

Resumé – Dansk

En stor del af solcelleforskningen i dag ligger i det tekniske område med ydelse og holdbarhed som hovedmålet. Hvis solcellerne kun betragtes som energikilde, kan de fra brugernes synspunkt betragtes som en meget langsigtet investering pga. en lang økonomisk tilbagebetalingstid, mens den bæredygtige gevinst først kan mærkes engang i fremtiden. Dette projekts tilgang går ud på at skabe en *øjeblikkelig gevinst* igennem fokus på perceptuelle kvaliteter i udformning af solcelleruder – kvaliteter, man kan nyde lige så snart, solcellepanelerne er installeret. Derfor er udgangspunktet i denne ph.d.-afhandling at se solcellerne som et facademateriale frem for kun som en energikilde.

Teknologisk Institut har i forbindelse med fokus på bygningsintegration af solceller efterlyst metoder og teknikker til arkitektonisk formgivning til lysfiltrerende solcellepaneler. Dette projekt har derfor et todelt formål. På den ene side skal projektet formulere undersøgelsesteknikker, der kan bidrage til udformning af lysfiltrerende solcellepaneler. På den anden side skal projektet udforske hvordan lyset kan filtreres med facadeintegrerede solceller og pege på deres arkitektoniske potentialer.

Emnet for projektet er derfor lysfiltrerende solcelleruder med mønstre i lille skala – både mikro- og mesoskala – samt hvordan disse solcelleruder påvirker det optiske indeklima. Der fokuseres således på lysfiltrerende solceller set indefra bygningen og ikke udefra.

Projektet har sin baggrund i det multidisciplinære samarbejde som arkitekten Ellen Kathrine Hansen fra Arkitektskolen Aarhus har etableret med fysikerne Hanne Lauritzen og Eik Bezzel Hansen fra daværende PEC-Group på Teknologisk Institut, som bl.a. forsker i nye typer translucente solceller.

Dette projekt er delt op i en teoretisk fase og praktisk fase. Projektets følger en opbygning, der efter en indkredsning af emnet i kapitel 1 og 2 lægger ud med teori om solceller samt om dagslysrelaterede aspekter i byggeri i kapitel 3 og 4. Teorien overføres efterfølgende til praksis i formuleringen af undersøgelsesteknikkerne i kapitel 5, der gennemføres i praksis og registreres i kapitel 6. Herefter vurderes de anvendte undersøgelsesteknikker med henblik på at kunne bidrage til udformningen af facadeintegrerede solcellepaneler. Ligeledes vurderes resultaterne fra disse undersøgelser, som i kapitel 7 perspektiveres til arkitekt med lignende virkninger, hvor der peges på arkitektoniske potentialer indenfor de forskellige måder at filtrere dagslysets med solceller på. Perspektiveringens tager udgangspunkt i primært de sidste 15 års arkitektur, der viser en interesse for en slørende facadestoflighed, der udforsker tilstanden mellem transparens og lysblokering.

Den teoretiske fase består af separate kapitler om dagslys og om solceller. Begge kapitler danner en teoretisk base for den praktiske fase bestående af beskrivelsen af de anvendte undersøgelsesteknikker, udførelsen af eksperimenterne og deres evaluering.

Den udvalgte forskningsmetode er eksperimentmetoden, hvor man under kontrollerbare laboratorieforhold kan manipulere de ønskede forskningsvariabler og undersøge deres udfald for at kunne formulere bestemte sammenhænge mellem årsag og virkning, der kan bruges i et designmæssigt perspektiv.

Undersøgelsesteknikken anvendes der fysiske forsøg ved hjælp af en skalamodel med en udskiftelig facade opstillet i 2 dagslyslaboratorier – en med diffust himmellys og en med direkte sollys for at undersøge, hvordan lyset filtreres igennem facadens solcellerude ved disse 2 meget forskellige, men ofte forekommende dagslystilstande. Selve modellen er en skalamodel af et funktionsløst rum, hvor de lysfiltrerende solcelleruders påvirkning af det optiske indeklima undersøges med solcelle-atrapper. Til undersøgelsesteknikkerne hører både kvantitative målinger og subjektive vurderinger.

Noget, der har vist sig at være en udfordring i forbindelse med brug af en skalamodel, knytter sig til målestoksforhold på de mikroskopiske mønstre som solcelleatrapper. Problematikken omkring skalamodel til undersøgelse af mikroskopiske solcellemønstre er, at mikroskopiske mønstre som for eksempel mikrolameller ikke kan skaleres ned, da deres størrelse er så lille som den kan blive. Desuden, hvis lysfiltrerende mønstre skaleres på mikroskopisk skala kan dets interaktion med lyset blive helt anderledes, da man nærmer sig en mønsterstørrelse, som direkte påvirker spredningen af de forskellige lysbølgelængder. Derfor ville en skalering af mikroskopiske mønstre muligvis forvrænge undersøgelsesresultaterne, hvilket er grunden til, at der i skalamodellen benyttes et mønsterudsnit i målestok 1:1 – 2 forskellige skala i samme modelundersøgelse, med en hypotese om, at undersøgelsen giver et korrekt billede af det optiske indeklima.

Facadeeksperimenterne er udført i 5 eksperimentgrupper baseret på forskellige lysfiltreringsprincipper. De forskellige eksperimentgruppers indvirkning på det optiske indeklime vurderes såvel kvantitativt med måleudstyr som subjektivt med evalueringsparametre som gennemsigtighed, farvegengivelse, modellering, belysningsniveau samt kontrastforhold.

Observationerne peger på både potentialer og risici ved de forskellige eksperimentgrupper med mange effekter på både lysniveau, lysretning og blændingsforhold ved de forskellige mønstre med variation i mønstrets form, skala og orientering. Indenfor de forskellige eksperimentgrupper peges der også på interessante udformningspotentialer for solcelleruder i form af grafiske rastermønstre, gennemsigtig solafskærmning, tonede overgange samt farvet transparens.

Desuden viser de fleste eksperimenter, at en supplerende lysjusterende lag er nødvendig på interiørsiden af panelet for at undgå sekundærblænding ved direkte sollys.

De anvendte undersøgelsesteknikker vurderes også i lyset af hvor anvendelige, teknikkerne er, og hvor reele deres observationer virker.

God fornøjelse med læsningen.

Forsideillustration: Idé til en solcellerude udformet af små solceller i stregkode størrelse på baggrund af kunstværket "Bar Code Jesus" af Scott Blake. Hver streg kan bestå af for eksempel en sliver-solcelle, hvor værkets helhedsmotiv skaber en filtrerende vekselvirkning med udsigten i kraft solcellerudens forskellige grader af lystransmittans.

Illustration: www.barcodeart.com modificeret af Artur Slupinski