



**TKI URBAN ENERGY**

Topsector Energie



# ENERGIEFLEXIBILITEIT IN DE GEBOUWDE OMGEVING

**Geleerde lessen van de weerbarstige praktijk  
van het ontsluiten van energieflexibiliteit**

November 2019

Uitgevoerd door Navigant

Auteurs: Minke Goes, Kajan Kort en Marcel Volkerts





# INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	4
1.1	Voorwoord	4
1.2	Over TKI Urban Energy	4
1.3	Methode	5
1.4	Leeswijzer	5
2	Onbalansreductie door Energy pooling e-boilers	6
3	Community-flex Bedrijvenpark Zuidoost BZO (ComFlex)	9
4	Flexible Assets Bid Across Markets (FABAM)	11
5	Grid Flex Heeten (GFH)	14
6	Regie over energie (ROE)	16
7	Geaggregeerde e-opslag: voor en/of achter de meter?	18
8	Onbalansreductie door het ontsluiten en slim laden van elektrische auto's in de blockchain (1) & Smart Energy Platform for Home Appliances (2)	21
9	Smart Charging TSE Urban Energy (SC)	23
10	Interflex	26
11	Hermans Smart Grid	28
12	Conclusies en aanbevelingen	31
12.1	Inleiding	31
12.2	Geleerde lessen	31
12.3	Tot slot	33

# 1 INLEIDING

## 1.1 Voorwoord

Het elektriciteitssysteem komt door de energietransitie langzaam maar zeker onder druk te staan. De huidige problemen bij het aansluiten van wind- en zonneparken in Drenthe en Groningen kunnen als een voorbode worden beschouwd voor andere problemen waar men in de gebouwde omgeving tegenaan zal lopen, bijvoorbeeld in wijken en bij bedrijvenparken.

Een belangrijke oplossing is 'energieflexibiliteit' of kortweg 'flexibiliteit' – het verschuiven van de vraag naar of aanbod van elektriciteit. Met de inzet van flexibiliteit wordt het mogelijk om pieken en dalen in vraag en aanbod van energie af te vlakken en beter met elkaar in evenwicht te brengen. Dit draagt bij aan een betrouwbare, efficiënte, betaalbare en slimme elektriciteitsvoorziening. Door het verstandig inzetten van flexibiliteit wordt voorkomen dat de energietransitie tegen grenzen oploopt, zoals de fysieke en financiële grenzen van netuitbreiding, grenzen aan de leveringszekerheid en aan de betaalbaarheid van het elektriciteitssysteem.

Flexibiliteit kan afkomstig zijn uit verschillende bronnen:

- Demand-side management (het veranderen van de energievraag van bestaande apparaten en machines)
- Opslag (het tijdelijk opslaan van energieoverschotten in bijvoorbeeld batterijen of vliegwielen),
- Conversie (het omzetten van elektriciteit naar bijvoorbeeld warmte of waterstof)
- Curtailment (het afschakelen van installaties voor duurzame opwek)

Binnen het programma van TSE Urban Energy lopen ruim 500 innovatieve projecten, waarvan een significant deel zich bezighoudt met de ontwikkeling van innovatieve producten en diensten op het vlak van flexibiliteit. De eindrapportages van verschillende projecten maken inzichtelijk dat de praktijk toch weerbarstiger is dan verwacht wanneer men aan de slag gaat met het ontsluiten van flexibiliteit. Zaken vallen tegen, blijken complexer dan gedacht en/of duren langer dan gedacht.

TKI Urban Energy en RVO.nl hebben de wens om de *lessons learned* in kaart te brengen. Dit moet organisaties helpen om in de toekomst sneller en effectiever projecten op het gebied van flexibiliteit op te zetten. Dat zorgt ervoor dat het wiel bij nieuwe projecten niet opnieuw uitgevonden hoeft te worden en men zich niet tweemaal stoot aan dezelfde steen. Om deze *lessons learned* te verzamelen hebben TKI Urban Energy en RVO.nl aan Navigant a Guidehouse Company (voorheen Ecofys) gevraagd om deze praktijkervaringen via een rapportage inzichtelijk te maken.

## 1.2 Over TKI Urban Energy

TKI Urban Energy is een onderdeel van de Topsector Energie. De organisatie stimuleert bedrijven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en overheden om samen te werken op het gebied van energie-innovaties. TKI Urban Energy bevordert onderzoek naar energie-innovaties voor een snelle transitie naar een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in de gebouwde omgeving en de infrastructuur door initiatieven financieel te steunen, betrokken partijen bij elkaar te brengen en kennis te delen. Hiermee versterkt zij de economische concurrentiekracht van betrokken Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.

Heeft u innovatieve ambities op het gebied van flexibiliteit? Mogelijk kan TKI Urban Energy u ondersteunen bij uw ambities. De medewerkers van TKI Urban Energy staan klaar om uw ideeën te toetsen en u te helpen bij het vinden van samenwerkingspartners en het opzetten van een consortium. Ook kunt u bij ons terecht als u wilt toetsen of uw ideeën in aanmerking komen voor subsidie (cofinanciering) vanuit de Topsector Energie.

Neem dan contact op met Maarten de Vries, programmamanager Smart Energy Systems:  
06-16836490, maarten@tki-urbanenergy.nl.

### 1.3 Methode

TKI Urban Energy, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en Navigant hebben gezamenlijk elf innovatieve projecten uitgekozen waarin een focus lag op het ontsluiten van flexibiliteit. Om een goed beeld te krijgen van de lessons learned in de innovatieprojecten is zowel gebruik gemaakt van de eindrapportages (indien beschikbaar) als van interviews.

Het rapport wordt afgesloten met een hoofdstuk met conclusies en aanbevelingen. Voor de analyse in dit hoofdstuk zijn extra interviews gedaan met twee algemene experts op het gebied van flexibiliteit ontsluiten:

- Richard Beekhuis, Business Director Sustainable Energy bij TNO
- Arjen de Jong, managing consultant bij BlueTerra Energy Experts

### 1.4 Leeswijzer

In dit rapport worden elf projecten afzonderlijk van elkaar beschreven, volgens een eenduidige structuur. Deze omschrijving begint met een omschrijving van het project en algemene informatie over het project.

In het middenstuk van de beschrijving wordt ingegaan op de verschillende fases van het project. Hierin wordt aangegeven tegen welke barrières aangelopen werd in het project, eventueel aangevuld met tips over hoe deze barrières kunnen worden voorkomen of overkomen. Wanneer er geen relevante lessen geleerd zijn in een van de fases van het project zal dit balkje grijs gemaakt worden. Hierdoor kun is het snel duidelijk welke verschillende lessen geleerd zijn.



In het laatste stuk van de beschrijving wordt beschreven welke stappen ondernomen zijn, of welke stappen ondernomen willen worden na het beëindigen van het project.

Meer informatie over alle projecten is te vinden via het opgegeven projectnummer in [de projectendatabase](#) op de website van TKI Urban Energy en/of op de website van het project. Het rapport wordt afgesloten met een hoofdstuk met conclusies en aanbevelingen. Daarnaast komen de veelvoorkomende lessen uit de interviews terug in dit hoofdstuk.

## 2 ONBALANSREDUCTIE DOOR ENERGY POOLING E-BOILERS



### Projectomschrijving

**Aanleiding:** Peeeks en Eneco willen een platform ontwikkelen om de elektriciteitsvraag en -aanbod van kleine assets te bundelen en centraal aan te sturen (zo'n bundel van assets wordt in het project ook wel een pool genoemd). Ze verwachten hier economische waarde mee te kunnen creëren door de ontsloten flexibiliteit in te zetten op de onbalansmarkt.

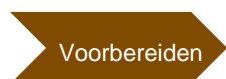
**Doel:** De ontwikkeling van een proof-of-concept voor het bundelen en flexibiliseren van de energievraag van elektrische boilers, alsmede de inzet van de resulterende flexibiliteit op de Nederlandse energiemarkt(en). Dit proof-of-concept bewijst op zijn minst zowel de technische haalbaarheid, als de praktische uitvoerbaarheid én de commerciële potentie van de geflexibiliseerde elektrische boiler.<sup>1</sup>

**Methode:** In het project wordt de werking van het innovatieve platform getest in een operationele setting van ±100 huishoudens met een geflexibiliseerde elektrische boiler, met het doel om na het innovatieproject verder op te schalen. Om flexibiliteit te ontsluiten is een module ontwikkeld waarmee conventionele elektrische boilers tot 'Slimme Boilers' kunnen worden omgebouwd. De Slimme Boiler beschikt over een internetverbinding en kan door het centrale platform worden gemonitord en aangestuurd. Met de aansturing wordt economische waarde ontsloten door de flexibiliteit in te zetten op de onbalansmarkt en op de secundaire reservemarkt.

**Resultaat:** Het project heeft de technische haalbaarheid van de Slimme Boiler aangetoond door succesvol ±100 slimme boilers te bundelen in een energy-pool. Peeeks is na afronding van het project doorgegaan met het ontwikkelen van hard- en software voor de bundeling van elektrische boiler.

**Keywords:** onbalans, energy pool, slimme e-boiler, platform, huishoudens

### Voorwaarden voor succes



Nog voor de start van het project is onderzocht welk type asset geschikt is voor het ontsluiten van flexibiliteit. Uit dit onderzoek kwam de elektrische boiler naar voren, vanwege de interne warmtebuffer en daarmee de mogelijkheid tot sturing zonder het beïnvloeden van het comfort van de consument. Om de sturing van bestaande boilers mogelijk te maken, is meteen contact opgenomen met een grote fabrikant van elektrische boilers. Door het betrekken van een fabrikant voorkom je mogelijke uitdagingen met de integratie van het platform, aldus de partners..

Naar aanleiding van gesprekken met TenneT bleek er een mogelijkheid te zijn om de flexibiliteit van de e-boiler in te zetten op meerdere reservemarkten, waardoor economische waarde gecreëerd kan worden. Echter, in het innovatieproject werd nog niet voldaan aan de toegangseisen voor de reservemarkten (o.a. minimaal vermogen; continue op- en afregel vermogen).<sup>2</sup> Om wel aan deze eisen te voldoen bleek een groter aantal assets nodig. In het project is daarom gekozen om samen te werken met Eneco Energy Trade, die het flexibele vermogen van het

<sup>1</sup> Doel is overgenomen uit het [eindrapport](#)

<sup>2</sup> Meer informatie over de reservemarkten van TenneT kan gevonden worden op de [website van TenneT](#)

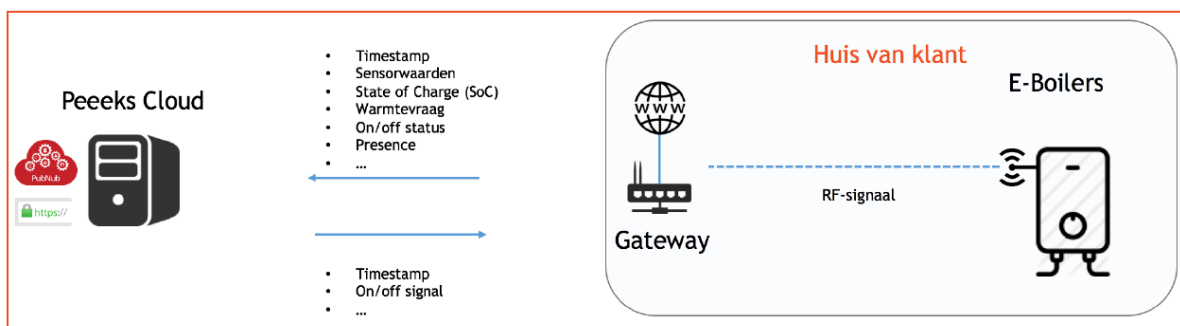
project heeft ingezet in combinatie andere assets in hun portfolio. Door de samenwerking met Eneco Energy Trade was het niet nodig om een extern betalingsmechanisme op te zetten, aangezien Eneco al partner in het project was.

### Installeren

Tijdens de installatiefase van het project waren er verscheidene storingen, gelukkig was hier in het project rekening mee gehouden waardoor dit niet voor vertraging van het project heeft gezorgd. Een tip is dan ook om voldoende tijd te reserveren voor de installatiefase aangezien je waarschijnlijk tegen onverwachte complicaties zal oplopen. Vaak was de oorzaak van de uitdaging gerelateerd aan het feit dat iedere consument uniek is. Er moet daarom heel erg goed nagedacht worden over hoe je omgaat met de verschillende systemen en wensen van consumenten bij de opschaling van een techniek.

*“Wij hebben het ontwerp zo strak mogelijk ingericht: niet meer dan nodig.”*

De grootste uitdaging was de verbinding tussen de e-boiler en de gateway, waarvoor diverse netwerkoplossingen zijn onderzocht. In de figuur hieronder is een schematische opzet van de verbinding weergegeven. Allereerst was het idee om een LORA-netwerk te gebruiken, maar dat bleek niet geschikt voor de gewenste hoogfrequente data-uitwisseling. Daarna werd in het innovatieproject gekozen voor een verbinding door middel van een UTP-kabel. Ondanks dat dit een werkbare oplossing was, bleek wel dat kabels kwetsbaar zijn: consumenten kunnen deze (per ongeluk) verwijderen of het internet afsluiten. Ook bleek dat sommige consumenten het thuisnetwerk afgeschermd hebben voor bedrade connecties van buitenaf. Bij een grootschalige introductie van de e-boiler zijn er volgens de projectpartners dan ook twee opties. Allereerst kan de communicatiemodule volledig geïntegreerd worden in de boiler, hetgeen mogelijk wordt door de boiler te voorzien van een simkaart en een modem dat met het mobiele netwerk kan verbinden. Nadeel van deze oplossing is dat dit erg duur kan worden. Een andere oplossing is de ontwikkeling van een IoT platform.



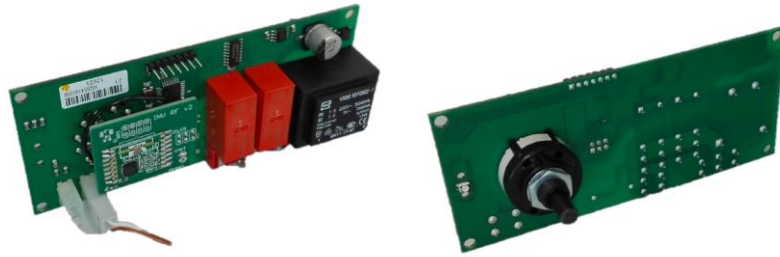
### Uitvoeren

Aangezien de boiler voorzien is van een back-up modus, kan de boiler ook bij het wegvallen van de verbinding blijven werken. Hierdoor behoudt de consument het gewenste comfort niveau. Daarnaast kunnen de instellingen van de boiler op afstand beïnvloed worden, waardoor het niet nodig is om bij de consument langs te gaan wanneer een instelling veranderd moet worden.

De hypothesen die in het ontwerp van het project waren opgesteld konden worden gevalideerd. De gerealiseerde flexibiliteit kwam overeen met de verwachtingen. Een kleine tegenvaller was het aandeel boilers met een groot volume en dus grote capaciteit binnen de bestaande poule aan e-boilers. Er was verwacht dat deze een groter marktaandeel zouden hebben.

### Algemeen

Bij het ontwerpen van een product is het erg lastig om alles in één keer goed te doen. Een tip is daarom ook om een iteratief proces in te richten waarin er ruimte is ingebouwd voor feedback van gebruikers.



De bedrijven die betrokken waren bij het project hadden weinig voorkennis over keurmerken en certificering. Zo zijn er wettelijke eisen gesteld aan huishoudelijke apparaten, waartoe e-boilers behoren, en heeft de industrie een verwachting van de kwaliteitstoetsen die uitgevoerd moeten worden. Voor de boilers zijn de CE-markering en het KEMA-keur de belangrijkste certificaten. Fabrikanten hebben veel kennis over certificering en keurmerken en zijn dan ook een belangrijke partner in de verdere ontwikkeling van slimme apparaten.

---

#### Belangrijkste les

Een autonome verbinding is erg belangrijk om de stabiliteit te garanderen. Het integreren van een communicatiemodule met een eigen simkaart voor (eigen) internetverbinding is hier een oplossing voor.



# 3 COMMUNITY-FLEX BEDRIJVENPARK ZUIDOOST BZO (COMFLEX)



## Projectomschrijving

**Aanleiding:** Veel innovatieprojecten in het verleden zijn gericht op het ontsluiten van flexibiliteit bij huishoudens en grootbedrijf (industrie). In dit project is daarom onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om en de waarde van het ontsluiten van flexibiliteit bij het mkb.

**Doel:** Aantonen dat het mogelijk is om flexibiliteit te ontsluiten bij verschillende processen en apparaten op een bedrijvenpark door middel van slimme technologie. De ontsloten flexibiliteit wordt ingezet om congestie te voorkomen.

**Methode:** De deelnemende bedrijven op het bedrijvenpark stellen assets ter beschikking die de potentie hebben om flexibel aan te sturen. Deze apparaten worden voorzien van sensortechnologie, waardoor 24/7 data over de energievraag wordt uitgelezen en in een beveiligd cloudomgeving wordt opgeslagen. Met behulp van een stuur- en beslisalgoritme en een controller die wordt geïnstalleerd bij de assets, worden de processen op afstand gestuurd, gebaseerd op het framework van USEF,

**Resultaat:** Het project is nog niet afgerond en daarom zijn er nog geen (eind)resultaten bekend.

**Keywords:** mkb, diverse assets, bedrijventerrein, proces, collectief, community, congestie, onbalans

**Geïnterviewde(n):** Erik Matien (Technische Universiteit Eindhoven)

**Betrokken organisaties:** Bedrijvenvereniging Zuidoost, Gemeente Groningen, New Energy Coalition, Enexis, Jules Energy, ENGIE Service Nederland, ICT Automatisering en TU/e (eerder ook: Eneco Zakelijk).

**Looptijd:** 2015 –2020

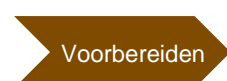
**Locatie(s):** Bedrijvenpark Zuidoost, Groningen

**Projectnummer:** TEUE116163

**E-mailadres:** info@bzocommunityflex.nl

[Meer informatie](#)

## Voorwaarden voor succes



Een bedrijventerrein bevat een divers scala aan type bedrijven. Hierdoor zijn er veel verschillende processen en apparaten waarmee flexibiliteit ontsloten kan worden. In dit project had het consortium graag veel van deze verschillende flexbronnen willen testen. Echter blijkt dat na een economische afweging vaak dezelfde type apparaten worden gekozen voor verdere analyse. Deze apparaten kenmerken zich door een hoog energiegebruik, zoals heftrucks en warmtepompen

Aangezien storingen in primaire processen bij het mkb tot veel economische schade kunnen leiden zijn bedrijven erg voorzichtig om deel te nemen aan projecten. Het ontsluiten van flexibiliteit mag daarom niet leiden tot een verminderende veiligheid en betrouwbaarheid van de primaire processen. De perceptie, en wellicht ook de realiteit, is dat slimme technologie een verhoogd risico met zich meebrengt, waardoor het lastig is om bedrijven te overtuigen om mee te doen. In het project is onderschat hoeveel moeite het kost om deze betrouwbaarheid te kunnen garanderen. Om de veiligheid en betrouwbaarheid te kunnen garanderen moest in sommige gevallen een volledig nieuw en apart ICT-systeem ontwikkeld worden, wat tot extra installatietijd heeft geleid.



---

*“Deelname van bedrijven is lastig te consolideren omdat de waarde van flexibiliteit niet altijd zichtbaar is.”*

---

Daarnaast heeft ook de ontwikkeling van de interface om apparaten en processen te sturen voor vertraging gezorgd. Door de firmware bij apparaten (zoals heftrucks) moest een op maat gemaakte oplossing worden gemaakt. Standardisatie voor het ontsluiten van flexibiliteit zou de ontwikkeling van een interface kunnen versimpelen.

In de ontwerpfase is het belangrijk om een goede inschatting te maken van de kosten. In dit project vond het consortium het lastig om een dergelijke inschatting op voorhand te maken, vanwege de onvoorspelbaarheid van vereiste ingrepen op individueel bedrijfsniveau. Het zou projecten kunnen helpen wanneer er richtlijnen voor de kosten van een project beschikbaar zijn.

#### Uitvoeren

Binnen Comflex wordt er snel en effectief omgegaan met (meet-)storingen. Allereerst worden storingen snel gesignaleerd doordat er continu gemonitord wordt. Door de snelle signalering kunnen storingen snel verholpen worden.

In het project ontwerp werd aanvankelijk alleen in één seizoen gemeten. Echter bleek in de meetfase dat de resultaten kunnen verschillen bij verschillende temperaturen, en dus bij verschillende seizoenen. Voor dit project is recentelijk een verlenging aangevraagd zodat ook de winterperiode meegenomen kan worden. Een aanbeveling voor andere projecten is dan ook om in alle seizoenen van het jaar te meten.

#### Algemeen

Vanwege het grote consortium met (momenteel) acht partijen, is het essentieel om een duidelijke rolverdeling in het project vast te stellen. In dit project is er veel tijd genomen voor een introductiefase waardoor de communicatie en rolverdeling helder verloopt. De projectpartners ICT en ENGIE bijvoorbeeld, verzorgen de technologie die de apparaten, processen en gebouwen van de projectdeelnemers laat communiceren met de databases en cloudsystemen van de verschillende energiemarkten. Het verdient dus een aanbeveling voor andere projecten om voldoende tijd te nemen voor de introductiefase, zeker bij grote consortia.

---

#### Belangrijkste les

---

Het kost veel tijd om de betrouwbaarheid van slimme systemen aan te tonen, dit is erg belangrijk in het mkb.

Multi-disciplinaire teams die in verbinding staan met deelnemers zijn belangrijk. Het gaat om techniek en mens. Men is geneigd om techniek voorop te stellen. In duidelijke taal kunnen aangeven waar het omdraait helpt om begrip en medewerking te krijgen.

## 4 FLEXIBLE ASSETS BID ACROSS MARKETS (FABAM)



### Projectomschrijving

**Aanleiding:** Innovatieve energiediensten waarin decentrale flexibiliteit wordt ontsloten zijn nodig om efficiënt duurzaam opgewekte energie te kunnen opslaan en gebruiken. Senfal heeft reeds een dergelijke dienst ontwikkeld en wil deze dienst verder ontwikkelen om de economische waarde te optimaliseren.

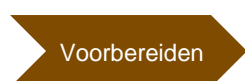
**Doel:** Het doel van dit project is om de toegevoegde waarde aan te tonen van één systeem waarmee verschillende assets kunnen worden aangestuurd op verschillende markten. De assets fungeren als bron van flexibiliteit en op de verschillende markten kan waarde gegenereerd worden door deze flexibiliteit in te zetten. Dit principe noemt Senfal: *'multiple assets, multiple markets'*.

**Methode:** Eerst wordt gezocht naar de portfolio-effecten van verschillende soorten assets op verschillende energiemarkten. Daarop gebaseerd worden in dit project geavanceerde plannings- en controle-algoritmes ontworpen die de inzet van flexibiliteit op verschillende energiemarkten optimaliseren. Deze plannings- en controle-algoritmes worden daarna geïntegreerd in een bestaande vraagsturingdienst van Senfal. Het vernieuwde planningsstelsel wordt door middel van simulaties getest, waarbij gebruik wordt gemaakt van data van bestaande energiemarkten. Daarna wordt de FABAM-technologie getest in bestaande innovatieprojecten, zoals het project Smart Energy Management<sup>3</sup> en het project De Waterbatterij<sup>4</sup>. In het project worden de metingen van de innovatieprojecten op een beeldscherm op de werkvloer getoond, waardoor de werknemers continue betrokken blijven en mogelijke storingen en/of onregelmatigheden snel worden gevonden.

**Resultaat:** Het beoogde resultaat is een planningsstelsel (FABAM) dat in staat is de flexibiliteit van verschillende soorten assets optimaal in te zetten op energiemarkten. Binnen het FABAM-project is momenteel ondersteuning gerealiseerd voor de Nederlandse day-ahead-, noodvermogen- en passieve onbalansmarkt. De intra-day-, R1- en R2-markten kunnen in de toekomst nog worden toegevoegd. Het systeem wordt modulair opgebouwd waardoor het gemakkelijk op te schalen of af te schalen is. De software die binnen het project wordt ontwikkeld zal worden opgenomen in het productaanbod van Senfal. Er wordt gewerkt aan een licentieovereenkomst tussen Senfal en CWI om dit mogelijk te maken.

**Keywords:** Optimalisatie, flexibiliteit, meerdere markten, wiskundig model, simulaties

### Voorwaarden voor succes



Het compacte consortium van dit project bestaat uit twee partijen, Senfal en CWI. De achtergrond van deze twee organisaties is erg verschillend, waardoor het enige tijd heeft gekost om overeenstemming te bereiken over bijvoorbeeld de werkwijze, keuze voor

<sup>3</sup> Voor informatie over Smart Energy Management, zie de [projectbeschrijving op de website](#) van de subsidievertrekker

<sup>4</sup> Voor informatie over De Waterbatterij, zie de [projectendatabank](#) van Topsector Energie

software en -standaarden. Het is daarom van groot belang om een introductiefase te definiëren waarin organisaties elkaars taal leren spreken en er afspraken gemaakt worden over de manier van samenwerking.

Tijdens de ontwerpfase van het FABAM-project is niet veel tijd besteed aan een gedetailleerde planning van het gehele project. Middels het motto *'al doende leert men'* is voor het project een iteratieve insteek gekozen. Een nadeel van een dergelijke aanpak is dat het niet duidelijk is of het project op schema ligt om het uiteindelijke einddoel binnen de geplande tijd te bereiken.

#### Installeren

Tot nu toe gaat de installatie van de FABAM-technologie bij de assets in de projecten voor spoedig. Aangezien de assets veelal nog niet gebruik maken van een standaard aansturingprotocol, zoals EFI, is het voor de aansturing nodig om aan te sluiten bij de betreffende firmware. Deze aansluiting kan veel tijd kosten wanneer de firmware complex is om aan te sturen. In dit project leverde de fabrikant van de assets passende firmware aan voor het FABAM-project, waardoor de kans op slecht aansluitende firmware wordt geminimaliseerd. De ontwikkeling hiervan kost weliswaar tijd, maar heeft tot dusverre niet voor substantiële vertraging geleid. Een aanbeveling voor andere projecten is dus om de mogelijkheid te onderzoeken of de fabrikant/leverancier passende firmware kan aanleveren.

#### Uitvoeren

De gemeten data wordt via het aansturingprotocol EFI naar Senfal gestuurd, dat de data opslaat in de cloud. Daar wordt direct een visualisatie van gemaakt van de data, die vervolgens wordt gemonitord en bestudeerd. Het EFI-protocol is hiervoor goed geschikt omdat het een koppeling maakt tussen de firmware van verschillende assets en het besturingssysteem van de aggregator. Een nadeel van EFI is dat het momenteel nog niet standaard wordt ondersteund door de fabrikanten van alle assets. Om EFI als standaard te maken bij alle fabrikanten zal een groots standaardisatieproces opgezet moeten worden.

De FABAM-technologie wordt getest in bestaande innovatieprojecten, zoals het project Smart Energy Management<sup>5</sup> en het project De Waterbatterij<sup>6</sup>. Gebaseerd op eerdere ervaringen is er in het ontwerp van het FABAM-project rekening gehouden met onvoorziene technische problemen zoals storingen, zodat een eventuele storing niet direct een bedreiging vormt voor de projectplanning. Dit zorgt ervoor dat onverhoopte vertragingen zonder problemen opgevangen kunnen worden door de flexibele opzet. Er zijn tot nu toe geen grote storingen geweest met software en de aangesloten assets. Dit schrijft het project toe aan de uitvoerige testen die met simulaties zijn gedaan.

---

*“Onverhoopte vertragingen kunnen door de flexibele projectopzet gemakkelijk worden opgevangen.”*

---

Er wordt veel data verzameld in het project, *'hoe meer, hoe beter'* was het motto in dit project. Aan de ene kant was dit motto begrijpelijk, met te weinig data loop je immers het risico dat je het hele experiment opnieuw moet doen. Toch merken de projectpartners op dat het gebruik van een overvloed aan data de uitvoerbaarheid kan beperken en kan leiden tot vertraging en hogere kosten. Ook neemt de nauwkeurigheid van een meting niet evenredig toe met het aantal metingen. Een aanbeveling is daarom om a priori een goede inschatting te maken de benodigde hoeveelheid data die moet worden opgehaald in het project.

#### Afronden

Na het uitvoerig testen van de algoritmes door middel van simulaties wordt eerst op kleine schaal de FABAM-technologie operationeel getest. Momenteel is het project in deze fase en zijn er nog geen resultaten of conclusies.

In het FABAM-project wordt het energiegebruik van de assets real-time gemonitord. Deze metingen worden op een beeldscherm op de werkvloer getoond. Op deze manier kijken verschillende werknemers mee om eventuele

---

<sup>5</sup> Voor informatie over Smart Energy Management, [zie website](#)

<sup>6</sup> Voor informatie over De Waterbatterij, [zie website](#)

onregelmatigheden te herkennen. Een eventuele storing of onverwachte trend wordt zo snel herkend. Dit heeft al een aantal keer geleid tot de ontdekking van een verkeerde instelling of kapotte sensor/meetinstrument.

#### Algemeen

Vanuit het FABAM-project zijn er een aantal algemene inzichten en geleerde lessen die bruikbaar kunnen zijn voor vervolgpiloten. Ten eerste kan het gebruik van open standaarden leiden tot kostenbesparingen. In het project is ervaren dat met algemene (open) standaarden voor zo'n 20% van de kosten, 80% van de flexibiliteit bij assets ontsloten kan worden. Het ontsluiten van de resterende (asset-specifieke) flexibiliteit is dus relatief duur en zal een langere terugverdientijd hebben. Alleen bij grotere assets, bijvoorbeeld grotere CHPs of elektrolyzers zou dit nog de moeite waard kunnen zijn. Daarom is het bij dergelijke projecten van groot belang voor alle betrokken partijen om samen te werken en om kosten en kennis te delen.

Een ander inzicht gaat over het verschil tussen simulaties en de operationele omgeving. Tot nu toe geven de simulaties vaak een te rooskleurig beeld van de businesscase. Dit kan misleidend werken en onderstreept het belang van realistische(re) simulaties en de validatie middels operationele testen. De simulaties die in dit project gebruikt zijn nemen bijzondere weersomstandigheden en aspecten als schoolvakanties nog niet mee. Aangezien de beschikbare flexibiliteit varieert, bijvoorbeeld zijn mensen tijdens vakanties niet op het werk, maar thuis, is het belangrijk om dit wel mee te nemen.

In het project is veel tijd besteed aan het zoeken van geschikte assets waar flexibiliteit ontsloten kan worden. Daarom is de verwachting dat het versnellend zou werken om gebruik te maken van een standaard pilotlocatie voor soortgelijke innovatieprojecten met verschillende assets. Als het een mogelijkheid was geweest om een standaard pilotlocatie te gebruiken zou dat voor dit project nuttig zijn geweest. Bij projecten waarin het gedrag van consumenten geanalyseerd wordt is er vaak behoefte aan een nieuwe locatie, aangezien dit meer representatief is voor de rest van de bevolking.

---

#### Belangrijkste les

Neem voldoende tijd in de introductiefase om goede afspraken te maken over de werkwijze.

## 5 GRID FLEX HEETEN (GFH)



### Projectomschrijving

**Aanleiding:** Na het installeren van een groot zonnepark in Heeten door energiecoöperatie Endona, werd gezocht naar een manier om de economische winst van het zonnepark lokaal te houden. Om dit mogelijk te maken heeft Endona vanuit de experimenteerregeling een ontheffing van de Elektriciteitswet verkregen<sup>7</sup>, waardoor nieuwe concepten getest kunnen worden.

**Doel:** Dit project is erop gericht om de energie zoveel mogelijk te gebruiken waar deze is opgewekt: in de woning zelf, in de buurt of elders in de wijk. Door het bij elkaar brengen van vraag en aanbod wordt het elektriciteitsnet van de netbeheerder minder belast.

**Methode:** Twee technieken dragen bij aan het lokaal balanceren van opgewekte en verbruikte energie. Allereerst hebben bewoners een app waar zo door variabele tarieven worden gestimuleerd om hun energieverbruik te verplaatsen. Ten tweede wordt er een batterij geïnstalleerd die gestuurd kan worden, deze batterij is nog niet geïnstalleerd aangezien de beoogde zeezoutbatterij nog niet het gewenste TRL-niveau had. Daarom is ervoor gekozen om nu verder te gaan met een andere type batterij.

**Resultaat:** Sinds januari 2018 zijn energiemanagementsystemen (EMS) geïnstalleerd bij 47 deelnemende huishoudens die samen achter één transformator zitten. De installatie van de zeezoutbatterijen heeft langer op zich laten wachten dan gepland. Hierdoor kon pas vanaf juni 2019 gestart worden met de geplande metingen. Het innovatieproject loopt tot eind 2019, met mogelijkheid tot verlenging.

**Keywords:** netbelasting, lokale energiemarkt, energiecoöperatie, EMS, batterij, huishoudens

### Voorwaarden voor succes

**Voorbereiden** Wat betreft het enthousiasmeren van deelnemers is dit project heeft dit project noemenswaardige resultaten behaald<sup>8</sup>. Dit is namelijk één van de weinige projecten waarbij er 100% deelname is van aansluitingen achter één trafo. In het ontwerp van het project stond dat de deelnemers een batterij zouden krijgen en een app waarop ze hun energievraag in de gaten konden houden en geprikkeld werden om hun energievraag aan te passen aan de hand van incentives. Door technische barrières is het nog niet gelukt om dit werkend te krijgen.

Tijdens het ontwerpen van de app had al meer samenwerking gezocht kunnen worden bij de bewoners. Nu waren de (veelal technisch gefocuste) ontwikkelaars aan de slag gegaan met features waar eigenlijk weinig behoefte aan was, zoals de nauwkeurigheid van alle cijfers. De applicatie had naar verwachting beter aangesloten bij de wensen van de deelnemers wanneer ze meer betrokken waren bij het designproces. Het EMS geeft veel gedetailleerde informatie en stimuleert de energievraag op basis van prijs, terwijl de bewoners graag een 'sexy' apparaat willen en minder geïnteresseerd zijn in de paar tientjes die ze kunnen verdienen.

**Geïnterviewde(n):** Michiel van Dam (Enexis Netbeheer)

**Betrokken organisaties:** Enexis Netbeheer, Energie Coöperatie Endona, Dr. Ten, ICT Group, Enpuls/Buurkracht, Universiteit Twente

**Looptijd:** 2017-2019

**Locatie(s):** Heeten

**Projectnummer:** TEUE116230

**E-mailadres:** arnoud.brouwer@enexis.nl

[Meer informatie](#)

<sup>7</sup> Zie hier [de omschrijving](#) in de projectendatabase van de Topsector Energie

<sup>8</sup> Zie het [Inspiratieboek maatschappelijk verantwoord innoveren](#)

Privacy was vanaf het begin erg belangrijk in het project. Met behulp van de ervaringen die Enexis had uit eerdere projecten is een lijst met privacy-eisen opgesteld, in lijn met wetgeving vanuit Europa en Nederland.

---

*“Er wordt door alle partners heel veel energie gestoken in een project”*

---

In het project zijn veel verschillende subdoelen nagestreefd die vaak los staan van het hoofddoel (zie projectomschrijving). Zo wordt er onder andere getest met nettarieven, is er een privacy checklist gemaakt, werd er een EMS ontworpen worden en wordt gebruik gemaakt van een nieuw type batterij. Door een grote hoeveelheid subdoelen wordt een project complexer, waardoor er ook meer fout kan gaan en resultaten lastiger te interpreteren zijn. In dit project waren er dan ook complicaties met de zeezoutbatterij, waardoor veel vertraging is opgelopen. In de zomer van 2019 is ervoor gekozen om gecertificeerde lithium-ion batterijen aan te schaffen, zodat er alsnog een antwoord gezocht kan worden op de onderzoeksvragen van dit project.

#### Installeren

Wanneer hardware geïnstalleerd wordt bij huishoudens is het belangrijk om de huishoudens goed voor te bereiden op de impact die de hardware heeft in een ruimte. Deze impact kan zowel door een esthetisch aspect, als door de werkelijke plek die iets inneemt. In dit project zag je bijvoorbeeld dat de zeezoutbatterij erg groot was en nog niet voldeed aan de esthetische normen. Daardoor zijn verkeerde verwachtingen ontstaan bij huishoudens, die zich vervolgens alsnog hebben teruggetrokken.

#### Uitvoeren

Doordat er voor de metingen gebruik gemaakt wordt van bekende techniek, zoals slimme meters, zijn er weinig storingen. Wanneer er toch wat datapunten missen worden deze met eenzelfde methode als voor de afrekening van je energie opgevuld. Hierdoor beïnvloedt het de resultaten niet.

Niet alleen bij het meten en analyseren kunnen er storingen zijn, ook bij de inzet van (nieuwe) technieken kunnen storingen voorkomen. Zo is de projectleider veel binnen geweest bij de voorzitter van de energiecoöperatie, waar de werking van de batterij getest werd, omdat de batterij uitviel. Aangezien de projectleider in de buurt woonde was de inspanning om langs te gaan minder groot. Verder onderstreept dit ook het belang van kleinschalig testen aan het begin van een project, om te voorkomen dat je bij grootschalige uitrol allerlei fouten tegenkomt en bij iedereen de deur plat moet lopen.

#### Algemeen

Het is erg fijn om een grotere organisatie in het consortium te hebben zitten – in dit geval Enexis. Binnen een grote organisatie is veel kennis aanwezig waardoor er minder uitgezocht hoeft te worden, zoals juridische zaken. In dit project is er wel nadrukkelijk op gelet dat alle partners evenveel zeggenschap hebben tijdens het project. Het is belangrijk om hier nadrukkelijk op te letten en juist kleinere partijen vragen om input. Door de ervaring van Enexis werd vaak door de partners eerst naar deze netbeheerder gekeken, waardoor er wellicht minder creatieve oplossingen naar boven komen.

---

#### Belangrijkste les

---

Probeer niet te veel nieuwe producten en services te testen in één project. Hierdoor wordt het onnodig complex.

## 6 REGIE OVER ENERGIE (ROE)



### Project omschrijving

#### Aanleiding:

De implementatie van een smart-grid dat omarmd wordt door de consument, vraagt om innovatieve, betrouwbare en gebruikersvriendelijke oplossingen. Alleen door de consument centraal te stellen kan hun acceptatie van/participatie in een smart-grid oplossing worden gerealiseerd. Lyv Smart Living heeft hiervoor een concept ontwikkeld, dat fungeert als energimanagementsysteem bij consumenten thuis en verbindingen legt tussen verschillende apparaten in huis, energieopslag en - indien er toestemming wordt gegeven - verbinding naar buiten. De oorspronkelijke naam van het project is 'De Energieketen in handen van de consument en is kort na aanvang omgedoopt tot Regie over Energie (ROE).

**Geïnterviewde(n):** Brendan de Graaf (Lyv Smart Living)

**Betrokken organisaties:** Alliander, Texel Development (Lyv Smart Living), Tegenstroom

**Looptijd:** 2017 - 2020

**Locatie(s):** Haarlemmermeer

**Projectnummer:** DEI2150029

**E-mailadres:** info@getlyv.com

**Meer informatie**

**Doel:** Het doel van het project Regie Over Energie (ROE) is om zelfgebruik van zelf opgewekte duurzame elektriciteit te maximaliseren bij de eindgebruiker (in huishoudens). Dat gebeurt met toepassing van opslag en intelligente regelsystemen. Door zelfgebruik te maximaliseren worden energiekosten voor eindgebruikers geminimaliseerd.

**Methode:** In het project is het energieplatform Lyv voor het eerst op grote schaal (circa 1.000 huishoudens) getest. Hierin zal is gebruik gemaakt van een buurtbatterij, thuisbatterijen en woninggebonden zon-PV-systemen.

**Resultaat:** Het project loopt nog en zal naar verwachting worden afgerond in het einde van 2020. Het beoogde resultaat is om op een schaal van circa 1000 huishoudens de werkzaamheid van de Smart Consumer Gateway technologie te kunnen aantonen. De ervaring uit deze pilot wordt gebruikt voor de uitrol en implementatie van dit product in Nederland en internationaal.

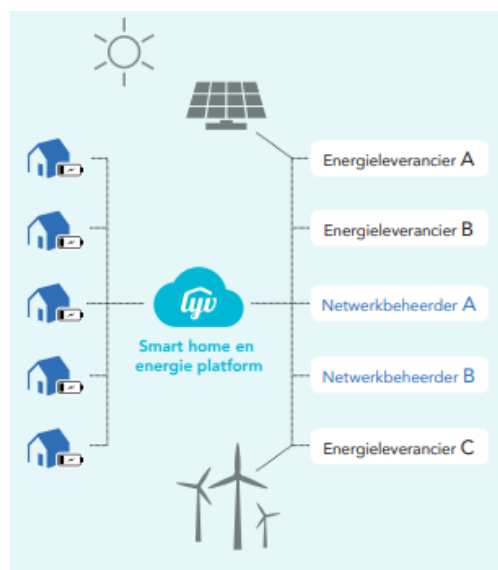
**Keywords:** Zelfconsumptie, buurtbatterij, opslag, congestiemanagement, energie-managementsysteem

### Voorwaarden voor succes

#### Voorbereiden

In het project ROE is vanaf het begin schaalbaarheid de belangrijkste ontwerpparameter geweest. Concreet betekent dit dat de diensten en apparaten die tijdens het project worden ontwikkeld en getest, ná het project gebruikt zullen worden in de bedrijfsvoering van Lyv Smart Living. Daarom moest de veiligheid van privacygevoelige data van projectdeelnemers vanaf het begin geborgd zijn. De verscherpte Europese wetgeving omtrent privacy (GDPR/AVG) heeft daarom nauwelijks impact gehad op het ontwerp van het project dat al aan de eisen voldeed. Een aanbeveling is dus om vanaf het begin projectdeelnemers als (toekomstige) klanten te zien, zodat het ontwerp van datamanagement niet later nog aangepast hoeft te worden.

Tijdens de aanbesteding is het van groot belang om samen te werken met betrouwbare en veilige organisaties. In het project bleken





sommige (buitenlandse) leveranciers niet (goed genoeg) te voldoen aan de GDPR (AVG) wetgeving. Dit is verholpen door andere leveranciers te zoeken of door de betreffende partijen aan te spreken.

Het project heeft aanzienlijke vertraging opgelopen doordat de thuisbatterijen minder ver ontwikkeld waren dan verwacht. Er zaten diverse kinderziektes in de geleverde batterijen, waardoor deze niet direct klaar voor gebruik waren. Door eisen te stellen aan de leverancier van de batterijen en door de batterij in eigen beheer te testen voordat deze grootschalig ingekocht worden, kunnen vertragingen bij de uitrol mogelijk voorkomen worden.

#### Installeren

In de installatiefase van het project zijn er een aantal praktische lessen geleerd. Ten eerste bleek dat er bij een aantal huishoudens PV-systemen niet optimaal waren aangesloten. Dit was al het geval voor aanvang van het project, maar het kwam nu pas aan het licht. Ten tweede bleken er tevens fouten te worden gemaakt bij het installeren van de nieuwe apparatuur tijdens het project. Deze aansluitingsfouten hebben grote gevolgen gehad voor de metingen. Een aanbeveling voor toekomstige projecten is dus om goede voorlichting te geven over de juiste manier van aansluiten bij monteurs en er niet van uit te gaan dat bestaande huishoudens allemaal correct zijn aangesloten.

Daarnaast werd in het project duidelijk dat de aansluitingen van huishoudens erg verschillend zijn. Een aanbeveling hieruit is om in kaart te brengen welke juiste en onjuiste aansluitmogelijkheden er zijn. Wellicht kan worden toegevoerd naar een soort standaardoplossing voor de verschillende soorten aansluiting bij huishoudens zodat het aansluiten van nieuwe apparatuur minder tijdsintensief en foutgevoelig wordt.

Een andere technische valkuil had betrekking op de aansluiting op het internet bij de projectdeelnemers. Aanvankelijk was de strategie om de internetaansluiting, die nodig is om apparaten te sturen, te realiseren met bedrading in plaats van met wifi. Bij een aantal deelnemers was dat niet praktisch, dus is er alsnog gebruik gemaakt van een wifi-verbinding. De wifi-verbinding heeft echter voor veel problemen gezorgd omdat het veel minder betrouwbaar is dan bedrading door uitval, verkeerd gebruik of signaalverstoring. Het garanderen van een betrouwbare internetverbinding is daarmee een duidelijke aanbeveling voor toekomstige projecten.

---

*“In Nederland is er geen incentive om het net op een correcte en zorgvuldige manier te belasten”*

---

#### Uitvoeren

In het datamanagement is veel rekening gehouden met de privacywetgeving. De data wordt op een beveiligde cloudomgeving opgeslagen met servers in Europa, waardoor het voldoen aan de Europese privacywetgeving en standaarden wordt gewaarborgd. In projectontwerp is zorgvuldig gekeken naar de behoefte aan data. Hierbij is de scope-afbakening goed in de gaten gehouden. Bijna alle metingen worden daardoor gebruikt in de analyse. Een algemene tip vanuit het project is om de scope van een project beperkt en specifiek te houden.

#### Algemeen

Er is in dit project geen businesscase gevonden voor congestieproblematiek, omdat er momenteel geen incentive is om het net op een zorgvuldige manier te belasten. De kostenbesparing die gehaald kan worden met het maximaliseren van zelfconsumptie bij eindgebruikers is vooral interessant bij grootverbruikers. Daardoor is er voor de zakelijke markt meer waarde te halen uit flexibilitets- of zelfconsumptiediensten dan in de particuliere markt.

In de praktijk gebeurt het vaak dat particulieren door de decentrale opwek van duurzame energie, met name zonnepanelen, de drie-fasen-aansluiting ongelijk belasten. Hierdoor kunnen de fasen uit balans raken. Dit zou bij de opschaaling van decentrale opwek kunnen leiden tot serieuze problematiek. Wellicht is het interessant om hiervoor een project op te zetten met betrokkenheid van de installatiebranche.

---

#### Belangrijkste les

---

Houd de scope van een project beperkt om specifiek te blijven en doelgericht te werken.

# 7 GEAGGREGEERDE E-OPSLAG: VOOR EN/OF ACHTER DE METER?



## Project omschrijving

**Aanleiding:** JEM GO was nauw verbonden met het project JEM 2.0. Beiden zijn een vervolg op het project Jouw Energie Moment (JEM 1.0) en vinden plaats in dezelfde omgeving. In JEM 1.0 is onderzocht of het mogelijk is om het gedrag van huishoudens bij te beïnvloeden door middel van prikkels en hiermee flexibiliteit te creëren. Na afloop van JEM 1.0 was er nog een aantal open vragen, wat de aanleiding was voor de vervolgprojecten:

- Wat zijn de mogelijkheden voor een rendabel businessmodel voor alle betrokken partijen waarbij flexibiliteit in het energiegebruik bij huishoudens wordt gerealiseerd?
- Welk verzekeringssysteem kan afrekening op basis van dynamische tarieven mogelijk maken tussen de verschillende leveranciers van een huishouden?
- Wat zijn de mogelijkheden voor een businessmodel binnen het wettelijk kader.

**Geïnterviewde(n):** Arnoud Brouwer (Enexis)

**Betrokken organisaties:** Enexis, Fudura, Senfal, Technolution.

**Looptijd:** 2015 - 2018

**Locatie(s):** Breda en Etten-Leur

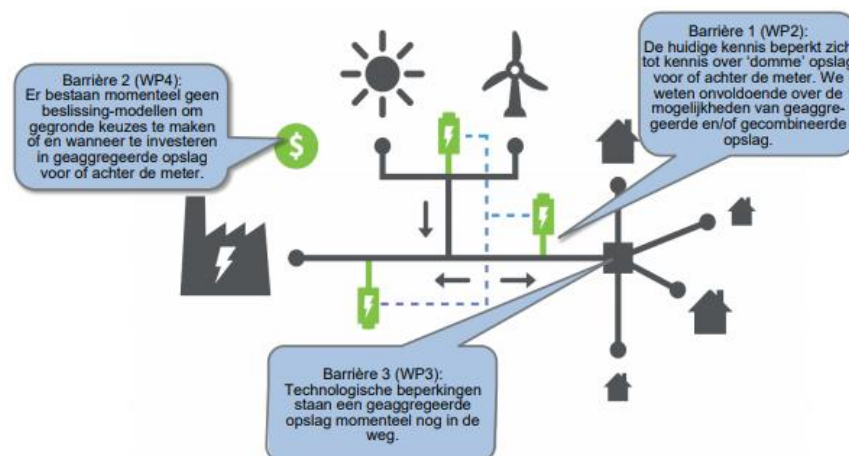
**Projectnummer:** TEID115016

**Emailadres:** [arnoud.brouwer@enexis.nl](mailto:arnoud.brouwer@enexis.nl)

[Meer informatie](#)

**Doel:** Het achterhalen van de maatschappelijke, technische en economische kosten en baten van verschillende vormen van geaggregeerde opslag (voor en achter de meter). Op basis hiervan werd onderzocht of geaggregeerde opslag een essentiële bijdrage kan leveren aan het stabiliseren van het energienet en het optimaal benutten van lokaal opgewekte duurzame energie.

**Methode:** De focus van JEM-GO lag op het aansturen van thuisbatterijen, een buurtbatterij en warmtepompen. Waar voorheen deze assets individueel zijn aangestuurd, werd in dit innovatieproject ervoor gekozen om verschillende flex-assets te aggregeren. Het project vond plaats in twee woonijken in Breda en een locatie in Zwolle. De prikkels waarop de batterijen gestuurd konden worden waren: de marktprijs voor stroom en de netwerkbonus/malus van de netbeheerder. Daarnaast is een deel van de batterijen ingezet voor Frequency Containment Reserve (FCR), omdat dit momenteel een van de meest lucratieve gebruiksmogelijkheden is.



**Resultaat:** In het project bleek het erg lastig om een businesscase te vinden met een positief resultaat voor de aggregator en de batterij-eigenaar. De belangrijkste voorwaarden het verbeteren van de businesscase zijn een lagere kostprijs van de batterij en minder storingen van de batterij waardoor de beschikbaarheid hoger wordt. Of door de slimme aansturing van de warmtepompen ook energiekosten zijn bespaard is op basis van de huidige data niet mogelijk. Door de uitdagingen in het project is veel geleerd over het ontsluiten van flexibiliteit, wat gebruikt is in vervolprojecten (zoals Grid Flex Heeten).

**Keywords:** Thuisbatterij, buurtbatterij, businessmodel, dynamische tarieven

---

### Voorwaarden voor succes

---

#### Vorbereiden

Binnen een businessmodel waarin verschillende partijen continu informatie uitwisselen is het belangrijk dat de privacy van persoonsgegevens gewaarborgd is. Daarom is besloten om voor JEM 2.0 vroegtijdig een zogenaamde 'privacy impact assessment' uit te voeren. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de door de Europese Commissie vrijgegeven aanpak voor het uitvoeren van 'privacy impact assessments' voor smart grid use cases, welke online beschikbaar is<sup>9</sup>. De lessen die in dit project geleerd zijn over het waarborgen van privacy zijn ook gebruikt in vervolprojecten van Enexis.

Voor JEM-GO zijn eerste generatie Tesla Powerwall thuisbatterijen gebruikt in combinatie met een SolarEdge omvormer en een speciaal voor JEM-GO ontwikkeld aansturingssysteem. In het project is onderschat hoe arbeidsintensief de ontwikkeling van de aansturing van batterijen is. Een tip voor een vervolproject is om van tevoren goed te onderzoeken of aansturing van buitenaf mogelijk is. Hiervoor zou je ook de fabrikant kunnen betrekken in het project.

#### Installeren

Het goed aansluiten van apparaten bleek lastiger dan verwacht. Dit komt met name omdat ieder huis anders is en hierdoor de aansluiting ook verschilt van huis tot huis, waardoor veel maatwerk per huis nodig was. Zo had één van de huishoudens een internetverbinding waarbij het IP-adres doorlopend veranderde waardoor het aansturingssysteem niet werkte. Het heeft lang geduurd voordat ontdekt werd wat de oorzaak was. Dit kan voorkomen worden door het systeem zo te ontwerpen dat minimaal gebruik gemaakt wordt van de voorzieningen die je verwacht bij een klant (zoals internet).

In dit project werd gebruik gemaakt van de P1-poort van de slimme meter. Het gevaar bestaat dat deze al bezet is, waardoor anderen de P1-poort dan niet kunnen gebruiken. In de toekomst voorziet Enexis dat dit een uitdaging gaat worden wanneer steeds meer partijen geïnteresseerd zijn in de data die uit de P1-poort komt.

#### Uitvoeren

Tijdens het project bleek de internetverbinding van bepaalde huishoudens niet altijd goed te werken. Dit werd vaak pas laat opgemerkt, waardoor er langere tijd geen data binnenkwam. Mede hierdoor waren de batterijen slechts 80% van de tijd beschikbaar. In vervolprojecten heeft Enexis daarom ervoor gezorgd dat er op afstand continu gemonitord kan worden.

---

*“Wat heel erg lastig is en lastig blijft is dat door de wet- en regelgeving netbeheerders vastzitten, waardoor we via een work-around moeten kijken wat iets oplevert.”*

---

Naast de internetverbinding waren er ook nog andere technologische uitdagingen met de batterijen. Zo haperde de batterij, was de spanningskwaliteit van het net te laag (waardoor de omvormer niet op verzoeken reageerde) en werkte de interface tussen de verschillende aansturingssystemen niet zoals gepland.

---

<sup>9</sup> [Zie website](#) van de Europese commissie

## Afronden

Door de storingen is er in dit project veel data verloren gegaan. Om voor voldoende bruikbare data te zorgen is de data opgeschoond. Data verzameld tijdens foutieve metingen en storingen zijn verwijderd, wat een tijdsintensief proces was. Daarnaast is de beschikbare data gealloceerd en zo achteraf gekoppeld aan de juiste sturingsmethode (netbeheerprikkel, primaire reserve, aansturing warmtepompen).

---

### Belangrijkste les

Zorg dat metingen regelmatig gemonitord worden zodat je storingen snel opspoot.

# 8 ONBALANSREDUCTIE DOOR HET ONTSLUITEN EN SLIM LADEN VAN ELEKTRISCHE AUTO'S IN DE BLOCKCHAIN (1) & SMART ENERGY PLATFORM FOR HOME APPLIANCES (2)



## Project omschrijving

**Aanleiding:** De toename in het verbruik van elektriciteit en de vraag naar duurzaamheid voert grote druk uit op het huidige energiesysteem. Om een verdere groei van duurzame energie mogelijk te maken is noodzakelijk om te zoeken naar nieuwe bronnen van flexibiliteit voor het handhaven van de balans op het net tussen vraag en aanbod. TenneT wil daarom de onbalansmarkt openstellen voor nieuwe bronnen van flexibiliteit, zoals ge-aggregeerde kleinschalige decentrale bronnen.

In OROSL (Onbalansreductie door het ontsluiten en slim laden van elektrische auto's in de blockchain) is daarom onderzocht wat de potentie is van elektrische auto's voor de balanshandhaving van TenneT. Elektrische auto's zijn één van de meest belovende vormen van flexibiliteit. Hiermee wordt de dreiging van het toenemende aandeel elektrische auto's, die het elektriciteitsnet op piekmoment belasten, omgezet in een grote kans.

Als vervolg op OROSL is het project SEPHA (Smart Energy Platform for Home Appliances) gestart. In dit project wordt het portfolio van elektrische auto's uitgebreid met andere assets, zoals warmtepompen en batterijen.

**Doel:** Een platform ontwikkelen dat het mogelijk maakt om de flexibiliteit van verschillende assets te aggregeren en aan te sturen, om hiermee corrigerend te handelen in het geval van onbalans.

**Methode:** In OROSL konden klanten van Vandebroon met een Tesla zich aanmelden voor de slim-ladendienst en daarmee hun auto beschikbaar stellen voor het in balans houden van vraag en aanbod. In tegenstelling tot slim laden via de laadpaal, wat al vaker getest is in slim laden pilot, werd in deze pilot de elektrische auto rechtstreeks aangestuurd. Deelnemers konden via een app hun laadvoorkeuren doorgeven aan Vandebroon, waarna Vandebroon de elektrische auto kon sturen zonder dat de deelnemer op comfort hoeft in te leveren. De flexibiliteit die werd ontsloten door Vandebroon werd door middel van de blockchaintechnologie gecommuniceerd naar TenneT. In SEPHA wordt de balanshandhaving ook ingevuld met andere vormen van gedecentraliseerde flexibiliteit zoals warmtepompen en batterijen.

**Geïnterviewde(n):** Fardau van der Galiën (Vanderbron Energie)

**Betrokken organisaties:**

Vandebroon Energie en TenneT TSO (1)

Vandebroon Energie en IBM Nederland (2)

**Looptijd:** 2017 – 2018 en 2019 - nu

**Locatie(s):** NVT

**Projectnummer:** TEUE117068, TEUE518014

**E-mailadres:** Fardau van der Galiën

[Meer informatie \(1\)](#)

[Meer informatie \(2\)](#)

**Resultaat:** Middels een innovatieproject met ruim 150 deelnemers is het platform op zowel technisch, praktisch als commercieel vlak getoetst. De resultaten van het innovatieproject tonen aan dat het met de ontwikkelde oplossingen mogelijk is om gedecentraliseerde flexibiliteit in te zetten voor real-time balanshandhaving van het net. In OROSL is dit gedemonstreerd met het stoppen/starten met laden van autobatterijen. Aangezien het SEPHA project recentelijk is gestart zijn hier nog relatief weinig geleerde lessen.

**Keywords:** Blockchain, onbalansmarkt, elektrische auto's, warmtepompen, batterijen, platform

---

#### Voorwaarden voor succes

##### Vorbereiden

Om kleine gedecentraliseerde flexibiliteit toe te laten is Hyperledger blockchain technologie (ontwikkeld door IBM) gekoppeld aan de reguliere TenneT biedladder en systemen voor balanceringsvermogen. Om de biedingen van geaggregeerde flexibiliteit over de blockchain aan te laten sluiten bij de bestaande systemen en procedures zijn in samenwerking met Vandebroon eisen opgesteld waar de beoogde oplossing aan moet voldoen. Het is erg belangrijk om duidelijke afspraken te maken en dus voldoende tijd uit te trekken om deze eisen op te stellen.

Het waarborgen van privacy bleek een interessante uitdaging die direct gelinkt was aan het gebruik van de blockchain technologie. Eén van de regels van Blockchain is dat gegevens niet verwijderd mogen worden, dit staat haaks op de eis in het GDPR, waarin staat dat consumenten het recht hebben dat de data die verzameld wordt gewist wordt. Vandebroon heeft gezorgd dat ze door middel van een gepseudonymiseerde code de data op de blockchain loggen. Door de koppeling van de klantgegevens met deze code is het mogelijk om de gegevens te verwijderen op het moment dat de klant geen klant meer is. Zo kon er toch worden omgegaan met de GDPR regelgeving.

Het ontwerp van een sturingsmechanisme, waarmee de batterij van de Tesla kon worden aangestuurd kost veel tijd. Dit is een barrière wanneer je het voor verschillende automerken wil ontwerpen. Een oplossing hiervoor is de ontwikkeling van communicatiestandaarden en -protocollen. zorgen dat het makkelijker wordt om assets aan te sturen. Voor slim laden zijn er dergelijke standaarden ontwikkeld voor de laadpaal, zoals OCPP. Het zou goed zijn wanneer dit soort standaarden ook beschikbaar worden voor andere assets!

Om het platform te ontwerpen heeft Vandebroon eerst een visie gemaakt. Aan de hand van deze visie werd een zogeheten 'minimal viable product' (MVP) ontworpen. Door deze aanpak kon Vandebroon snel starten met het innovatieproject. Aan de hand van het MVP kunnen stapsgewijs nieuwe features toegevoegd worden.

##### Uitvoeren

Tijdens de meefase waren er wel eens storingen omdat de het systeem nog niet altijd goed werkte. Doordat consortiumpartner TenneT elke dag een rapport opstuurde en hier expliciet vermeldde als er iets was opgevallen in de metingen, werden storingen snel ontdekt en konden ze vervolgens worden verholpen. Regelmatige monitoring is belangrijk om storingen snel te verholpen.

---

*"Er is veel behoefte aan een standaard protocol voor het aansturen van flexibele assets"*

---

##### Algemeen

In het eerste project, OROSL, stuurde Vandebroon de batterijen van elektrische auto's aan. Er werd specifiek gekozen voor het aansturen van Tesla-auto's, vanwege het grote marktaandeel van dit merk elektrische auto. Voor de opschaling van het concept is het belangrijk dat er een standaard aansturingprotocol wordt ontwikkeld waardoor ook andere automerken en ander type apparaten toegevoegd kunnen worden aan de pool met assets.

---

#### Belangrijkste les

Standaardisering bij de aansturing van assets, zoals al gebeurt bij laadpalen, zorgt voor een versnelling in het ontsluiten van flexibiliteit.

# 9 SMART CHARGING TSE URBAN ENERGY (SC)



## Projectomschrijving

**Aanleiding:** De elektrificatie van transport is wereldwijd in volle gang. Met het toenemen van hybride- en elektrische auto's en ontwikkelingen in laadservices ontstaan nieuwe mogelijkheden om te sturen in vraag- en aanbod van het elektriciteitsnet. Tegelijkertijd ontstaat de noodzaak om het net te verzwaken wanneer de vraagpieken groter worden.

**Doel:** In dit project wordt de mogelijkheid onderzocht om het laden van (hybride) elektrische auto's duurzamer en goedkoper te maken. Hiertoe ontwikkelen de consortiumpartners een softwareplatform om de elektriciteitsvraag van auto's te bundelen en centraal aan te sturen. Daarnaast was tevens het doel om middels dit innovatieproject te ontdekken welk verdienmodel het meeste kans van slagen had voor opschaling. Zo is er gekeken naar de onbalansmarkt, de groothandelsmarkten voor energie en naar zelfconsumptie.

**Methode:** Het slimladen in dit project vindt plaats door de auto aan te sturen, waardoor er geen slimme laadpaal vereist is. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om de elektrische wagen slim te laden vanuit een klassiek stopcontact thuis. Deze methode kan enkel worden toegepast mits goedkeuring en betrekking van de autofabrikanten zelf. Dit zijn momenteel Renault, Tesla Motors, BMW. Voor het laden van een EV aan een publiek laadpunt wordt het laadproces echter aangestuurd via de laadpaal en wordt het laadplan geoptimaliseerd met de gegevens die opgehaald worden via de connectiviteit van de wagen, indien mogelijk. Laden aan de publieke laadpaal is daarom mogelijk voor alle bestaande hybride en full-electric wagens in Nederland.

**Resultaat:** Het resultaat is een volledig werkende tool waarmee PHEV en BEV- auto's onafhankelijk van het op-laadpunt slim kunnen laden. De tool bepaalt wanneer het goedkoop is om te laden en kan ingesteld worden naar persoonlijke voorkeuren. De opbrengsten van de besparingen worden tussen de partners en de gebruiker gedeeld. Dit project heeft geholpen om meer slagkracht te krijgen in het begin van de startup Jedlix.

**Keywords:** Elektrische auto's, EV, BEV, PHEV, slimladen, vraagbundeling, passieve onbalans,

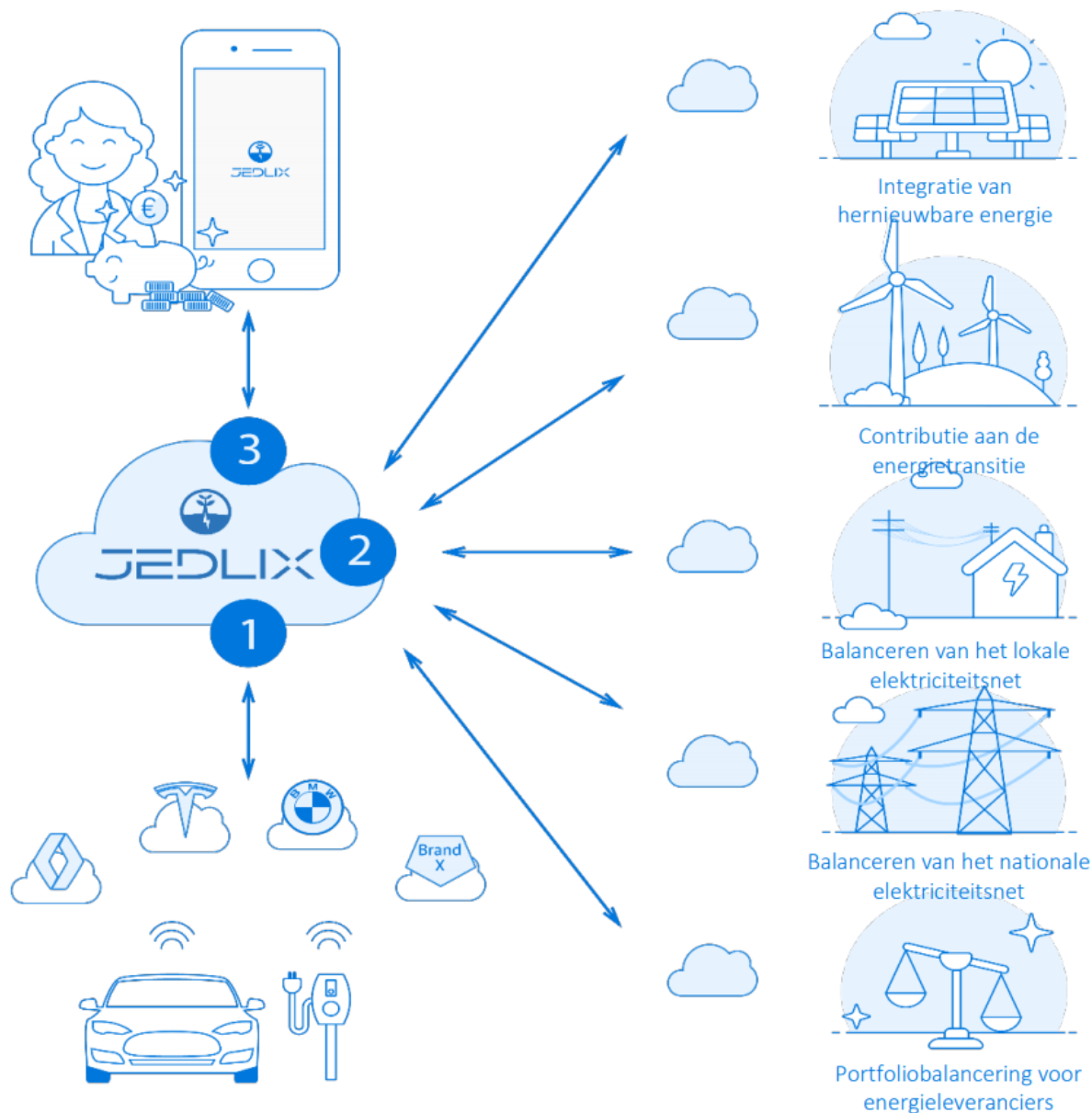
## Voorwaarden voor succes

### Voorbereiden

De rolverdeling in het consortium was vanaf het begin duidelijk. Sogeti leverde de hardware, Eneco nam de levering van elektriciteit (met slimme meters) voor zijn rekening en Jedlix was de hoofdverantwoordelijke voor de softwareontwikkeling. Een duidelijke rolverdeling hielp bij het efficiënt uitvoeren van een project.

Het voldoen aan de eisen voor de aangescherpte privacywetgeving heeft niet voor een grote belemmering gezorgd. Jedlix heeft wel ervaren dat de sector sinds de invoering van GDPR/AVG een stuk serieuzer en daarmee ook terughoudender is geworden met privacy. Naast wetgeving heeft Jedlix zich ook moeten voorbereiden op de mogelijkheid van het opvragen van informatie vanuit klanten, om onverhoopte tijdslast in de toekomst te voorkomen.

**Geïnterviewde(n):** Jorg van Heesbeen (Jedlix)  
**Betrokken organisaties:** Jedlix, Eneco Retail, Sogeti Nederland  
**Looptijd:** 2016 - 2018  
**Locatie(s):** Rotterdam  
**Projectnummer:** TEUE116210  
**E-mailadres:** support@jedlix.com  
**Meer informatie**



In het project waren streefwaarden opgesteld voor de hoeveelheid automerken en deelnemers. Met het idee van opschaling in het achterhoofd is eerst geprobeerd zoveel mogelijk autofabrikanten zo vroeg mogelijk te betrekken. De reden om dit vroeg te doen is omdat er vaak veel tijd overheen gaat om samenwerking te consolideren. Ook in dit project was dat het geval. Zo waren autofabrikanten nog terughoudend om iets met slim laden te doen. De reden hiervoor is dat autofabrikanten op dit moment veel energie steken om mensen over te halen om elektrisch te rijden. Het laden op zich zorgt al voor een grote barrière – denk aan de angst die mensen hebben dat ze donder stroom komen te zitten, of de moeite om een laadpaal te zoeken. Autofabrikanten willen daarom niet nog een extra barrière introduceren. Ondanks de terughoudendheid van autofabrikanten zijn er meerdere autofabrikanten aangesloten. Het communicatieprotocol dat ontwikkeld is, is in dit project geïntegreerd met de firmware van meerdere autofabrikanten. Dat zal het in de toekomst ook makkelijker zijn om nieuwe fabrikanten toe te voegen.

---

*“Daadwerkelijk markten ontsluiten is moeilijker dan gedacht”*

---



Het overgrote deel van de dienst is software. De keuze voor de gebruikte technieken is in dit project vooral bepaald door de kennis en kunde van de werknemers en de zelfontwikkelde software van een van de projectpartners. Hiervan afwijken betekent vaak dat er specifieke expertise voor moet worden ingehuurd, wat erg duur kan zijn.

#### Installeren

Tijdens de installatie werd duidelijk dat de aangeleverde (back-end) firmware niet altijd aansloot bij de verwachtingen die het consortium had. Hierdoor waren complicaties bij het aanturen van het laadproces en moest in sommige gevallen een extra module worden toegevoegd aan de software. Complicaties bij de aansturing door firmware kunnen voorkomen worden wanneer de fabrikant betrokken wordt bij de pilot. Hiervoor is het wel van belang dat de fabrikant inziet wat de waarde is, aangezien er anders geen incentive is voor de fabrikant om mee te helpen.

#### Afronden

De hypothesen over de ontsloten flexibiliteit konden met de opgehaalde data deels worden bevestigd en deels worden ontkracht. Het volume van de flexibiliteit leek meer dan verwacht omdat er meer lease-EV's werden gereden dan eerst gedacht. De waarde van de flexibiliteit viel uiteindelijk tegen omdat de waarde van de biedingen op de onbalansmarkt minder was dan verwacht. Uiteindelijk wordt in het eindrapport geschat dat een autorijder +/- 200 EUR per jaar kan verdienen.

Na het beëindigen is de gebruikte hardware weggehaald. De deelnemers zijn benaderd met de vraag of ze klant willen worden van Jedlix.

#### Algemeen

Een van de vervolgstappen is om te ontdekken welke verdienmodel voor vehicle-to-grid (V2G) aanslaat in de markt. Momenteel lijkt de markt nog niet klaar voor V2G. V2G wordt voorlopig uitsluitend gedaan met DC-laadpalen. Deze laadpalen zijn duurder dan de AC-variant, omdat ze een ingebouwde omvormer bevatten, waardoor er ook voorzichtiger mee wordt omgegaan.

---

#### Belangrijkste les

In een innovatieproject kun je wel in een beschermde omgeving aantonen dat het winstgevend kan zijn om flexibiliteit te ontsluiten voor een aantal apparaten, maar in de praktijk moeten er grote aantallen worden bereikt om ervoor te zorgen dat de betrokken partijen allemaal winst kunnen maken.

# 10 INTERFLEX



## Projectomschrijving

**Aanleiding:** Interflex is een subsidieproject dat deel uitmaakt van het Europese innovatieprogramma Horizon 2020. Vijf netbeheerders uit vijf verschillende landen doen mee aan dit innovatieprogramma dat drie jaar duurt. De Enexis Groep leidt Interflex in Nederland en werkt daarbij nauw samen met onder meer ElaadNL, TNO en de gemeente Eindhoven. Vanuit het perspectief van de netbeheerder is het interessant om te onderzoeken hoe een lokale flexibiliteitsmarkt een oplossing kan bieden voor de verwachte congestie door grotere vraag- en aanbodpieken in de nabije toekomst.

**Geïnterviewde(n):** Ton van Cuijk (Enexis)  
**Betrokken organisaties:** Enexis, TNO, ElaadNL  
**Looptijd:** 2016-2019  
**Locatie(s):** Eindhoven, Strijp-S  
**Projectnummer:** Horizon 2020 - 731289  
[Meer informatie](#)

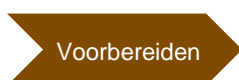
**Doel:** Om de dagelijkse pieken in de energievraag te verlagen wordt een concept voor een lokale marktplaats getest, waar netbeheerder Enexis kan onderhandelen met beheerders van flexibele assets en aggregators die het verbruik van energievraag kunnen sturen.

**Methode:** In het project zijn twee aggregators gecontracteerd die verantwoordelijk zijn voor de aansturing van afschakelbare zonnepanelen, batterijen en EV's. Enexis belooft hen via de marktplaats wanneer de energievraag gestuurd wordt. Om een marktconforme prijs voor flexibiliteit te onderhandelen, kijken de aggregators ook naar de prijs op andere energiemarkten.

**Resultaat:** In dit project wordt inzicht verkregen in de werking van een door een netbeheerder ingerichte lokale marktplaats waarop aggregators kunnen bieden met flexibiliteit. Het project is nog niet afgerond.

**Keywords:** lokale marktplaats, congestie, vraagsturing, slim laden, opslag

## Voorwaarden voor succes



Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van standaarden en open protocollen voor de communicatie tussen systeemonderdelen. Zo wordt er gebruik gemaakt van: OCPP1.6, OCPI en EFI. Het berichtenverkeer tussen netbeheerder en aggregator is gebaseerd op USEF. Door gebruik te maken van standaarden en open protocollen kunnen concepten makkelijker worden opgeschaald.

Een van de assets die werd aangestuurd in het project was een buurtbatterij. Zoals vaak in het begin van een project zijn de ambities erg hoog. Zo werd er voor dit project gezocht naar een innovatief batterijsysteem, waarbij elke partner andere eisen stelde. Door deze wens werd de lijst met eisen erg groot en was het lastig om een batterij te vinden die aan al deze eisen voldeed. Er is uiteindelijk gekozen voor een batterij die met veel moeite door de acceptatietest was gekomen. Achteraf was er in het project liever gekozen voor een minder geavanceerde, maar meer robuuste batterij. Door dicht bij de scope van het project te blijven en bij je eigen rol en kennis, en bijvoorbeeld niet te gaan zitten op de stoel van de batterijfabrikant, kan voorkomen worden dat eenzelfde fout gemaakt wordt. De verleiding



in deze projecten is groot om ook productinnovaties te onderzoeken, die echter vaak overbodige complexiteit met zich mee te brengen die het onderzoek naar het nieuwe energiesysteem beïnvloeden.

---

*“Zodra de scope te groot wordt, verlies je focus”*

---

#### Uitvoeren

Er zijn vooral veel operationele problemen geweest met het aansturen van de batterij, wat voor veel vertraging heeft gezorgd. De storingen moesten op de locatie worden verholpen, wat erg tijdsintensief was. De projectplanning moest worden opgeschoven omdat er veel minder data opgehaald was dan voorzien. Het is aan te bevelen om ofwel voor minder complexe techniek te kiezen in de ontwerpfase, ofwel om meer rekening te houden met vertragingen door storingen.

#### Afronden

De voorlopige resultaten laten zien dat het lastig is voor de netbeheerder om met de elektriciteitsmarkt te concurreren voor flexibiliteit. De netbeheerder is afhankelijk van de flexibiliteit uit een relatief kleine pool, aangezien het locatie specifiek is. Hierdoor neemt de onzekerheid van de levering van de flexibiliteit toe. Tevens is de waarde van de flexibiliteit beperkt voor de netbeheerder, vooral vanwege de lange economische levensduur van het net.

Er is in het project ook nog onderzocht wat de waarde is van flexibiliteit voor de netbeheerder wanneer het wordt ingezet om de veroudering van het net dat wordt veroorzaakt door overbelasting te voorkomen. Echter, een tijdelijke overbelasting is minder erg is dan vaak wordt gedacht.

#### Algemeen

Een voorlopig inzicht is dat de flexibiliteit van EV's in het project overschat is doordat EV's minder vaak aan een laadpaal staan dan verwacht. Daarnaast lijkt het opschuiven van het laadmoment van EV's voorlopig niet de congestie op te lossen, maar het te verplaatsen.

Interflex wordt momenteel nog uitgevoerd en zal naar verwachting in het begin van 2020 worden afgerond. De uitkomsten van Interflex Strijp-S worden gezamenlijk met andere Interflex-projecten geanalyseerd waarna vervolgstappen kunnen worden gemaakt.

---

#### Belangrijkste les

---

Het scheelt veel tijd om simpelere techniek te gebruiken. Daarnaast wordt de stand van de batterijtechnologie in de praktijk al snel overschat.

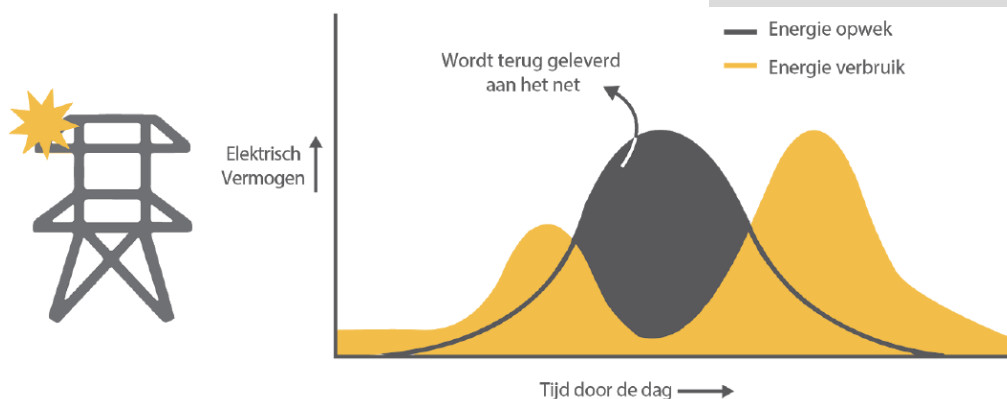
# 11 HERMANS SMART GRID



## Projectomschrijving

**Aanleiding:** De (lokale) opwek van zon-PV en het verbruik van een huishouden vinden niet altijd tegelijk plaats, hierdoor wordt een groot gedeelte van de zonnestroom teruggeleverd aan het net. Met de huidige salderingsregeling wordt de teruggeleverde energie verrekend met de afgenomen energie. De verwachting is dat deze regeling op termijn versoerd wordt, waardoor de teruggeleverde energie minder opbrengt dan dat energie van het net kost. Het is dan zaak om te zorgen dat zo min mogelijk zonnestroom wordt terug geleverd.

**Geïnterviewde(n):** Christiaan Brester (Lens)  
**Betrokken organisaties:** BeNext, DGM, Energieonderzoek Centrum Nederland, Generic Media, Local Energy Networksystems & Services (LENS); Net2Grid; Top Systems  
**Looptijd:** 2014-2019  
**Locatie(s):** Amsterdam  
**Projectnummer:** TESH114003  
**E-mailadres:** christiaan@lens-energie.nl  
[Meer informatie](#)



**Doel:** Het ontwikkelen van een systeem dat zelfconsumptie van zon PV maximaliseert om teruglevering te voorkomen, waarbij gebruik gemaakt wordt van Herman de Zonneverdelers.

**Methode:** De zelfconsumptie van zon-PV wordt gemaximaliseerd door verschillende technieken:

- De stroom-verdeeltechnologie, de Herman, verdeelt de lokaal opgewekte energie over meerdere lokale eindgebruikers.
- Door slimme home-automation (domotica) technologie wordt inzicht verkregen in het energieverbruik van de eindgebruiker en ontstaat de mogelijkheid dit te beïnvloeden.
- Met energie-opslagsystemen kan het overschot van opgewekte energie opgeslagen worden (deze technologie is alleen getest door middel van een simulatie).

De maximalisatie van zon-PV is eerst gesimuleerd. Daarna is geprobeerd om de technieken ook in de praktijk te testen op twee verschillende pilotlocaties. Door wat barrières die verderop in het rapport te lezen zijn is de praktijktest tegengevallen. Op de ene locatie staan voornamelijk nieuwbouw en is doelgroep 50+. De andere locatie is een gerenoveerd schoolgebouw in Amsterdam met vooral jonge gezinnen. Beide locaties zijn all-electric.

**Resultaat:** Uit de simulatie blijkt dat een zelfconsumptie tot 90-95% theoretisch haalbaar is met energie opslag, maar praktisch erg lastig gaat worden vanwege ruimtegebrek voor grote opslagsystemen en hoge kosten van opslag. Haalbaar lijkt een verdubbeling van de zelfconsumptie tot 40-50%, afhankelijk van de aanwezige apparaten.

**Keywords:** Slimme apparaten, huishoudens, zon-PV, zelfconsumptie, opslag

### Vorbereiden

Bij de aanvraag van het project waren twee partijen gevraagd hun domotica-apparatuur in te zetten: Net2Grid (Zigbee technologie) en BeNext (Z-Wave technologie), om met beiden technologieën ervaring op te doen. Helaas bleek tijdens de start van het project dat Net2Grid geen ontwikkelcapaciteit had voor dit project, waardoor zij uit het project zijn gestapt.

Het originele idee was om het energieverbruik van witgoed aan te sturen. Echter, dit bleek in de praktijk lastig haalbaar en daarnaast weinig impact te hebben. Allereerst is de impact van het sturen van witgoed op de mate van zelfconsumptie beperkt. Daarnaast is witgoed lastig aanstuurbaar doordat fabrikanten geen open interface aanbieden en ze lastig te bereiken zijn. Tevens zijn de kosten van slim witgoed ook erg hoog en zit er een flinke gedragscomponent aan het aansturen van witgoed, ook in een geautomatiseerde omgeving.

Een andere optie was het aansturen van warmtepompen. Voornamelijk de warmtepompen met een buffer zijn interessant aangezien hierbij het comfortniveau in een woning niet beïnvloed wordt tijdens het sturen. Echter waren de warmtepompfabrikanten ook terughoudend met het verlenen van toegang tot de firmware. Vooral de (gepercipieerde) risico's wat betreft efficiëntie (COP) en de garantie die aan de klant is beloofd, speelt hierbij een rol. Aangevoond zal dus moeten worden dat sturen met warmtepompen de COP en garantie niet nadelig beïnvloedt. Daarnaast speelt veiligheid ook een belangrijke beperkende rol, aangezien een boiler vat regelmatig tot een bepaalde temperatuur (55-65°C) moet worden verwarmd vanwege legionellabescherming. Tot slot, de grootste vraag naar energie voor verwarming is in de winter, terwijl de zonnepanelen dan het minste opwekken. Hierdoor is de sturing van warmtepompen maar beperkt inzetbaar voor het maximaliseren van zelfconsumptie.

---

*“Zorg voor commitment van alle betrokken partijen”*

---

De potentie van energieopslag is alleen getest door middel van een simulatie. Het testen in de praktijk was niet mogelijk vanwege beperkte ontwikkelcapaciteit bij fabrikanten. LENS heeft eigen, bestaande energieopslagsystemen, buiten de pilotlocaties, bij deze simulaties betrokken.

### Installeren

De systemen die geïnstalleerd moesten worden in het project zijn nog erg innovatief en ook erg gebruiksvriendelijk. Zo werd de meetapparatuur in een pakketje geleverd, bestaande uit veel losse stukken en een lange gebruiksaanwijzing. Verwacht was dat de apparatuur al verder ontwikkeld was en eventueel door de bewoners zelf geïnstalleerd had kunnen worden, wat nu niet het geval was. Hierdoor kostte de installatiefase meer tijd dan verwacht.

Daarnaast bleek het meten van warmtepompen een uitdaging aangezien BeNext geen meetapparatuur levert voor CEE aansluitingen. Uiteindelijk is er in het project zelf meetapparatuur ontwikkeld voor de warmtepompen. Echter, omdat deze niet via de BeNext-infrastructuur wordt uitgelezen, is daar door LENS ook een interface voor gemaakt.

### Uitvoeren

De Energy Switch, een plug waarmee het energieverbruik van individuele apparaten werden gemeten en gestuurd, bleek in het project regelmatig de verbinding te verliezen met de gateway (ruim 5000 meldingen over 270 apparaten per jaar: 18 meldingen per apparaat per jaar). Hierdoor zijn er gaten in de data ontstaan, wat de bruikbaarheid van deze data heeft geschaad. Daarnaast heeft de gateway een vaste internetverbinding nodig, doorgaans geleverd door de bewoner. Deze internetverbinding wordt vaker verbroken door de bewoners – bijvoorbeeld bij internetstoringen – maar lang niet altijd denken de bewoners eraan om de gateway ook weer aan te sluiten.

### Afronden

Bij het analyseren van de data bleek dat ook in een ideale situatie, wanneer opwek en verbruik nauwkeurig voorspeld zou kunnen worden en apparaten goed aangestuurd zouden worden, het niet mogelijk is om zelfconsumptie te verhogen tot meer dan 50% (zonder

accu's). Er is namelijk een grote brug te slaan tussen de netto-opwek in de zomer en het netto-verbruik in de winter die niet met vraagsturing is op te lossen. Ook met een batterij is het in de praktijk voor huishoudens onmogelijk om deze brug te slaan aangezien hiervoor een grote capaciteit nodig is over een langere periode, hiervoor geen ruimte beschikbaar is in de meeste woningen en de kosten te hoog.

#### Algemeen

In dit project bleek de commitment van partners een barrière voor de ontwikkeling van de benodigde apparatuur. In een vervolgproject gaat de voorkeur uit naar samenwerking met kleinere bedrijven die een vergelijkbare commitment hebben als LENS. Deze commitment wil LENS in vroeg stadium vast kunnen leggen, zodat de verwachtingen duidelijk zijn vanaf het begin.

Er zijn bij de projectpartners zorgen over de stimulans voor zonnepanelen, en daarmee de verduurzaming van Nederland, wanneer de salderingsregeling wordt afgeschaft. Uit deze pilot blijkt dat de zelfconsumptie op woningniveau beperkt is. Het probleem netbalans is een probleem op wijk- buurt- of straatniveau. Op dát niveau moet het issue dus ook moeten worden opgepakt omdat dit veel efficiënter en effectiever is dan een aggregatie op woningniveau.

Het afschaffen van de salderingsregeling, zoals nu voorgesteld, zal daarom slechts zeer beperkt leiden tot de beoogde gedragsverandering, alleen al omdat de middelen en het gedag van bewoners ook maar zeer beperkt invloed heeft. Dit kan ervoor zorgen dat er op woningen kleinere zon-PV systemen zullen worden geplaatst, vanuit het adagium "meer panelen renderen immers toch niet". De zelfconsumptie wordt immers veel lager naarmate er meer panelen worden geplaatst.

---

#### Belangrijkste les

Zelfconsumptie van meer dan 50% op woningniveau is in de praktijk lastig haalbaar.

# 12 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

## 12.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de veelvoorkomende lessen uit de interviews gebundeld en samengevat. Hierbij wordt dezelfde indeling aangehouden als in de hoofdstukken over de interviews, waarbij gekeken wordt naar de verschillende fases van een project.



Daarnaast is dit hoofdstuk aangevuld met algemene ervaringen van twee experts, namelijk van:

- Richard Beekhuis, Business Director Sustainable Energy bij TNO
- Arjen de Jong, managing consultant bij BlueTerra Energy Experts

## 12.2 Geleerde lessen

**Vorbereiden** Een goede scope ontwikkelen en behouden in een project is essentieel voor het behalen van robuuste resultaten. Allereerst is het bij de start van een project belangrijk om niet te veel tegelijkertijd te willen testen, en dus de scope goed te definiëren. Daarnaast is het behouden van die scope minstens zo belangrijk. Aangezien projecten vaak starten met een erg hoog ambitieniveau, kan het helpen wanneer er gewerkt wordt met een “minimal viable product”. Hiervoor wordt eerst een duidelijke visie opgesteld over het ideale eindresultaat. Deze visie wordt uitgedrukt tot de basis van het project. In het project wordt eerst gezorgd dat de basis goed staat, dan kan er wanneer er tijd over is altijd nog meer toegevoegd worden. In de basis van de scope zou het meten over meerdere seizoenen moeten worden opgenomen, aangezien de flexibiliteit kan verschillen van seizoen op seizoen.

Vaak werken in projecten verschillende type bedrijven samen. Hoe groter het consortium, hoe lastiger het blijkt om alle neuzen dezelfde richting op te krijgen. Allereerst is hiervoor een goede rolverdeling in een project belangrijk. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met een introductieperiode in het begin van een project, een tijd waarin de verschillende partijen elkaars taal leren spreken.

Frameworks zoals USEF en communicatiestandaarden en -protocollen, zoals EFI, OCPP en OpenADR, zijn essentieel in het versimpelen van de ontsluiting van flexibiliteit, en het ontwerpen van een aansturingmechanisme. Op dit moment wordt er door verschillende partijen gewerkt aan protocollen en standaarden, echter worden deze toegepast bij een klein deel van de assets. Een tip voor assets waar nog niet gebruik gemaakt wordt van protocollen en standaarden is het betrekken van de fabrikant. Door de fabrikant in het ontwerp van het aansturingmechanisme is er beter inzicht in de firmware, waardoor de aansturing beter aansluit en er minder kans is op storingen. Een ander voordeel is dat de betrokkenheid van een fabrikant voor meer bekendheid zorgt van de waarde van flexibiliteit.

Naast het gebrek aan communicatiestandaarden en protocollen bij assets lijken in veel innovatieprojecten de prestaties van de assets tegen te vallen, met name in batterijtechnologie. De markt voor batterijen trekt aan waardoor er veel nieuwe innovatieve ontwerpen worden geïntroduceerd. Het Technology Readiness Level lijkt echter vaak tegen te vallen waardoor veel vertraging wordt opgelopen. Door wellicht een minder innovatieve batterij te kiezen en van tevoren een goede test te doen kunnen wellicht dit soort problemen in de toekomst voorkomen worden.

Deze les heeft ook betrekking op de scope van een project. Er zijn projecten waarin tegelijkertijd nieuwe technologieën getest worden (productinnovatie), terwijl er tegelijkertijd verschillende bredere vraagstukken worden verkend over bijvoorbeeld de inrichting van bijvoorbeeld een smart-grid (systeeminnovatie). In diverse projecten werd

zichtbaar dat dit niet altijd een ideale combinatie is. Waar een nieuw energiesysteem wordt onderzocht, kunnen onzekere productinnovaties risico's met zich mee brengen, zoals vertragingen in het project en storingen waardoor er gaten ontstaan bij het verzamelen van data. Het is daarom aan te raden van tevoren goed na te denken wat het doel van een project is – productinnovatie of systeeminnovatie – en gebaseerd op deze keuze het innovatieproject in te richten.

Het waarborgen van privacy en cybersecurity lijkt in alle projecten veel aandacht gekregen te hebben. Partijen vinden dit erg belangrijk en nemen dit mee bij het ontwerp van een concept. Wel kost het voor sommige partijen veel tijd, zeker wanneer zij minder ervaring op dit gebied hebben. Voor deze partijen zou het helpen wanneer er richtlijnen worden meegegeven.<sup>10</sup>

#### Installeren

Een van de grootste uitdagingen in de installatiefase was de diversiteit in type assets, aansluitingen en wensen bij huishoudens. In een aantal projecten was er geen rekening gehouden met deze mate van diversiteit. Om uiteindelijk een product of concept te kunnen opschalen moet het geschikt gemaakt worden voor veel verschillende situaties. Hiervoor is het belangrijk dat je huishoudens al vroeg betrekt in het ontwerpproces. Maak, indien mogelijk, een prototype dat mensen in een ruimte kunnen zetten. Zo wordt al vroeg in het ontwerp de focus gelegd op ruimtelijke inpassing.

Een betrouwbare (internet)verbinding is cruciaal voor het aansturen van assets en het verzamelen van data. In een aantal projecten heeft het gebruik van de wifi van huishoudens tot problemen geleid, ofwel door slechte kwaliteit ofwel doordat de internetverbinding niet werkte zoals verwacht. Een aanbeveling is daarom om de communicatie zoveel mogelijk te integreren in het productontwerp. Er kan gewerkt worden met bedraad internet of met een simkaart dat via een modem met het mobiele netwerk kan verbinden.

#### Uitvoeren

In veel projecten komen storingen voor tijdens de uitvoerende fase. Er is aan aantal projecten waarbij storingen ervoor gezorgd hebben dat een groot deel van de data niet bruikbaar was en analyse daardoor niet mogelijk. Om de impact van storingen te verkleinen op het resultaat is het aan te raden om continu te monitoren. Wanneer er dan iets fout gaat, kan er snel worden ingegrepen.

Daarnaast is het belangrijk dat storingen niet de primaire processen bij klanten beïnvloeden of voor onveilige situaties zorgen. Hier moet van tevoren, in de voorbereiding van een project, goed over worden nagedacht. Door bijvoorbeeld een back-up te installeren of door de mogelijkheid te houden om handmatig te sturen toe te voegen wordt de invloed van een storing beperkt. Tot slot kunnen storingen ervoor zorgen dat er veel tijd en energie verloren gaat in het consortium, vooral wanneer er vaak op locatie langsgedaan moet worden. Door een asset op afstand bestuurbaar te maken kan er tijd bespaard worden.

#### Afronden

Doordat er vaak extra tijd in een project nodig was voor de eerdere fases is er voor de fase "analyseren" minder tijd dan gepland. Dit zie je ook terug in de vele vragen voor uitstel in projecten.

#### Algemeen

In nagenoeg al deze studies is geen goede businesscase ontwikkeld voor de inzet van (ge-aggregeerde) flexibiliteit vanuit de gebouwde omgeving. Het blijft erg lastig om decentrale flexibiliteit te contracteren, aangezien de beschikbaarheid laag is. Verder zijn kosten op dit moment nog hoog, en vooral de waarde te laag. Wanneer de waarde voor flexibiliteit toeneemt, lijkt een eerste stap in het ontsluiten van flexibiliteit bij grote assets het meest logisch.

Een interessant onderwerp dat een aantal keer genoemd is tijdens interviews gaat over de mogelijke tegengestelde belangen van de verschillende partijen in de energiesector (DSOs, TSOs, aggregators). Een marktpartij kan de capaciteit vanuit een buurtbatterij aan de regionale netbeheerder als service aanbieden, maar bijvoorbeeld ook aan TenneT als primaire reserve. Wanneer het meer waarde oplevert om de capaciteit in te zetten als primaire reserve, dan komen de belangen van de marktpartij en de netbeheerder tegenover elkaar te liggen.

<sup>10</sup> Zie [link](#) voor een voorbeeld van een richtlijn, zoals opgesteld door USEF



Een algemene vraag voor de toekomst gaat over het eigenaarschap van flexibiliteit en de mogelijke lock-in effecten door de slimme meter bij huishoudens. Veel partijen willen toegang tot de P1-poort van de slimme meter om real-time data van het energiegebruik te ontvangen. Echter, er kan maar één dongle worden aangesloten op deze poort, waardoor een lock-in effect kan ontstaan. Er zou daarom gekeken moeten een oplossing op meerdere partijen toegang te geven tot de P1-poort. Een van de oplossingen is een Internet-of-Things-gateway, waardoor het mogelijk is om meerdere partijen toegang te geven.

### **12.3 Tot slot**

Er zijn veel lessen geleerd in de verschillende innovatieprojecten. Verder is er veel herhaling in de lessen die geleerd worden tussen de verschillende innovatieprojecten. Hieruit kan de algemene les getrokken worden dat het belangrijk is om van elkaar te blijven leren. Met dit rapport is een eerste stap gezet om de geleerde lessen te bundelen en daarmee een handvat te geven voor nieuwe projecten die nog gaan starten.