

## Inhoud

### Gegevens project

- a. Projectnummer TEHE 115054
- b. Projecttitel Duurzame Renovatie Gestapelde Woningbouw DRGW
- c. Penvoerder en medeaanvragers
  - i. Penvoerder bij aanvang: Tautus B.V., rol overgenomen door LENS-holding B.V.
  - ii. Medeaanvragers
    1. Creteq B.V.
    2. GIPE B.V.
    3. ZOwonen
    4. Tautus BV (tussentijds werd haar rol gewijzigd)
    5. LAUDY Bouw&Ontwikkeling BV (tussentijds werd haar rol gewijzigd)
    6. **LENS-holding B.V.**
- d. Projectperiode
  - i. Oorspronkelijk: 23-7-2015 tot 30-6-2017
  - ii. Aangepast: **23-7-2015** tot 31-8-2018

### Inhoudelijk eindrapport

#### Samenvatting

Partijen zien een belangrijke rol voor architectonisch aantrekkelijke zonnegevels bij de verduurzaming van de gestapelde woningbouw. ZigZagSolar is een compleet decoratief gevelsysteem met geïntegreerde zonnepanelen met een bijzonder hoge elektrische opbrengst. Een succesvol uitgevoerd gevelproject gecombineerd met een dakopstelling en de toepassing van de intelligente stroomverdeler Herman op en aan de flat "EisenhowerII" van ZOwonen heeft niet alleen bewijs geleverd dat de gevel succesvol geïnstalleerd kan worden, maar heeft ook waardevolle informatie over de elektrische opbrengst en de financiële aspecten opgeleverd. Door de gezamenlijke inspanning van de projectpartners is het systeem succesvol geïnstalleerd en geaccepteerd door de bewoners. LENS heeft de verdeling van de elektriciteit over de bewoners verzorgd middels de stroomverdeler 'Herman', ZOwonen en GIPE hebben ondersteuning van de bewoners verkregen en Tautus en Laudy hebben in de beginfase van het project kennis geleverd over de bouwkundige en financiële aspecten voor een dergelijk project. Ondanks een oneindige serie tegenslagen en vertragingen is de installatie succesvol geïnstalleerd, zowel de gevel, als het dak, als de in pandige verdeling. Het gevel product heeft zich hierdoor bewezen als aantrekkelijke optie voor toekomstige gevelprojecten in de gestapelde woningbouw. Inmiddels heeft Creteq de kosten van het systeem verder gereduceerd en oplossingen voor nog hogere elektrische opbrengst uitgewerkt. Creteq B.V. heeft een goed gevulde portefeuille met gevelprojecten bij woningbouwcorporaties en VVE's in Nederland. ZigZagSolar wordt inmiddels ook voorbereid voor internationale toepassing in onder andere België, Polen, India, Dubai en Hong Kong. Dit project heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het toekomstperspectief van ZigzagSolar en alle andere zonne-gevel-concepten in Nederland. Een zonne-gevel is een aantrekkelijke oplossing voor de verduurzaming van de gestapelde woningbouw.

Het installeren van zonnepanelen op het dak van deze hoge hoogbouw is bij aanvang van het project onderschat. De hoofdreden hiervoor is met name de windbelasting. Standaard zonnepanelen kunnen deze windbelasting niet aan, slechts enkele producenten van installatiematerialen kunnen garanties afgeven en doordat er veel ballast nodig is op deze hoogte is de technische engineering van cruciaal belang.

Bij aanvang zou Tautus haar financiële modellen uitwerken alsook de levering verzorgen van de dakpanelen. Daarbij is geen rekening gehouden met het feit dat zonnepanelen die deze windbelasting wél aankunnen zijn zeer kostprijsverhogend werken. Bij aanvang van het project was de rolverdeling dat LENS enkel haar verdeelsysteem “Herman” voor de toepassing op hoge hoogbouw door zou ontwikkelen en de intelligentie van het systeem verder te ontwikkelen. Tautus echter, in haar rol als financier én verantwoordelijke voor de standaard dakmaterialen moest hierop afhaken: simpelweg, het systeem werd te kostbaar voor haar de financiële modellen. Gelukkig heeft ZOwonen het belang van het systeem ingezien en besloten het deel dat Bancair gefinancierd moest worden vanuit eigen middelen te financieren.

LENS ondertussen had een enorme ontwikkel- en voorbereidingslag gemaakt om haar Herman systeem geschikt te maken voor hoge hoogbouw terwijl het pilotproject dreigde te stranden. Daarmee zou het werk van Creteq en dat van LENS in de praktijk niet getoetst kunnen worden.

Ondertussen liep de renovatie verder waardoor, door het nog niet rondkomen van de financiering, we uit het tijdspad van Laudy Bouw liepen. Daarbij aangetekend dat de, bij aanvang veronderstelde synergie tussen renovatie en installatie van het energiesysteem, niet goed werkbaar bleek in de praktijk. Dit is een lesson learned! Installatie tijdens renovatie lijkt mooi, maar in de praktijk lopen de bouwdisciplines elkaar sterk in de weg, komt er bouwstof in elektrisch (schakel)materiaal en beschadigen zaken als zonnepanelen.

Omdat LENS het een geweldig project vindt, er veel nieuwe technieken ontwikkeld, toegepast en getest konden worden, er een uniek gevelsysteem geïntegreerd is op de flat met het Herman systeem heeft LENS besloten het penvoerderschap over te nemen om het project toch in haar geheel uitgevoerd te krijgen, en met succes.

## Inleiding

Er zijn circa 2.000 galerijflats in Nederland. Veel van deze gebouwen stammen uit de jaren '60 en '70 en dienen gerenoveerd te worden, zowel qua wooncomfort, bouwtechnische levensduur (30 jaar) als qua energetische prestaties. Verduurzaming van de gebouwen is essentieel, maar toepassing van zonnepanelen is niet evident. Hiervoor moet een aantal uitdagingen worden opgelost: ketensamenwerking, benutten gevel voor voldoende energie-opwekkend vermogen, beperken bouwkundige en installatietechnische risico's, creëren van een aantrekkelijke financiering en business case voor realisatie van het BIPV systeem en het toevoegen van intelligentie.

## Doelstelling

Het project heeft als doel om een intelligent en duurzaam BIPV gevelsysteem geschikt voor duurzame renovatie van gestapelde woningbouw, inclusief financieel aantrekkelijke business case te ontwikkelen. Het project levert een eerste pilot op, maar het systeem dient daarna schaalbaar te zijn, zowel industrieel/technisch als financieel, zodat een uitrol naar overige locaties in Nederland haalbaar wordt en hiermee een nieuw marktsegment kan worden voorzien van PV.

## Werkwijze

Het project bestaat uit een ontwikkelfase en een uitvoerende fase. In de ontwikkelfase worden de innovaties uitgewerkt met betrekking tot ZigZagSolar, Herman de Zonnestroomverdeler en Tautus'

financiële modellen. Deze drie ontwikkelingen resulteren in een totaalconcept dat in de uitvoerende fase wordt toegepast in de pilot Eisenhower flat II. Na installatie vindt monitoring plaats en disseminatie van de verkregen resultaten. Creteq is werkpakketleider van WP1 (industrialisatie gevelconcept), Tautus is werkpakketleider van WP2 (ontwikkeling financieel model en intelligente monitoring). Na afronding van deze twee werkpakketten is Tautus als systeemeigenaar verantwoordelijk voor het realiseren van de installatie in WP3 (conceptintegratie en pilottoepassing). De installatie vindt in nauw overleg met LAUDY (verantwoordelijk voor de gehele renovatie van de flat) en ZOWonen (gebouweigenaar) plaats. De monitoring in de gebruiksfase (WP4) wordt gecoördineerd door LENS. GIPE coördineert de algehele voortgang en planning.

### Overzicht projectaanpak

Het project bestaat uit een ontwikkelfase en een uitvoerende fase. In de ontwikkelfase worden de innovaties uitgewerkt met betrekking tot ZigZagSolar, Herman de Zonnestroomverdeler en Tautus' financiële modellen. Deze drie ontwikkelingen resulteren in een totaalconcept dat in de uitvoerende fase wordt toegepast in de pilot Eisenhower flat II. Na installatie vindt monitoring plaats en disseminatie van de verkregen resultaten. Creteq is werkpakketleider van WP1 (industrialisatie gevelconcept), Tautus is werkpakketleider van WP2 (ontwikkeling financieel model en intelligente monitoring). Na afronding van deze twee werkpakketten is Tautus als systeemeigenaar verantwoordelijk voor het realiseren van de installatie in WP3 (conceptintegratie en pilottoepassing). De installatie vindt in nauw overleg met LAUDY (verantwoordelijk voor de gehele renovatie van de flat) en ZOWonen (gebouweigenaar) plaats. De monitoring in de gebruiksfase (WP4) wordt gecoördineerd door LENS. GIPE coördineert de algehele voortgang en planning. Het project kent een projectstuurgroep waarin alle partners middels één stem vertegenwoordigd zijn. Deze stuurgroep neemt besluiten omtrent projectvoortgang, wijzigingen, financiën, etc. De werkpakketleiders rapporteren de voortgang van hun activiteiten aan de stuurgroep, zodat deze kan ingrijpen waar nodig.

### Resultaten

Binnen dit project zijn de volgende belangrijke resultaten bereikt:

- Ontwikkelen gevelsysteem, specificeren van alle onderdelen
- Maatwerk in aansluitingen randen ontwerpen en realiseren
- Voorspellen van elektrische opbrengst bij optimale geometrie en materialen
- Produceren van alle onderdelen bij industriële partner Bumet
- Van Duurzame coating laten voorzien van alle aluminium zichtdelen
- Produceren van speciale onderdelen via REBOR
- Produceren van maatwerk decoratieve materialen bij CreativCladding inclusief import
- Definiëren van onderconstructie op de gevel, uitvlakken ondergrond, randafwerking
- Assembleren van alle materialen tot cassettes
- Bouwen van kleine testwand
- Definieren verpakking, opslagmogelijkheden, transport (zowel horizontaal als verticaal)
- Organiseren alle logistiek op de bouwplaats
- Organiseren verticaal transport en keuze bouw materieel
- Organiseren training en montage geveldelen
- Organiseren training en montage alle elektrische delen aan de gevel
- Organiseren interfase met de werkzaamheden van LENS
- Afzeker compliance met bouwvoorschriften en andere regelgeving en verordeningen
- Actieve controle tijdens uitvoering werkzaamheden

- Afzekeren tevredenheid bewoners
- Verzorgen publiciteit en PR
- Interne conclusies en aanbevelingen voor volgende projecten
- Opzetten van actieplan ter verbetering van het ontwerp
- Commerciële uitrol van dit concept in Nederland en daarbuiten

## Businesscase en overige resultaten

### De gevel levert op

- energie die voor de klant een waarde heeft (door deze te verkopen aan gebruikers)
- subsidies (zoals SDE+ en GVO, STEP-subsidie, enz)
- waardevermeerdering van het vastgoed
- voldoen aan (toekomstige) bouwvoorschriften
- goedkopere financiering (groen financiering)

### De gevel kost:

- afschrijving
- rente over lening
- onderhoud
- reservering vervanging onderdelen (omvormers) gedurende de levensduur.

Uiteindelijk levert de gevel een winst waarover een belasting wordt betaald. Indien de winst na belasting wordt gekapitaliseerd in een Internal Rate of Return, kan de winstgevendheid over het eigen geld worden berekend.

De gevel van ZigZagSolar is inmiddels winstgevend te realiseren dankzij verbeteringen in alle stappen van het proces: slimmere verkoop, slimmer product-ontwerp, economies of scale, hogere elektrische opbrengst, efficiëntie op de bouwplaats.

ZIGZAGSOLAR kan met een terugverdientijd van minder dan 8 jaar worden verkocht in Nederland of met een rendement op geïnvesteerd vermogen van meer dan 8%. Getallen zijn uiteraard afhankelijk van het type gebouw en de wijze van installeren.

Door het toevoegen van intelligentie wordt het mogelijk om de energie in te voeden op meerdere aansluitingen, en, daar flexibel mee om te gaan. Duurzaamheid valt uiteen in een aantal dossiers: Techniek, Juridische zaken, Economisch en Sociale acceptatie. LENS is thuis in deze domeinen.

### De kracht van een intelligent en flexibel systeem is dat:

- De waarde van zonnestroom is gelijk aan de waarde van de vermeden inkoop. Deze waarde verschilt per verbruiker en is afhankelijk van het verbruik. Ook in de tijd zal deze door wijzigingen in regelgeving (aanpassen salderingsregeling) wijzigen. Door deze opzet kan het bestaande systeem deze wijzigingen volgen. Op dit specifieke project zou het invoeden van deze hoeveelheid zonnestroom op de centrale meter niet tot een rendabele businesscase leiden.
- Projecten worden haalbaar als er sprake is van sociale acceptatie. Omdat het systeem in de loop van de tijd het invoeden op woningen kan uit- en aanzetten, hoeven niet in één keer alle bewoners te tekenen voor zonnestroom, maar is het mogelijk om later alsnog mee te doen, bijvoorbeeld bij mutatie van de woningen. Vele malen makkelijker zou het zijn om in te voeden op één punt, echter dit is technisch en financieel niet haalbaar gebleken (in dit specifieke geval).

De downside van deze opzet is dat er een complexer en dus ook foutgevoeliger en duurder systeem ontstaat in vergelijking met een systeem dat recht-toe-rechtaan op één punt de stroom invoedt.

Lessons learned voor LENS is dat wij het Herman verdeelsysteem als tool in onze 'toolbox' zijn gaan benaderen met als doel projecten te realiseren. De valkuil is namelijk dat als je een hamer hebt iedere uitdaging een spijker lijkt. LENS is inmiddels thuis in alle mogelijkheden om zonnestroom te realiseren, dus ook op grootverbruiksaansluitingen en voor kleinverbruik waar we in woningen een eigen omvormer plaatsen, zodat we voor onze klanten de beste oplossing kunnen bieden. Met deze aanpak is LENS vaste zonnestroompartner voor meerdere woningbouwcorporaties en projectontwikkelaars geworden. Voorbeelden zijn de randstedelijke de Alliantie, Stadgenoot, Ymere, Woonbron en Rochdale waar we zowel voor de nieuwbouw als voor bestaande bouw ingeschakeld worden.

Het gevelsysteem is door LENS, met name bij nieuwbouwwopgave, meegenomen in de mogelijkheden, echter dat heeft tot nu toe niet tot opdrachten met het ZigZagSolar systeem geleidt.

Onderstaand volgt een inhoudelijke toelichting:

Werkpakket 1:

*Werkpakket 1.1*

Gedaan: - Productie speciale zonnepanelen: Specificeren van zonnepanelen voor deze gevel voor productie op industriële schaal. Toetsen of de leverancier deze panelen binnen specificaties op betrouwbare wijze kan aanleveren. Ontwikkelen verpakking voor deze speciale zonnepanelen, toetsen verpakking, laden, lossen, kwaliteitssysteem. Focus op beperken verpakkingsmaterialen en streven naar herbruikbare of recycleerbare verpakkingsmaterialen. Voorkomen transportschade en handelingschade. De asymmetrische lengtes van de bekabeling van de zonnepanelen is een speciaal aandachtspunt.

Niet gedaan: - Creteq onderzoekt samen met Tautus de mogelijkheden omtrent sourcing van deze speciale panelen.

Gedaan: - Industriële productie en assemblage; Opschalen productie van de cassettes zonder concessies te doen aan productkwaliteit. Ontwikkelen procedures voor toetsen en optimaliseren van inkoop materialen, ingangscntrole, handling, werkvoorschriften voor prefab assemblage van de cassettes, eindcontrole etc.

*Werkpakket 1.2*

Door Creteq uitgevoerd, overgenomen taken van Laudy: - De prefab voorbereide cassettes dienen betrouwbaar zonder beschadigingen te worden vervoerd naar de bouwplaats. Uitdagingen zijn handling van modules tijdens transport, laden en lossen op de bouwplaats, beschadigingsgevoeligheid, minimaliseren milieubelasting door verpakkingsmiddelen.

Na transport vindt montage van de cassettes op de bouwplaats plaats. Uitdagingen hierbij zijn:

Door Creteq uitgevoerd, overgenomen taken van Laudy: - nauwkeurig en efficiënt inmeten van de gevel voordat de steiger geplaatst wordt (bijv. middels drones)

Door Creteq uitgevoerd, overgenomen taken van Laudy: - montage en stellen van de onderconstructie. Uitlijnen binnen toleranties met een focus op nauwkeurigheid en toetsen van kwaliteit van het inmeten is cruciaal bij renovatieprojecten. Gebouwspecifieke constructieberekeningen worden i.s.m. LAUDY uitgevoerd.

Door Creteq uitgevoerd, overgenomen taken van Laudy: - Opbouwproces van de gevel, lettend op nauwkeurigheid van maatvoering in horizontale en verticale voegen. Ergonomie, veiligheid, montagesnelheid en esthetische kwaliteit zijn hier cruciaal.

Door Creteq uitgevoerd, overgenomen taken van Laudy: - LAUDY geeft input in de ontwikkeling van deze procedures vanuit een bouwkundig perspectief.

### *Werkpakket 1.3*

Grotendeels geheel door Creteq uitgevoerd (ondersteuning door LENS, geen ondersteuning Laudy): De gevelbouwer sluit alle panelen elektrisch aan elkaar aan. Voorafgaand hieraan dient een uitgewerkt elektrisch gevelontwerp beschikbaar te zijn voor een optimaal renderen van de PV panelen, rekening houdend met kosten en installatie-eenvoud. De zonnepalen worden tijdens montage mogelijk voorzien van een blinderingsfolie. De elektrische installateur is verantwoordelijk voor de verdere aansluiting van de panelen naar de omvormer(s) en daarna naar het punt van verdelen of de meterkast. De specifieke eisen m.b.t. toepassing in combinatie met Herman de Zonnestroomverdeler worden hierbij aangeleverd door LENS. LAUDY evalueert het proces wederom vanuit bouwkundig / montagetechnisch perspectief.

LENS heeft de omvormers van het gevelsysteem geoptimaliseerd (van string- naar omvormer systeem met optimisers). De redenen zijn:

- Single point of failure issue is daarmee opgelost (als één panel uitvalt loopt de rest gewoon door). Bij problemen valt niet de hele gevel uit, maar slechts één paneel.
- Identificatieprobleem op zeer moeilijk bereikbare plaatsen. Door deze toepassing is vanuit de monitoring exact te zien wáár een probleem zich voordoet zonder dat de hele gevel in de stijgers gezet hoeft te worden.

### *Werkpakket 1.4*

Voor eigen gebruik bij Creteq uitgevoerd. LENS heeft haar eigen administratie: Het is waardevol om de elektriciteit die deze gevel produceert nauwkeurig te monitoren. Monitoring dient om snel in te kunnen grijpen bij storingen of indien de elektrische opbrengst afwijkt van de verwachtingen. Voor toekomstige gevelprojecten is het belangrijk om te leren van de opbrengst van deze gevel onder verschillende weerscondities. Daarnaast wordt een monitoringsprogramma opgesteld om de ontwikkeling van vervuiling, verwerking, slijtage of andere vormen van esthetisch kwaliteitsverlies vast te stellen.

Uit de monitoring volgt een onderhoudsschema. Hieruit volgen lessen voor de reiniging en het onderhoud van de zonnepanelen, de omvormers en alle overige onderdelen van de gevel. Een incidentele inspectie van de constructie (binnen en buiten) is een onderdeel van dit programma.

Het monitoringsysteem wordt door LENS in WP2 ontwikkeld. In deze taak wordt in samenspraak met Tautus en GIPE specifiek gekeken naar benodigde data die vanuit de gevel middels Herman de Zonnestroomverdeler beschikbaar moet komen. De betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de data zijn belangrijk voor correcte monitoring. Meetdata zoals deze door LENS worden verzameld voldoen aan de eisen zoals deze gesteld worden door de International Smart Meteringcode. Daarmee voldoen de meetdata aan de Nederlandse wet op het Comptabel verkeer.

LENS heeft een monitorings- en onderhoudsprogramma gedefinieerd en zal dit ook uitvoeren in de komende jaren. Daarbij heeft LENS het systeem herverzekerd in haar ISCO (Installatie Service Contract).

## Werkpakket 2:

### *Werkpakket 2.1*

Het opbouwen van de financiële modellen werd door Tautus gedaan. Echter, geen van de modellen heeft binnen het project geleid tot een uitvoerbaar en financierbaar concept

Een van de wijzigingen die hiervoor aan te wijzen is de verandering van de huurwet. Binnen de ESCO modellen moet een stabiele derde partij (ZOWonen) garantstaan voor de financiering. Binnen de nieuwe huurwet werd het woningbouwcorporaties verboden om garant in dergelijke constructies. Daarmee was ESCO financiering van het project van de baan. LENS heeft het project binnen reguliere modellen geherstructureerd d.w.z. verkoop van de energie aan huurders door de verhuurder.

LENS heeft voor eigen risico het complete systeem gerealiseerd t.b.v. de pilot waarmee alle punten in de risico-allocatie bij LENS zijn komen te liggen en door haar werden gemitigeerd.

Door wegvallen van Tautus heeft Creteq (voor eigen gebruik) een financieel model ontwikkeld.

### *Werkpakket 2.2*

Herman de Zonnestroomverdeler werd doorontwikkeld ten behoeve van hoge hoogbouw binnen dit project. Beoogd werd om de zonnestroom van de gehele installatie (dak en gevel) over alle 130 woningen te verdelen.

LENS heeft enorme inspanning gedaan om aan dit aantal te komen. Dat is grotendeels gelukt, uiteindelijk zijn (op het moment van schrijven) 110 woningen operationeel, de andere woningen zijn voorbereid.

Een 85% conversie is overigens echt heel erg goed. In de zonnemarkt wordt 40% conversie al goed genoemd. Het toont de kracht van het Hermansysteem overigens ook aan in het Sociale Domein. De hele installatie is nu namelijk werkzaam, waar bij standaard systemen (zonder verdeler) op dit moment 15% "uit" zou moeten staan omdat ze dan niet aangesloten kan worden.

De communicatie was lastig.

- omdat we regelmatig "no show": mensen die niet thuis zijn op het moment van installatie, ondanks gemaakte afspraken;
- huishoudens waar geen enkele Europese taal gesproken wordt, het dus ook niet makkelijk bleek om afspraken te maken, uit te leggen wat we aan het doen zijn, of die geïnstrueerd kunnen worden hoe om te gaan met de regelingen (zoals "aanmelden op energieleveren.nl") waardoor deze huishoudens wél zonnestroom krijgen, maar (mogelijk) geen vergoeding daarvoor;
- huurders die niet bereikbaar zijn over de mail, telefoon of op enigerlei andere wijze;
- de tijdens het project ingevoerde privacyregels (de AVG) verhinderden LENS om over de benodigde contactgegevens te beschikken.

110 van de 130 appartementen maken nu gebruik van de salderingsregeling doordat de stroom verdeeld wordt over deze kleingebruikersaansluitingen. Dit in plaats van één centrale aansluiting terug geleverd te worden aan het net.

- LENS heeft doorgerekend en aangetoond dat de beste businesscase in het geval van deze flat bestaat uit het aansluiten van de woningen met het Herman verdeelsysteem en heeft dat vergeleken met het aansluiten van de Centrale voorzieningen (CVZ).

- Met een CVZ systeem zou 70% van de bewoners moeten instemmen (met het Herman verdeelsysteem is dat een individuele keuze waardoor ook met, bijvoorbeeld 40%, het hele systeem uitgevoerd zou kunnen worden)
- Deze CVZ heeft een kleinverbruiksaansluiting met hoog gebruik, is daarop geen sluitende businesscase te maken vanwege de gestaffelde energiebelasting, noch met de SDE regeling omdat deze niet van toepassing is op kleinverbruiksaansluitingen.

In de praktijk bleek het technisch onmogelijk om naast de woningen óók de CVZ aansluiting op de Hermansystemen aan te sluiten. De reden daarvoor zijn de (nog) grote(re) afstanden die daarvoor overbrugd moeten worden. Dit leidt tot een exponentiele toename van kabeldiktes en daarmee de kosten.

Via de aansturing over het internet kunnen verdelingen ingegeven worden, maar ook appartementen in- en uitgeschakeld worden.

De bewoners zijn benaderd met een eerste jaar gratis zonnestroom. De mogelijkheid van aan- en uitschakelen van individuele huishoudens is in dit geval dus ook gebruikt in het mandateringsproces.

Interfacing: binnen het werkpakket heeft LENS een enorme slag gemaakt in de user interfaces. Immers: hoe bedienen we vanuit één platform verschillende gebruikersgroepen. Deze activiteit bestond uit het volgende:

- Taxonomie van gebruikersprofielen
- Onderzoek en inventarisatie van gebruikersbehoeften
- Programma van Eisen
- Workaround van de bestaande Interfaces
- Implementatie van getrapte interfacing.
- Standaardisatie van compliance aan verschillende gebruiksgroepen

De werking van het hele systeem moet vanuit zowel hardware als software oogpunt matchen met de te onderscheiden gebruikersprofielen, -behoeften en compliance. Differentiatie van interfacing van het te installeren monitoringssysteem is hiervoor cruciaal en vraagt een workaround van de Engines en Databases. De overige partners geven input op de door hen gewenste monitoringsresultaten.

Een wijziging heeft zich voorgedaan: We hebben geen workaround op bestaande interfaces, databases en engines gemaakt, maar deze geheel opnieuw ontwikkeld. "Herman 1.0" is nu "Herman 2.0" geworden, en, het Herman platform is geschikt gemaakt voor veel meer informatiestromen. Zo is het mogelijk om op hetzelfde platform de stroom opwek als de slimme meter data te koppelen op huishoudniveau.

Trapsgewijs implementeren is een noodzaak, en, de reden om deze aanpak te kiezen is dat we telkens geconfronteerd worden met nieuwe eisen uit de markt. Een taxonomie opstellen is daardoor onmogelijk gebleken. Neem bijvoorbeeld EPV-monitoring voor NOM (een van de mogelijke vervolgen op het Eisenhower project) \*\*. Dat maakt dat het implementeren van de interfacing geen project met een begin en een eind is, maar een continu proces van productimplementaties en technisch antwoord bieden op wijzigende vragen van verschillende gebruikersgroepen.

*\*\* LENS heeft actief bijgedragen aan de ontwikkeling van NOM monitoring en met name de ontwikkeling van de "open API" die de "Stroomversnelling" op 20 maart 2019 lanceerde.*



## Werkpakket 3:

### Werkpakket 3.1

In echt project is dit een behoorlijke uitdaging geweest. Welke keuzes we moesten maken was bijvoorbeeld de scenario's "horizontaal of verticaal" doorrekenen. Gaan we verticaal de bekabeling van het dak naar de onderste verdieping door alle meterkasten heen aanleggen ? of, gaan we horizontaal, over de galerijen, en dan telkens op woningniveau naar binnen.

In dit geval hebben we voor de horizontale optie gekozen, met name omdat in de verticale variant in alle boven elkaar liggende woningen tegelijkertijd werkzaamheden moeten worden verricht. Met een lastig communicatietraject zou een 'no show' op de bovenste etage, het aansluiten van álle onderliggende woningen hebben verhinderd.

## Werkpakket 4:

### Werkpakket 4.1

Monitoringsperiode: Er is een dataset van ruim een jaar beschikbaar, de resultaten zijn **ge-annonymiseerd** bijgevoegd als bijlage. De gevel levert wat vooraf werd berekend, alleen, niet op het moment zoals dat van tevoren gedacht werd. Op zonnige dagen meer; zoveel meer dat de omvormers niet zwaar genoeg blijken te zijn om de productie op die zonnige dagen te kunnen verwerken. Op die momenten knijpen omvormers af. Dit is niet te verhelpen zonder de het hele kabeltracé te verzwaren, de woningen opnieuw af te zekeren naar 3 fase, de omvormers en alle meterkasten te vervangen.

Al met al levert de gevel nu iets meer op dan we verwacht hadden, maar dat had dus ook substantieel meer kunnen zijn (in de orde grootte van 10%).

- Er zou **nóg** meer energie uit dezelfde investering kunnen komen, dit was van tevoren echter niet te voorzien (de gevel is de eerste in het veld en werd geengineerd op basis van assumpties en een zeer beperkte proefopstelling bij het SEAC / TNO);
- De businesscase kan dus beter worden voor toekomstige vervolgprojecten: het bereik van de techniek is breder. Het principe is dat over dezelfde aangelegde infrastructuur meer energie kan worden gedistribueerd, zonder dat de infra (substantieel) duurder wordt. Dit verbetert de businesscase.
- De elektrische installaties van toekomstige gevels kunnen geengineerd worden op basis van de meetdata van de Eisenhower II als referentie.
- De verwachte degradatie van de panelen in de gevel zal overigens om deze reden verminderd worden, immers, als de panelen door natuurlijk verloop achteruitgaan (standaard bij álle zonnepanelen) en minder vermogen leveren, wordt dit effect deels ook opgeheven doordat de omvormers dan minder vaak zullen gaan "afknijpen". Dit veronderstelde effect zal pas meetbaar kunnen worden na enkele jaren als het degradatie-effect meetbaar wordt.

Het volledige zonnestelsel (dak en gevel samen) levert ongeveer 130.000 kWh per jaar op. Dit is ongeveer 35% van het totale elektraverbruik van de gehele Eisenhowerflat (woningen en CVZ samen).

De gevel heeft een geïnstalleerd vermogen van 30,8 kWp (volgens de flashdata) op 417 m<sup>2</sup>. Het blijkt ook dat de gevel met name goed presteert in de herfst, winter en lente. Dat is exact in de maanden dat zonne-energie schaars wordt en het verbruik hoog is.

LENS's ervaring op andere (lage hoogbouw) projecten is dat we (zonder gevelsysteem) op ongeveer 1/3 deel van het energieverbruik kunnen komen, en, dat daar ongeveer ook de businesscase rendabel te krijgen is. Dit zou betekenen dat hoge hoogbouw in het bereik komt voor de markt, ware het niet dat het kostprijsverhogende effect op de materiaalkeuzes door de windbelasting gemitigeerd moet worden, óf, dat er hoger rendementspanelen toegepast moeten worden. Dit laatste is lastig, immers, op de Eisenhower werden al de beste panelen die op dit moment verkrijgbaar waren in de markt toegepast. De doorontwikkeling van de panelen zelf is daarmee van groot belang om deze markt te ontsluiten.

Monitoring zou plaatsvinden tot 31 augustus 2018 binnen het project, door deze periode verder te voeren, hangende de afrondingsprocedure, is nu voor dit verslag (meer dan) een volledig zonnejaar beschikbaar.

Bijlage: monitoring van de energieopbrengsten vanaf start installatie september 2017 tot en met december 2018. Gegevens op woningniveau zijn wegens privacyoverwegingen niet beschikbaar voor derde partijen.

#### *Werkpakket 4.2*

Tijdens het project zijn uiteenlopen activiteiten geweest. Het lastige hierbij in dit hink-stap-sprong traject was om, wél te laten zien wat we aan het doen waren, maar ook niet te veel te beloven omdat meerdere malen het project op losse schroeven heeft gestaan.

De volgende activiteiten hebben plaatsgevonden.

- Veelvuldig vermelden van info via LinkedIn, Twitter, Facebook, Youtube, Website
- Vermelding op verschillende websites zoals van de projectpartners zelf, maar ook van BIPV-Nederland.
- Presentaties door de verkoopafdelingen aan belangengroepen (zoals de Amsterdamse Zoncoalitie)
- Artikelen in verschillende nationale en internationale tijdschriften
- Kennisdeling met TUE en TUD en SEAC voor doorontwikkeling van de technologie
- LENS heeft o.a. dit project in de tweede Kamercommissie gepresenteerd in het kader van Europese samenwerking.
- Kennisdeling in openbare patentliteratuur
- Training van gevelbouwers en industriële partijen voor expansie van het bedrijf
- Kennisspreiding via offertes en samenwerking met bouwpartijen en architecten voor concrete gevelprojecten.
- Aanwezigheid op beurzen: Gevelbeurs, Bouwbeurs, Building Holland, etc.
- Partnerschap bij "Platform 31", de organisatie van de Stroomversnelling
- Youtube filmpje werd geproduceerd: <https://www.youtube.com/watch?v=bU2sXpKyaU>
- Voor bewonerscommunicatie werd [www.stroomvanonsdak.nl/eisenhower](http://www.stroomvanonsdak.nl/eisenhower) gerealiseerd
- Presentatie op locatie aan medewerkers RvO
- Opening van het gebouw (na de renovatie)
- De feestelijk opening van het werkende systeem viel letterlijk in het water (een opening van een zonnestroomproject op een wel erg gure regenachtige dag in december leek ons uiteindelijk geen goed idee).
- Er hebben meerdere lokatiebezoeken met geïnteresseerde partijen plaats gevonden, hoewel de reisafstand Randstad (het primaire werkgebied van LENS) naar Sittard te groot blijkt.

Een aantal deeplinks naar en screenshots van deze uitingen zijn als bijlage bijgevoegd.

De spin-off tijdens het project was ondermeer dat LENS de opdracht van de Alliantie ontwikkeling om alle nieuwbouwprojecten op het Zeeburgereiland in Amsterdam te voorzien van Herman systemen, voorbereid op implementaties van de smartgrid toepassingen (met o.a. accu's). Er zijn met de Alliantie ook gesprekken gevoerd over de gevelsystemen (echter deze werden niet concreet gemaakt omdat dit stadsdeel zeer verdicht wordt gebouwd).

Dit onderdeel zal blijven. Partijen zijn trots op deze installatie en het laat zien dat de samenwerking tot mooie duurzame projecten leidt.

## Mogelijkheden voor spin off en vervolgactiviteiten

Inmiddels is ZigZagSolar actief met:

- kostenreductie door beter ontwerp
- kostenreductie door meer efficiëntie
- kostenreductie door meer inkoopkracht
- verhogen logistieke efficiëntie
- verbeteren ergonomie en veiligheid in fabriek, bij transport en op bouwplaats
- verhogen gegarandeerde levensduur en gegarandeerde elektrische opbrengst
- commercialiseren in Nederland bij woningbouwcorporaties en VVE
- Ontwikkeling van balkon en balustrade-concept met ZigZagSolar, samenwerking
- Opzetten export naar België, Polen, India, UAE, China

ZigZagsolar is een concept met hoge waarde voor elke renovatie van gestapelde woningbouw.

“Het moment dat je overweegt om een gevel te renoveren is het moment om ZigZagSolar te contacteren. Heb je eenmaal gekozen voor een traditionele gevel, dan kan deze uitsluitend met hoge kosten worden opgewaardeerd tot een zonne-gevel.”

Herman is geschikt gemaakt voor de woningen bij hoge hoogbouw: voor het aankoppelen op woningen met langere afstanden tot de zonnepanelen. LENS heeft veel geleerd t.b.v. het engineeren van hoge hoogbouw (de eerder genoemde windbelasting) en doet dat nu ook veel meer (met name in nieuwbouw).

De Herman software kan accutechniek aansturen, de databases en interfaces zijn inmiddels geschikt voor “big data” (we kunnen op dit moment 32.000 apparaten monitoren en aansturen op een 5 minuten interval. Op dit moment beheert LENS een installbase van 4.200 apparaten, met name omvormers en Hermannen).

Als spin-off is de software geschikt gemaakt om meer te kunnen dan alleen Hermannen aan te sturen. We kunnen verschillende energiebronnen op één platform samenbrengen. Dat is een voorwaarde om tot smartgrids te komen.

## Discussie

Dit project heeft moeilijke momenten gekend. Problemen met de business-case, problemen met financiering, problemen intern bij ZOWonen, problemen met de samenwerking tussen Laudy en ZOWonen. Daarnaast zijn we geconfronteerd met een lange rij technische uitdagingen en tegenslagen: problemen hoogwerker, uitvlakken gevel, passtukken voor randen, kleurkeuze decoratieve

materialen, snijverliezen materialen, beschadigde zonnepanelen bij levering, diefstal van omvormer, etc. etc. etc.

Deze tegenslagen hebben niet alleen voor ernstige vertraging met bijbehorende faal- en opportunity-costs geleid. Ook zijn de relaties met onze leveranciers op de proef gesteld en hebben we veel materialen (onnodig) duur moeten inkopen.

Financieel is dit project voor alle partijen bijzonder moeilijk geweest. Zonder de subsidie en de samenwerking met de partners had Creteq dit project niet succesvol kunnen uitvoeren.

Dankzij de subsidie en de samenwerking is een kansrijk product ontwikkeld en zijn waardevolle ervaringen verzameld voor toekomstige projecten. Er is een referentie-project neergezet dat we trots aan bezoekers uit de gehele wereld tonen.

## Conclusie en aanbevelingen

Dit project kan een grote bijdrage leveren aan de verduurzaming van de gestapelde woningbouw in Nederland. Dit project kan een grote bijdrage leveren aan de economische ontwikkeling. Vanuit dit perspectief is het jammer dat het project een aantal dode momenten en impasses heeft gekend die uiteindelijk kostbaar en vertragend hebben gewerkt.

Desondanks is een mooi resultaat neergezet. Een grote stap vooruit.

Creteq is een klein bedrijf dat uitsluitend kan groeien na dit succes indien nieuwe klanten en financiers over de streep getrokken kunnen worden. Het is voor een kleine onderneming moeilijk om kapitaal aan te trekken of om klanten te overtuigen van de kracht in de onderneming.

Indien de verduurzaming van de gestapelde woningbouw en de internationale uitrol van deze technologie interessant is voor de Nederlandse samenleving, dan is een sterke rol van RVO in het vervolg zeer welkom.

De partijen ziet twee belangrijke mogelijkheden:

- RVO als aanjager van “launching customers”. Help twijfelende klanten over de streep. Woningbouwcorporaties en VVE's zijn bijzonder risicomijdend. Een borgstelling of ondersteuning door RVO kan koudwatervrees wegnemen.
- RVO als aanjager van investeringen. Help twijfelende investeerders en financiers over de streep. Investeerders en banken zijn bijzonder risicomijdend. Een borgstelling of ondersteuning door RVO kan koudwatervrees wegnemen.

## Uitvoering van het project

- a. De problemen (technisch en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost

Vanuit het perspectief van Partijen zijn er verschillende problemen opgetreden:

### Technisch

- Omdat dit de eerste grote gevel met ZigZagSolar is, zijn alle punten gecheckt, dubbel gecheckt en nogmaals gecheckt om risico's te vermijden. Omdat de uiteindelijke bestelling pas in een laat stadium is geplaatst zijn een aantal van deze checks toch onder grote tijdsdruk uitgevoerd. Dit hele proces heeft veel extra uren gekost, maar ook uren bij de toeleveranciers, gevelbouwer en elektriciens. Met een klein team was het onmogelijk om alle processen nauwgezet te volgen en daarom is veel tijd bij industriële toeleverancier, bij gevelbouwer en bij elektriciens verspild. Deze verspilling heeft tot enkele duizenden Euro's meerkosten en meerwerk geleid. Uiteindelijk is alles perfect uitgevoerd. Te langzaam, te veel uren, ongunstige inkoop, maar toch een mooi resultaat.
- De oorspronkelijke contactpersoon bij onze industriële toeleverancier heeft Creteq verlaten voordat met deze producent het ontwerp volledig uitgewerkt was. Een bouwkundig architect heeft uiteindelijk samen met het metaalverwerkende bedrijf het ontwerp uitgewerkt. Hiervoor zijn enkele testmodellen gemaakt om de passing te testen. Na oplossen van enkele kleine ontwerpfoutjes was het ontwerp gereed voor industriële productie.
- De gevelbouwer had geen mogelijkheden om de vlakheid van de kale betonnen gevel te meten. Het was daarom onzeker of de cassettes zonder speciale onderconstructie gemonteerd konden worden. Uiteindelijk heeft de gevelbouwer met uitvulstukken de ondergrond voldoende vlak gekregen voor montage.
- De verpakking van de zonnepanelen was defect toen de zonnepanelen werden aangeleverd. Er was geen andere mogelijkheid dan de zonnepanelen terug te sturen naar Litouwen. De industriële assemblage was hierdoor niet mogelijk. Gelukkig kon de reservering van de assemblage, de huur van de hefstijger en de beschikbaarheid van de montageploeg opgeschoven worden totdat nieuwe zonnepanelen beschikbaar waren.
- De leverancier van de decoratieve panelen leverde de panelen op een palletmaat die niet te hanteren is. Alle decoratieve panelen moesten handmatig worden overgepakt op een andere palletmaat. Onnodige kosten en enige krassen op de decoratieve panelen.
- De gevelbouwer veranderde de planning van de gevelbouw. Gevolg was dat de reeds geproduceerde cassettes opgeslagen moesten worden bij het assemblagebedrijf. Dit leverde ernstig ruimtegebrek en verstoring van de productie bij dit bedrijf.
- De doorvoer van de elektriciteitskabels over het dak naar de omvormers leverde ernstige problemen. De elektriciens moest de gevelbouwer vragen om de werkzaamheden te onderbreken zodat hij de kabels kon aanbrengen.
- De optimizers van Solar Edge werkten niet. Na herhaaldelijk gesproken te hebben met de helpdesk van Solar Edge werd eindelijk een échte expert erbij gehaald. Solar Edge blijkt optimizers te verkopen waarvan ze weten dat ze niet werken. Via internetaansluiting kon Solar Edge deze units toch activeren. Als dit niet gelukt was, dan had dit tot enkele tienduizenden Euro's aan reparatiekosten geleid.
- ZigZagSolar produceert op een aantal momenten veel meer energie dan voorspeld. De omvormer is daarom te klein. Een deel van de zonne-energie wordt daarom niet in elektriciteit omgezet. Dit is niet eenvoudig te verhelpen. Een grotere omvormer zou de oplossing zijn,

maar de Herman is berekend op een bepaalde capaciteit, en, de woningen zouden ook op een andere manier afgezekerd moeten worden.

- Sowieso is de grootste één-fase-omvormer van Solar Edge toegepast. Voor een zwaardere omvormer zou de installatie naar drie-fasen moeten worden omgebouwd en álle woningen moeten worden aangepast naar een 3 fase systeem. Nu we weten wat de gevel werkelijk doet (dat was bij aanvang nog niet op deze schaal getest) kan hiermee in het elektrisch engineering proces rekening worden gehouden.
- Niet alle bomen zijn verwijderd. Hierdoor bereikt een deel van het diffuse zonlicht de gevel niet. Het rendement van de zonnegevel is daarom iets lager.

### Grootste wijzigingen:

De grootste wijziging is de aaneenschakeling van vertragingen.

- De gevel zou worden gebouwd met behulp van ondersteuning van personeel en materieel van Laudy. Omdat we geen gebruik hebben kunnen maken van de ondersteuning van Laudy zijn deze werkzaamheden onder regie van Creteq uitgevoerd. Het betreft hier voornamelijk de hoogwerker, bouwplaats voorzieningen, hefstijger, hekwerk en elektrische ondersteuning.
- LENS wil graag met optimizers van Solar Edge werken. Daarom zijn de zonnepanelen per 3 stuks gekoppeld aan een optimizer die in de cassette is gemonteerd. Omdat Creteq geen ervaring had met optimizers is er veel extra testwerk uitgevoerd. De cassettes moesten worden aangepast voor de montage van de optimizers. Dit heeft extra tekenwerk, extra bewerking en extra kosten in de assemblage opgeleverd. Belangrijkste nadeel van de optimizers was de complexiteit in de bekabeling die deze aanpassing opleverde. Het is een gigantische en risicovolle puzzel geweest om de kabels op de juiste manier aan te sluiten in de gevel.
- We wilden dit project graag met een festiviteit symbolisch openen met uitnodiging van pers en media. Door de ongelukkige oplevering in oktober en uiteindelijk een goede elektrische opbrengst in November is deze festiviteit afgesteld. December 2017 was de donkerste en natste decembermaand in 30 jaar. Geen geschikt moment voor de opening van een zonne-energie-project.
- Door gebrek aan personeel en de grote werkdruk op het overgebleven team zijn een aantal geplande bezoeken aan buitenlandse leveranciers niet gemaakt.

De industrialisatie van het concept is succesvol verlopen zodat na afloop van het project grootschalige commerciële uitrol mogelijk is.

### Toelichting wijze van kennisverspreiding

- Veelvuldig vermelden van info via LinkedIn, Twitter, Facebook, Youtube, Website. Een aantal deeplinks naar en screenshots van artikelen zijn opgenomen in de bijlage.
- Vermelding op website van BIPV-Nederland
- Presentaties door onze verkoop en technische ondersteuning
- Artikelen in verschillende nationale en internationale tijdschriften
- Kennisdeling met TUE en TUD en SEAC voor doorontwikkeling van de technologie
- Kennis in openbare patentliteratuur
- Inhuren van studenten en stagiaires voor doorontwikkeling systeem
- Training van gevelbouwers en industriële partijen voor expansie van het bedrijf
- Kennisspreiding via offertes en samenwerking met bouwpartijen en architecten voor concrete gevelprojecten
- Aanwezigheid op beurzen: Gevelbeurs, Bouwbeurs, Building Holland, etc.

- Aanwezigheid op Platform 31, de organisatie van de Stroomversnelling
- Presentaties aan nieuwbouwpartijen van het project
- Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=bU2sXpKyaU>
- Voor bewonerscommunicatie werd [www.stroomvanonsdak.nl/eisenhower](http://www.stroomvanonsdak.nl/eisenhower) gerealiseerd
- Presentatie aan medewerkers RvO

### Toelichting PR project en verdere PR mogelijkheden

Er is een waardevol potentieel voor Creteq. We willen graag veel meer projecten uitvoeren en daarvoor is publiciteit een eerste voorwaarde. Creteq is inmiddels in gesprek met tenminste 20 partijen voor volgende gevelprojecten. Internationale exposure heeft Creteq concrete kansen opgeleverd in Nederland, België, Polen, UAE, India, China.

LENS heeft met de ontwikkelde techniek een podium verworven in de markt. Het project leidt tot veel aanvragen op het technisch team, niet alleen de Hermantechniek(en), maar ook vanwege de engineering van lastige gestapelde bouwprojecten. Dit is vooral een B2B markt, en, LENS heeft de keuze gemaakt om uitsluitend voor institutionele partijen te werken (dus niet met particulieren zoals in VvE's).

Wij willen dit product voor de Duurzame Renovatie van Gestapelde Woningbouw ook internationaal uitrollen. De wereld is er klaar voor. Wij hebben nog heel veel werk te verzetten! Maar het project geeft geloofwaardigheid en bewijslast voor deze inzet van de partijen die het uiteindelijk toch maar mooi verwezenlijkt hebben.

### Meer informatie

LENS-energie ontwikkelt, financiert en realiseert zonnestroomprojecten voor institutionele klanten zoals woningbouwcorporaties, ontwikkelaars van nieuwbouw en eigenaren van grote daken.

[www.LENS-energie.nl](http://www.LENS-energie.nl)

Christiaan Brester

06-24548129

[Christiaan@lens-energie.nl](mailto:Christiaan@lens-energie.nl)

ZIGZAGSOLAR ontwerpt en levert (onderdelen voor) zonnegevelsystemen - met alle voordelen van zowel een PV-systeem als een architectonische gevel.

Wim van de Wall

06-40208002

[Wim.vandewall@zigzagsolar.com](mailto:Wim.vandewall@zigzagsolar.com)

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