



Solceller i samhällsplanering

Skapa bra förutsättningar för solenergi

Elforsk rapport Nr 11:75



Michiel van Noord & Johan Paradis Ärlebäck

September 2011

ELFORSK

Solceller i samhällsplanering

Skapa bra förutsättningar för solenergi

Elforsk rapport Nr 11:75

Förord

I denna rapport presenteras resultaten från projektet kring solenergi i planskedet som finansierades av SolEl-programmet 08-11 etapp III, Malmö Stad och JM. Utöver denna rapport har projektet tagit fram en broschyr som med sammanfattning av råd och metoder för solenergioptimering. Broschyren riktar sig i första hand till planavdelningar på landets kommuner och finns, precis som rapporten, att ladda hem från SolEl-programmets hemsida (www.solelprogrammet.se).

Projektet har letts av Michiel van Noord (Esam AB) och Johan Paradis Ärlebäck (Energibanken AB). I projektgruppen har följande personer ingått under delar av projektet: Anna Cornander från Energikontoret Skåne, Ted Gustavsson och Torsten Persson från Malmö Stad och Elisabeth Kjellsson från Lund Tekniska Högskolan.

Vi vill tacka Benny Thell och Somayeh Al-Noori (Serviceförvaltningen Malmö Stad), Elisabeth Kjellsson (LTH) och SolEl-programmets representanter Monika Adsten, Bertil Wahlund och Fredrik Granne för sina synpunkter och rekommendationer gällande utformning och innehåll i broschyren och rapporten.

Michiel van Noord

Esam AB

michiel@esam.se

Johan Paradis Ärlebäck

Energibanken AB

johan@energibanken.se

Detta projekt ingår i det tillämpade solcellsprogrammet SolEl 08-11.
Programmet finansieras av:

- Energimyndigheten
- Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond via NCC och JM
- Vattenfall
- E.ON Sverige
- Fortum
- ABB Corporate Research
- Göteborg Energi
- Exotech
- HSB
- Malmö stad Serviceförvaltningen
- Sharp Electronics Nordic
- Switchpower
- Mälarenergi
- Tekniska Verken i Linköping AB
- Jämtkraft
- Umeå Energi
- Falkenberg Energi
- Växjö Energi Elnät



Rapporten finns fritt nedladdningsbar från SolEl-programmets webbsajt:
www.solelprogrammet.se.

Bertil Wahlund

Elforsk AB

Sammanfattning

Över hela Sverige planerar kommuner nya bostads- och kontorsområden. I de allra flesta fall finns ingen målsättning för användning av solceller och solenergi finns inte på dagordningen i planprocessen. Samtidigt vet vi att bebyggelsen som planeras idag och byggs imorgon kommer att finnas kvar i många decennier framöver. Därmed kan en solenergioptimerad planering idag ge bra förutsättningar för solelproduktion (och även solvärmeproduktion) i framtiden. Solenergianpassning är relevant för samtliga områden under planering, även om solcellsinstallationer inte är aktuella idag.

Denna rapport beskriver arbetet med solenergioptimering i detaljplanskedet för Sege Park i Malmö, samt under projekteringsskedet för flera kvarter i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm.

I samband med detaljplanearbetet för Sege Park arbetades en optimeringsmetod – SOL-metoden – fram, som består av tre steg. Första steget är att göra en översiktlig skuggningsanalys av befintliga objekt i området som planeras. Analysens resultat är en karta med skuggningszoner inom vilka takytor bör undvikas. I nästa steg optimeras huvudorienteringarna, baserade på skuggningszonerna, så att så mycket takyta som möjligt kan få en orientering mellan sydväst och sydöst. Sedan, i det tredje iterativa steget, placeras och utformas nya objekt och markeras deras middagsskuggningszon och så växer det nya området fram.

Då Sege Park området har en del befintlig bebyggelse och kulturmiljö som ska bevaras tillämpades SOL-metoden i den mån som var aktuellt. Det visade sig att en del nyplanerad bebyggelse hamnade i middagsskuggningen från befintliga trädpartier, vilket skulle kunna undvikas genom att tillåta en högre byggnadshöjd. Orienteringen på nyplanerade kvarter var anpassad till de befintliga byggnadernas orientering, vilket för de flesta byggnadskroppar leder till en orientering nära sydsydöst och västsydväst för ett mindre antal. Ändring av orienteringen undersöktes för två kvarter och skulle ge någorlunda bättre solelpotential. Slutligen analyserades det då aktuella förslaget för nyplanerade kvarter och dess utformning. Här visade det sig att ett tvåtal U-formiga kvarter gav upphov till intern skuggning, där huskroppen längst till söder kastar middagsskuggning på de andra huskropparna. Ett ändringsförslag togs fram som höjde både solelpotential och exploateringsgrad.

Optimeringsarbete i detaljplanskedet leder oundvikligen till identifiering av problemområden som inte kan eller får definieras i detaljplanen, då de är för detaljerade. För att kunna undersöka även dessa aspekter studerades två projekt i Norra Djurgårdsstaden. Projekten befann sig i exploaterings- eller projekteringsstadiet där utformning av kvarteren avgörs i detalj.

Kvarteret Garphyttan kommer att hysa lägenheter och kvarteren Antwerpen 3 & 4 och Hull blir kontorshus. Utformningen av samtliga kvarter var från början inte optimerad för solcellstillämpning. Det skulle undersökas om kraven för senare etappen i området, nämligen att generera 30% av fastighetselen med hjälp av solceller, också kunde uppfyllas för dessa kvarter. Det visade sig vara tekniskt möjligt genom att utnyttja takytorna och en del fasadyta. Med en optimering av takorienteringen skulle målet för kvarteret Garphyttan kunna uppfyllas även utan fasadsystem.

Summary

All over Sweden local authorities are planning new residential and commercial areas. Application of solar PV or a more general goal of planning for future solar energy is, in most cases, not an issue. In the mean time we know that areas being planned today and built tomorrow will last for many decades. To optimize urban planning for solar energy today creates good conditions for future solar electricity (and even heat) generation. Solar optimization is, in other words, relevant for all areas (to be) planned even if PV installations are not projected from start.

This report presents the solar optimization work done on the local development plan for Sege Park in Malmö and for the detailed planning of a number of street blocks in Norra Djurgårdsstaden in Stockholm.

Parallel to the efforts on the Sege Park development plan a general solar optimization method – the SOL-method - was developed. This method consists of three steps, where the first step is to indicate midday shadow zones for existing objects (natural and cultural) in and around the plan area. Rooftop area should be avoided within these zones. In the second step one optimizes the main orientation within the area, based on the shadow zones and facilitating for as many rooftops as possible to have an orientation between southwest and southeast. Finally, in the third iterative step, new building and parks are formed and located, its midday shadow zones drawn up and the next objects planned for, outside these zones.

Existing buildings in the Sege Park area, as well as many of its cultural heritage, are to be maintained and therefore the SOL-method was applied to the extents possible. A number of planned blocks were located within existing shadow zones, where allowing higher buildings might prevent that. Given the existing building orientations most planned houses allowed for preferred roof orientations. Solar potential for two housing blocks was investigated for two orientation alternatives. Finally the buildings planned in the then actual status of the development plan were analysed. It showed that it was mainly two U-formed housing blocks that had midday shadowing problems. Its most southern situated house would cast shadows on the two other houses. An alternative solution was designed that would increase solar potential as well as floor space ratio.

Working on solar optimization for development plans undoubtedly leads to identification of problem areas that are too detailed to define in the plan. In order to study these aspects two projects in Norra Djurgårdsstaden were reviewed. These projects were just about to be exploited or were being designed in detail.

The study objects here were housing blocks kv Garphyttan and office buildings in kv Antwerpen 3 & 4 and Hull. None of these blocks were initially optimized or planned for solar energy, however the assignment was to find out if the same demands could be met as for new blocks planned in the area. This meant that 30% of the property electricity use should be generated by solar PV. Results showed that the above was technically possible by using rooftops and some façade areas. With an optimization of its rooftop orientation kv Garphyttan would even qualify without any façade systems.

Innehåll

1	Bakgrund	1
1.1	Planprocessens skeden och dess relevans för solenergioptimering (Boverket, 2011)	1
1.2	Hållbar stadsplanering och energikrav på byggnader	1
1.3	Solcellernas/solenergiens historiska roll i planeringsprocessen	2
2	Utförande	4
2.1	Optimering i detaljplanskedet	4
2.1.1	S - Översiktlig skuggningsanalys	4
2.1.2	O - Optimera huvudorienteringarna	5
2.1.3	L - Optimera placering och höjd för byggnader och vegetation	6
2.2	Optimering byggnadsprojekteringsskedet.....	7
2.2.1	Skapa sammanhållna fria ytor	7
2.2.2	Optimal taklutning	8
2.2.3	Planera för dubbelfunktion	10
3	Pilotprojekt 1: Sege Park, Malmö	11
3.1	Bakgrund.....	11
3.2	Analys av solenergipotential – SOL-metoden	12
3.2.1	Steg S - Översiktlig skuggningsanalys	12
3.2.2	Steg O - Optimera huvudorienteringarna.....	14
3.2.3	Steg L - Optimera placering och höjd	14
3.3	Ändringsförslag för optimering solenergipotential.....	16
3.3.1	Alternativ orientering nya husen C-området	16
3.3.2	Alternativ för U-kvarter i centrala D-området	17
3.4	Diskussion om fortsatt arbete i exploateringsprocessen	19
4	Pilotprojekt 2: kv. Garphyttan i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm	20
4.1	Bakgrund.....	20
4.2	Analys av solenergipotential	20
4.3	Ändringsförslag för optimering solenergipotential.....	21
4.4	Slutlig utformning av fastigheten	23
4.5	Diskussion om fortsatt arbete.....	23
5	Pilotprojekt 3: Kontorshus i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm	24
5.1	Bakgrund.....	24
5.2	Analys av solenergipotential	25
5.3	Ändringsförslag för optimering solenergipotential.....	26
5.4	Diskussion om fortsatt arbete.....	26
6	Slutsatser	28
7	Litteraturlista	29

1 Bakgrund

1.1 Planprocessens skeden och dess relevans för solenergioptimering (Boverket, 2011)

Plan- och bygglagen (PBL) styr hur planprocessen ser ut när en kommun bestämmer sig för att upprätta nya planer för ett område. Reflektioner om tillgång till solenergi i de olika skeden i planprocessen kan ha stor betydelse för hur bra man lyckas med solenergioptimeringen. I detta avsnitt vill vi ge en mycket koncist översikt av olika skedens relevans för solenergioptimering.

Efter ett initierande politiskt beslut om att skapa en ny plan upprättas i ett normalt planförfarande ett program som beskriver målen och förutsättningar för planen. För att få riktig genomslagskraft på solenergioptimeringen är det bra att redan i programskedet sätta t.ex. minimummål för solinstrålning på takytor och riktlinjer för områdets huvudorientering. I rubricerat projekt har programskedet i stort sett inte betraktats då pilotprojekten redan hade passerat detta skede. De funderingar kring solenergioptimering i programskedet som finns resulterar från erfarenheter i senare skeden.

Efter att programmet har fastställts börjar arbetet med ett planförslag för en översikts- eller, som i detta projekt, en detaljplan. I detaljplanen ska de målen och riktlinjer från programmet konkretiseras i bestämmelser för mark- och vattenanvändning och bebyggelse. Utifrån ett solenergiperspektiv är det viktigt att i detta skede sätta ramverk och förutsättningar för optimal solenergipotential. Det är i detta skede som rubricerat projekt har påbörjat arbetet med solenergioptimering i detaljplanen för en del av Sege Park-området i Malmö.

Att komma från upprättning av ett planförslag till att detaljplanen vinner laga kraft kräver många steg, som plansamråd och granskning av planen, med allt av yttranden och bearbetning som medföljer. Hela tiden gäller det att sätta kraven för solenergioptimering bredvid kraven för exempelvis kulturmiljö eller tillgänglighet.

På vägen till granskning (utställning) har rubricerat projekt levererat sitt bidrag för Sege Park-området, efter vilket planprocessen hamnade i ett viloläge samtidigt som detta SolEI-projekt behövde fortsättas. Även om planen inte blivit antagen vid rapportskrivning och det därmed är en bit kvar till laga kraft så kan vi konstatera att ansvaret för solenergioptimering inte sluter där. I utförandet av detaljplanen och projektering av fastigheterna ska optimeringen av solenergipotential säkerställas för de detaljer (t.ex. taklutning och placering av objekt på taken) som inte bör fastläggas i detaljplanen. Detta projekt tar upp två pilotprojekt i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm, där dessa senare skeden studerats.

1.2 Hållbar stadsplanering och energikrav på byggnader

Hållbart byggande är ett begrepp som används mer och mer och inte minst när det gäller hållbar stadsplanering. Runtom i Sverige planeras många nya

stadsdelar och flera av dessa ska ha en speciell miljöfokus eller inriktning på hållbart byggande. Under planeringen av en ny stadsdel ska olika tekniska, sociala och praktiska frågor sammankopplas och utmynna i en funktionell och attraktiv infrastruktur och bebyggelse. Gator, gång- och cykelvägar; elnät, vatten- och avloppsledning; skolor och kollektivtrafik, allt detta och mer ska planeras med tanke på dagens samhälle och vara förberett inför framtiden.

Husen och gatorna i en stadsdel planeras för att finnas i många decennier, årtal då mycket kommer att förändras och utvecklas i samhället. Ju bättre stadsplaneringen lyckas förbereda för nya utvecklingar desto lättare är det i framtiden att hålla stadsdelen hållbart och levande. Detta gäller inte minst för energihushållningen och just stadsplaneringen kan ha ett stort påverkan på hur mycket solenergi potentiellt kan genereras i området. Att anpassa stadsplaneringen för optimalt utnyttjande av solenergi har historiskt sett fått lite uppmärksamhet (se mer i nästa avsnitt) men det finns ett antal aktuella direktiv och mål som driver på just energifrågan i bebyggd miljö.

Juli 2010 vann det nya EU-direktivet om byggnaders energiprestanda (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) laga kraft. Enligt direktivet ska Sverige och de andra delstaterna sätta sina mål för energiprestanda baserat på den kostnadsoptimerade nivån utifrån någon slags livscykelanalys. Utöver detta ställer direktivet kraven att alla nybyggda byggnader ska vara "nära nollenergihus" senast 2020 och efter den 31 december 2018 ska alla nybyggda byggnader i offentlig regi vara "nära-nollenergihus". Reglerna för detta direktiv ska vara implementerade senast den 9 juli 2012 och lär leda till nya energikrav i boverkets byggregler, BBR.

En annan intressant referens vad gäller hållbart byggande och energikrav är det 15e nationella miljömålet *God bebyggd miljö*. Detta mål har som delmål att energianvändningen per tempererad areaenhet bör ha minskat med 20% fram till 2020 och med 50% fram till 2050 för både bostäder och lokaler. Referensår för energianvändning är 1995. Svenska myndigheter bedömer att delmålet "kan nås om ytterligare åtgärder sätts in".

Sammanfattad finns det mycket som bör hända kring energihushållningen i våra byggnader de närmaste åren och decennier och solenergi bör inte glömmas bort.

Mycket händer också redan nu. På många ställen runt om i Sverige drivs bygg- och FOU-projekt kring energieffektiva byggnader. Här kan vi exempelvis nämna projekten inom programmet för byggnader med mycket låg energianvändning, LÅGAN. Ett annat intressant projekt är utvecklingen av Norra Djurgårdsstaden i Stockholm som inte bara ska bli ett föredöme för energieffektivt byggande utan även ett testområde för ny teknik för smarta elnät.

1.3 Solcellernas/solenergens historiska roll i planeringsprocessen

Genom åren har en hel del solcellsforskning genomförts i Sverige, inom akademien och genom SolEl-programmet och i ökande grad av enskilda företag. Lite uppmärksamhet har dock getts åt stadsplaneringens roll för solenergitillgång. Samma kan sägas om intresse från stadsplanering och

stadsarkitekturens håll. En snabb sökning på området pekar på ett antal relaterade projekt.

Av samtliga projekt i tidigare SolEI-programetapper är potentialstudien för byggnadsintegrerade solceller i Sverige (Kjellsson, 2000) närmast relaterad, dock belyser den egentligen mest effekterna av hur våra städer och bostadsområden planeras. Studien snarare väcker frågan: hur skulle potentialen se ut om solenergioptimering hade varit standard i planprocesserna i Sverige?

Marja Lundgren och Fredrik Wallin tar upp frågan i sin bok 'Aktiv solenergi i hus- och stadsbyggnad. Samtida perspektiv och framtida möjligheter' (Lundgren & Wallin, 2004). Boken behandlar en del teoretisk bakgrund och lyfter fram ett antal exempelområden där hänsyn (delvis) har tagits till solenergi i stadsplanen av vilken Hammarby Sjöstads områden Sickla Kaj och Sickla Udde är de enda riktiga exempel från Sverige.

På senare år har dock intresset ökat och idag pågår utöver det rubricerade projektet bland annat ett projekt kring solenergipotentialberäkning med hjälp av GIS (geografiska informationssystem) och ett större europeiskt projekt om solenergi i stadsplaner, POLIS, som bägge delfinansieras av SolEI-programmet.

För att illustrera att det är långt ifrån standard att tänka på solenergifrågan i planskedet kan vi lyfta fram Norra Djurgårdsstaden igen. Fastän detta område är tänkt att bli ett mycket ambitiöst hållbarhetsområde fanns solenergi knappt med i planeringen för den första etappen, varken som krav för elförsörjningen eller, så vitt vi vet, i den fysiska planeringen.

2 Utförande

Utifrån arbetet med pilotprojekten har projektgruppen försökt destillera en generell arbetssätt för solenergioptimering i planskedet och även i grovprojekteringsskedet. De presenterade metoder är i stort sett giltiga både för solvärme- och solcellsanläggningar, dock kan detaljerna i riktlinjer eller kraven skiljas åt mellan de två teknikerna. Detta är till exempel fallet för många av skuggningsreglerna, då solceller är mer skuggningskänsliga än solfångare. Metoder och riktlinjer presenterade här har framarbetats specifikt för solcellstillämpning.

2.1 Optimering i detaljplanskedet

I det skede som projektgruppen kom in i detaljplanarbetet för det främsta pilotprojektet, Sege Park, var programmet för området fastlagt och samrådshandlingar för detaljplanen hölls på att tas fram. En hel del arbete hade med andra ord redan gjorts där solenergioptimering inte fanns med i tanken. Projektet skiljer sig också från en del andra planprojekt då en del av de befintliga byggnader i området skulle bevaras och nya byggnader planerades mellan och kring de befintliga. Härmed var mycket kring husens orientering redan fastlagd. Ändå har en metod framlagts som anses användbar i stort sett oavsett hur långt planprocessen har kommit och i vilken grad det handlar om nyetablering. Resultaten vad gäller solenergipotential för det slutliga området kan däremot påverkas i större grad av dessa två faktorer.

I detaljplaneringen har vi arbetat enligt nedanstående 3-stegsmetod som förklaras i de följande avsnitten:

1. Skuggning - översiktlig skuggningsanalys
2. Orientering - optimera huvudorientering(ar)
3. Läge - optimera placering och höjd för byggnader och vegetation

2.1.1 S - Översiktlig skuggningsanalys

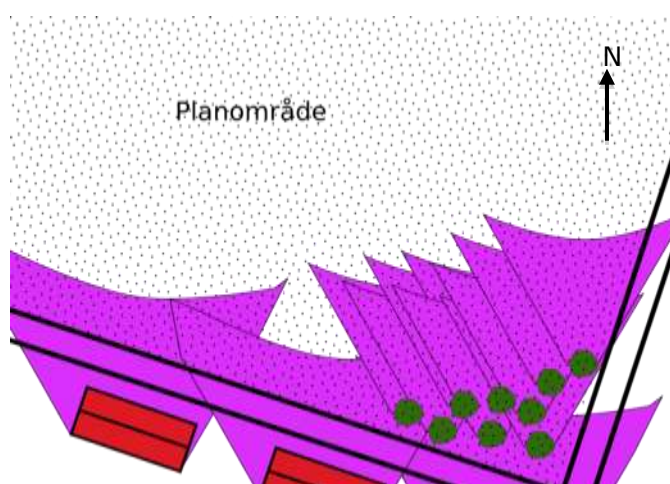
Här handlar det om att identifiera de områden som, utifrån de aktuella förutsättningarna, utsätts för så pass mycket skuggning att de är olämpliga för solcellsplacering. Detta sker i de områden som vi i rapporten kommer att kalla för middagsskuggningszoner.

Utgångspunkt är att solcellerna inte ska vara skuggade på de mest solintensiva timmarna mellan kl 10 och kl 14 soltidⁱ. I Sverige, med sin norra breddgrad, är det för det mesta inte realistiskt att hålla det kravet över hela året men en bra tumregel är att utgå ifrån solståndet den 1:a november.

ⁱ Soltid räknas utifrån solens position på himlen där solen kl 12 soltid står rakt i söder och på sin högsta på himlen för den aktuella dagen.

Från varje befintligt objekt i eller söder om området, såsom befintliga byggnader, träd(partier) eller bergsknallar markeras den area som skuggas kl 10-14 den 1:a november. Dessa områden är inte intressanta för solcellsplacering och bör i det ideala fallet inte innehålla någon takyta.

Det bör tala för sig att man behöver korrigera för större nivåskillnader i landskapet och för byggnadshöjden på planerad bebyggelse.

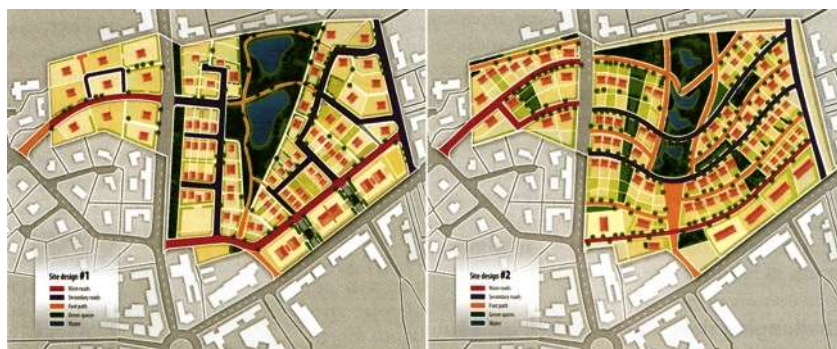


Figur 1. Middagsskuggningszoner (i lila) från befintliga hem (röd) och träd. Ingen korrigering för planerad bygghöjd har gjorts vid denna illustration.

2.1.2 O – Optimera huvudorienteringarna

När middagsskuggningszonerna är markerade fås en tydlig bild över var bebyggelse är önskvärd och var den inte är det. Nu gäller det att välja huvudorienteringen för områdets bebyggelse. Genom att välja en lämplig huvudorientering vill vi underlätta att så mycket takyta som möjligt kan få en söderlutning och därmed ge optimal solelutbyte. Dessutom kan, vid fördelaktig orientering, en del av fasadytorna bli solcellsaktuella. Huvudregeln är rätt känt och lika enkelt: en orientering mellan sydväst och sydöst ger bästa utgångsläge. Vad detta ställer för krav på kvarterens orientering kan bero lite på vilken typ av kvarter som planeras. Rent allmänt kan man dock säga att lägre byggnadsgavlar/-kroppar med fördel placeras på sydsidan om en högre byggnadskropp medan jämnhöga och högre gavlar helst placeras på norrsidan. För en mer utförlig genomgång av olika kvarterstyper hänvisar vi till boken 'Aktiv solenergi i hus- och stadsbyggnad' (Lundgren & Wallin, 2004) där Marja Lundgren och Fredrik Wallin behandlar ämnet.

Att välja en solenergioptimerad huvudorientering är inte samma sak som att välja ett stramt rutnät där huvudgatorna går från väst till öst. Det är till och med så att en spridning i orienteringar mellan SV och SÖ ger en fördelaktig fördelning av elproduktionen över dagen, om en hög andel av elenergin i framtiden kommer att genereras av solceller. Ett bra exempel på solenergioptimering med organiska former visas i Figur 2.



Figur 2. Stadsplanering för delområde i Lyon, Frankrike, utan (vänster) och med hänsyn till soltillgång (höger) (Gaiddon, Kaan, & Munro, 2009). Exemplet visar att solenergioptimering inte behöver leda till tråkiga rutnätsmönster.

Finns det stora sammanhängande middagsskuggningszoner så väljs orienteringarna med fördel så att dessa undviks av bebyggelsen.

2.1.3 L – Optimera placering och höjd för byggnader och vegetation

Även om huvudorienteringarna i ett område är fastlagda så har solenergioptimeringen i planarbetet egentligen bara påbörjats. Nu ska bebyggbar mark anvisas, liksom grönområden och vegetation mellan byggnaderna, samt tillåtna höjder för de olika delar. Optimeringen av solljustillgång blir här en närmast iterativ process där varje objekt eller delområde som utformas skapar nya förutsättningar för de intilliggande objekt eller områden.

I kort består processen av att anvisa en användning till en viss area och bestämma randvillkoren såsom största byggnadsarea och högsta höjd. Befintliga middagsskuggningszoner har relevans både för användningsområde och val av högsta höjd. Låga byggnader bör inte placeras mitt i skuggningszonerna medan andra byggnader kan byggas så pass högt att middagsskuggningen inte når upp till taknivån.

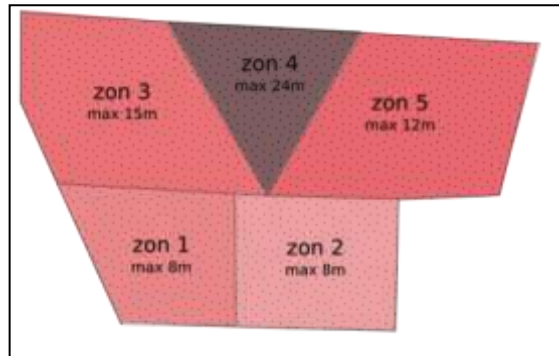
Efter att användning och maxhöjd är fastlagda för en area markeras middagsskuggningszonen som orsakas av den och som kan sätta förutsättningarna för nästa areas användningsområde.

Att planera eller optimera ett helt område med beskrivna process tar mycket lång tid om man bara kan arbeta byggnad för byggnad och hela tiden måste utvärdera samtliga frihetsgrader. För att begränsa frihetsgraderna och underlätta solenergioptimeringen presenterar vi nedan ett antal planeringsråd. Råden ska inte ses som måsten, men som möjligheter där de övriga förutsättningar för området tillåter tillämpning av råden.

Råden för placering och höjdgränser:

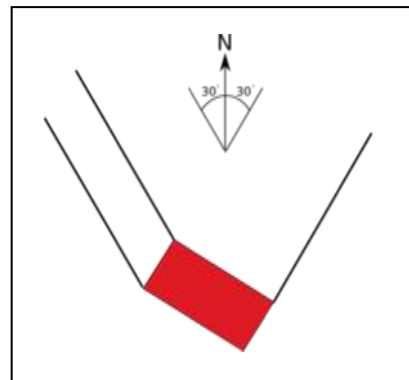
- Börja planeringen längst söderut i området och arbeta sedan norrut.
- Del in området i zoner där den maximalt tillåtna byggnadshöjden är konstant. Detta förenklar optimeringsarbetet i varje zon till att endast optimera placeringen.

- Planeras blandat bebyggelse, med avsikt till byggnadshöjd, så placeras den högsta bebyggelsen med fördel i (norra) utkanten av området. Detta råd kan användas både för placeringen av olika delområden med jämn byggnadshöjd som för placering av olika



Figur 4. Exempel på hur ett område kan delas in i olika höjdzoner och hur de placeras i området.

- byggnadshöjder inom ett delområde. Observera dock att detta kan påverka förutsättningar för intilliggande områden.
- Anpassa middagsskuggningszoner för planerad bebyggelse direkt vid inritandet till byggnadshöjden för den angränsande byggnadsmarken norrut.
- Håll reda på de linjer som utgår från byggnads- eller vegetationsområdets hörn och sträcker sig åt nordväst och nordöst med 30° avvikelse från norr. Middagsskuggningszoner ligger alltid innanför dessa linjer så planeras byggnadsobjekt i närheten utanför dessa linjer så hamnar de solmässigt rätt oavsett byggnadshöjd.



Figur 3. Ett smidigt sätt att undvika middagsskuggning är att hålla reda på skuggningszonernas gränser, 30° från nord-syd-linjen

2.2 Optimering byggnadsprojekteringsskedet

När projektet är framme vid den konkreta byggnadsprojekteringen är det viktigt att ha solenergi i tanken för att möjliggöra för omgående eller framtida installationer.

2.2.1 Skapa sammanhållna fria ytor

Drömläget för solenergi är en sammanhållen oskuggad yta utan störande objekt. Gärna sluttande så att smuts spolav när det regnar. Orientering är viktigast för fasader och där taket lutar mer än femton grader. Ventilationsstoser, takstegar osv placeras med fördel på de takytor som är riktade mot norr.

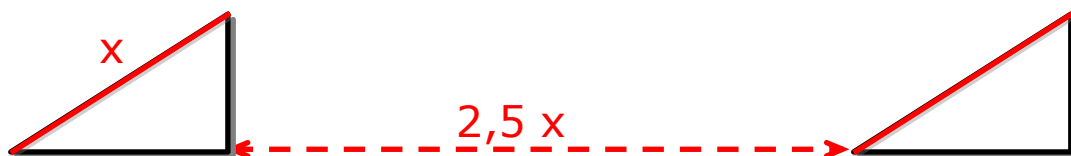
2.2.2 Optimal taklutning



Figur 5. Etnografiska museets tak vid Gärdet, Stockholm

För tak med låg lutning fungerar det bra att installera solenergi för alla vädersträck, där även tak mot norr kan vara aktuella. För tak där lutningen är högre än femton grader bör systemet orienteras mellan sydväst och sydöst.

Den optimala lutningen för ett solenergisystem i Sverige ligger runt fyrtio grader, men för sågtandstak och anläggningar där solcellerna är placerade i rader spelar den interna skuggning större roll. En tumregel i de fall där solcellerna placeras i rader är att lutningen sällan ska överstiga trettio grader på grund av den interna skuggningen. Nästa rad bör placeras så att linjen mellan dess framsida och ovansidan av raden innan inte är brantare än 12° (skuggningsvinkel). Vid 30° lutning på solcellsmodulerna innebär det att avståndet mellan raderna bör vara ca 2,5 gånger modulernas höjd (Figur 6).



Figur 6. Avståndet som behövs mellan solcellsraderna (30° lutning) för att undvika för stora skuggningsförluster

Betänk att den totala installerade aktiva solcellsarean sjunker med samma faktor som avståndet mellan raderna. Det gör att det i många fall är försvarligt att lägga anläggningen platt(are) på taket. Detta då den totala mängden producerad energi är större för en kompakt anläggning med lägre produktion per aktiv solcellsarea än en anläggning med lutande rader med hög produktion per aktiv solcellsarea. Genom att lägga anläggningen platt på taket minskas påfrestningarna på taket då en ställning med lutande raderna bildar snö- och vindfång.

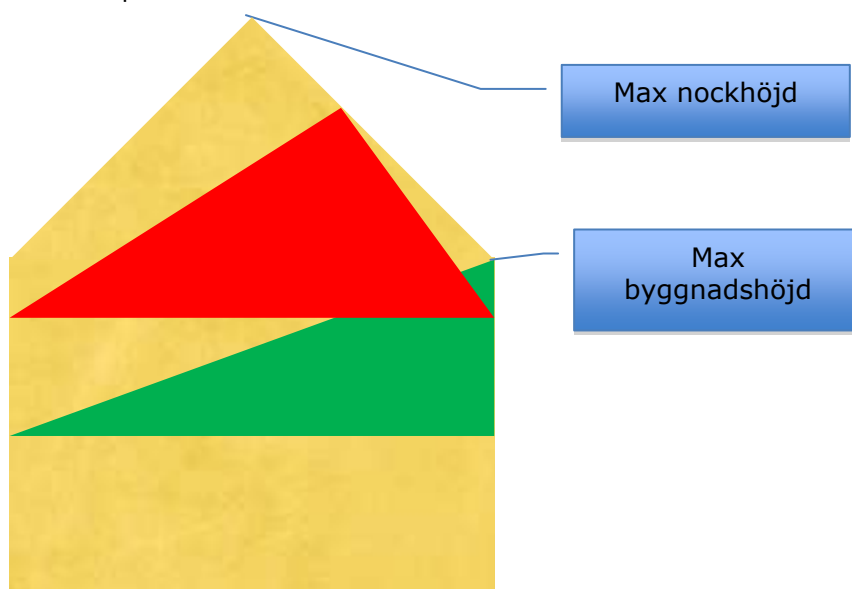
Vid de tillfällen där brutna tak efterfrågas, tänk på möjligheten att taket kan brytas i 2 olika stora delar där den stora ytan orienteras mot solsidan. Ett exempel på det visas i tabellen med olika taktyper och dess solelpotential.

Tabell 1. Installationer på olika taktyper med den aktiva solcellsarean angiven och förväntad elproduktion per år från dessa.

Taktyp			Solcellsyta ⁱ	Solelproduktion ⁱⁱ
1.		40° symmetriskt sadeltak	61 m ²	7,4 MWh/år
2.		30° 2/3-dels sadeltak	81 m ²	9,7 MWh/år
3.		20° enkellutande tak	100 m ²	11,8 MWh/år
4.		Platt tak med 30° solcellsrader	40 m ²	4,7 MWh/år
5.		Platt tak	94 m ²	9,6 MWh/år

i. Aktiv solcellsarea relativ till byggnadens planyta, där solcellsarean för ett 20° enkellutande tak antas vara 100 m².

ii. Beräknad solelproduktion för tak med azimut -20° i Stockholm.



Figur 7. Påverkan av val av takutformning på maximalt tillåten byggnadsvolym enligt detaljplan. Det gula huset indikerar gränserna uppsatta av detaljplanens höjdbestämmelser. Inritade taktyper enligt Tabell 1, typ 2 och 3.

Det är viktigt att förstå att de taktyper som presenteras ovan kan ha påverkan på den tillåtna byggnadshöjden enligt gällande definition för detaljplaner. I detaljplan kan högsta höjder anges för bådenock och byggnaden. I så fall antas ett tankemässigt sadeltak med 45° lutning och andra taktyper får aldrig sticka ut över den linjen. Vad det innebär för byggnader med taktyp 2 eller 3 visas i Figur 7.

2.2.3 Planera för dubbelfunktion

Solceller kan med fördel användas i en dubbelfunktion tillsammans med solavskärmning eller balkonger.



Figur 8. Solavskärmning med solceller på Sollefteå sjukhus

Idag är det vanligt med solavskärmning med hjälp av aluminiumprofiler som fästes i fasaden. I Sollefteå valde man att specialbeställa solavskärmning med solceller för att få en dubbelfunktion.



Figur 9. Integrering av solceller i balkonger på ett bostadshus i Gävle.

Även balkongräcken kan utformas med solcellsmoduler. Genom att använda så kallade micro-växleriktare kan lägenhetsinnehavaren få tillgång till den solenergi som just deras balkong producerar.

3 Pilotprojekt 1: Sege Park, Malmö

3.1 Bakgrund

Det område som studerades är en del av Sege Park området i Malmö som hyser förre detta Östra sjukhuset. Malmö stad planerar kring 600 lägenheter både i ombyggda befintliga hus och i nybyggda hus i Sege Park.

Östra sjukhuset planerades i början av 1930-talet och beskrivs så här i planbeskrivningen:

"(...) Östra Sjukhuset speglar väl den nya vårdfilosofi som höll på att bli förhärskande. Tidigare hade omhändertagandet av mentalsjuka mer haft karaktären av straff. Den nya inriktningen handlade om olika slag av omvårdnad och terapi. Byggnaderna fick ett enkelt och sakligt utförande, flertalet i ljusgul puts, utan monumentalitet och auktoritära uttryck. Husen placerades friliggande och glest i en delvis stram, delvis organiskt formad parkmiljö. Kring en mittaxel samlades åtta paviljonger, i två rader, där den norra raden inrymde män och den södra kvinnor."

Området kompletterades med ytterligare byggnader på 1940- och 1970-talet innan verksamheten lades ner 1995. Sedan dess har skolverksamhet flyttats in på området och en del av personalbostäderna ombyggs till studentboenden.

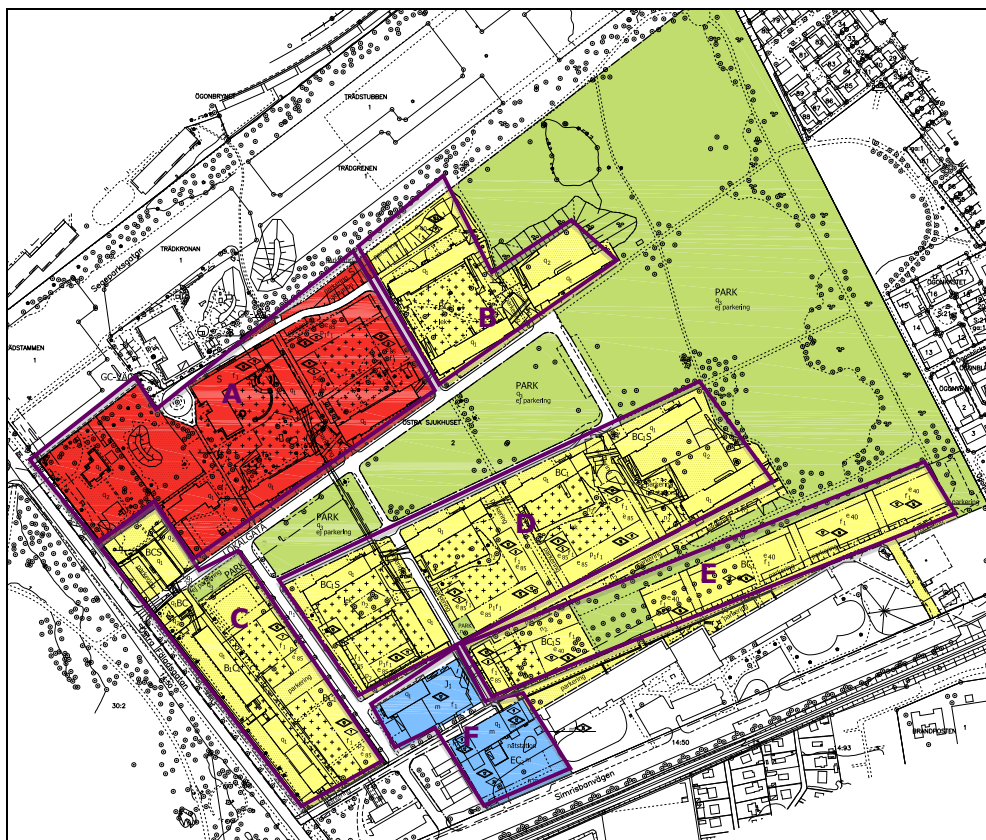
Avsikten är att området ska bli som en liten solstad inom Malmö med maximalt täckningsgrad av solenergi för området, samtidigt som dess kulturhistoriska miljö och parkmiljön behålls. I planbestämmelser fanns redan då en beskrivning kring användning av solenergi:

"Mindre tekniska anläggningar (solfångare eller annat för energi- eller miljöförbättringar) integrerat i gestaltningen av byggnad tillåts."

Enda undantag för skrivningen ovan gällde de tak som vetter mot det centrala parkrummet.

Vid påbörjandet av solcellsplaneringsprojektet fanns en solvärme och två integrerade solcellsanläggningar på befintliga hus i området, samt två solcellsanläggningar på äldreboendet precis intill.

Planprocessen befann sig vid anfang av rubricerat projekt i förberedningsstadiet för detaljplansamråd. En kulturhistorisk utredning hade genomförts och mål för bevarandet av viktiga kulturhistoriska egenskaper satts upp. Även huvudorienteringen för bebyggelsen var bestämda och anpassade till de befintliga byggnaderna.



Figur 10. Samrådshandling detaljplanförslag Sege Park - situation vid projektstart. Figuren visar även indelning i delområden A – F.

3.2 Analys av solenergipotential – SOL-metoden

3.2.1 Steg S - Översiktlig skuggningsanalys

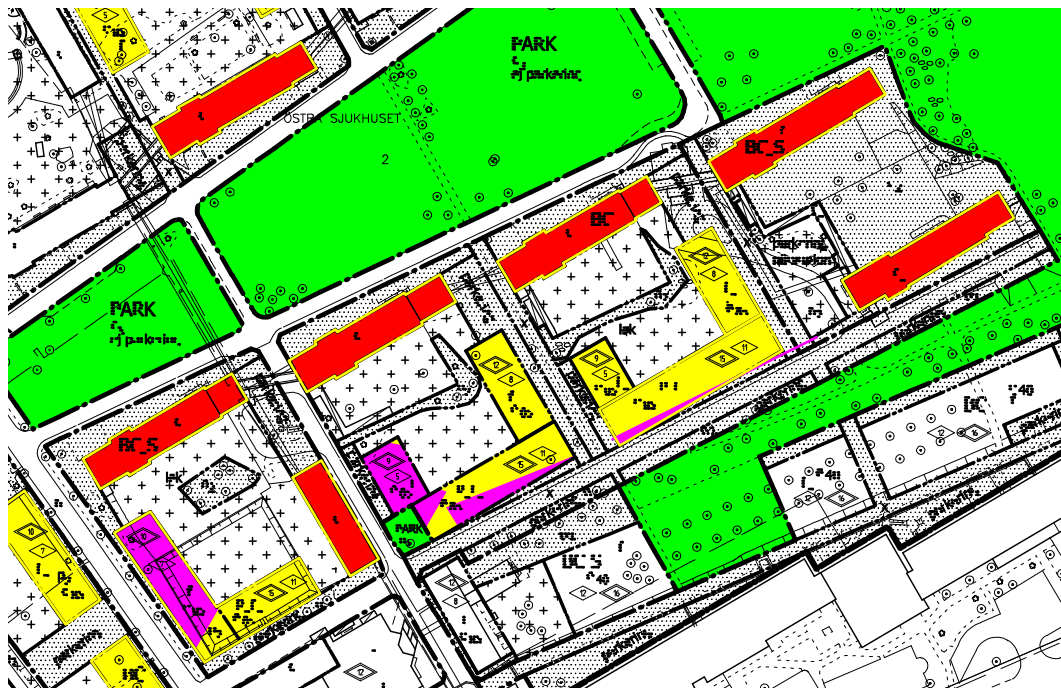
Skuggningsanalysen började med att fastställa middagsskuggningszonen. Utifrån definitionen i avsnitt 2.1.1 begränsas zonen mot öst och väst av linjerna som sträcker sig åt nordväst och nordöst med 30° avvikelse från norr. Längden på zonen (relativt till höjden på skuggningsobjektet) bestäms av solhöjden den 1 november, som visas i Tabell 2 för Malmö.

Tabell 2. Solhöjd i grader för Malmö, 1 november

Soltid	Solhöjd
kl 10:00 / 14:00	15 °
kl 11:00 / 13:00	19 °
kl 12:00	20 °

Då kvartersmark redan fanns anvisad i detaljplaneförslaget begränsades skuggningsanalysen till dessa områden. Utöver detta fokuserades analysen på takytorna. Fasaderna bedömdes i stort sett som ointressanta eftersom deras utformning skulle anpassas till de befintliga husen i området, med tegel eller puts. Enda möjliga undantag är den planerade nybyggnationen i delområde B samt de fyra planerade byggnaderna längst österut i delområde E.

I skuggningsanalysen gjordes en direkt korrigering för den planerade högsta byggnadshöjden för nybyggnationer. Eftersom takutformningen inte fastlades i planen gjordes höjdkorrigeringen för den maximala byggnadshöjden och inte för nockhöjden. Resultatet av den översiktliga skuggningsanalysen visas i Figur 11 nedan.



Figur 11. Middagsskuggningszoner (i lila) från befintliga objekt på planerad bebyggelse i Sege Park, delområde D. Befintliga hus visas i rött, planerad bebyggelse i gult.

Den första slutsatsen som kunde dras från den översiktliga skuggningsanalysen är att de flesta (planerade) takytor från början låg utanför middagsskuggningszonerna. Endast i delområde D visades en befintlig trädridå samt träden längs med gatorna orsaka middagsskuggning på planerad bebyggelse. Kvartersmarken längst till vänster i bilden flankeras av höga träd på västra sidan och en angränsande bebyggelse med föreslagen maxhöjd skulle därför nästan i sin helhet bli täckt av middagsskuggningszoner. Det finns få åtgärder som skulle förbättra soltillgången för detta kvarter, utom att höja bebyggelsen över trädens toppar. Detta skulle dock kräva att husen behöver bli ca 2 nivåer högre än planerat och därmed även den högsta byggnaden i området, därför har inget ändringsförslag tagits fram till detta kvarter.

Husen som planeras mer österut hamnar bakom en trädridå och skulle delvis utsättas för middagsskuggning, ifall taket har någorlunda lutning så är det

dock endast en liten remsa längst ner på taket som är olämpligt för solcellsplacering. Denna olämpliga yta på taket kan vara aktuellt för placering av snörasskydd och därmed skulle hur som helst inga solceller placeras här.

3.2.2 Steg O – Optimera huvudorienteringarna

Huvudorienteringarna i Sege Park skulle anpassas efter de befintliga byggnader, vilket innebär att det i stort sett fanns två möjliga byggnadsorienteringar: SSÖ (azimut -30°) eller VSV (azimut $+60^\circ$)ⁱⁱ. Av dessa två huvudorienteringar är den mot SSÖ den solinstrålningsmässigt mest fördelaktiga och det var också denna orientering som de flesta planerade kvartersmarktytor hade enligt detaljplaneförslaget. De viktigaste undantagen är de ytor i delområde C.

En utredning gjordes för att undersöka möjligheterna att ändra kvartersorienteringen och vilken påverkan det skulle ha på solenergipotentialet. Resultaten redovisas i avsnitt 3.3.

3.2.3 Steg L – Optimera placering och höjd

I den tredje och sista stegen för solenergioptimering har detaljplaneförslaget för Sege Park analyserats närmast på fastighetsnivå. Skuggningzonerna för de nyplanerade kvartersarealerna fastställdes. För att undvika att de riktiga skuggningszoner efter byggnation blir större än de vid planering antogs taken vara symmetriska sadeltak med byggnadens mittlinje i längden somnock. Nockhöjden antogs vara lika med den högsta tillåtna nockhöjden. Skuggningzonerna korrigerades sedan på en gång till de bakomliggande planerade bygghöjder, precis som i steg S (avsnitt 3.2.1). Resultaten visas i Figur 12.

ⁱⁱ Azimut definieras som den vinkel i horisontalplanet i vilken huskroppens kortsida är riktad. V

ster= -90° .

ster, det vill säga att



Figur 12. Kvartersareal och befintliga byggnader som täcks av middagsskuggningszoner (i lila) från planerat bebyggelse i Sege Park. Markeringarna indikerar problemområden i detaljbilderna.

Det visade sig att delområde D innehöll en del planerad bebyggelse i middagsskuggningszoner, medan.

Delområde A

Detaljbilden högst upp till höger i Figur 12 visar att planerat bebyggelse i delområdet A ger upphov till skuggningszoner på befintlig bebyggelse. Detaljplanen föreskriver dock inte att just denna byggnad ska bevaras och därför rekommenderas den utifrån solenergisynpunkt att ersättas med ny bebyggelse enligt maxhöjderna i detaljplanen.

Delområde D

Den andra detaljbilden i Figur 12 visar centrala delområdet D. Där täcks delar av de planerade huskropparna med orientering VSV av middagsskuggning från husen med SSÖ-orientering. Detta beror å ena sida på de skuggade huskropparnas placering, norr om den skuggande huskroppen, och å andra sida på att de skuggningsutsatta byggnadskroppen har planerats med en lägre byggnadshöjd, 3 eller 6 meter lägre än den skuggande byggnaden. Förutom mitt på dagen kommer huskroppen till söder även orsaka skuggning på de bakomliggande husen under andra tider på dagen.

Mest utsatt för skuggning är den planerade bebyggelsen väster om de tänkta innergårdarna. För översiktlighetens skull visade Figur 12 inte de

skuggningszonerna från träden i området, men dessa förvärrar situationen ytterligare för huskroppen längst till vänster i detaljbilden.

En utredning gjordes där en jämnare höjdfördelning mellan huskroppen undersöktes ävensom ändringar i olika huskroppens markarea, utan att ändra hela kvarterens markarea. Ett utformningsalternativ togs fram som presenteras i nästa avsnitt.

3.3 Ändringsförslag för optimering solenergipotential

Detta avsnitt redovisar de förslag och resultaten från de analyser som föreslogs baserade på SOL-metoden i ovanstående avsnitt. Inga förslag som inte härstammar från Sol-analysen presenteras här.

3.3.1 Alternativ orientering nya husen C-området

I Figur 13 visas originalplaneringen enligt detaljplaneförslaget och alternativet som undersöktes av solcellsprojektgruppen. Totalvolymen och högsta byggnadshöjder för både alternativen är lika. Solelpotentialen för både alternativen beräknades för ett tvåtal olika takutformningar (se Tabell 3).



Figur 13. Två alternativ för placering och orientering av nyplanerade hus i delområde C, Sege Park.

Tabell 3. Solelpotential för planerade kvarteren i Sege Park C, för två huvudorienteringar och olika takutformningar.

Byggnadsorientering	VSV	VSV / SSÖ	SSÖ
Takutformning	30° sadeltak	0° platt tak	30° sadeltak
Solcellssystemets lutning	30° (platt på taket)	30° (lutande rader)	30° (platt på taket)
Solcellssystemets azimuth	+60°	0°	-30°
Tillgänglig solcellsyta	680 m ²	340 m ²	680 m ²
Solelpotential (med och utan skuggningsbidrag från befintliga träd)	74 MWh 74 MWh	36 MWh 38 MWh	76 MWh 78 MWh

Resultaten i tredje kolumnen i Tabell 3 gäller oavsett huskroppens orientering eftersom taket antas vara platt och solcellsmodulerna vinklas upp 30° mot söder. Vidare visar tabellen att en orientering mot SSÖ skulle öka solelutbytet med 2-5 % jämfört med en VSV-orientering (beroende på om träden i närheten kommer att finnas kvar), vid samma utformning av taket med 30° lutning.

Solenergivinsten med en SSÖ-orientering bedömdes som för liten för att genomföra en ändring i detaljplanen. Kvarterens originalplacering har som tydlig fördel att den skapar mer avgränsade gårdar mellan dessa och de befintliga husen i delområdet.

3.3.2 Alternativ för U-kvarter i centrala D-området

Centralt i delområdet D planeras två nya kvarter utformade som U. Den avsatta markarean och solförhållandena är mycket likvärdiga för bägge kvarterens olika huskroppar. De större SSÖ-orienterade byggnadskroppar utsätts för en del middagsskuggning vid södra takranden, orsakat av trädridån mittemot. De mindre byggnadskroppar med VSV-orientering skuggas mitt på dagen av den större byggnaden och för det västra kvarteret (framöver: kvarter 1) även av ett befintligt träd. I den fortsatta studien av solenergipotential och -optimering betraktas kvarteren som exakt likadana och de redovisade resultaten antas gälla för både kvarteren.

En alternativ planering för kvarteren har undersökts och solelpotentialen jämförts med den för originalplaneringen. Se Figur 14 för både alternativen och beteckning på kvartersdelen/huskroppar.

Den alternativa planeringen skiljer sig från detaljplaneförslaget på tre punkter. Huskroppen a har höjts med 1 nivå (eller 3 meter) vilket förkortar skuggningszonen från huskropp b (och trädet) och därmed ger mer användbar takyta för solelproduktion. Eftersom huskropp a har en friare horisont mot solens bana än huskropp c – jämför blockeringen av horisonten av huskropp b – så har i detta förslaget huskropp a förlängts till samma längd som huskropp c i originalförslaget, medan den sistnämnde förkortades till

den längden som huskropp a har i originalplaneringen. Total ianspråktagande av markarea har alltså inte ändrats. I tabellerna nedan presenteras solelpotentialen för både original- och alternativplaneringen.



Figur 14. Två alternativa utformningar av de centrala U-kvarteren i delområdet D, Sege Park.

Tabell 4. Solelpotential för planeringsförslaget enligt detaljplanen (original i Figur 14). Siffrorna motsvarar potentialen för ett kvarter och antas vara giltiga för bägge kvarteren.

	Originalplanering		
Huskropp	a	b	c
Takutformning	-	30° sadeltak	30° sadeltak
Solcellssystemets lutning	-	30° (platt på taket)	30° (platt på taket)
Solcellssystemets azimuth	-	-30°	60°
Tillgänglig solcellsyta	Olämplig - 0 m ²	395 m ²	210 m ²
Solelpotential	0 MWh	43 MWh	22 MWh
Total solelpotential	65 MWh		

Tabell 5. Solelpotential för ett alternativt planeringsförslag (alternativ i Figur 14). Siffrorna motsvarar potentialen för ett kvarter och antas vara giltiga för bägge kvarteren.

	Alternativplanering		
Huskropp	a	b	c
Takutformning	30° sadeltak	30° sadeltak	30° sadeltak
Solcellssystemets lutning	30° (platt på taket)	30° (platt på taket)	30° (platt på taket)
Solcellssystemets azimut	60°	-30°	60°
Tillgänglig solcellsyta	230 m ²	395 m ²	85 m ²
Solelpotential	24 MWh	43 MWh	11 MWh
Total solelpotential	78 MWh		

Resultaten i tabellerna ovan visar att solelpotentialen på både U-kvarteren kan ökas med 20% med några få ändringar i planeringen. Samtidigt skulle exploateringsgraden öka något eftersom a-husen höjs med en nivå.

I en diskussion med Stadsbyggnadskontoret i Malmö kom synpunkter upp att en höjning av a-husen skulle hindra kvälssolen att ta sig in på innergården. Stadsbyggnadskontoret beslutade senare att hålla sig till originalplaneringen.

3.4 Diskussion om fortsatt arbete i exploateringsprocessen

Optimeringsanalysen för Sege Park området har visat att området har bra förutsättningar för solenergiproduktion på befintliga och planerade taktytor. De planändringarna som har föreslagits med hänsyn till solenergioptimering har inte lett till ändringar i detaljplanen eftersom Stadsbyggnadskontoret ansåg att andra aspekter var viktigare för planutformningen i dessa fall.

I optimeringsarbetet har förutsättningarna undersökts utifrån planbestämmelserna men genomslaget av framtida soleanläggningar bestäms i minst lika stor grad av den mer detaljerade utformningen av husen, som fastighetskontoret i Malmö Stad kommer att ta fram. Till detta arbete vill vi rekommendera att även ta hänsyn till de råd som beskrivs i avsnitt 2.2 kring takutformning m.m.

Utöver detta vill vi här ta upp ett råd gällande fasadutnyttjning i område B och E. De nyplanerade byggnader i dessa delområden tillåts ha en friare utformning och detta öppnar för solcellsanläggningar på södervettande fasader. För att utnyttja den möjlighet rekommenderas att husen planeras så långt som bedöms rimligt från söderliggande byggnader, särskilt från äldreboendet vid södra gränsen av planområdet. Punkthusen kan med fördel ha en orientering som ger fasad- och taktytor som vetter mot SV och SÖ, i stället för att vetter endast en fasad rakt mot söder.

4 Pilotprojekt 2: kv. Garphyttan i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm

4.1 Bakgrund

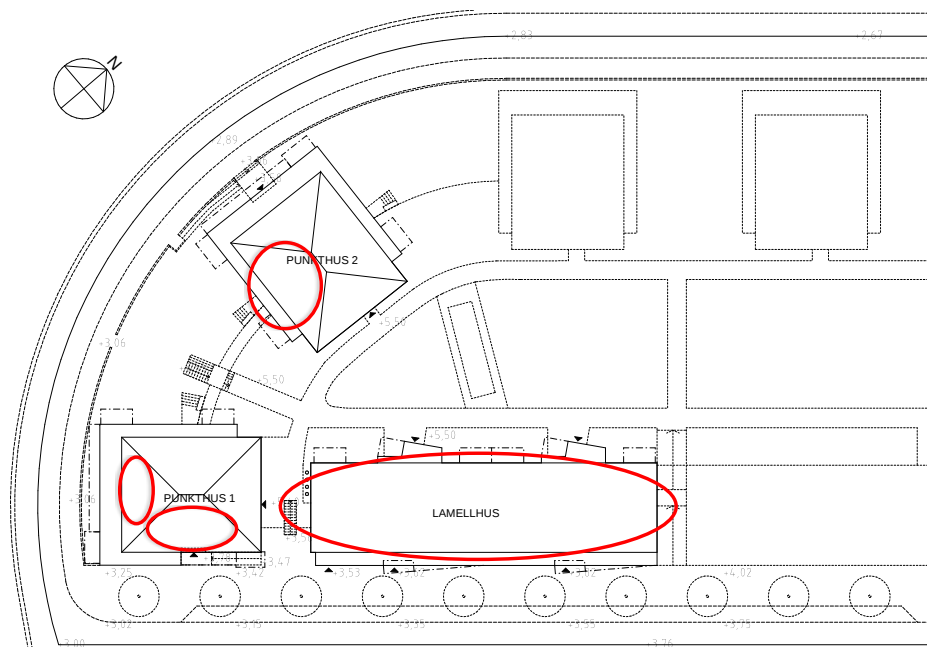
Byggbolaget JM är en av de entreprenörer som deltar i den inledande etappen i Norra Djurgårdsstaden. När denna etapp inleddes fanns det inte några krav för egenproduktion av el från fastigheten. För nästa etapp skärpte Stockholm stad sina miljökrav för att få en tydligare miljöprofil för området. Kravet är att (Stockholm Stad):

”varje fastighet ska generera minst 30 % av sin egen förbrukade fastighetsel baserad på lokalt producerad förnybar energi där eventuell överskottsel ska kunna levereras till elnätet enligt avtal med elleverantören. Byggnadernas tak ska ha en optimal utformning för solceller.”

JM beslöt att undersöka om det var möjligt att implementera Stockholms stads krav i den påbörjade etappen för kvarteret Garphyttan.

4.2 Analys av solenergipotential

Totalt behov för fastighetsdelen är beräknat till 210 000 kWh per år. Önskemålet var att en tredjedel skulle komma från egenproduktion, vilket motsvarar 70 000 kWh per år.



Figur 15. Överblick över kvarteret Garphyttan med de intressanta taken markerade

Tre hus ingår i kvarteret Garphyttan, ett lamellhus och två punkthus. Husen har samma höjd där punkthusens tak var pyramidformade och lamellhusets var platt och lätt sluttande mot norr. Lamellhusets sydostfasad har en fri yta som löper längs med hela takfoten, se orange markering i Figur 16.



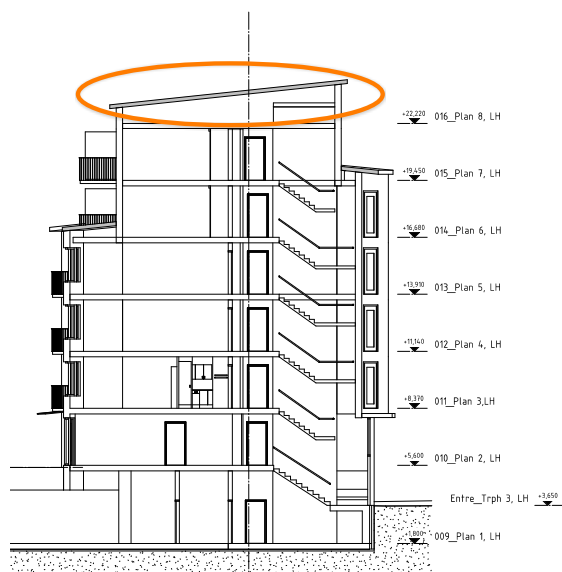
Figur 16. Den tillgängliga fasadytan som är lämplig för solceller är markerad med orange.

De punkthustak som vetter mot sydväst, syd och sydost lämpar sig väldigt väl för solenergiinstallationer och dessa tal kan tillsammans stå för 25 procent av den efterfrågade elproduktionen.

Lamellhuset har den största takytan med cirka 500 kvadratmeter. Taket är rektangulärt och sluttar mot nordväst med sex graders lutning. Vid ett nyttjande av taket med 95 procent blir den maximala installationen 63 kW.

4.3 Ändringsförslag för optimering solenergipotential

Vyn i Figur 17 visar att lamellhusets tak sluttar mot nordväst med sex graders lutning. Förslaget var att rotera taket 180 grader där sluttningen istället hamnar mot sydost för att öka produktionen från taket. Produktionen från takytan skulle öka med cirka tio procent jämfört med den befintliga nordvästsluttningen. Däremot försvinner fasadytan som tidigare var tillgänglig för solcellsinstallation.



Figur 17. Vy från sydväst över lamellhuset

Tabell 6. Översikt över de olika placeringsalternativen för kv. Garphyttan

Hus/Scenario	Platt på tak på befintliga tak	Vända på lamellhustak	Ställning på lamellhus
Lamellhus	63 kWt *742= 46 700 kWh	63 kWt *802= 50 400 kWh	28 kWt *817= 23 000 kWh
Fasad på lamellhus	12 kWt *644= 7 900 kWh	---	12 kWt *644= 7 900 kWh
Punkthus 1	14 kWt *800= 11 200 kWh	14 kWt *800= 11 200 kWh	14 kWt *800= 11 200 kWh
Punkthus 2	8 kWt *827= 6 600 kWh	8 kWt *827= 6 600 kWh	8 kWt *827= 6 600 kWh
Total produktion/år	72 400 kWh	68 200 kWh	48 700 kWh
Prod. / max prod.	---	-6 %	-33 %
Total installation solceller Installerad effekt / max effekt	97 kWt ---	85 kWt -12 %	62 kWt -36 %
Noteringar	+Fasadanläggningen är synlig från marken.	+Effektivare anläggning -Avrinning av snö och is mot gatan	-Vind- och snöfång på takets rader

4.4 Slutlig utformning av fastigheten

Då takplanerna redan var beslutade var det svårt att få igenom de föreslagna ändringarna. Det fanns även ett önskemål att taken ska vara vända in mot gården för att minska risken för nedfallande snö mot gatan.

4.5 Diskussion om fortsatt arbete

JM har visat ett stort intresse för att fortsätta att arbeta med solceller och tittar på sina rutiner för att få in solcellstänket tidigare i processen.

5 Pilotprojekt 3: Kontorshus i Norra Djurgårdsstaden, Stockholm

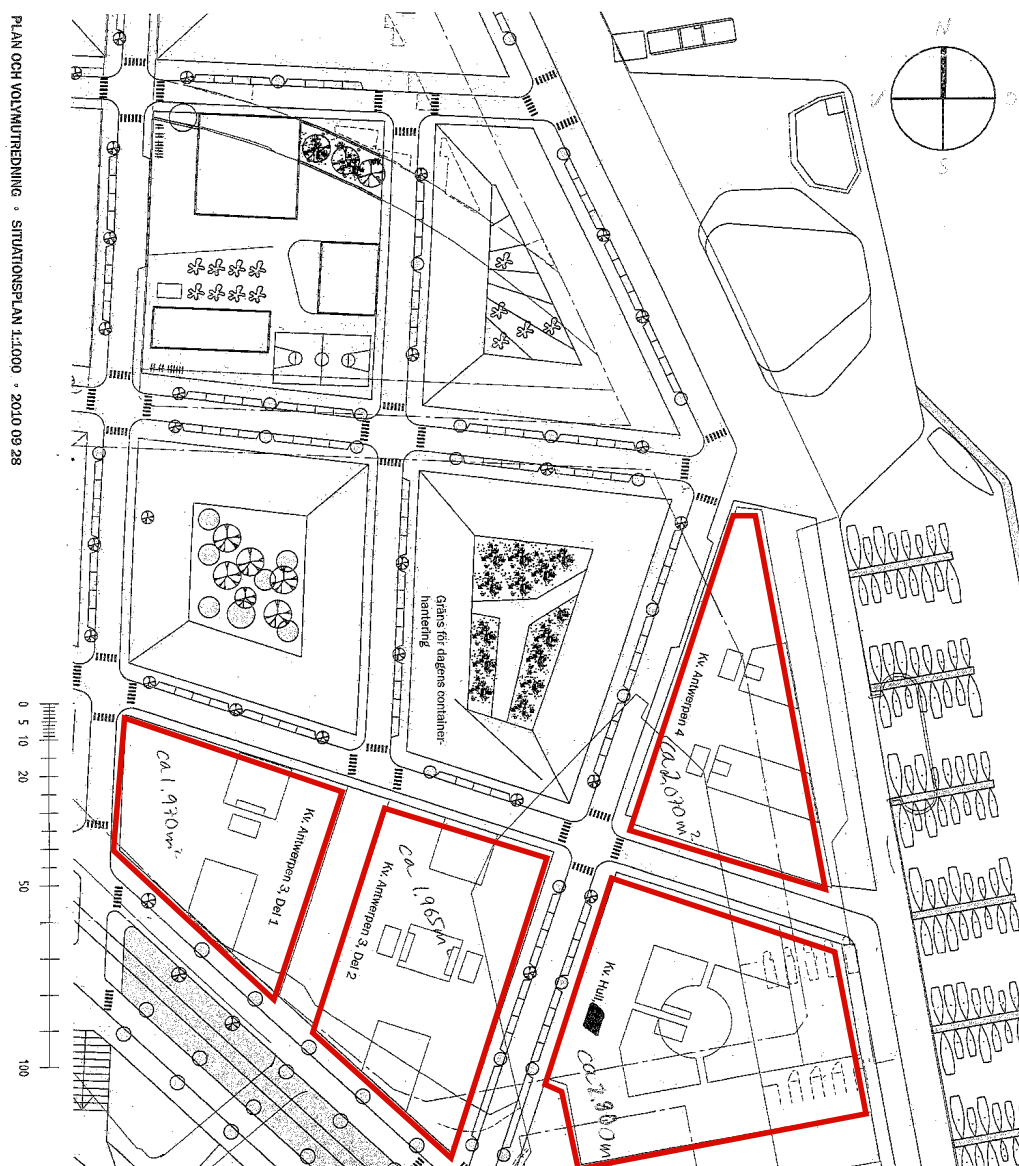
5.1 Bakgrund

Norra Djurgårdsstaden är utsett som ett av Stockholms nya miljöprofilområden efter Hammarby Sjöstad. Visionen är att Norra Djurgårdsstaden ska vara en miljöstadsdel i världsklass med till exempel följande övergripande mål (Stockholm Stad):

"År 2030 är stadsdelen fossilbränslefri och en klimatpositiv stadsdel."

Detta ger stora utmaningar när det gäller tekniska lösningar samt i arbetet med planerings- och byggprocessen.

Ett av kraven är att bostadshus ska generera 30% av sin fastighetsel lokalt från förnybara energikällor. I samband med ett markanvisningavtal i Norra Djurgårdsstaden för kontorslokaler valde Exploateringskontoret att undersöka om det var tekniskt möjligt att överföra de krav på egen elproduktion från bostadsbyggnader till kontorsbyggnader. För att använda ett verkligt underlag användes den kommande försäljningen av kvarteren Antwerpen 3 & 4, samt kvarteret Hull.



Figur 18. Överblick över kvarteren Antwerpen och Hull med de fyra husen markerade.

5.2 Analys av solenergipotential

De fyra kontorshus som planeras har en total kontorsyta på 100 000 kvm. Två av husen är tio våningshus de andra två är sju våningshus. Enligt de krav som Stockholms stad anger är den maximala energianvändningen för fastighetsdelen hos kontorsbyggnader 25 kWh/kvm och år. Detta ger en maximal energianvändning på 2 500 MWh per år där den efterfrågade egenproduktionen från lokalt förnyelsebar energi ska uppgå till 750 MWh per år.

I de preliminära planerna så finns ca 7 800 kvm takyta tillgänglig, där gångvägar, rök- och luftschakt inte har räknats bort. Med en minskning på femton procent för ovannämnda hinder minskar den tillgängliga ytan till 6 600 kvm.

De två fasaderna som är riktade mot sydväst är lämpliga för solenergiinstallationer. Dessa fasader ligger mot en allé vilket minskar risken för närliggande skuggande byggnader. De fasader som är riktade mot öst har en helt öppen horisont mot vattnet men produktionen per installerad effekt ansågs vara för låg för att berättiga ett nyttjande av fasadytan för solenergiinstallation.

För att räkna fram produktionen från de olika installationerna användes följande nyckeltal:

- Platt på tak; 790 kWh/kWt & år.
- Vertikal installation på fasad: 650 kWh/kWt & år.

Tabell 7. Solelpotential för kvarteren Antwerpen och Hull.

Installationstyp	Platt på tak	Fasadanläggning
Tillgänglig solcellsyta	6 600 kvm	750 kvm
Motsvarar i installerad effekt	880 kW	100 kW
Förväntad produktion	695 MWh	65 MWh
Total solelpotential	760 MWh	

5.3 Ändringsförslag för optimering solenergipotential

Studien visade på att det är tekniskt möjligt att producera den mängd energi som behövs för att uppfylla stadens krav på att 30 procent av byggnadernas fastighetsel ska vara egenproducerad. Det är alltså möjligt att överföra Stockholms stads krav för egenproduktion av el för bostadshus till kontorsbyggnader. Det är viktigt att rök- och luftschakt samlas till platser på taket där inverkan av de skuggor som skapas minimeras.

5.4 Diskussion om fortsatt arbete

Expolateringskontoret skriver i sitt tjänsteutlåtande från 2011-05-09 att "Parterna har gemensamt upprättat ett handlingsprogram för miljö och hållbarhet i kvarteret Antwerpen som följer det övergripande miljöprogrammet för Norra Djurgårdsstaden. Handlingsprogrammet ligger med som bilaga till markanvisningsavtalet."

Vidare står det i bilagan "Handlingsprogram för miljö och hållbarhet vid markanvisning – Vid planering, projektering, byggande och förvaltning i kvarteret Antwerpen, 2011-03-09" under kapitel 8, Energihushållning:

"Varje fastighet ska generera minst 30 % av sin egen använda fastighetsel baserad på lokalt producerad förnybar energi där eventuell överskottsel ska kunna levereras till elnätet enligt avtal med elleverantören. En utredning ur

ett tekniskt/ekonomiskt perspektiv ska genomföras under projekteringen av gemensamt utsedd konsult. Slutlig andel egenelgenerering defineras baserad på denna utredning.”

Exploateringsnämnden beslutade 2011-05-19 enligt Exploateringskontorets förslag. Byggstart förväntas till 2013 med inflyttning 2015.

6 Slutsatser

Solenergioptimering i samhällsplanering känns som en mycket angelägen fråga, med signifikant påverkan på vår framtida energiförsörjning. Genom arbetet i pilotprojekten i Sege Park (Malmö) och Norra Djurgårdsstan (Stockholm) har vikten ännu en gång tydliggjorts av att komma in i processen så tidigt som möjligt och kunna följa den hela vägen.

Vid påbörjandet av projektet fanns redan ett färdigt program och ett förslag till detaljplan för Sege Park. Därför var det svårt att ställa solenergioptimering bredvid andra planeringsfrågorna, så som bevarande av kulturhistoriskt miljö, grönområden, tillgänglighet m.m. Utan kunskap om vilka diskussioner som har förts tidigare är det lätt hänt att förslagen till planändring utifrån solenergiförhållanden går emot andra intressen i området. Kommer dessa förslag för sent så finns det lite utrymme att ta om diskussioner och lägga till solenergiperspektivet.

Även i Norra Djurgårdsstaden kom solenergi in i bilden i ett sent skede. Exploateringsavtalet för den första etappen var redan skrivet och de högre kraven ställs därför från och med etapp två. För en del av kvarteret som vi detalj har tittat på går det genom att utnyttja en stor del av taken för solceller att uppfylla den nya målsättningen för de redan planerade etapperna. Målet hade dock varit enklare att nå om kraven funnits där tidigare så att man kunnat ta hänsyn till dessa vid utformningen av tak. Det är svårt att ändra en takslutning i ett sent stadie, men hade solenergi kommit upp tidigare i processen så hade man gemensamt kunna hitta en mer optimal lösning.

Även om vi helst hade varit med från tidigare skede i pilotprojekten så har projektet gett tydliga resultat i och med att den redan goda solenergiplaneringen för Sege Park bekräftades och att en satsning på solceller i Norra Djurgårdsstadens första etappen och för kontorsbyggnader kommer att ske. Utöver detta har en optimeringsmetod tagits fram för planarbetet, som kan användas både när arbetet har kommit en bit på vägen och när solcellerfrågan är aktuellt från början.

Vad gäller solenergioptimering i planarbetet kan vi lägga till att frihetsgraderna är större där ett helt nytt område planeras. Ändå har Malmö Stad lyckats få fram ett välutarbetat detaljplan med goda förutsättningar för solenergi.

Slutligen känns det viktigt att påpeka att solenergifrågan bör vara uppe på dagordningen ända tills huset står på plats (evt. med solcellsanläggning). Goda intentioner i planen för området kan annars lätt förstöras när exploateringsavtal skrivs och byggnaderna projekteras.

7 Litteraturlista

Boverket. (den 07 09 2011). *PBL Kunskapsbanken*. Hämtat från PBL Kunskapsbanken: <http://www.boverket.se/Vagledning/PBL-kunskapsbanken/> den 20 09 2011

Kjellsson, E. (2000). *Potentialstudie för byggnadsintegrerade solceller i Sverige - Rapport 2. Analys av instrålningsnivåer på byggnadsytor*. LTH, Avdelningen för Byggnadsfysik. Lund: LTH.

Lundgren, M., & Wallin, F. (2004). *Aktiv solenergi i hus- och stadsbyggnad. Samtida perspektiv och framtida möjligheter*. Stockholm: Arkus.

Gaiddon, B., Kaan, H., & Munro, D. (2009). *Photovoltaics in the Urban Environment. Lessons Learnt from Large Scale Projects*. London: Earthscan.

Stockholm Stad. *Miljökrav vid byggande av bostäder och lokaler i Norra Djurgårdsstaden, etapp Norra 2*. Stockholm: Stockholm Stad.