

Eindrapportage Extase



TULiPPS Solar / Wallvision / Exasun / Solinso / AERspire / Autarco / Kiwa / Zuyd Hogeschool / Plastica Plaat

Projectgegevens

Projectnummer: TEHE116051
Project titel: Extase
Penvoerder: TULiPPS Solar
Partners: Wallvision
Exasun
Solinso
AERspire
Autarco
Kiwa
Zuyd Hogeschool
Plastica Plaat

Project periode: 1 juni 2016 - 31 mei 2020

Contactgegevens

Deze rapportage is opgesteld door de projectpartners. Voor vragen inzake het project, de resultaten en vervolgmogelijkheden kunt u contact opnemen met:

TULiPPS Solar
dhr. Paul Stassen
+31 6 46 23 04 52
contact@tulipps.com

Subsidie

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling Topsector Energie, §4.2.3. Hernieuwbare Energie, van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Samenvatting

Inhoudelijk eindrapport

Gebouwegeïntegreerde zonne-energie, ofwel BIPV, wordt vaak gezien als de meest verstandige wijze van duurzame elektriciteitsopwekking in de gebouwde omgeving om een aantal redenen: mooier, architectonisch, langere levensduur, hogere opbrengst, verhoogde bouwwaarde en een verbetering van verouderde bouwoplossingen. Helaas zijn beschikbare BIPV oplossingen vaak nog te duur waardoor ze moeilijk kunnen concurreren met standaard zonnepanelen die als op-dak oplossing (Building Applied Photovoltaics - BAPV) worden gemonteerd.

Dit project heeft als doel om BIPV gereed te maken voor **grootschalige toepassing in Nederland** door het **combineren van hoogwaardige technologie** en het **realiseren van demonstratieprojecten** met als gevolg het creëren van voldoende **massa** waarmee de **kostprijs van BIPV systemen** verder daalt.

Inleiding

“Wél opwekking van duurzame energie maar niet van die lelijke platen op mijn dak!” is een veelgehoorde uitspraak wanneer in Nederland over zonnepanelen wordt gesproken. Gebouwegeïntegreerde zonne-energie, ofwel BIPV wordt door velen voor zowel dak als gevel gezien als de meest verstandige wijze van duurzame elektriciteitsopwekking in de gebouwde omgeving om een aantal redenen: mooier, architectonisch, langere levensduur, hogere opbrengst, verhoogde bouwwaarde en een verbetering van verouderde bouwoplossingen. Helaas zijn beschikbare BIPV oplossingen vaak nog te duur waardoor ze moeilijk kunnen concurreren met standaard zonnepanelen die als op-dak oplossing (Building Applied Photovoltaics - BAPV) worden gemonteerd. De aanschafkosten van BIPV zonnestroomsystemen liggen doorgaans significant hoger, zeker wanneer sprake is van retrofit, waardoor een laagdrempelige en brede toepassing op daken en gevels belemmerd wordt. Dit is een gemiste kans omdat hierdoor een groot beschikbaar oppervlak van de gebouwde omgeving niet gebruikt wordt voor stroomopwekking, ondanks de gunstige businesscase. PV is een van de meeste kosteneffectieve manieren om de noodzakelijke verduurzaming van residentiële en commerciële gebouwen in Nederland te realiseren.

Hoewel BIPV systemen op termijn de meest aantrekkelijke manier zijn om de verduurzaming van de gebouwde omgeving in Nederland te realiseren en daarbij tevens bij te dragen aan grootschalige duurzame energieproductie in Nederland, moet aan een aantal voorwaarden voldaan worden. Het invullen van deze voorwaarden is noodzakelijk om BIPV systemen daadwerkelijk grootschalig uit te kunnen rollen. Essentiële voorwaarden voor het succes van BIPV producten zijn:

1. Lage systeemprijs. De kostprijs per m² moet concurreren met bestaande dak- of gevelmaterialen. Een beperkte meerprijs (10-25%) is acceptabel zolang de BIPV oplossingen voordelen bieden als levensduur, esthetiek en een groot vermogen per dak. BIPV systemen op basis van standaard 60-cels zonnepanelen kunnen inmiddels op prijs concurreren met standaard BAPV systemen. Nadelen van deze BIPV systemen zijn echter een kortere levensduur, een mindere esthetiek (H-patroon cellen) en een relatief klein vermogen per dak (er passen vaak relatief weinig grote panelen op een dak). Nieuwe BIPV systemen met een lange levensduur, betere esthetiek en op basis van kleinere panelen zijn momenteel echter nog 40-60% duurder dan BAPV systemen. Voor het verlagen van de systeemprijs is voldoende volume nodig en een verlaging van componentkosten. Bovendien kunnen de variatiemogelijkheden die traditionele

bouwmaterialen bieden nog niet tegen een concurrerende systeemprijs binnen het BIPV systeem worden aangeboden.

2. Hoog energie conversierendement. Een hoog rendement van de PV modules draagt bij aan een hoger financieel rendement en een grotere duurzaamheidsstap van gebouwen waar het beschikbaar oppervlak voor (efficiënte) stroomopwekking d.m.v. PV vaak beperkt is. De combinatie van een hoog rendement en lage systeemprijs zorgt voor een gunstige €/kWh prijs.
3. Extreem lange levensduur. BIPV systemen moeten qua aantoonbare levensduur matchen met bouwmaterialen en gebruikelijke onderhoudsmogelijkheden/intervallen. Hierbij is een levensduur m.b.t. stroomlevering van minimaal 30 jaar gewenst in combinatie met een mechanische levensduur van 50 jaar.
4. Fraaie esthetiek en verhoging gebouwwaarde door het BIPV systeem. Architectonische ontwerpvrijheid is hierbij cruciaal. Hiervoor is flexibiliteit nodig in de productie en logistiek van PV panelen, BIPV systemen en installatie daarvan, zodat een grote verscheidenheid aan gebouwtypen kan worden ingevuld met BIPV. De gebouwwaarde (bijdrage aan BENG, EPC, BREEAM, GPR, energielabel) door het toepassen van BIPV systemen dient significant toe te nemen.
5. Reductie van (financiële) risico's en complexiteit voor afnemers/eindgebruikers. Afnemers hebben behoefte aan complete geïntegreerde systemen en bijbehorende garanties/financiële modellen. Daarnaast is inzicht nodig in de opbrengsten gedurende de gebruiksfase om het vertrouwen in de vooraf opgestelde businesscase te rechtvaardigen.
6. Demonstreren van BIPV systemen die aan bovenstaande eisen invulling geven en disseminatie van de opgedane kennis in de bouwindustrie.

Doelstelling

In dit project is gepoogd aan bovenstaande uitdagingen invulling te geven door een aantal Nederlandse BIPV systemen te voorzien van de beste beschikbare paneeltechnologie.

Dit project had als doel om BIPV gereed te maken voor grootschalige toepassing in Nederland door het combineren van hoogwaardige technologie en het realiseren van demonstratieprojecten met als gevolg het creëren van voldoende massa waarmee de kostprijs van BIPV systemen verder daalt.

De BIPV concepten van TULiPPS (gevel), Exasun, Wallvision (gevel), Solinso en AERSpire geven ieder op een eigen manier invulling aan deze uitdagingen, maar bundelen de krachten in dit project om voldoende massa te creëren en daarmee de kostprijs van de PV panelen verder te laten dalen. De resultaten van het project betreffen:

1. Realisatie van verschillende demonstratieprojecten waarbij de Black Glass technologie wordt toegepast in de diverse BIPV concepten.
2. Het doorontwikkelen van Black Glass technologie om het mogelijk te maken panelen met kleinere en grotere maten ook in middelgrote series tegen lage kosten te produceren. Hiervoor is aanpassing van materialen, processen en machines nodig.
3. Onderbouwing van de betrouwbaarheidsclaim van de glas-glas BIPV technologie. De betrouwbaarheidsclaim van 30 jaar (stroomopwekking) en 50 jaar (mechanisch) wordt/is getest en onderbouwd door versnelde levensduurtesten bij KIWA uit te voeren en door veldopstellingen te monitoren m.b.v. NEBER/Zuyd Hogeschool.

4. Markt- en businesscase ontwikkeling / disseminatie binnen de bouwindustrie en bij gebouw eigenaren. De demonstraties dienen als voorbeeldcases voor een bredere acceptatie van BIPV producten en het wegnemen van onzekerheden omtrent commerciële toepassing van deze producten. Voor de diverse BIPV systemen heeft Autarco een businesscase uitgewerkt op basis van een geïntegreerd totaalsysteem inclusief installatie en monitoring gedurende de gebruiksfase.

Het project draagt hiermee bij aan de demonstratie van enkele van de belangrijkste technologische ontwikkelingen op BIPV gebied, zoals geïdentificeerd in de roadmap Building Integrated Photovoltaics van Berenschot. Specifiek zijn stappen gezet in het gebruik van hoog efficiënte achterzijdecontacttechnologie en in ontwikkelingen met een lange levensduur. Ook is aandacht besteed aan integratie van componenten tot een totaalsysteem in combinatie met monitoring en is vormvrijheid (flexibiliteit in maatvoering) een belangrijk aandachtspunt.

Werkwijze

Het project kende een achttal werkpakketten:

In werkpakket 1 ontwikkelde Exasun haar laminaattechnologie en werkte KIWA aan versnelde levensduurtesten op paneelniveau om een levensduur van >30 jaar aan te tonen. In de werkpakketten 2 t/m 6 zijn de BIPV systeemontwikkelingen (ZigZagSolar, COSMOS, Mystiek, AER en Black Roof) en waar mogelijk in combinatie met de Black Glass module-integratie uitgevoerd. In werkpakket 7 heeft de systeemintegratie en demonstratie plaatsgevonden. Hierin ontwikkelde KIWA tevens versnelde levensduurtesten op systeemniveau. Autarco heeft aan systeemintegratie en monitoring gewerkt. Daarnaast heeft Autarco i.c.m. de overige partners de businesscase van de diverse producten in een totaaloplossing uitgewerkt. Er zijn demonstraties gerealiseerd van de diverse BIPV concepten. Zuyd heeft de monitoring van de gerealiseerde opstellingen uitgevoerd en disseminatie van de resultaten in de bouwindustrie uitgewerkt.

Resultaten

In het project is een groot aantal resultaten bereikt. Onderstaand overzicht geeft de (deel)resultaten van het projectplan weer. Hiervan worden enkele belangrijke resultaten toegelicht.

WP 1: High performance laminaatontwikkeling – Goedkopere cellen en interconnectie / Levensduurtesten Black Glass moduletechnologie		
Resultaat 1.1	Kosten van cellen + interconnectie maximaal 10% boven standaard H-patroon + tabbing	Exasun
Resultaat 1.2	Opzet extreme levensduurtesten	KIWA
Resultaat 1.3	Testresultaten / haalbaarheid van toepassing BCG moduletechnologie met levensduur > 30 jaar	Exasun
Resultaat 1.4	Vaststellen BOM en gewenste processing BCG moduletechnologie bij lange levensduur	Exasun

WP2: ZigZagSolar		
Resultaat 2.1	ZigZagSolar ontwerp incl. specifieke BCG module	Wallvision
Resultaat 2.2	Ontwerp gebouwdetails gereed	Wallvision
Resultaat 2.3	Uitgewerkt bouwproces	Wallvision

WP3: COSMOS		
Resultaat 3.1	Ontwerp COSMOS gevelconcept	TULiPPS
Resultaat 3.2	Rapportage labtesten en ontwerpevaluatie levensduur	TULiPPS
Resultaat 3.3	Experimentele opstelling bij Apparatenfabriek Waalwijk	TULiPPS
Resultaat 3.3	Experimentele opstelling bij Plastica	Plastica

P4: Mystiek		
Resultaat 4.1	Technische haalbaarheidsrapportage levensduur kunststof Mystiek frame	Solinso
Resultaat 4.2	Alternatief frameontwerp gebaseerd op metalen	Solinso
Resultaat 4.3	Kosten- batenanalyse kunststof versus metalen frame	Solinso
Resultaat 4.4	Procesontwerp geautomatiseerde assemblage Mystiek zonnedakpan	Solinso

WP5: AER		
Resultaat 5.1	Diverse afmetingen BCG modules geïntegreerd in AER	AERspire
Resultaat 5.2	Prefab toepassing van AERspire systeem conceptueel uitgewerkt	AERspire

WP6: Black Roof		
Resultaat 6.1	Black Roof BIPV montageoplossing	Exasun
Resultaat 6.2	Testresultaten inzake waterdichtheid, windbelasting en brandveiligheid conform bouwbesluit	Exasun
Resultaat 6.3	Getest prototype edge junction box	Exasun

WP7: Systeemintegratie en demonstratie		
Resultaat 7.1	Businesscase analyse van ZigZagSolar, COSMOS, Mystiek, AER en Black Roof	Autarco
Resultaat 7.2	Autarco monitoringssysteem	Autarco
Resultaat 7.3	Evaluatie BIPV systeemontwerpen inzake levensduur	KIWA
Resultaat 7.4	Testprotocol voor levensduurtesten BIPV systemen	KIWA
Resultaat 7.5	Resultaten levensduurtesten BIPV systemen	KIWA
Resultaat 7.6	Oplevering demonstratieprojecten	allen
Resultaat 7.7	Monitoringsrapport van de diverse demonstraties	Zuyd
Resultaat 7.8	Organisatie review boards met bouwindustrie	Zuyd

WP8: Projectmanagement		
Resultaat 8.1	Notulen en presentaties van consortiumbijeenkomsten	TULiPPS
Resultaat 8.2	Voortgangsverslagen, tussenrapportages	TULiPPS
Resultaat 8.3	Financiële rapportages, eindrapportages	TULiPPS

WP1 High performance laminaatontwikkeling

Goedkopere cellen en interconnectie

Een belangrijke hindernis voor prijsreductie van Back Contact Glass laminaten is het hoge prijsniveau van de MWT cellen en de koperfolie: dit is duurder dan standaard zonnepaneeltechnologie (H-patroon cellen verbonden met tabbing wire). In dit werkpakket heeft Exasun daarom samengewerkt met een nieuwe celproducent om de celkosten te verlagen. Daarnaast heeft Exasun met een gespecialiseerde leverancier onderzocht of de kosten voor de koperfolie kunnen worden verlaagd met een andere productietechnologie en andere materiaalkeuzes.

Levensduurtesten Black Glass moduletechnologie

Exasun onderzocht in dit werkpakket de duurzaamheid van de Back Contact Glass (BCG) moduletechnologie. De oorspronkelijke opbouw van het glas-glas laminaat is gebaseerd op een encapsulatiemateriaal dat extreem weersbestendig is, vrijwel ongevoelig voor vochtinwerking en UV veroudering. Dit maakt dat de glas-glas laminaten van Exasun extreem duurzaam zijn. In dit werkpakket is deze claim verder onderbouwd door vergaande testen aan glas-glas laminaten uit te voeren. Samen met KIWA zijn extreem zware tests opgesteld die ver voorbij gaan aan IEC61215 en 61730 normeringstesten, bijvoorbeeld door samples bloot te stellen aan combinaties van vocht en UV. De focus ligt dan voornamelijk op het analyseren van vochtinwerking langs de randen en bij de junction box, omdat dit de enige plaatsen zijn waar vocht kan binnendringen. In dit werkpakket is een extreme testmethodologie toegepast op de BCG technologie.

Het doel van de testen was de langere levensduur van deze laminaten en de daaraan ten grondslag liggende materiaalselectie en processen te valideren. Het testprogramma is door Kiwa, in samenspraak met de projectpartners, opgesteld waarvan de flowchart in de bijlage is bijgevoegd. Men zou kunnen zeggen dat het overeenkomt met een tweevoudige IEC certificeringstest. De laminaten zijn aangeleverd medio Mei 2018 waarna de testen gestart zijn.

De resultaten van de testen zijn positief. Technisch hebben alle modules de testen met succes doorstaan. Voorafgaand aan de testen is veel overleg geweest over het ontwerp van de J-Box aansluiting. De regels hiervoor lijken multi-interpretabel. Deze test sluit enige twijfel hierover ook uit. Ondanks dat technisch de panelen de testen hebben doorstaan, heeft een paneel bij één test 'Fail' gescoord. Na test 10.29 Humidity Freeze (MST 52) zijn bij paneel 1213066001 'Burns on frontsheet and backsheet' waargenomen. Dit leidde echter niet tot technisch (meetbare) problemen. Voorlopige conclusie is dat de laminaten robuust genoeg zijn en is een langere levensduur te valideren. Helaas bestaat er geen test die een veroudering (levensduur) van 30 jaar kan simuleren, maar deze uitgevoerde test is op dit moment het beste alternatief hiervoor. Zie voor verdere resultaten de bijlagen.

WP2 ZigZagSolar

Black Glass integratie

Om het gevelsysteem van Wallvision te herontwikkelen voor toepassing met BCG panelen waren er ontwikkelingen voor de bevestiging, koeling, ventilatie en elektrische bekabeling noodzakelijk. Er is lang gezocht naar ingenieurs of ontwerpers die konden helpen bij de ontwikkeling van een perfect systeem. Hierbij zijn levensduur, productiekosten, montagekosten, betrouwbaarheid, verpakking, transport en veiligheid belangrijkste thema's. Het is niet gelukt om een geschikte partij te vinden en daarom is er voor gekozen om de ontwikkeling gezamenlijk met Fontys Hogeschool op te pakken. Dit heeft geleid tot een waardevolle conceptontwikkeling.

Onderzoek in andere projecten (o.a. ZonneGEVEL) heeft laten zien dat de lichtinstraling per rij cellen varieert in het ZigZagSolar systeem vanwege reflectie vanuit de esthetische gevelbeplating. Via metingen en simulaties (in het TKI project ZonneGEVEL) is vastgesteld dat de buitenste rijen cellen zonnecellen in ZigZagSolar beduidend meer zonlicht ontvangen dan de binnenste rijen. Wallvision zocht voor ZigZagSolar naar partners die hoogrenderende zonnepanelen kunnen produceren waarbij de binnenste rij zonnecellen elektrisch gescheiden is van de buitenste rij. Voor de ontwikkeling van deze zonnepanelen is gebruik gemaakt van meetgegevens aan een testwand die eerder buiten dit project is gebouwd en hebben daarbij gebruik gemaakt van de simulatiesoftware die door Wallvision is ontwikkeld.

Met de BCG technologie zou Wallvision in staat zijn gesteld om een module te ontwerpen, die die flexibiliteit biedt op het gebied van elektrische configuratie. Doordat tijdverlies met de bepaling van de definitieve Bill-Of-Materials (BOM) in WP1 duurde het langer dan verwacht voordat de specificaties bekend waren. Daarnaast was de productieafdeling van Exasun langere tijd bezet waardoor kleine testen beperkt mogelijk waren. Pas sinds begin augustus 2019 was bekend welke prestaties de BCG-modules konden leveren na uitkomsten van de verzwaarde testen van KIWA en welke specificaties klanten konden worden geboden. Door deze timing was het voor Wallvision niet mogelijk om een klant te vinden die een gevelproject voor deze specifieke testen. Er konden immers geen specificaties van het product aan de klant worden doorgeven. Uiteindelijk is vastgesteld dat Exasun, (ook met de nieuwe efficiënte productie-middelen) geen geschikt en betaalbaar product voor ZigZagSolar kan produceren.

Ontwikkeling specifieke gebouwdetails

Het ZigZagSolar BIPV gevelsysteem is ontwikkeld voor toepassing op blinde gevels. In dit project zijn specifieke gebouwdetails verder uitgewerkt zodat het product naadloos toe te passen is in combinatie met allerlei gevelontwerpen. Hiervoor zijn de volgende elementen worden ontwikkeld: aansluitdetails op ramen en daken, hoekoplossingen, dummy's, aansluitingen op andere geveldelen, vergroten van architectonische vrijheid door variatie in de ZigZag en toepassing van andere gevelmaterialen als esthetische beplating. Dit deel van het project is bijzonder succesvol verlopen. Minimale budgetoverschreiding. De details in de demonstratiegevel zijn bijzonder mooi. We hebben gebudgetteerd om deze details commercieel toe te passen en de drempel te verlagen voor architecten en aannemers om met onze producten te werken.

Tevens is aandacht geschonken aan de optimalisatie van simulatiemodellen voor het voorspellen van opbrengsten (voortbouwend op resultaten uit ZonneGEVEL) en is het bouwproces van het totaalsysteem inclusief gebouwdetails uitgewerkt. De ontwikkeling van een betrouwbaar simulatie-model is essentieel voor het success van ZigZagSolar. Simulatie-experts van ZZS hebben daarom hard gewerkt om de software uit te breiden met modules voor -locatie, lokaal klimaat, oriëntatie, schaduw, kleur decoratief paneel, glansgraad, horizon, hoek zonnepaneel, hoek decoratief paneel. In validatie aan testopstellingen is vastgesteld dat de specificaties die leveranciers van zonnepanelen opgeven geen eenduidige zeggingskracht hebben over de daadwerkelijke opbrengst van de zonnepanelen in een ZigZagSolar-gevel. Dit onderdeel is dermate belangrijk voor het success van dit project dat we veel meer loonkosten en doorlooptijd noodzakelijk achten om ZigZagSolar als een professioneel gevelproduct met hoge opbrengst in de markt te zetten. Inmiddels is vastgesteld dat de toevoegingen die in de simulatietools zijn geïntroduceerd leiden tot een verbeterde voorspelling. Deze simulatietools hebben bewezen dat we verhoogde elektrisch rendement, verbeterde optiek tegen lagere kosten kunnen bereiken dankzij de toevoeging van albedo, horizon, schaduw-studie, kleur, glans en accurate locale klimaatgegevens

WP3 COSMOS

Technologische ontwikkeling COSMOS gevelconcept

In dit werkpakket ontwikkelden TULiPPS en Plastica het montagesysteem voor installatie van esthetische BIPV gevels. Uitgangspunt hierbij is de COSMOS technologie geweest zoals deze is ontwikkeld in de projecten LiRoB en SuMMiT. Het gevelsysteem kende echter een aantal technische uitdagingen die verschillen van de oorspronkelijke toepassing gericht op daken. Het COSMOS systeem vormt in combinatie met zonnepanelen of andere esthetische gevelplating de buitenste schil van een geventileerde gevel (open voegen).

Montage- en demontage-eenvoud stond in dit project centraal. Hiervoor is een klikverbinding ontwikkeld waarmee het paneel eenvoudig op de montagerails bevestigd kan worden en die duurzaam (>30 jaar) blijft functioneren in een verticale opstelling. Voor een goede montage is strakke uitlijning van de montagerails van belang gebleken. Zeker waar het gaat om grotere oppervlakken kunnen snel grote afwijkingen ontstaan. Minimale verschillen in een strak glazen gevelconcept leiden direct tot afwijkingen in het esthetische beeld van de gevel en mogelijk ook tot onwenselijke spanningen op de montageonderdelen.

Gebruik van verschillende plaatdiktes naast elkaar moet tevens mogelijk zijn zonder dat dit aan de buitenzijde zichtbaar is. In hetzelfde gevelvlak dienen naast PV-panelen ook andere plaatmaterialen (zoals passtukken / randen / esthetische beplating als vervanger/alternatief voor PV panelen) geplaatst kunnen worden met verschillende plaatdiktes. De ontwikkeling hiervan is getrokken door Plastica. Alle ontwikkelde onderdelen zijn opgenomen in een BIM systeem zodat bij het maken van het ontwerp van gevels dit zo efficiënt mogelijk en foutloos kan worden gedaan.

Labtesten COSMOS gevelsysteem en ontwerpevaluatie

In het beoogde gevelsysteem wordt gewerkt met blinde bevestiging van dunne glazen panelen. Hierbij is gebruikgemaakt van verlijming van metalen delen op de achterzijde van BCG panelen van Exasun. Deze metalen delen zijn vervolgens door middel van de klikverbinding op de montagegoten bevestigd. De combinatie van nieuwe producten/materialen en wijze van verbinden leidt tot onzekerheden m.b.t. het (faal)gedrag van het systeem. Nederlandse en Europese normen hieromtrent zijn niet eenduidig. Er is daarom onderzoek gedaan naar:

- verheldering eisen en normen voor ontwikkeling en toepassing van gevelbekleding voor Nederlandse en Europese toepassing;
- optredende krachten versus de sterkte van het gevelsysteem voor diverse geveltoepassingen;
- Vereisten aan te gebruiken materialen en hybride constructies (samenhang verlijmde verbindingen, laminaten etc.) zoals mechanische sterkte en materiaaldikte gedurende levensduur van minimaal 30 jaar;
- vereisten m.b.t. constructie (noodzaak mechanische borging)

TULiPPS heeft via testen en modellering een beeld gevormd van dominante faalmechanismen in de totaalconstructie (bevestiging op binnenschil, montagerails, verlijmde delen op laminaat, lijmverbinding naar laminaat, laminaat incl. PV cellen zelf). Het gaat hierbij met name om de impact van krachtdoorleiding via de montageconstructie naar het laminaat en het effect daarvan op zowel mechanische sterkte gedurende de gebruiksfase en de PV functionaliteit.

Verder zijn additionele duurtesten van de constructie m.b.t. de verschillende vereisten uitgevoerd. Hierbij wordt is andere gekeken naar relevante regelgeving in Nederland en omliggende landen, bijvoorbeeld gericht op glasdikte, mechanische ondersteuning, spouwonderbrekingen etc.

Tot slot is bij Apparaten Fabrikage Waalwijk een experimentele opstelling gebouwd waar het COSMOS BIPV systeem inclusief Plastica gevel op kleine schaal wordt getoond en praktijktests worden uitgevoerd.



Figuur: Testopstelling TULiPPS/Plastica bij Apparaten Fabricage Waalwijk.



Figuur: Testopstelling TULiPPS/Plastica bij Plastica bestaande uit frameloze glas-glas laminaten en niet-actieve Alucopal cassettes in een universeel- en flexibel montagesysteem.

WP4 Mystiek

Onderzoek duurzaamheid kunststof frame Mystiek

Solinso heeft in dit werkpakket de duurzaamheid van het Mystiek frame onderzocht waarin Solinso de PV laminaten bevestigd. Het oorspronkelijke frame is gemaakt van technische kunststoffen die qua levensduur zijn afgestemd op PV laminaten met een kunststof backsheet. Standaard panelen (ofwel laminaten) met een kunststof backsheet hebben doorgaans een productgarantie van 10-12 jaar en een elektrische opbrengstgarantie van 25 jaar. De bestaande Mystiek zonnedakpan volgde deze productgarantie van 10 jaar. Bij de overstap naar Exasun glas-glas laminaten moet de Mystiek productgarantie worden vergroot naar 30 jaar. Door middel van nader onderzoek naar kunststoffen, is onderzocht hoe kunststoffen zich gedragen bij langdurige blootstelling aan zon, regen en wind. Belangrijke technische vraagstukken die hierbij aan bod kwamen zijn:

- Onderzoek naar kunststoffen die minstens 30, maar liever nog 50 jaar meegaan onder vergelijkbare gebruiksomstandigheden als een dakpan?
- Kan de levensduur van technische kunststoffen in een korte periode gesimuleerd worden? Hierbij gaat het om chemische en mechanische verouderingsprocessen zoals hydrolyse, kruip, vervorming en verlies aan mechanische sterkte.
- Hoe verandert de mechanische impactsterkte (a.g.v. hagel) van kunststoffen over de levenscyclus van het Mystiek product?
- Hoe verandert de hechtsterkte tussen framedeel en het glas-glas laminaat over de levenscyclus van het Mystiek product?
- Welke veranderingen van eigenschappen kunnen bijdragen aan een langere levensduur?
- Welke invloed hebben verschillende kleuren op de levensduur van de kunststof?

Solinso heeft diverse testprogramma's uitgevoerd vanuit verschillende invalshoeken. Enerzijds zijn kunststoffen getest. Anderzijds zijn verbindingen tussen kunststoffen, lijmen en laminaten getest. Alles in het kader om de duurzaamheid te verbeteren.

Kunststoffen

Er zijn diverse kunststoffen getest en beproefd op intrinsieke levensduur. De meest voor de hand liggende verouderingsprocessen van kunststoffen zijn mechanische degradatie als gevolg van vocht, UV (zonlicht), temperatuur of chemicaliën. UV licht heeft een energieniveau dat ervoor zorgt dat de moleculaire verbinding van kunststofketens wordt aangetast. Hierdoor neemt de sterkte van kunststoffen af en wordt het veelal bros. Daarnaast zorgt UV licht voor verkleuring van materiaal. De vraag is of de veroudering snel genoeg gaat in 25 jaar en überhaupt een probleem kan vormen wanneer panelen meer dan 25 jaar op een dak liggen.

Solinso heeft onderzoek gedaan naar thermoplastische kunststoffen die intrinsiek een goede UV bestendigheid hebben, en naar kunststoffen waarin UV stabilisatoren zijn gebruikt om ze beter bestand te maken tegen UV. Daarnaast heeft onderzoek plaatsgevonden naar materialen met aanvullende additieven - zoals glasvezel – om de eigenschappen t.b.v. de applicatie positief te beïnvloeden. Na deze onderzoeksfase zijn materialen geselecteerd en proefstukken vervaardigd.

In samenwerking met KIWA-automotive centrum Apeldoorn heeft Solinso de proefstukken getest met een outdoor exposure test (een onderdeel in de ECE R110 automotive standaard) waarbij 10 jaar

levensduur onder buitenomstandigheden wordt gesimuleerd in slechts 28 dagen. Samples worden blootgesteld aan 98% relatieve luchtvochtigheid en een sterke dosis UV (50 lumen UV-B). Omdat na 4 weken geen zichtbare effecten zichtbaar waren hebben we de test dubbel uitgevoerd. Op grond van deze testen hebben we de materiaalsamenstelling van Mystiek bepaald.

Lijmen

In het productontwerp van Solinso wordt het laminaat doormiddel van een lijm verbonden met het kunststof frame. Het vraagt niet alleen om een intrinsiek duurzame lijm, maar ook om een duurzame verbinding tussen het frame en het laminaat. De lijmverbinding moet de volledige gebruiksduur in tact blijven om lekkage en of losraken van componenten voorkomen.

Solinso heeft uitvoerig onderzoek gedaan naar het hechtingsgedrag van lijmen. Op verschillende kunststoffen zijn lijmtesten uitgevoerd. We hebben verschillende lijmtypes van verschillende leveranciers getest op verwerking, initiële hechting en afwerkingseigenschappen. Bovendien zijn de kunststof lijmvlakken ook nog eens op diverse manieren voorbehandeld. De testen zijn gedaan door op verschillende kunststoffen lijmrupsen aan te brengen. Na uitharden van de lijm wordt de lijmrups losgetrokken.

In eerste instantie is door Solinso de initiële hechting getest. Vervolgens zijn ook testen uitgevoerd door lijmleveranciers die de teststukken van Solinso eerst een klimaattest lieten ondergaan. Uiteindelijk zijn met destructief onderzoek ook complete panelen getest.

De testresultaten uit onderzoeken, en de kennis en ervaring is gebruikt om de Mystiek BIPV modules van Solinso samen te stellen voor versnelde levensduurtesten bij KIWA. 6 panelen zijn gemaakt die testprogramma doorlopen die ook door de andere partijen in het Extase cluster worden doorlopen. O.a. de damp heat test van 1000h is zonder problemen doorlopen.

Tot nu toe is gebleken dat de door Solinso toegepaste kunststof in staat moet zijn om probleemloos 25 jaar mee te gaan. Extra testen duren voort om nog langere levensduur te beproeven. Echter is wel al bekend dat er het uitwijken naar metalen als alternatief frame geen noodzaak blijkt om een lange levensduur te waarborgen.

Ontwikkeling alternatief Mystiek frame

Behalve het kunststof frame is ook een alternatief frame, gebaseerd op metalen, onderzocht. Dit houdt in dat er een nieuwe geometrie van het frame wordt ontwikkeld én dat een frame wordt gemaakt van metaal met bewezen betrouwbaarheid. Net als bij WP1 zijn de volgende vraagstukken behandeld:

- Welk metaal is het meest geschikt om minstens 30, maar liever nog 50 jaar mee te gaan onder vergelijkbare gebruiksomstandigheden als een dakpan?
- Kan de levensduur van het framedeel in een korte periode gesimuleerd worden? Hierbij gaat het om chemische en mechanische verouderingsprocessen zoals corrosie, verkleuring, vervorming en het effect van temperatuurschommelingen.
- Hoe draagt het ontwerp bij aan een langere levensduur?
- Welke veranderingen van eigenschappen kunnen bijdragen aan een langere levensduur?
- Hoe verandert de hechtsterkte tussen framedeel en het glas-glas laminaat over de levenscyclus van het Mystiek product?
- Welke invloed hebben verschillende kleuren op de levensduur van het metaal?

Onderzoek naar een metalen frame als alternatief voor een kunststof frame, komt voort uit de gedachte dat een metalen frame minder snel degradeert. Er is onderzocht welke metalen het meest voor de hand

liggend zijn om toe te passen als frame. Daarbij is naar de materiaalsoort gekeken (bijv. staal of aluminium) in combinatie met de mogelijke bewerkingsprocessen. Daar waar men bij kunststof spuitgieten in 1 mal een complete 3 dimensionale productvorm kan maken waarin de dakpanvorm is overgenomen, is dat met metalen niet in 1 productiestap mogelijk. Zowel bij aluminium extrusie als bij het bewerken van plaatwerk (laseren en kanten), zijn de bewerkingen tijdrovend gebleken. Een gesegmenteerde opbouw zoals bij de kunststof frames, wordt te duur. In die wetenschap is ontwerp en onderzoek gedaan naar een metalen frame deel dat over de volledige glaslengte van 1,5m loopt.

Een lijmverbinding over 1,5m tussen twee verschillende materialen leidt bij temperatuurwisselingen meestal tot rek en trek tussen de twee verlijmd componenten, en kan kromtrekken en delaminatie tot gevolg hebben. Solinso heeft onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de uitzetting over de 1,5m lengte op te vangen in de lijm laag. Er zijn berekeningen, metalen teststukken en prototypes gemaakt en lijmtesten uitgevoerd.

Een duidelijk nadeel is de vereiste om verschillende metalen framedelen te assembleren. Omdat delen niet 3 dimensionaal gevormd worden zoals bij kunststof spuitgieten, zijn meerdere delen met elkaar verbonden om één frame te maken. Dat zorgt voor extra assemblagekosten. Bovendien verkrijgt men geen volledig gesloten frame; het heeft materiaalovergangen die zorgen voor de zwakkere plekken. Al met al is het niet evident gebleken dat een frame uit metalen direct tot hogere levensbetrouwbaarheid of forse kostenreductie leidt. Om die reden zijn vooralsnog glas-glas laminaten gelijmd in de bekende kunststof frames.

Conclusies

- kunststof spuitgietframe geeft de grootste ontwerpflexibiliteit
- assemblageproces met kunststof framedelen is eenvoudiger dan met metalen frame
- kostenvoordeel om te switchen naar metalen frame is erg klein of nauwelijks haalbaar. Reductie in materiaalkosten worden gecompenseerd door hogere assemblagekosten (handelingen en complexiteit)

Processing Mystiek

Solinso beschikte voorafgaand aan het project over een handmatig processtation dat geheel gericht was op het verlijmen van PV laminaten in een kunststofframe. Halffabricaat producten werden geleverd in kratten of dozen en waren logistiek nog niet afgestemd op het productieproces. Ook aan de uitgaande kant moesten uitbreidingen worden voorzien om de zonnedakpannen te laten rusten (lijm moet 24 uur uitharden) en te verpakken voor transport. In dit Extase project heeft Solinso een assemblagelijijn ontworpen voor het geautomatiseerd assembleren van Mystiek zonnedakpannen. De assemblagelijijn bestaat uit de volgende stations:

- Pre-fix station. In dit station worden de spuitgietdelen handmatig aan elkaar verbonden door een strip.
- Voorbehandelingsstation. De framerand wordt voorbehandeld ofwel geactiveerd om een betere hechting met lijm tot stand te kunnen brengen.
- Lijmstation. In dit station worden 2 componenten lijm gemixt en geautomatiseerd aangebracht op de framerand.
- Laminaat pick-and-place station. Een PV laminaat wordt uit de transportbox genomen en in de natte lijm gedrukt. Hierna volgt nog een handmatige handeling om de overtollige kit af te strijken. Mystiek panelen kunnen met elk denkbaar laminaat gerealiseerd worden. ofwel glas-folie of glas-glas, zolang de afmetingen van de glasplaat past binnen de framematen van het eindproduct.

- Droogrek. Het Mystiek product moet vervolgens enkele uren de tijd krijgen om de kit te laten uitharden. Hiervoor is een geautomatiseerd FIFO droogrek ontwikkeld.
- Flashtester. Nadat uitgeharde en overvloedige kit van de Mystiek producten is verwijderd vindt eindcontrole plaats in de flashtester. Dit is een functionele test. Vervolgens worden de panelen in kratten of dozen verpakt, klaar om uit te leveren

Met behulp van het geautomatiseerde proces zijn ook glas-glas laminaten van Exasun verlijmd. Onderstaande foto toont een close-up van een laminaat van Exasun dat in de lijn verwerkt wordt. Op deze manier kan Solinso Mystiek panelen produceren waarin glas-glas laminaten met back contact cellen verwerkt worden. Hiervan zijn door Solinso de nodige testsamples gemaakt.

WP5 AER

Flexibilisering BCG integratie in AER dak

AERspire en Exasun hebben in het project Smart HiPerPV samengewerkt om de BCG technologie in het specifieke AER moduleontwerp te integreren. Smart HiPerPV richtte zich hierbij op een *60-cells portrait* module met “*standaardafmetingen*” waarbij tussen de verschoven glas-glas technologie van AERspire de Exasun BCG technologie werd geïntegreerd. Hiervoor zijn indertijd op de eerste Exasun productie stations een aantal 60-cells modules geproduceerd welke in een demo op de Wijk van Morgen zijn geïnstalleerd en door HSZ zijn gemonitord.

In Extase is de uitbreiding van het AERspire productportfolio, de afstemming in specificatie van BCG en H-cel AER PV elementen en de industrialisatie van de productie van de AER-BCG modules bij Exasun verder uitgewerkt.

De eerste fasering was het afstemmen in mogelijkheden om een eenheid in de specificatie en maatvoeringen voor de PV elementen met BCG en H-cellen te creëren. De standaard maatvoeringen zijn in lengte en breedte aangepast en het AERspire productportfolio is uitgebreid met landscape producten in de uitvoering met 24, 36, 48, 60 en 72 cellen. De breedtematen van de AER PV elementen zijn nu afgestemd op de standaard beukmaten in de bouw. Afhankelijk van de beukmaat van een woning kan nu een specifiek product als optimale oplossing worden geselecteerd en ingezet.

Ook de praktijk heeft inmiddels uitgewezen dat dit bredere portfolio afgestemd op de beukmaten niet alleen meer flexibiliteit aan architect en keuzevrijheid aan de klant biedt maar met name ook minder gebruik van paspannen (minder maatwerk) en dus een lagere systeemprijs tot gevolg heeft.



Typisch voorbeeld van een project met een mix van 3 verschillende producten binnen 1 project, in dit geval zelfs landscape en portrait.

Ketenintegratie

Om de kostprijs op systeemniveau verder terug te brengen zocht AERspire de samenwerking met andere betrokkenen in de bouwketen. Hierbij werd het doel gesteld om waar mogelijk activiteiten m.b.t. het bevestigingssysteem, die nu op het dak plaatsvinden, naar de fabriek te verplaatsen. De details van het oorspronkelijke AERspire concept zijn hierbij onder de loep genomen. De ervaringen en eerste evaluaties die er lagen vanuit eerdere test- maar ook commerciële projecten zoals het project dat in Eindhoven met Heijmans gerealiseerd was en de eerste evaluaties hiervan hebben perspectief geboden om hier verder te optimaliseren. Om deze stap keten breed te maken is betrokkenheid geweest van architecten, dak(isolatie) fabrikanten, bouwers en (solar) installateurs.

Op basis van de initiële en theoretische ideeën hebben er verschillende testen in de uitvoering van diverse projecten plaatsgevonden om zo e.e.a. in de praktijk te toetsen en vergelijken voordat AERspire wijzigingen in de uitvoering en het ontwerp van het oorspronkelijk systeem wilde aanbrengen.

Als gevolg van de uitkomsten van de uiteenlopende testen voor zowel nieuwbouw als renovatie woningen is het bevestigingssysteem vereenvoudigd, beugels zijn aangepast en het concept is zo ontwikkeld dat in veel van de gevallen het verticale profiel zelfs weggelaten kan worden. Eventuele voorbereiding met beugels en/of voorboringen aan de zijde van de dakplaten leverancier maakt de installatietijd nog wat korter. Afhankelijk het dakontwerp en de projectuitvoering kan er nu een installatietijd gerealiseerd worden die in sommige gevallen tot de halvering van de eerdere installatietijd van het bevestigingssysteem komt, wat vooraf aan deze exercitie ook als doel gesteld was.

Voor de afwerking van de nok zijn ook modulaire “prefab” delen uitgewerkt welke inmiddels ook als standaard in de praktijk worden toegepast. Er is een classificatie gedefinieerd van de hellingshoek welke ook modulair al gedeeltelijk voorbereid wordt voordat deze naar de projectlocatie gaat. Voor de

gootafwerking en de afwerking rondom ramen is e.e.a. zo ontworpen dat er producten gebruikt kunnen worden die standaard in de markt beschikbaar zijn.

Verder zijn er stappen gemaakt in de eerdere omvangrijke route voor de productie van de paspannen. Er is een andere sourcing route opgezet waarbij AERspire veel flexibeler en sneller tegen lagere kosten de producten kan laten vervaardigen. Daar waar eerder meerdere partijen betrokken waren in de productie van de verschoven glas-glas (dummy) elementen en de doorlooptijden dus ook erg lang waren wordt nu alles onder 1 dak geproduceerd met een levertijd die een kwart zo lang is als voorheen.

WP6 Black Roof

Black Roof bevestigingssysteem

Exasun heeft in dit werkpakket het Black Roof product getest en geperfectioneerd. Het product bestaat uit kleine Exasun glas-glas laminaten en een speciaal montagesysteem dat de panelen bevestigt aan het dak. Zowel panelen als montagesysteem zijn ontworpen aan een levensduurtest om een levensduur van minstens 30 jaar te garanderen. Vraagstukken die hierbij een rol speelden waren:

- Welke materialen en ontwerpkeuzes zijn het meest geschikt om een levensduur van minstens 30, maar liever nog 50 jaar te kunnen garanderen gaan onder vergelijkbare gebruiksomstandigheden als een dakpan?
- Kan de levensduur van Black Roof in een korte periode gesimuleerd worden? Hierbij gaat het om chemische en mechanische verouderingsprocessen zoals hydrolyse, vervorming en mechanische sterkte als gevolg van temperatuurschommelingen.
- Hoe kunnen de systeemkosten van het Black Roof systeem worden verbeterd?
- Is het mogelijk om met dezelfde materialen (semi)gehard glas paspanelen te produceren, die toch op 'het werk' kunnen worden versneden/verzaagd om een zo esthetisch mogelijke aanblik te realiseren?

Edge Junction box voor 15-36 cellen

Bij glas-glas zonnepanelen moet een gat in het achterzijdeglas worden gemaakt om gebruik te maken van een standaard J-box. Gaten boren in glas is echter duur, daarom was het in deze deeltaak wenselijk een edge-junction box te ontwikkelen. Een aandachtspunt voor kleinere BIPV zonnepanelen met 15-36 cellen is dat slechts 1 of 2 Bypass diodes nodig zijn in plaats van 3 in geval van een standaard paneel met 60 cellen. Hierdoor kon de J-box ook aanzienlijk kleiner en goedkoper worden. Exasun heeft de Edge junction box ontwikkeld.

WP7 Systeemintegratie en demonstratie

Systeemintegratie en inrichten monitoring

Autarco heeft zich in dit project tot doel gesteld om alle betrokken partijen ten behoeve van business case development de mogelijkheid te bieden PV systemen te modelleren, de opbrengst ervan betrouwbaar te voorspellen, en de prestaties ervan in real time te monitoren.

Tussen eind 2016 en begin 2020 is daarom gewerkt aan een infrastructuur van software- en hardware componenten die hiervoor benodigd is. Deze componenten omvatten communicatie software en -hardware waarmee omvormers en andere PV hardware in het veld kunnen worden uitgelezen, software waarmee deze data voortdurend kan worden verzameld, geaggregeerd en beschikbaar gemaakt voor andere applicaties binnen de architectuur, software waarmee datastromen realtime kunnen worden geanalyseerd en waarmee onregelmatigheden of storingen kunnen worden gesignaleerd, software waarmee visueel PV systemen kunnen worden gemodelleerd en geconfigureerd, software waarmee de

opbrengst van PV systemen kan worden voorspeld rekening houdend met verschillende invloedsfactoren, en software waarmee de realtime prestaties van een systeem kunnen worden gemonitord, geanalyseerd, en gerapporteerd. Zuyd heeft ondersteund in de opzet van het meetplan en eventueel aanvullende sensoriek (zoals temperatuurmetingen) voor de te realiseren pilots. De inrichting van monitoring is in overleg met de BIPV conceptontwikkelaars gebeurd, parallel aan de ontwikkeling van de concepten in WP2 t/m WP6.

Centraal in de gehele Autarco architectuur ligt Helios, de online omgeving waarin stakeholders van systemen deze kunnen modelleren en configureren, op basis van dit model de opbrengst ervan kunnen voorspellen, de daadwerkelijke prestaties kunnen laten rapporteren, en daarmee op basis van de beschikbare gegevens een businesscase kunnen opstellen. Helios biedt de mogelijkheid om binnen een systeem meerdere velden van PV panelen te definiëren met elk een eigen oriëntatie en hellingshoek, en de aaneenschakeling van PV panelen in ketens te configureren. Bij het voorspellen van de opbrengst worden factoren als schaduwwerping van objecten in de omgeving, gebruikte componenten, temperatuur, stand van de zon, de schakeling van de panelen aan de omvormer, en natuurlijk het eerder genoemde systeemontwerp meegenomen.

De markt voor BIPV, en de beperkende factoren die hiervoor golden in 2016, zijn gedurende het project ingehaald door de techniek. BIPV is intussen meer rendabel geworden (de kosten zijn gedaald tot onder 1 euro per kWp), waardoor overwegingen als esthetiek een grotere rol zijn gaan spelen in de vergelijking tussen BIPV en BAPV. De factoren op basis waarvan de projectpartners een businesscase definiëren zijn daarom ook sterker afhankelijk geworden van de individuele propositie. Autarco is in dit project dan ook verder gegaan dan het concreet definiëren van een set business cases, door met Helios de tools en data aan te bieden voor elke partner om zijn eigen business case op te baseren. Zie de bijlage voor een systeemrapport uit Helios.

De voorspelkracht en betrouwbaarheid van de software architectuur die in dit project zijn ontwikkeld zijn dermate groot, dat deze onderschreven worden door de grootste verzekeraar ter wereld: Lloyds of London.

Met de ontwikkelde software van Autarco heeft het consortium goed onderbouwde modellen kunnen maken van systemen met hetzelfde theoretische vermogen, en vervolgens in de pilots op betrouwbare wijze het verschil in prestaties tussen BIPV en BAPV in kaart kunnen brengen. Hierbij heeft Autarco gefocust op producten die een aantrekkelijke Total Cost of Ownership hebben (i.p.v. laagste aanschafwaarde), lettend op kWh opbrengst gedurende de product levensduur, onderhoudsgevoeligheid, esthetische meerwaarde en brede toepasbaarheid. Zuyd heeft daarnaast TRNSYS berekeningen uitgevoerd om de impact van PV op de verduurzaming van gebouwen als geheel te kwantificeren.

Levensduurtesten BIPV systemen

In werkpakket 1 zijn de Black Glass laminaten onderworpen aan extreme levensduurtesten. De integratie van de Black Glass laminaten in de BIPV systemen betekent echter ook dat op systeemniveau dergelijke testen opnieuw uitgevoerd dienen te worden. Zijn de ontwerpkeuzes dusdanig dat een minimale levensduur van 30 jaar en bij voorkeur 50 jaar mechanische levensduur te garanderen is? KIWA heeft input gegeven in het ontwerpproces van de diverse BIPV systemen en evalueerde de potentiële impact van ontwerpkeuzes op de levensduur. Hierbij is gelet op materiaalkeuzes (bijv. m.b.t. corrosie) en verbindingswijzen (mechanische of lijmverbindingen, overdracht stress).

De diverse BIPV concepten zijn (en worden) door KIWA onderworpen aan versnelde levensduurtesten (dampheat, UV, thermal cycling, eventueel combinaties van belastingen). Daarnaast zijn bouwfysische eigenschappen als windweerstand en waterdichtheid geanalyseerd bij BDA. Ook het effect van de montagewijze op de PV panelen (mogelijke overdracht van belastingen) is een aandachtspunt geweest. KIWA heeft i.s.m. de partners een testprotocol ontwikkeld om dergelijke prestaties op systeemniveau te kunnen toetsen. In de bijlage is het totale testprogramma toegevoegd.

Demonstratie BIPV systemen

Als laatste fase van het Extase project zijn door de projectpartners demonstratieprojecten gerealiseerd. Ieder BIPV concept is toegepast in een commercieel demonstratieproject.

De projecten zijn uitgevoerd i.s.m. de bouwindustrie, installateurs en gebouweigenaren (particulieren, corporaties, commerciële vastgoedeigenaren). Deze projecten zijn begeleid alsof het een normaal verkooptraject zou zijn, dus met ontwerp, bouwbegeleiding en datamonitoring na oplevering. Er zijn, waar nodig, bilaterale afspraken gemaakt omtrent paneelkosten, zodat kostprijzen inzichtelijk zijn en geen oneigenlijk voordeel voor een van de projectpartners ontstaat. Onderstaand de opgeleverde demonstraties binnen dit project:



Figuur: Demonstraties Extase: Links TULiPPS & Plastica, midden boven Wallvision, rechtsboven AERspire, midden onder Solinso, rechtsonder Exasun.

Solinso heeft diverse demonstratieprojecten uitgevoerd waarbij de installaties zijn voorzien van een SolarEdge omvormer systeem. SolarEdge beschikt over een datamonitoring infrastructuur waarmee de energieopwekking van Mystiek panelen op detailniveau gevolgd kan worden.



Figuur: Diverse projecten Solinso.

Daarnaast heeft Solinso een eerste project i.s.m. Autarco opgeleverd waarbij Solinso de installatie heeft geleverd en Autarco het omvormer gedeelte.



Figuur: Project Veldhoven. 6,3kWp. 72 panelen verdeeld over 2 parallelle clusters. Gemonteerd in november 2019, datamonitoring beschikbaar vanaf maart 2020.

Monitoring en disseminatie

De opgeleverde demonstraties zijn vanaf oplevering tot het eind van het project gemonitord. Zuyd heeft hiertoe een monitoringsprogramma opgesteld, gebruikmakend van de data die beschikbaar komen vanuit het Autarco monitoringssysteem. Autarco heeft zich bij de monitoring gericht op eenvoudige elektrische monitoring om de markt vertrouwd te laten raken met prestaties van de BIPV systemen. De data is voor zover mogelijk gedurende een jaar verzameld met het monitoringssysteem dat in activiteit 7.1 ontwikkeld is, zodat Autarco daarna voldoende betrouwbare informatie beschikbaar heeft om een kWh garantie aan haar klanten te kunnen geven bij commercialisatie van de producten.

Daarnaast heeft Zuyd zich gericht op analyse van de data in combinatie met aanvullende dataverzameling, zoals temperatuurmetingen. Tijdens het project heeft Zuyd zich op de disseminatie van kennis in de bouwindustrie gericht. De gegevens die worden verkregen uit de monitoring van de demonstratielocaties worden gebruikt om de voordelen van BIPV voor een breed publiek inzichtelijk te maken. Zie bijlage voor monitoringsrapport van de diverse demonstraties.

WP8 Projectmanagement en disseminatie

Projectmanagement

TULiPPS heeft de rol van penvoerder voor dit project op zich genomen en heeft, met ondersteuning, de feitelijke projectmanagement taken uitgevoerd. Naast het werkpakket overleg zijn consortium bijeenkomsten georganiseerd waarin de werkpakket resultaten worden besproken en de voortgang is gemonitord. Eventuele benodigde wijzigingen zijn vanuit hier geïnitieerd en indien nodig voorgelegd aan het projectteam.

Voortgangsrapportages

Gedurende het project is periodiek financieel en inhoudelijk de voortgang opgevraagd bij de projectpartners. Daarnaast heeft op meerdere momenten afstemming plaats gevonden met RVO inzake de projectvoortgang.

Vervolgactiviteiten

Extase heeft een groot aantal resultaten opgeleverd die merendeels een vervolg krijgen na afloop van het project. TULiPPS en Exasun onderzoeken de mogelijkheden tot het aangaan van een strategisch samenwerking. Autarco onderzoekt verdere mogelijkheden voor het opnemen van een BIPV-systeem in haar portfolio maar kan op dit moment nog onvoldoende (kWh)-garanties afgeven. TULiPPS en Autarco zullen dit onderzoek voortzetten. Verder zijn beide gevelpartijen (TULiPPS en Wallvision) gestart met onderzoek naar een methode voor snellere opschaling van BIPV-gevels in Nederland.

Discussie, conclusie en aanbevelingen

Extase was een ambitieus project met een groot aantal innovatieve doelstellingen. Bijna alle doelstellingen zijn behaald. Tevens zijn de meest essentiële projectresultaten behaald. Op sommige resultaten is om strategische, product- of markttechnische redenen afgeweken en voor zover nodig (als projectwijziging) gemeld bij RVO, maar zijn wel relevante additionele resultaten behaald.

De complexiteit van het project heeft gedurende de uitvoer voor diverse uitdagingen gezorgd en daarmee invloed gehad op het project. Daarom doen we enkele aanbevelingen voor de uitvoer van toekomstige projecten.

- Samenwerking tussen een groot aantal partners, ieder met zijn eigen ambities, ervaringen en doelstellingen, vergt een continue afstemming van strategische en operationele belangen. De veranderende omstandigheden binnen zowel de solar als de bouwindustrie in Nederland en daarbuiten zorgen voor steeds wisselende omstandigheden die het marktperspectief van innovaties beïnvloeden. Mede door de langere doorlooptijd van het project (4 jaar) kunnen deze belangen door o.a. marktwerking wijzigen. Door vooraf scherp gedefinieerde doelstellingen is het consortium gelukt om bij afwijkingen gezamenlijk bij te sturen.
- De ambities waren, met oog op de doorlooptijd, hoog. De diversiteit aan innovaties was groot. Enerzijds stimuleert dit brede kennisdeling en een focus op aspecten in het systeem die in kleinere consortia mogelijk vergeten worden. Anderzijds heeft dit gezorgd voor enige vertraging in het realiseren van enkele resultaten. Een duidelijke projectfasering met gezamenlijk overeengekomen mijlpalen en beslismomenten is noodzakelijk om de projectvoortgang te behouden en inzicht te houden in de status van de diverse ontwikkelingen ten opzichte van de afgesproken doelen.
- Gedurende de looptijd van het project is de zon-PV markt in Nederland enorm veranderd. In 2016 had de Europese wetgever nog de hoop om (voornamelijk Duitse) solar productie industrie te beschermen middels een minimum import tarief voor panelen uit Azië. Hierdoor was een prijsniveau van 0,8-1,0 €/Wp voor full-black zonnepanelen nog vrij normaal. Anno 2020 ligt dat op 0,25 €/Wp waar niemand op had gerekend. Dit heeft vergaande consequenties gehad voor de oplosrichtingen en samenwerkingsverbanden binnen het consortium. In 2016 bedroeg het aandeel BOS kosten (alle overige materialen behalve zonnepanelen plus installatiearbeid), zo'n

45% van een zonnestroominstallatie, nu ligt dat op 65%. Kortom, de kosten van een zonnestroominstallatie worden steeds meer bepaald door de hoeveelheid materialen en installatiearbeid. Dit biedt dus kansen voor BIPV omdat het zonnepaneel en de onderconstructie gecombineerd worden als één geheel waardoor minder installatiearbeid nodig is om het product te installeren.

- Nieuwe technologie op het vakgebied van elektriciteit kan alleen snel grootschalig uitrollen met bijbehorend overheidsbeleid. Het onderwerp energie is bij uitstek een politiek onderwerp. De overheid heeft erg veel invloed op waar kansen en barrières liggen.
- Wijzigingen van de salderingsregeling hangt al jaren in de lucht en dit creëert onzekerheid in de markt,
- Het overheidsbeleid maakt geen onderscheid tussen BAPV of BIPV en dit zorgt ervoor dat de bouwindustrie in 99% van de gevallen kiest voor het systeem met de laagste kosten (BAPV). Nederlandse innovatieve BIPV producten vinden maar moeilijk hun weg naar de markt en schaalgrootte is daardoor moeilijk te bereiken. Het gevolg is dat de kostprijs van het systeem onvoldoende snel kan dalen.
- Nu Nederland steeds voller komt te staan met PV ontstaat congestie op het elektriciteitsnet. Dit zal de komende jaren alleen maar meer voor gaan komen. Onze overheid zou daarom meer moeten sturen op de combinatie van opwekking en verbruik op dezelfde plek. Dat zou een kans zijn voor BIPV terwijl de realiteit is dat de BIPV markt juist gehinderd worden door een onrechtvaardige BTW teruggave regeling.

Concluderend kijken de projectpartners terug op een uitdagend project dat uiteindelijk heeft geleid tot wisselende, maar positieve resultaten voor alle betrokkenen.

Uitvoering van het project

Het project heeft gedurende de looptijd uitdagingen gekend. Deze hebben onder andere tot gevolg gehad dat er inhoudelijke zijn doorgevoerd. Deze worden hieronder verder toegelicht.

Inhoudelijke en organisatorische wijziging

Er zijn diverse technische uitdagingen geweest waardoor de uitvoer van activiteiten moesten worden verlengd:

- **Organisatorische wijziging:** NEBER is gedurende het project failliet gedaan, maar opereerde onder de vlag van Zuyd Hogeschool. Hierdoor is er geen formele organisatorische wijziging plaatsgevonden. Zuyd Hogeschool heeft alle doelstellingen en resultaten vanuit haar rol overgenomen van NEBER.
- **Inhoudelijke wijziging:** Wijziging einddatum van project i.v.m. faillissement van leverancier gehard glas en onderschatte complexiteit van het samenstellen van de Bill of Materials van Exasun. Tevens is de begroting van deelnemer Kiwa gewijzigd.
- **Inhoudelijke wijziging:** Wijziging einddatum van project i.v.m. het niet kunnen produceren van laminaten met Black Glass Technologie op oorspronkelijke productie (tegen de in het projectplan opgenomen prijs van €1/Wp). Als gevolg zijn hierdoor ook de systeemtesten (die nog doorlopen na einddatum project) bij KIWA vertraagd.

Alle significante wijzigingen zijn gedurende het project aan RVO gerapporteerd en waar nodig goedgekeurd.

Kennisverspreiding

Gedurende de looptijd van Extase zijn er persberichten verspreid door de consortiumpartners.

PR project en verdere PR mogelijkheden

De projectpartners worden graag benaderd voor eventuele verdere publicitaire activiteiten en dragen graag bij aan publieke activiteiten van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland of de Topsector Energie.