

Final report

1.1 Project details

Project title	Task 56, IEA-SHC-Integrated Solar Envelope Systems
Project identification (program abbrev. and file)	EUDP 64015-0573
Name of the programme which has funded the project	Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrations Program (EUDP). Området: Solenergi
Project managing company/institution (name and address)	(Tidligere Cenergia, som i projektperioden er blevet opkøbt af Kuben Management A/S) Kuben Management A/S Ellebjergvej 52, 2 2450 København SV
Project partners	Kuben Management (Tidligere Cenergia, som i projektperioden er blevet opkøbt af Kuben Management A/S) SBI/AAU
CVR (central business register)	71195414
Date for submission	31 maj 2019

1.2 Short description of project objective and results

1.3 Executive summary

1.4 Project objectives

1.5 Project results and dissemination of results

1.6 Utilization of project results

1.7 Project conclusion and perspective

1.8 Annex

1.9 Relevant links

1.2 Short description of project objective and results

Engelsk version

Task 56 is setting focus on the active solar facade where the intention is to make more awareness about the opportunities when choosing an active solar facade. Task 56 has created this awareness by collecting state-of-the-art within the area and made a detailed sample collection of the collected active solar facades. A number of simulation models have been developed in which active solar facades can be inserted, so that there quickly can be created an overview of the effect of a given active solar facade. Measurement data have been collected for a number of demonstration projects. The data have been compared with the calculated one. Addition to this Active House Evaluations has been used to pass the complex calculations and collected measurements to the decision-makers.

Dansk version

Task 56's formål er at skabe fokus på de aktive solfacader, der vil være med til at bidrage til, at flere beslutningstagere vil vælge en aktiv solfacade. Dette har Task 56 gjort ved at indsamle state-of-the-art inden for området via en detaljeret eksempelsamling. Derudover er der udviklet en række simuleringsmodeller, hvor aktive solfacader kan indsættes, således at man hurtigt vil kunne danne sig et overblik over effekten af en given aktiv solfacade. Derudover er der indsamlet måledata for en række demonstrationsprojekter med aktive solfacader, hvor måledata er blevet sammenlignet med det beregnede. Derudover har der været arbejdet med, hvorledes at de komplekse beregninger og indsamlede måleresultater videregives til beslutningstagerne. Dette er bl.a. gjort via Aktiv hus evalueringer.

1.3 Executive summary

Brief summary of the project and its results and expected utilisation of project results.

IEA projektet "Task 56 - Integrated Solar Envelope Systems for HVAC and Lighting" har beskrevet state-of-the-art indenfor aktive solfacader. Dette er blev gjort ved at finde og indsamle nogle af de aktive solfacader, der er både på markedet og under udvikling. Hver beskrivelse af den enkelt aktive solfacade indeholder en beskrivelse af:

1. Koncept bag den aktive solfacade løsning
2. Den aktive solfacades arkitektoniske og tekniske integration i facaden
3. Den aktive solfacades integration i bygning, hvor der både ses på energi- og indeklimadelen

Udover at berøre de positive elementer som en aktiv solfacade kan tilføre en bygning belyses der også, hvilke faldgrupper, man som projekterende/rådgiver/bygherre skal være bevidst om. I projektet er en aktiv solfacade defineret ved, at den indeholder elementer eller systemer, der kan udnytte og/eller kontrollere indfalden solenergi med henblik på at:

- Levere vedvarende energi (termisk eller elektrisk) til varme, køling og ventilation af bygninger.

- Reducere varme- og kølebehov for bygninger, samtidig med at der opnås et godt dagslys.

De indsamlede aktive solfacade løsninger er meget forskellige og er efterfølgende blevet inddelt i tre undergrupperinger:

- Solenergi høstsystemer: Systemer der genererer elektricitet eller varme
- Solenergikontrolsystemer: Systemer der styrer dagslys indfaldende solstråling ind i bygningen, undgår at undgå gas og elektricitet til aktiv opvarmning og afkøling
- Hybrid solenergisystemer: Kombination af aktive og passive teknologier

Task 56 har også undersøgt, hvilke barrierer som de aktive solfacader støder på. Her har et af de gennemgående spørgsmål været, om de nuværende standarder er med til at bremse, at der bliver sat aktive solfacader op eller om standarderne er med til at sikre, at det, som bliver sat op, er af en sådan kvalitet, at det er med til at sikre, at de aktive solfacader fremadrettet vil få et godt ry og via det gode eksempel være med til at fremme, at markedet for aktive solfacader bliver større.

En af de andre barrierer er, hvordan man viser kvaliteten, hvad angår energi, indeklima og totaløkonomien over for bygherre/rådgiver, der er ved at vælge en aktive solfacade. Hertil kan både anvendes beregninger/simuleringer og måleresultater fra tidligere demonstrationsprojekter. Derudover er det også vigtigt at have indskrevet nogle krav, hvis den pågældende aktive solfacade ikke lever op til forventningerne. Det sidste kan blandt gøres ved at gøre brug af den garanterede ydelse i sit tilbudsmateriale.

I Task 56 har det været undersøgt hvilke simuleringsprogrammer, der er på markedet, der kan anvendes til at vise de energi- og indeklimamæssige fordele. Der er både set på open source, gratis programmer og de traditionelle tunge simuleringsprogrammer. Programmerne er analyseret på kryds og tværs og ikke overraskende er der fundet mindre variationer i resultaterne af det samme standard rum alt afhængigt af hvilket beregning-/simuleringsprogram, der er anvendt. Derudover har der været målt på en række demonstrationsprojekter, hvor demonstrationsprojekternes simulering/beregning er sammenlignet med de målte resultater. Sammenligningerne af de generelle simulerings-/beregningresultater er vist i en række Aktiv hus evalueringer. Fordelen ved at bruge en Aktiv hus evaluering er, at den kan vise detaljeret information i en simpel oversigt. Dette gøres via en aktiv hus radar.

1.4 Project objectives

IEA projektet "Task 56 - Integrated Solar Envelope Systems for HVAC and Lightning" fokuserer på analyse, simulering og laboratorietest sammen med fuldskala forsøg af facadesystemer, der indeholder elementer eller systemer, der kan udnytte og/eller kontrollere indfalden solenergi med henblik på at

- Leverer vedvarende energi (termisk eller elektrisk) til varme, køling og ventilation af bygninger.
- Reducere varme- og kølebehov for bygninger, samtidig med at der opnås et godt dagslys.

Projektet ledes af Roberto Fedrizzi fra EURAC Research Institute for Renewable Energy i Bolzano. Projektet er opdelt i 3 arbejdsplaner, der hver har sit specifikke fokus og projektleder;

Arbejdsplan A: "Solar Envelope Systems Classification and Communication", hvor Michaela Meir fra AVENTA fra Norge er arbejdsplanleder.

Arbejdsplan B: "Performance Characterisation of Solar envelope elements", hvor Christoph Maurer fra Fraunhofer ISE fra Tyskland er arbejdsplanleder.

Arbejdsplan C: "Assessment of Solar envelope systems at building level", hvor University Innsbruck fra Schweiz er arbejdsplanleder.

IEA projektet startede d.1/2 2016 og afsluttes d.31/12 2019, hvor den danske del af projektet stoppede med udgangen af april 2019. Dette har betydet, at det har været vigtigt for alle parter at være på forkant. Vi i den danske del har derfor sørget for, at alt den nødvendige information har været givet til de tre arbejdsplanledere. Derudover blev alle rapporter gennemgået i plenum på sidste partnernøde, der blev afholdt i København.

Arbejdsplan A - Solar Envelope Systems Classification and Communication

Arbejdsplan A's fokus var at vise state-of-the-art for eksisterende aktive solfacader samt at formidle disse og projektets generelle fremdrift og resultater.

I arbejdsplan A er der skabt et overblik over state-of-the-art for aktive solfacade løsninger. Det var fra starten af projektet besluttet, at dette skulle gøres via en rapport og at rapporten vil blive skrevet over to milepæle, hvor den første milepæl var, at vi i gruppen indsamlede og beskrev de aktive solfacade løsninger, som vi kendte til og at vi i den næste milepæl ville gå mere detaljeret og analytisk til værks og give hver af de beskrevne aktive solfacade løsninger en SWOT analyse og afslutte hver beskrivelse af med afsnittet "lessons learned".

Første del af arbejdet tog afsæt i, hvad vi allerede havde aftalt via projektets ansøgningstekst, hvor det var beskrevet, at vores beskrivelse af aktive solfacade løsninger ville være state-of-the-art indenfor aktive solfacade løsninger, hvor der i beskrivelsen indgik information om den arkitektoniske integration, energiforbrug, energiproduktion, installationsomkostninger, finansiering og kundetilfredshed. Med udgangspunkt i denne præmis blev der lavet en skriveskabelon, som hver af de beskrevne aktive solfacade løsninger skulle følge. De tre nedstående punkter var:

1. Kort konceptbeskrivelse af den aktive solfacade løsning
2. Den aktive solfacades arkitektoniske og tekniske integration i facaden
3. Den aktive solfacades integration i bygning, hvor der både ses på energi- og indeklimadelen

Dette udgangspunkt betød også, at feltet af aktive solfacader blev indskrænket, da det var et krav, at vi i partnerkredsen skulle kunne fremskaffe informationen, om de enkelte aktive solfacader til et vis niveau. Denne tilgang blev lagt, da vi ønskede nogle detaljerede beskrivelser med noget tyngde samt at det ikke ville være muligt at udarbejde en SWOT analyse, hvis der ikke var tilstrækkelig kendskab til den specifikke aktive solfacade løsning.

Største delene af de beskrevet aktive solfacade løsninger er tilgængelige på markedet, dog er der enkelte, der stadigvæk er under udvikling, men disse enkelte er taget med for at give et fremtidsperspektiv, om hvad der er i vente inden for aktive solfacade løsninger.

Efter at vi havde indsamlet og beskrevet de udvalgte aktive solfacade løsninger. Begyndte vi så småt at tale om, hvorvidt der var behov for, at vi definerede mere præcist, hvad kategorien aktive solfacade egentlig dækkede over.

Denne dialog startede lidt med, at en af partnerne ikke mente, at konceptet Bolighaven, som jo er et af de danske bidrage, kunne gå som værende en aktiv solfacade, da der jo ikke blev produceret noget energi, som kunne måles. Hvor konceptet Bolighaven mere har fokus på at sikre et godt indeklima, hvor der ikke er overophedning i sommerhalvåret og hvor der i vinterhalvåret er fokus på at sikre en god dagslysfaktor i opholdsrummet. Både Task 56 ansøgningsteksten og de øvrige partner var dog ikke enige om denne udtale. Men vi blev enige om, at det var en god ide at lave nogle undergruppe inden for den overordnede kategori aktive solfacade. Vi lagde alle de indsamlede beskrivelser op ved siden af hinanden og efter noget snak frem og tilbage, blev vi enige om at lave en opdeling på følgende tre kategorier:

- Solenergi høstsystemer: Systemer der genererer elektricitet eller varme
- Solenergikontrolsystemer: Systemer der styrer dagslys indfaldende solstråling ind i bygningen, undgår at undgå gas og elektricitet til aktiv opvarmning og afkøling
- Hybride solenergisystemer: Kombination af aktive og passive teknologier

Denne opdeling af beskrivelserne af de aktive solfacade løsninger har vi ligeledes brugt til at inddele og strukturere rapporten Bilag 4 Review of existing solar envelope systems and state of the art (Subtask A) over. Derudover kan det også ses i rapporten, at syv af de i alt 15 aktive solfacade løsninger falder i underkategorien "solenergikontrolsystemer".

Til hver underkategori blev det også besluttet at lave en yderlig undergruppering, der angav hvorvidt den enkelte aktive solfacade var kommerciel eller en prototype, hvilket især er en relevant information, hvis man står som bygherre/arkitekt/ingeniør og ønsker at få et overblik over, hvad der faktisk er en mulighed her og nu.

I den anden og sidste milepæl for rapporten blev der taget hul på SWOT analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities og Threats) beskrivelserne for hver enkelt beskrevet aktiv solfacade løsning.

SWOT analysemodellen blev valgt, da alle kende den og den via en simpel tabel i punktform kan skabe klarhed om et specifikt produkts styrker, svagheder, muligheder og trusler. SWOT analyserne blev for hver enkelt aktiv solfacade løsningsbeskrivelse præsenteret på et partnernøde af den skriveansvarlige og efterfølgende diskuteret og rettet til kollektivt i Task 56 gruppen.

Efterfølgende blev der til den enkelte aktive solfacade løsningsbeskrivelse tilføjet et afsnit, der hedder "lessons learned", der i punktform ridser de praktisk erfaringer, der er blevet gjort ud fra hvert enkelte aktive solfacade løsninger.

Det har været en udfordring for projektet at få indsamlet beskrivelser af aktive solfacade løsninger, der ikke kom fra partnerkredsen i Task 56, selvom at der har været gjort et ihærdigt forsøg fra både arbejdspakkelederen og Task 56 projektlederen. Fra dansk side har vi i første omgang kontaktet en række danske producenter og leverandører. Efterfølgende har arbejdspakkelederen og Task 56 projektlederen fulgt op - dog uden held. Grunden til at det ikke er lykkedes, er vurderet til, at det har været opfattet som en for tidskrævende opgave for den pågældende producent eller leverandør at levere en tekst om deres aktive solfacade løsning, på trods af skriveskabelonen er relativ enkel. I Task 56 gruppen har der været et ønske om, at produktbeskrivelserne skulle have en vis tyngde, da de ellers ikke ville være brugbare på den lange bane og det har derfor ikke været muligt for de danske partnere at skrive flere tekster, da det kræver en vis indsigt i den aktive solfacade løsning for at kunne en tekst. De danske tekstbidrag til rapporten er derfor endt med at være SOLUS, som er skrevet af Alessandro fra SBI og konceptet "Bolighaven" skrevet af Vickie Aagesen fra Cenergia en del af Kuben Management. Rapporten er skrevet færdigt og bliver i givne stund finpudset af arbejdspakkelederen for derefter at blive sendt til endelig godkendelse hos ExCo inden sommeren 2019. Den seneste udgave er vedlagt i Bilag 4 Review of existing solar envelope systems and state of the art (Subtask A).

Arbejdspakke B – Performance characterisation of solar envelope elements

Arbejdspakken B's primære formål var at udvikle værktøjer og strategier til at fremme aktive solfacader i byggeriet. Det var fra Task 56's ansøgningstekst forudbestemt, at dette skulle gøres ved at rette fokus på de tidlige faser i byggeriet.

Dette ville arbejdspakken gøre via de følgende tre fokuser;

- Udvikle strategier til effektiv markedsindtrængning for aktive solfacader
- Indsamle eksisterende erfaringer fra simuleringsmodeller til aktive solfacader udført af partnerne i Task 56, blandet andet key performance indicators (KPI)
- Udvikle en liste med de krav, der skal stilles til en aktive solfacade for at

kunne vurdere den i forbindelse med en laboratorietest

Arbejdspakke B startede med at udarbejde rapporten om aktive solfacaders barriere. Barriererne blev listet op i kategorierne;

- Tekniske barrierer
- Lovgivning
- Designtool
- Arkitektoniske barrierer
- Økonomiske barrierer
- Sociale barrierer

Hvor hver hovedkategori fik underafsnit. Underafsnittene blev til ved, at de partnere i Task 56 projektet, der ville bidrage til at skrive rapporten, kom med tekstinput omhandlende den underkategori, de igennem deres arbejde selv havde støt på eller registreret. Arbejdspakkelederen stod for at samle alle teksterne i dokumentet, der efterfølgende blev sendt ud til hele Task 56 projektgruppen til gennemlæsning og kommentering. Efterfølgende blev rapporten gennemgået på et partnernøde.

De danske tekstbidrag var blandt andet et tekstbidrag til underafsnittet skygge, der ligger under hovedkategorien "Tekniske barrierer", hvor den internationale skole i Nordhaven blev brugt som et modargument for at skygge kan være en barriere for aktive solfacader. I hovedkategorien "Lovgivning" blev der bidraget med, hvordan den danske lovgivning via den lovpligtige energiramme beregning har været med til at facilitere, at der er kommet mere vedvarende energi på nye bygninger på trods af, at der fra politisk side de sidste par år løbende er kommet bekendtgørelser, der har været med til at besværliggøre og gøre det mindre attraktivt at sætte solceller op.

Med afsæt i de to demonstrationsbyggerier; Kildeskovshallen og Ellebo, som Cenergia har med i Task 56, blev der skrevet et afsnit om, hvordan de økonomiske barrierer gribes an – altså hvordan man får mer værdien medregnet, da en aktiv solfacade fortsat er en mere investering i forhold til en mere traditionel facadeløsning - her og nu. Men også hvordan man får sikret at man også i praksis for den beregnede mer værdi via blandt andet at gøre brug af den garanterede ydelse.

I afsnittet om Kildeskovshallen, der er en bevaringsværdig bygning, vises, hvordan den garanteret ydelse beregnes og bruges i praksis og hvordan man herved er med til at sikre, at den økonomiske beregning kommer til at holde i praksis og hvordan at leverandøren også kan holdes oppe mht. til at levere den lovede kvalitet i tilbudsfasen.

Derudover er der også en mindre tekst omhandlende den almennyttige bebyggelse Ellebo, der står til at skulle have solceller i fremtiden og hvordan det projekt er sat op, således at der kommer en mindre fortjeneste for beboerne. Rapporten er vedhæftet i Bilag 5 Report on barriers for new solar envelope systems (Subtask B D1)

Sideløbende med rapporten om aktive solfacader blev der skrevet på strategier

for markedsindtrængning. Rapporten blev opdelt i to hovedafsnit, hvor det først afsnit beskrev, hvordan markedet for aktive solfacader skabes her og nu og det andet afsnit beskrev, hvordan markedet for aktive solfacade skabes fremadrettet.

Det danske tekstbidrag var her et par eksempler på, hvordan markedet for aktive solfacader er skabt her og nu. Dette blev gjort ved beskrive nogle af de online solkort, som ligger frit tilgængelige. Blandt andet har google lavet et og Københavns kommune har et på deres hjemmeside, der specifikt henvender sig til borgerne i kommunen, således at den enkelte borgere i kommunen kan gå ind og se, om der ville være et potential i at overveje at sætte solceller op på sin bygning. Derudover blev der også skrevet et tekstbidrag om "manden på gulvet"s rolle i både at fremme og men også at være med til at sikre, at den tekniske løsning, der bliver installeret også bliver en succes. Her blev der taget udgangspunkt i det danske demonstrationsbyggeri Lykkebo skole, hvor den engagereret skolepedels rolle blev forklaret. Rapporten er vedlagt i Bilag 6 Report strategies for market penetration (Subtask B D2).

Udover at se på barriererne som aktive solfacader har og hvordan markedet skabes her og nu og i fremtiden, har der også været kigget på standarderne og den indflydelse de har, og om hvorvidt standarderne understøtter og er med til at sikre kvaliteten eller om de er med til at bremse realiseringen af aktive solfacader. Informationen er samlet og skrevet i rapporten "Report on test methods and recommendations". I selve udarbejdelsen af denne rapport var der en del uenighed i Task 56 partnergruppen, som primært handlede om rapportens tekstindhold. Arbejdspakkelederen var meget insisterende på, at der skulle indgå beskrivelser af standarder og hvordan deres indflydelse påvirker, hvilket der også var lagt op i medhensyn til milepæl M.B.6, mens andre Task 56 partnere ønskede, at der blev lagt mere fokus på de forskellige parameter, som der bruges til at vurdere en given aktiv solfacade. Blandt andet hvordan den yder, hvilket er nogle af de resultater, der blev gjort i forbindelse med rapporten "Report on simulation models of solar envelope components" som er i Bilag 8. Efter meget debat frem og tilbage i gruppen blev der opnåede enighed om, at vi ikke ville nå til enighed på dette punkt og arbejds pakkelederen fik det sidste ord. Det danske bidrag blev her et afsnit om standarden EN 62446, der er en standard, der har fokus på, hvordan man dokumenterer, at de installerede solceller yder/virker korrekt.

Det danske team valgt ikke at bidrage med inputs til rapporten om "Report on test methods and recommendations", da det danske bidrag primært har fokus på at bidrage med måleresultater. Derudover blev det også valgt ikke at deltage i den fortrolige workshop, da der var et krav fra arbejds pakkelederen om, at alle deltagere underskrev en fortrolighedserklæring, der var meget indskrænkende og i værste fald kunne indskrænke arbejde med aktive solfacader fremadrettet for dem, der deltog.

Arbejds pakke C Assessment of solar envelope systems at building level

I arbejds pakke C er der fokus på, hvordan den enkelte aktive solfacade løsning er integreret i hele bygningen og hvordan den spiller sammen med bygningens

HVAC system.

Arbejdsplan C griber an på den måde, at der både ses på resultater fra simuleringssmodeller og på faktiske måleresultater fra demonstrationsbygninger, hvori der indgår aktive solfacader.

I gennem hele projektperioden for arbejdsplan C vil der arbejdes på to parallelle interaktive aktiviteter:

I det ene spor vil der være fokus på at identificere de tekniske og økonomiske fordele for bygningen og bygningens HVAC system. Dette vil ske via simuleringer. Derudover vil der blive udviklet et pre-beslutningsværktøj, der vil tage udgangspunkt i simple simuleringer/beregninger.

I den anden parallelle aktivitet vil der blive set på aktive solfacade løsninger, der primært er opsat på demonstrationsbyggeri. Her vil de aktive solfacader blive evalueret via indsamlede måleresultater. Evalueringen vil ske på baggrund af de KPI, der er blevet defineret i arbejdsplan B.

I det første spor blev der udarbejdet en række standard simuleringssmodeller i forskellige simuleringssprogrammer, hvor der efterfølgende blev lavet udtræk af resultaterne fra simuleringssmodellerne, der blev analyseret og sammenlignet indbyrdes. Resultaterne og erfaringerne herfra vil være med til at give inputs til pre-beslutningsværktøjet.

Ideen med simuleringssmodellerne er, at man vil have en grundmodel hvortil, at man kan indsætte sin aktive solfacade løsning og vise effekten af den aktive facade, både hvad angår energi og indeklima inden for tre forskellige klimazoner.

En af barriererne, der blev diskuteret i arbejdsplan B, var, at de nationale lovpligtige beregningsprogrammer er, at de ikke altid kan inkludere en given aktiv solfacade. Denne erfaring blev blandt andet draget, da Living in Light Boxen's solfangeranlæg skulle indtastes i det danske energiramme beregningsprogram BE18, hvor det ikke var muligt at indtaste alle solfangeranlæggets inputs, hvilket resulterede i, at resultaterne ikke svarede overens med den specifikke simulering af solfangeranlægget fra producenten og BE18 beregningen. Det viser meget godt, at der er behov for guidelines og beskrivelser af, hvordan de aktive solfacader medtages i standard beregninger, således at alle er trykke ved at vælge en aktiv solfacade.

Arbejdet med standard simuleringssmodellerne vil i praksis betyde, at man vil kunne komme med sin aktive solfacade løsning og sætte den ind i grundmodeller og så sammenligne en traditionel facade med sin aktive solfacade eller sammenligne forskellige aktive solfacader med hinanden.

Der er blevet udarbejdet to grundmodeller, der hver udgør et defineret afgrænset rum med en facade, der er defineret to forskellige slags rum et opholdsrum og et kontorrum, hvor hver rum er beskrevet ud fra geometri, u-værdi, brugerbelastning, ventilation osv. De definerede standard rum er efterfølgende blevet tegnet op i 7 forskellige simuleringssprogrammer, hvor det danske bidrag var

en indtegnning af kontorrummet i simuleringsprogrammet Modelica samt et udtræk heraf.

I hvert af de benyttede programmer er der blevet genereret resultater for 3 forskellige klimazoner. Herved vil man kunne se, hvordan energiforbruget og indeklimaet variere alt afgørende for hvilken klimazone ens rum befinder sig i.

I startprocessen af denne øvelse, hvor de første resultater fra de forskellige simuleringsprogrammer (TRNSYS og DALEC) blev indsamlet viste der sig en stor forskel både i energiforbrug og hvor godt indeklimaet var i det pågældende rum. Der blev lagt mange ressourcer i for at gennemgå og finde ud af, hvorfor det forholdte sig sådan og der blev igangsat en fejlfinding i programmerne, det viste sig, at der var blev brugt forskellige settings og de blev efterfølgende rettet til.

Efterfølgende er alle resultaterne for de to standard rum sammenlignet på kryds og tværs og kan læses i Bilag 10 System Simulation Models; Part A, Part B.1, Part B.2 og Part C.

Efterfølgende var det intentionen at lave en simulering af produktet SOLUS i programmet Modelica for at vise både effekten af produktet SOLUS og vise hvordan, at simuleringsmodellerne bliver brugt i praksis. Det blev desværre ikke nået.

En stor del af det danske bidrag er levering af måledata og som samtlige tre årsrapport også beretter har en del af byggerierne haft en del forsinkelser. Men på trods af dette, er der alligevel blev indsamlet en god mængde data. I starten af projektet var vi i alt tre partnere i Task 56, der ville komme med måleresultater, men her i slutningen af projektet endte det med, at vi, de danske partnere, var de eneste, der kom med måleresultater, dette skyldes blandt andet, at den tyske partner ikke fik sin nationale støtte forlænget.

Det danske bidrag på måleresultater er oplyst her;

Den international skole i Nordhavnen, CIS/Nordhavnen
Ellebo/Ballerup
Gl.Jernbanevej/Valby
Gl. Kongevej/Vesterbro
Grøndalsvængets skole
Kildeskovshallen/Valby
Living in Light Box
Lykkebo skole
Munksjø tårnet/Jörnköping
Ringgården/Århus
Vinduesmodellen/Sydhavnen

I første del af Task 56 projektet blev der udarbejdet en mindre skabelon, som forklarede det enkelte demonstrationsprojekt ganske kort. Der blev udarbejdet korte beskrivelser for følgende tre projekter: Grøndalsvængets skole, Living in Light Boxen og Lykkebo skole. Projektbeskrivelserne er vedlagt i Bilag 11 Korte projektbeskrivelser. Vi endte med ikke at skrive flere kort projektbeskrivelser, fordi vi kunne se, at de ikke blev anvendt. Derfor blev der lagt ekstra meget vægt på, at partnerne i Task 56 på partner møderne detaljeret præsenterede projekterne og hvordan de udviklede sig igennem Task 56 projektperioden. Dette kan blandt andet

ses i Bilag 20 Task 56 partnermøder, hvor de danske præsentationer, der er vedlagt, er meget detaljeret mht. simulering- og beregningsresultater samt måleresultater.

Efterfølgende var det planen, at det skulle laves en fælles skabelon, som hver enkelt demonstrationsprojekt skulle følge. Der var fra dansk side af lagt op til at vise resultaterne via Active House Specifikationerne og den tyske partner, der efter det første år ikke fik støtte til det videre arbejde og faldt fra, lagde op til at vise demonstrationsprojekterne ud fra den tyske standard passivt hus. Eftersom den tyske partner forlod projektet, blev det valgt at vise projekterne ud fra Active House Specifikationerne, hvilket blev gjort for følgende projekter; CIS, Ellebo, Gl. Jernbanevej, Living in Light Boxen og Lykkebos skole.

De resterende demonstrationsprojekter har ikke fået udarbejdet en aktiv hus evaluering, men her er måleresultaterne gennemarbejdet og vist på en vis. Det er efter aftale med arbejdsparkelederen C aftalt, at disse kun indgår indirekte i Task 56 via forklarende eksampler. Blandt andet optræder Kildeskovshallen som et eksempel på, hvordan man ved at benytte den garanterede ydelse kan være med til at sikre økonomien og kvaliteten på en aktiv solfacade løsning, der benytter sig af solceller. Men de øvrige demonstrationsprojekter afleveres til EUDP som lovet i kontakten.

I det følgende er der skrevet en række små afsnit om hvert enkelt demonstrationsprojekt, hvor til der refereres til bilag for det producerede materiale

Den internationale skole i Nordhavnen (CIS)

Den internationale skole i Nordhavnen (CIS) er et af de få byggerier, hvor hele klimaskærmen er beklædt med bygningsintegrerede solceller, hvilket gør den helt unik. Der er udført en omfattende Active House evaluering af skolen. Derudover er der installeret fjernaflæsning af indeklimaet for at kunne sammenligne simulering- og beregningsresultaterne med de faktisk tal. Indeklimamålingerne ligger frit tilgængeligt på <http://labs.leapcraft.dk/cis/>. Det har desværre ikke været muligt at få målt på solstrømsproduktionen, hvilket skyldes, at solcellefacades blev frakoblet elnettet i starten af 2018, da det gav støj til elnettet. Derudover er den beregnede Active House evaluering sat sammen med de tilgængelige indeklimamålinger på hjemmesiden www.activehousebipv.com/2018/11/01/copenhagen-international-school/. Dette blev gjort for at gøre selve Aktiv hus evalueringen mere tilgængelig og i et håb om nå ud til et bredere publikum end dem, der normalt læser denne form for fagrapporter. Active house evalueringen af CIS er vedlagt Bilag 12 CIS/Nordhavnen.

Ellebo/Ballerup

Ellebo er en almennyttig bebyggelse som med forsinkelse er i gang med at få lavet en omfattende renovering, hvor der indgår solceller. Mht. solceller er udfordringen lovgivningen, hvor den primært lægger op til, at der kun kan installeres mindre solcelleanlæg, hvor solstrømmen dækker det fælles elforbrug. Hvis solcelleanlægget laves for stort vil det resultere i en dårlig totaløkonomi. Men da bebyggelsen Ellebo stod for en større renovering blev der i tæt dialog med KAB lavet et projektforslag, der lagde op til, at man fandt en model, der gjorde det muligt at installere et større solcelleanlæg. Dette blev gjort ved at introducere bimålere i alle lejemålene. Den økonomiske model gjorde, at det var relevant at medtage Ellebo i Task 56, da

den arbejder på en af de centrale barrierer, som aktive solfacader støder på. Derudover har der været noget dialog om at inkludere konceptet Bolighaven, hvortil at der er lavet en række vurderinger med betydningen af Bolighaven orienteret mod syd eller vest. I forbindelse med evalueringen af indeklimaet før og efter renoveringen har der været opsat indeklimamålere i 6 udvalgte lejemål.

Det har desværre ikke været muligt at indsamle data på Ellebo, da projektet har været så forsinket grundet diverse problemer blandt andet stemte fundamentstegningsmaterialet ikke overens med det opførte fundament.

Vedlagt i Bilag 13 Ellebo/Ballerup er en Aktiv hus evaluering af hele projektet, en evaluering af fordelene ved det indeklima- og energimæssige, hvis vinterhaverne i renoveringsprojektet blev udskiftet med konceptet Bolighaven samt en tekst, der forklarer solcelleøkonomien for projektet. Indeklimamålingerne er ikke vedlagt grundet format og størrelsen på datamængden, men udleveres efter ønske.

Gl. Jernbanevej/Valby

Gl. Jernbanevej projektet er desværre fortsat forsinket og renoveringen er endnu ikke på begyndt, hvilket betyder, at det ikke har været muligt at få indsamlet måleresultater i Task 56 projektets tid. Der er for hele projektet udarbejdet en Aktiv hus evaluering, hvor i konceptet Bolighaven indgår. Derudover er der også indsamlet indeklimamålinger for at kunne sammenligne før og efter renoveringen.

Vedlagt i Bilag 14 Gl. Jernbanevej/Valby er brochure, der kort fortæller om hele projektet, men også specifikt forklarer konceptet Bolighaven. Derudover er der også vedlagt Aktiv hus evalueringen.

Derudover ligger der også projektbeskrivelser om projektet fra partnermøderne afholdt d.2/3 2017 og 6/3 2018 som ligger i Bilag 20 Task 56 partnermøder.

Gl. Kongevej og Værndamsvej/Vesterbro

I demonstrationsprojektet på Gl. Kongevej og Værndamsvej blev der testet en række forskellige decentrale ventilationsenheder. Resultaterne blev sammenholdt med en traditionel central ventilationsløsning, der også blev installeret i bebyggelsen. Derudover blev der også testet en manifoldløsning i den ene side af en af de i alt 3 opgange, der var med i demonstrationsprojektet. De omfattende resultater blev præsenteret på partner mødet d.13/9 2016. Resultaterne er vedlagt i Bilag 15 Gl. Kongevej/Vesterbro.

Grøndalsvængets skole

Demonstrationsprojektet handlede primært om decentral ventilation og på den måde var det meget lig demonstrationsprojektet på Lykkebo skole og demonstrationsprojektet Vinduesmodellen, hvor der i alle projekter arbejdes med at integrere ind- og udtag til det decentrale ventilationsanlæg i facaden.

Projektet blev præsenteret og gennemgået på kick off mødet d.21/3 2016. præsentationen kan ses i Bilag 20 Task 56 partnermøder. Der er lavet en totaløkonomisk beregning af demonstrationsprojektet med programmet ASCOT. Materialet er vedlagt i Bilag 16 Grøndalsvængets skole.

Kildeskovshallen/Valby

Kildeskovshallen er i princippet blot et kæmpe solcelleanlæg, der ligger på et fladt pap tag og er som sådan ikke en aktiv solfacade, men det som det blotte øje ikke

ser, at solcelleanlægget nøje er lagt, så det ikke anes fra jorden af samt at alle øvrige komponenter er integreret i tæt kontakt med Kulturstyrelsen, da hele bygningen er bevaringsværdig. Derudover har projektet også været brugt til at vise, hvordan man kan garantere, at den mer investering, der er, når man vælger en aktiv solfacade kan sikres ved at gøre brug af den garanterede ydelse og på den måde har Kildeskovshallen været med til at bidrage i en positiv retning til at fremme aktive solfacader.

Projektet blev beskrevet på kick off mødet, som kan læses i Bilag 20 Task 56 partnernemøder. Derudover indgår den nævnte tekst om den garanterede ydelse i Bilag 5 Report on barriers for new solar envelope systems (Subtask B D1).

Living in Light Box

Demonstrationsprojektet "Living in Light Box" var et af de demonstrationsprojekter, der fik udvist mest interesse for fra de øvrige partnere i Task 56. Demonstrationsprojektet arbejder blandt andet med et alternativ til varmpumpen i form af et bygningsintegreret solfangeranlæg. Denne vinkel på varmpumpeløsninger arbejdes der også med på universitet i Innsbruck, hvilket var med til at skabe en stærk synergi imellem demonstrationsprojekterne på tværs af partnerlandene. Derudover leveres den bygningsintegrerede solfangerløsningen af AVENTA, der også er partner i Task 56 projektet.

Living in Light Boxen startede sit liv ude på arkitektskolen i København, hvor den stod i "rå" ufærdig form, hvor den ikke var tilsluttet vand, varm og el. Efterfølgende blev den flyttet til Kulbanevej i Valby, hvor den nu huser "Byfornyelseskontoret". Den sidste flytning af demonstrationsprojektet endte med at blive meget forsinket, da det først viste sig, at kloakken på Kulbanevej var blevet ødelagt, da de tidligere brugere af grunden havde kørt rundt med tung last, som havde resulteret i, at infrastrukturen var ødelagt. Efterfølgende var der en række jordanalyser, der trak ud. Jordanalyserne har været nødvendige for Københavns Kommune at få udført og godkendt, da der tidligere på grunden har ligget et gasværk, hvilket alt sammen har betydet, at det ikke har været muligt at få færdiggjort Living in Light Boxen og indsamle de ønskede måleresultater.

I Bilag 17 Living in Light Box er vedhæftet en brochure, der fortæller om hele demonstrationsprojektet samt en aktiv hus evaluering. Derudover er vedhæftet to beskrivelser, der har været præsenteret på 4. partner møde, der blev afholdt d.6/3 2018, hvor der var en gennemgang af konceptet Bolighaven samt en detaljeret gennemgang af Living in Light Boxens energiforbrug, energiproduktion og indeklima. Beskrivelserne er vedlagt i Bilag 20 Task 56 partnernemøder.

Lykkebo skole/Valby

Demonstrationsprojektet på Lykkebo skole er en testning af et decentral ventilationsanlæg, hvor ind- og udtaget er placeret i facaden på en pudset facadevæg. Projektet blev beskrevet og præsenteret på kick off mødet og partner mødet d.2/3 2017. Begge projektbeskrivelser er vedlagt i Bilag 20 Task 56 partnernemøder. I Bilag 18 Lykkebo skole er vedlagt en gennemgang af måleresultaterne.

Munksjø tårnet/Jörnköping

Demonstrationsprojektet i Munksjø tårnet viser hvordan enheden SOLUS fungerer.

SOLUS er en varme-, køle- og ventilationsenhed, der fungerer på lavtemperatursfjernvarme. SOLUS er med som et eksempel på en aktiv solfacade løsning og er beskrevet i Bilag 4 Review of existing solar envelope systems and state of the art (Subtask A), Bilag 19 Munksjø tårnet/Jönköping, SE og blev derudover også præsenteret til partner mødet d.20/9 2018, hvor projektbeskrivelsen er vedlagt i Bilag 20 Task 56 partnermøder.

Ringgården/Århus

Projektet endte med at udgå, da det vist sig ikke at være muligt at få adgang til måledata.

Vinduesmodellen/Sydhavnen

Demonstrationsprojektet viser, hvordan to decentrale ventilationsanlæg placeret i den lille bolig på 46 m² kan opretholde et godt indeklima. Ventilationens ind- og udtaget er integreret i bygningens facade, som er et muret etagebyggeri for omkring 1890. Projektet blev præsenteret og beskrevet på kick off mødet samt gennemgået detaljeret med måleresultater på partner mødet d.20/9 2018. Beskrivelserne er vedlagt i Bilag 20 Task 56 partnermøder.

1.5 Project results and dissemination of results

Kommunikationsdelen for projektet har foregået via forskellige platforme; oplæg til konferencer, workshops, nyhedsbrev og hjemmesiden. Kommunikationsdelen har været en del af arbejdsplanen A.

Hjemmeside

Projektets hjemmeside er opbygget i samarbejde med IEA's kommunikationsteam, som også hoster Task 56's hjemmeside. Hjemmesidens skabelon følger deraf IEA's, hvilket giver god mening, da Task 56 er en del af en helhed af det generelle IEA arbejde og også bygger videre på opnåede viden i tidligere og igangværende Tasks. Der har dog løbende været kontakt til med IEA kommunikationsteam, hvor arbejdsplanlederen har haft en række møde for at få udarbejdet en skabelon, der ville løfte vores Galleri af aktive solfacader løsninger (<http://Task 56.iea-shc.org/image-gallery>). Lige nu vises der kun billeder, hvor ophavsretten vises, når musen køres over billedet. Ønsket er at få inkluderet; en lille tekst med ophavsretten til billedet, hvilken adresse den aktive solfacade er på, en mindre tekst, der beskriver den specifikke aktive solfacade samt evt. en kontaktperson/producent. Generelt er hjemmesidens indhold skabt kollektivt.

Nyhedsbreve

Igennem projektet har der løbende været udsendt nyhedsbrevet, der har fortalt om Task 56 projektets aktiviteter. Alle de udgivet nyhedsbreve ligger desuden ude på projektets hjemmeside frit tilgængeligt. En udfordring for vores nyhedsbrev og generelt for nyhedsbreve har været de nye GDPR regler på området. Arbejdsplanlederen har været i tæt dialog med IEA og man har lavet en aftale om at de vil sende det ud via deres mailingsliste. Nyhedsbrevene er vedlagt i Bilag 21 Task 56 Nyhedsbreve.

Årlig highlights

Som en årlig event har der været lavet en lille tekst på to sider, der fortalte om nogle resultaterne for det pågældende år. Highlights teksterne er vedlagt i Bilag 22 Task 56 Årlige highlights og ligger ligeledes tilgængeligt på Task 56's hjemmeside.

Konferencer

Task 56's medlemmer har sammen været med til at afholde en session på den årlige Advanced Building Skins (ABS) konference i Bern i Schweiz to gange i træk og en tredje er under planlægning. Tovholderen har været arbejdsparkelederen fra arbejdsparke C Fabian Ochs, der er bosiddende i Schweiz. Task 56 deltog første gang på den 11. ABS konference, der blev afholdt d.10-11 oktober 2016, hvor Peder Vejsig Pedersen fra Cenergia bidrog med et oplæg med fokus på de forskellige projekter Cenergia arbejder med i relation til aktive solfacader, samt hvordan vi anvender Active House Specificationerne i vores arbejde til at belyse merværdien ved at inkludere aktive solfacader i byggerier. Ud over en powerpoint til selve oplægget blev der også skrevet en artikel til konferencekataloget, som i sin samlede form kun er tilgængeligt mod betaling. Det danske bidrag til konferencekataloget ligger dog tilgængeligt på Task 56's hjemmeside. I forbindelse med Task 56 sessionen på den 11. ABS konference blev der udarbejdet et mindre referat til Task 56's hjemmeside. Alt materialet der blev udarbejdet til den 11. ABS konference, der dækker over powerpoint præsentation og resume af Task 56 sessionen, er samlet i Bilag 1 Konference 1.

På den 12. ABS konference deltog fra dansk side Jakob Klint, Peder Vejsig og Vickie Aagesen fra Cenergia en del af Kuben Management, hvor Jakob Klint holdt oplægget til Task 56 sessionen. Ligesom det forrige års ABS konference blev der også skrevet en tekst til konferencekataloget, hvor teksten handlede om konceptet Living in Light med udgangspunkt i de to byggerier "Living in Light Box" og renoveringsprojektet "Living in Light, Gl. Jernbanevej i Valby". Teksten blev skrevet i et samarbejde mellem Jakob Klint og Vickie Aagesen. Derudover deltog vi også med en planche på ABS konferencen, der var udarbejdet af Peder Vejsig Pedersen. Alt materialet der blev udarbejdet til den 12. ABS konference, der dækker over powerpoint præsentation, planche, to artikeltekster til det årlige konferencekatalog og resume af Task 56 sessionen, er samlet i Bilag 2 Konference 2.

Åben workshop

I forbindelse med partnernødet, der blev afholdt i Danmark, blev der arrangeret en åben workshop. Indholdet blev til i et samarbejde med projektet "Smart Energy Green Cities". Samarbejdet med "Smart Energy Green Cities" skyldtes en kombination af, at der var en god synergi mellem de to projekter, der begge berører aktive solfacader samt at det udløste nogle ressourcer og muligheder for at lave et godt program med noget tyngde og ikke mindst tiltrække nogle stærke profiler på området til at deltage med oplæg. SBI lagde hus til arrangementet. Vickie Aagesen var tovholder på det åbne arrangement og hovedansvarlig for programmet og den nationale reklame for det åbne arrangement i samarbejde med projektlederen Elsebeth Terkelsen fra "Smart Energy Green Cities". Roberto Fedrizzi fra EURAC og Fabian Ochs fra Universitet i Innsbruck faciliterede arrangementets to sessioner. Alt materialet i relation til det åbne arrangement er samlet i Bilag 3 Åben workshop afholdt i København og inkluderer:

1. Programmet
2. Resume af hele workshoppen fra Task 56 hjemmesiden
3. Oplæggene;
 - a) Radius/Knud Pedersen
 - b) EBO Consult/Erik Christiansen
 - c) NTNU/ Ellika Taveres-Cachat
 - d) Solarlightning/Martin Dietz
 - e) AVENTA/Michaela Meier
 - f) EURAC Research and projektleder for IEA SHC Task 56/Roberto Fedrizzi
4. Hovedsnit af de platforme, hvor der blev reklameret for workshoppen;
 - a. Solar City Denmark, udsendt mails til medlemmer
 - b. Foreningen for bæredygtige byer og bygningers nyhedsbrev af to omgange (FBBB)
 - c. SHC Member News
 - d. Tre små youtube videoer målrettet LinkedIn
 - e. LinkedIn;
5. Deltagerliste

1.6 Utilization of project results

Det danske koncept Bolighaven står til at blive realiseret i efteråret 2019. Konceptet Bolighaven sætter kendte komponenter sammen på en ny måde og der kan derfor ikke søges patenter. Derudover er SOLUS, som er medtaget i projektet fra dansk side lige så stille ved at blive rullet ud - dog er SOLUS ikke et produkt, som hverken SBI eller Cenergia en del af Kuben Management ejer, hvilket heller ikke gør sig gældende over for de øvrige aktive solfacader, der er medtaget i Task 56. Men deltagelsen i projektet har betydet både for SBI og Cenergia en del af Kuben Management, at vores rådgivning inden for aktive solfacader er blevet skærpet, hvor vi fremadrettet vil kunne rådgive vores kunder, om hvilke muligheder der er her og nu og hvilke aktive solfacade løsninger morgendagen vil bringe.

1.7 Project conclusion and perspective

De aktive solfacade dækker en større paraply af forskellige teknologier, hvor nogle af de aktive solfacader er markedsmodne og andre fortsat er på prototype stadiet. De forskellige aktive solfacader gør brug af forskellige teknologier og principper, hvilket også betyder, at de hver især dækker forskellige udfordringer for en bygning. Deres virkningsgrad afhænger også af, hvilken klimazone, de er installeret i og ikke mindst hvilket land, da lovgivningen på området varierer, hvilket også gør det svært for en producent at få udrullet sin aktive solfacade Worldwide.

Fremadrettet må det forventes, at der vil komme flere aktive solfacader. Efterspørgslen for de aktive solfacader kommer blandt andet fra bygningsreglementerne, hvor der stilles større krav til primært nybyggeriet, hvor meget nybyggeri bliver nødt til at implementere en eller anden form for vedvarende energi for at kunne overholde de nationale energirammer. De faldende priser på enkelte aktive solfacader løsninger vil også gøre, at flere vil overveje at erstatte den traditionelle facade med en aktiv solfacade. Derudover er det gode eksempel også med til at bane vejen frem. Dette ses blandt andet i forbindelse med den internationale skole i Nordhavnen (CIS), hvor bygherrer insisterede på, at hele facaden skulle bestå af 100% vedvarende energi. Derudover udmærker CIS sig

også ved at have arbejdet med det arkitektoniske element i facadeløsningen, hvor de enkelte solcellemoduller er vinklet, hvilket er med til at give facaden et mere levende udtryk og har givet bygningen sin unikke karakter.

Derudover udgør de aktive solfacader også hver især små decentrale anlæg, som er med til at gøre bygningerne til prosumers og derved passer de godt ind i visionerne for vores fremtidig energisystem, hvor tanken er, at bygningerne fremadrettet vil skulle både kunne tage og give energi til det fællesenergisystem.

1.8 Annex

Bilag 1 Konference 1

Bilag 2 Konference 2

Bilag 3 Åben workshop afholdt i København

Bilag 4 Review of existing solar envelope systems and state of the art (Subtask A)

Bilag 5 Report on barriers for new solar envelope systems (Subtask B D1)

Bilag 6 Report strategies for market penetration (Subtask B D2)

Bilag 7 Report on confidential feedback workshop (Subtask B D3)

Bilag 8 Report on simulation models of solar envelope components (Subtask B D4)

Bilag 9 Report on test methods and recommendations (Subtask B D5)

Bilag 10 System Simulation Models; Part A, Part B.1, Part B.2 og Part C

Bilag 11 Korte projektbeskrivelser

Bilag 12 CIS/Nordhavnen

Bilag 13 Ellebo/Ballerup

Bilag 14 Gl.Jernbanevej/Valby

Bilag 15 Gl. Kongevej/Vesterbro

Bilag 16 Grøndalsvængets skole/Nørrebro

Bilag 17 Living in Light Box/Valby

Bilag 18 Lykkebo skole/Valby

Bilag 19 Munksjø tårnet/Jönköping, SE

Bilag 20 Task 56 partnermøder

Bilag 21 Task 56 Nyhedsbreve

Bilag 22 Task 56 Årlige highlights

1.9 Links

<http://Task 56.iea-shc.org/>

<https://www.youtube.com/channel/UCOZyafL2tseea9BR9GSdw9Q>

<http://www.activehousebipv.com/2018/11/01/copenhagen-international-school/>