



MOOI project GO-e

Elektrificatie Gebouwde Omgeving



Openbare Voortgangsrapportage, projectjaar 2 *(1/4/2022 – 31/3/2023)*

Projectnummer: MOOI32001

Auteurs: Bob Ran, Pim Piek, Michel Emde (TNO), Rob Massuger (Greenchoice), Roland Kahmann (Recoy), Daan Hammer (ElaadNL), Jop Spoelstra (Technolution)

Publicatiedatum: 4 mei 2023



Inhoud

1.	Waarom GO-e?	3
2.	Wie voeren GO-e uit?	4
3.	Wat zijn de beoogde resultaten?	5
4.	Hoe ziet de project opzet eruit?	6
5.	Bijdrage MOOI doelstellingen	9
6.	Activiteiten en Resultaten jaar 2	10
	6.1 Werkpakket 1A	
	6.2 Werkpakket 1B	
	6.3 Werkpakket 2	
	6.4 Werkpakket 3	
	6.5 Werkpakket 4	
7.	Mijlpalen overzicht	22
8.	Project Publicaties + Spin-off	23
9.	Contactpersonen	24



1. Waarom GO-e?

- **Uitgangspunten:**

- Op weg naar een duurzame samenleving waarin de vraag naar elektriciteit blijft groeien, heeft de gebouwde omgeving in Nederland een zeer grote elektrificatie opgave.
- We moeten flexibeler en daarmee slimmer, efficiënter met elektriciteit omgaan.
- Flexibiliteit ontstaat wanneer gebruik of opwek van elektriciteit kan worden gevarieerd in de tijd.
- Het op grote schaal flexibiliseren van ons elektriciteitsgebruik kan alleen slagen wanneer eindgebruikers op grote schaal participeren. Daarom staan consumenten en zakelijke energiegebruikers centraal in het ontwerp van de flexdiensten en -producten in GO-e.

- **Doelstellingen GO-e:**

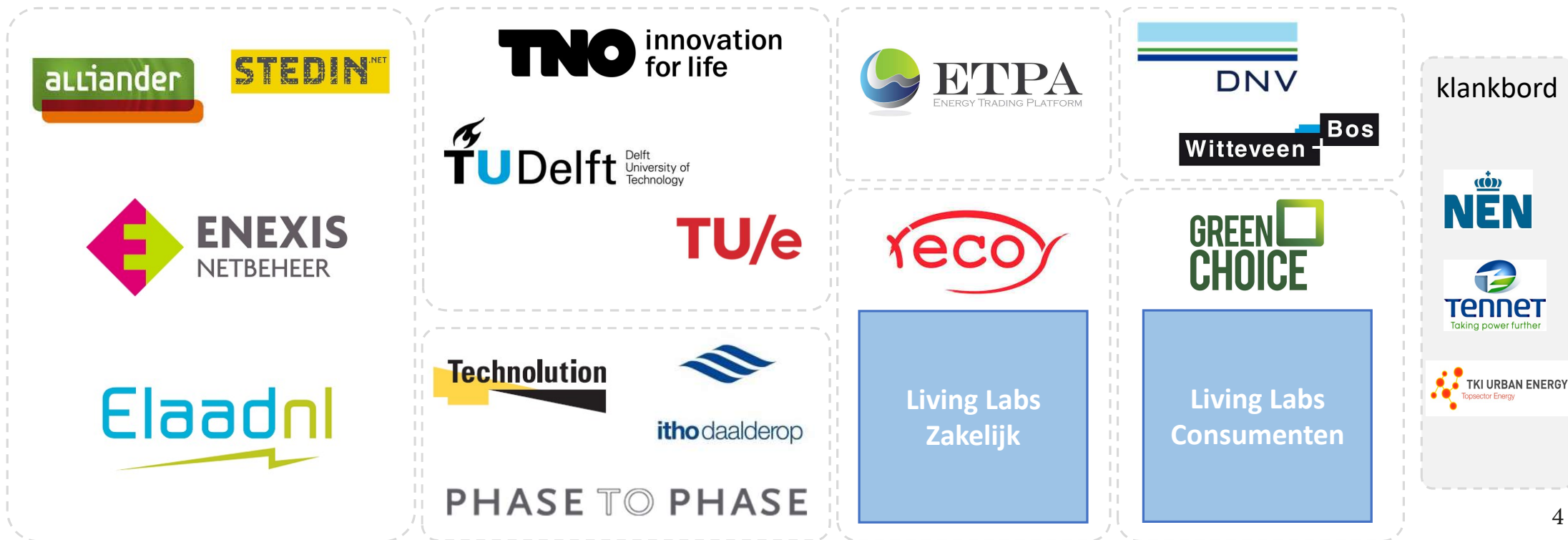
- Aantonen of en hoe flexibiliteit een alternatief kan vormen voor verzwaring van het elektriciteitsnet.
- Ontwikkelen van systeemoplossingen en schaalbare flexdiensten om in de toekomst voldoende flexibiliteit beschikbaar te hebben in de gebouwde omgeving.

Dit project wordt uitgevoerd met Topsector Energie Subsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, uitgevoerd door Rijksdienst voor ondernemend Nederland. De specifieke subsidie voor dit project betreft MOOI-subsidie ronde 2020.



2. Wie voeren GO-e uit?

De GO-e partners vormen een samenwerkingsverband, bestaande uit regionale netbeheerders, diensten- / en technologie-leveranciers, adviseurs en kennisinstellingen die – via living labs – samen met consumenten en zakelijke energiegebruikers het project uitvoeren. Daarnaast wordt regelmatig op de ontwikkelingen gereflecteerd met een klankbordgroep.



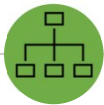


3. Wat zijn de beoogde resultaten?

- GO-e streeft de volgende resultaten (output) na:



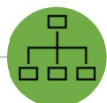
- Deze resultaten staan gepland voor het eind van het project.
- De looptijd van het project is 3 jaar (1 april 2021 – 31 maart 2024).



4. Hoe ziet de project opzet eruit?

Om de beoogde resultaten te bereiken is het project vormgegeven in vijf samenhangende werkpakketten:



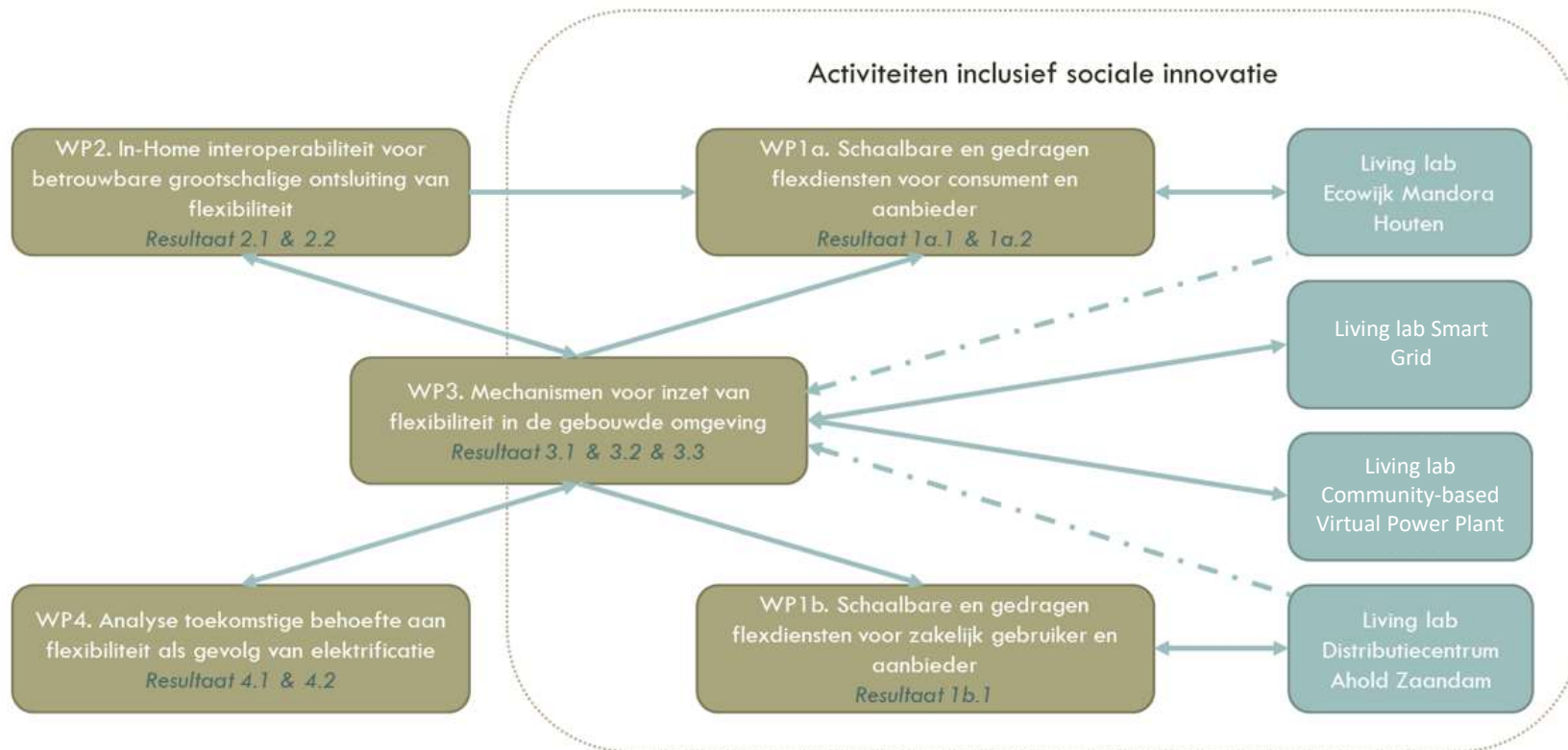


Deze werkpakketten zijn onderverdeeld in '10 resultaten' die bij realisatie elk een mijlpaal inhouden.

WP1: Schaalbare flexdiensten aantrekkelijk voor eindgebruiker en aanbieder		Mijlpalen
1a1	Alpha versie prototype schaalbare/gedragen flex dienst	1
1a2	Beta versie prototype schaalbare/gedragen flex dienst	2
1b	Schaalbare/gedragen flex dienst elektrische bedrijfswagens	3
WP2: In home interoperabiliteit voor betrouwbare grootschalige ontsluiting van flexibiliteit		
2.1	Protocollen en architectuur voor interoperabele, open, schaalbare in-home flex ontsluiting	4
2.2	Gedragen strategie voor succesvolle uitrol in-home flexibiliteitsontsluiting	5
WP3: Mechanismes voor inzet flexibiliteit voor de DSO		
3.1	Afwegingskader voor inzet van flexibiliteit voor congestiemanagement in GO	6
3.2	Selectietool afroepmechanisme voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving	7
3.3	'Recommended practice' bepalen neg. bijeffecten grootschalige implementatie algoritmes	8
WP4: Analyse toekomstige behoefte aan flexibiliteit als gevolg van elektrificatie		
4.1	Scenarioanalyse modellenketen voor midden- en laagspanningsnetten	9
4.2	Praktijktoepassing modellenketen ter onderbouwing van netbeheer investeringsagenda	10



De werkpakketten ontwikkelen innovatieve, technologische en (vanuit sociale innovatie perspectief) gedragen toepassingen en daarbij ondersteunende modellen. Met uiteindelijk de bedoeling om te kunnen sturen op 1) het voorkomen van congestie en 2) het benutten van flex-potentieel. In vier living labs worden nadrukkelijk de eindgebruikers betrokken. De samenhang is als volgt gevisualiseerd:



5. Bijdrage MOOI doelstellingen

Bijdrage GO-e aan MOOI doelstellingen

De MOOI regeling onderscheidt 4 thema's, waaronder Gebouwde Omgeving (Missie B) en is bedoeld om uitwerking te kunnen geven aan de Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP's). GO-e richt zich met name op de doelstellingen van MMIP 5, Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving. Dat wil zeggen, het realiseren van: "1) Opschaalbare oplossingen voor het faciliteren van een betrouwbaar, efficiënt, betaalbaar, slim, integraal en maatschappelijk gedragen systeem van opwek, opslag, conversie, transport en gebruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving...; 2) Oplossingen die eindgebruikers (individueel en collectief) in staat stellen om zelf vorm te geven aan en in te grijpen op de wijze waarop zij duurzaam voorzien in de eigen energiebehoefte, rekening houdend met de context van het (lokale) energiesysteem; 3) Flexibele elektriciteitscapaciteit van en voor de gebouwde omgeving die in 2030 en daarna nodig zal zijn (inclusief elektriciteitsvraag voor transport in de gebouwde omgeving)"¹.

Concreet werkt GO-e aan: 1) Schaalbare flexdiensten die bijdragen aan een betere benutting van lokale energiebronnen én aan reductie van (toename in) piekbelasting van regionale netten; 2) Standaardisatie, interoperabiliteit en cybersecurity van deze diensten en producten zodat flexibiliteit op grote schaal betaalbaar en veilig beschikbaar komt; 3) Het onderbouwd kunnen beslissen door Regionale netbeheerders of, wanneer, waar en hoe flexibiliteit ingezet dient te worden om netcongestie te voorkomen; 4) Inzicht voor netbeheerders en dienstverleners in de impact van elektrificatie in de gebouwde omgeving en in de potentie van oplossingen zoals flexdiensten. De samenstelling van het GO-e consortium (met regionale netbeheerders, diensten- en technologieleveranciers, adviseurs en kennisinstellingen) is hierbij van groot belang.

Door middel van de participatieve opzet van het project, staan consumenten en zakelijke energiegebruikers centraal in het ontwerp van de flexdiensten en -producten van GO-e. GO-e oplossingen dienen uiterlijk in 2025 voor het eerst te zijn toegepast in het elektriciteitssysteem.

¹ Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving (MMIP 5), Meerjarig Missiegedreven Innovatieprogramma, TKI Urban Energy Topsector Energie, Versie 2.2 – 2 november 2021



6. Activiteiten en resultaten jaar 2

Voortgang overall

Het project als geheel vordert volgens planning. In werkpakket 1 (A+B) hebben de partners er inmiddels zicht op hoe zij hun flex-diensten richting de eindgebruikers het beste gestalte kunnen geven, hetgeen ze in het laatste jaar via de fieldlabs verder uitwerken. In werkpakket 2 zijn de businessmodellen voor HEMS in kaart gebracht en is een referentie architectuur voor HEMS ontwikkeld. Aankomend jaar wordt hier een implementatie van gemaakt in het HEMS-huis. Voor de communicatie architectuur zijn reeds voorbereidingen getroffen. De communicatiekanalen waaraan wordt gewerkt betreffen zowel oplossingen via de cloud/WIFI als via Modbus.

In werkpakket 3 en 4 heeft het concept voor het in kaart brengen van congestie en flex-potentieel gestalte gekregen en is een groot aantal beoogde functionaliteiten inmiddels geïmplementeerd. In het derde en laatste jaar worden de congestie beelden voor 2030 in de gebouwde omgeving opgesteld samen met het flexibiliteitspotentieel. Dit wordt gedaan vanuit de ontwikkelde archetype benadering. Hieruit zal moeten blijken of het ook daadwerkelijk mogelijk gaat zijn om effectief met beschikbaar flex-potentieel congestie te voorkomen of te reduceren.

Voortgang per werkpakket

Op de volgende slides wordt, per werkpakket, kort de voortgang van activiteiten en resultaten in het tweede projectjaar van GO-e beschreven. Als geheel draagt GO-e op de volgende manier bij aan de MOOI doelstellingen:



6.1 Werkpakket 1A

Werkpakket 1A staat in het teken van schaalbare 'flexdiensten die aantrekkelijk zijn voor eindgebruiker en aanbieder'. Na de realisatie van een alpha versie van een dergelijke dienst in het eerste jaar, wordt inmiddels gewerkt aan een beta versie prototype voor een dergelijke dienst. Het living lab dat hierbij centraal staat is Ecowijk Mandora in Houten.

Mijlpaal 1: Er is een Modbus module ontwikkeld (Itho Daalderop) waarmee de HEMS kan communiceren met de in Houten aanwezige warmtepompen en de technische koppelingen met zonnepanelen en warmtepomp zijn geïmplementeerd. Bij twee huishoudens uit het living lab is een HEMS controller geïnstalleerd en wordt data verzameld over verbruik, teruglevering, zonopwek en de warmtepomp. Het algoritme om de warmtepomp te sturen is in basis ontwikkeld en kan worden getest.

De gebruikersinterface bestaat momenteel uit een web interface. Op basis van gebruikers feedback en experience sampling onderzoek zal een smartphone app worden ontwikkeld.

Mijlpaal 2: De HEMS controller uit de alpha fase bestaat uit verschillende componenten. Inmiddels is een nieuw hardware platform geselecteerd zodat alle benodigde interfaces op één controller beschikbaar zijn voor de beta versie. Voor zover nodig wordt de software aangepast aan de nieuwe hardware. Zodra de bestelde hardware beschikbaar is worden de overige 18 deelnemers voorzien van het home energy management systeem.

De sturing van de warmtepomp wordt de komende tijd getest waarbij we vooral sturen op de verwarming van tapwater wanneer er zonne-energie beschikbaar is. Via experience sampling halen we gedurende de testen gebruikers data op als input voor de te ontwikkelen smartphone APP als onderdeel van het beta versie prototype.



6.2 Werkpakket 1B

Werkpakket 1B staat eveneens in het teken van ‘flexdiensten die aantrekkelijk zijn voor eindgebruiker en aanbieder’, en richt zich op de ontwikkeling van een schaalbare en gedragen flexibilitheidsdienst voor elektrische bedrijfswagens. Het living lab dat in dit werkpakket centraal staat is het Albert Heijn Distributiecentrum in Zaandam.

De realisatie van **mijlpaal 3**, ‘een schaalbare, gedragen flexdienst voor bedrijfswagens’ staat gepland voor projectjaar 3 (2024). In het kader hiervan zijn twee simulatiemodellen voorzien die samen invulling zullen geven aan de doelstelling van deze mijlpaal:

1. Een Infrastructuur Model ter bepaling van een optimale laadinfrastructuur (PV, Wind, Stationaire Batterij, Gridaansluiting, Laadpalen etc.) en
2. een Operationeel Model om optimale laadprofielen te genereren op basis van bestaande laadinfra en operationele restricties, met als doelstelling het verlagen van de laadkosten.

Op weg hier naar toe zijn in het tweede projectjaar de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Het Infrastructuur Model is succesvol opgeleverd en getest met Albert Heijn.
- De ontwikkeling van het Operationele Model is nog in volle gang. Diverse elementen zijn in het afgelopen projectjaar reeds gebouwd en getest, zoals het aansturen van laadpalen op basis van korte termijn-marktprijzen, de inzet van een stationaire batterij ten behoeve van het laadproces, en “load-balancing” van laadpalen bij aansluitbeperkingen. Het geïntegreerde model moet echter nog voltooid worden en vervolgens getest in het AH Living Lab



6.2 Werkpakket 1B - vervolg

- Voorts heeft ELAAD, als onderdeel van dit werkpakket en gebruikmakend van de analyses verricht onder deze activiteit, haar “Outlook Bedrijfsterreinen met focus op laadgedrag en laadinfra” voltooid.

Tot slot is een doelstelling van dit werkpakket om te analyseren in hoeverre afroepmechanismen ten aanzien van congestie-management meegenomen kunnen worden in de hierboven genoemde simulatie-modellen, en dan met name in het Operationele Model. Deze activiteit vindt inmiddels plaats in nauwe samenwerking met werkpakket 3 en zal in de loop van het laatste projectjaar (jaar 3) worden voltooid.



6.3 Werkpakket 2

Werkpakket 2 richt zich op het ontwikkelen van ‘in home interoperabiliteit voor betrouwbare grootschalige ontsluiting van flexibiliteit’.

De realisatie van **mijlpaal 4**, ‘protocolen en architectuur voor een interoperabele, open en schaalbare in-home flexibiliteitsontsluiting’ staat gepland voor project jaar 3 (2024). De focus ligt daarbij op het optimaal toepassen van een Home Energy Management Systemen (HEMS). In het tweede jaar is de volgende voortgang geboekt:

- De technische architectuur is opgesteld om flexibiliteit te kunnen ontsluiten in een HEMS infrastructuur. De architectuur beschrijft o.a. welke minimale eisen de architectuur moet ondersteunen, voorbeeld use cases en een technisch ontwerp. De architectuur is zo ontwikkeld dat verschillende leveranciers er gebruik van maken en uiteindelijk kunnen samenwerken in één eco-systeem.
- Ook wordt gekeken naar de toepassingsmogelijkheden en doorontwikkeling van het S2 protocol¹ in de HEMS infrastructuur. Naast de doorontwikkeling van het protocol, is de specificatie van S2 beschikbaar gemaakt op [Github](#). En we zijn in het tweede jaar gestart met een referentie implementatie door het koppelen van een Itho Daalderop warmtepomp met een HEMS middels het S2 protocol.

In het derde jaar zullen we het HEMS systeem in de praktijk gaan implementeren in het HEMS-huis van ElaadNL. Het HEMS-huis biedt ruimte voor de integratie van alle relevante elektrische apparaten, monitoring, en is toegankelijk voor geïnteresseerden/stakeholders. Naast de referentie implementatie van de warmtepomp van Itho Daalderop, zullen er onder andere ook een thuisbatterij en een laadpaal aangesloten worden in het HEMS-huis.

¹ S2 is een protocol voor het managen van flexibele energiebronnen om het stroomverbruik van een gebouw te optimaliseren. Het is de verbinding tussen de Customer Energy Manager (CEM) en de Resource Managers (apparaten) binnen een HEMS architectuur.



6.3 Werkpakket 2 - vervolg

De activiteiten in het kader van **mijlpaal 5**, 'een gedragen strategie voor succesvolle uitrol van in-home flexibiliteitsontsluiting' zijn nog in de beginfase. De realisatie van deze mijlpaal staat gepland voor project jaar 3 (2024). Vooralsnog zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Een klankbordgroep van stakeholders is samengesteld. Deze bestaat uit vertegenwoordigers van: Alfen, Aug-e, Enphase, ECOS, Greenchoice, Het ConsultancyHuis, Samsung. De klankbordgroep is betrokken bij de validatie van deze mijlpaal.
- Om inzicht te krijgen in de commerciële belangen van de verschillende marktpartijen zijn 1-op-1 interviews met vertegenwoordigers van de marktpartijen gehouden. De interviews zijn afgenomen bij leden van de klankbordgroep en bij andere geïnteresseerde, relevante partijen. Daarnaast is er kennis uit vergelijkbare interviews uit een ander project meegenomen in de resultaten. De interviews hebben geleid tot een overzicht van businessmodellen voor het ontsluiten van energie flexibiliteit in de gebouwde omgeving met de nodige inzichten ten aanzien van een goede interoperabele architectuur. Ook hebben we barrières en aanbevelingen voor het implementeren van een HEMS architectuur vastgesteld.
- Voor de communicatie van de HEMS met de warmtepompen en de zonnepanelen zijn reeds voorbereidingen getroffen. De communicatiekanalen waaraan wordt gewerkt betreffen zowel oplossingen via de cloud/WIFI als via Modbus.

In het derde jaar valideren we de opgestelde businessmodellen en proposities bij de klankbordgroep. Alle opgehaalde input zal vervolgens worden gebruikt voor het ontwikkelen van een gedragen adoptiestrategie voor de succesvolle uitrol van in-home flexibiliteitsontsluiting.



6.4 Werkpakket 3

Werkpakket 3 concentreert zich op ‘mechanismen voor inzet van flexibiliteit in de gebouwde omgeving’. Het is het meest uitgebreide werkpakket, waarvoor drie mijlpalen zijn gedefinieerd, mijlpalen 6, 7 en 8.

Mijlpaal 6 gaat om de ontwikkeling van een ‘afwegingskader voor inzet van flexibiliteit voor congestiemanagement in de gebouwde omgeving’.

- In het eerste jaar is reeds een archetypische wijkindeling gemaakt, een inventarisatie van ingroei- en spreidingsmodellen bij de netbeheerders en de eerste schetsen over randvoorwaardes en uitgangspunten voor een flex afwegingskader.
- Daarop voortbouwend zijn in het tweede jaar belangrijke vervolgstappen gezet en is een afwegingskader opgesteld voor de beoordeling of aanwezige flexibiliteit in de laagspanningsnetten kan leiden tot uitstel of afstel van verzwaringen.
- Daarnaast hebben de netbeheerders ten behoeve van doorrekeningen in werkpakketten 3 en 4 de output van hun ingroei- en spreidingsmodellen op buurtniveau gedeeld. En inmiddels wordt bekeken of er sprake is van archetypische ingroei door de datasets output van ingroei- en spreidingsmodellen van de netbeheerders te plotten over de indeling van bovengrondse archetypische wijken die eerder in het project zijn gedefinieerd. Hier lijkt vooralsnog potentieel in te zitten.
- Tot slot worden in het kader van Mijlpaal 6 voorbereidingen getroffen voor een eerste orde matching van congestieberekeningen vanuit de netbeheerder met flexmetrieken die in WP3 zijn opgesteld. Hiermee worden de eerste stappen van het flex afwegingskader doorlopen.



6.4 Werkpakket 3 - vervolg

Mijlpaal 7 gaat om de ontwikkeling van een 'Selectietool Afroepmechanismen voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving. De eindrealisatie staat gepland voor project jaar 3 (2024). Hier wordt in diverse iteratieslagen naar toe gewerkt.

- Inventariseren en bepalen van criteria voor afroepmechanismen voor flexibiliteit:
 - Resultaat van het eerste jaar was een concept beslismodel. In het tweede jaar is het concept middels vingeroefeningen met netbeheerders getoetst op bruikbaarheid van de criteria. Dit heeft geresulteerd in belangrijke verbeteruggesties voor het beslismodel.
 - Daarnaast is een selectie gemaakt van afroepmechanismen t.b.v. de simulaties voor de technische validatie. Dit is gebeurd op basis van de factoren die de meeste invloed hebben op het flexibele gedrag van eindgebruikers (en die voor verschillende mechanismen uiteindelijk voor de eindgebruiker tot vergelijkbare keuzes leiden).
- Kwantificering van flexibiliteit:
 - De in het eerste projectjaar gedefinieerde flexmetrieken zijn verder uitgewerkt. Daarbij is bepaald:
 - hoe ze gebruikt kunnen worden voor de inschatting of en in welke mate flex-potentieel een oplossing kan zijn in geval van congestie, en
 - hoe en voor welke beslissingen in het afwegingskader deze flexmetrieken de noodzakelijke inzichten kunnen verschaffen.
 - De methoden zijn aangescherpt voor de berekening van de flexmetrieken voor EV en warmtepompen. Betreffende EV kunnen we nu de duur van laadsessies in relatie tot de duur van congestie beter in acht nemen. Betreffende de warmtepompen heeft dit geleid tot een geavanceerd model dat de dynamiek van de warmtehuishouding van een huis en de werking van de warmtepomp weergeeft.
 - Gekoppeld aan de flexmetriek voor EV onderzoekt TU/e of en hoe hun mobiliteitsmodel (Albatros i.c.m. AnyLogic) kan worden ingezet om laadsessies te genereren. Dit met als doel om uiteindelijk flexmetrieken te kunnen berekenen voor toekomstige situaties, waarvan uiteraard nog geen laadsessie-data bestaat. Dit lijkt veelbelovend.



6.4 Werkpakket 3 - vervolg

- Praktijkonderzoek en toetsing van hypothesen:
 - Sociale validatie:
 - De praktijkcase netbewust laden is uitgewerkt (living lab Heeten) en het sociaal innovatieonderzoek in Heeten en Loenen is gestart.
 - Dit is vooraf gegaan door een voorstudie om input te verzamelen voor het experience sampling onderzoek onder gebruikers. Daarbij zijn relevante incentives voor het leveren van flexibiliteit door gebruikers inzichtelijk gemaakt, zodat deze kunnen worden meegenomen in het onderzoek.
 - Tevens zijn de voorbereidingen getroffen voor de technische realisatie van het experience sampling experiment (How am I app). Voor de technische ondersteuning realisatie van dit onderzoek is marktonderzoek bureau Motivaction ingehuurd.
 - Tot slot zijn respondenten geworven voor interviews in het kader van de sociale validatie. De eerste interviews zijn inmiddels gehouden.
 - Technische validatie (Bepaling effectiviteit afroepmechanismen in operationele context):

Voortbouwend op de fit-for-purpose software analyse' uit het eerste projectjaar zijn de volgende stappen gezet:

 - Ontwikkeling van een schaalbaar (open-source) simulatie framework voor gedistribueerde agent-based simulaties. Hierbinnen kan iedere partij/fenomeen/asset in het energiesysteem als model worden gedistribueerd over een aantal rekenkernen in de cloud. Berekeningen van een agent type kunnen hierdoor naar believen worden geparallelliseerd.
 - Ontwikkeling van modellen voor de verschillende partijen (Netbeheerder, aangeslotene/HEMS), fenomenen (Weersomstandigheden, markt) en assets (PV systemen, Warmtepompen, thuisbatterijen, etc.).
 - Demonstratie van de werking van het simulatie framework aan de hand van een dynamisch bandbreedte model in een klein LS netwerk.
 - Realisatie en indiening van een conferentie paper (Cired) over het ontwikkelde framework en de eerste simulatie.
 - Nadere uitwerking van de definiëring voor verschillende mechanismen t.b.v. toepassing in verdere simulaties.



6.4 Werkpakket 3 - vervolg

Mijlpaal 8 is gericht op de 'Analyse van ongewenste effecten door interacties met het systeem en andere mechanismen'. We willen immers zo goed mogelijk kunnen voorkomen dat deze optreden bij de toepassing van flexibiliteit om congestie te voorkomen. In het tweede projectjaar stonden de volgende activiteiten centraal:

- Onderzoek naar welke afroepmechanismen bij voorkeur gebruikt zouden kunnen worden om '*onvoorziene*' ongewenste effecten te vinden. De resultaten van het eerste jaar lieten feitelijk al zien dat het niet mogelijk was om hiertoe voorkeursmechanismen te selecteren. Inmiddels hebben we op basis van de opgestelde criteria geconcludeerd dat zo'n selectie binnen de scope van dit project niet zinvol is. Wel hebben we een onderbouwde keuze gemaakt voor de afroepmechanismen die in het derde projectjaar gebruikt gaan worden bij de simulaties in werkpakket 3.
- Ontwikkeling van simulaties van '*voorziene*' ongewenste effecten en de mechanismes die daarbij een rol spelen. Hiervoor is een categorisatie gemaakt op basis van de long-list uit het eerste projectjaar met bestaande en mogelijk ongewenste effecten.
De modellering van deze ongewenste effecten loopt. Enkele effecten zijn via modellering aangetoond, zoals de interactie van de PV- met EV-controllers met negatieve gevolgen voor de spanning (categorie control interactie), en de interactie tussen de optimalisatie van thuisbatterijsystemen/V2G op dynamische prijzen, PV en het bandbreedte netwerktarief (categorie: synchroniserende events/prikkels).
- Een postdoc en begeleider van TU Delft zijn van start gegaan met een wiskundige publicatie over 'mogelijk strategisch gedrag van energie-consumenten zonder marktmacht in congestiemarkten'.



6.5 Werkpakket 4

In werkpakket 4 gaat het om 'de analyse van de toekomstige behoefte aan flexibiliteit als gevolg van elektrificatie'. Net als in werkpakket 3 krijgen de ontwikkelingen gestalte in een iteratief proces (en door een belangrijke wisselwerking tussen deze twee werkpakketten). In werkpakket 4 moeten twee sterk verweven mijlpalen (9 en 10) met betrekking tot een modellenketen worden gerealiseerd.

Mijlpaal 9 is gericht op de 'scenario analyse voor een modellenketen voor 'midden- en laagspanningsnetten'. De definitieve realisatie van deze mijlpaal staat gepland voor het eind van het derde projectjaar. In dit kader zijn in het tweede projectjaar activiteiten uitgevoerd die waren gericht op:

- Een Gap analysis en het aanvullen van modellen en databronnen:
Dit onderdeel van het project concentreert zich op het krijgen van inzicht in en waarderen van de onzekerheden die in de modellenketen zitten ingebouwd. TU Delft voert een robuustheidsanalyse uit waarbij de resultaten van de keten getest kunnen worden op hun gevoeligheid voor de gemaakte aannames. In deze robuustheidsanalyse kunnen we de keten aanvullen met een gegronde inschatting van de betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de resultaten voor de afweging van de netbeheerder.
- Ontwerp en integratie van samenwerkende modellen-keten:
In jaar 1 was al een berekening gemaakt van een congestiebeeld en bijbehorende flex-potentie. Daaropvolgende iteraties hebben ons veel geleerd over de modellering van de relatie tussen congestie en flex, over de bruikbaarheid van de input-data, de interne werking van de tools en over de benodigde menselijke handelingen. De doelen van deze activiteit zijn goeddeels behaald, maar in verband met de iteratieve werkmethode loopt deze ontwikkelactiviteit door, parallel aan de praktijkcase testen. Met uitzondering van de exacte rekenmethode van flexibele inzet van assets in grootschalige congestieberekeningen en de robuustheidsanalyse, is alle functionaliteit in de keten werkend beschikbaar.



6.5 Werkpakket 4 - vervolg

Mijlpaal 10 richt zich op de 'praktijktoepassing van de modellenketen ter onderbouwing van een netbeheer investeringsagenda'. Hoewel daadwerkelijke praktijktoepassing pas in het laatste projectjaar aan de orde zal zijn, wordt (in combinatie met activiteiten voor mijlpaal 9 en uit werkpakket 3) wel al noodzakelijke kennis ontwikkeld. In dit kader zijn in het tweede projectjaar activiteiten uitgevoerd die waren gericht op:

- Drie doelen, die essentieel zijn voor de te ontwikkelen modellenketen: 1) Het identificeren welke assets in LS net relevant zullen zijn m.b.t. belasting; 2) het identificeren welke assets in LS/MS relevant zullen zijn m.b.t. tot flex, en 3) het opstellen van de te modelleren scenario's voor de modellenketen.
 - De eerste twee doelen zijn in hechte samenwerking met netbeheerders en partners uit WP3 behaald. Er is door middel van een reeks brainstorm, en het raadplegen van eerder onderzoek m.b.t. I13050 en USEF, een lijst opgesteld met betrekking tot welke asset-types relevant worden geacht, met een bijbehorende prioritering.
 - Aan de vormgeving van de te modelleren scenario's (doel 3) is invulling gegeven door voor de geïdentificeerde assets bij doelen 1 en 2 de groei/spreidingsmodellen van de betrokken regionale netbeheerders te gebruiken. Hierbij gaat het per asset-type om **groeimodellen** (hoe zal de hoeveelheid per type zich over tijd ontwikkelen), en **spreidingsmodellen** (hoe zal de geografische spreiding zich per type over tijd ontwikkelen). We hebben geconstateerd dat het gebruiken van historische belastingprofielen van deze assets niet representatief is voor toekomstige scenario's. Daarom is een traject ingezet om voor de geselecteerde assets 'toekomstbestendige' laadprofielen op te stellen: gegenereerde laadprofielen die rekening houden met toekomstig gebruik.
- Een onderzoeksvraag die in deze activiteit is opgekomen betreft de ontwikkeling in gebruik, groei en spreiding van 'thuisbatterijen'. Deze vraag zal als een extra aandachtspunt worden meegenomen in het derde jaar.

Zodra de volledige functionaliteit van Mijlpaal 9 beschikbaar is, zullen we met 1-3 studienetten rekenslagen gaan maken om te leren of de keten goed werkt en of de resultaten bruikbaar zijn. Vervolgens zullen we opschalen naar extrapolatie van de gebouwde omgeving in Nederland.



7 Mijlpalen Overzicht

Mijlpalen		Projectjaar 1				Projectjaar 2				Projectjaar 3			
		1 april 2021 - 31 maart 2024											
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
WP1: Schaalbare flexdiensten aantrekkelijk voor eindgebruiker en aanbieder													
Mijlpaal 1 (WP1A)	Alpha versie prototype schaalbare / gedragen flex dienst												
Mijlpaal 2 (WP1A)	Beta versie prototype schaalbare / gedragen flex dienst												
Mijlpaal 3 (WP1B)	Schaalbare / gedragen flex dienst elektrische bedrijfswagens												
WP2: In home interoperabiliteit voor betrouwbare grootschalige ontsluiting van flexibiliteit													
Mijlpaal 4	Protocollen en architectuur voor interoperabele, open, schaalbare in-home flex ontsluiting												
Mijlpaal 5	Gedragen strategie voor succesvolle uitrol in-home flexibiliteitsontsluiting												
WP3: Mechanismes voor inzet flexibiliteit voor de DSO													
Mijlpaal 6	Afwegingskader voor de inzet van flexibiliteit voor congestiemanagement in de gebouwde omgeving												
Mijlpaal 7	Selectietool Afroepmechanismen voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving												
Mijlpaal 8	Analyse van ongewenste effecten door interacties met het systeem en andere mechanismen (recommended practice)												
WP4: Analyse toekomstige behoefte aan flexibiliteit als gevolg van elektrificatie													
Mijlpaal 9	Analyse t.b.v. modellenketen: 'Gap' analyse en aanvullen van modellen en databronnen												
Mijlpaal 10	Praktijktoepassing modellenketen: analyse van ontwikkelingen, afbakening en opstellen scenario's												

Mijlpaal 1 en 6 zijn volgens plan gerealiseerd; De overige mijlpalen liggen op koers en zullen naar verwachting volgens plan worden gerealiseerd in het laatste projectjaar via verschillende iteratie- en valideringsslagen.



8 Project publicaties en Spin-off

Hieronder staat een overzicht van de GO-e gerelateerde publicaties uit het tweede projectjaar:

Titel Publicatie	Datum	Uitgever
A Co-simulation Framework Design to Assess the Effectiveness of Flexibility Activation Mechanisms on Congestion in Dutch Distribution Networks	4 april 2022	1st International workshop on "Open Source Modelling and Simulation of Energy Systems", RWTH Aachen
Technologie voor flexibel elektriciteitsgebruik in de praktijk (https://www.technolution.com/spark/nl/publicaties/technologie-flexibilisering-energiegebruik/?noredirect=nl-NL)	Juni 2022	Technolution
Outlook Logistiek & Bedrijventerreinen (https://elaad.nl/stroomvraag-op-bedrijventerreinen-voor-opladen-elektrische-voertuigen-gaat-fors-toenemen/)	3 juni 2022	ElaadNL
Smart Energy Solutions event, Keynote presentatie "Slimme flexibiliteitsdiensten, een oplossing voor netverzwaring?" door Jop Spoelstra en Bob Ran	11 oktober 2022	Dutch Power en TKI Urban Energy
Modeling a Domestic All-Electric Air-Water Heat-Pump System for Discrete-Time Simulations	30 september 2022	57th International Universities Power Engineering Conference (UPEC)
A Quantification Method for the Potential Downward Flexibility of Full-Electric Heat Pumps during Congestion Events	25 juni 2023	IEEE Belgrade PowerTech - <i>accepted</i>
A Dynamic Bandwidth Tariff Assessment in a Dutch Distribution Network Using a Novel Scalable Distributed Simulation Framework	12 juni 2023	CIREN 2023 International Conference & Exhibition on Electricity Distribution - <i>submitted</i>
Titel Media artikel	Datum	Naam tijdschrift, krant, website, ...
GO-e: 'Waar en wanneer is flexibiliteit het goede alternatief voor netverzwaring?'	maart 2022	Solar Magazine
Gespannen of overbelast? Het stroomnet ook! Denk mee over hoe dat anders kan. (https://www.omroephouten.nl/gespannen-of-overbelast-het-stroomnet-ook-denk-mee-over-hoe-dat-anders-kan/)	14 maart 2023	Omroep Houten



9 Contactpersonen

Voor meer informatie over het GO-e project kunt u contact opnemen met het GO-e projectmanagement:

- Bob Ran
✉ bob.ran@tno.nl
☎ 06 - 52779129
- Pim Piek
✉ pim.piek@tno.nl
☎ 06 - 21134451