

The background is a photograph of a building with a red facade, partially obscured by a semi-transparent white rectangular area. In the foreground, there are branches with white blossoms and green leaves, also partially covered by the white area.

Väg framåt för byggnadsintegrerade solceller – innovationsupphandling?

Version: 3

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

2022_09

Charlotta Winkler, Maria Haegermark

Granskad av: Göran Werner

WSP Sverige, CIT Renergy

2023-01-31

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	1
1. Bakgrund.....	2
1.1 Forskning och utveckling i EU och Sverige	2
1.2 Applikationer	3
1.3 Marknad.....	3
1.4 Påvisade utmaningar.....	3
1.5 Innovationsupphandling	4
2. Mål och syfte.....	5
3. Avgränsningar	5
4. Genomförande.....	6
5. Fastighetsägare och solcellsprojekt	6
5.1 Lokalförvaltningen Göteborgs Stad	6
5.2 Vasakronan	7
5.3 Fabege	8
5.4 Uppsalahem	9
5.5 Enkät svar på fastighetsägares behov	10
6. Aktörers utmaningar	12
6.1 Fastighetsägare	12
6.2 Byggprojektörer	14
6.3 Sammanfattning utmaningar och behov.....	19
7. Centrala aspekter för kravspecifikation.....	20
8. Slutsats.....	21
Bilaga - Ett urval av BIPV-anläggningar i Sverige	Fel! Bokmärket är inte definierat.

Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) har varit verksam sedan 1989 och är ett nätverk av några av Sveriges mest framträdande fastighetsägare och med Energimyndigheten som finansiär. Huvudinriktningen är att minska beroendet av energi i form av värme och el i flerbostadshus, samt att därmed minska påverkan på miljön. BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden.

Denna rapport är en förstudie som har utrett förutsättningar för byggnadsintegrerade solceller och har genomförts inom BeBos i samverkan med Belok under 2022.

Sammanfattning

Denna förstudie har genomförts på uppdrag av Energimyndigheten inom ramen för beställarnätverken energieffektiva bostäder (BeBo) respektive lokaler (Belok). Syftet har varit att utreda förutsättningar och behov för att genomföra en innovationsupphandling för byggnadsintegrerade solceller (BIPV) i byggprojekt.

Studien har genomförts genom intervjuer, där sammanlagt 10 fastighetsägare och byggprojektörer med erfarenhet från BIPV-projekt har intervjuats. Intervjuerna har påvisat utmaningar kopplade till BIPV. Huvudsakligen upplevs utmaningarna vara kopplade till kostnadsberäkningar, gränsdragningar och kunskap i projekteringskedet och att det finns begränsningar av produkter och utbud på marknaden. Vidare upplevs regelverk vara otillräckliga och inte anpassade för BIPV, vilket ses som en utmaning av projektörer.

Inom ramen för denna förstudie har även en enkätundersökning genomförts med syfte att identifiera fastighetsägares behov kopplat till BIPV-produkter och projekt. Enkätundersökningen besvarades av 15 medlemsföretag och visade att det finns ett behov av att utveckla såväl produkter som processer för BIPV och att kunskapshöjning och kunskapsspridning från genomförda projekt skulle gynna en ökad användning.

Inom ramen för förstudien har svenska BIPV installationer sammanställts, primärt med syfte att identifiera aktörer för förstudiens intervjuer.

Denna förstudie indikerar att det som hindrar ökad användning av BIPV i dagsläget inte är relaterat till utveckling av BIPV-produkter som kan uppnås genom en innovationsupphandling. I stället finns det grundläggande frågeställningar som först behöver besvaras. Därför ges i stället tre förslag på alternativ till en innovationsupphandling som kan gynna utbyggnationen av BIPV:

kunskapsuppbyggnad, utveckling av projekteringsmetodik för BIPV i byggprojekt och produktutveckling i samverkan.

1. Bakgrund

Under lång tid har forskning och teknikutveckling drivits för byggnadsintegrerade solcellslösningar (engelska: building integrated solar photovoltaic, BIPV), både i och utanför Sverige. BIPV definieras genom att produkten som installeras har minst ytterligare en funktion förutom att generera el¹. Som resultat av EU:s mål att öka el från förnybara energikällor från 10 till 27 %² liksom dess byggnadsdirektiv för nära-noll energibyggnader³ beräknas marknaden för både utanpåliggande solceller (engelska: Building Applied solar Photovoltaic, BAPV) och BIPV öka avsevärt⁴.

1.1 Forskning och utveckling i EU och Sverige

Forskning på tunnfilmceller har lång historik i Sverige och forskningen pågår fortfarande för att utveckla nya typer, förbättra prestanda och säkra långsiktig hållbarhet⁵. Ett centralt syfte med tunnfilmstekniken är att möjliggöra enkla och integrerade lösningar i byggnaders klimatskal. Byggnadsintegrerade solceller kan även utgöras av standardsolceller, så kallade kristallina solceller. Kunskapsbyggnad kring BIPV har pågått under det senaste decenniet och internationellt finns databaser som listar goda exempel liksom leverantörer för BIPV-produkter⁶.

Utveckling av applikationer i Sverige sker via forsknings- och utvecklingsprojekt, men även i pilotprojekt i fastighetsbranschen. Bland annat genomförde Sveriges forskningsinstitut, RISE, under 2018-2020 ett pilotprojekt för- takrenovering med prefabricerade löningar innehållande solcellsanläggningar⁷. Det svenska arkitektföretaget White medverkar i det pågående EU-projektet "Be Smart", som adresserar applikationen för BIPV inom ramen för energiomställning⁸. Även enskilda

¹ Vroon et al., 2021. Escaping the niche market: An innovation system analysis of the Dutch building integrated photovoltaics (BIPV) sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 111912.

² European Commission, 2017. Renewable energy progress report

³ D'Agostino et al. 2016. Synthesis report on the national plans for nearly zero energy buildings (NZEBs), JRC report JRC97408.

⁴ Europe Solar Power. 2019. Global market outlook for solar power 2019-2023.

⁵ Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet har varit ledande i Sverige sedan 1990-talet

⁶ Bland annat [IEA PVPS task 15](#) och IEA PVPS [sammanställning](#), tyska [guide och anvisningar](#) och [databas](#)

⁷ [EST - Optimerad renovering för Effektiva SolcellsTak - Testbädden för solenergi - Solar Test Bed](#)

⁸ [Let's be smart together | The Be-Smart project \(besmartproject.eu\)](#)

fastighetsbolag installerar byggnadsintegrerade solceller i tak, vilket gett utrymme för rapportering i branschen⁹.

1.2 Applikationer

BIPV-installationer kan appliceras i bebyggelse, men även i infrastruktur och anläggning. Produkterna kan integreras som del i takpannor, och andra takytor men även i glas och andra material i stora fasader. Dessa produkter består av prefabricerade liksom specialtillverkade produkter för specifik design. Det finns således många olika typer av lösningar för byggnadsintegrerade solceller, vilket även kan göra att det är svårt att överblicka utbudet. I samband med ökat intresse för energiomställningen generellt och solceller specifikt, ökar intresset för BIPV även i Sverige. Detta kan ses genom ett växande utbud av produkter och lösningar hos svenska leverantörer. Vid sammanställningen av denna förstudie var 71 av 312 medlemsföretag i branschorganisationen Svensk Solenergi listade som leverantörer av BIPV.

1.3 Marknad

Inom EU ökade antal installationer av BIPV i Europa från 200 till 400 MW under 2021¹⁰. Enligt det internationella energiorganets (IEA) program för solcellsanläggningar (PVPS) delområdet för BIPV (subtask 15) har marknaden för förenklade BIPV-lösningar med konventionella solceller med tillhörande montagesystem ökat mest inom EU och att dessa typer av applikationer dominerar¹¹. Utbyggnadstakten för solcellsanläggningar ökar även starkt i Sverige, om än från låga nivåer, där andelen solceller av vårt elbehov utgör knappa 1 %¹², jämfört med Tyskland där motsvarande värde är 10,9 % och i Danmark 5 %¹³. Fortfarande består dock andelen BIPV i Sverige fortfarande av i liten skala, jämfört med potentialen för renovering av tak och nybyggnation och jämfört med byggnadsapplikerade solceller, som monteras utanpå en byggnads klimatskärm.

1.4 Påvisade utmaningar

En anledning är att byggaktörer upplever att det är svårt att hitta lösningar för BIPV liksom att anpassa kravspecifikationer för specifika krav som BIPV innebär. Förutom att BIPV innebär att byggaktörer behöver utreda och finna tekniskspecifika lösningar vid projektering består BIPV-relaterade utmaningar i krav på involvering av flera discipliner

⁹ [Vasakronan lägger tak med integrerade solceller | SOLENERGI nyheter.se](https://www.solenergi.se/nyheter/vasakronan-lagger-tak-med-integrerade-solceller)

¹⁰ Trends in photovoltaic applications 2022, Report IEA PVPS T1-43:2022

¹¹ Report IEA PVPS T15-08:2019

¹² Lindahl et al., 2022. National Survey Report of PV Power Applications in Sweden 2021. I. E. Agency

¹³ IEA PVPS Snapshot of Global PV Markets 2022. I. E. Agency

och flertalet okända moment som kräver extra samverkan och koordinering. Detta gäller även i stor utsträckning för installationer av BAPV. Utöver att både BAPV och BIPV innebär komplexa applikationer i byggprojekt innebär BIPV ytterligare dimensioner för teknksamordning som resultat av högre grad av integrering i byggnaders systemgränser.^{14,15}

En studie för det kallade teknologiska innovationssystem (TIS) för BIPV som genomfördes år 2022 för Nederländerna har visat att huvudsakliga problem för ökad användning och spridning av BIPV är avsaknad av politiskt stöd för industrialisering och kommersialisering, avsaknad av engagemang från större byggföretag och dålig samordning inom värdekedjan för BIPV för att förbättra kompatibiliteten för BIPV med traditionella byggkomponenter och elektriska installationer¹⁶.

I en studie som rapporterades vid halvårsskiftet 2022 med finansiering av Energimyndigheten och IQ Samhällsbyggnads forskningsprogram för energieffektivt byggande och boende, E2B2, sammanställdes erfarenheter från ett pilotprojekt liksom identifierade krav för att bygga storskaliga demonstrationsobjekt¹⁷. Studien redovisade identifierade behov av stöd vid genomförande av demonstrationsprojekt från fem svenska fastighetsägare och byggherrar. Det största identifierade behovet var att få stöd vid projektering. Därefter följde i turordning stöd under entreprenad, investeringsstöd, stöd vid uppföljning och stöd vid kommunikation kring projektet. Studien påvisade ett intresse från fastighetsägares sida att inkludera BIPV i kommande projekt och rapporterade att BIPV anses som intressant även hos deras kunder. Denna studie indikerade således att det finns ett intresse att ökat inkludera BIPV i fastighetsbranschen och att det finns behov av stöd för utvecklingen av BIPV-projekt.

1.5 Innovationsupphandling

Ett verktyg för att driva teknik- och processutveckling är genomförande av så kallade innovationsupphandlingar. Genom att i en innovationsupphandling specificera tydliga beställarkrav kan oklarheter på marknaden och i produktfunktioner minskas. Vidare kan en teknikutveckling som är anpassade till beställares specifika krav påskyndas. I en innovationsupphandling kan beställare samverka i gemensam upphandling och stöds strategiskt av offentliga instanser. Tillsammans med att anpassad kompetens och

¹⁴ Winkler & Widén, 2021. Slutrapport Implementering av solcellsanläggningar i svensk stadsbyggnad - hinder ur ett aktörsperspektiv. Energimyndigheten

¹⁵ Curtius, 2018. The adoption of building-integrated photovoltaics: barriers and facilitators. Renewable Energy

¹⁶ Vroon et al., 2021. Escaping the niche market: An innovation system analysis of the Dutch building integrated photovoltaics (BIPV) sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 111912.

¹⁷ [Slutrapport](#) Large-scale Demonstration of Building-Integrated Photovoltaics – Feasibility Study

resurser kopplas till processen möjliggörs framtagande av beskrivningar för särskilda teknikutvecklingsbehov¹⁸.

Ett viktigt syfte med en innovationsupphandling är kunskapsutveckling och spridning av en ny teknik vilket görs genom att lösa tekniska osäkerheter och demonstrera en tekniks lönsamhet¹⁹. Vidare möjliggör en innovationsupphandling att en upphandlande organisation i sin upphandlingsprocess främjar innovation genom att efterfråga eller tillåta nya lösningar²⁰. Teknikupphandling ger möjligheter till kunskapsutveckling för producenter genom att dela utvecklingskostnader och därmed fördela risken på ett större antal aktörer²¹. Teknikutveckling kan komma i konflikt med etablerade regler och standarder, men en riktad utveckling och spridning kan ta hänsyn till dessa konflikter¹⁸. Innovationsupphandling kan genom kommunikation om resultat och vinnande produkter minska konflikter med regler och standarder och kan påverka både industrin och anpassning av standarder¹⁹.

2. Mål och syfte

Denna förstudie syftar till att utreda förutsättningar och behov för att genomföra en innovationsupphandling för BIPV i byggprojekt. Om behov och förutsättningar finns, ska förstudien även ge förslag på hur en innovationsupphandling kan genomföras och vilka aktörer som bör kopplas till ett sådant projekt.

3. Avgränsningar

Förstudien har begränsats till att primärt adressera fastighetsägares utmaningar och behov kopplat till BIPV-projekt. Urvalet av aktörer som intervjuat är gjord efter kartläggningar av BIPV-projekt i Sverige. Urvalet av de beställarorganisationer, vars arbetet med solcellsprojekt är beskrivet, har skett genom att identifiera BIPV-projekt. Fler beställarorganisationer var tillfrågade än antal svarande. Enkätundersökningen har enbart adresserat medlemsföretag i nätverken BeBo och Belok.

¹⁸ Bergek, et.al, 2008a. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. Research Policy 37, 407 - 429.

¹⁹ Perez Vico, 2010. Technology procurement as a tool for meeting Sweden's energy and climate policy goals, [i Diva](#).

²⁰ [Vad är innovation i upphandling? | Upphandlingsmyndigheten](#)

²¹ Carlsson & Jacobsson, 1997. In search of useful public policies - key lessons and issues for policy makers, in: Carlsson, B. (Ed.), Technological Systems and Industrial Dynamics. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, pp. 299 - 315.

4. Genomförande

För att identifiera aktörer med erfarenhet av BIPV-projekt genomfördes en skanning av BIPV-projekt i Sverige. Sammanställning av svenska BIPV-projekt, som presenteras i denna förstudies bilaga gör inte anspråk på att vara komplett, utan har enbart syftat till att identifiera aktörer för intervjuer.

För att svara på utmaningar kopplat till projektering till BIPV i nuläget liksom identifiera en behovsbild och intresse för ett innovationsupphandlingsprojekt har intervjuer genomförts med beställare och projektörer med erfarenheter av BIPV projekt. Vidare genomfördes en enkätundersökning mail-ledes till medlemsföretagen i beställarnätverken BeBo och Belok för att få en bredare bild av till BIPV-relaterade behov.

5. Fastighetsägare och solcellsprojekt

Denna förstudie utgår från fastighetsägares behov kopplat till att driva BIPV-projekt. Inom ramen för förstudien har fyra beställarorganisationer intervjuats och deras arbete kopplat till solceller och BIPV presenteras här för att rama in en nulägesbild i beställarledet. Beskrivningen av deras arbete presenteras med det BIPV-projekt som varit i fokus för intervjun liksom personer som deltog i intervjuerna. Fastighetsägares utmaningar sammanfattas i 6.1.

5.1 Lokalförvaltningen Göteborgs Stad

BIPV-anläggning: Anläggningar med solceller i tak, fönster eller solavskärmning
Intervjuad: Johan Gunnebo, solcellsamordnare och sakkunnig för solceller

Lokalförvaltningen har tillsammans med Göteborg Energi och stadens fastighetsbolag fått uppdraget att solceller ska byggas på kommunala fastigheters tak och har ett långsiktigt mål för solelproduktion. Sedan 2019 har de genomfört över 130 solcellsprojekt, varav omkring 10 är system med moduler integrerade i antingen tak, fönster eller solavskärmning.

BIPV-planer

Utgångsläget för lokalförvaltningen är att solceller alltid ska installeras vid takomläggningar och i nyproduktion om rätt förutsättningar finns. Utbyggnadstakten är därför hög, med cirka 40–50 solcellsentreprenader per år. Lokalförvaltningen har även fått mandat från kommunen att leda utveckling och använda BIPV och annan teknik i framkant (såsom batterier) i sina byggnader. Johan Gunnebo berättar att ambitionen är

att framöver installera några BIPV-anläggningar varje år och har även ambitioner att bygga en första solcellsfasad. Enligt Johan behöver dock solcellerna komma in mycket tidigare i projekten än vad de vanligen gör idag för att det ska vara möjligt.

Tekniska anvisningar för projektering

Lokalförvaltningen har tagit fram tekniska krav och anvisningar (TKA) för olika teknikområden, och så även för solceller. Dessa TKA är lokalförvaltningens specifika komplement till lagar, förordningar och praxis i projektering och ska utgöra ett heltäckande underlag för att kunna projektera fullt färdiga och för lokalförvaltningen anpassade handlingar inom ett specifikt teknikområde. Lokalförvaltningens TKA för solceller innehåller bland annat en mall för teknisk rambeskrivning av solcellsanläggningar och en mall för objektsanpassad beskrivning. Dessa används även i nyproduktionsprojekt med BIPV.

Modell för upphandling

Lokalförvaltningen handlar upp både konsulter och entreprenörer till solcellsprojekt på ramavtal och dessa avropas inför varje projekt. I upphandlingen av konsulter anger Lokalförvaltningen ett fast timpris och krav på kvalitet och anbudslämnare utvärderas sedan via intervjuer. Entreprenörer bjuds in att lämna anbud på typtak och utvärderas via kravställning, å-priser och intervjuer. Ramavtalet för entreprenörer avser totalentreprenader, där solcellsentreprenören ansvarar för att driva hela entreprenaden.

Entreprenadform

I nyproduktion utförs en utanpåliggande solcellsanläggning vanligen som en sidoentreprenad till det större projektet, medan en BIPV-anläggning i stället läggs som en underentreprenad. Det senare är framför allt en fråga om gränsdragning och ansvar. Om solceller till exempel ska integreras i taket överläts till takläggaren att även montera solcellerna för att det inte ska bli en ansvarsfråga när de integreras i taket.

5.2 Vasakronan

BIPV-anläggning: Celsius och Magasin X i Uppsala med solceller integrerade i fasad
Intervjuad: Ulf Näslund, Teknikutvecklingschef

Vasakronan har solceller på många av sina byggnader och började för 4–5 år sedan fundera på hur de skulle kunna få med solceller som en del i gestaltningen i sina nybyggnadsprojekt.

Projekt Celsius

Byggnaden Celsius, som färdigställdes 2020 innehåller kontor och laboratorium i Uppsala Science Park. Byggnaden har solceller både på tak och integrerat i fasaden. Arkitekten Anders Tvååna från White Arkitekter lät solcellerna utgöra en rand närmast krönet mot taket. I denna byggnad upptar de fasadintegrerade inte en stor yta, men är likväl en viktig del av gestaltningen. På taket samsas solcellmoduler med sedum om tillgängliga ytor. Celsius-projektet upphandlades som en delad entreprenad och Vasakronan stod själva för handlingarna. Det solcellsleverantören hade att lösa inför montering var infästning och hopkoppling.

Projekt Magasin X

När projektet Magasin X påbörjades var BIPV tidigt med i planeringen liksom beslutet att de skulle integreras i de fasta partierna av fasaden. Totalt utgör solcellspanelerna här en yta på 490 m². Magasin X upphandlades som en generalentreprenad och genomfördes i samverkan med NCC.

BIPV framöver

Ulf Näslund berättar att solceller är något som provas i alla Vasakronans projekt idag och tycker att det är viktigt att vara med och skapa en marknad för byggnadsintegrerade produkter.

5.3 Faberge

BIPV-anläggning: House of Choice (Nationalarenan 3) i Solna med solceller integrerade i tak och takfönster

Intervjuade: Caroline Ödin, Energistrateg, Thomas Linderholm, Energispecialist, och Maria Jansson, projektchef

Faberge har ett mål om att till år 2030 producera 2,5 kWh sol per kvadratmeter A_{temp} i det förvaldade beståndet. Faberge har några anläggningar med glasintegrerade solceller sedan tidigare, men nollenergihotellet Nationalarenan 3, också kallad House of Choice, i Solna blev deras första projekt med solceller integrerade i fasad.

Nollenergi och solceller

Efter att Faberge skrivit ett letter of intent med Nordic Choice Hotels om att bygga hotellet kom man fram till att sikta ännu högre än normalt vad gäller energi och det beslutades

att nå nollenergi enligt Forum för energieffektivt byggande, Feby²². Därefter definierades vad noll-energi skulle innebära och vilka systemfunktioner som skulle finnas med i byggnaden. Solcellerna fanns naturligt med redan från början eftersom solenergi var en del i energiprestandan och att nå nollenergi-nivå. Så mycket el som solcellerna producerade kunde de sedan använda i huset. House of Choice projekterades i Fabeges regi med en extern projekteringsledare till och med systemhandling, då Skanska tog över som totalentreprenör. Projektchef Maria Jansson beskriver en smidig projekteringsfas som underlättades att alla inblandade var med på de höga ambitionerna, så även senare Skanska som anlätades som totalentreprenör. Samtliga involverade projektörer och konsulter var engagerade och arbetade målmedvetet för att uppnå uppsatt, gemensamt mål, vilket beskrivs som en framgångsfaktor.

BIPV framöver

Solceller, även byggnadsintegrerade, diskuteras för alla nyproduktionsprojekt vid Fabege. Efter projektet House of Choice har Fabege tittat vidare på hur man kan jämföra och välja solcellsmaterial i stället för konventionella material. De intervjuade tror att fasadintegrerade lösningar kommer att bli alltmer intressant. Dels på grund av ökande elpriser, dels för att det är konkurrens om takytan. Taken behövs andra tekniska installationer och för dagvattenfördröjning (sedumtak).

5.4 Uppsalahem

Uppsalahem

BIPV-anläggning: Frodeparken i Uppsala med solceller integrerade i fasad

Intervjuad: Tomas Nordqvist, Energisamordnare

Uppsalahem var tidigt ute då valde tunnfilmssolceller som fasadmaterial till flerbostadshuset Frodeparken. Projekteringen för byggnaden påbörjades 2011 och byggnaden stod färdig 2013. Solcellerna sågs som en alternativ kostnad till ett annat fasadmaterial, vilket annars hade behövts för att täcka den bakomliggande betongen. Bakom panelerna finns en ventilerad spalt och Tomas Nordqvist berättar att det även fanns funderingar på att ta vara på värmen från luftspalten.

Sårbarhet

Om en panel går sönder förloras förstås produktion och för att vara säkra på att kunna ersätta paneler vid behov köpte Uppsalahem extra paneler och har fortfarande en egen lagerhållning. Nedersta raden solcellspaneler är inte inkopplad av rädsla för vandalisering, men än så länge har de inte råkat ut för någon skadegörelse. Tomas Nordqvist påpekar att det inte är uppenbart att det är solceller på fasaden och att det i

²² [Forum för Energieffektivt Byggande | feby](#)

detta sammanhang kan vara en fördel. För minskad sårbarhet valde de också att ha sju växelriktare i systemet.

BIPV framöver

Någon mer solcellsfasad har det inte blivit läge för sedan Frodeparken uppfördes. De har inte några takintegrerade anläggningar än, men Tomas Nordqvist tror att även det kan bli intressant att titta på framöver och sa "jag tycker att man även göra saker som syns, om förutsättningarna är rätt".

5.5 Enkät svar på fastighetsägares behov

Enkätundersökningen syftade till att kartlägga behov i nätverkens medlemsföretag gällande BIPV-projekt. För denna kartläggning ställdes frågorna som listas nedan. Svaren presenteras i efterföljande text. 15 fastighetsägare svarade på enkäten.

1. Finns det behov av utvecklade eller standardiserade processer och metoder för att inkludera byggnadsintegrerade solceller i byggprojektet?
2. Finns det behov av standardiserade eller testade produkter och lösningar för byggnadsintegrerade solceller?
3. Finns det behov av ett bredare utbud av solcellsprodukter för byggnadsintegrering?
4. Vilka andra utvecklingsbehov finns relaterat till byggnadsintegrerade solceller?

På fråga 1) svarade 13 av 15 personer att det finns ett behov av att utveckla eller standardisera processer och metoder för BIPV i byggprojekt. Kommentarer visade ett behov av "standardiserad process och lösningar", som förklarades utmaningar med att få in lösningar för BIPV i byggprocessen, att BIPV hanteras på olika vis beroende på involverade personer, där kunskapsnivån är varierande och eftersom det finns "många olika tekniska lösningar". Avsaknad av utvecklade processer för BIPV angavs medföra att man helt enkelt missar att få med "den typen av lösningar" i byggprocessens olika delar.

På fråga 2) angav samtliga som svarade på enkäten att det finns ett behov av standardiserade eller testade produkter. Detta uttrycktes genom att en standardiserad produkt skulle kunna förenkla den kommunala bygglovsprocessen. Detta kan förstås som att om man kan utgå från att en standardiserad produkt skulle vara enklare att inkludera i en beskrivning av en byggnad för bygglov i tidigt skede.

Vidare förklarades behovet genom att det finns en oro gällande att det förekommer barnsjukdomar för BIPV-produkter eftersom det saknas standardisering. En beställare påpekade i sitt svar att o-testade produkter inte skulle vara aktuell för användning som

en integrerad byggnadsdel i deras bestånd och att man "nog måste veta mer för att våga". Ett annat svar var att BIPV-produkter upplevs vara på experimentstadiet, vilket känns om en dyr sak och att det är billigare att följa efter andra som testat. Detta uttrycktes även genom att standardiserade produkter behövs om "solcellerna ska vara en del av byggkonstruktionen" och för att det ska fungera och appliceras i större utsträckning behöver systemen vara beprövade.

En beställarrepresentant angav att det är viktigt att produkterna inte standardiseras för mycket eftersom det skulle missgynnas av den snabba teknikutvecklingen. Några svarade att det är önskvärt att omkringliggande delar är enhetliga, såsom inkoppling, kabelförläggning och infästningar liksom garantier för produkterna för att rationalisera användningen av BIPV.

Vidare uttrycktes BIPV-relaterade frågor besvaras av mer antaganden än etablerad kunskap.

På fråga 3) svarade 13 personer att de ser ett behov av ett bredare utbud av solcellsprodukter. Kommentarer till dessa svar bestod i att det är viktigare att standardisera kraven, eftersom branschen efter hand kommer utveckla produkter efter dem. Andra svar var att det finns få alternativ för tak och fasad att välja på och att det behövs fler produktalternativ. Ett annat svar gav exempel på att utbudet skulle kunna bestå av solcellsintegrering i fönster, balkongkonstruktioner, solskydd, del av tak och väderskydd för uteplatser och parkeringar.

På frågan om andra utvecklingsbehov relaterat till byggnadsintegrerade solceller uttrycktes behov för utveckling av verkningsgraden liksom utbud av kulörer av BIPV för att öka konkurrenskraften och intresset för dess applicering. Vidare efterfrågades produkter med enhetligt utseende till kostnader som liknar "traditionella paneler".

Flera kommentarer avsåg oklarheter kring hur service och utbyte av produkter ska hanteras.

I svaren framkom att det finns ett behov av kunskapshöjning i kravställande led, både hos byggherrar och projekterande konsulter liksom hos leverantörer och entreprenörer om produkter på marknaden, status för utveckling och genomförda projekt. Särskilt efterfrågades kunskapsutbyte gällande genomförda projekt, vilket förslagsvis kunde drivas av beställarnätverken BeBo och Belok.

Ett av svaren på denna fråga var kort och koncist och utan vidare förklaring att "byggnadsintegrerade solceller" inte är intressant.

6. Aktörers utmaningar

I detta kapitel presenteras resultaten av intervjuer som genomförts med fyra beställare och sju projektörer. Frågorna i intervjuerna var styrda för att ge aktörsspecifik information om genomförda projekt, erfarenheter och utmaningar, BIPV-relaterat innehåll till kravspecifikationer liksom upplevda behov om utveckling inom metoder, processer och produkter för BIPV-projekt. Intervjuerna gav även plats åt fria resonemang och återberättande av erfarenheter.

Utöver BIPV-relaterade utmaningar som presenteras nedan, framgick även i intervjuerna med beställarna att de har behov av att ta del av erfarenheter från genomförda projekt. Vidare angav beställarna behov av att samverka med kommuner för att få en tydligare bild av vad som ökar chanserna att få en BIPV-fasad godkänd idag och för att öka acceptansen för BIPV vid kommunens hantering av bygglov. Dessa aspekter framkom även i enkätsvaren.

6.1 Fastighetsägare

I detta avsnitt presenteras utmaningar som identifierades vid intervjuerna med representanter från beställarorganisationer.

De BIPV-projekten som intervjupersonerna har erfarenhet av anges ha i stor utsträckning fungerat väl under såväl projektering som byggnation. Beställarna angav att BIPV är ganska enkelt i sig, men eftersom det är nytt blir det en utmaning och kan av den anledningen strykas i tidiga skeden. Därför poängterade beställarna vikten av erfarna och kunniga konsulter och entreprenörer, samt att BIPV-konceptet kommer med tidigt i projektet. Två av beställarna lyfte särskilt stöd från solcellskonsult som är med på projektmöten från start som värdefullt.

Intervjuerna gav generellt följande bild av genomförda BIPV-projekt:

- Inga upplevda problem med installationerna, men däremot har det varit en del krångel med mätningar (solcellsanläggningar generellt).
- Inga svårigheter med gränsdragning.
- Glasentreprenörer som anlitas är bra på att hantera sollösningar.
- Inga särskilda utmaningar i kravställning, projektering, samordning eller byggnation. På många sätt liknar BIPV-projekt vanliga solcellsprojekt.
- Problemfritt i fasadanläggningen efter att den tagits i drift.
- Begränsat utbud av produkter och erfarna entreprenörer (för lite konkurrens).
- Placering av solceller på en delvis beskuggad byggnad är en utmaning.
- Regelverk för gränser på installerad effekt upplevs som utmanade.

Trots dessa övervägande positiva erfarenheter lyftes även generella och potentiella utmaningar med BIPV. Dessa är beskrivna nedan och är indelade under rubrikerna samordning och gränsdragning, brist på kunskap och produkter och utbud.

Samordning och gränsdragning

Jämfört med vanliga solcellsprojekt (där solceller monteras utanpåliggande, vanligtvis på tak) uppges BIPV kräva mycket mer samordning i projekteringsskedet, där utmaning framför allt ligger i samordning och gränsdragning i början av projektet. Det är därför viktigt att solcellerna kommer med tidigt för beslut om gränsdragning och hur systemet ska utformas och dimensioneras.

Gränsdragning och ansvar mellan discipliner, till exempel gällande läckage i gräns mellan solcellsprodukt och annat material, angavs som otydlig eller inte fastställt, vilket sågs som en utmaning.

Brist på kunskap

Förarbete för BIPV upplevs som svårt och för att göra det enklare uttrycktes behov av underlag som visar beräknade värde som kan jämföra BIPV med icke elproducerande material avseende kostnad och CO₂-utsläpp.

Utmaningar som nämndes gällande lönsamhetsberäkningar var att det är svårt att veta hur den tillkommande kostnaden för BIPV ska hanteras och vilken kostnad den ersätter. Vidare saknas kunskap kring hur BIPV ska hanteras i kalkylen jämfört med användning av konventionella, icke elproducerande material.

Produkter och utbud

Beställarna angav ett behov av att se produktutveckling, till exempel med solceller i andra färger, eller med ett ljusare uttryck, med hög effektivitet.

Ett par av beställarna ser det som en utmaning att det inte finns standardiserade produkter för integrering i fasad. Varje enskild anläggning har specifika lösningar och utformningar, vilket ger dyra lösningar. Det anses också vara en utmaning att de specialtillverkade modulerna inte finns för utbyte.

En beställare sa att de ingått överenskommelse med sin leverantör att de ska kunna producera samma typ av paneler i framtiden. En annan beställare har valt att köpa in extra moduler och därmed ha ett eget lager för eventuellt framtida behov av utbyte.

En beställare rapporterade att det är svårt att hitta produkter. Det finns ett begränsat utbud av produkter ur visuell aspekt, att de skulle vilja ha fler alternativ gällande färg, nyanser och effektivitet. Ytterligare en beställare menade att den största utmaningen är produkternas estetik. Eftersom de ska kombineras med fönster, bleck, solskydd ska inte

kablar synas. Även kabelmängd att hantera i BIPV-lösningar upplevs som utmanande, liksom frågeställningar om hur brandsäkerhet löses och att minimera risk för skadegörelse.

Från beställarsidan rapporterades att de upplever att det är få leverantörer som kan bistå med stora BIPV-anläggningar. De menade att utbudet av leverantörer som kan anta en beställning av BIPV är begränsat och att det inte är många som kan leverera större anläggningar. En större konkurrens efterfrågades. En av beställarna ser det också som önskvärt att fler BIPV-projekt installeras eftersom det skulle påskynda prisreducering.

6.2 Byggprojektörer

Intervjuer genomfördes med aktörer från disciplinerna brandprojektering, glas, el-projektering, byggsamordnare och arkitekt med erfarenheter från projekteringsfasen i BIPV-projekt. De huvudsakliga identifierade utmaningarna har sorterats i fyra kategorier: odefinierad gränsdragning, regelverk, produktspecifika utmaningar och brist på erfarenhet och kunskap.

Odefinierad gränsdragning

Olika uppfattningar råder gällande gränsdragningar i projekteringskedet. Gränsdragning mellan disciplinerna anses vara otydligt gällande aspekter som uppkommer när BIPV ska projekteras och det råder samsyn kring att gränsdragningen i beskrivningar för styr-, el-, fasad-, solcells- och glasentreprenader för BIPV-systemet behöver definieras.

Genomgående angavs i intervjuerna att BIPV-system behöver föreskrivas i samverkan mellan aktörer i projekteringsgruppen, BIPV-aspekter berör alla och kan inte lösas enskilt eller som en biprodukt.

I totalentreprenad ställs funktionskrav gällande placering eller utseende och hur mycket elenergi som ska produceras, vilket angavs vara en utmaning i sig för projekteringsgruppen. Funktionskraven ska alltså uppfyllas genom projektering av glas- och fasadentreprenör. Det blir viktigt att funktionskraven ställs korrekt och med tillräcklig kompetens så att totalentreprenör har optimala förutsättningar inför projekteringen.

Genomgående har lösningar för BIPV-projektering angetts vara för projektörer att samverka med leverantörer (glas- och fasadentreprenör), då det är dessa som har spetskompetens och bevakar marknadsutvecklingen. Vidare angavs att just den samverkan ger möjlighet för teknikutveckling då systemlösningarna ger en direkt återkoppling till marknaden.

Intervjuerna visade att det finns en gällande uppfattning inför byggprojekt om att BIPV-systemen kan inkluderas och vara en enskild del i en byggnad, men vilket enligt de

intervjuade personerna är en stor felbeskrivning. Enligt dem ska BIPV-systemet snarare ses som en del av byggnadens totala system och det behöver skapas en förståelse för det i alla led. En del av att skapa den förståelsen är att inkludera de discipliner som berörs och samordna projekteringsskedet så att gränsdragning görs i samförstånd och samverkan.

Intervjuerna visade att inkludering av BIPV-system påverkar arkitekt, el, styr, brand och konstruktion och att BIPV innehåller aspekter som man tidigare inte hade tänkt på, vilket visar brist på etablerad process, det vill säga arbetssätt, gränsdragningar och roller för att projektera BIPV. BIPV kan vara en del av el-entreprenad, fasadentreprenad eller glasentreprenad. Det visar sig ge osäkerhet för ansvar för underentreprenörer som tas in för att lösa BIPV-funktionen. Detta uttrycktes även genom osäkerhet i projekteringsskedet gällande hur en beskrivning av en tät fasad från glaskonsult ska kombineras med en el-beskrivning som specificerar en helhet gällande elinstallationer. Det finns även oklarheter gällande vad brandkonsult respektive el-projektör ska hantera avseende kanalisation och kabeldragning. Vidare angavs att elektriska komponenter, såsom kopplingar, styrs genom Elsäkerhetsföreskrifterna och att därför föreskrifter gällande brandsäkerhet som följd av att en fasad innehåller elektronik tillfaller elprojektör. Intervjuerna gav en bild av att en fasad som utgör större risk för att brand ofta faller mellan stolarna mellan brand- och el-projektör eftersom gränsdragningar och ansvarsområden är enligt uppgift inte tydliga.

Ett annat exempel på brist på gränsdragning är att den samverkan som krävs mellan el-projektör och brandkonsult för att tillgodose den kommunala räddningstjänstens önskemål ofta kommer sent i projekteringsskedet och kan därför innebära vissa omtag. Intervjuerna vittnade om att brandkonsulterna inte förstår hur BIPV-fungerar och att el-projektörerna förstår inte vilka risker brandkonsulterna behöver beakta.

Frågeställningar kring gränsdragning uppstår till synes återkommande i varje enskilt projekt, vilket ger osäkerheter i projekteringsgruppen gällande vad BIPV-systemet innebär och inom vilka discipliner som lösningar ska föreskrivas. Projektledaren får i uppgift att identifiera vilka aktörer som behövs tas in. Svårigheten med gränsdragningen anges också göra det svårt att göra en initial kostnadsuppskattning för BIPV-systemet.

Jämförelse drogs mellan BIPV och solvärmeskydd och installation av utanpåliggande markiser. Då dessa system föreskrivs delas projekteringen genom dränsdragningar mellan disciplinerna glas, el och styr.

Regelverk

Genomgående rapporterades att det saknas anpassade regelverk som fångar in byggnadsintegrerade solcellsanläggningar. Det uppgavs att det finns en osäkerhet kopplat till vilka regelverk som gäller för solceller när de integreras i en fasad.

Intervjuerna gav en bild av att det inte finns en standard som definierar hur en BIPV ska hanteras. I de fall som solcellerna är integrerade i fasad, gäller Boverkets byggreglers (BBR) krav för fasadsystem för BIPV-fasaden. Vid integrering av solceller i glas gäller byggnormer för glasfasad, vilket fasad-/glas-leverantören åläggs att uppfylla liksom att uppnå funktionskrav. I praktiken används både brand- och glaskonsult även av fasadleverantör där en fungerade lösning som uppfyller kraven tas fram i samverkan. Eftersom krav saknas gällande avstånd mellan brandceller liksom tillåten höjd för att minimera spridning av brand, tas krav fram för varje enskilt projekt.

Samtidigt uppgavs att det är stor skillnad i hur Boverkets byggregler (BRR) tolkas. Tolkningar gör när brandskyddsbeskrivningen granskas av den lokala räddningstjänsten eller det lokala stadsbyggnadskontoret. Ofta rådfrågas den lokala räddningstjänsten av kommunen, men räddningstjänstens riskbild kopplat till solcellsanslagningar hanteras inte i BRR. Stadsbyggnadskontoret ska primärt säkerställa att tillräcklig kompetens finns hos byggherren för att kunna uppfylla gällande lagstiftning. I praktiken blir den sakkunniga brandkonsulten ansvarig att rätt tolkning görs. För att kunna ta det ansvaret räcker det inte att från brandprojektörernas sida hänvisa till brandkrav enligt BBR, eftersom produkter på marknaden inte nödvändigtvis uppfyller kraven. Applicering av BIPV kräver att systemlösningar tas fram i samverkan för att lösningar ska bli säkra och praktiska.

Intervjuerna visade att det finns ett glapp mellan byggaktörer och leverantörer angående vad BIPV-systemen kan ge och vad som anges i byggnormer och krav. Projektörerna angav att leverantörer av BIPV-produkter behöver utveckla sina produkter så att egenskaperna kan översättas till föreskrifter för byggmaterial. Det finns behov av att koka ner funktionskrav till krav som leverantören kan tillskriva sina produkter, tex avståndskrav, delsystem för maxspänning, materialegenskaper, uppfylla brandklassning etcetera. Häri ingår alltså att uppfylla tester eller att verifiera lösningar kopplat till produkterna som gör att de kan klassas som byggmaterial. Under intervjuerna framkom att BIPV-produkter på marknaden saknar brandtester i stor utsträckning, där regelverk alltså saknas för reglering.

Brandingenjörer som arbetar med oklassade byggmaterial behöver göra en kvalificerad, analytisk dimensionering. Detta innebär att de behöver göra en beskrivning av vad som händer med en BIPV-fasad eller byggdel när den brinner och översätta det till en så kallad "analytisk brandklassning" och föreskriva lösningar, såsom tex sprinkler eller uppdelning i sektioner. På så vis kan de påvisa att riskbilden inte ökar med BIPV-systemet.

Vidare exempel på regelverk som skulle behövas är riktlinjer kring mängd och längd för likströmskablage för fasad, så som det finns för tak. Detta gör det svårt vid

räddningsinsatsen, då det är osäkert hur solceller i fasad ska hanteras och det är oklart om räddningstjänsten behöver agera på annat sätt gällande en fasad med BIPV jämfört med vanlig fasad.

Vidare angavs att ospecifika krav i BBR gör att marknaden kan utveckla lösningar för BIPV, men att det fortfarande upplevs som att man "famla i mörkret". Ju fler BIPV-produkter som standardiseras, ju mer kan en styrd produktutveckling ske.

Lokala villkor såsom råd från räddningstjänster och krav från kommunala stadsbyggnadskontor anges som ett hinder för ökad utbyggnation av BIPV-system, eftersom de skiljer sig åt. Detta påverkar beställare som vill använda genomarbetade BIPV-lösningar i sitt byggnadsbestånd även om de är utspridda geografiskt.

Produktspecifika utmaningar

Som redan nämnts finns det leverantörer av BIPV-produkter i Sverige idag. Under intervjuerna beskrevs tillgängliga solcellsintegrerade glasfasader, där solcellsglaset är integrerade i aluminium- eller stålprofiler och som innehåller plats för solcellssystemets kablage. De produkterna anges vara standardprodukter och de beskrevs som enkla att föreskriva om kännedom och kunskap om dessa produkter finns. Glaskonsulterna, som jämförelsevis hade stor erfarenhet med BIPV, återgav att det är av stor vikt att känna till de produkter som finns på marknaden och även veta hur de fungerar gällande montage och inkoppling. Häri poängterades värdet av tidig involvering och dialog med fasadleverantörer och entreprenörer, som ska lösa de funktioner som föreskrivs. Funktionsansvaret läggs på leverantör, som ofta återkommer till exempelvis brandkonsult för att hitta lösningar som uppfyller byggnormer och kraven.

Intervjuerna visade dock att kännedom om dessa specifika produkter inte är utbredd och att föreskrivning av systemlösningar med BIPV tas fram specifikt i varje enskilt fall, ofta i samverkan med leverantörer. Någon upplevde även att det var svårt att hitta leverantör av BIPV-system överhuvudtaget. Aktörer upplever BIPV är en mycket ung teknik och att man borde vänta, och till och med skjuta upp, upphandlingen av BIPV-lösningar i enskilda projekt för att invänta produktutveckling. De objekt-specifika lösningarna för BIPV-system skapar en ovisshet om BIPV-anläggningen upprättats optimalt eller om det hade kunnat göras på ett annat sätt.

Flera intervjuade angav att BIPV i dagsläget inte kan appliceras som en produkt, likt andra byggnadskomponenter i projekteringen, utan att det finns ett behov av att utveckla standardsystem för BIPV som modul inklusive el-kablage. I dagsläget upplevs BIPV vara obeprövat och något som man helst inte vill ta in, men hanteras som snarare som en funktion, som föreskrivs på olika sätt. En standardprodukt efterfrågas för att underlätta för projektörerna att förstå hur de ska hantera integreringen av BIPV. Vidare uttrycktes behov av produktutveckling så att BIPV anpassad till samtliga berörda discipliner.

Projektörerna rapporterades att eftersom BIPV ska inkluderas utan produktspecifika underlag gällande verkningsgrader etcetera att följa medför det att beräkning av värden från BIPV-systemet i övrigt, såsom effekt och beräknad solelproduktion, endast kan uppskattas. Flera projektörer uppgav att de använder information om solceller generellt och applicerar det för BIPV. Samtidigt finns en insikt om att när BIPV-relaterade uppdrag ges till projektör som saknar specifik kunskap, finns en risk att BIPV-projekteringen hanteras alldeles för generellt.

Brandkonsulterna angav en kravmässig utmaning gällande ytterväggar och fasader med BIPV. Ur brandsynpunkt kopplar kraven till att hindra spridning av brand mellan brandceller liksom inom yttervägg och längs fasad. Regelverken innehåller också krav på att större delar från fasad inte får falla ner i händelse av brand liksom krav på obrännbar fasad. Då en fasad innehåller brännbara delar, genom tex integration av BIPV-system, ställs krav på att standardiserade tester genomförs. Brandkonsulter uppger att det svårt att hitta BIPV-produkter i Sverige, som har genomgått dessa tester, eftersom de är dyra och tidskrävande, vilket gör att varken byggherrar eller leverantörer vill genomföra testerna. Det rapporterades att det finns alternativ till att genomföra dessa tester. Ett sätt är att leverantör verifierar att produkterna uppfyller krav, men det är otydligt exakt vilka kriterier som ska uppfyllas. Därför kan lösningar för brandskydd av BIPV-fasadelement istället redovisas. Exempel på det kan vara att förskriva sprinklad fasad, även om det inte är en standardiserad lösning.

Inom intervjuer uttrycktes även att framtagande av grundlösning för BIPV-system skulle vara värdefullt. De skulle kunna användas som utgångslösning varifrån varianter skulle kunna utvecklas.

Brist på erfarenhet och kunskap

Berörda aktörer rapporterar att de byggt sin solcells-specifika kunskap under BIPV-projektens gång. Erfarenhet från BIPV och kunskap anges saknas i projekteringsskedet, vilket ger en efterfrågan av standardprodukter för enkelgöra integration med övriga föreskrifter. Till exempel angavs att projekteringsledaren behöver kunskap för att hålla ihop disciplinerna så att föreskrifterna inom konstruktion och el är samordnade gällande tätskikt, infästningspunkter, profiler och isolering. Det anges vara svårt att veta var anslutningspunkter finns för BIPV-lösningar och att det inte går att styra allt som behövs för att göra en färdig handling. BIPV är en särskild applikation som idag enligt informanterna kräver specialanpassad kunskap. Till synes kan inte varje disciplin bygga kunskap för denna specifika applikation utan projektörerna efterfrågar expertinstans där kunskap kan hämtas, som är etablerad och aktuellt. I dagsläget råder det ovisshet kring verifiering av den information som hittas och etablerad kunskap, kopplat till de enskilda disciplinerna. Dessutom efterfrågas information om hur BIPV-systemet integreras i en byggnads övriga system och funktioner. Den efterfrågade expertinstansen, angav de, behöver inte vara leverantör, utan kan med fördel vara en oberoende aktör.

Som nämndes inledningsvis angav flera projektörer poängterade vikten av att inkludera BIPV-leverantör i projekteringen för att gemensamt hitta fungerade och anpassade lösningar. De angav att de behöver produkter eller exempellösningar att titta på för att kunna förhålla sig till något, och för att veta hur de ska integrera BIPV-systemet i sina beskrivningar. Enligt dem finns det inget "facit" för hur BIPV-system ska projekteras, utan det är svårt att finna etablerad och verifierad kunskap, anpassad till de enskilda disciplinerna.

Ett exempel på beskrivning kopplat till BIPV-installation gavs på storlek på luftspalt, där projektör velat veta om det fanns utrymme för att anpassa storlek på luftspalt till optimering av yttervägg, för att uppnå andra krav. Annat exempel på osäkerhet kopplat till BIPV-produkter är att det är svårt att veta hur mycket likström och hur många växelriktare som kommer finnas i byggnaden eller i fasaden och hur det ska hanteras i brandkrav. Det råder osäkerhet kring de lösningar som tas fram, om det är optimala lösningar, eller om det hade funnits andra möjligheter. Intervjuerna visade att projektörer antar avstånd och lösningar och efterfrågar standarder för att veta säkert.

I likhet med både enkätsvaren och intervjuerna från beställarna, belystes att det finns behov av att visa goda exempel för att ge beställare men även projektörer trygghet i att det finns fungerande BIPV-lösningar.

6.3 Sammanfattning utmaningar och behov

Sammanfattningsvis har intervjuerna gett svar på rådande utmaningar och behov kopplat till BIPV-projekt. Tabell 1 och 2 sammanfattar utmaningar och behov från fastighetsägare respektive projektörer som framkommit inom ramen för denna förstudie.

Tabell 1 Fastighetsägares kategoriserade utmaningar och behov

Utmaningar	Förklaring
Samordning och gränsdragning	Det finns behov av samordning kring BIPV-lösningar, där gränsdragning för ansvar är otydligt.
Brist på kunskap	Det saknas teknisk kunskap om BIPV-anläggningar, hur lönsamheten kan beräknas och påverkas liksom osäkerheter kring vilka regelverk som påverkar BIPV-installationer.
Produkter och utbud	Efterfrågan av utveckling för BIPV-lösningar gällande högre effektivitet och mer utbud av färger och typer. Antal leverantörer i Sverige upplevs som få.

Tabell 2 Projektörers kategoriserade utmaningar och behov

Utmaningar	Förklaring
Odefinierad gränsdragning	Avsaknad av standarder, anpassade till gränsdragning.
Regelverk	Inte utvecklade för BIPV.
Produktspecifikt	Avsaknad av standardlösningar, upplevs fortfarande som pilotprojekt.
Brist på erfarenhet och kunskap	Svårt att bygga kunskap, behov av kunskapsspridning.

7. Centrala aspekter för kravspecifikation

De intervjuade aktörerna beskrev aspekter som behöver hanteras i en kravspecifikation. Dessa presenteras i korthet nedan och blir centrala att hantera i en innovationsupphandling.

- El
 - o Brytares funktion och placering
 - o Längder för likströmskabel
 - o BIPV förskrivs som en produkt för elproduktion
 - o Optimerare (räddningstjänsten)
- Brand
 - o Brandtester som ska uppfyllas

- o Infästningar kopplat till byggnadens fasadsystem
- Garantier (AF-del)
 - o Garantitider
 - o Tider för service och utbyte vid defekt panel eller produkt

8. Slutsats

EU:s strategi för solenergi, the EU Solar Energy Strategy, inom programmet RePowerEU föreslår vägar för en ökad utbyggnadstakt av solcellsanläggningar i Europa²³. Målet är att energieffektivisera, producera fossilfri el och skapa tillgång till både flera olika och oberoende energikällor för att tillgodose EU:s energibehov. Strategin föreslår även att offentliga instanser ska gå före i detta omställningsarbete och blir ålagda att installera solcellsanläggningar på alla lämpliga tak. Som ett resultat kommer troligen efterfrågan på solceller från fastighetsägare öka. I takt med en ökad utbyggnation kommer även fler typer av applikationer efterfrågas.

Denna förstudie indikerar att det som hindrar ökad användning av BIPV i dagsläget inte är relaterat till utveckling av BIPV-produkter genom en innovationsupphandling. I stället finns det grundläggande frågeställningar som först behöver besvaras. Svaret på förstudiens syfte om det finns behov av och förutsättningar för att driva ett innovationsupphandlingsprojekt är att utmaningar snarare finns i projekteringsskedet för projektörer liksom beställare kopplat till byggnadsintegrerade solceller.

Utifrån förstudiens resultat har i stället tre alternativ identifierats för en att gynna fortsatt utveckling av BIPV i Sverige; kunskapsuppbyggnad, utveckling av metodik för BIPV i byggprojekt och produktutveckling i samverkan. Förslag på nästa steg inom dessa områden presenteras i korthet nedan.

Kunskapsuppbyggnad

Likt databaser nationellt för BIPV skulle aktörer i bygg- och solcellsbranschen gynnas av att få del av information om upprättande och drift av BIPV-projekt. Detta kan göras i samverkan mellan förslagsvis Energimyndighetens beställarnätverk BeBo och Belok och branschorganisationen Svensk Solenergi. Ytterligare aktörer aktiva inom utveckling av BIPV-system är RISE där pilotprojekt genomförts och där internationell samverkan inom området drivs på uppdrag av Energimyndigheten i IEA PVPS subtask 15.

²³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483>

Utöver uppbyggnad av en svensk databas för BIPV-projekt kan erfarenheter från projekt spridas vid seminarier. Inom BeBo och Belok genomförs årligen seminarier som lyfter aktuella frågeställningar inom solcell på den svenska marknaden liksom föredrag om aktuella och avslutade solcellsprojekt. Detta är ett forum för kunskapsspridning, som kan utvecklas för BIPV. Även Svensk Solenergi genomför seminarier som syftar till kunskapsbyggnad och med engagemang i IEA PVPS ingår kunskapsspridning i de enskilda länderna om pågående arbete. Samverkan häremellan kan ge mervärde för BIPV-relaterad kunskapshöjning.

Utveckling av metodik för BIPV i byggprojekt

Ytterligare förslag att ta BIPV vidare på den svenska marknaden är att arbeta med utveckling av delar kopplat till BIPV i själva byggprocessen, där utmaningar identifierats. Arbetet föreslås drivas i ett så kallat "demonstrations- och följeforskningsprojekt", med syfte att förenkla genomförande av BIPV projekt. Ett sådant projekt föreslås bestå i att utveckla metodik för tre delar; 1) projektering, 2) upphandling och 3) installation liksom att dokumentera och beskriva processen.

I del 1) sammanställs en expertgrupp av projektörer som involveras i BIPV-projekt och med en beställare som redan tagit beslut att installera BIPV. Arbetet i expertgruppen innehåller utveckling av lösningar på problem som identifierats i denna förstudie; samordning och gränsdragning kopplat till de enskilda disciplinerna. Exempel på detta är frågor kring hur anläggningen "binds ihop" i fasaden och kopplas till växelriktare avseende kabeldragningar och hantering av DC brandrisk. I del 2) och 3) dokumenteras processen för upphandling och installation och tillsatt expertgrupp medverkar som stöd.

Deltagare i ett "demonstrations- och följeforskningsprojekt" föreslås vara projektörer för kravställningar inom områden EI, A, K, Brand, Glas och som har erfarenhet av BIPV-projekt, leverantörer av BIPV-system och beställare. En referensgrupp föreslås kopplas till projektet, som skulle bestå av aktörer och experter från solcells- och byggbranschen. Inom ramen för projektet skulle de tre processfaserna dokumenteras, utvärderas och spridas till byggsektorn och solcellsmarknaden.

Detta förslag kan jämföras med de utmaningar som den inledningsvis nämnda nederländska TIS-studien visade gällande dålig aktörsamverkan för BIPV-projekt liksom förbättringar av kompatibiliteten för BIPV med traditionella byggkomponenter och elektriska installationer (se kapitel 1.4 Påvisade utmaningar). Även slutrapporten för projektet Large-scale Demonstration of Building-Integrated Photovoltaics – Feasibility Study (se kapitel 1. Bakgrund) innehåller beskrivningar av behov för stöd vid projektering.

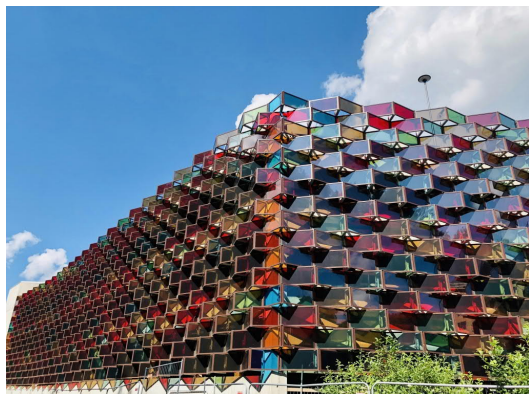
Produktutveckling i samverkan

Det tredje spåret för att stötta en ökad utbyggnation av BIPV i Sverige är samverkan inom produktutveckling med syfte att accelerera en mångfald av produkter men även delvis framtagande av standardiserade delar för BIPV. En sådan utveckling förslås vara ett alternativ till en innovationsupphandling av BIPV-produkter eftersom resultaten från denna förstudie påvisar ett behov av bred och öppen samverkan för utveckling av produkter och lösningar. Härtill kommer att antalet BIPV-leverantörer anses vara för få för att motivera en innovationsupphandling i form av tävling. Inom denna samverkan skulle även standardisering av tester kunna drivas, där målet är att likställa BIPV-krav med krav som gäller för byggkomponenter i övrigt.

En produktutveckling i samverkan skulle syfta till en utveckling av produkter för rationell integrering i projektering och installation. Krav specificerade i samverkan mellan discipliner kan genom förenklingar ge stort värde för byggbranschen, som alltmer inkluderar solcellproduktion som del av byggnader. Även solcellsmarknaden gynnas, då både kravställning och efterfrågan av produkterna blir tydligare.

Bilaga - ett urval av BIPV-anläggningar i Sverige

P-HUS MÖLNLYCKE FABRIKER



Figur 1 P-hus Mölnlycke Fabriker. Bild: Fasadsystem.
<https://fasadsystem.se/molnlycke-fabriker/>

Byggstart:	2020
Färdigställt:	2021
Byggherre:	Wallenstam (KB Myran Nr 342)
Arkitekt:	Liljewall arkitekter
Totalentreprenör:	Bergman & Höök
Elentreprenör:	Bergendahls El, Rams El (Soltech-koncernen)
Glasentreprenör:	Fasadsystem (Soltech-koncernen)
Solcellsleverantör:	Soltech Energy Solutions

Parkeringshuset i Wallenstams område Mölnlycke fabriker har en färgglad fasad bestående av semitransparenta solcellspaneler i fyra olika kulörer, vilket både lyser upp området och ger ett mosaikliknande sken inne i byggnaden.¹ Solcellerna producerar energi för garagets belysning och laddstolpar för elbilar och överskott matas in på elnätet.²

Fasaden utgörs av totalt 1 248 färgglada paneler varav 1 104 är solcellspaneler av tunnfilm (Soltech Facade semitransparent) och resterande är blindpaneler i glas som passbitar. Designen ska påminna om textilkonstnären Viola Gråsten som arbetade för Mölnlycke Fabriker från mitten av 1900-talet och var internationellt erkänd för sina färgglada mönsterkollektioner. Konstruktionen och fasaddelarna är framtagna av Fasadsystem (en del av Soltech-koncernen), bland annat med fokus på att uppnå en stilren infästning och dolt kablage.³ Totalentreprenör för projektet var Bergman & Höök och platschef Claes Jacobsson menar att monteringen av solcellsmodulerna flöt på smidigt.⁴

¹ <https://fastighetstidningen.se/slumpmassig-mosaik/>

² <https://soltechenergysolutions.se/molnlycke-fabriker/>

³ <https://gbf.se/glasbranschen/tavlingar-och-utmarkelser/glaspriset-och-glasparlan/rosta-glaspriset#nr14>

⁴ <https://bergman-hook.se/ny-solskenshistoria-i-molnlycke-fabriker/>

MAGASIN X



Figur 2 Magasin X, Uppsala. Bild: Vasakronan
(www.vasakronan.se)

Byggstart:	2019
Inflyttning:	2022
Byggherre:	Vasakronan
Arkitekt:	White arkitekter
Konstruktör:	Bjerking, B:Mec Konstruktörer
Glaskonsult:	ACC Glas och Fasadkonsult
Entreprenör (GE):	NCC
Fasadentreprenör:	Fasadglas Bäcklin, Uppsala plåtslageri
Solcellsleverantör:	ISSOL

Magasin X är ett kontorshus i Uppsala i sju våningar. Byggnaden är idag Sveriges största kontorshus med en stomme helt i trä och är miljöcertifierad enligt LEED Platina. Byggnaden har solceller på tak och i fasad som försörjer driftelen och laddar byggnadens batterilager.

Utvändigt har Magasin X klätts i glas, skiffer och solceller. Plåtarbeten och montering av fasadskiffer (från Nordskiffer) utfördes av Uppsala plåtslageri⁵ och de prefabricerade fasadelementen av glas levererades och monterades av Fasadglas.⁶ I samma profilsystem som övriga glas sitter också sex olika typer solcellspaneler⁷. Solcellspanelerna är designade av White, både vad gäller mått, utseende på frontglas och infästning och specialtillverkade av New ISSOL i Belgien⁷.

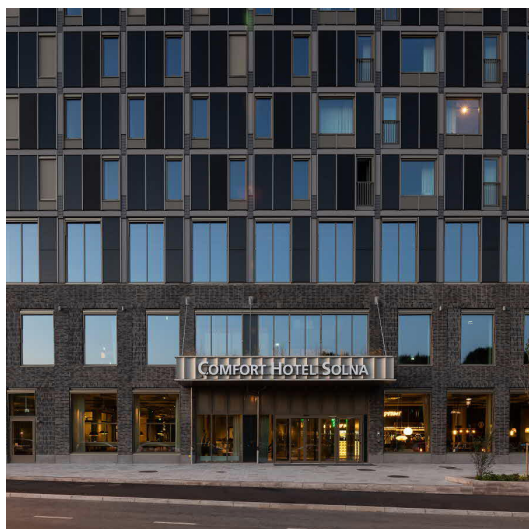
Totalt är 220 paneler monterade på fasaden med en sammanlagd modularea på 536 m² och en installerad effekt på 92,5 kW_p. Årsproduktionen av el från solcellerna på fasad har beräknats till drygt 57 MWh. Beräkningen är baserad på en simulering i PVGIS med hänsyn till skuggning från omgivningen. Första året uppmättes produktionen under mars-december till 49,1 MWh.⁷

⁵ <https://upsalaplatslageri.se/category/ongoing/>

⁶ <https://fasadglas.com/portfolio/magasin-x/>

⁷ Ulf Näslund, e-post 2023-01-28

HOUSE OF CHOICE



Figur 3 House of Choice, Solna. Bild: Fabege
(www.fabege.se)

Inflyttning:	2021
Byggherre:	Fabege
Arkitekt:	White arkitekter
Totalentreprenör:	Skanska
Leverantör tak och fasad:	SAPA Sverige
Solcellskonsult, solcellsleverantör:	Solkompaniet
Tillverkare BIPV:	MS System

House of Choice i Arenastaden i Solna (Nationalarenan 3) är Skandinaviens första nollenergihotell. Byggnaden har certifierats enligt BREEAM-SE Excellent och FEBY Guld Plusus, vilket bland annat innebär att den har projekterats för mycket låga värmeförluster. Byggnaden försörjs med kyla och värme från värmepumpar som både laddar och hämtar energi från borrhålslager. På taket samt integrerat i fasaden mot sydväst och i glastaket som täcker hotellets ljusgårdar sitter totalt 2 500 m² solceller. Solcellernas totala effekt är 500 kW_p och har beräknats ge en elproduktion på omkring 355 MWh/år⁸, vilket är mer än byggnadens behov av fastighetsenergi.⁸

Solcellerna på hotellets sågtandsformade tak (en utformning som möjliggör maximalt utnyttjad yta för solcellerna) är högeffektiva 400 Watt-paneler från Sunpower.⁸

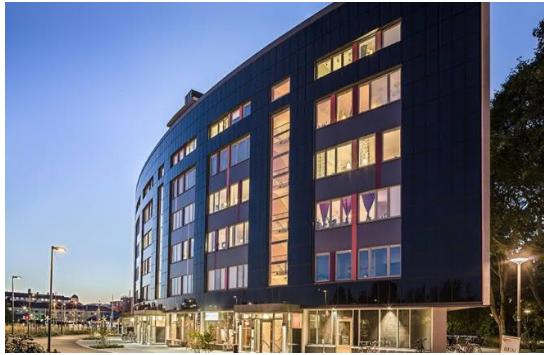
Solcellerna på fasaden utgörs även de av Sunpower-solceller, och har en total effekt på 158 kW_p. De byggnadsintegrerade modulerna är tillverkade av MS System och har integrerats i glaspaneler i olika färg och form för att vara en del i byggnadens estetik.⁹ Förväntad årlig produktion för de byggnadsintegrerade panelerna var 500–550 kWh/kW och de har hittills levererat 575 kWh/kW.¹⁰

⁸ <https://solkompaniet.se/referenser/nordic-choice-hotels/>

⁹ Presentation av Rickard Nygren, Aktuellt inom solel 2022, <https://www.bebostad.se/om-bebo/genomforda-aktiviteter/20221110-aktuellt-inom-solel>

¹⁰ Thomas Linderholm, Fabege, e-post 2023-01-23

FRODEPARKEN



Figur 4 Frodeparken, Uppsala. Bild: Uppsalahem
(www.upsalahem.se)

Byggstart	2012
Inflyttning:	2013
Byggherre:	Uppsalahem
Arkitekt:	White Arkitekter
Partneringprojekt, totalentreprenör:	Skanska Sverige
Elentreprenör:	Bravida
Leverantör solcellsanläggning:	Direct Energy: (nu Solkompaniet)

När Frodeparken byggdes var det Nordens största solcellsfasad på ett bostadshus. Den bågformade fasaden täcks av 1200 solcellspaneler av typen CIGS (tunnfilm) med en total area på 780 m². Den installerade effekten är 100 kW och årlig produktion beräknades vid projekteringen till 70 MWh, vilket täcker omkring 70% av fastighetens elbehov. Beräknad produktion har stämt väl med utfallet. Sedan Frodeparken byggdes har dock en ny byggnad uppförts som skuggar solcellsanläggningen lite, varpå produktionen sjunkit något i november-februari.

Modulerna sitter på ett monteringsystem i aluminium och rostfritt stål som i sin tur är infäst i den bakomliggande betongen. Modulerna är monterade med ett avstånd på 7–14 cm till betongfasaden för att möjliggöra avkylning.¹¹

Frodeparken genomfördes som ett partneringprojekt i samarbete mellan Uppsalahem och Skanska. Skanska anlät Direct Energy (nu Solkompaniet) för att leverera ett nyckelfärdigt solcellssystem och Direct Energy anlät i sin tur Q-cells för att tillverka solcellsmodulerna.

¹¹ Närkling och Turesson, 2012

CITYPASSAGEN



Figur 5 Citypassagen, Örebro. Foto: Karin Glader

Byggstart:	2017
Inflyttning:	2019
Byggherre:	Castellum
Arkitekt:	Roof Arkitekter (nu en del av PE)
Projekteringsledning:	Roof Arkitekter
Totalentreprenör:	PEAB ¹²
Glasentreprenör:	GlasLindberg
Glasleverantör:	Martin G Andersson
Underentreprenör fasadbeklädnaden:	H-Construction
Elentreprenör inkl. solceller:	Assemblin EI ¹³

Castellums Citypassagen i Örebro (Olaus Petri 3:244) är en kontorsbyggnad i 7 våningar med food court i markplan. Byggnaden är certifierad enligt Miljöbyggnad Silver.

Byggnadens fasad utgörs av ett system av fyra meter höga gula plåtkassetter monterade på prefabricerade betongelement.^{14,15} Ansvarig underentreprenör för fasaden var H Construction, som själva utvecklat kassettsystemet tillsammans med EJOT.¹⁵ På den södra och östra fasaden har 340 solcellspaneler integrerats i kassetterna. Dessa försörjer i första hand byggnaden med el och överskottet matas in och säljs på elnätet.¹⁴ Panelerna har inbyggda optimerare för att ge bästa möjliga effekt även i skugga.¹⁶

¹² <https://www.castellum.se/vara-projekt/citypassagen-orebro/>

¹³ <https://www.solenerginyheter.se/20191217/149/citypassagen-rustas-med-solpaneler>

¹⁴ <https://www.pe.se/citypassagen-orebro>

¹⁵ <https://www.mynewsdesk.com/se/ejot/news/fasadbeklaednad-av-citypassagen-340418>

¹⁶ <https://www.glaslindberg.se/referensprojekt/aktuella/citypassagen>