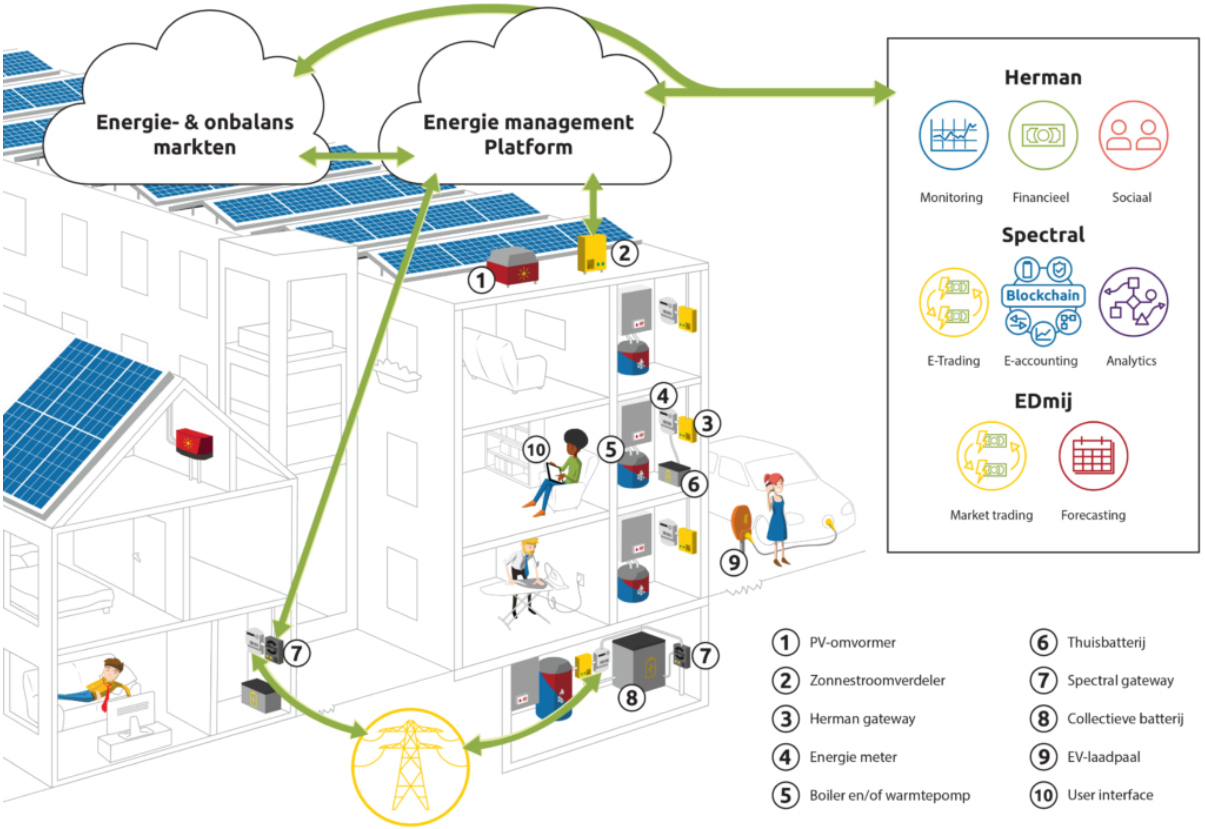
Openbare eindrapportage behorend bij het project:

Flexibele Energiediensten voor Huurappartementen

Datum: 28 april 2023



Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Nationale regelingen EZK- en LNV-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Inhoud

Consortium 2
Aanleiding 2
Doelstelling 3
Resultaten 3
Conclusies 6
Knelpunten 7
Perspectief 8
Bijdrage aan de doelen van de regeling 8
Spin off 9
Meer informatie 9

Consortium

Het project is gezamenlijk uitgevoerd door de volgende partijen:

Lens (penvoerder) is gespecialiseerd in de grootschalige uitrol van zonnesystemen voor woningcorporaties. Daarbij maakt men gebruik van zelf ontwikkelde systemen en technologie voor het monitoren en aansturen van installaties en beheren van opbrengsten voor huurders.

Spectral ontwikkelt energie management systemen voor het sturen van energie-assets, met een focus op slimme, zelflerende technieken.

EDmij ondersteunt bedrijven die willen handelen op de energiemarkten met datadiensten en prijsvoorspellingen.

Generic Media ontwikkelt en beheert IT-oplossingen voor grootschalige dataverwerking en webbased applicaties o.a. voor Lens.

Aanleiding

De afgelopen jaren zijn steeds meer huurwoningen voorzien van zonnepanelen. In 2018 werd duidelijk dat met het verdwijnen van de salderingsregeling de opbrengsten van de zonnestroom onder druk zullen komen te staan. Hierdoor zal het onmogelijk worden om huurders een opbrengst te garanderen, een belangrijke eis met betrekking tot de uitrol van zonnepanelen. Het consortium wilde daarom technologie ontwikkelen die het mogelijk maakt om de zonnestroom slim te kunnen verhandelen, bufferen of gebruiken, zodat de opbrengsten stijgen en de systemen toekomstbestendiger worden.

Doelstelling

Met het project werd beoogd om de techniek voor integrale en geoptimaliseerde flexibele energiediensten voor huurders te ontwikkelen. De techniek moet ervoor zorgen dat de zonnestroom voor huurders ca. 40% meer oplevert bij het verdwijnen van de salderingsregeling. In de basis wilde men ervoor zorgen dat een veel groter deel van de lokale zonnestroom direct wordt benut in woningen en flatgebouwen door bijvoorbeeld stroom slim te bufferen of te verhandelen in plaats van regulier terug te leveren. Ook wilde men energieopslag rendabeler maken door aanvullende verdienmodellen (zoals de onbalansmarkt) technisch mogelijk te maken voor de huursector.

De concrete subdoelen daarbij waren om deelsystemen die stroom kunnen verdelen, opslaan en verhandelen (de systemen van Lens/Generic Media, Spectral en EDmij) te laten samenwerken met elkaar en met verschillende apparaten in de woningen en gebouwen. Dit wilde men zodanig ontwikkelen dat bij het managen van de lokale elektriciteit automatisch rekening gehouden wordt met onder andere (verwachte) energieprijzen op de groothandelsmarkten en de (verwachte) warmtevraag in huishoudens. Daarbij was het doel huishoudens te stimuleren om actief deel te nemen aan de energiediensten.

Daarnaast had het project tot doel om grootschalige, actuele energiedata te verzamelen om model- en algoritmeontwikkeling te ondersteunen, simulaties te voeden en het modelleren van bijvoorbeeld accusystemen mogelijk te maken.

Resultaten

Het project heeft geresulteerd in diverse technieken en systemen die nodig zijn om binnen huishoudens slim met assets te kunnen sturen. Een paar concrete voorbeelden:

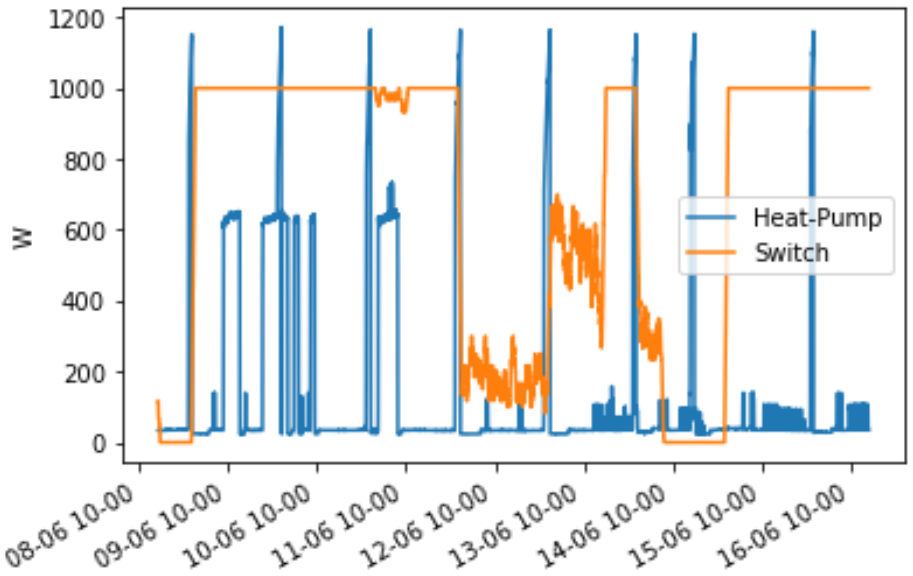
- een modulaire gateway, geschikt om vanuit de cloud o.a. warmtepompen, omvormers en thuisaccu's aan te sturen;
- een datalogger die met zeer weinig dataverkeer de opwek en het verbruik van een aansluiting doorgeeft aan de cloud en bovendien de potentie heeft om als 'mini-gateway' te dienen;
- de integratie van de systemen binnen het consortium, die er samen voor zorgen dat op basis van prijsinformatie assets aangestuurd kunnen worden;
- nauwkeurige voorspellingsmodellen voor energiegebruik, -opwek en marktprijzen (onbalansmarkt) ;
- algoritmes die optimalisatie van de aansturing mogelijk maken, en
- een integrale energie-database waarin energiedata uit diverse bronnen wordt opgeslagen, zodat het mogelijk wordt analyses uit te voeren met het oog op flexibiliteit en andere vraagstukken binnen de energietransitie.

De ontwikkelingen zijn getest in de praktijk. De belangrijkste bevindingen zijn opgedaan met de pilot bij 33 woningen in Den Haag. Daar heeft men enkele warmtepompen gedeeltelijk aangestuurd met het oog op het benutten van de potentiële flexibiliteit. Het unieke aan deze pilotlocatie was dat Spectral op die locatie het verdere stroomnet ook monitort (in opdracht van netbeheerder Stedin). Dit maakte het mogelijk om de netbelasting op wijkniveau mee te nemen in de algoritmes voor het slim benutten van flexibiliteit.

Door eerdere knelpunten m.b.t. de pilot heeft het consortium gekozen voor een compacte opzet van de pilot, met de focus op het aantonen van de technische werking van de ontwikkelde hardware, de software-integraties en bijbehorende algoritmes. Uiteindelijk is een combinatie van warmtepompen (tapwater), laadpaal en een virtuele (gesimuleerde) accu getest in deze pilot.

In de pilot zijn drie optimalisatiescenario's getest:

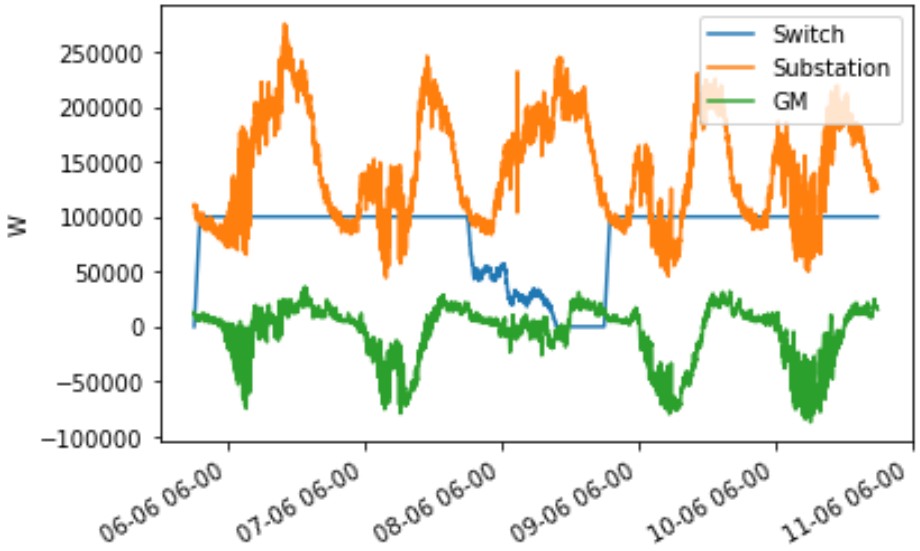
1. **Maximaliseren zelfconsumptie**: hierbij werd eerst gekeken naar zelfconsumptie op woningniveau en vervolgens de collectieve zelfconsumptie voor alle 33 woningen. Op individueel niveau was de zelfconsumptie door het aanpassen van het moment van bufferen van de warmtepomp in sommige gevallen te verhogen met bijna 30%. Op collectief niveau lag de toename van de zelfconsumptie rond de 20% op jaarbasis. Dit is iets lager dan verwacht op basis van de ontwikkelde flexmodellen. Dit heeft vooral te maken met de onvoorspelbaarheid van het gebruik van tapwater van de gebruiker en de daarvoor benodigde marge in het algoritme om niet in te hoeven boeten op comfort. Tijdens de pilot zijn er geen klachten geweest van gebruikers over gebrek aan voldoende warm tapwater. Het toevoegen van een batterij heeft veel effect op het verhogen van de zelfconsumptie en neemt bijna lineair toe met de capaciteit van de batterij. Het optimum leek hier te liggen op circa 3 kWh per woning, dit is uiteraard sterk afhankelijk van het consumptiepatroon van de woning en het vermogen van de PV-installatie.



Afbeelding - Aansturing warmtepomp op individueel woningniveau

2. **Minimaliseren piekbelasting**: Voor het minimaliseren van de piekbelasting is gekeken naar de gezamenlijke piek van alle 33 woningen. Dit was in het jaar 2021 circa 68 kW. De totale gelijktijdige piek van de 15 warmtepompen was dat jaar 13 kW. Op basis hiervan is gekozen om binnen dit scenario de piek te verlagen naar 60 kW door het moment van bufferen van de warmtepompen te verplaatsen naar momenten met een lagere collectieve netbelasting. Vervolgens is ook een virtuele batterij aan de optimalisatie toegevoegd. Hieruit is geconcludeerd dat een 10 kW/kWh (gecombineerde) batterij een groter effect heeft op het verlagen van de piekbelasting dan het aansturen van alle 15 warmtepompen. De combinatie van een batterij en aanstuurbare warmtepompen had beperkt effect op het verder verlagen van de piekbelasting.

   Voor de optimalisatie in dit scenario is ook gebruikgemaakt van data van de MSR van Stedin om de impact op gebiedsniveau te bepalen. Op basis van werkelijke meting was het effect van de 15 warmtepompen te klein om dit terug te zien in de netbelasting op gebiedsniveau. Wel kon het algoritme worden getest om op basis van (gesimuleerde) congestie een stuursignaal te sturen naar de warmtepompen en virtuele batterij.



Afbeelding - Aansturing warmtepomp op basis van data MSR (substation in de grafiek)

3. **Minimaliseren kosten:** Hierbij is gebruikgemaakt van de binnen Flexrent ontwikkelde voorspellingsmodellen van de day-ahead en onbalansprijzen. Door het moment van bufferen te verplaatsen naar de momenten met de laagst verwachte kosten is een gemiddelde besparing van maximaal 115 euro per warmtepomp te realiseren (op basis van prijzen 2022). Uit de pilot is gebleken dat de potentie voor kostenoptimalisatie erg verschilt van dag tot

dag. Een besparing van circa 70 tot 100 euro per jaar wordt realistischer geacht over de lange termijn. Voor een (thuis)batterij zijn de opbrengsten aanzienlijk hoger, waarbij er een afhankelijkheid is van de gekozen dimensionering van de batterij. Met een batterij met een hoog vermogen kan er beter ingespeeld worden op momenten met gunstige prijzen. Dit is echter minder wenselijk wanneer ook rekening wordt gehouden met de (gezamenlijke) piekbelasting. Op basis van de doorrekening van verschillende batterij configuraties lijkt een 2kW/5kWh batterij voor een gemiddelde woning het meest gunstig te zijn. Hiermee kan gemiddeld 500 tot 600 euro per jaar worden bespaard op de energiekosten door gebruik te maken van de prijsverschillen op de day-ahead en onbalansmarkt (prijzen 2022). De kosten van een dergelijke batterij zijn momenteel circa 4.000 euro waardoor de terugverdientijd tussen de 6,5 en 8 jaar ligt (excl. kosten voor een flexdienst). Bij deze resultaten dient te worden opgemerkt dat met de sterk gestegen prijzen voor elektriciteit in 2022 ook de potentiële besparingen hoger zijn geworden.

Conclusies

Op basis van de drie onderzochte scenario's binnen de pilot kan worden geconcludeerd dat de flexibiliteit die een warmtepomp kan bieden interessant is voor het verhogen van de zelfconsumptie en het verlagen van de elektriciteitskosten. In vergelijking met een (thuis)batterij is het additionele effect echter beperkt. Dit komt met name doordat het moment van bufferen van warm tapwater zich moeilijker laat sturen door de invloed van het gedrag van het huishouden (moment op de dag van warm tapwater gebruik en voorspelbaarheid hiervan). Een batterij is altijd beschikbaar en heeft ook de mogelijkheid om tussentijds te ontladen om nieuwe capaciteit beschikbaar te maken. Het slim laden van een elektrische auto kan een vergelijkbaar effect hebben als een (thuis)batterij. Dit hangt echter sterk af van het gebruik van de auto en is daarmee afhankelijk van de individuele situatie. Daarnaast is de mogelijkheid voor levering vanuit de auto naar een woning (V2H) nog beperkt.

Indien een warmtepomp vanuit de fabriek eenvoudig aanstuurbaar te maken is, is het een interessante asset om in te zetten om het energiesysteem op lokaal niveau te optimaliseren. Hier dient dan direct bij het selecteren van het merk en type warmtepomp rekening mee te worden gehouden. De warmtepompen uit de pilot waren eigenlijk niet geschikt voor aansturen, waardoor veel tijd is gaan zitten om hier maatwerk oplossingen voor te ontwerpen. Dit is niet schaalbaar en de kosten hiervan wegen ook niet op tegen de potentiële opbrengsten voor de gebruikers.

Het benutten van het flexibiliteitspotentieel van warmtepompen voor ruimteverwarming is niet onderzocht in deze pilot. Dit was vanwege de beperkte mogelijkheden voor het aanstuurbaar maken van dit type warmtepomp en het mogelijk effect op comfortverlies bij de bewoners. Daarnaast maken de warmtepompen in de pilot gebruik van de bodem als warmtebron. Dit zorgt voor

een verhoogde efficiëntie, maar daarmee ook een lager elektriciteitsgebruik en flexibiliteitspotentieel. In theorie kan met het sturen op ruimteverwarming de impact van warmtepompen nog verder worden vergroot, dit zal naar verwachting vooral effect hebben op het verlagen van de elektriciteitskosten en de piekbelasting. Op de momenten met veel PV-opwek is er over het algemeen geen of beperkte vraag voor ruimteverwarming, waardoor het verhogen van de zelfconsumptie beperkt zal zijn. Voor de overige toepassingen (inspelen op marktprijzen en verlagen piekbelasting) is het belangrijk om op te merken dat er rekening moet worden gehouden met het beperken van het aantal extra start/stops van de compressor. Dit om de levensduur van de componenten zo lang mogelijk te houden.

Binnen de pilot zijn de algoritmes voor de aansturing van de individuele assets getest en verbeterd. Daarnaast kon ervaring worden opgedaan met het aansturen van een pool van verschillende assets (warmtepomp, (virtuele batterij) en elektrische auto). Met name het bepalen van de prioritisering van de aansturing van de verschillende assets op basis van veranderende omstandigheden (beschikbaarheid assets) was een zeer waardevolle exercitie om in de praktijk uit te testen. Op basis van de resultaten en ervaring konden deze algoritmes en optimalisaties vervolgens verder worden doorontwikkeld, ook na afloop van het Flexrent project en voor toepassingen in andere situaties.

Knelpunten

Het project heeft een looptijd gehad van 1 oktober 2018 tot en met 31 december 2022. Dit is een jaar langer dan beoogd. De belangrijkste reden is dat het project vertraging heeft opgelopen omdat het lastig was een goede pilotlocatie te vinden. In de oorspronkelijke opzet van het project was gekozen voor de samenwerking met een vooruitstrevende woningcorporatie, die ruimte bood voor innovatieve pilots en van plan was warmtepomptechnologie in te zetten bij verduurzaming van huurwoningen. Na veel vertraging bij het gezamenlijk vinden van concrete pilotlocaties c.q. testwoningen, heeft de woningcorporatie aangegeven dat ze niet meer voornemens was te investeren in warmtepompen (de meest geschikte flexibele asset). Hierdoor was er bij de woningcorporatie geen uitzicht meer op geschikte pilots bij huurders. Om toch de ontwikkelingen uit het project naar de praktijk te kunnen brengen is besloten om een alternatieve pilot op te zetten. Daarbij was echter geen sprake van huurwoningen, en heeft de focus vooral gelegen op het kunnen testen van de technologie.

Daarnaast is veel meer ontwikkeltijd gestoken in het uitlezen en aansturen van de warmtepompen in de pilotfase dan verwacht. Het betrof allemaal Itho Daalderop warmtepompen (3e en 4e generatie) die standaard niet voorzien zijn van mogelijkheden voor het uitlezen van data en het ontvangen van stuursignalen. In samenwerking met de lokale installateur heeft Spectral verschillende methodes onderzocht om deze warmtepompen uit te lezen en aan te sturen. Uiteindelijk is ervoor gekozen om enkel het verwarmingselement voor warm water aanstuurbaar te maken en niet de compressor. Dit om verkorting van de levensduur en het

vervallen van de garantie te voorkomen. Er zijn uiteindelijk twee warmtepompen aanstuurbaar gemaakt en de data van de overige 13 warmtepompen is gebruikt in de optimalisatie. Dit bleek voldoende om de besturingslogica op individueel en op groepsniveau te testen en verder te verfijnen.

Perspectief

De ontwikkelde technologie en de beoogde flexdienst hebben zeker perspectief voor een uiteindelijke toepassing in de praktijk. Het project heeft in technisch opzicht een brede basis gelegd om een dienst te creëren die aansluit op de behoeften van woningcorporaties en huurders. Tegelijkertijd is het thema flexibiliteit nog te weinig onderdeel van de besluitvorming rondom energiesystemen. Om de inzet van flexibiliteit en het inspelen op prijsfluctuaties in de energiemarkt in te passen in de huursector dient dit een integraal onderdeel te worden bij het ontwerp van het energiesysteem bij renovatie en/of nieuwbouw. Er moet gekeken worden naar de kosten (en besparingen) over de volledige levensduur en niet, zoals nu meestal gebeurt, enkel naar de investeringskosten. Daarnaast is een belangrijk vraagstuk hoe vervolgens de kosten (investering) en de opbrengsten (besparing op energiekosten) worden verdeeld. De overheid kan hier een meer verplichtende/sturende rol bij innemen. Daarnaast is voorlichting nodig voor woningcorporaties en huurders. Dit lijkt nu extra belangrijk, aangezien recent een enorme groei van de zonnestroommarkt voor huurders op gang is gekomen. Dat komt door de hoge energieprijzen, afschaffing van de verhuurdersheffing en sinds 2023 ook het BTW 0% tarief. Flexibiliteit, of het voorbereiden daarop, is in de aanbestedingen (helaas) geen onderwerp gebleken. Zelfs niet nu de voorgenomen afbouw van de salderingsregeling inmiddels door de Tweede Kamer is aangenomen. Hierdoor is een grootschalige uitrol van flexdiensten voor huurders nog niet in zicht.

Bijdrage aan de doelen van de regeling

Het project heeft bijgedragen aan het verder in kaart brengen van de mogelijkheden voor het benutten van flexibiliteit in woningen. Woningen vormen een belangrijke pijler in de energietransitie door de groeiende omvang van verbruik en opwekking van elektriciteit in combinatie met het decentrale karakter. Binnen het project zijn technieken ontwikkeld waarmee deze potentie kan worden ontsloten zodat ook de huursector betrokken kan worden bij de flexibilisering van de netten. Het project heeft ook concreet aangetoond dat directe aansturing en optimaliseren van zowel opwekking als verbruik in lijn gebracht kan worden met hetgeen wenselijk is vanuit het oogpunt van flexibiliteit, zoals: het voorkomen van onbalans, het zoveel mogelijk zelf consumeren en het voorkomen van piekbelastingen in een wijk. En hoewel er minder nadruk heeft gelegen op de feitelijke dienstontwikkeling en businesscase voor de gebruikers, is wel duidelijk geworden dat er een goede potentie is om dit winstgevend te realiseren in de toekomst.

Spin off

De inzichten die zijn opgedaan in het project hebben geleid tot additionele oplossingen voor de energiesector. De belangrijkste zijn de monitoring van uitval van pv-panelen via de ontwikkelde datalogger en het voorkomen van hoge onbalanskosten voor huurders in energiecoöperaties door het stilzetten van de zonnesystemen bij negatieve prijzen. Deze ontwikkelingen zijn ondertussen in een pilotfase beland en zullen de komende tijd verder gebracht worden.

Meer informatie

Voor meer informatie en digitale beschikbaarheid van dit rapport kunt u contact opnemen met Lens Energie via www.lens-energie.nl.