



UPPSALA
UNIVERSITET

Byggnadsantikvarisk solkartering: Potential för solelproduktion i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse



David Lingfors

Tor Broström

Maria James

Joakim Widén

Sammanfattning

Utbyggnaden av solenergi går idag snabbt, och i många länder står idag solelproduktionen för 6-8 % av elbehovet. En stor del av solcellsanläggningar installeras på tak, vilket ställer krav på att installationerna integreras väl med den befintliga byggnaden, inte minst när det gäller kulturhistoriska byggnader och områden. Det här dokumentet är tänkt att fungera som en handbok som visar hur olika verktyg och metoder kan användas för att ge ett bättre beslutsunderlag när det gäller installation av solenergianläggningar på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.

Handboken fokuserar på hur de kulturhistoriska värdena upplevs (i.e., upplevelsevärden), vilket till stor del beror på synintrycket av en solenergianläggning. Därför användes dels en kvantitativ metodik, vilken kvantifierar synligheten av potentiella solenergianläggningar och kombinerar denna med solenergipotentialen. Dels användes en kvalitativ metod där experter intervjuades, vilka, genom sin profession, på olika sätt kommer i kontakt med solenergifrågor och/eller antikvariska aspekter.

Resultaten visar att ett kvantitativt verktyg inte kan användas enskilt, men måste kombineras med andra, mer kvalitativa, metoder, dvs. en mer nyanserad förståelse behövs för hur en installations färg, form och textur påverkar både för en enskild byggnad och för ett större bestånd.

Produktutveckling mot mer integrerade lösningar är därför önskvärd även om detta istället kan påverka de så kallade dokumentvärdena, det vill säga åverkan på byggnadens material blir högre än om traditionella, utanpåliggande solcellslösningar används.

Resultaten från intervjustudien visar också att synen på solenergi på kulturhistoriska byggnader varierar mellan olika yrkesgrupper. Beslutsprocessen bör därför vara tvärfacklig och dialogbaserad.

Slutligen bör inte de mest skyddsvärda byggnaderna vara föremål för solenergiinstallationer, men en mycket stor del av byggnadsbeståndet är mer eller mindre kulturhistoriskt värdefull, vilket betyder att det inte går att ignorera de antikvariska aspekterna om Sverige ska nå de uttalat ambitiösa energimålen.

1. Inledning och bakgrund

Realisering av den solenergipotential som finns på takytor i bebyggelsen är ett viktigt steg i att nå ett 100 % förnybart energisystem. Det handlar inte bara om nyproduktion utan vi måste också förhålla oss till den befintliga bebyggelsen och dess kulturvärden. Det finns formella restriktioner i form av lagar och planer som begränsar eller t o m förbjuder att takytor i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse används för solenergi. Vål så viktigt är att det bland fastighetsägare och brukare ofta finns starka känslor, för eller emot, att sätta solceller eller solfångare på taken till äldre hus. Vi behöver därför medvetet förhålla oss till byggnaders och bebyggelseområdets kulturvärden vid planering av solenergiapplikationer.

För att kunna ställa bebyggelsens kulturhistoriska värde mot potentiella solenergiapplikationer är det därför viktigt att tillförlitliga metoder för kvantifiering av solenergipotentialen kompletteras med detaljerad information om bebyggelsens kulturvärden, i form av utpekade byggnader och bebyggelseområden och/eller gällande skyddsföreskrifter. På så sätt kan områden och specifika byggnader identifieras som intressanta för solenergiapplikationer och en sammantagen potential för lokal solenergianvändning tas fram.

För de byggnader som identifierats som intressanta för solenergiapplikationer, ur ett solresursperspektiv, behöver sedan de antikvariska aspekterna analyseras, både vad gäller materialens autenticitet och upplevelsen av byggnaden.

1.1 Vad är kulturhistoriska värden?

För att över huvud taget kunna föra en diskussion om hur solpaneler påverkar en byggnads kulturvärden måste vi definiera dessa värden. I boken "Kulturhistorisk värdering av bebyggelse" [1] beskriver Axel Unnerbäck ett systematiskt förhållningssätt till byggnaders kulturvärden där kulturvärden indelas i två grupper: *dokumentvärden* och *upplevelsevärden*. Dokumentvärdena är objektiva, och kan i många avseenden mätas och jämföras med andra byggnader. Byggnaden berättar genom sin konstruktion och sina material hur den ursprungligen uppförts och förändrats över tid [2]. En byggnad kan därför ges ett högt kulturhistoriskt värde om till exempel en unik teknik eller arkitektoniskt grepp har använts. I vissa fall kan en solenergianläggning anpassas utan att dessa värden går förlorade, men denna bedömning måste göras för varje enskild byggnad.

Upplevelsevärdet är istället subjektivt och handlar framförallt om det estetiska, det vill säga hur vi upplever byggnaden när vi betraktar den utifrån bland annat arkitektur, patina, miljöhistoria och dess identitet i relation till omgivningen [2]. Upplevelsen kan dock även påverkas av det som inte är synligt, till exempel en solenergianläggning på husets baksida eller någon annan påbyggnad som inte är ursprunglig. Detta kräver dock att betraktaren har god kännedom om byggnaden och därmed känner till dessa dolda applikationer.

I Figur 1, som är ett fotomontage, har solceller lags ovanpå ett tak. För de flesta skulle detta, minst sagt, innebära en stor förändring av upplevelsevärdet. Men dokumentvärdet påverkas i liten utsträckning eftersom installationen inte medför några större materiella förändringar. Upplevelsen förändras, men den historiska kunskapen om byggnaden gör det inte.



Figur 1. Fotomontage av solpaneler på en byggnad.

Effekten av en förändring på en byggnad beror på en kombination av åtgärdens omfattning och byggnadens kulturhistoriska värde (se Figur 2). En liten förändring på en byggnad med lågt värde är mindre problematisk än en stor åtgärd på en byggnad med höga värden. Extremfallen är ofta tydliga, utmaningen är att hantera de åtgärder som hamnar mot mitten av kvadraten i Figur 2.

När det gäller att bedöma effekten av energieffektiviseringsåtgärder i allmänhet och solpaneler i synnerhet räcker det inte med en sammanvägd bedömning av hela byggnadens värde utan värdet för varje berörd byggnadskomponent måste definieras. I det europeiska projektet EFFESUS utvecklades en modell för att på komponentnivå bedöma värden och effekter av olika typer av åtgärder [3]. Exempelvis finns byggnader med generellt stort kulturhistoriskt värde men där taket är modernt eller, omvänt, byggnader där taket står för en stor del av värdet.

1.2 Hur påverkas de kulturhistoriska värdena av solpaneler på tak?

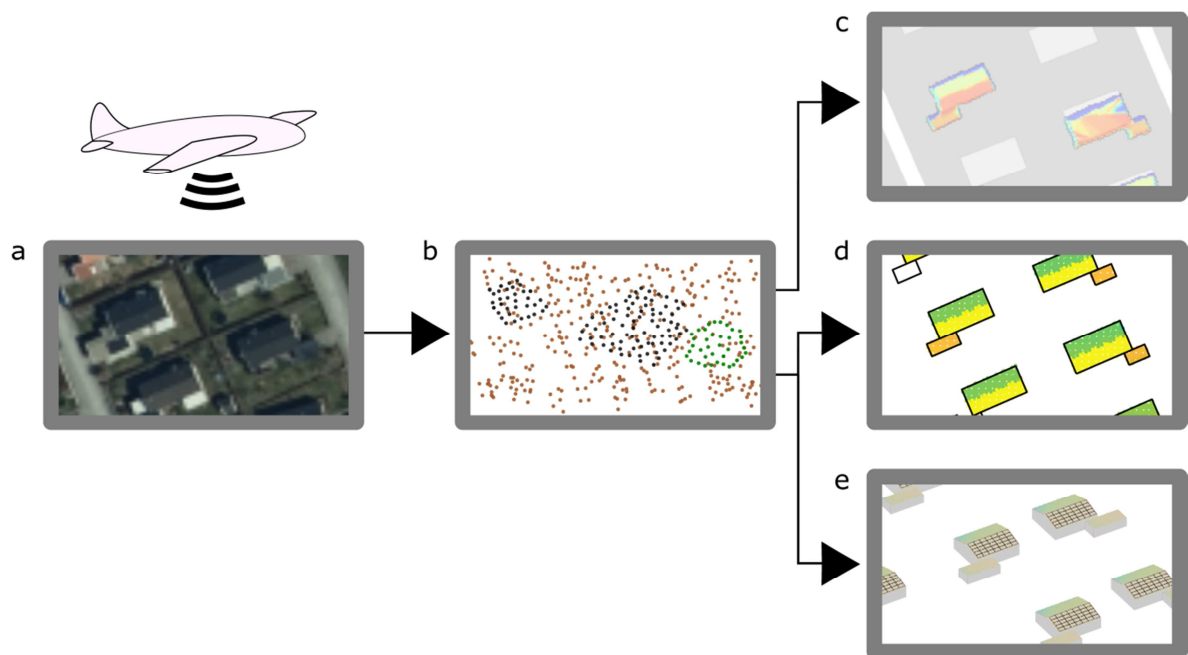
Den här rapporten fokuserar på upplevelsevärden. Dokumentvärdet är till stor del kopplat till fysiska förändringar. När solceller placeras ovanpå tak, kan det göras med små ingrepp i det underliggande taket. Intressant är att byggnadsintegrerade lösningar, som görs för att minska synligheten, kan medföra en stor påverkan på dokumentvärdena.

Upplevelsevärdet är till stor del påverkat av synintryck. I en doktorsavhandling från 2018 [4] visar Pietro Florio på komplexiteten kring det visuella intrycket av solpaneler på tak. Han pekar på tre olika metoder att värdera synlighet [4], [5]:

2. En beräkningsmetod för synlighetsbedömning

Eftersom upplevelsevärdet är starkt förknippat med byggnadens synlighet togs en metod fram i projektet för att kvantifiera synligheten av potentiella solenergianläggningar i den byggda miljön. Den utgår från en rumslig analys av gaturummet med hjälp av en 3D-modell och kopplas samman med en tidigare genomförd kartering av kulturhistoriska värdefulla byggnader. På så sätt kan en första potential för solenergi i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse tas fram, som dock inte tar hänsyn till ickevisuella upplevelsevärden samt dokumentvärden. Metoden tar även hänsyn till synligheten ur olika perspektiv, både det offentliga och det privata rummet.

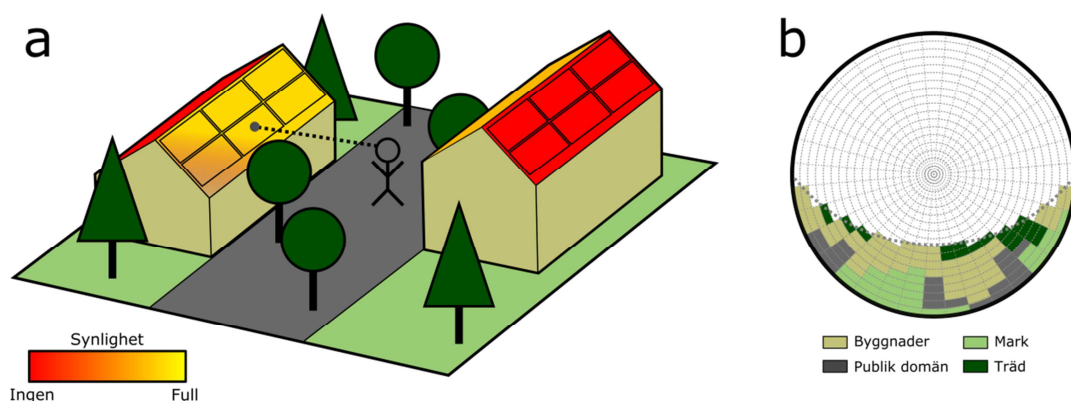
Metoden utgår från så kallade solkartor, vilka blivit vanliga de senaste åren och idag finns i ett 50-tal svenska städer [8]. Kartorna visar solinstrålningen på byggnaderna, och fungerar som stöd för fastighetsägare i bedömningen av just deras tak när det gäller installation av framförallt solceller, men kan även användas för att bedöma potentialen för solenergi för exempelvis en kommun. De flesta av dessa kartor baseras på så kallade LiDAR-data (Light Detection and Ranging), vilka används för att skapa 3D-modeller av byggnaderna (se Figur 3), men i vissa fall används så kallad fotogrammetrisk data. Högupplöst LiDAR-data (>5 datapunkter per kvadratmeter) har i många fall samlats in av kommunen själv, men detta kan vara dyrt och därför kan istället lågupplöst data (0.5-1 punkter per kvadratmeter) användas, som samlats in för hela Sverige av Lantmäteriet [9]. 3D-modellerna ger information om takens form, orientering och lutning. Instrålningen på takytorna presenteras som en färgskala och i de flesta fall har skuggning från framförallt omkringliggande träd och byggnader inkluderats.



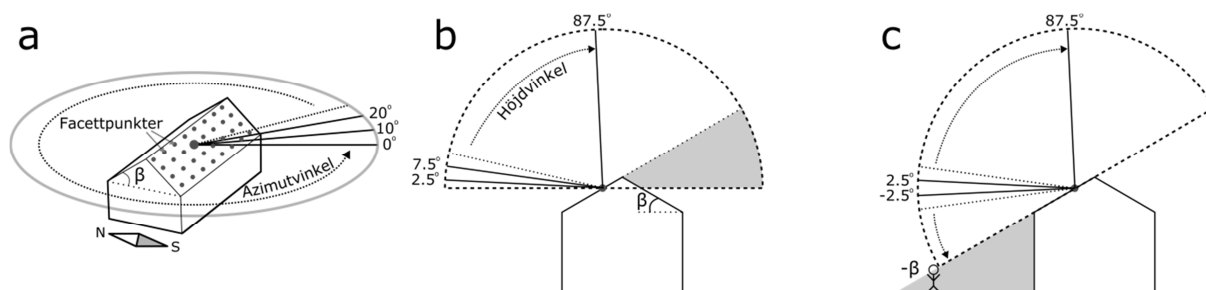
Figur 3. LiDAR-data samlas in genom att ett flygplan sänder ut laserpulser mot marken nedanför (a). Tiden det tar för laserpulsen att återvända korresponderar mot objektens höjd över marken, vilket representeras av ett punktmoln (b). Detta punktmoln kan sedan användas för att ta fram byggnadsmodeller och beräkna solinstrålningen på dess tak, antingen genom en rasterbaserad metod (c), eller en vektorbaserad metod (d och e).

Metodiken för att kvantifiera synligheten av taktytor, som utvecklats i det här projektet, är en vidareutveckling av en tidigare metodik som kan användas för att ta fram solkartor [10]. Metodiken är vektorbaserad, medan de traditionella solkartorna är rasterbaserade (se Figur 3). Att modellen är vektorbaserad innebär att plana taktytor har anpassats till punkterna i LiDAR-datat (se Figur 3d-e). I rasterbaserade solkartor blir ytan mer skrovlig eftersom varje pixel hanteras för sig (se Figur 3c).

Metodiken kan alltså användas även vid bedömning av synligheten men med ett par viktiga skillnader. Till skillnad från en vanlig solkarta räcker det för det första inte med att ta reda på ifall solen är skyddad eller inte. Det är också viktigt att ta reda på vad som befinner sig närmast taket för en given riktning. Detta illustreras i polardiagrammet i Figur 4b. För det andra måste fler vinklar studeras, det vill säga även under horisontalplanet, vilket Figur 5c visar. Det är alltså intressant att ta reda på ifall en potentiell solenergianläggning är synlig från platser där människor kan finnas, vilket vi kan kalla *observationsrummet*. Hur strikt observationsrummet är avgränsat kan variera. Till exempel kan endast allmänna platser inkluderas, det vill säga gator, torg, parker etc., alltså den publika domänen i den byggda miljön (se Figur 4). Vid en mindre strikt avgränsning kan all markyta inkluderas eller till och med fönster och balkonger, förutsatt att deras placering är känd.



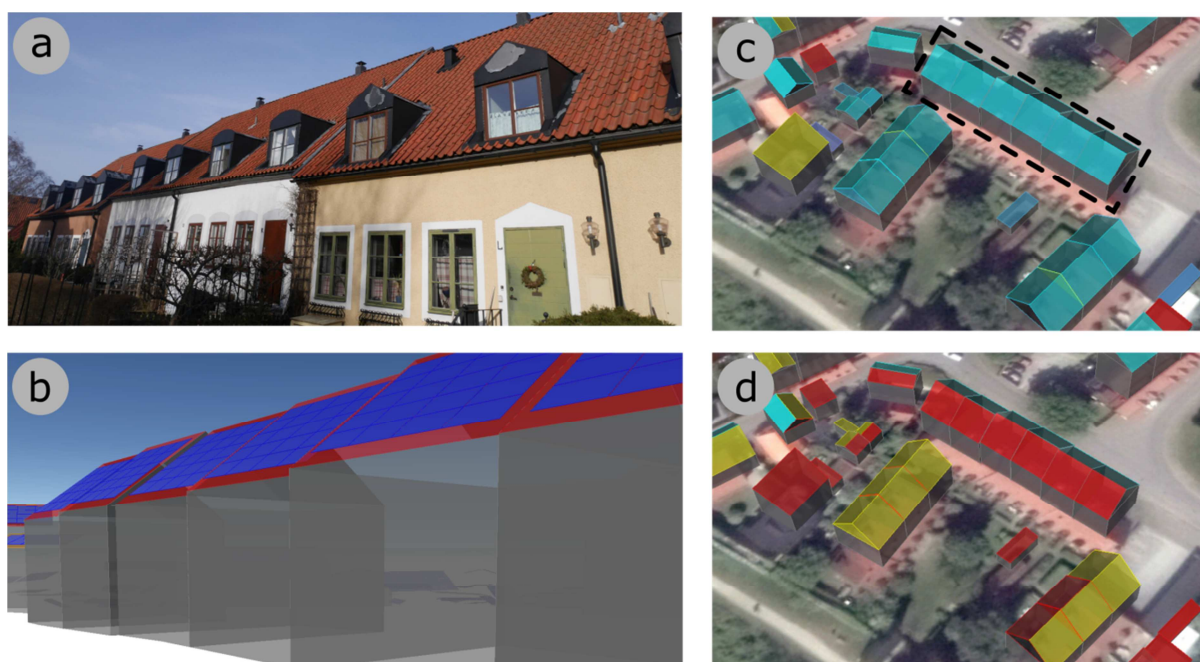
Figur 4. Illustration över metodiken för att beräkna synligheten (a). För varje punkt på taket genereras ett polardiagram (b) som beskriver vad som är synligt i olika riktningar sett från punkten.



Figur 5. Skuggning och synlighet beräknas för varje så kallad facettpunkt (a) på taket för ett antal azimut- och höjdvinklar. För skuggberäkningar räcker det med att studera höjdvinklar ovanför horisonten (b), men för synligheten måste även höjdvinklar under horisonten inkluderas (c).

2.1 Definitionen av observationsrummet har stor betydelse

I projektet gjordes två fallstudier. I den första studerades två olika avgränsningar av observationsrummet; den publika domänen samt all markyta. Valet visade sig ha stor betydelse för synlighetsberäkningarna. Figur 6 visar ett kvarter i södra Visby innerstad. Taket i Figur 6a, vilket motsvarar det streckade området i Figur 6c, vetter mot söder och har därför hög solinstrålning (notera att modellen inte tar hänsyn till burspråken). Modellen föreslår därför att taken ska beläggas med solceller (Figur 6b). I Figur 6c och d presenteras synligheten av takytorna om all markyta, respektive endast den publika domänen definierar observationsrummet. Blått innebär hög synlighet, gult viss synlighet och rött ingen synlighet. Taket i Figur 6a vetter mot en innergård och därför blir synligheten noll i Figur 6d.



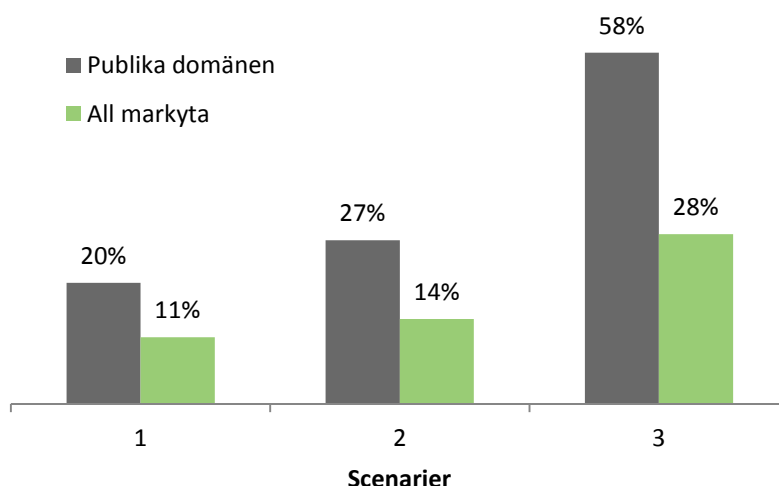
Figur 6. Exempel på hur resultaten från modellen kan visualiseras i Google Earth. I a ett södervänt tak (motsvarande streckad markering i c) som vetter mot en innergård. I b har modellen föreslagit placering av solcellsmoduler. I c och d presenteras synligheten för området om all markyta (c) eller endast den publika domänen (d) får definiera observationsrummet. Blått är hög synlighet, gult viss synlighet och rött ingen synlighet.

Tabell 1 visar skillnaderna om publika domänen eller markytan definierar observationsrummet när hela Visby innerstad studerades. Den visar att andelen takarea som inte är synlig blir ungefär dubbelt så stor om den publika domänen definierar observationsrummet. Potentialen för solenergi i kulturhistoriskt känslig bebyggelse kan sedan fås om synligheten kombineras med solinstrålningspotentialen. Detta illustreras i Figur 7 utifrån de tre scenarierna i Tabell 1.

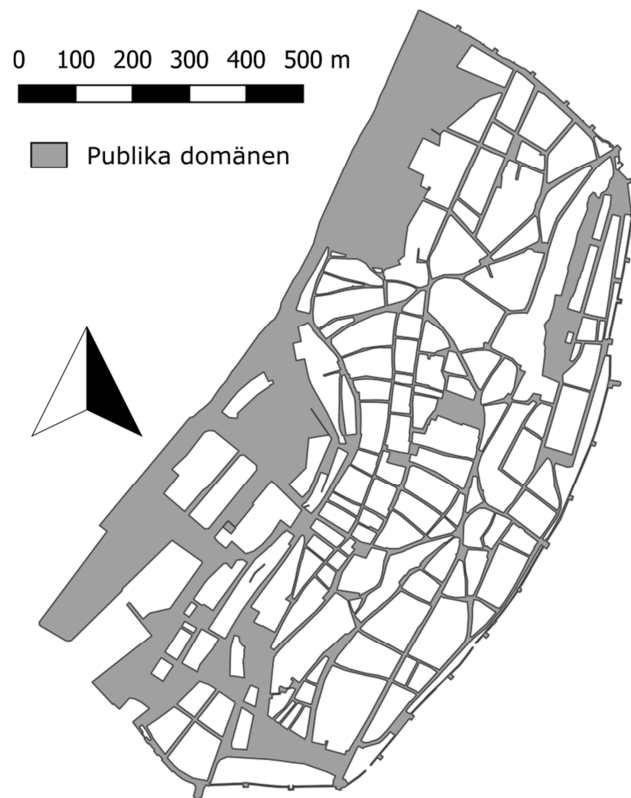
Tabell 1. Andel takyta i Visby innerstad med olika nivåer av årlig solinstrålning och synlighet, samt ett antal scenarier med olika solinstrålning- och synlighetsnivåer. Resultaten är presenterade med två olika definitioner av observationsrummet, publika domänen (PD) samt all markyta (M).

		PD [%]	M [%]
Årlig instrålning			
	[kWh/m²]		
a	>1100		33
b	1000-1100		18
c	900-1000		14
Synlighet			
d	ingen	36	16
e	viss	48	18
Scenarier			
1	a+b+d	20	11
2	a+b+c+d	27	14
3	a+b+c+d+e	58	28

Om observationsrummet definieras som alla markyta, mer än halveras både takytor som är helt osynliga och de som har viss synlighet. Den publika domänen definierades som gator, torg och parker från Lantmäteriets fastighetskarta enligt Figur 8 [11]. Ibland går det inte att på ett enkelt sätt göra avgränsningen av den publika domänen som i fallet för Visby, beroende på hur fastighetskartan är uppbyggd för det studerade området. Fallstudien i Visby visade dock att andra datakällor kan användas såsom OpenStreetMap, med liknande resultat, för att definiera den publika domänen [12].



Figur 7. Andel av totala takytan som identifierats som lämplig för solenergi utifrån tre scenarier (se Tabell 1) med olika krav på årlig instrålning och synlighet: (1) >1000 kWh/m² och ingen synlighet, (2) >900 kWh/m² och ingen synlighet, (3) >900 kWh/m² och viss synlighet tillåten.



Figur 8. Den publika domänen i Visby innerstad enligt Lantmäteriets fastighetskarta [11].

2.2 Potentialen i bebyggelse med varierat kulturhistoriskt värde

Visby innerstad är speciell, eftersom i stort sett alla byggnader kan tillskrivas ett högt kulturhistoriskt värde. Det finns däremot andra områden som är mer diversifierade. Solinstrålnings- och synlighetsanalysen kan därför kombineras med en klassificering av byggnader och områdets kulturhistoriska värden. Nationellt är byggnader som klassificerats som byggnadsminne väl dokumenterade, men det finns även byggnader med lägre, ändock betydande kulturhistoriskt värde. Stockholm stadsmuseum har genomfört en klassificering av drygt hälften av byggnaderna inom Stockholms kommun¹. De har klassificerat byggnaderna enligt blått, grönt, gult och grått där blåa byggnader "omfattar bebyggelse av synnerligen högt kulturhistoriskt värde" och gråa inget värde alls, det vill säga dessa byggnader skulle kunna rivas idag utan att något kulturhistoriskt värde går förlorat. Intressant nog har en mycket liten del klassificerats som grå (<1 %).

Den andra fallstudien fokuserar därför på Stockholms kommun. Tabell 2 visar resultaten från studien uppdelat på klasserna blå, grön och gul. Notera att endast ca 60 % av byggnaderna har klassificerats. Blå-klassade byggnader står för en liten del av det totala beståndet (2.39 %), och skulle därmed bidra till en liten del av elförsörjningen om de belades med solceller. Grön-klassad bebyggelse, vilken anses "särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt.", står dock för en stor andel och kan inte ignoreras om de ambitiösa mål ska nås, som bland annat regeringen och

¹"Stadsmuseets kulturhistoriska klassificering" <https://stadsmuseet.stockholm.se/om-hus2/klassificering-och-k-markning/stadsmuseets-kulturhistoriska-klassificering/> [Tillgänglig 2019-06-25]

Energimyndigheten² satt upp för ökad andel förnybar elgenerering. Detta visar att de metoder som utvecklats i projektet kan vara viktiga verktyg vid utbyggnaden av solenergi i kulturhistoriskt värdefull bebyggelse.

Tabell 2. Andel takyta i Stockholms kommun med olika nivåer av årlig solinstrålning och synlighet, samt ett antal scenarier med olika solinstrålning- och synlighetsnivåer. Resultaten är indelade i Stockholms stadsmuseums klassificering med avseende på kulturhistoriskt värde. Notera att endast ca 60 % av byggnaderna klassificerats.

		Blå [%]	Grön [%]	Gul [%]	Alla [%]
Årlig instrålning					
	[kWh/m²]				
a	>1100	0.06	0.90	0.96	2.6
b	1000-1100	0.19	2.26	3.63	9.7
c	900-1000	0.46	4.65	7.23	19.2
Synlighet					
d	ingen	0.36	2.74	3.07	8.6
e	viss	0.41	5.55	8.87	21.4
Scenarier					
1	a+b+d	0.05	0.33	0.32	1.0
2	a+b+c+d	0.27	2.23	2.57	7.0
3	a+b+c+d+e	0.48	5.38	7.93	19.3
Andel av beståndet		2.39	23.5	35.2	100

3. En expertbaserad bedömningsmetod

Utifrån tidigare forskning [4], konstaterar Florio att värderingen av synintrycket inte bara handlar om personlig smak utan att vissa generella kriterier kan identifieras. Hur kritisk en installation är beror på en kombination av synlighet och byggnadens (eller områdets) värde. Till detta läggs tre parametrar som beskriver graden av integration [7]:

- Panelernas geometri (i förhållande till taket)
- Materialitet/Textur
- Detaljer och mönster

För varje parameter görs en bedömning i tre steg:

- Helt anpassad
- Delvis anpassad
- Inte anpassad

² 5-10 % solel 2040 enligt Energimyndighetens solelstrategi [13].

Den här metoden kan användas både för att värdera förslag till installationer men också för att definiera mål inför planering över större områden.

Som komplement till den kvantitativa undersökningen genomfördes en intervjuundersökning med 20 yrkesverksamma, myndighetspersoner, experter, sakkunniga och intressegrupper. Respondenterna fick förhålla sig till ett antal bilder (Figur 9-12), huvudsakligen från Visby, med fotomontage av solceller.

Syftet med undersökningen var inte att ta reda på om personerna är för eller emot, utan hur de resonerar kring att sätta solceller på tak i en mycket känslig kulturmiljö. Frågorna bygger delvis på anpassningsbedömningen av parametrarna som listats ovan [7]:

1. Figur 9-12 nedan visas för den intervjuade:
 - a. Spontan reaktion?
 - b. Varför tycker du så?
 - c. Hur resonerar du då?
2. Vilka faktorer är viktiga för utseendet
 - a. Visuellt, materiellt eller rumsligt?
 - b. Material, form/struktur, färg, glans, placering, storlek, montering, integrering/infällning ?
3. Hur resonerar du kring synlighet?
 - a. Är det OK om det inte syns?
 - b. Skillnad om det syns från allmän plats eller t ex från en bakgård?
4. Hur skulle man kunna anpassa solpanelerna?
 - a. Anpassade paneler kan vara mer kostsamma och inte lika effektiva.
5. Hur tungt väger ekonomi och miljö?
 - a. Skulle du göra en annan bedömning om du visste hur mycket mer eller mindre lönsam och nyttig åtgärden blir? Vad skickar man för signaler till omgivningen när man sätter upp solpaneler? Vad har det för påverkan på ditt beslut?
6. Hur tycker du att detta påverkar byggnadens eller miljöns kulturvärden?
 - a. Reversibilitet.
 - b. Autenticitet.
7. Övriga synpunkter
 - a. Exempelvis angående stödsystem och lagstiftning?



Figur 9. Fotomontage: "Almedalen"



Figur 10. Fotomontage: "Bulhuset"



Figur 11. Fotomontage: "Det röda taket"



Figur 12. Fotomontage: "Utsiktsplatsen/moderna hus"

3.1 Sammanfattning av intervjuvaren

Nedan ges en sammanfattning av intervjuvaren med fokus på projektets frågeställningar. Resultaten kommer att redovisas i en vetenskaplig publikation under hösten 2019.

Allmänna synpunkter

Respondenterna är generellt positiva till solenergi, men vid en första anblick reagerar de flesta negativt på bilderna.

"Det ser förskräckligt ut."

"Det är för iögonfallande."

"De förtar mycket av det som utgör en del av Visbys värde som är tegeltaken."

Men det finns också några svagt positiva kommentarer:

"... Visby är ett intressant case. Det finns inget självklart i argumenten att välja bort solpaneler"

"På de moderna byggnaderna blir det inte lika stark reaktion."

"Den röda [anläggningen] är inte lika iögonfallande. Spontant tror jag att man vänjer sig."

En återkommande invändning är huruvida solpaneler måste placeras just på taken i Visby innerstad. Respondenterna föreslår alternativa lösningar, t ex att fokusera utbyggnaden av solenergi på moderna byggnadsområden eller att bygga solparker där fastighetsägarna kan köpa andelar.

Flera respondenter tar upp de olika drivkrafter som fastighetsägarna har för att installera solpaneler eller inte. Miljö och ekonomi är grundläggande drivkrafter, men också bevarandenaspekter och symbolvärde måste beaktas.

Synlighet

Vad gäller frågan om synlighet finns det en stor spridning bland svaren:

"Det kan förstöra en miljö även om det inte syns från andra sidan gatan"

"Om det är mot en gård så påverkar det inte lika mycket. Synlighet är viktigt om det är på en plats där många befinner sig."

Generellt finns det en större acceptans när det gäller installationer som inte är synliga från gatan eller allmän plats. Direkt eller indirekt handlar det om hur många människor som kan se en installation.

Flera svarande påpekar att med den speciella topografin i Visby (sluttning mot havet) är det svårt att hitta platser som inte är synliga från något håll.

För vissa fastighetsägare är solenergi en symbolfråga och synlighet blir då ett mål i sig.

Visuellt intryck och anpassning

Det visuella intrycket beror både på helheten och på detaljer. Helhetsintryckets stora men svårdefinierade betydelse fångas i detta citat:

”Det är ett sådant otroligt liv i tegeltaken, särskilt i kvällssol. Allt fokus blir på solpanelerna. Ögat fokuserar på det som är ett avvikande material. Taklandskapet är en enhet och ett gytter.”

När det gäller detaljer framhålls färg, glans och textur (i förhållande till det underliggande taket) som viktiga faktorer. Den svarta standardkulören på solpanelerna avviker kraftigt mot de röda tegel- och plåttaken och skapar en alltför stor kontrast. Den röda panelen på ett tegeltak upplevs som något bättre.

Placeringen av paneler i Figur 12 upplevs som plottrig och det är störande att panelerna ligger utanpå. Många menar att det, utseendemässigt, är bättre att täcka hela taket eller ha ett helt tak bestående av infällda solpaneler.

Synpunkterna kring behov av och möjligheter till anpassning följer av vad som sagts ovan om helhet och detaljer och många svar pekar på ett behov av ökad kunskap och nya produkter. Flera svarande menar att vi måste acceptera att det blir dyrare installationer om de ska anpassas till en känslig miljö.

Hur påverkas kulturvärdena?

Svaren handlar dels om hur byggnaderna fysiskt påverkas av installationerna, dels om hur upplevelsevärdet påverkas.

Vad gäller den fysiska inverkan finns det en samsyn om att varsamhet och reversibilitet är en grundförutsättning. I svaren framskyntar en motsättning mellan reversibilitet, där panelerna installeras ovanpå befintligt tak, och anpassning, där panelerna ersätter befintligt tak.

Vad gäller hur upplevelsevärdet påverkas finns det en stor spridning mellan de svarande om hur de uppfattar inverkan av solpaneler, men många för också ett resonemang om de avvägningar som måste göras. De flesta ser kulturvärdena som synonymt med upplevelsevärdet och det rent estetiska. Sakkunniga, främst antikvarier och arkitekter, ser även en risk med att äktheten i materialen och därmed stadens autenticitet kan påverkas.

De mer värdefulla byggnaderna betraktas som mer känsliga.

”Upplevelsen av ett världsarv eller kulturmiljö är också viktigt och för upplevelsen är det inte reversibelt.”

”Hur ska man se på ett ”levande världsarv” att man kan bo modernt i en historisk stad? Att man tar med världsarvet in i framtiden. Det ska ju inte vara ett museum. Det finns för och nackdelar. Jag kan förstå att autenticiteten är viktig men det handlar främst om det man ser. Man vill gärna känna att det är en historisk stad. Även Visby ska vara med i energiomställningen om det är ett gemensamt mål och hur gör man det på bästa sätt när man måste värna om det historiska?”

Stödsystem och lagstiftning

Flera svarande uppfattar stödsystem och lagstiftning som ett hinder för pragmatiska lösningar där en fastighetsägare, av bevarandeskäl, skulle kunna välja att placera solpaneler på annan plats än sitt eget tak. Lagstiftningen bör utvecklas för att bli mer nyanserad när det gäller olika typer av miljöer. Det är stor skillnad på en tät stadsmiljö, ett luftigare villakvarter och enskild bebyggelse på landsbygden. I dagsläget görs bedömningar med samma utgångspunkt för alla tre kategorierna i plan- och bygglagen. Stödsystemen bör bli mer flexibla så att det exempelvis går att dela solanläggning med någon granne. Satsningar på större anläggningar kan göras centralt som en alternativ lösning.

”Om Sverige vill stimulera solet så bör man göra undantag för vissa kulturmiljöer. Risken är stor att man förstör kulturvärden. Det är inte en rättighet att få sätta upp vad som helst på sina hus.”

”Det är jättedumt att man inte kan dela med någon eller få solenergi från någon annanstans.”

Man bör se över stödsystem och lagstiftning så att det blir lättare att dela/köpa in sig i en större anläggning som kan placeras i mindre känsliga områden.

- Ett medskick till projektet skulle kunna sammanfattas med att man ser positivt på solenergi men inte i första hand på kulturhistorisk värdefulla byggnader.
- Lagstiftningen bör utvecklas för att bli mer nyanserad när det gäller olika typer av miljöer. Det är stor skillnad på en tät stadsmiljö, ett luftigare villakvarter och enskild bebyggelse på landsbygden. I dagsläget görs bedömningar med samma utgångspunkt för alla tre kategorierna i plan- och bygglagen.
- Stödsystemen bör bli mer flexibla så att det exempelvis går att dela solanläggning med någon granne.
- Satsningar på större anläggningar bör göras centralt för att fler ska kunna utnyttja solenergi och undvika att alltför många byggnader förses med solpaneler.
- Skattelättnader, möjlighet till kooperativa lösningar samt investeringar i solparksanläggningar efterfrågas.

4. Diskussion och slutsatser angående synlighet och kulturvärden

Synligheten är en viktig aspekt när det kommer till solenergianläggningar på kulturhistoriskt värdefulla byggnader. De kvantitativa värderingsmetoderna för synlighet är en nödvändig, men inte tillräcklig förutsättning för beslut kring såväl enskilda bygganden som större områden. Tidigare forskning visar att det finns både behov av, och förutsättningar för en systematisk och mer nyanserad värdering av synintrycken.

Det är ofrånkomligt att en installation av solpaneler kommer att ha en inverkan på byggnaders upplevelsevärde och i en del fall även på dokumentvärdet genom fysisk åverkan. De flesta svarande i intervjustudien är överens om att Sveriges ambitiösa energimål inte i första hand ska uppfyllas i så känsliga miljöer som Visby utan det finns andra sätt att producera solel. Å andra sidan visar Stockholms stadsmuseums kartläggning av kulturvärdena i Stockholms kommun att en betydande del av byggnadsbeståndet (ca 40 %) är "särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt" (blå- eller gul-klassade).³

Det är också ofrånkomligt att det finns en stor spridning i hur fotomontagen (Figur 9-12) uppfattas och konsensus kommer inte nås i den frågan. Lika tydligt är att de flesta intervjuade inte polariserar diskussionen utan snarare lyfter de fram de avvägningar som måste göras. Intervjusvaren leder till att beslutsprocessen bör vara tvärfacklig och dialogbaserad.

Den diskussion som förs om inverkan på kulturvärdena handlar till stor del om synintryck. Resultaten från den här undersökningen visar att en kvantitativ bedömning av synlighet inte räcker som beslutsunderlag vare sig för det enskilda huset eller för mål och strategier i större bestånd av byggnader. Det krävs en mer nyanserad förståelse för hur form, färg och textur påverkar synintrycket både i stort och smått. Möjligen kan verktyg för bildanalys hjälpa till att samla in ytterligare kvantitativ data om byggnadsskalets färg, textur och material som stöd vid översiktsplanering av solenergiutbyggnaden.

Det finns ett behov av produktutveckling och design med utgångspunkt från de intervjuades svar angående synintryck och behov av anpassning, men det är också viktigt att lagar och stödsystem utformas för att hitta alternativa lösningar vid utbyggnaden av solenergi, vilka tar större hänsyn till olika kontexter (ex., historiska stadskärnor, villakvarter eller lantbruk).

Den kvantitativa metodik som utvecklats i projektet kan även användas på andra områden där synligheten är viktig. Resultaten från solinstrålningsberäkningarna kan även användas vid utformningen av underhållsplaner för kulturhistoriska byggnader, då ytor exponerade för solljus slits fortare.

³ "Stadsmuseets kulturhistoriska klassificering" <https://stadsmuseet.stockholm.se/om-hus2/klassificering-och-k-markning/stadsmuseets-kulturhistoriska-klassificering/> [Tillgänglig 2019-06-25]

Referenser

- [1] A. Unnerbäck och P. Lierud, *Kulturhistorisk värdering av bebyggelse*. 2002.
- [2] Riksantikvarieämbetet, *Kulturmiljövårdens bebyggelseregister - Inventeringshandbok*, 1:1. 1998.
- [3] P. Eriksson, C. Hermann, S. Hrabovszky-Horváth, och D. Rodwell, "EFFESUS Methodology for Assessing the Impacts of Energy-Related Retrofit Measures on Heritage Significance", *Hist. Environ. Policy Pract.*, vol. 5, nr 2, s. 132–149, 2014.
- [4] P. Florio, "Towards a GIS-based Multiscale Visibility Assessment Method for Solar Urban Planning", EPFL, 2018.
- [5] S. Nijhuis, R. van Lammeren, och F. van der Hoeven, "Exploring the Visual Landscape", i *James J. Gibson and the Psychology of Perception*, 2:a uppl., IOS Press, 2011, s. 335.
- [6] P. Florio, M. C. M. Probst, A. Schüller, och J. L. Scartezzini, "Visual prominence vs architectural sensitivity of solar applications in existing urban areas: An experience with web-shared photos.", *Energy Procedia*, vol. 122, nr September, s. 955–960, 2017.
- [7] M. C. Munari Probst och C. Roecker, "Solar energy promotion & urban context protection: LESO-QSV (Quality-Site-Visibility) method", i *Proc. of Architecture in (R)Evolution*, 2015.
- [8] Svensk solenergi, "Solkartor", 2019. [Online]. Tillgänglig vid: <https://www.svensksolenergi.se/att-installera-solenergi/solkartor>. [Åtkomstdatum: 20-juni-2019].
- [9] Lantmäteriet, "Produktbeskrivning: Laser data", Gävle, 2016.
- [10] D. Lingfors, J. M. Bright, N. A. Engerer, J. Ahlberg, S. Killinger, och J. Widén, "Comparing the capability of low- and high-resolution LiDAR data with application to solar resource assessment, roof type classification and shading analysis", *Appl. Energy*, vol. 205, s. 1216–1230, 2017.
- [11] Lantmäteriet, "Produktbeskrivning GSD-Fastighetskartan, vektor", Gävle, 2016.
- [12] D. Lingfors, T. Johansson, J. Widén, och T. Broström, "Target-based visibility assessment on building envelopes: Applications to PV and Cultural Heritage", *Submitt. to Energy Build.*, 2019.
- [13] Energimyndigheten, "Förslag till strategi för ökad användning av solen", s. 44, 2016.