

Eindrapportage ZEGO (OPENBAAR)

Projecttitel: “Building Integrated Concentrator- PV”



Projectnummer: TEZG214006

Penvoerder en medeaanvragers:

- Penvoerder: SolarSwing Energy B.V. (Wellsun)
- Deelnemer 1: Technische Universiteit Eindhoven
- Deelnemer 2: FemtoGrid Energy Solutions B.V.

Projectperiode: 16-09-2014 t/m 01-02-2017

Sam Kin, Msc.
CTO Wellsun

samkin@wellsun.nl
06-14933002
Molengraaffsingel 12, 2629JD Delft

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Publicatiedatum: 01-10-2017

Samenvatting	2
Inleiding	2
Doelstelling project	3
Werkwijze	3
Resultaten van het project	4
Bijdrage aan een duurzame energiehuishouding	11
Bijdrage aan de versterking van de kennispositie	12
Mogelijkheden voor spin-off en vervolgactiviteiten	13

Samenvatting

In dit ZEGO-project heeft het consortium een werkend prototype van een BICPV systeem ontwikkeld. Dit systeem gaat onder de naam Lumiduct. Met de Lumiduct kunnen glazen gevels gerealiseerd worden die meer energie opwekken dan een dichte gevel met normale zonnepanelen terwijl ook het binnenklimaat sterk verbeterd.

SolarSwing Energy BV was initiatiefnemer en penvoerder van dit project (handelsnaam: Wellsun). Zij hebben de toepassing in gebouwen verder gespecificeerd en het zonvolgsysteem ontwikkeld. Verder heeft Femtogrid Energy Solutions BV de specifieke power electronics ontwikkeld voor de optimalisatie van elektriciteitsopwekking met de Lumiduct. Tot slot heeft de TU Eindhoven een simulatiemodel ontwikkeld waarmee de besparing op energie voor koeling, verwarming en verlichting gekwantificeerd kan worden voor verschillende gebouwen.

Dit ZEGO project is succesvol afgerond. Het heeft geleid tot een werkend full-scale prototype. Prestatie-eisen en kostprijs-targets zijn gehaald. Verder is er nu inzicht in het effect van het product op het binnenklimaat en de energiehuishouding. Het concept van BICPV heeft fysieke vorm gekregen met het prototype en dat werkt zeer overtuigend zoals blijkt uit de grote belangstelling op de beurzen en events waar Wellsun met het prototype aanwezig was. Dit heeft geleid tot een eerste klant, die reeds een koopcontract getekend heeft, voor een pilot project van 40m² langs de A15 in Alblasterdam. Dit project wordt in de zomer van 2017 gerealiseerd.

Nieuwe partijen hebben zich inmiddels aangesloten bij het consortium. ODS geveltechniek voor het gevelsysteem, Vision4Energy voor het oogsten van warmte in de gevel met warmtewisselaars en de Solar Research Groep van de Radboud Universiteit Nijmegen voor geavanceerde modellering van elektriciteitsopwekking. Dit ZEGO project heeft met het uitgebreide consortium een vervolg gekregen via een Urban Energy project dat inmiddels toegekend is en van start is gegaan.

Bekijk hier de pitch-filmpjes om een duidelijk beeld te krijgen van de Lumiduct en het team/partners achter Wellsun: <https://vimeo.com/168818043> <https://vimeo.com/117482793>
Onze website geeft ook veel informatie: www.wellsun.nl.

Inleiding

Het is zowel voor de Nederlandse overheid als de Europese Unie een belangrijke ambitie om gebouwen energieneutraal te maken. In de Europese Unie wordt energieneutraal bouwen verplicht gesteld vanaf 2020. De Nederlandse overheid wil zelfs een volledig energieneutrale gebouwde omgeving in 2050 bewerkstelligen. Om deze ambities te kunnen realiseren is het essentieel dat er oplossingen worden ontwikkeld die zowel nieuwe als bestaande gebouwen energieneutraal kunnen maken.

Een trend binnen de moderne architectuur kenmerkt zich door grote glazen gevels en glazen overkappingen. Architecten en ingenieurs moeten oplossingen ontwikkelen die het mogelijk maken om deze gebouwen energieneutraal te krijgen, maar waarbij tegelijkertijd de transparantie, openheid en esthetische kwaliteit van veel glas behouden kan blijven.

SolarSwing Energy BV (handelsnaam: Wellsun) ontwikkelt de Lumiduct, een transparante zonwering die tevens met een hoog rendement energie opwekt. De Lumiduct gebruikt hiervoor concentrator PV(CPV) modules waarmee direct zonlicht wordt geconcentreerd op 's werelds meest efficiënte zonnecellen. Deze triple-junction III-V cellen

zijn commercieel verkrijgbaar met een rendement van 40%. In het lab halen ze inmiddels 44% en de verwachting is dat dit rendement in de toekomst significant zal toenemen naar boven de 50% in 2020. Diffuus zonlicht wordt niet op de cellen geconcentreerd en wordt doorgelaten. Zonlicht wordt op die manier optimaal gebruikt voor het gebouw: fel, direct licht wordt efficiënt omgezet in elektriciteit en warmte, terwijl zacht, diffuus licht als prettig daglicht kan binnentreden. Daarnaast volgen de modules de zon, hierdoor draait het systeem zich open gedurende de dag. Zo kan men langs de panelen goed naar buiten kijken. Doordat de zon over twee assen gevolgd wordt is de openheid veel groter dan bij een een-assig lamellen of jaloezieën systeem.

SolarSwing Energy BV heeft dit project geïnitieerd en is in september 2014 van start gegaan samen met de projectpartners FemtoGrid Energy Solutions BV en de Building Performance groep van de Technische Universiteit Eindhoven. FemtoGrid heeft de power optimizer voor het eerste Lumiduct prototype ontwikkeld (DC/DC omzetter met geoptimaliseerde maximum power point tracker en diagnosesoftware). Deze is van belang vanwege de inherente, onderlinge beschaduwings van de CPV modules in de Lumiduct. De TU Eindhoven heeft een thermisch model (effect op energie voor verwarming/koeling en thermisch comfort) en een lichtmodel (effect op energie voor verlichting en visueel comfort) ontwikkeld waarmee de effecten op het binnenklimaat met een computersimulatie gekwantificeerd kunnen worden, een belangrijk onderdeel van de businesscase.

Doelstelling project

De doelstelling van het project was een esthetisch transparant gevel- en daksysteem met geïntegreerde, zonvolgende geconcentreerde PV-modules (energieopwekking) te ontwikkelen dat door zonwerende werking tevens het comfort, de beleving en energie-efficiëntie van het gebouw (energiebesparing) positief beïnvloedt. Het beoogde resultaat van de ontwikkeling was een eerste prototype voor een modulair bouwelement dat eenvoudig toegepast kan worden in nieuw te ontwerpen of ingrijpend te renoveren gebouwen. De verwachting van het consortium was vanaf 2018 producten te kunnen leveren aan de markt.

Werkwijze

In het project hebben de partners SolarSwing Energy (SSE), FemtoGrid (FEM) en Technische Universiteit Eindhoven (TUE) verschillende innovatieve technieken ontwikkeld die later gecombineerd zijn in een full-scale prototype. SolarSwing Energy heeft als penvoerder het projectmanagement vormgegeven.

Voor het project zijn 5 werkpakketten opgesteld:

- WP0: Projectmanagement
 - project kick-off meeting
 - voortgangsmetingen: ieder kwartaal (notulen in PPT)
 - opstellen eindrapportage
- WP1: Ontwikkeling geïntegreerde bouwmodule
 - programma van eisen
 - modulair bouwsysteem (gevel en dak)
 - testopstelling

- WP2: Ontwikkeling zonnevolgsysteem
 - mechanische constructie
 - aandrijving en aansturing: nauwkeurigheid, levensduur en kosten
- WP3: Onderzoek en ontwikkeling maximaliseren PV-opbrengst
- WP4: Onderzoek voorspelbaarheid energiehuishouding gebouw en ontwikkeling simulatiesoftware

De projectvoortgang is besproken in kwartaalmeetings. Op voorhand leverde iedere projectpartner een aantal slides aan bij SolarSwing Energy met de behaalde resultaten in het afgelopen kwartaal en de beoogde resultaten voor het komende kwartaal. Tijdens de meeting werden deze gepresenteerd en besproken om de activiteiten af te stemmen. De Radboud Universiteit is in een later stadium ook betrokken bij deze meetings omdat het prototype bij hun outdoor testfaciliteit opgesteld is en zij daar relevante werkzaamheden aan verrichten. Er is bewust gestuurd op het behalen van korte termijn, concrete deelresultaten.

Resultaten van het project

Dit ZEGO-project heeft geleid tot de volgende deelresultaten:

1. Keuze voor een geveltoepassing (SSE)
2. selectie CPV module (SSE)
3. Robuust zonvolgsysteem dat geschikt is voor serieproductie (SSE)
4. Gevelconcept voor integratie in gebouwen (SSE)
5. Power electronics voor maximalisatie elektriciteitsopbrengst (FTG)
6. Simulatiemodel voor kwantificeren energiebesparing en kwaliteit binnenklimaat (TUE)

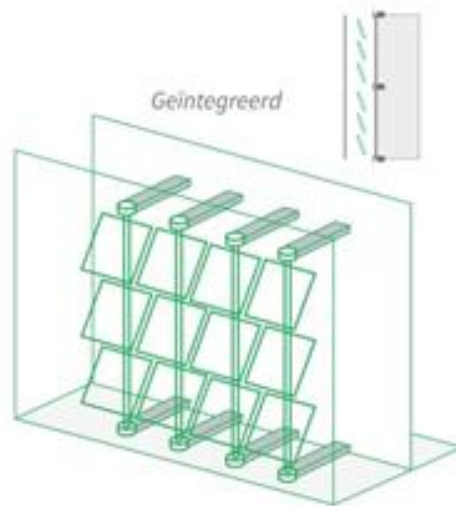
Deelresultaat 1: Keuze voor een geveltoepassing (SSE)

In samenspraak met een potentiële klant, bouwbedrijf Pellikaan, is uiteindelijk gekozen om een prototype te ontwikkelen voor een geveltoepassing. Voornaamste redenen hiervoor zijn:

- In de gevel wordt de toepassing sterk zichtbaar en beeldbepalend, dat is positief voor de eerste toepassingen waarbij potentiële klanten een statement willen maken
- Het budget dat beschikbaar is voor de gevel ligt in de regel hoger dan voor het dak
- Er is meer geveloppervlak dan dakoppervlak in de gebouwde omgeving en voor de gevel ontbreekt het nog aan oplossingen om energie op te wekken en het potentieel goed te benutten, op het dak volstaat de toepassing van reguliere PV panelen
- Een verticaal trackersysteem heeft technisch veel voordelen omdat je niet te maken krijgt met doorbuigen van assen. Hierdoor kan het trackersysteem veel slanker uitgevoerd worden in een verticale geveltoepassing

Verder is gekozen voor een geïntegreerde toepassing in de gevel. dat wil zeggen dat de Lumiduct (modules plus zonvolgsysteem) toegepast wordt in een dubbel huid façade. Een enkel buitenblad van hoog transparant, gelaagd glas, beschermt het systeem tegen weer en wind en maakt het mogelijk de mechaniek slank uit te voeren. Een tweede voordeel is het feit dat de panelen zo niet verontreinigen. Tot slot, wordt het zo mogelijk om ook warmte te oogsten als secundaire energiewinst uit de luchtspouw die ontstaat. Het toepassen van dubbele huid facades is overigens niet ongewoon in de high-end utiliteitsbouw.

Afbeelding 1. Conceptuele weergave van de toepassing van de Lumiduct geïntegreerd in een glazen gevel



Deelresultaat 2: selectie CPV module (SSE)

SolarSwing Energy heeft 3 verschillende hoge concentratie (>400X) CPV technologieën onderzocht waarbij een optisch element (concentrator) wordt gecombineerd met een hoogrenderende III-V multi-junctie cel (rendement van 40%). Uiteindelijk is gekozen voor een innovatief ontwerp waarbij de concentrerende optica bestaat uit golfgeleiders (i.p.v. lenzen). Zo ontstaat een geïntegreerd geheel met een dikte van slechts 14mm. Dit heeft een reeks grote voordelen:

- Geen risico op stof en vocht tussen de cel en het optische element
- Gefixeerde uitlijning van concentrerend element en zonnecel
- Hoge transparantie en maximaal doorzicht langs de modules
- Esthetisch aantrekkelijk
- Hoog module rendement: 24-29% van het directe licht wordt omgezet in stroom

Afbeelding 2. Toepassing van planar waveguide modules in het Lumiduct prototype



Deelresultaat 3: Robuust zonvolgsysteem dat geschikt is voor serieproductie (SSE)

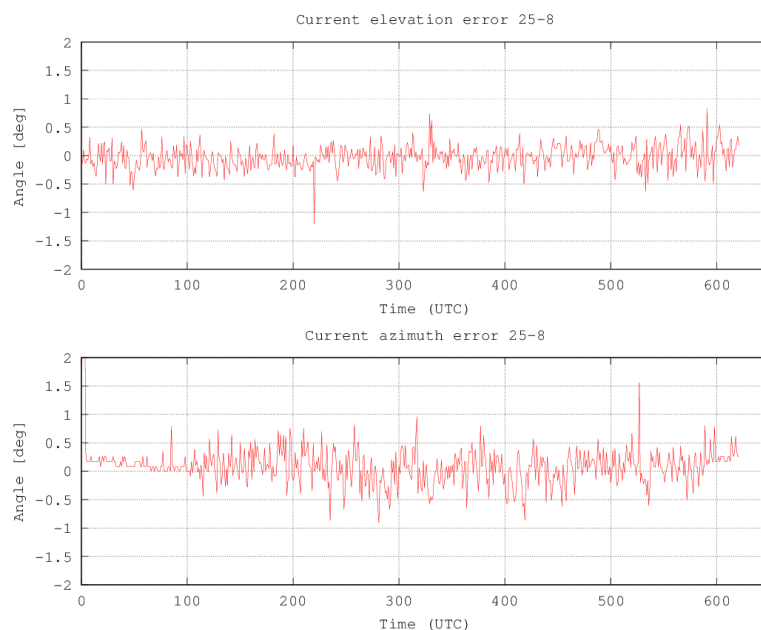
SolarSwing Energy heeft onderzoek gedaan naar verschillende principes voor de tracker mechaniek van het zonvolgsysteem. Voor de geveltoepassing is gekozen voor een

assenmechaniek. Deze is uitgewerkt in een functioneel model (prototype V1). Na tests met het functionele model is het ontwerp nog aangepast en verder uitgewerkt in een full-scale prototype (prototype V2). Het prototype bestaat uit 3 staanders met ieder 4 modules. Het prototype is in februari 2016 geplaatst bij de Outdoor Test Facility van de Solar Research groep van de Radboud Universiteit Nijmegen en is in maart 2016 in bedrijf gesteld.



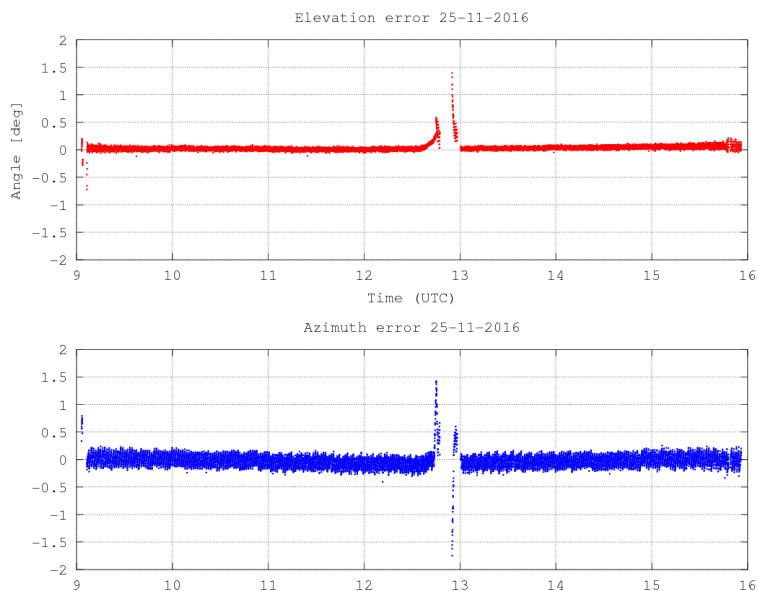
In de zomer van 2016 zijn veel metingen gedaan aan het prototype. Belangrijk aspect was de bepaling van zonvolgnauwkeurigheid met behulp van zonnensensoren die de afwijking ten opzichte van loodrecht invallende straling konden meten. De vereiste nauwkeurigheid van zonvolging is 0,5 graden (over beide assen, zonhoogte en azimuth). Deze werd in eerste instantie nog niet bereikt, zoals te zien in onderstaande afbeelding. De afwijking in het volgen van de zonhoogte (elevation error) is in enkele gevallen groter dan 0,5 graad en de afwijking in het volgen van de azimuth (oost-west beweging) is in veel gevallen groter dan 0,5 graad.

Afbeelding 3. Gemeten afwijking ten opzichte van zonpositie met prototype V2



De onnauwkeurigheid was grotendeels mechanisch van aard. Het prototype is daarom aangepast (prototype V3). Bij prototype V3 is de speling geminimaliseerd. Het stellen van de staanders ten opzichte van elkaar kan nu ook elektronisch. Dat is een groot voordeel voor de installatie en dus de totaalkosten van het systeem. De zonnepositie-onnauwkeurigheid voor het V3 ontwerp is getest met het tafelmodel en blijft goed binnen de maximale afwijking van 0,5 graad zoals te zien is in onderstaande grafiek.

Afbeelding 4. Gemeten afwijking ten opzichte van zonpositie met prototype V3¹



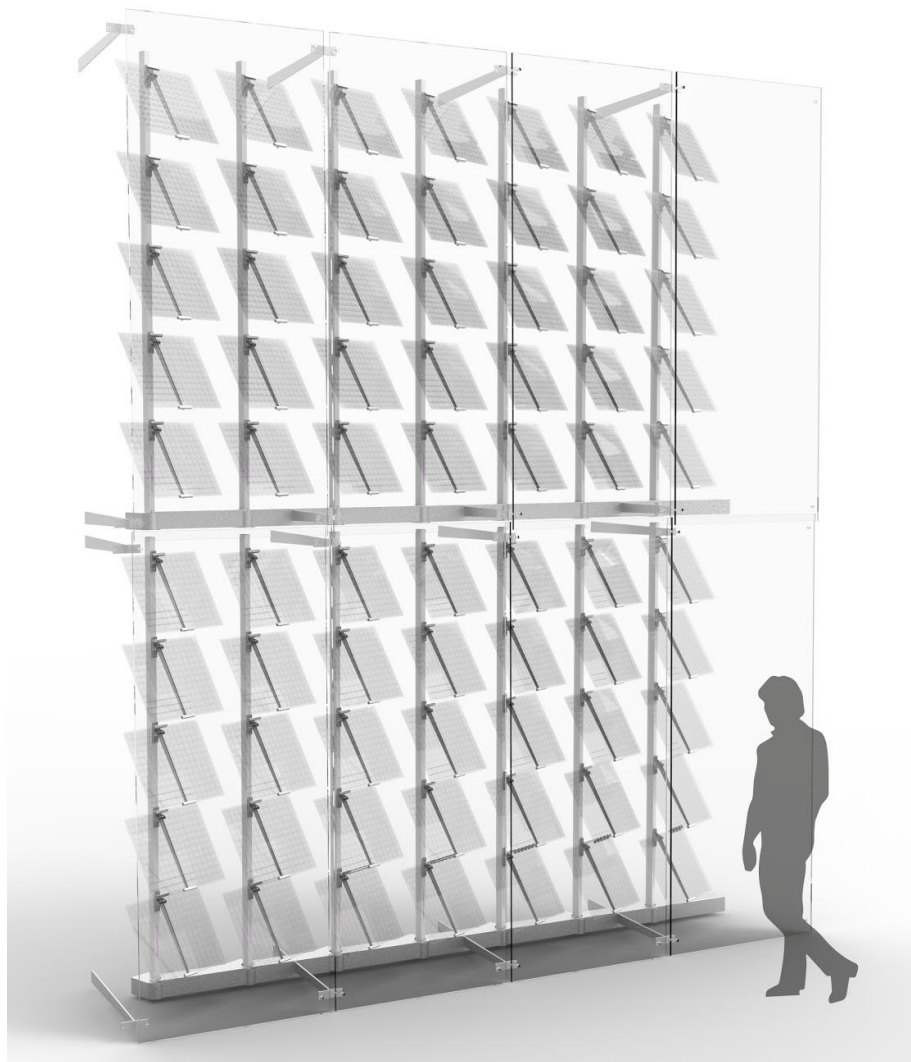
Naast de mechanica is er veel aandacht besteed aan in de ontwikkeling van betrouwbare firmware voor een goede werking van het systeem. De firmware is mee-ontwikkeld met prototype V1, V2 en V3. Per prototype is onderzoek gedaan naar een geschikte combinatie van actuatoren en sensoren voor het realiseren van een betrouwbare aansturing.

Deelresultaat 4: Gevelconcept voor integratie in gebouwen (SSE)

Vanuit de keuze voor een geveltoepassing heeft SolarSwing Energy verder onderzoek gedaan naar een bouwmodule. Prototype V1 is nog opgebouwd als een vast frame waarin de assenmechaniek met de modules is bevestigd, als zijnde een bouwblok. Dit bouwblok zou dan zelf een gevelelement kunnen vormen. Er is van dit concept afgestapt bij de ontwikkeling van prototype V2 en V3, waarbij de modulaire eenheid de staander is geworden. Dit in combinatie met een gevelconcept waarbij eerst een glazen voorzetgevel (als een tweede huid) wordt gerealiseerd en de Lumiduct staanders vervolgens in de gevel geplaatst worden. Dit gevelconcept is in samenspraak met ODS geveltechniek ontstaan en dient als basis voor de uitwerking van het gevelsysteem in het Urban Energy vervolgtraject.

¹ De piek in de grafiek wordt veroorzaakt door het frame van de plexiglas behuizing, deze zorgt voor schaduw op de zonnensensor

Afbeelding 5. Lumiduct gevelconcept



Deelresultaat 5: Power electronics voor maximalisatie elektriciteitsopbrengst (FTG)

FemtoGRID heeft binnen dit project onderzoek gedaan naar de optimale methode om de elektrische energie te oogsten met de Lumiduct. Dit met behulp van de FemtoGRID Power Optimizer (PO). Deze is opgebouwd uit een DC/DC Converter, maximum powerpoint tracking (MPPT) en een draadloze communicatie module voor het uitlezen van data.

De uitdagingen voor power optimizing in dit specifieke product lagen voornamelijk in de beschaduwingspatronen die zich voordoen (modules beschaduwen elkaar als ze de zon volgen). De onderlinge beschaduwing van de modules kan in een paar seconde (door wijzigen van de tracking stand) leiden tot een compleet nieuw, verliggend, maximum power point (MPP). Verder moest de PO aangepast worden op een de grote hoeveelheid PV cellen per module en een groot dynamisch bereik. FemtoGRID heeft de Power Optimizers geleverd voor het full-scale prototype. In eerste instantie is er 1 PO geplaatst per staander. Later, vanwege de wens naar meer inzicht, is er 1 PO per module geïnstalleerd.

Afbeelding 6. Initieel 1 PO per staander (L), uiteindelijke test met 1 PO per coupon (R)



De testen hebben geleid tot het ontwerp en productie van een PO met een nauwkeurig meet & regelsysteem. Mechanische eisen, schaalbaarheid, veiligheid en service mogelijkheden hebben geleid tot de keuze van één 300 watt PO per staander. De modules en staanders zijn parallel geschakeld om de spanning onder 40V te houden en binnen de veiligheidsnormen te blijven.

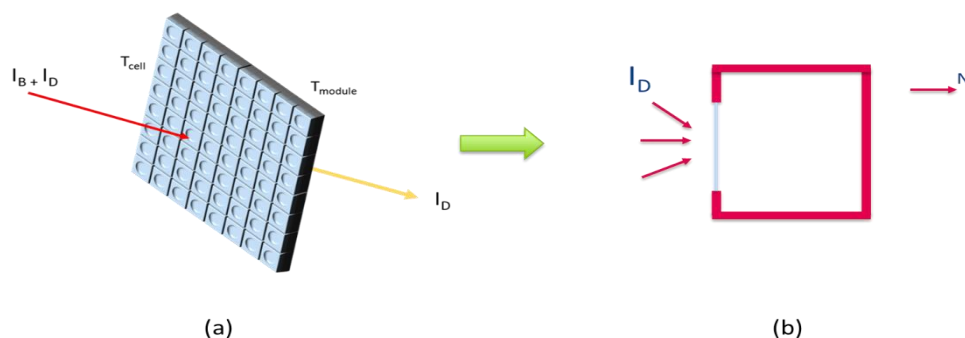
Deelresultaat 6: Simulatiemodel voor kwantificeren energiebesparing en kwaliteit binnenklimaat (TUE)

De TU eindhoven heeft een virtueel gebouwmodel – gebaseerd op gebouwprestatiesimulatiesoftware – ontwikkeld waarmee tegelijkertijd de thermische en daglichtprestaties van een gebouw met een Lumiduct-gevel geanalyseerd kunnen worden. De Lumiduct heeft unieke fysische eigenschappen, waar simulatieprogramma's die in de bouwpraktijk veel gebruikt worden nog niet mee overweg kunnen. Ook in de wetenschappelijke vakliteratuur is iets soortgelijks nog niet voorhanden.

Alvorens het volledige complexe model te ontwikkelen (zowel thermische effecten als daglicht) is eerst van start gegaan met een vereenvoudigde aanpak gebaseerd op de volgende aannames:

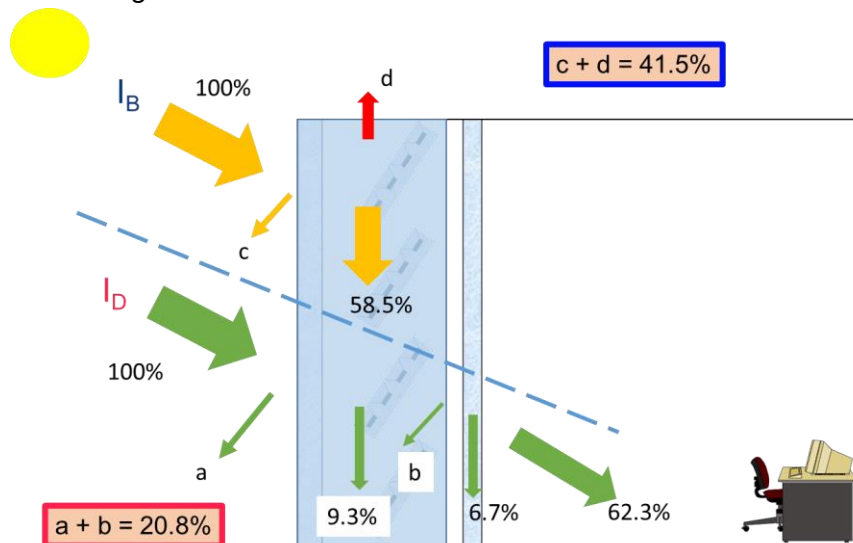
- A. Reductie van de Lumiduct setup tot een dubbele-huid gevel met niet-bewegende onderdelen
- B. Negeren van het directe deel van het inkomend zonlicht

Afbeelding 7: (a) Selectieve transmissie van directe (I_B) en diffuse (I_D) straling door Lumiduct modules, (b) Vereenvoudigd Lumiduct model dat enkel diffuse straling berekent



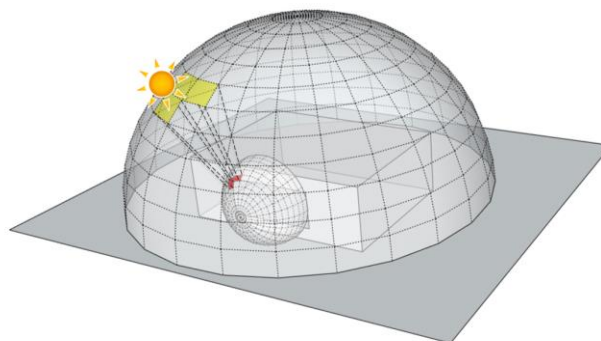
Het hierboven beschreven vereenvoudigde thermische model neemt de absorptie van de directe zoninstraling in de Lumiduct modules, en de warmte die daarbij vrijkomt, niet mee. Om deze fout te vermijden is in een tweede fase een verfijnd model ontwikkeld.

Afbeelding 8: Verbeterd thermisch model



In het daglichtmodel wordt gebruik gemaakt van Bi-directional Scattering Distribution Functions (BSDF), een mathematisch model dat de verstrooiing van licht beschrijft in verschillende richtingen. Om het blokkeren van direct daglicht te modelleren is een zonnevolgsysteem geïmplementeerd in het daglichtmodel.

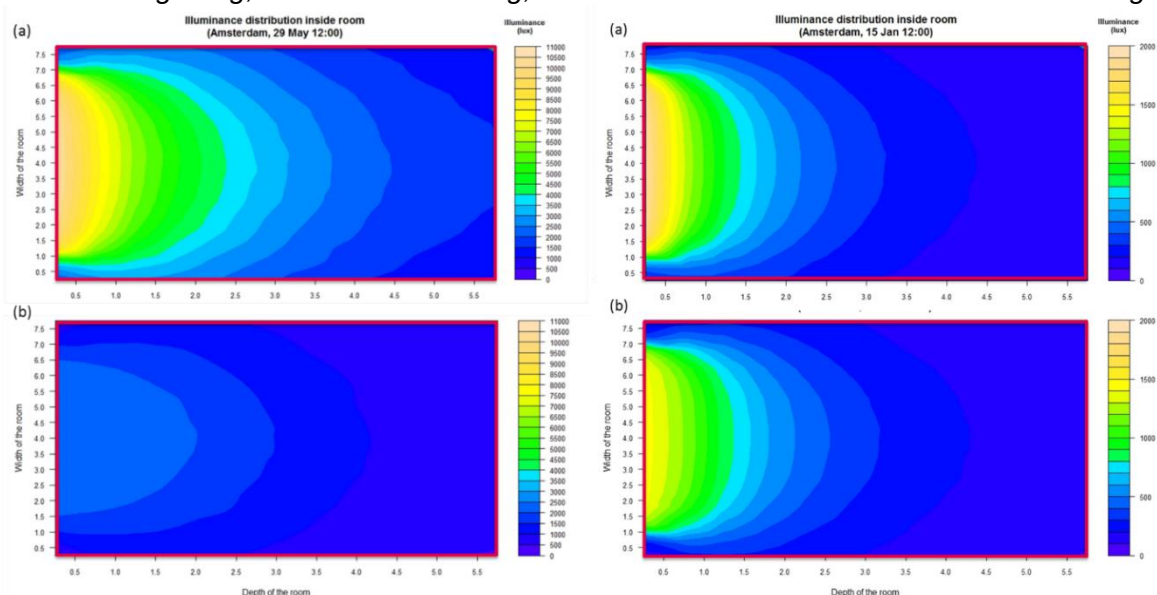
Afbeelding 9. Conceptuele weergave van hoe direct daglicht wordt geweerd in het daglichtmodel (gele vlakken: positie van de zon, rode vlakken: bijdragen van zonlicht uit deze richting worden geblokkeerd.)



Het gekoppelde thermische-daglichtmodel voor het voorspellen van de effecten van Lumiductgevels op gebouwprestaties zoals thermisch comfort, verblinding, bruikbaar daglicht en energiegebruik voor verwarming, koeling en verlichting, is nu volledig operationeel, en klaar om toegepast te worden in de volgende fase van het project.

Ter illustratie van de mogelijkheden in het model analyseren we hier de resultaten voor een typische bewolkte en een typische zonnige dag in het Nederlandse klimaat.

Afbeelding 10. Verlichtingssterkte in een kantoorruimte met glazen zuidgevel om 12.00u. Links: zonnige dag, rechts bewolkte dag, met a: Lumiduct en b: automatische zonwering



Bovenstaande afbeelding toont een hogere verlichtingssterkte in het geval van Lumiduct voor een zonnige dag. Dit komt doordat in het alternatieve geval, een gevelsysteem met beweegbare jaloezieën, de zonwering gesloten is, en zowel diffuus en direct daglicht, alsook het uitzicht naar buiten geblokkeerd wordt. In dit geval is de verlichtingssterkte in een ruimte met Lumiduct hoger dan 2500lux voor ongeveer 70% van het vloeroppervlak. Op een bewolkte dag is de verlichtingssterkte nagenoeg gelijk. Dit geeft aan dat de daglicht-toetreding van de Lumiduct vergelijkbaar is met een glazen gevel waarbij de zonwering omhoog is.

Bijdrage aan een duurzame energiehouding

De Lumiduct gevel combineert een hoge elektriciteit- en warmteproductie van respectievelijk 74 kWh_e en 107 kWh_{th} per m² per jaar (normaal niet-transparant zonnepanelen in een verticaal vlak produceert ca 100 kWh_e per m² per jaar). Dit in combinatie met hoge transparantie en optimale daglichtregeling. Daarom is het geschikt voor brede toepassing in de gebouwde omgeving, zowel bestaande als nieuwe gebouwen. Bestaande gebouwen kunnen met een Lumiduct voorzetgevel in relatief korte tijd een enorme upgrade krijgen.

Naast energieopwekking wordt ook energie bespaard en neemt de kwaliteit van het binnenklimaat substantieel toe door een hogere daglichtopbrengst. Deze unieke combinatie kan resulteren in een belangrijke bijdrage aan de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Een belangrijke indicator voor de interesse in deze combinatie is de enorme groei in BREEAM certificaten, waarbij veel nadruk ligt op de combinatie van energie efficiëntie en een toename van comfort voor de gebruiker.² Daarnaast sluit de Lumiduct zeer goed aan bij het groeiend gebruik van glas in gebouwen: Wereldwijd schatten wij dat er jaarlijks 7 miljoen m² glazen gevel wordt gerealiseerd in de high-end utiliteitsbouw. In Nederland wordt volgens

² Het vloeroppervlak dat geregistreerd staat voor kantoorgebouwen met een BREEAM certificaat is over 2015 namelijk gelijk aan het totaal aantal bouwvergunningen dat is afgegeven voor nieuwbouw kantoren in 2015 (189.000m² volgens het CBS)

het CBS 4,5-4,6 miljoen m² glas per jaar gebruikt in de bouw, waarvan 14% in de Utiliteitsbouw (in 2014). Veel glas is een kenmerk van de moderne architectuur. De Lumiduct sluit hierbij aan en dat maakt snelle implementatie van PV in de gevel veel kansrijker.

Bijdrage aan de versterking van de kennispositie

De transitie naar BIPV lijkt onomkeerbaar. De onlangs gestarte IEA SHC Task 56: “Building Integrated Solar Envelope Systems for HVAC and Lighting” en IEA PVPS Task 15: “Enabling framework for the acceleration of BIPV” geven blijk van de noodzaak om ook op internationaal niveau de krachten te bundelen voor actiever gebruik van zonne-energie in de gebouwschil. Nederland vervult een voortrekkersrol in deze ontwikkelingen. Er ontstaat een steeds grotere diversiteit aan oplossingen, en er is ook veel aandacht voor niet-technologische aspecten van deze transitie, zoals ook blijkt uit de BIPV roadmap die onlangs is opgesteld door Berenschot in opdracht van het TKI. Onderzoek en ontwikkeling van BICPV vormt nu nog een niche, maar het aantal wetenschappelijke publicaties over transparante PV-systemen geïntegreerd in gebouwen, en gebouwgeïntegreerde CPV in het bijzonder, stijgt exponentieel. Rendement en invloed op energiehuishouding zijn hierbij hoofdthema's. Enkele voorbeelden uitgelicht:

- Baig et al (2014) Performance analysis of a dielectric based 3D building integrated concentrating photovoltaic system
- Gonzalez et al. (2014) Analysis of solar shading caused by building-integrated Vertical Heliostat Fields
- Guiqiang et al. (2014) Design and investigation of a novel lens-walled compound parabolic concentrator with air gap
- Bunthof et al. (2016) Impact of Shading on a Flat CPV System for Façade Integration, submitted

Ondanks de vele potentiële voordelen van BICPV, zijn er tot op heden nog geen commerciële producten verkrijgbaar. De Lumiduct is daarin koploper. Parallel aan de BIPV beweging is een trend waarneembaar naar dynamischer gebruik van gevels voor het beperken van energievraag en het verbeteren van comfort. De noodzaak hiervoor is duidelijk aangetoond in het RVO EOS-It project FACET (www.eosfacet.nl). Toekomstige gevels zullen niet langer passief zijn, maar meebewegen met de seizoenen en het dag-nacht ritme in weersinvloeden en van de gebruiker/bewoner. EU COST Action TU 1403 – Adaptive Facade Network heeft onlangs een overzicht gepubliceerd met de huidige stand van onderzoek op dit gebied in Europa. Veel groepen zijn bezig met het zoeken naar oplossing voor het adaptief managen van daglicht, uitzicht, verblinding en thermische energiestromen; bijvoorbeeld via schakelbaar glas, lichtsturende lamellen of geavanceerde zonwerende luiken. De ideale oplossing lijkt nog niet gevonden te zijn. Een gevel die de zon volgt om elektriciteit op te wekken en tegelijkertijd het binnenklimaat te verbeteren bevindt zich in het hart van deze beide ontwikkelingen. De eerste resultaten omtrent de performance van de Lumiduct gevel binnen het ZEGO traject zijn veelbelovend.

De Nederlandse kennispositie wordt versterkt op meerdere vlakken. Technische kennis op het gebied van CPV, solar tracking, power optimizing en dynamische, stuurbare BIPV. Wetenschappelijk op het gebied van gebouwsimulatiemodellen en dan voornamelijk het

moeilijk te kwantificeren effect van BICPV maatregelen op het binnenklimaat. Dit laatste is noodzakelijk voor de slagingskans van multifunctionele bouwdelen met PV.

Mogelijkheden voor spin-off en vervolgactiviteiten

Dit project heeft geleid tot een werkend full-scale prototype. Prestatie-eisen en kostprijs-targets zijn gehaald. Verder is er nu inzicht in het effect van het product op het binnenklimaat en de energiehuishouding. Het concept van BICPV heeft fysieke vorm gekregen met het prototype en dat werkt zeer overtuigend zoals blijkt uit de grote belangstelling op de beurzen en events waar Wellsun met het prototype aanwezig was. Dit heeft geleid tot een eerste klant, die reeds een koopcontract getekend heeft, het demonstrator project zal in de zomer van 2017 gerealiseerd worden.

Het prototype leent zich goed voor beurspresentatie en de werving van klanten. Wellsun heeft in de periode van sep 2016 t/m maart 2017 op verschillende beurzen en evenementen gestaan met het prototype:

- Sep 2016 ECObouw congres, Zuiderstrandtheater Den Haag
- Oct 2016 Energievakbeurs, Brabanthallen Den Bosch
- Feb 2017 Material Xperience, jaarbeurs Utrecht

Afbeelding 27. Foto's van beurspresentaties met het Lumiduct prototype





Het prototype trekt veel aandacht en hebben geleid tot concrete leads. In maart 2017, een maand na de beëindiging van dit ZEGO project, is een koopcontract ondertekend met onze launching customer die ons heeft gezien op de Energievakbeurs in Den Bosch. In de zomer van 2017 zal een eerste demonstratieproject van de Lumiduct gevel worden gerealiseerd Bij Mondial Movers in Alblasterdam, langs de A15.

Afbeelding 28. Visualisatie van het pilot project bij Mondial Movers (L) en het ondertekende koopcontract (R)



De resultaten hebben verder geleid tot de uitbreiding van ons consortium. ODS geveltechniek heeft zich aangesloten om voor eigen kost- en risico het gevelsysteem verder uit te werken en Vision4energy voor het uitwerken van een specifieke toepassing van hun warmtewisselaar om warmte te oogsten in de gevel. Daarnaast is de samenwerking met de Radboud Universiteit versterkt. We hebben nu een volledig consortium van bedrijven en kennisinstellingen waarin alle benodigde kennis en expertise in huis is om de Lumiduct uit te ontwikkelen tot een commerciële toepassing. Voor dit traject is in sep 2016 een Urban Energy aanvraag ingediend. Deze is inmiddels toegekend waardoor de continuïteit van de ontwikkeling is gewaarborgd. Het consortium zal zich binnen het Urban Energy vervolgtraject focussen op de succesvolle realisatie van het pilot project in Alblasterdam.