

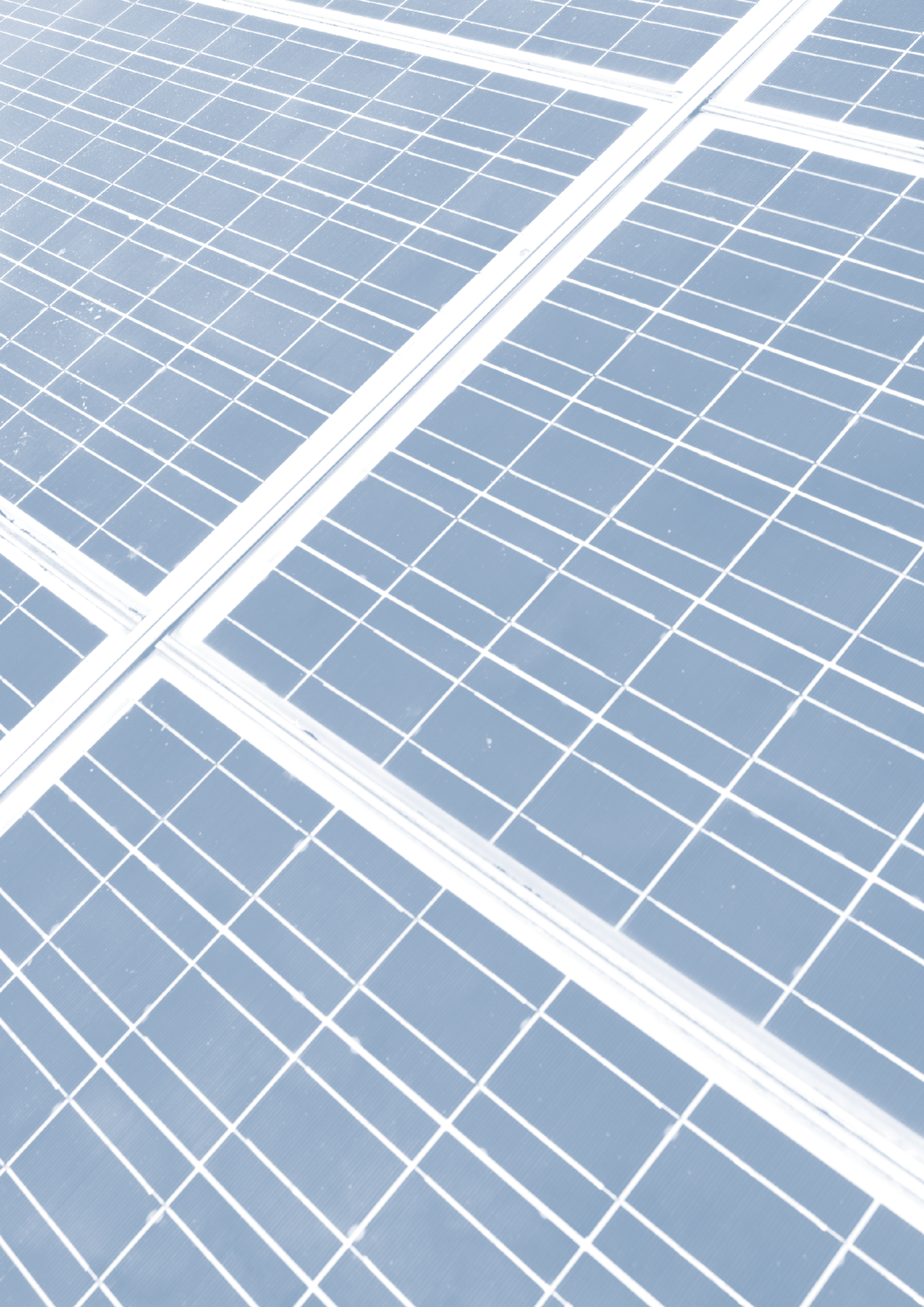


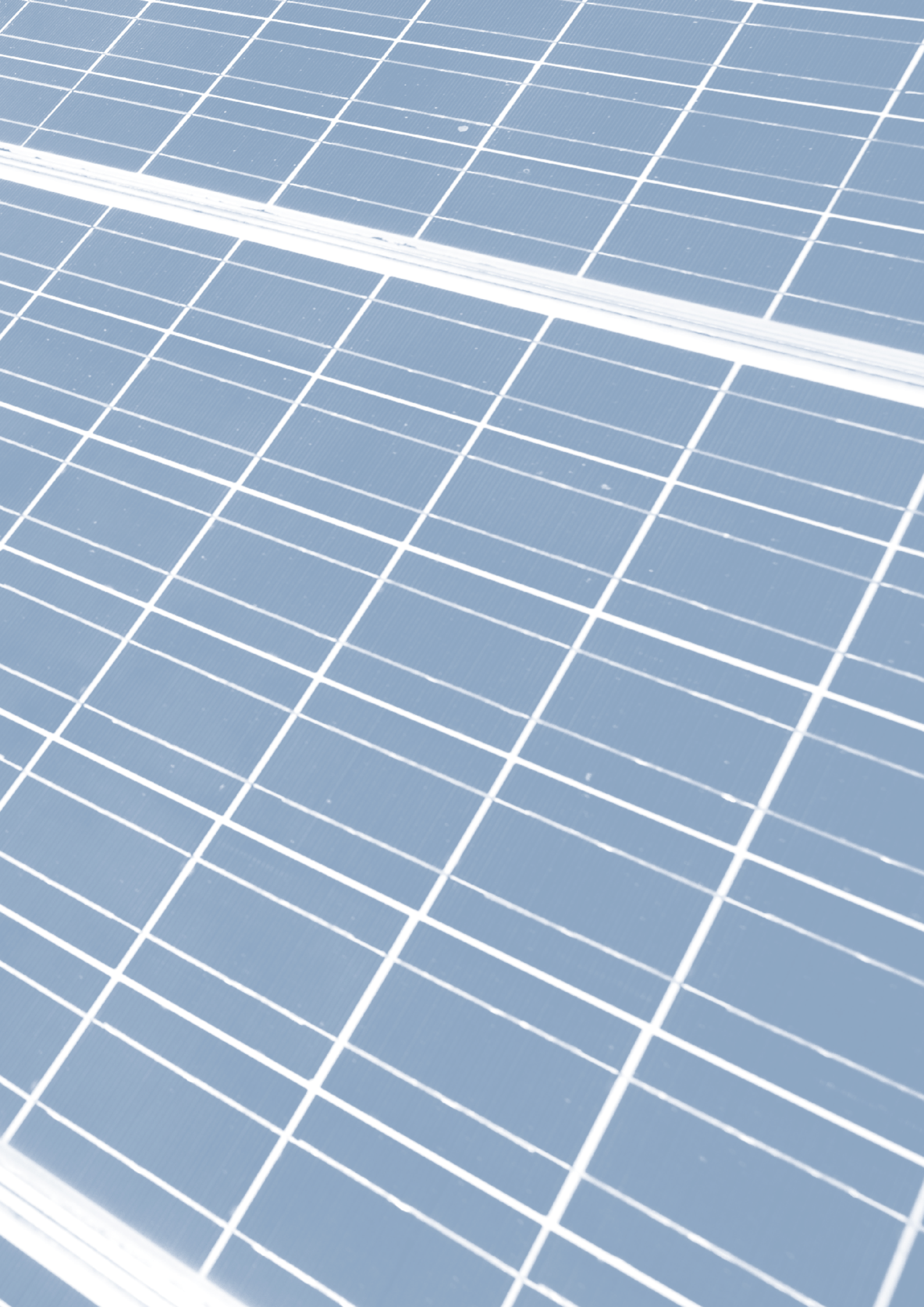
Stockholms
stad

Solstaden i Järva

En utvärdering av Stockholm stads satsning på solceller







Sammanfattning

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 solceller i ett område. I projektet installerades 52 solcellsanläggningar med en total solcellseffekt om 1,43 MW, som motsvarar 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.
- Fysiska och administrativa rekommendationer för kommande projekt.

De som installerade solceller på sina byggnader var Svenska Bostäder, Familjebostäder och fastighetskontoret/idrottsförvaltningen. Samtliga berörda bolag och förvaltningar ägs av Stockholms stad. Utmärkande för projektet var att få solcellsprojekt hade genomförts av berörda bolag och förvaltningar innan detta projekt realiserades och att man genomförde ett stort antal installationer parallellt.

Installationerna utfördes av entreprenörer som specialiserat sig på solcellsinstallationer. Totalt var det sju olika entreprenörer, där fyra stod för merparten av installationerna.

Anläggningarna kompletterades även med mätutrustning som gör det möjligt att följa anläggningarnas funktion och produktion på distans. SLB Analys, som är en del av miljöförvaltningen i Stockholms stad, har samlat all data och publicerar den publikt på en hemsida där data går att ladda ned.

I denna rapport har produktionen studerats för tolv-månadersperioden november 2014 till och med oktober 2015.

Rapporten hoppas kunna bidra med erfarenheter till liknande projekt i Sverige.

Slutsatserna:

- Anläggningarna har producerat bra. Total produktion har beräknats till ca 1 300 MWh och uppskattas ge 1 200 MWh per år. För helår är det högsta rapporterade normerade värdet 958 kWh/kWp dvs anläggningen har levererat 958 kWh per kWp (kW_{peak}=toppeffekt, installerad effekt). Av de 52 anläggningarna har 28 en rapporterad produktion över 850 kWh/kWp och av de fyra högst producerande anläggningarna har de fyra huvudentreprenörerna monterat en anläggning vardera.
- 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. Utmatningen är beroende av fastigheten och anläggningens installerade effekt. Den utmatade andelen el är i genomsnitt 50 procent för bostadsbolagen. För fastighetskontoret överstiger deras interna effektbehov ständigt produktionen från solcellsanläggningarna och de har därför ingen överproduktion.
- 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 som ger fördelar såsom lättförståeliga larm vid avbrott i produktionen och möjlighet att visa stadens satsning på en solkarta. ●



Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Introduktion	8
Hållbara Järva	8
Solstaden Järva	8
Dialog med boende	9
Uppföljning av produktion och prestanda	10
Generellt om anläggningarna och rapportering	10
Metod för rapportering	10
Produktionsresultat för de olika anläggningarna	11
Driftserfarenheter & utvecklingsmöjligheter	16
Växelriktare	16
Rutiner för förvaltning (upphandling och överlämning)	16
Datainsamling/uppföljning	17
Överskott av egenproducerad el	19
Nätkoncession	21
Undantag för krav på nätkoncession	21
Ökad egenanvändning	23
Sammanfattning av förslag	24
Förhandsbesked från Energimarknadsinspektionen	24
Bilaga 1	25
Förklaring av Performance ratio (PR)	25
Bilaga 2	26
Bilaga 3	27
Bilaga 4	28

Introduktion

Hållbara Järva

Projektet Hållbara Järva pågick under perioden januari 2010 till december 2014 och var en del av utvecklingen av stadsdelarna kring Järvafältet, Vision Järva.

I Vision Järva saknades en pusselbit som projektet Hållbara Järva, genom bidrag från Delegationen från hållbara städer, har tillfört; en bred satsning på miljöfrågorna med särskilt fokus på energieffektiv renovering i befintlig bebyggelse. Projektet beviljades en delfinansiering om 55,29 miljoner kronor för:

- Energieffektiv renovering i sju av Svenska Bostäders byggnader (ca 25 miljoner kronor).
- Förnybar energi (ca 14 miljoner kronor).
- Hållbara transporter (ca 10 miljoner kronor).
- Ökad delaktighet och information (ca 4 miljoner kronor).
- Utvärdering (ca 2,5 miljoner kronor).

I området Förnybar energi ingick en omfattande satsning på solenergianläggningar. Satsningarna på solenergi gavs namnet Solstaden Järva och var då Sveriges största samlade installation av soler i ett område.

Målet för projektet var att Järva skulle bli en nationell och internationell förebild för hållbar upprustning av miljonprogramsområden.

Solstaden Järva

Stockholms stads bostadsbolag Svenska Bostäder och Familjebostäder samt fastighetskontoret/idrottsförvaltningen har tillsammans installerat 10 600 m² solceller med en effekt på 1,4 megawatt peak (MWp) på flerbostadshus respektive två simhallar i Järvas stadsdelar Rinkeby, Husby, Akalla och Kista. Installationerna beräknas producera 15–20 procent av bostadsfastigheternas och 6 procent av simhallarnas fastighetsel. Solcellerna beräknas generera 1 200 MWh soler per år vilket motsvarar hela behovet av hushållsel för 400 lägenheter under ett år. Investeringen beräknas ha en återbetalningstid på cirka 10 år.

Projektets ursprungliga mål när det gäller förnybar energi var att sätta upp ett vindkraftverk samt sätta upp solceller och solfångare på några av de hus som renoverades. Vindkraftverkets förverkligande visade sig vara för komplicerat och istället kompletterades de fåtal planerade solcellerna med en stor solcellssatsning. Under 2012 godkände Boverket att projektet som ersättning för vindkraftverket skulle genomföra en större satsning på solceller. Kravet från Boverket var att ersättningen av vindkraft skulle producera förnybar el och att det skulle var något innovativt.

Hållbara Järva valde att satsa på konventionella solceller och motiverade det innovativa med följande koncept:



Invigning av solceller på Husbybadet med guidad tur.

Järva Solstaden

- Solcellstätaste området i Sverige, 10 600 m².
- Gemensamt uppföljningssystem.
- Visualisering av solcellerna och dess elproduktion.
- Solhusmärkning.
- Stärka områdets identitet som en hållbar stadsdel.
- Inspirera till installation av solceller i Stockholm och andra städer.

En av anledningarna till att fastighetsbolagen valde att genomföra satsningen var att kostnaden för egenproducerad el från en solcellsanläggning var i paritet med vad fastighetsägare betalar för den el som de köper från elnätet. Denna lönsamhetskalkyl baserade sig på en trettioårig avskrivning och var beräknad utan bidrag eller statligt investeringsstöd.

I och med att solcellerna har monterats på tak och fasader har ingen ny yta tagits i anspråk vid solcellsinstallationerna. Anläggningarna är förhållandevis små, från 140 kvadratmeter och uppåt, vilket gör att antalet anläggningar har blivit över femtio för att nå målet på 10 600 kvadratmeter solceller. Detta medför att det finns ett ökat behov för automatiserad övervakning, då manuell kontroll av anläggningarnas funktion skulle vara resurskrävande.

I projektet utrustades alla anläggningar med kontinuerlig mätning av produktion och solinstrålning. Data rapporteras till en central server på miljöförvaltningen i Stockholms stad (SLB Analys), vilket gör det möjligt att följa anläggningarna på distans.

I denna rapport redovisas några förslag och riktlinjer för automatiserad utvärdering och på hur Stockholms

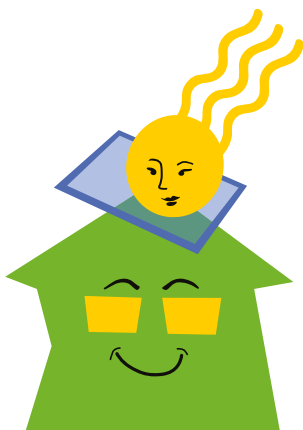
stad kan gå vidare med utveckling av en automatisk utvärdering av solcellsanläggningarnas funktion.

Riksdagen har i november 2015 beslutat att anläggningsägare som totalt har installerat mer än 255 kWp blir skattepliktiga för energiskatt även för den el som man framställer för eget bruk. Lagändringen träder i kraft vid halvårsskiftet 2016 och gäller retroaktivt för den installerade effekten (ingen skatt ska betalas retroaktivt) för samtliga bolag och förvaltningar i projektet vilket påverkar lönsamhetskalkylen negativt. Detta har lett till en tvekan hos vissa bolag till att göra nya investeringar i solcellsanläggningar.

Dialog med boende

Satsningen på solceller har skett i bred dialog med de boende. Inför installationerna hölls två öppna hus, ett för Svenska Bostäders hyresgäster och ett för Familjebostäders hyresgäster. På dessa deltog representanter från bostadsbolagen och från miljöförvaltningen tillsammans med experter. De boende fick då chans att diskutera, framföra sina synpunkter och lära sig mer om solenergitekniken. Totalt kom drygt 700 hyresgäster på dessa öppna husträffar.

Efter installationerna hölls två invigningar, en för Svenska Bostäder i Husby och en för hela satsningen som hölls på Husbybadet. På den senare deltog även idrottsförvaltningen och fastighetskontoret förutom miljöförvaltningen och bostadsbolagen. Vid invigningarna hölls också guidade turer på taken. Totalt deltog cirka 1 000 personer vid invigningarna. ●



Solenergihus

Solhussymbol för hus med solceller i Järva. För att tydliggöra installationerna för de boende skapades en solhussymbol. Symbolen används nu som en fastighetsskylt som visar hus med solceller installerade på taken.

Uppföljning av produktion och prestanda

Generellt om anläggningarna och rapportering

Anläggningarna har byggts av sju olika entreprenörer, där fyra stod för merparten av installationerna. Framför allt har den klassiska tekniken med kristallina solcellsmoduler använts.

- Svenska Bostäder har 27 anläggningar, 5 130 kvm solceller och 684 kWp installerad effekt.
- Familjebostäder har 23 anläggningar, 4 313 kvm solceller och 575 kWp installerad effekt.
- Fastighetskontoret/Idrottsförvaltningen har 2 anläggningar, 1 163 kvm solceller och 155 kWp installerad effekt.

Inga modulväxelriktare eller moduloptimerare har använts i projektet, då risken för ökade problem med teknikstörningar bedömdes som för hög i relation till tidigare kunskap om service och underhåll på liknande anläggningar. Moduloptimerare kan ha fördelaktig inverkan på produktionen vid skuggiga förhållanden på taken och bör monteras och utvärderas för tak där sådan teknik är lämplig.

Inga tunnfilmssolceller har använts i projektet då moduler utan kadmium inte ansågs vara tillgängliga på den svenska marknaden i de volymer som behövdes för projektet (mindre än 25 kWp) vid installationstiden.

I ett fall har två anläggningar monterats sida vid sida med något skilda tekniker. I den ena anläggningen har monokristallina moduler med högeffektiva celler använts och för den andra anläggningen har polykristallina moduler av standardtyp använts. Anläggningarna har lika många moduler och samma typ av växelriktare, men då den högeffektiva modulen kräver färre kvadratmeter per kW så har den en högre installerad effekt. Produktionen normerad efter installerad effekt är dock densamma under det studerade helåret. Eftersom modulerna säljs i premiumsegmentet kan denna kvalitet göra att modulerna har en livslängd som överstiger standardmoduler.

Generellt kan sägas att entreprenörerna har varit kunniga inom området att montera och driftsätta solcellsanläggningar, men har haft svårigheter att få till

stånd den rapportering av driftdata som upphandlades i samband med anläggningarna. Detta har blivit tydligt i och med denna uppföljning; dataserier är inte kompletta och saknas ibland helt från vissa anläggningar samt att vissa anläggningar saknar data från solinstrålningsgivare som är viktiga då anläggningens Performance ratio räknas ut, se Bilaga 1.

Metod för rapportering

Unikt för Solstaden Järva var att alla anläggningar under fem år ska rapportera mätvärden för både solelproduktion och för solinstrålning till en central server som drivs av SLB Analys vid miljöförvaltningen i Stockholms stad. Insamlad data möjliggör forskning och analys av anläggningars funktion med en upplösning på tio minuter och med en uppdatering av mätvärden varje timme.

Entreprenörerna har var och en använt individuella lösningar för insamling och överföring av mätvärden till den centrala databasen. Hårdvaran för rapportering av mätvärden till SLB Analys centrala server har följande lösningar:

- EviShine
- Solarlog
- VMU-C från Carlo Gavazzi
- KYAB
- SolarIT

Varje lösning skickar in data i sitt respektive format för att sedan behandlas av SLB Analys som därefter publicerar mätvärdena på FTP-server som också tillgängliggör data på hemsidan www.slb.nu/soldata.

Kända problem med mätvärden för solinstrålning

För en av lösningarna rapporterades det inte in några mätvärden för solinstrålning, då konfigurationen inte hade öppnats. Detta medförde att de 19 anläggningar med denna specifika lösning saknade solinstrålningsdata.

Det saknas även solinstrålningsdata för sju av Familjebostädernas anläggningar där fokus för uppföljningen har skiftat sedan projektstarten och en ny lösning för mätvärdeshantering har tagits fram. Mätvärdeshanteringen hanteras nu i Familjebostädernas interna datasystem för uppföljning av elproduktion.

För de två fasadanläggningarna som installerades i det initiala skedet av projektet är en av anläggningarna utrustad med instrålningsgivare, men rapporterar ej mätvärden till den centrala servern på SLB Analys då den inte konfigurerats för detta.

Solinstrålningsgivare

Centralt för att bygga en automatiserad övervakningsfunktion är att referensmätningen ger tillförlitliga värden som stämmer över tid. I samtliga fall i Järva har solinstrålningen mätts med en kapslad kristallin solinstrålningsgivare för att mäta instrålningen i samma ljusspektra som solcellsmodulerna använder för att producera energi.

Mätosäkerhet

De värden som samlas in via loggarna till SLB Analys databas är värden från växelriktarens interna mätsystem. Dessa värden har lägre noggrannhet än mätvärden från en fristående elmätare.

För alla anläggningar i Järva är det möjligt att jämföra produktionen som är uppmätt i växelriktaren med de mätvärden som är mätta via elcertifikatsystemet (via den ordinarie krönta elmätaren). De senare har högre noggrannhet. Skillnaden mellan de två olika mätserierna är cirka plus/minus fem procent och avvikelsen är ofta specifik för just den växelriktarmodell som mätningen gäller.

I denna studie har både växelriktarnas interna mätvärden och mätvärden från elcertifikatsystemet

använts för att i möjligaste mån få så kompletta mätserier som möjligt.

Produktionsresultat för de olika anläggningarna

För att jämföra anläggningarnas produktion används måttet produktion per installerad effekt, kWh/kWp, där en panels kWp anger hur mycket effekt panelen kan generera vid en solinstrålning på 1 000 W/m². Detta då olika tekniker har olika effektivitet vilket gör att en utvärdering där måttet produktion per kvadratmeter skulle vara missvisande. Ett normalt helårsvärde för Stockholm är 800–1 000 kWh/kWp för en lutande takanläggning mot söder, vilket ungefär motsvarar en produktion av 100–200 kWh el per kvadratmeter och år.

Mätvärdena för alla anläggningar redovisas i tabellen nedan i fallande ordning efter rapporterad produktion. De två fasadanläggningarna och öst/väst-monterade anläggningarna är markerade med avvikande färg för att markera att de inte har förutsättningarna att komma upp i höga produktionssiffror.

De flesta anläggningarna i jämförelsen ligger på en årlig elproduktion på mellan 850–950 kWh per installerad kWp och år, vilket var förväntat. Hur hög produktionen blir beror framför allt på solcellernas riktning och lutning i förhållande till solen.

Den lägre produktion som syns på några av anläggningarna finns det tre anledningar till:

- fasadinstallationer, där solcellerna sitter monterade på fasaden och därför inte har optimal vinkel mot söder
- de har bristande rapportering av mätvärden
- problem med växelriktare har lett till att anläggningen varit helt eller delvis ur funktion under en tid.

Den anläggning som hade högsta uppmätta produktion var Oslogatan 38. Installationen är på 27,5 kW, cirka 190 kvadratmeter och är monterad i takets plan. Den har en lutning på 22 grader och är riktad mot sydväst. ●



Exempel på tre solinstrålningsgivare som använts i projektet.

Fastighetsägare	Adress	Kvadratmeter modularea	Installerad effekt, kW	Rapporterad prod, MWh, helår	Rapporterad prod, kWh/kW, helår	Performance ratio
Svenska Bostäder	Oslogatan 38	190	27,5	26,4	958	95%
Familjebostäder	Askebykroken 26–32	130	18,9	17,8	944	
Familjebostäder	Hällbybacken 7–15	110	16,1	15,1	939	
Familjebostäder	Stavbygränd 1–19	290	43,4	40,4	933	
Svenska Bostäder	Bergengatan 3	140	20,0	18,6	928	90%
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 52	140	20,0	18,4	920	
Svenska Bostäder	Oslogatan 10	190	27,5	25,3	918	97%
Svenska Bostäder	Bergengatan 45	150	21,5	19,7	917	
Familjebostäder	Degerbygränd 6-14	140	20,0	18,3	916	
Svenska Bostäder	Bergengatan 25	150	22,0	20,1	914	89%
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 4	140	20,6	18,8	912	89%
Svenska Bostäder	Oslogatan 22	230	33,3	30,3	911	94%
Familjebostäder	Kuddbygränd 4–22 b	120	18,4	16,7	910	103%
Familjebostäder	Kuddbygränd 10	120	23,5	21,4	910	103%
Svenska Bostäder	Bergengatan 5	140	20,0	18,2	909	87%
Svenska Bostäder	Ärvingevägen 14-16	340	50,0	45,2	904	
Svenska Bostäder	Gärdebyplan 22-28**	140	20,0	18,0	900	
Svenska Bostäder	Bergengatan 47	150	21,5	19,3	899	99%
Svenska Bostäder	Bergengatan 27	140	20,5	18,4	895	94%
Familjebostäder	Hällbybacken 6-10	110	16,0	14,2	886	
Familjebostäder	Hällbybacken 2-4	110	16,0	14,1	879	
Svenska Bostäder	Vimmerbyplan 21-33	270	40,0	35,0	875	
Familjebostäder	Askebykroken 7–15**	170	26,0	22,7	873	
Familjebostäder	Hällbybacken 14-16	110	16,0	13,9	870	
Familjebostäder	Hällbybacken 18-20	110	16,0	13,9	870	
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 50**	140	20,0	17,3	867	
Familjebostäder	Degerbygränd 16-22	140	21,0	18,1	861	
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 32	140	20,6	17,7	861	85%
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 40**	140	20,0	17,1	856	
Familjebostäder	Degerbygränd 13-19	120	18,0	15,2	844	
Familjebostäder	Degerbygränd 3- 7	140	21,0	17,7	844	
Familjebostäder	Degerbygränd 27-33	110	16,0	13,5	841	
Svenska Bostäder	Sibeliushöjden 2 tak	110	15,5	13,0	839	
Fastighetskontoret	Husbybadet	650	95,0	78,8	830	86%
Svenska Bostäder	Oslogatan 27*	130	19,0	15,0	792	99%
Familjebostäder	Hinderstorps gränd 14-20**	140	21,2	16,8	792	
Familjebostäder	Askebykroken 14-18	160	23,0	17,8	776	
Familjebostäder	Hällbybacken 17-23	120	18,4	14,2	774	
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 34***	200	28,9	22,3	770	84%
Fastighetskontoret	Tenstabadet, Hagstråket 9**	350	51,5	38,7	751	
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 28*	140	20,1	14,5	724	73%
Familjebostäder	Svennebygränd 31–39, öst/väst	330	50,0	35,9	718	
Familjebostäder	Svennebygränd 13–29, öst/väst	630	94,4	65,4	694	
Svenska Bostäder	Gärdebyplan 8-20*	270	40,0	27,7	693	
Familjebostäder	Hinderstorps gränd 4–12	160	24,7	16,7	676	
Familjebostäder	Askebykroken 4-8	140	21,0	13,6	646	
Familjebostäder	Svennebygränd 3–11, öst/väst	310	45,9	28,8	628	
Svenska Bostäder	Oslogatan 24*	230	34,0	20,6	607	78%
Svenska Bostäder	Sibeliushöjden 2, fasad	120	17,0	10,3	603	
Svenska Bostäder	Oslogatan 11*	190	27,5	16,4	595	60%
Svenska Bostäder	Trondheimsgatan 10*	190	27,9	15,4	552	54%
Svenska Bostäder	Vesterby backe 26, fasad	170	24,3	13,3	548	

* Problem med växelriktare
 ** Problem med rapportering
 *** Huset renoveras under mätperioden

Oslogatan 38 var den anläggning som hade högst uppmätt produktion per kW, 958 kWh/kW och år.



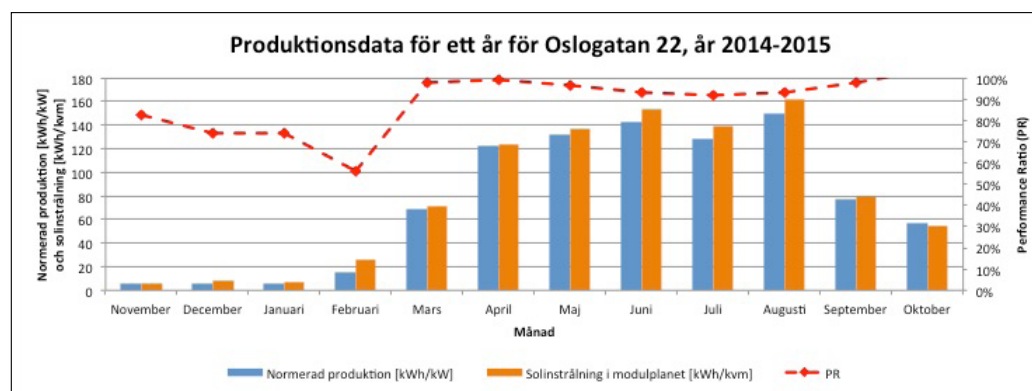
Performance ratio

För att mäta anläggningarnas prestanda används måttet elproduktion per teoretisk möjlig produktion alternativt Performance ratio vilken blir en dimensionslös faktor mellan 0 och 100 procent. Denna faktor är ett kvalitetsmått på anläggningars systeminstallation oavsett lokalisering, lutning eller riktning.

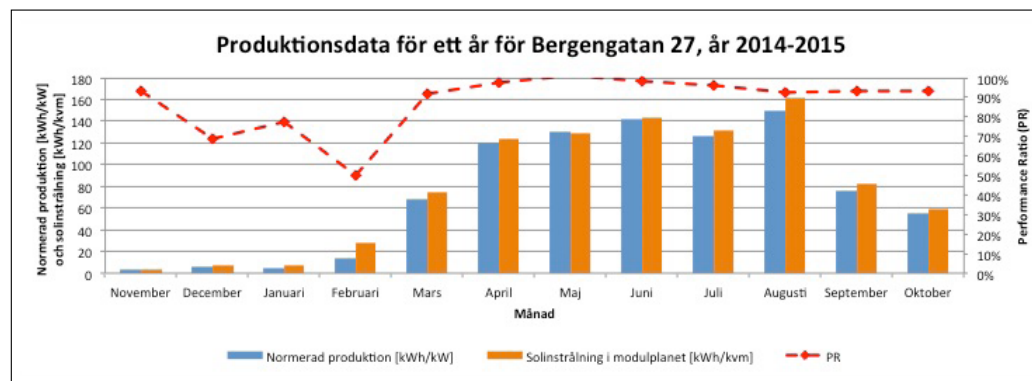
Värden över 100 procent kan bero på mätfel av solinstrålningen, förlust av data för solinstrålning eller felrapporterade värden. Mer information om hur Performance ratio räknas fram finns i Bilaga 1.

Trots att solinstrålningen och produktion i graferna varierar mellan dagar och månader blir Performance ratio-värdet stabilt över tiden och ger på detta sätt ett enkelt mått på anläggningens funktion.

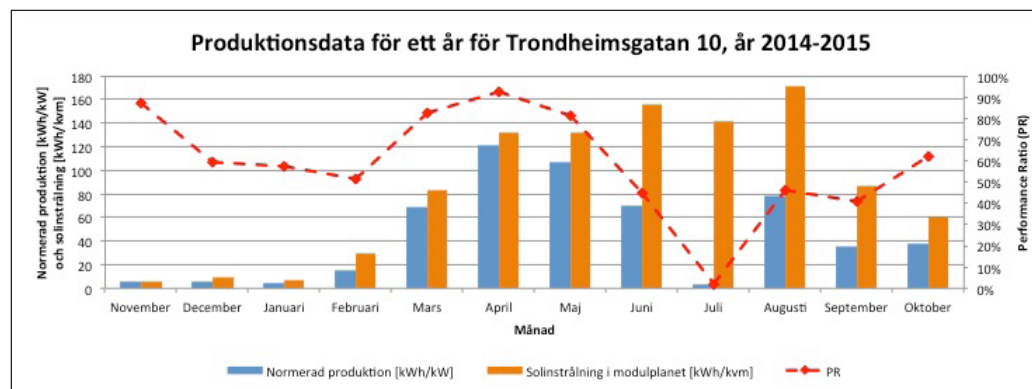
Nedan följer grafer för tre anläggningar över mätperioden där Performance ratio är den streckade röda linjen. De första två graferna är från anläggningar som uppvisar ett normalt produktionsmönster där värdet på Performance ratio är något lågt för perioden november–februari på grund av till exempel snöbelagda moduler.



Produktions- och prestandagraf för Oslogatan 22 för den studerade mätperioden.

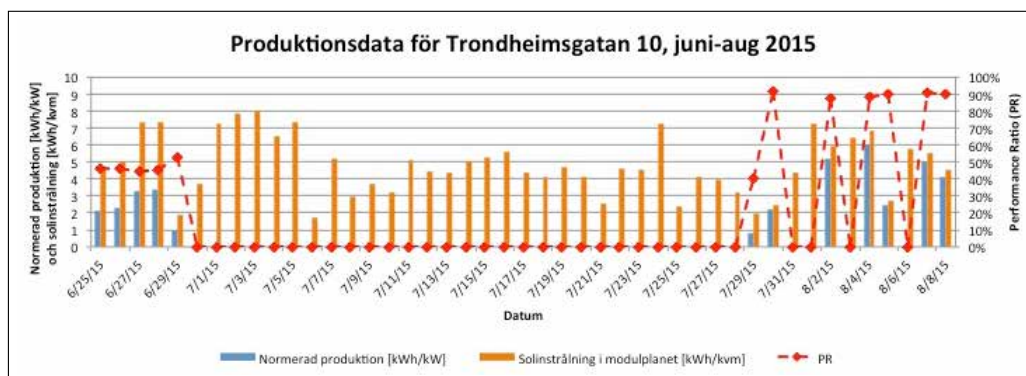


Produktions- och prestandagraf för Bergengatan 27 för den studerade mätperioden.

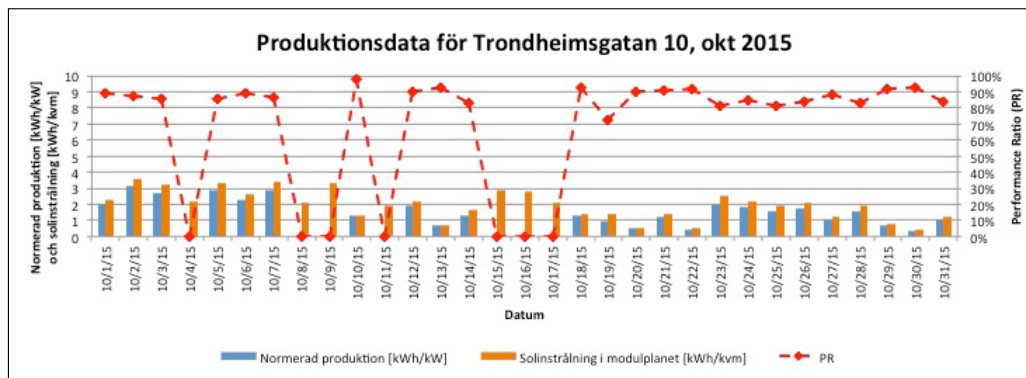


Produktions- och prestandagraf för Trondheimsgatan 10 för den studerade mätperioden. Performance ratio sjunker under perioden maj–oktober när växelriktaren inte fungerar.

I de detaljerade graferna nedan med dygnsdata ser man att en modul i växelriktaren har gått sönder som motsvarar hälften av anläggningens effekt. Den 30 juni har växelriktaren ingen funktion och den 28 juli repareras växelriktaren, dock utan att ha rätt brytspänningar inställda vilket gör att funktionen går mellan noll och hundra procent fram till 19 oktober då anläggningen återställs till full funktion.



Produktions- och prestandagraf med dygnsvärden för Trondheimsgatan 10, 25 juni–8 aug.



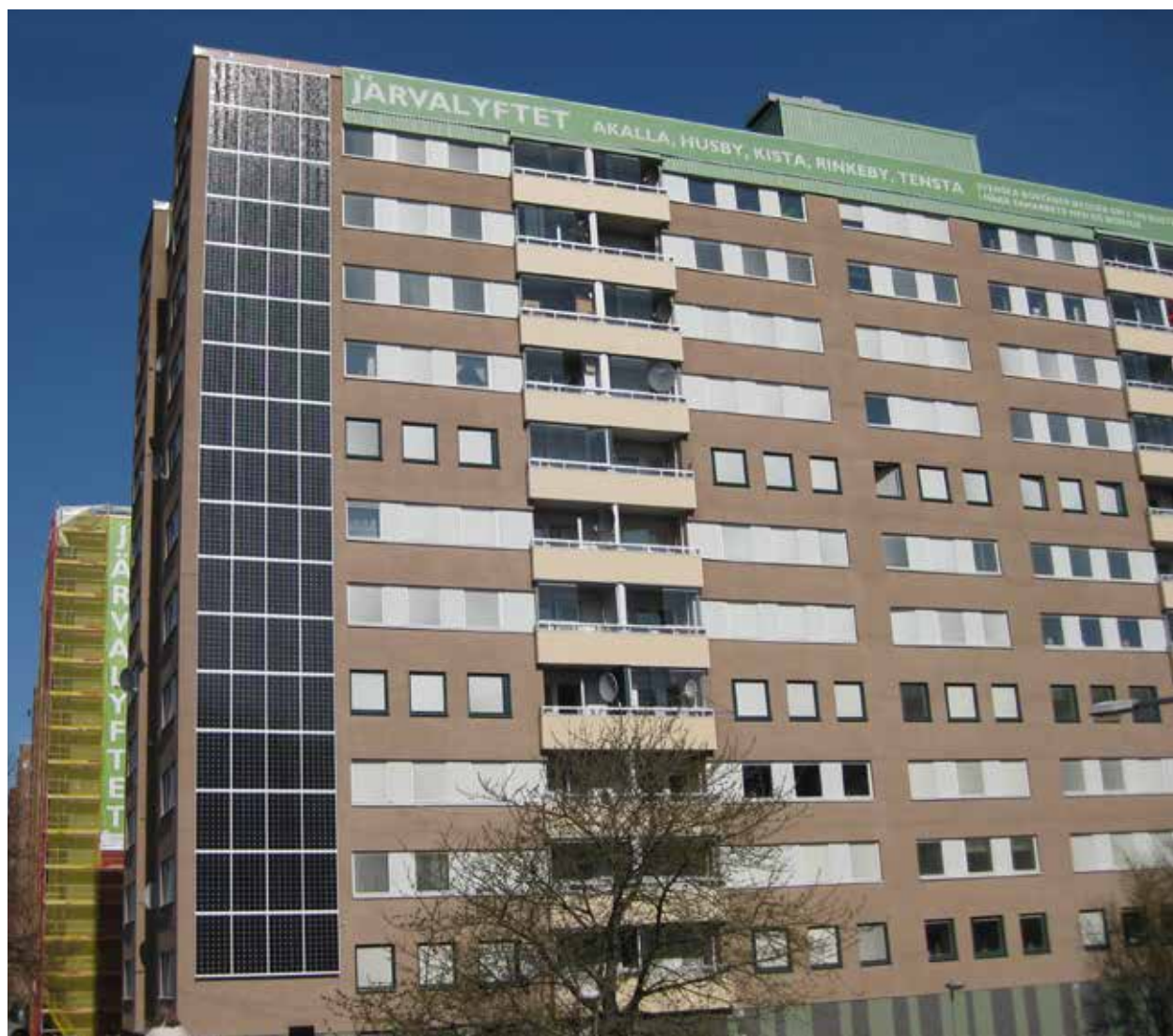
Produktions- och prestandagraf med dygnsvärden för Trondheimsgatan 10, hela oktober 2015. Växelriktaren byts ut den 19:e oktober och anläggningen återfår full funktion.

Fasadanläggningar

De två fasadanläggningarna som ingår i projektet handlades upp som piloter för att sätta en prägel på området och tydliggöra att solceller skulle vara en del av arbetet med renoveringen. Eftersom fasader inte träffas av lika stor mängd solljus över året jämfört med ett tak kommer de att ha en lägre produktion per kWp.



Vesterby backe 26. Denna anläggning är i kombination med solvärme. Här är modulerna monterade som en hockeysarg runt huset, även mot norr



Nystad 7 var den första anläggningen som monterades i Järva.

Öst/väst montage

Tre system monterades med ett montagesystem där modulerna växelvis är riktade mot öst respektive väst. Fördelen är att öst/väst systemen inte har lika höga produktionstoppar, vilket skulle göra att produktionsmönstret passar användningen av el bättre. En annan fördel är att taket kan täckas med solceller på en betydligt större area jämfört med södervända paneler. En anläggning riktad mot söder i rader bör inte ha en större taktäckning än 40–50 procent för att minska intern skuggning. Öst/väst systemet producerar cirka 20 procent lägre per installerad kWp, men sett till takarea så producerar anläggningen dubbelt så mycket energi då en större del av taket kan täckas med solceller. I Bilaga 4 redovisas en jämförelse mellan ett öst/väst system och ett södervänt system. ●



Driftserfarenheter & utvecklingsmöjligheter

Intervjuer har genomförts med stadens bolag och fastighetskontoret för att få en bild av hur de har upplevt projektet. Fokus har legat på deras erfarenheter av funktion, specifika fel och organisation.

Vid intervjuerna har tre områden framstått som problematiska:

- Växelriktare – växelriktare som har gått sönder.
- Datainsamling – datainsamlingen av mätvärden.
- Rutiner för förvaltning – vilken rutin man ska skapa kring anläggningarna.

Se kategorisering av fel och förslag på rutiner under respektive rubrik nedan:

Växelriktare

Växelriktaren liknas ofta vid solcellsanläggningens hjärna. I en anläggning används en eller flera växelriktare för att omvandla solcellernas likström till växelström som kan skickas direkt in i byggnadens elnät.

Då en växelriktare går sönder kan anläggningen inte leverera någon el. Vid större anläggningar som har flera växelriktare kan dock delar av anläggningen fortfarande fungera trots att en eller flera växelriktare gått sönder.

Utöver problemet med datainsamlingen är det endast de trasiga växelriktarna som inrapporterats som en störande faktor. Familjebostäder och fastighetskontoret har haft en felande växelriktare var, vilket kan ses som fullt

normalt. Däremot har Svenska Bostäder haft problem med sex växelriktare, vilket är fler än förväntat.

Normal livslängd för en växelriktare är cirka femton år. Därför är det anmärkningsvärt att flera av Svenska Bostäders installationer haft felande växelriktare. Totalt är cirka 80 växelriktare från fem tillverkare monterade i projektet och vid en analys av samtliga anläggningar hittas inget samband med felet och var växelriktaren är monterad; inomhus, utomhus, luftigt och svalt eller trångt och varmt.

Det är framför allt två tillverkare som har stått för merparten av felen. Leverantörerna har bytt ut de felaktiga växelriktarna. Driftsstoppet från att växelriktaren gått sönder till att en ny har beställts och monterats leder dock till stora bortfall i produktionen, vilket är tydligt vid den tidigare diskussionen om Trondheimgatan 10 och dess grafer för Performance ratio. (sid. 13–14).

Rutiner för förvaltning (upphandling och överlämning)

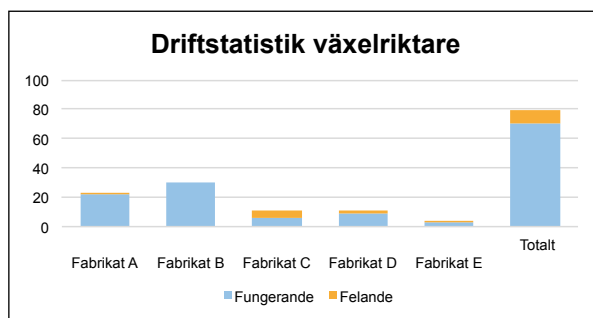
Endast Svenska Bostäder har haft en speciellt utsedd person för att övervaka och följa upp solcellsanläggningarna, vilket har lett till att de snabbare upptäckt och kunnat åtgärda de fel som uppstått.

Idag finns det ingen central rutin för vad man ska göra vid misstanke om fel på anläggningar.

Rutiner vid förvaltning, produktionsavbrott och garantiärenden

Utan automatiserad övervakning är det tidskrävande att upptäcka och identifiera fel på en solcellsanläggning. Solcellsanläggningar har inga rörliga delar och ger inte ifrån sig något ljud. Utan uppföljning av de installerade solcellerna finns en risk att eventuella driftstopp blir långvariga och en stor del av årsproduktionen förloras.

Om ett fel upptäcks är det viktigt att det finns tydliga drifthänvisningar och information på plats vid solcellsanläggningen. Den person som är först på plats



Mer än 10 procent av 80 växelriktare har fallerat under de två första driftåren. Två fabrikat stod för merparten av felen.

för att åtgärda ett fel ska direkt kunna se hur anläggningen ska stängas av och återstartas. Även förslag på enklare felsökning skall gå att hitta i informationen. Utöver detta bör det gå att se vem som har installerat anläggningen, vem som ska kontaktas under garanti-tiden och även efter systemgarantitidens slut på fem år. På det sättet är det förhoppningsvis möjligt att få igång anläggningen på egen hand eller snabbt komma i kontakt med personal som kan slutföra felsökningen.

Ett exempel på en förenkling skulle vara om driftspersonal på plats enkelt kan komma i kontakt med det bolag som är ansvarigt för garantiärenden och service under garantiperioden. Detta bör tydliggöras, till exempel genom en laminerad skylt som sitter vid växelriktarna med tydliga uppgifter om hur länge garantin gäller och vem som ska kontaktas. Vid garanti-besiktning av anläggningen vid systemgarantitidens slut bör en bedömning göras om ett nytt serviceavtal ska skrivas, eller om drift och underhåll ska skötas internt i organisationen.

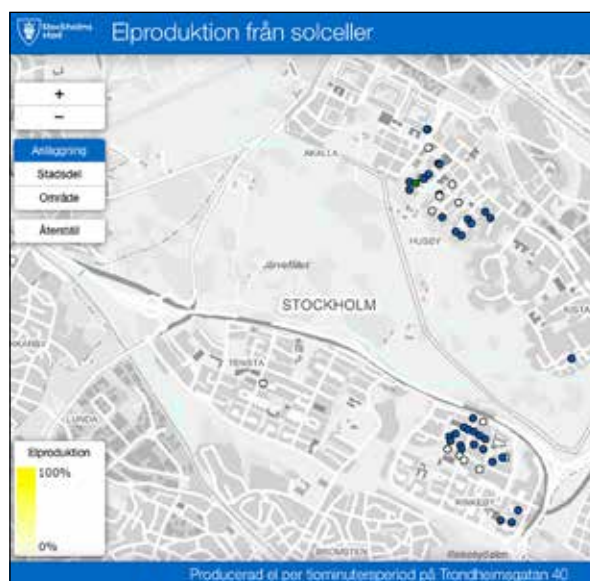
Förslag på rutiner för beställning/överlämning av anläggning

Vid upphandling bör frågor kring drift och felavhjälpande underhåll, datainsamling, övervakning och ansvar inom förvaltningen samt ansvar hos leverantören specificeras. Detta för att nya anläggningar ska passa in i bolagens förvaltningsprocess och även i den struktur för hantering av egenproduktion som Stockholms stad skapar.

Datainsamling/uppföljning

Som nämnts i tidigare stycken samlas produktionsdata in till en gemensam server. Samtliga beställare har upplevt att datainsamlingen har varit den svåraste biten att få att fungera bra. Upplevelsen är att entreprenörerna som installerat anläggningarna har monterat och driftsatt solcellerna snabbt och effektivt men att datainsamlingen har släpat efter och tagit lång tid att färdigställa. Fortfarande är det inte alla anläggningar som rapporterar in data korrekt vilket tyvärr leder till glapp i vissa data-serier. Vid slutbesiktning av entreprenaderna har det framkommit att leverantörerna i flera fall missat att installera mätare vilka enligt avtal skulle ingått i entreprenaden.

Ett sätt att få detta att fungera bättre i framtida installationer är att lyfta ut datainsamlingen ur entreprenaden och handla upp den i en separat entreprenad.



Visualisering av den insamlade datan från www.soldata.stockholm.se.

Förslag på rutiner för mottagande av anläggning för att underlätta automatiserad driftövervakning

Det har varit tidskrävande att ta fram uppgifter om anläggningarnas hårdvara. Alla entreprenörer har egna rutiner för att beskriva hur anläggningen är uppbyggd och en gemensam standard att redovisa dessa uppgifter saknas.

Detta skulle enkelt kunna avhjälpas genom att utforma en mall som bifogas upphandlingarna med tydligt efterfrågade uppgifter som entreprenören fyller i. Formuläret bör vara digitalt. Nedan följer exempel på data som är viktiga parametrar vid uppföljning.

- Vilken effekt växelriktare har.
- Antal moduler och märkeffekt.
- Lutning och riktning på installationen.
- Egenkontroll som innehåller en korrekt uppfylld mätning av strängspänning¹, som på detta sätt visar att alla moduler är inkopplade.

Visualisering av data kan vara en rutin som hjälper besiktningspersonen och bör vara driftsatt innan slutbesiktning av entreprenaden. Om uppkopplingen till visualisering sker innan slutbesiktning kan den hjälpa till att avslöja fel i dokumentationen/installation/rutiner för driftsättning.

¹ Solcellsmodulerna seriekopplas (monteras i strängar). För att kontrollera att alla modulerna är installerade korrekt så mäter man strängspänningen som då ska bli summan av alla modulernas enskilda spänning.

Vid besiktningen är det viktigt att kontrollera att den tekniska dokumentationen stämmer, då korrekt dokumentation är en förutsättning för att automatiserad uppföljning ska fungera.

Förslag på uppföljning med automatisk återkoppling

Idag finns det lösningar som klarar av att lösa både mätvärdesinsamling och elcertifikat med samma hårdvara. Från det systemet går det att utveckla mottagning av summalarm, serverfunktion och visualisering.

I dagsläget läser rapportsystemet endast summalarm från växelriktaren och läser inte av växelriktarnas uppmätta värden. Detta för att minska kostnader för hårdvara, vilket medför att:

- Färre mätvärden loggas, framför allt på licksströmsidan. Samtliga larm från växelriktaren blir summalarm, och olika larm går inte att skilja från varandra.
- Fördelarna är att systemet blir mer robust och mätvärdena har en högre noggrannhet än när uppföljningssystemet förlitar sig på växelriktarnas inbyggda mätvärden.
- Mätsystemet blir inte beroende av till exempel byten av växelriktare och inkoppling av dessa till logg-systemet.

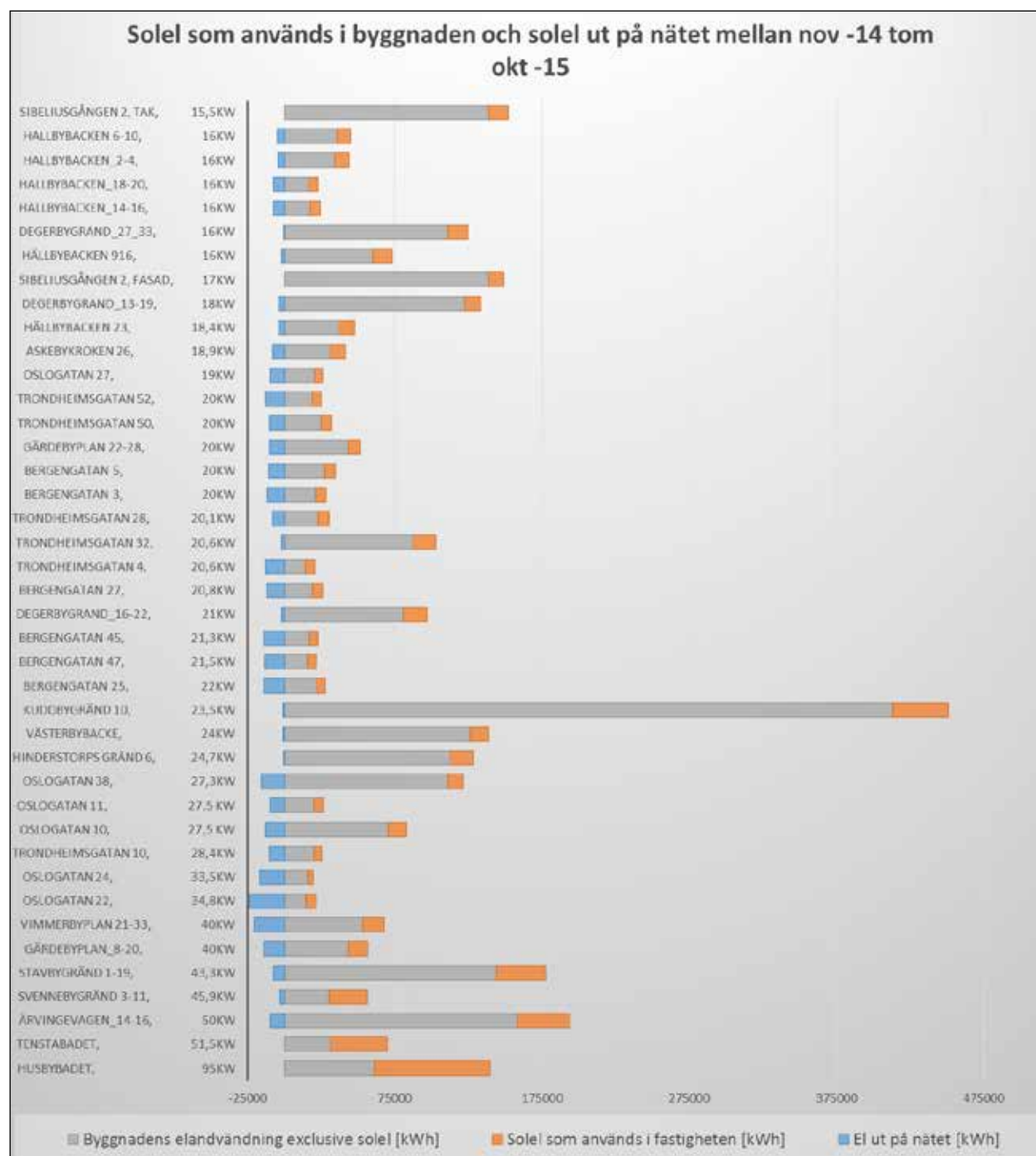
Kostnaden för mätsystemet minskar när lösningen inte behöver anpassas efter olika tillverkare av växelriktare. Även problemet där utbytta växelriktare inte kopplades upp mot rapportsystemet byggs bort med denna fristående lösning.

En sådan lösning finns idag monterad på Husbybadet i Järva. ●



Husbybadets anläggning syns uppe i vänstra hörnet, i mitten syns två anläggningar på Trondheimsgatan.

Överskott av egenproducerad el



41 anläggningars solelproduktion (orange + blå), utmatad el (blå) och fastigheternas nettoköp av el efter installation (grå) sorterad efter anläggningens storlek.

Samtliga solcellsanläggningars produktion i orange som en del av respektive byggnads årliga elbehov. De blå staplarna är den del av produktionen som matas ut på elnätet.

För de flesta anläggningar blir det ett överskott av el från solcellsanläggningen på dagtid som matas ut på elnätet. Fastigheterna har en intern last som är cirka 2–10 kW medan anläggningarna producerar 15–30 kW. I genomsnitt är överskottet 50 procent av produktionen för bostadsbolagen medan fastighetskontoret uppger att de hela tiden har ett högre effektbehov än vad solcellerna producerar.

Att leverera ut och sälja ett överskott av sol på nätet är med dagens regelverk förknippat med en omfattande administration.

För att kunna leverera ut ett överskott på nätet behövs en godkänd elmätare. Elhandelsbolaget som Stockholms stad har avtal med är skyldigt att ta emot el som matas ut på nätet. Genom avtal regleras vad staden får betalt för den utmatade elen. Eftersom elen matas ut på sommarhalvåret torde priset bli relativt lågt. Som intäkt kan man som elleverantör dessutom få betalt för elcertifikat (cirka 20 öre per kWh) och betalt för så kallad nätnytta (2–3 öre per kWh). Som kostnad ska staden betala energiskatt och moms (29,2 öre per kWh).

En av anledningarna till överskottet för vissa anlägg-

ningar var att det var svårt att i projekteringsfasen göra en analys av vad fastigheternas elförbrukning skulle vara efter renoveringen.

Det övergripande målet för projektet var att montera 10 000 m² solceller. Detta samtidigt som anläggningarna skulle ha en storlek som är rimlig, med en minsta storlek om 20 kWp. För att få ned kostnaderna upphandlades ca 150–250 kWp solceller åt gången motsvarande tio anläggningar. Att ytterligare krympa storleken på en anläggning för att minska mängden utmatad el skulle göra att de fasta kostnaderna för entreprenaden skulle vara de samma medan den mängd sol som producerades för internt bruk skulle minska avsevärt.

En del av skillnaden i utmatning mellan de olika bostadshusen kan förklaras av att vissa fastigheter har installerat FTX-aggregat som då höjer fastigheternas effektbehov och på det sättet minskar mängden överskott från solcellsanläggningen.

Det finns även fall där byggnaden har fler än ett abonnemang, på grund av att tillbyggnader har skett, där man då valde att skapa ett nytt abonnemang för tillbyggnaden. Att slå samman dessa abonnemang skulle inte enbart minska de fasta kostnaderna, utan skulle även öka den interna lasten på det abonnemang som producerar sol och minska överskottsproduktionen. ●



Områdesbild över Oslogatan.

Nätkoncession

Vid installationer av solceller är det rimligt att placera anläggningen på byggnader med så bra förutsättningar som möjligt för att producera solel. Då dessa byggnader inte nödvändigtvis har en hög elanvändning är det önskvärt att överskottsel kunde användas även till ägarens andra byggnader inom samma fastighet oavsett karaktär på byggnaden.

Med nätkoncession avses rätten att bygga och använda starkströmsledningar inom och mellan fastigheter. I de flesta fall är det nätägaren som har nätkoncession och sköter drift och underhåll av elnätet men det finns flera undantag från nätkoncessionen där fastighetsägaren äger och driver elnätet inom fastigheten.

För att se om det är möjligt för Svenska Bostäder och Familjebostäder att öka den egna användningen av solel genom att sammanlänka flera byggnader inom samma fastighet kontaktades Energimarknadsinspektionen. Genom att koppla samman en byggnad med solceller med flera byggnader utan solel minskas andelen utmatad solel från de installerade anläggningarna.

Med Energimarknadsinspektionen diskuterades ett av Svenska Bostäders områden med solcellsinstallationer i Husby. Ett exempel var Svenska Bostäders fastighet Molde 2, i bilden nedan är en lågt liggande tvättstuga med skuggat tak. Tvättstugan har högt elbehov och skymms av ett högre bostadshus med stort solbelyst tak på en byggnad med lågt elbehov. Detta är ett exempel där det enligt Energimarknadsinspektionen finns möjlighet till undantag för konsessionsplikt.



Byggnaden som inrymmer tvättstugan på fastigheten Molde 2.

Ordagrant lyder detta undantag:

”Ett internt nät, på vilket el överförs till anläggningar och byggnader som inte är avsedda som bostadshus och som ligger i omedelbar närhet till ett bostadshus, får byggas och användas utan nätkoncession.”

Det blir alltså frågan om en gränsdragning avseende vad som är att anses som omedelbar närhet. Av undantaget går även att bakvägen utläsa att det inte är tillåtet att överföra el från ett bostadshus till ett annat. Detta innebär tyvärr att solenergin i Svenska Bostäders fall endast kan användas i de byggnader där den produceras och till de byggnader som går att ses som kompletteringsbyggnader i direkt närhet till bostadshusen.

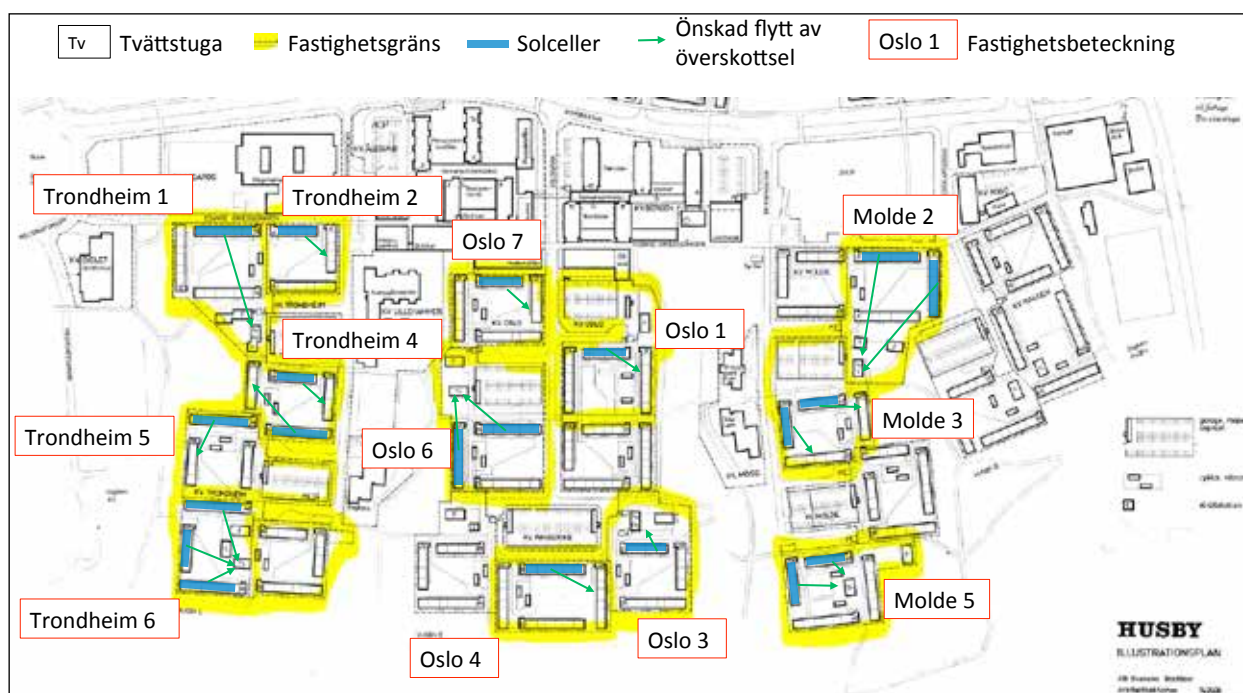
I dagsläget är det alltså skillnad på ett flerbostadshus och ett parkeringsgarage/tvättstuga inom samma fastighet. Om el överförs till ett annat bostadshus blir elen belagd med nätavgift, energiskatt och moms medan överföring till ett parkeringsgarage eller en tvättstuga inte blir det.

Stockholms stad arbetar aktivt för ändrade villkor för egenproducerad solel. Miljö- och hälsoskyddsnämnden har låtit ta fram rapporten Regeländringar för ökad kraft i stadens klimatarbete. I rapporten påtalas problemet med solel som går ut från en byggnad med låg elanvändning under soliga dagar och inte går att använda i annan närliggande byggnad utan ovanstående extra kostnader.

Undantag för krav på nätkoncession

För att helt säkert veta när överföring till kompletteringsbyggnader är tillåten kan fastighetsägaren begära ett bindande besked om undantag från kravet på nätkoncession hos Energimarknadsinspektionen. En beskrivning av ärendet och en karta över de tänkta ledningsdragningarna ska då finnas med samt uppgifter om vilket nätbolag som är verksamt i området.

I figuren nedan är solceller och närliggande byggnader som är intressanta att föra över överskottsel till markerade i gult där förslagen redovisas i detalj nedan.



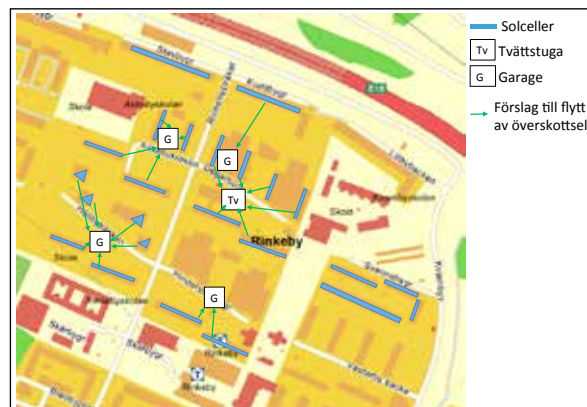
Översiktsbild på Svenska Bostäders fastigheter i Husby med förslag på hur det tekniskt skulle gå att flytta solen till närliggande byggnader om inte koncessionsplikten gällde. Figuren finns även i originalstorlek i Bilaga 3.

Fastigheter som har undersökts

Utifrån diskussionen med Energimarknadsinspektionen listas några fastigheter med hög utmatning och vilken möjlighet de har att öka sin interna last.

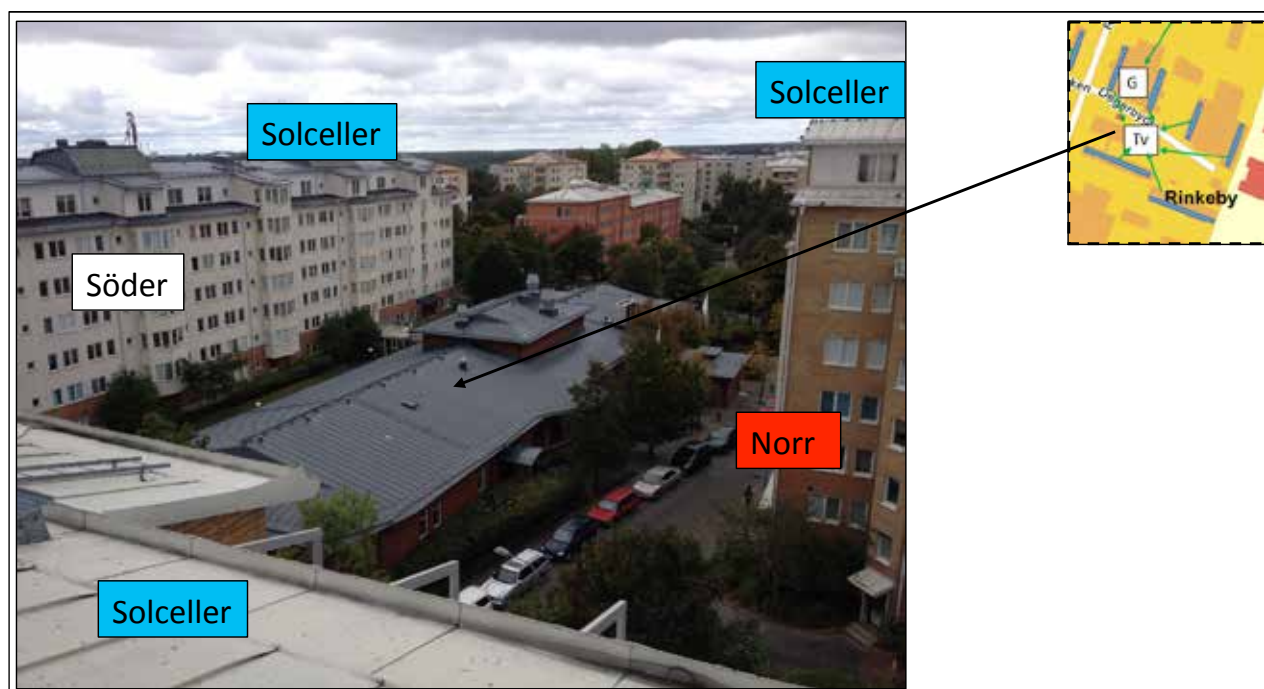
- Oslo 6. Bör gå att överföra till närliggande tvättstuga.
- Trondheim 6; Bör gå att överföra till närliggande tvättstuga.
- Oslo 3. Bör gå att överföra till närliggande tvättstuga.
- Molde 3. Eventuellt går det att överföra till tvättstugan i Molde 2.
- Molde 2. Tveksamt, tvättstugan kan vara för långt bort för att anses ligga i "omedelbar närhet".
- Trondheim 1. Tveksamt, tvättstugan kan vara för långt bort för att anses ligga i omedelbar närhet.
- Oslo 1 och Oslo 7. Är exempel på vad som inte undantas från koncessionsplikten, överföring av el till närliggande flerbostadshus. Undantaget gäller endast för överföring av el till kompletteringsbyggnader så som tvättstugor, garagebyggnader och liknande.

Familjebostäders möjligheter syns på figuren nedan. För dessa fastigheter finns inget utlåtande från Energimarknadsinspektionen. De markerade förslagen till överföring av solen är antaganden utifrån det utlåtande Energimarknadsinspektionen gav för Svenska Bostäders situation.



Översiktsbild på Familjebostäders fastigheter i Rinkeby med förslag på hur det skulle gå att flytta solen till närliggande byggnader som inte har koncessionsplikt.

Bilden ovan visar förslag på hur det skulle gå att ansöka om undantag från koncessionsplikten för att överföra el från solcellsanläggningar till närliggande kompletteringsbyggnader. I exemplet är kompletteringsbyggnaderna tvättstugor och garage.



Exempel där användningen av undantaget av koncessionsplikt är lämpligt.

I bilden ovan är byggnaden i mitten av bilden en stor tvättstuga i Familjebostäders bestånd som använder mycket el. Dock lämpar sig inte tvättstugetaket för solelsproduktion då det ligger en högre byggnad strax söder om tvättstugan som skuggar tvättstugans tak.

Ökad egenanvändning

Andra alternativ för att öka egenanvändningen av egenproduktionen av el har studerats. Två förslag har tagits fram.

Gemensamt abonnemang

Genom att ha ett gemensamt abonnemang för byggnaden och debitera hyresgästerna separat skapas ett ökat underlag som höjer effektbehovet och minskar mängden utmatad el. Det finns bolag som har färdiga lösningar för detta, och kan hantera mätvärdeshanteringen och faktureringen för el i den normala hyresfaktureringen. Respektive bolag bör överväga om detta är en intressant lösning för dem. Debitering av hyresgästerna innebär dock att hyresgästernas möjlighet att själva välja egna elleverantörer tas bort.

Batterilagring

Då solelen produceras under dagtid och effektbehovet är relativt jämnt över dygnet kan egenproduktionen sparas i batterier för att användas under kvällen/natten. Utvecklingen av batterier går snabbt framåt och under 2016 släpper Tesla sin 7 kWh-lösning i Europa för dygns-lagring av solel.

Genom att studera produktion och konsumtion per dag för flera av Järvas bostadshus visade det sig att utmatningen är cirka 2–3 kWh/kW och dag under sommaren, vilket betyder att en 20 kWp:s anläggning matar ut 40–60 kWh per dag under de dygn som produktionen är som maximal. Med dagens kostnad för batterilagring blir det inte lönsamt för en anläggning på 20 kW. ●

Sammanfattning av förslag

Förslag på rutiner för mottagande av anläggning för att underlätta automatiserad driftövervakning

Utforma en enkel mall som biläggs upphandlingarna med tydligt efterfrågade uppgifter som entreprenören fyller i. Formuläret bör vara digitalt.

Förslag på uppföljning med automatisk återkoppling

Separat upphandling av mätsystem som klarar av att lösa både mätvärdesinsamling och elcertifikat med samma hårdvara. Från systemet ska det gå att utveckla mottagning av summalarm, serverfunktion och visualisering. Mätsystemet ska vara robust och inte beroende av till exempel byten av växelriktare och inkoppling av dessa till loggsystemet. Kostnaden för mätsystemet minskar när lösningen inte behöver anpassas efter olika tillverkare av växelriktare. Med ett fristående mätsystem som inte är kopplat till en växelriktares funktion kan samma mätsystem leva vidare när det är dags att byta ut växelriktarna efter femton års drift.

Förslag på rutiner för beställning av anläggning

Vid upphandling bör frågor kring drift och felavhjälpande underhåll, datainsamling, övervakning och ansvar inom förvaltningen samt ansvar hos leverantören specificeras och kravställas för att nya anläggningar ska passa in i den struktur för hantering av egenproduktion som Stockholms stad skapar.

Förhandsbesked från Energi- marknadsinspektionen

För att helt säkert veta när överföring till kompletteringsbyggnader är tillåten kan fastighetsägarna begära ett bindande besked om undantag från kravet på nät-koncession hos Energimarknadsinspektionen. ●

Bilaga 1

Förklaring av Performance ratio (PR)

För att mäta anläggningarnas prestanda används måttet *elproduktion per teoretisk möjlig produktion* alternativt *Performance ratio* vilken blir en dimensionslös faktor mellan 0 och 100 procent. Denna faktor är ett kvalitetsmått på anläggningars systeminstallation oavsett lokalisering, lutning eller riktning.

Hundra procent verkningsgrad är omöjligt att uppnå på grund av växelriktarnas verkningsgrad, förluster i kablar, snö och så vidare. Performance ratio tar hänsyn till lokala avvikelser i solinstrålning genom referensmätning av den instrålade solenergin på samma plats och vid samma lutning och riktning som anläggningen. Det resulterande måttet bör ligga mellan 80–95 procent av teoretiskt max, där ett högre värde visar på ett effektivare system.

Alla moduler som säljs har mätts upp i sin effekt enligt Standard Test Conditions (STC), där det anges vilken effekt de har vid 1 000 watts instrålning och vid 25°C genom ett så kallat flash-test i fabriken.

För att få fram ett korrekt PR-värde måste även modulens temperatur mätas så att värdena för solinstrålning och produktion blir jämförbara. Detta är för att solcellen förlorar cirka 0,4 procent effekt per grad Celsius, vilket betyder att en solcellsmodul som är 45 grader varm har då en övertemperatur på 20 grader jämfört med STC och producerar därmed cirka 8 procent mindre effekt än vad den gjorde vid det tempererade flash-testet i fabriken.

PR definieras som kvoten mellan den normerade producerade energin (kWh/kWp) genom global solinstrålning i planet (kWh/kvm) normerat enligt STC (1 000 W instrålning/kvm och 25°C modultemperatur). Kvoten mellan normerad produktion och temperaturkorrigerad solinstrålning i planet ger alltså värdet på PR direkt. Se ekvation nedan. ●

$$PR = \frac{kWh}{kW_t} \left/ \left(global_solinstrålning[kWh/m^2]/1000W/m^2 \right) \right.$$

Bilaga 2

Förslag på förändring av undantag från nätkoncession

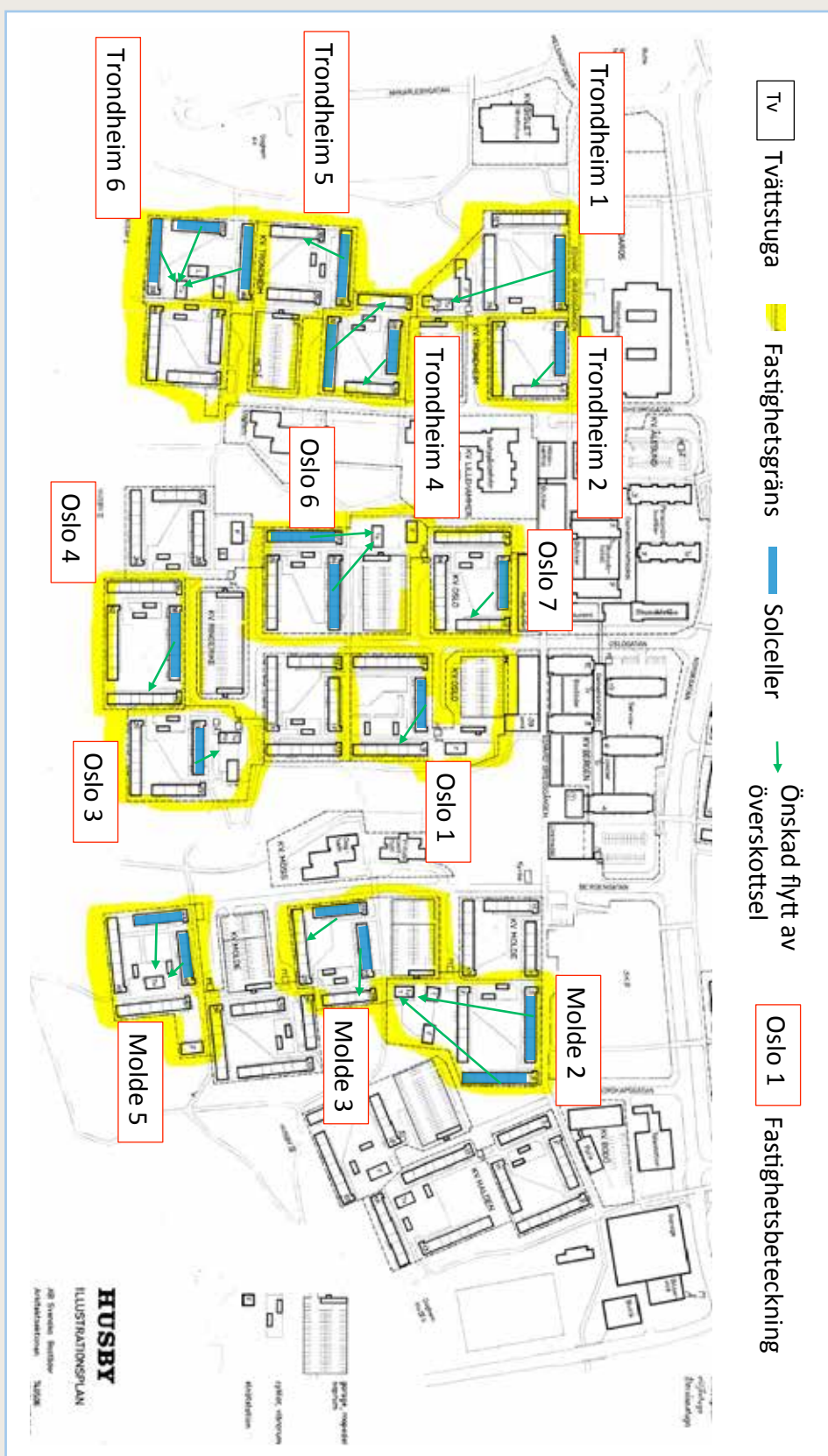
Vissa typer av starkströmsledningar är undantagna från koncessionsplikten, enligt *Förordningen (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen (1997:857)*, och kallas då för icke koncessionspliktiga nät, IKN. Undantagen gör att fastighetsägaren, i vissa fall, kan ha en egen starkströmsledning och använda denna för att flytta solel. Undantagen från koncessionsplikten gäller generellt, man behöver alltså inte ansöka dispens eller tillstånd.

I dag gäller undantag bland annat för elledningar på eller inom en byggnad, men inte på eller inom en bostadsfastighet. Undantag gäller även för ett flertal

olika typer av fastigheter som exempelvis vård-, undervisnings- och industrifastigheter, men däremot inte för fastigheter med flerbostadshus. Det innebär att bostadsfastigheter som består av flera byggnader inte kan installera solceller på en byggnad med optimalt solläge och utnyttja solelen i fastighetens övriga bostadsbyggnader utan att betala nätavgift, energiskatt och moms.

Stockholms stad anser att *Förordning (2007:215) om undantag från kravet på nätkoncession enligt ellagen* behöver ändras så att undantag för nätkoncession gäller inom en fastighet och inte enbart inom en byggnad. Dessutom bör det utredas om det även kunde vara möjligt att flytta el när flera fastigheter utgör en sammanhängande förvaltningsenhet. ●

Bilaga 3



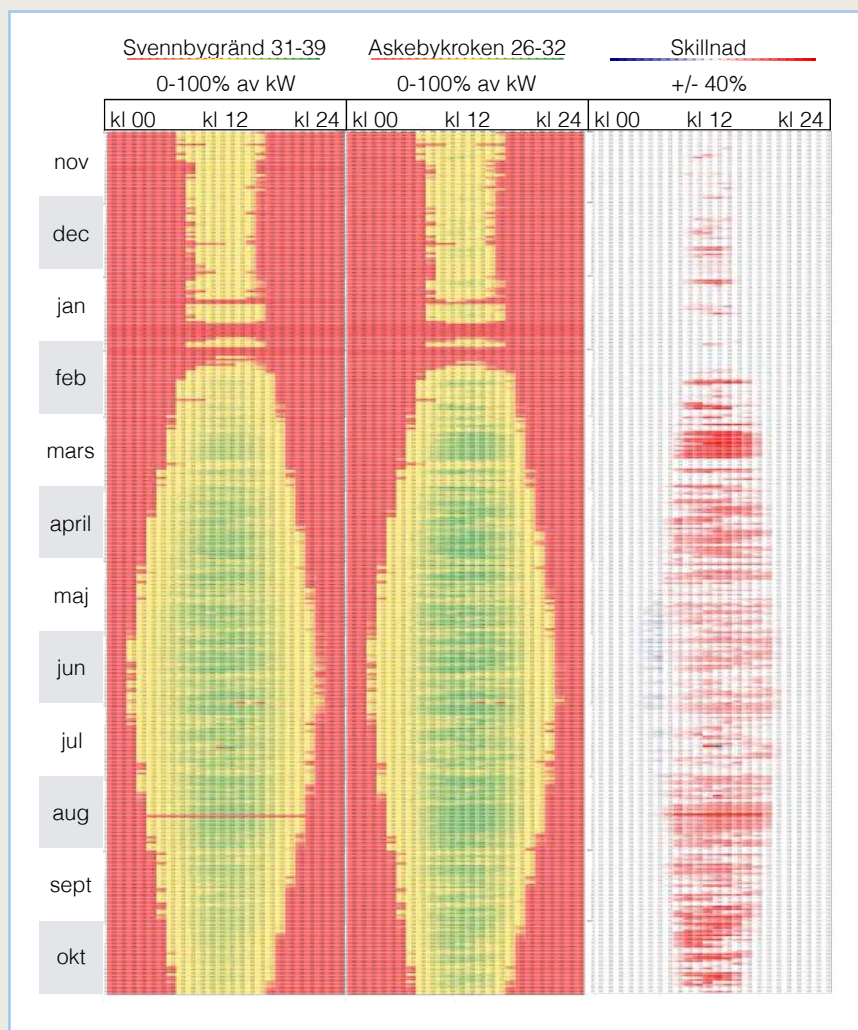
Översiktsbild på Svenska Bostäders fastigheter i Husby med förslag på hur det tekniskt skulle gå att flytta solelen till närliggande byggnader om inte koncessionsplikten gällde.

Bilaga 4

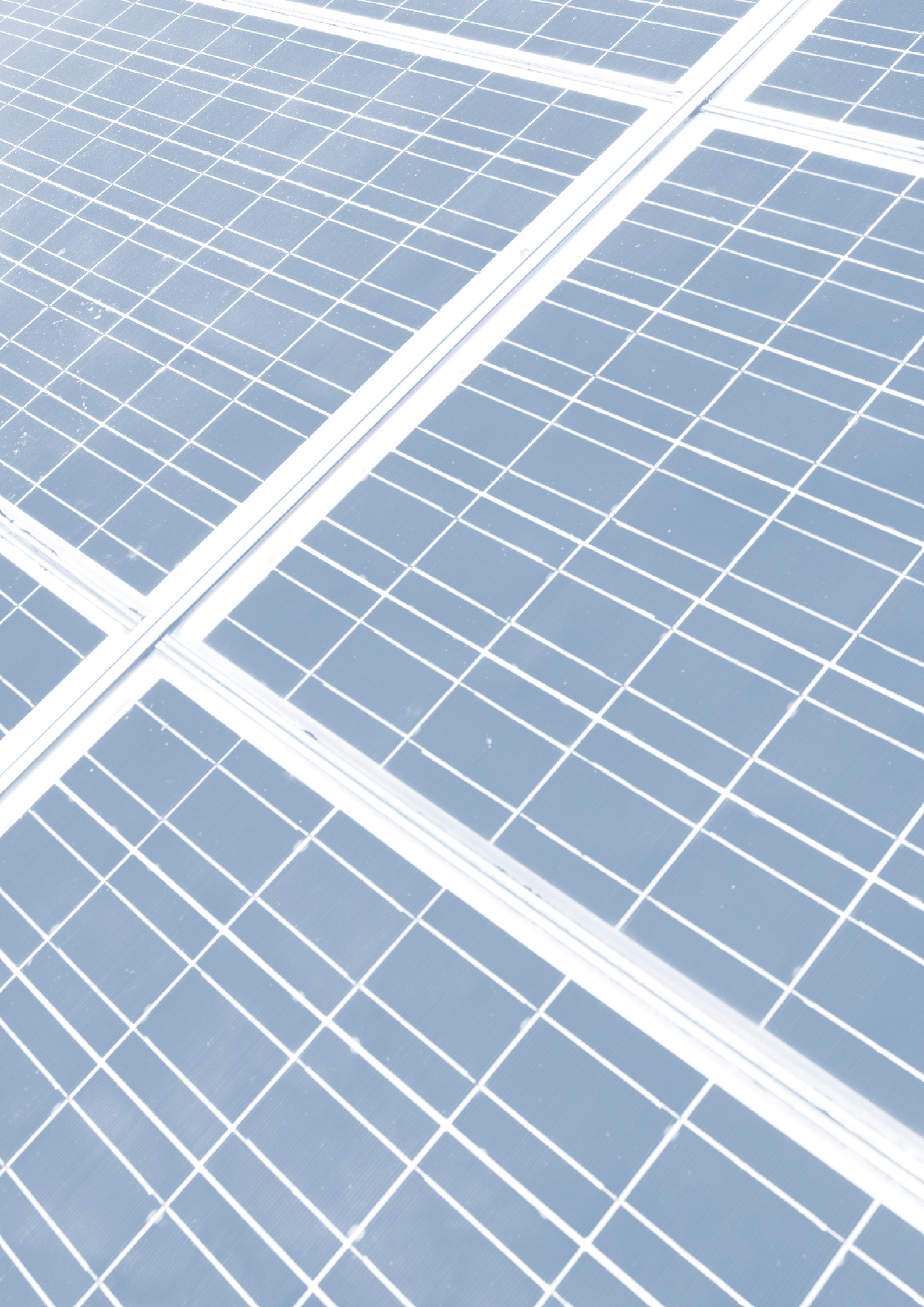
Nedan redovisas två carpet plots som visar produktion från de båda anläggningarna över mätperioden nov 2014 – okt 2015. Anläggningen på Svennebygränd 31–39 är det system av de tre öst/västmontagen som har högst produktion och den på Askebykroken 26–32 är ett av de system som producerar allra bäst i Järva.

I graferna går dygnet från vänster till höger och året går uppifrån och ned. Midsommarafton är där det gul-gröna partiet av grafen är som bredast. Öst/väst systemet

till vänster har en jämnare produktion med mindre starka gröna toppar. Skillnaden mellan produktionen ses i den högra grafen. Röd visar när den södervända anläggningen producerar mer och den blå färgen visar när öst/väst systemet producerar mer, vilket det ytterst sällan gör. Förmodligen klarar modulerna att ta upp det diffusa ljus som finns på morgonen och kväll utan att vara vinklade mot öst/väst. ●



Svennebygränd 31–39, öst/väst till vänster och Askebykroken 26–32 i mitten. Toppen av produktionen minskar då öst/väst systemet har mindre av de starkt gröna områdena som visar på hög produktion. Skillnaden ses i grafen till höger, där röd visar när den södervända anläggningen producerar mer och den blå färgen visar när öst/väst systemet producerar mer, vilket det ytterst sällan gör. Förmodligen klarar modulerna att ta upp det diffusa ljus som finns på morgonen och kväll utan att vara vinklade mot öst/väst.



Uppföljning solceller Solstaden Järva
Mars 2016

Utgivare: Miljöförvaltningen, Energicentrum

Kontaktperson: Mikaela Lenz

Foto framsida: Peter Lydén

Foto sid 5: Pia Hedenskog, Svenska Bostäder

Konsult: Johan Paradis, Paradisenergi AB
Jonas Buddgård, JB EcoTech AB

Artikelnummer: 13098 Miljöförvaltningen 2016-04



