomma verklig energieffektivisering så att vi ska kunna nå våra nationella mål inom klimat och miljö. En stor andel fastigheter byggda under miljonprogrammet står inför renoveringsbehov och energieffektiviseringsåtgärder; bland annat förväntas många tak att bytas ut. I samband med takbyten finns det goda möjligheter att även installera solceller.

Miljontak är ett av projekten som har genomförts inom E2B2-programmet med hjälp av stöd från Energimyndigheten och från SBUF-Sveriges Byggindustriers Utvecklingsfond. Det har letts av RISE och har genomförts i samverkan med Sveriges Byggindustrier, Skanska, Wästbygg, Chalmers, Solkompaniet, Högskolan Dalarna, White arkitekter, Riksbyggen och Vätterhem.

Sammanfattning

Rapporten redogör för en tvådelad litteratursammanställning som dels sammanfattar incitament och regelmässiga hinder vid renovering av flerbostadshus, och dels redogör för de generella regelverk, policys och andra förutsättningar vid installationer av solcellsanläggningar. Den första delen är resultatet av litteratursökningar och intervjuer om tillgängliga stöd och regelverk och den andra delen baseras enbart på litteratursökning. För aktörer på beställar- och leverantörssidan med intresse för takrenovering med solceller, syftar rapporten till att ge en bild av förutsättningarna i form av incitament och hinder.

Den samlade bilden är att det pågår en snabb positiv utveckling kring incitament och regelverk specifikt för solceller och att även regelverk för energieffektivisering och miljöcertifiering kan motivera fastighetsägare till att ta ett sådant samlat grepp. Sammantaget utgör de styrande kraven – vid en renovering som klassas som en omfattande ändring – dock snarare ett hinder än en möjlighet för att genomföra de koncept som tagits fram i projektet.

Denna rapport utgör ett komplement till projektrapporten för projektet ”Miljontak – takrenovering med solceller” (Energimyndighetens projektnummer: 41857-1) och finns tillgänglig via E2B2's hemsida - <http://www.e2b2.se/>.

1 Incitament och regelmässiga hinder vid renovering och ombyggnad av flerbostadshus

Nedan följer en genomgång av vilka incitament och regelmässiga hinder som finns idag vid renovering och ombyggnad av flerbostadshus. Genomgången behandlar bara frågorna utifrån renoverings-/ombyggnadsperspektivet och omfattar alltså inte incitament och hinder som är specifika för en soleininvestering. Uppdelningen är gjord i tre olika grupper – piskor, morötter och regelmässiga hinder. Piskor är mer eller mindre tvingande incitament för renovering av flerbostadshus. Morötter är positiva incitament som ska uppmuntra till renovering genom verktyg som gör det möjligt för ägaren att nå *goodwill* och i slutänden ekonomisk vinning, t.ex. genom en miljömärkning, eller mer direkta ekonomiska fördelar t.ex. genom subventionerade lån. Regelmässiga hinder är de lagkrav, förordningar och föreskrifter som idag är gällande och i varierande utsträckning kan utgöra hinder vid samtidig renovering/ombyggnad av flerbostadshus och installation av solceller.

Information har samlats in via Boverkets hemsida och deras sammanställning av tillgängliga bidrag samt via utredningar som gjorts tidigare gällande hinder och möjligheter vid renovering och energieffektivisering av flerbostadshus inom miljonprogrammet.

Genomgången här begränsar sig till incitament och regelmässiga hinder vid renovering och ombyggnad av flerbostadshus och tar inte med ”mjuka faktorer”, exempelvis kunskapsbrist hos beslutsfattare, som kan påverka ett beslut om renovering. Andra exempel på sådana redovisas bland annat i en studie av kommunalt ägda flerbostadshus i Södra Sverige från 2014 [1] och i en rapport från Boverket och Energimyndigheten från 2016 [2].

1.1 Piskor

Boverkets byggregler, BBR, gäller både när man uppför och ändrar en byggnad och innehåller bland annat föreskrifter om energihushållning och minimivärden för energiprestanda som måste uppfyllas, se kapitel 9 i BFS 2017:5 och Tabell 1 nedan [3]. Byggnadens energiprestanda ska fastställas för ett normalt år och brukande enligt föreskrifterna som finns beskrivna i ”BEN - Om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår” [4]. Kraven från BBR på energihushållning syftar till att minska energianvändningen inom fastighetssektorn och verkställs genom att kravnivåerna skärps löpande. *Generellt sett är nybyggnadskraven på väg att bli verkligt styrande genom den successiva skärpning som pågår. Vad beträffar renovering eller ändring så är de dock fortfarande väldigt trubbiga och innebär i praktiken inget stöd för att installera solceller i samband med en takrenovering. Om takrenoveringen skulle innebära tillbyggnad av nya våningsplan gäller däremot nybyggnadskrav och solcellerna kan då bidra till att nå energikraven.*

För närvarande gäller BBR 24 och 25 parallellt, men i vissa kommuner har man helt gått över till BBR 25 trots att detta inte gäller strikt innan 1/7-2018 (I Boverkets BBR26-remiss föreslås att övergångsperioden för BBR24 förlängs till sista december 2018 samtidigt som BBR26 preliminärt kommer att ersätta BBR25 i huvudsak utan övergångsperiod fr.o.m. 1 april 2018). Ursprungligt förslag på primärenergifaktor för el var 2,5 men i BBR 25 är den nu 1,6. Den kommer dock troligen att höjas till ca 2,0 i en version som skall gälla från 1/1 2021. Samtidigt kommer primärenergifaktorn för fjärrvärme sannolikt att sänkas till ca 0,8. Primärenergitalet, d.v.s. det enligt särskild formel omräknade kravet på högsta tillåtna energianvändning för uppvärmning, varmvatten, eventuell komfortkyla och fastighetsenergi är för flerbostadshus 85 kWh/m²/år i BBR 25, se Tabell 1. Detta värde kommer sannolikt också att sänkas 1/1 2021, uppskattningsvis till ca 70 kWh/m²/år. F_{geo} är en geografisk justeringsfaktor som beror på var i Sverige byggnaden är placerad, se Tabell 9:2c i BFS 2017:5. För notering 1) – 5) i Tabell 1, se BFS 2017:5.

Tabell 1 Högsta tillåtna primärenergital (EP_{pet}), installerad eleffekt för uppvärmning, genomsnittlig värmegenomgångskoefficient (U_m) och genomsnittligt luftläckage, för småhus, flerbostadshus och lokaler enligt BFS 2017:5. För notering 1) – 5), se BFS 2017:5 [3]

| | Energiprestanda uttryckt som primärenergital (EP_{pet}) [kWh/m ² A_{temp} /år] | Installerad eleffekt för uppvärmning [kW] | Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient, U_m [W/m ² /K] | Klimatskärmens genomsnittliga luftläckage vid 50 Pa trycksskillnad [l/s/m ²] |
|--|---|---|---|--|
| Bostäder | | | | |
| Småhus | 90 | $4,5 + 1,7 \cdot (F_{geo} - 1)^1$ | 0,40 | Enligt avsnitt 9:26 i BFS 2017:5 |
| Småhus med $A_{temp} < 50 \text{ m}^2$ | Inget krav | Inget krav | 0,33 | 0,6 |
| Flerbostadshus | 85 ⁴⁾ | $4,5 + 1,7 \cdot (F_{geo} - 1)^{1,5)}$ | 0,40 | Enligt avsnitt 9:26 i BFS 2017:5 |
| Lokaler | | | | |
| Lokaler | 80 ²⁾ | $4,5 + 1,7 \cdot (F_{geo} - 1)^{1,3)}$ | 0,60 | Enligt avsnitt 9:26 i BFS 2017:5 |
| Lokal med $A_{temp} < 50 \text{ m}^2$ | Inget krav | Inget krav | 0,33 | 0,6 |

Enligt lag (2006:985) om Energideklaration för byggnader ska ”Den som för egen räkning uppför eller låter uppföra en byggnad ska se till att det finns en energideklaration upprättad för byggnaden” [5]. Energideklarationen i sig – och möjligheten att jämföra prestanda med andra liknande byggnader – kan ses som ett incitament till renovering av befintlig byggnad, exempelvis i form av en takrenovering.

Även om BBR-kraven nu ses som en piska som driver mot bättre energiprestanda så innebär den samtidigt i viss mån (vid nybyggnad) ett incitament för att installera solceller eftersom en del av den producerade elenergin kan räknas av från

byggnadens energianvändning och därmed bidra till att uppfylla kraven. Den kan på så sätt betraktas som en energieffektiviseringsåtgärd.

Den solelproduktion som kan räknas av från primärenergitalet enligt BBR i en fjärrvärmvärmd byggnad är el till hissar, fläktar, cirkulations- och VVC-pumpar och ev. gemensam belysning. I byggnader med värmepump tillkommer driftel till denna (kompressor, ev. brine-pump och ev. fläkt i uteluftsdel), i första hand till varmvattenproduktion under dagar med hög produktion av solel. Solel som ska räknas av från husets energianvändning multipliceras med primärenergifaktorn dvs. 1 kWh är "värd" 1,6 kWh. Eftersom avräkningen av producerad solel i teorin ska göras "momentant" (i praktiken inom en timme) och nämnda förbrukningar sällan mäts separat är det inte möjligt att exakt bestämma hur stor andel solel som kan räknas in. Därför använder man schabloner för att uppskatta detta (anvisningar kring detta saknas ännu så länge i Boverkets föreskrift BEN). I en normalt dimensionerad solelanläggning (vanligen "överdimensionerad" i förhållande till BBR) kan producerad solel enligt BBR25 schablonmässigt uppskattas ge en minskning på 3-5 kWh/m²/år i ett fjärrvärmvärmt hus. I ett hus med bergvärmepump är motsvarande siffra 6-8 kWh/m²/år. Om primärenergifaktorn höjs till ca 2,0 1/1 2021 blir minskningen 4-6 kWh/m²/år i ett fjärrvärmvärmt hus och 8-10 kWh/m²/år i ett hus med bergvärmepump. All el som används i lägenheterna räknas som hushållsel vilken inte till någon del kan räknas av i BBR-kraven. Däremot kan denna elanvändning ingå i summan av egenanvänd el under förutsättning att byggnaden/ fastigheten har en gemensam anslutningspunkt till elnätet.

1.2 Morötter

Ett annat verktyg för att kvantifiera en byggnads miljöprestanda är miljöcertifieringssystemet Miljöbyggnad som med hjälp av 13 olika indikatorer som gäller för befintliga byggnader ger en miljöklassning för BRONS, SILVER eller GULD. Miljöbyggnad är i dag den helt dominerande certifieringen för flerbostadshus. Se Tabell 3 för några exempel på hur betygsriterierna ser ut för tre valda indikatorer inom Miljöbyggnad 3.0 [6]. Observera att indikatorerna skiljer sig en del från de som gäller vid nybyggnation.

Solceller på en byggnad ger positiva bidrag till värderingen inför en certifiering med Miljöbyggnad genom indikatorerna 3 "Energianvändning" och 4 "Andel förnybar energi". Betygsriterierna för indikatorn "Andel förnybar energi" framgår av Tabell 2 där solceller är en av två möjliga vägar att nå guld-nivån. Andelen förnybar energi räknas på byggnadens totala årliga energianvändning det vill säga inklusive hushållsel och verksamhetsenergi. Solcellselen kan alltså bidra i långt större utsträckning här jämfört med i uppfyllande av BBR-kraven.

Tabell 2. Kriterier för "Andel förnybar energi"

| Indikator 4 | BRONS | SILVER | GULD |
|----------------------------------|--|--|---|
| Bostäder och alla lokalbyggnader | > 50 % av den använda energin är förnybar. Ursprungsgaranterad el och allokerad värme accepteras. | > 75 % av den använda energin är förnybar varav > 10 % är förnybar flödande. | > 75 % av den använda energin är förnybar. Ursprungsgaranterad el och tredjepartsgranskad allokerad fjärrvärme |

| Indikator 4 | BRONS | SILVER | GULD |
|-------------|-------|---|---|
| | | ALTERNATIVT > 80 % av den använda energin är förnybar. Ursprungsgaranterad el och tredjepartsgranskad allokerad fjärrvärme accepteras. | accepteras OCH > 5 % är ny förnybar flödande lokalt generad och använd i byggnaden. ALTERNATIVT 95 % av den använda energin är förnybar |

Tabell 3 Exempel på några indikatorers betygskriterier från Miljöbyggnad 3.0

| Indikator | BRONS | SILVER | GULD |
|------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Energianvändning | BBR-krav | 80 % av BBR-kravet | 70 % av BBR-kravet |
| Solvärmelast | < 38 W/m ² | < 29 W/m ² | < 18 W/m ² |
| Radonhalt | ≤ 200 Bq/m ³ | ≤ 100 Bq/m ³ | ≤ 60 Bq/m ³ |

De 13 indikatorerna som gäller för befintliga byggnader ges av Tabell 4.

Bedömningen skall göras av oberoende tredjepartsexperter. Mycket av det underlag som krävs vid en certifiering finns redan hos fastighetsägaren – exempelvis utnyttjas energideklarationen, OVK, etc.

Tabell 4 De 13 indikatorer som gäller för miljöcertifiering av befintlig byggnad

| Indikator # | Indikator |
|-------------|---------------------------|
| 1 | Värmeeffektbehov |
| 2 | Solvärmelast |
| 3 | Energianvändning |
| 4 | Andel förnybar energi |
| 5 | Ljud |
| 6 | Radon |
| 7 | Ventilation |
| 8 | Fuktsäkerhet |
| 9 | Termiskt klimat, vinter |
| 10 | Termiskt klimat, sommar |
| 11 | Dagsljus |
| 12 | Legionella |
| 16 | Sanering av farliga ämnen |

Vid ombyggnation görs en bedömning av hur omfattade ombyggnationen är och indikatorerna väljs sedan från båda manualerna ”Nybyggnation” och ”Befintlig byggnad”. För området material ska kvarvarande byggnadsdelar inventeras med avseende på miljöstörande ämnen och tillkommande ska bedömas enligt indikatorerna Dokumentation och Utfasning av farliga ämnen i manualen för nyproduktion.

Ytterligare verktyg att märka och klassa byggnader efter bland annat energiprestanda är BREEAM¹, *Green Building*² och LEED³.

I en studie gjord av *Copenhagen Economics* på hur energiprestandan för ett småhus påverkar marknadsvärdet har man genom en studie från 365 000 försäljningar av enfamiljshus i Danmark mellan 2006 – 2014 kunnat visa på en tydlig trend mellan försäljningspris och energiprestanda [7]. Där hus med högre energiprestanda (bättre energimärkning) haft ett högre försäljningspris jämfört med liknande objekt. En brittisk studie över effekterna av energieffektiviseringsåtgärder i lokaler visar också att fastighets värde marknadsvärde ökar efter genomförda åtgärder [8]. I en studie gjord av BELOK⁴ har man intervjuat fastighetsägare och fastighetsvärderare för att bland annat undersöka energieffektiviseringsåtgärdernas effekt på fastighetsvärdet [9]. Rapporten innehåller även en sammanställning över resultat från tidigare studier kring kopplingen mellan miljömärkning/energieffektivisering och fastighetsvärde. I de internationella studierna som refereras i rapporten konstanterar man att det finns en tydlig koppling mellan miljöcertifiering/energieffektivisering och ökat fastighetsvärde. Från intervjustudien med de svenska aktörerna såg man främst kopplingen mellan energieffektiviseringsåtgärder och ett ökat fastighetsvärde via ett ökat driftsnetto som i sin tur är en konsekvens av en reducerad användning av el, värme och kyla. Vidare noterades en trend om en ökad efterfrågan på miljöklassade byggnader.

Boverket har ett stöd som kan sökas för renovering och energieffektivisering av hyresbostäder i områden med socioekonomiska utmaningar [10]. Stödet syftar till hyresrabatter för hyresgästerna i samband med energieffektiviserande åtgärder. Regeringen har avsatt 478 miljoner under 2017. Stödet kan sökas för byggnader som finns i områden med socioekonomiska utmaningar⁵ och som har en övervägande del hyreslägenheter. Tidigare krav på att byggnaden också ska ha en energiprestanda som är 130 kWh/m² eller sämre har tagits bort hösten 2017. Stödet för **renovering** uppgår till 20 % av kostnaderna för att genomföra åtgärden, dock högst 1 000 kr per m² (A_{temp}) för den byggnad som renoveras. Stödet för **energieffektivisering** får högst uppgå till 500 kr per m² (A_{temp}) för byggnaden och motsvara högst 5 % av kostnaderna för att genomföra den totala renoveringsåtgärden.

Boverket har ett särskilt stöd för hyresbostäder och bostäder för studerande som syftar till att det ska byggas fler hyresrätter och bostäder för studerande [11]. Bostäderna ska ha rimliga boendekostnader och ha lägre energianvändning än vad som gäller för övrig nyproduktion enligt Boverkets byggregler. Stöden kan ges till nybyggnation, tillbyggnad eller ombyggnad av bostäder i flerbostadshus och småhus så länge upplåtelseformen är

¹ <http://www.breeam.com/>

² <https://www.sgbc.se/om-greenbuilding>

³ <https://www.sgbc.se/var-verksamhet/leed>

⁴ <http://belok.se/> (BELOK, Beställargruppen lokaler)

⁵ Fler än 50 procent av hushåll med låg köpkraft

hyresrätt. För ombyggnad krävs att byggnaden inte har använts till bostäder under de senaste åtta åren.

Kraven som ingår i de två sistnämnda incitamenten upplevs av branschen som ganska krångliga, och tillsammans med de befintliga låga räntorna, anses de som ganska ointressanta oavsett om solceller ingår eller inte.

Vid ny- eller ombyggnad av en fastighet kan en kreditgaranti tecknas mellan banken och Boverket [12]. Garantin ger ett skydd mot kreditförluster och minskar därför behovet av egen kapitalinsats eller topplån för den som vill bygga. Kreditgarantier kan lämnas för lån för upp till 90 procent av marknadsvärdet som Boverket bedömer utan hänsyn till spekulativa eller tillfälliga förhållanden. Kreditgarantin träder in om låntagaren inte fullgör sina åtaganden mot långivaren och fastigheten därför måste säljas.

I Tyskland finns ett inspirerande exempel där den statliga banken KfW⁶ fått i uppdrag att förmedla lån till omfattande renoveringar och energieffektiviseringar. Den Tyska staten har avsatt en budget som förmedlas via KfW med låg ränta för ändamålet. Fastighetsägarna kan låna pengar från KfW till en subventionerad ränta under förutsättning att renoveringarna bidrar till att uppnå de uppställda energibesparingsmålen. I en studie genomförd för programmet visade det sig att de ökade kostnaderna för staten i och med subventioneringen av lånen vägdes upp av den ökade sysselsättningsgraden och den minskade arbetslösheten [13]. Samhällsekonomiskt hade programmet år 2010 växlat upp insatsen med 4,5 gånger programkostnaden tack vare minskad arbetslöshet och ökade skatteintäkter. Avsaknaden av liknande initiativ i Sverige med förmånliga lån för renovering är något som noterats som ett hinder för renovering i en studie genomförd av Boverket & Energimyndigheten [2].

1.3 Regelmässiga hinder vid renovering

Enligt Plan- och bygglagen (PBL) finns det krav på bygglov vid ändringar av byggnaden vid exempelvis byte av färg, fasbeklädnad eller taktäckningsmaterial eller ändringar som innebär en yttre påverkan [14]. Varsamhetskravet säger att *"Alla ändringar av en byggnad ska utföras varsamt så att man tillvaratar byggnadens värden och kvaliteter."* Kravet gäller alla byggnader och bebyggelsemiljöer vid alla ändringar, såväl vid tillbyggnad som vid ombyggnad och övriga ändringar. Bedömningen sker utifrån vilka konsekvenser åtgärden får för bebyggelsemiljön, inte utifrån vilka kvaliteter åtgärden i sig har [15]. I en intervjustudie som genomförts med nio kommunala bostadsbolag angav tre av dessa att bevarandekraven i PBL var ett stort hinder för energieffektivisering medan de övriga sex inte såg detta som något hinder [1].

Byggnader som anses vara särskilt värda att bevara innefattas också av Förvanskningförbudet enligt PBL 8 kapitlet § 13 och gäller både interiöra och exteriöra ändringar oberoende av om en åtgärd är bygglovs- eller anmälningspliktig eller inte [16].

PBL kapitel 2 § 6 ställer också krav på att byggnader ska utformas med hänsyn till platsens värden och kvaliteter och gäller vid såväl nybyggnad som ändring – och

⁶ <https://www.kfw-entwicklungsbank.de/International-financing/KfW-Entwicklungsbank/>

oberoende av om åtgärden fodrar bygglov eller anmälan eller inte. Krav ställs på att byggnaden – vid exempelvis en ändring – lämpar sig med hänsyn till stads- och landskapsbilden, natur- och kulturvärdena på platsen samt ger en god helhetsverkan [17]. Vid en ändring ska exempelvis inverkan av form, färg och material beaktas enligt PBL kapitel 8 1 § - något som kan vara aktuellt vid en integrering av solceller på/i befintligt tak.

Kulturmiljölagen (1988:950) kapitel 3 beskriver hur en *”byggnad som har ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde eller som ingår i ett bebyggelseområde med ett synnerligen högt kulturhistoriskt värde”* får vårdas, underhållas och ändras [18]. Detta kan innebära ett hinder vid exempelvis en takrenovering om byggnaden anses falla inom denna definition. Däremot finns det enligt 3 kap. 14 § och 15 § möjlighet att häva ett sådant beslut.

Ibland krävs det att kommunen gör en detaljplan innan byggnadsnämnden kan ge bygglov [19] – beslutet om kravet på detaljplan eller inte tas av varje enskild kommun. Det sker exempelvis när någon vill göra större förändringar i bebyggelsen och regleras via PBL. Beslutet kring detaljplanen tas på kommunnivå och reglerar bland annat hur bebyggelsen ska se ut och talar om vilka ändringar som är godkända inom planområdet. Det har förekommit fall där solenergiinstallationer inte beviljats bygglov eftersom de strider mot de anvisningar som finns i detaljplanen för ett område. Bedömningarna av installationer görs i det specifika fallet på kommunnivå utifrån rådande förutsättningar och gällandeföreskrifter. Värt att påpeka att kommuner kan göra mycket för att förenkla bygglovsprocessen, t.ex. genom generell information kring hur man kan öka sannolikheten att få bygglov och genom att ta ut en låg eller ingen avgift för sådana bygglov. Boverket har fått i uppgift från regeringen i mars 2017 att utreda flera undantag på krav om bygglov för bland annat byte av taktäckningsmaterial och generellt undantag från kravet på bygglov för montering av solcellspaneler och solfångare. Uppdraget delredovisades i oktober 2017 och kommer att slutredovisas senast i april 2018 [20]. Undantaget för solcellspaneler och solfångare ska enligt Boverkets nu redovisade förslag omfatta solcellspaneler och solfångare som följer byggnadens form och ska gälla även om dessa påverkar byggnadens yttre utseende avsevärt på annat sätt än genom byte av färg, fasadbeklädnad eller taktäckningsmaterial. Undantaget ska inte gälla för sådana byggnader eller bebyggelseområden som är särskilt värdefulla i enlighet med 8 kap 13 § PBL. Förslag på hur byggnadsintegrerade solceller ska hanteras redovisas i slutrapporten.

Syftet med ett generellt undantag från bygglovskravet för solceller – enligt bostads- och digitaliseringsminister Peter Eriksson – är att minska ”krånglet” och därmed öka andelen förnybar energi [21].

Om takrenoveringen innebär att ett plant tak byggs om till ett sadel- eller pulpettak så kommer den med stor sannolikhet fortfarande att vara bygglovspliktigt. Som nämnts tidigare så innebär detta dock inte något stöd för att uppfylla krav på primärenergital genom att installera solceller. Däremot kan det i fall där det är tekniskt/ ekonomiskt rimligt att innebära krav på att det nya takets U_m -värde blir $\leq 0,13 \text{ W}/(\text{K m}^2)$, motsvarande ca 300 mmm isolering.

Vid ändring av en byggnad måste det också säkerställas att de nya villkoren för konstruktionsregler, EKS 10, vad gäller vind- och snölast är uppfyllda. De nya reglerna började gälla 1 januari 2016 och skiljer sig delvis från tidigare nivåer bland annat vad gäller vind- och snöbelastning [22]. På Boverkets hemsida finns anvisningar om hur konstruktionsreglerna, EKS, ska användas och hur dokumentet är uppbyggt⁷.

⁷ <http://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets-konstruktionsregler-eks/sa-har-anvander-du-eks/>

2 Installationsteknik och policys för solet på tak

Efter kollapsen för tunnfilm och BIPV (*Building Integrated Photovoltaic*) 2012/2013 var intresset litet ett par år för att på senare tid ökat igen. Antalet installationer har dock varit väldigt litet i jämförelse med för några år sedan. Vårt urval av artiklar har präglats av det som publicerats på senare tid, för att ge en bild av situationen nu.

För installation av solet direkt på marken diskuteras i många länder restriktioner i högre grad, se exempelvis Tyskland, vilket är en bidragande orsak till att intresset för PV i byggnadsskalet ökar. BIPV-standarden EN 50583 är nu på plats och i många EU-länder synas nu hur standarden och de nationella byggreglerna skall tolkas för att industrin skall veta vad som gäller i praktiken [23].

Artiklarna i sammanställningen inriktar sig på de tekniska och ekonomiska hinder och incitament som finns samt och lyfter fram några goda exempel.

2.1 Regelverk, policys och andra förutsättningar

I en holländsk studie [24] går förutsättningarna för BIPV i ett antal europeiska länder igenom, främst Schweiz, Tyskland, U.K., Holland och Frankrike, med syftet att främja marknadsutvecklingen i Holland, men också för att sammanställa exportpotentialen för holländska företag inom detta område. En omfattande granskning av de olika intressenterna (akademi, industri, regering) i respektive land gjordes. Likaså granskades direktiv, lagstiftning och annat som påverkar förutsättningarna för BIPV.

Rollfördelningen mellan arkitekter, entreprenörer och byggare synades. Arkitektrollen är så pass olika i länderna att det påverkar möjligheten att föra in ny teknik. I synnerhet i Tyskland har arkitekten en beslutande roll. Därtill jämförs samhällssituationen genom faktorer såsom demografi, kultur och ekonomi. Miljölagstiftningen är likartad i länderna (EU).

Tyskland och Schweiz anses vara de intressantaste marknaderna för holländsk PV-industri.

Fördelar i Holland som gynnar industrin,

- Stöd ges till SMF för innovation,
- Man har energimärkning för bostäder,
- På kommunal nivå har man oftast designråd som påverkar estetiken,
- De inhemska forskningsinstituten är duktiga.

Saker att förbättra med Holland för att ytterligare stimulera industrin,

- Statliga regelverk och finansiella morötter behöver förbättras,

- Standarder behöver bli tydligare för BIPV,
- Lansering av BIPV med pris per m² är viktigt för byggindustrin,
- En industrisammanslutning/förening för BIPV är att rekommendera
- Utbildning och innovation på området behöver stimuleras

På **SolarServer** ”**Das internetportal zur Sonnenenergi**” [25] finns artikeln ”*Gebäudeintegrierte Photovoltaik: Ein neuer Markt eröffnet Perspektiven und Potenziale*”, som ger en bra resumé av var BIPV står i Tyskland och Holland idag. De senaste 20 årens skeenden på BIPV-marknaden granskas. Sammanställning av faktorer som är viktiga för att lyckas på nya BIPV-marknader går igenom. Täckningsgrad för BIPV-byggnader, tekniska frågeställningar, standarder och normer, marknadshinder och nya produkter behandlas på ett kortfattat sätt. Slutsatser dras löpande under varje avsnitt. Studien är huvudsakligen begränsad till Tyskland/Holland.

Examensarbetet ”**Solcellspaneler på fasader; En utredning av lagkrav och infästningssystem**” [26] är som titeln anger inriktad på fasadlösningar, men då det bland annat är en genomgång av regler fungerar arbetet som en referens också för tak.

Arbetet innehåller en genomgång av standarden för byggnadsintegrerad solet (EN 50583) [27] samt BBR (Boverkets byggregler) och exempel på infästningssystem för ramade och oramade paneler. Därtill en genomgång av säkerhetsklasser, brand med mera, på ett sätt som är användbart vid projektering.

Här följer ett sammanfattande citat som specificerar innehållet: ”Resultatet visar att kraven är på väg att bli tydligare och mer omfattande. I den nationella standard som fastställts i maj 2016 har de tidigare skilda kraven på solcellspaneler och byggnader kombinerats. Svenska certifieringar har ännu inte upprättats och därför rekommenderas den tyska TÜV-certifieringen. Allmänt rekommenderas kassettsystem och för Solibro har specifik rekommendation getts beroende på modultyp.”

Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet – en nulägesanalys [28]

Skrivet för Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus, BeBo. I rapporten har en nulägesanalys genomförts med syfte att visa hur marknaden för solenergi ser ut i Sverige och att ge exempel och erfarenheter från olika genomförda solenergiprojekt. Avsikten är att visa på hur väl tekniken är utvecklad för direkt användning och om det finns några hinder för en större marknadsintroduktion av solenergi främst i befintliga flerbostadshus. Genom att installera solenergi i samband med renovering finns en teknisk potential på 0,9 TWh solet eller 2 TWh solvärme fram till 2020. I undersökningen konstateras att tekniken för solenergi är väl utvecklad och det råder inga tekniska hinder för en mer utbredd installation av solenergi i befintliga flerbostadshus.

Det främsta hindret för en större marknadsintroduktion av solenergi i befintliga flerbostadshus är att kunskapsnivån hos beställare (bygggherrar) och konsulter inte är tillräcklig, enligt studien.

För en snabbare implementering av solenergi i befintliga flerbostadshus finns behov av en samlad kunskap med syfte att ge en ökad kompetens hos främst beställare. Den

samlade kunskapen bör innehålla beslutsguide, upphandlingsrutiner och installations och driftserfarenheter.

Lagradsremiss: **Utvidgad skattebefrielse för egenproducerad förnybar el** [29]

Man föreslår en sänkning av energiskatten för egenanvänd el i små anläggningar till 0,5 öre/kWh (flera anläggningar < 255 kW som tillsammans kan överskrida totaleffekten 255 kW).

I övrigt en redogörelse för hur de ekonomiska styrmedlen för denna typ av anläggningar ser ut. Detta ses som ett led i att på sikt avskaffa energiskatten för dessa anläggningar.

Notering: Den föreslagna energiskattesänkningen enligt ovan trädde i kraft den 1 juli 2017.

Svensk Solenergis remissvar till lagradsremiss ”**Utvidgad skattebefrielse för egenproducerad förnybar el**” [30]

Man har kommenterat ovanstående lagradsremiss utifrån de väsentligaste aspekterna. Remissvaret framhåller det positiva med att undantaget för energiskatt för småskalig solet också gäller för dem som yrkesmässigt levererar el.

Utbyggnad av solet i Sverige – möjligheter, utmaningar och systemeffekter: Resultatblad 3: Stödsystem och regelverk för solceller [31] och **Energiforskrappport 2017:376** [32]

En sammanställning gjord av Profu⁸ och Chalmers med medel från SolEl-programmet 2016. Här hittar man en kort sammanfattning av regelverk och stödsystem för solet, med en uppdelning på privatpersoner, små företag, stora företag, flerbostadshus. Regler efter november 2016 inte med, exempelvis den kraftigt minskade energiskatten för anläggningar > 255 kW vilket var en viktig förbättring för större aktörer inom miljontaksprojektets målgrupp. En annan skatteåtgärd som skulle få väldigt stor betydelse för en än större del av gruppen är en utökning av den särskilda skattereduktion som införts för att kompensera för den försämrade lönsamhet som kommer av ett överskott från solet under dagtid. Det regelverket är fortfarande dåligt anpassat för bostadsbolag och andra aktörer som äger många solcellsanläggningar.

2.2 Installation/teknik/renovering

Examensarbetet ”**Solcellspaneler på fasader; En utredning av lagkrav och infästningssystem**” [26], som omnämns i kapitlet Regelverk ovan, berör fasadlösningar, men också problematiken kring tak.

”**Solcellssystem i svenska byggnader. Förutsättningar relaterade till lönsamhet och montage**” [33]

⁸ Projektinriktad forskning och Utveckling i Göteborg AB (<http://www.profu.se/index.htm>)

Det här licentiatarbetet ingår i ett forskningssamarbete mellan Chalmers och Göteborg Energi och syftar till att ge en ökad kunskap om förutsättningarna för byggnadsintegrerad solcell i Sverige. I rapporten redovisas två studier som har genomförts inom projektet: En om montage och en om lönsamhet.

Den första delstudien syftar till att visa hur befintliga medelstora och större solcellssystem i Sverige är monterade. Studien omfattar 444 befintliga byggnadsapplicerade (BAPV) och byggnadsintegrerade (BIPV) system med en topp effekt på minst 10 kW. Här ingår en litteraturstudie om olika sätt att integrera solcell i byggnader, en sondering av de montagesystem som används i Sverige idag, samt en omfattande sammanställning av befintliga solcellssystem.

Den andra delstudien syftar till att undersöka hur lönsamheten för att installera solceller på byggnader i Sverige påverkas av såväl byggnadsspecifika som ekonomiska förutsättningar. Studien omfattar drygt hundra befintliga abonnemang i flerbostadshus och ett mindre antal abonnemang i andra byggnader. Lönsamhetsstudien syftar till att undersöka hur de ekonomiska förutsättningarna för att installera solceller på byggnader i Sverige påverkas av elabonnemangets storlek, takets utformning samt de ekonomiska styrmedel som finns tillgängliga idag. Här studeras främst lönsamheten i flerbostadshus då kommunala bostadsbolag och bostadsrättsföreningar inom Göteborgs Energis elnätområde har visat ett förhållandevis stort intresse för att installera solcellsanläggningar.

Majoriteten av de studerade anläggningarna var placerade på tak. Drygt 90 % av anläggningarna på branta tak var monterade utanpå taket, i takets lutning. Andelen anläggningar på fasader är och kommer enligt författaren sannolikt att förbli förhållandevis låg, dels på grund av att de ger ett lägre energiutbyte samtidigt som de kräver en låg horisont, och dels på grund av att de normalt innebär en dyrare installation.

System med en huvudsäkring större än 100 A kan inte få skattereduktion och för abonnemangen i flerbostadshus innebär detta att inga solcellsanläggningar blev lönsamma utan bidrag. Den stora andelen lönsamma system i övriga byggnader förklaras av att merparten av dessa abonnemang har en betydligt högre elanvändning än de i flerbostadshus. För en årlig elanvändning på mindre än cirka 300 MWh krävdes även här bidrag för att uppnå positiva nettonuvarde. Ett stort antal beräkningar av lönsamhet för olika anläggningsstorlekar, elförbrukningar och abonnemang presenteras i text, tabeller och grafer. Känslighetsanalyser med avseende på skattereduktion och säkringsstorlek ingår också.

Generellt skriver man att kostnaden för en större solcellsanläggning nu är så låg att det idag är lönsamt med solcell om man har rätt förutsättningar, något som bland annat innebär en hög elanvändning dagtid och ett lämpligt tak. Lönsamheten påverkades även i betydande grad av storleken på abonnemangets huvudsäkring, då mikroproducenter (<63 A säkring) har mer fördelaktiga ekonomiska förutsättningar och stödsystemet med en skattereduktion som endast är tillgängligt för system med säkringar på som högst 100 A. Med rådande förutsättningar med låga marknadspriser på el är det generellt sett mest lönsamt med solcellgenerering på kundens sida av elmätaren, förutsatt att en förhållandevis stor andel av elanvändningen sker dagtid,

eller att man får en kompensation för överskottsel under dagtid. Rapporten är begränsad till medelstora och större solcellssystem som har monterats på byggnader.

Investeringskalkyl för solceller [34]

Inom projektet har man tagit fram kalkyleringsmodeller för att beräkna lönsamheten för privatpersoner och företags investering i solcellsanläggningar. Resultat är två stycken separata Excel-ark med utgångspunkt från LCOE⁹-metoden. Produktionskostnaden för den genererade solel beräknas över hela anläggningens ekonomiska livslängd och anger minsta värdet på den producerade solelen för att nå lönsamhet. I mallarna finns förutom ett ingångsvärde även rekommenderade min- och max-värden för de olika ingångsparametrar som påverkar slutresultatet.

Beräkningsmallarna i Excel kan laddas ner från projektets hemsida på Mälardalens högskola¹⁰.

“New energy retrofit concept: ‘renovation trains’ for mass housing” [35]

Rapporten utgår ifrån EU-målsättningen att reducera CO₂-utsläppen med 20 % till 2020 och man beskriver vad som behöver göras i Holland för att uppnå det nationellt. Man fokuserar på renovering av så kallad *social housing*. Man berättar ganska detaljerat om ett pilotprojekt, nämligen renoveringen av 150 terrasshus, mest enfamiljhus, i Kerkrade West. Renoveringen inbegrep isolering, nya fönster, PV och solvärme, ventilation med återvinning m.m.

De boende är mycket positiva - de upplever att de flyttar in i ett nytt hus. Viktigt med ett starkt ledarskap om man skall genomföra ett projekt av det slag som gjordes i Kerkrade West. Man menar att det behövs entreprenörer som behärskar alla delar i projektet, speciellt om man går från *social housing* till *private housing*. Man har planer på att göra liknande renoveringsprojekt för 100 000 bostäder.

Solstaden i Järva, En utvärdering av Stockholms stads satsning på solceller [36]

Projektet Solstaden Järva pågick under perioden januari 2013 – december 2014 och finansierades till viss del av regeringens program för Hållbara städer. Solstaden Järva var Sveriges största samlade installation av solel i ett område. I projektet installerades 52 solcellsanläggningar med en total solcellseffekt på 1,43 MW (motsvarande cirka 10 600 m² panelarea).

Denna rapport innehåller en uppföljning av solcellsanläggningarna i Järva där följande områden har studerats:

- Produktion och funktion för anläggningarna
- Bolagens och fastighetskontorets erfarenheter
- Möjlighet att tillvarata mer egenproducerad energi inom fastigheten
- Tekniska och administrativa rekommendationer för kommande projekt

Rapportens slutsatser:

- Anläggningarna har producerat bra

⁹ LCOE (*Levelized Cost of Energy*)

¹⁰ <http://www.mdh.se/forskning/inriktningar/framtidens-energi/investeringskalkyl-for-solceller-1.88119>

- Rapporteringen av referensmätning för solinstrålning har i de flesta fall inte fungerat tillfredsställande och skulle förbättras om både rutiner för installation och efterkontroll samt att hårdvara standardiserats i upphandlingen av solcellsanläggningen
- Fastigheterna lämnar ut ett överskott från solcellsanläggningen på nätet i de flesta fall
- Det finns en brist i rutinerna för att ta emot anläggningarna vid överlämningen och föra in dem i bolagens normala förvaltningsrutiner
- Svenska Bostäder har tagit hjälp externt för att följa anläggningarnas funktion och har på detta sätt varit aktiva i garantiärenden för växelriktare och vid brister i rapportering av mätdata till SLB Analys
- Personal på plats känner en viss osäkerhet över vilken rutin som ska följas om man misstänker att anläggningen inte fungerar som den ska

I rapporten ges ett förslag på ramverk för hur staden kan underlätta det fortsatta arbetet med solceller genom att standardisera rutiner vid upphandling och drift av anläggningarna. Rapporten ger även förslag på hur en automatisk uppföljning kan utformas vilket ger fördelar såsom lättförståeliga larm vid avbrott i produktionen och möjlighet att visa stadens solsatsning på en solkarta.

Tre intressanta projekt som tilldelats ”*Norman fosters Solar award*” [37]:

- 1) Plusenergihus, nybyggnation, med takintegrerade solceller (monokristallina), uppförda av Allgemeine Baugenossenschaft Zürich (ABZ). Energiförsörjning för byggprojektet: 556 kW_p solel, jord-/bergvärmepump, 17 % energiöverskott att använda till elbilar etc. ABZ är Schweiz största bygg-/bostadskooperativ med 4 552 lägenheter i beståndet.
- 2) Därtill gjordes ett renoveringsprojekt av en gammal del av området, enligt samma mönster med VP (värmepump) + PV, vilket resulterade i ett plusenergihus d.v.s. mer energi producerades på byggnaden än vad som användes i den under ett år. Energiförbehovet är 38,2 kWh/m²/år som med råge täcks med VP-PV-lösningen. Områdets alla elbilar (+10 till) körs på elöverskottet från PV.
- 3) Umwelt Arena AG¹¹ färdigställde ett helt självförsörjande flerfamiljshus utan nätanslutning. Elgenereringen uppgår till 92 000 kWh per år från takintegrerade monokristallina moduler och fasadintegrerade tunnfilmsmoduler (totalt 126,5 kW_p). Solel används till att göra vätgas som lagras och därigenom samlas överskott från sommarhalvåret för en användning via en bränslecell vid behov. Korttidslagring ombesörjs av batterier. Värmepump ger värmen. LED-belysning, lågförbrukande utrustning, god isolering och energiövervakning ger väldigt låg förbrukning.

Takguide – för infästning av solceller – Sol i Väst [38]

Sammanställt information om hur solceller kan och har installerats i Sverige. Alla vanliga taktyper innefattas. Guiden redovisar olika montagesystem, med rekommendationer om vilka typer av system som lämpar sig för olika taktyper. En begränsning är att man bara redovisar infästningssystem för ramade moduler.

¹¹ <http://www.umweltarena.ch/>

2.3 Brand

Hermann Laukamp m.fl. [39] har gjort en utmärkt och detaljerad redovisning av skador och brister i tyska solcellsanläggningar som uppkommit genom överhettning och brand. Material till rapporten kommer från sökningar på nätet, intervjuer av experter, försäkringsbolag och frågor online. Sammanlagt 180 fall av skador bildar underlaget, och statistiska analyser av olika orsaker gjordes. En mängd statistik uppdelat på olika kategorier som typ av anläggning, komponenter, delmoment under installationen, ålder på anläggning etc. presenteras.

2.4 Ekonomi

Artikeln **”Solcellssystem i svenska byggnader. Förutsättningar relaterade till lönsamhet och montage”** [33] är presenterad under kapitlet Installation/teknik/renovering, men innehåller en hel del kring ekonomi.

“Photovoltaic Systems for Swedish Prosumers - A technical and economic analysis focused on cooperative multi-family housing” [40]

Rapporten syftar till att utgöra en övergripande informationskälla för svenska ”prosumenter” som överväger att investera i en soleanläggning. Målgruppen är flerfamiljhus, främst bostadsrättsföreningar, men mycket av informationen är relevant för andra typer av ägandeformer och därtill solenergi rent generellt. Den primära frågan att besvara - ”Är takmonterade solcellsanläggningar lönsamma i Sverige?” Naturligtvis finns det många parametrar som kan påverka resultatet. Därför används den s.k. Monte Carlo-metodiken för att omvandla osäkerheter till risker, så att resultaten kan presenteras som sannolikheter snarare än en mängd känslighetsanalyser. Ett antal politiskt styrda förutsättningar är testade och för dessa visas den relativa genomslagskraften som respektive program har på lönsamheten. Avkastningskravet är satt till 3 %.

Resultaten visar att bostadsrättsföreningar i Sverige som installerar väldegnade solcellsanläggningar med vettig placering har 70 % sannolikhet att vara lönsamma om de politiska förutsättningarna är de mest förväntade. Om alla stöd tas bort faller sannolikheten till 8 %. Emellertid ses ingen risk för en förlust av investeringen, vilket skall förstås så att en positiv kalkyl alltid lär bli fallet men inte med en avkastning på önskade 3 %. Återbetalningstiden är fortfarande lång vilket enkla *pay-back*-beräkningar visar med tider på 18 år. Den mest sannolika tiden för att uppnå lönsamhet ligger dock på 25 år. Dock, med dagens regel- och stödsystem är den mest troliga avkastningen 4 %, vilket motsvarar en nominell avkastning på 6 %.

En känslighetsanalys till stöd för Monte Carlo-simuleringen visar att vid avsaknad av bidrag/stöd så är installationskostnad, årlig generering av el och graden av självanvändning de viktigaste faktorerna för en lyckad solcellsinvestering. Därför har lönsamhetsdiagram som visar återbetalningstiden som funktion av ett antal variabler och indata presenterats. Diagrammen kan användas som preliminära dimensioneringsverktyg för potentiella ”prosumenter”. Egenanvändning är den enda variabeln som ”prosumentern” har fullständig kontroll över vilket innebär att

kommande teknikframsteg inom batterilagring, smarta hem, värmelagring - vilka gynnar ökad egenanvändning - kommer kunna öka anläggningsstorlekarna och ändå ge lönsamhet trots osäkra marknads- och regelverksvillkor.

Studiens primära slutsats är att en solcellsinvestering har hög sannolikhet att vara lönsam för svenska bostadsrättsföreningar. Men investeringen måste ses som långsiktig, i likhet med nya tak och fönster. En annan slutsats är att för att få en fortsatt marknadstillväxt, är en stödjande strategi från statligt håll nödvändig. Rapportens lönsamhetsdiagram kan hjälpa till här. Med ökad kunskap från akademi och industri och bättre statliga strategier är Sverige på väg mot att bli en mer mogen och hållbar solcellsmarknad.

Ett delprojekt inom EU-projektet ”**PV Upscale**”¹² redovisar en Megawatt-satsning i Holländska Amersfoort med start 1999 [41]

Projektet initierades av det lokala energiföretaget REMU. Ett av målen med projektet var att undersöka konsekvenserna av de olika upplåtelse-/ägandeformerna och sätten att organisera. Därför installerades solcellssystemen på olika typer av hus, såsom enfamiljshus och flerfamiljshus (hyresrätter och privatägda), skolor och idrottshallar. Energibolaget är ansvarigt för underhåll och drift av systemen under 10 år. Efter sommaren 2008 skulle energibolaget och de boende skriva nya avtal för kommande 10 år.

Amersfoort kommun hade ambitiösa miljömål och avsatte budget på €1,8 miljoner för att stödja projektet och arbete med syfte att nå de uppställda miljömålen. Man framhåller vikten av arkitekturen och planeringen av området. Energibolaget ville få erfarenhet av storskaliga solcellsanläggningar, och hade ett särskilt intresse av att studera följderna av stor förtätning av solceller och effekterna på det allmänna elnätet. Energibolaget menade också att solcells försedda hus skulle, även om de inte hade standardtak och blev dyrare än standardhus, kunna säljas på marknaden.

Ett annat skäl för energibolaget att inleda projektet var ett åtagande att stödja utvecklingen av soletekniken. Vid den tidpunkten krävde den holländska staten att energibolagen skapade sina egna planer för energigenerering och energibesparing. Andra energibolag valde att inrikta sig på vindenergi eller energiutvinning ur avfall.

Affärsmodellen: Husen är privatägda eller hyrda av ett fastighetsbolag. Solcellssystemen kunde ägas av energileverantören eller husägarna. Hyresgästerna, som ställde sina tak till förfogande för energileverantören fick - som kompensation - 20 % av den genererade energin gratis.

Husägare som köpte de solcellssystem som installerades på sina hus fick ett kraftigt rabatterat pris, nämligen endast 25 % av systemkostnaden. Därtill fick de tillgång till all den egengenererade solelen.

¹² <http://www.pvupscale.org/>

3 Referenser

1. Björk, J. and S. Wistrand, *Analys av kommunala bostadsbolags arbete med energieffektivisering*, in *Institutionen för byggvetenskaper, Byggproduktion, Lunds Tekniska Högskola, Lund*. 2014.
2. Boverket and Energimyndigheten, *Underlag till den andra nationella strategin för energieffektiviserande renovering*, in *Boverket: ET 2016:15*. 2016.
3. Boverket, *Boverkets byggregler (föreskrifter och allmänna råd)*, BBR, BFS 2017:5. 2017.
4. Boverket. *BEN – Om fastställande av byggnadens energianvändning vid normalt brukande och ett normalår*. 2017; Available from: <http://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/ben---bfs-201612/>.
5. Regeringskansliet, *Lag (2006:985) om energideklaration för byggnader*. 2006, Miljö- och energidepartementet.
6. SwedenGreenBuildingCouncil, *Miljöbyggnad 3.0*. 2017.
7. Næss-Schmidt, S., et al., *Do homes with better energy efficiency ratings have higher house prices?* 2016.
8. CBRE, *Sustainable Shopping Centres Energy, Performance and Value*. 2015.
9. BELOK, *Byggnaders värdeökning efter genomförande av effektiviseringspaket*. 2013.
10. Boverket. *Stöd för renovering och energieffektivisering i vissa bostadsområden*. 2017; Available from: <http://www.boverket.se/sv/bidrag--garantier/stod-for-renovering-och-energieffektivisering-i-vissa-bostadsomraden/>.
11. Boverket. *Stöd för hyresbostäder och bostäder för studerande*. 2017; Available from: <http://boverket.se/sv/bidrag--garantier/stod-for-hyresbostader-och-bostader-for-studerande>.
12. Boverket. *Kreditgaranti*. 2017; Available from: <http://www.boverket.se/sv/bidrag--garantier/kreditgaranti/>.
13. Sweatman, P., *Financing Mechanisms for Europe's Buildings Renovation. Assessment and Structuring Recommendations for Funding European 2020 Retrofit Targets*. 2012.
14. Regeringskansliet, *Plan- och bygglag (2010:900)*. 2010, Näringsdepartementet RS N.
15. Boverket. *Varsamhetskravet*. 2014; Available from: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/kulturvarden/kulturvarden-i-plan---och-bygglagen/krav-pa-byggnadsverk-och-tomter/varsamhetskravet/>.
16. Boverket. *Förvanskningsförbudet*. 2016; Available from: <http://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/kulturvarden/kulturvarden-i-plan---och-bygglagen/krav-pa-byggnadsverk-och-tomter/forvanskningsforbudet/>.
17. Boverket, *Hänsyn till omgivningen*. 2014.

18. Regeringskansliet, *Kulturmiljölag (1988:950)*. 1988, Kulturdepartementet
19. Boverket. *Detaljplanering*. 2016; Available from: <http://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/kommunalplanering/detaljplanering/>.
20. Boverket, *Altaner, solcellspaneler och solfångare i PBL Delredovisning av "Uppdrag att utreda ytterligare undantag från krav på bygglov samt se över kraven på anmälan enligt plan- och byggförordningen (2011:338)", in RAPPORT 2017:26*. 2017.
21. Regeringskansliet. *Boverket ska utreda fler undantag på krav om bygglov*. 2017; Available from: <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2017/03/boverket-ska-utreda-fler-undantag-pa-krav-om-bygglov/>.
22. Boverket, *Boverkets konstruktionsregler, EKS 10* 2016.
23. Elstandard, S.S., *SS-EN 50583-1/2 Byggnadsintegrerade solceller*. 2016.
24. Osseweijer, F., *An International Review of Building Integrated Photovoltaics: Lessons and Recommendations for the Dutch BIPV Ecosystem*. 2016.
25. Greentech-Media-Research, *Gebäudeintegrierte Photovoltaik: Ein neuer Markt eröffnet Perspektiven und Potenziale*. 2017.
26. A Thellsén, K Tibell, *SOLCELLSPANELER PÅ FASADER : En utredning av lagkrav och infästningssystem*. 2016. p. 87.
27. Elstandard, S.S., *Byggnadsintegrerade solceller - Del 1: Moduler*. 2016.
28. Å Wahlström et al., *Hållbara energisystemlösningar inom solenergiområdet - en nulägesanalys*. 2012, BeBo.
29. Finansdepartementet, *Utvidgad skattebefrielse för egenproducerad förnybar el* 2016.
30. Svensk solenergi, *Remissvar om skattebefrielse*. 2016.
31. Energiforsk, *Utbyggnad av solel i Sverige – möjligheter, utmaningar och systemeffekter: Resultatblad 3: Stödsystem och regelverk för solceller*. 2016.
32. Axelsson, E., et al., *Utbyggnad av solel i Sverige - Möjligheter, utmaningar och systemeffekter* 2017.
33. Haegermark, M., *Solcellssystem i svenska byggnader. Förutsättningar relaterade till lönsamhet och montage*, in *Institutionen för bygg- och miljöteknik, Avdelningen för installationsteknik* 2016, CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA.
34. Stridh, B., Larsson, D., *Investeringskalkyl för solceller*. 2017.
35. R Rovers, *New energy retrofit concept: 'renovation trains' for mass housing*. Building Research & Information, 2014. **42**(6): p. 757-767.
36. Miljöförvaltningen i Stockholms stad, *Solstaden i Järva- En utvärdering av Stockholm stads satsning på solceller*. 2016.
37. Prix Solaire Suisse, *Norman Foster's solar award*. 2016.
38. J Paradis, *Takguide för infästning av solceller-Sol i Väst*. 2014.

39. H Laukamp et al., *PV FIRE HAZARD-ANALYSIS AND ASSESSMENT OF FIRE INCIDENTS*. 26th EUPVSEC, 2013.
40. N Sommerfeldt et al., *Photovoltaic Systems for Swedish Prosumers: A technical and economic analysis focused on cooperative multi-family housing*. 2016, KTH Royal Institute of Technology.
41. PV Upscale, *Nieuwland 1 MegaWatt PV Project, Amersfoort*. 2008.

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB
Box 857, 501 15 BORÅS
Telefon: 010-516 50 00
E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se

Energi och cirkulär ekonomi
RISE Rapport 2018:03
ISBN: 978-91-88695-38-3