

Openbare voortgangsrapportage 3 – MOOI

Missiegedreven **O**nderzoek, **O**ntwikkeling en **I**nnovatie



Projecttitel

Digitale Aggregatie en Collectieve Sturing van Hybride Warmtepompen (DACSHW)

Referentienummer

MOOI322001

Publicatiedatum

09-07-2025

Rapportageperiode

01-01-2025 t/m 30-06-2025

Uitgevende partner

Enablemi

Auteurs

Erik Matien (Enablemi)

Rowan Hormann (Enablemi)

Tom van Urk (Enablemi)

Contact voor meer informatie

Erik Matien (Erik@enablemi.com) – Projectleider DACSHW



Samenvatting, uitgangspunten en doelstellingen

Het project is 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 2022.

Aanleiding

Door de hoge energieprijzen en de push van de overheid van hybride warmtepompen is de verwachting dat rond 2030, meer dan 300.000 huishoudens per jaar een hybride warmtepomp aanschaffen. De verwachting is, dat op het laagspanningsnet (LS-net) congestie ontstaat (zowel vraag als aanbod). Dit probleem wordt alleen maar groter, mede vanwege verdere verduurzaming en verdere elektrificatie, zoals bijvoorbeeld het stijgende gebruik van elektrische apparaten en voertuigen.

Congestie op het eerdergenoemde LS-net wordt met name veroorzaakt door kleinverbruikers (KV), de huishoudens. Hierbij komen enkele uitdagingen om te hoek: er zijn grote aantallen klanten (en dus een grote impact) met pluriforme energieprofielen en relatieve onvoorspelbaarheid. Daarnaast zijn er (wettelijk) zeer beperkte mogelijkheden voor netbeheerders om regie te voeren. Mede hierdoor heeft de ACM het codebesluit congestiemanagement opgesteld. Dit leidt tot een nieuwe rol; congestie serviceprovider (CSP), met als doel om ook het KV-segment bij het congestiemanagement te kunnen betrekken. Dit project speelt hierop in.

Gezien deze ontwikkelingen, hebben Enablemi, Enexis, Intergas, Inversable, Samen Energie Neutraal, TU/e, Voorstroom, ondersteund door Ned. Verwarmingsindustrie (NVI), FAN, OpenTherm, ElaadNL, Gem. Coevorden, Duurzaam Dalen, Netbeheer NL en Energie van Ons, besloten dit project uit te voeren. Zij ontsluiten flexibiliteit door collectieve aansturing van hybride warmtepompen achter de meter met een open standaard. Dit consortium is samengesteld op basis van complementariteit (naar aard en omvang) en slagvaardigheid. De verschillende partners binnen dit consortium hebben vaker in dergelijke projecten samengewerkt met andere partners en hebben elk ook vanuit eigen missie en doelstelling belang bij het slagen van het project.

Doel van het project

In dit project wil men de toename van hybride warmtepompen faciliteren door congestie op LS-niveau te voorkomen. Doel van dit project is een technologie voor hybride warmtepompen te ontwikkelen op basis van een open standaard, waarbij een collectief van kleinverbruikers kan bijdragen aan congestiemanagement door middel van een CSP via een marktplatform (GOPACS).

De filosofie is dat:

- A. Eerst het tarief als incentive moet gelden (dynamische tarieven);
- B. Dan een verzoek om flex kan worden gedaan als dat niet voldoende is;
- C. Een noodmaatregel (vermogensbeperking) kan ingezet worden.

Deze filosofie is in lijn met de 'flexpiramide'. Dit project zet vooral in op B en C; handelingen waarvoor een open standaard en collectieve aansturing vereist is.

Dat gebeurt door te focussen op de volgende aspecten:

- Technisch: meet- en regeltechniek, firmware van warmtepompen, ontwikkelen open communicatieprotocol, collectief cloudplatform voor afhandeling transacties, data-aggregatie en dashboarding, koppeling met GOPACS
- Financieel-economisch: vermeden kosten voor netbeheerder, financiële prikkel en aantrekkelijkheid voor bewoners, samenhang met andere (financiële) incentives en het verdienmodel en organisatorische invulling van de CSP als nieuwe aggregator-rol.



Resultaat

Het project DACS-HW levert de volgende resultaten op:

1. Instrument (nieuwe generatie hybride warmtepompen) om congestie op LS-net in wijk te voorkomen dat past binnen de systematiek voor congestiemanagement die recentelijk door ACM is ingesteld.
2. Extra prijsinstrument voor de bewoners (naast voordeel behalen via huidige routes die “achter de meter” liggen, zoals dynamische tarieven, flexdiensten en/of straks bandbreedtemodel). Invulling van de rol van CSP.
3. Standaard (open) protocol voor aansturing warmtepompen (merk en type onafhankelijk) waarmee remote collectieve aansturing mogelijk is.
4. Interface voor bewoners waarin bewonersparameters (app) worden gekoppeld aan toestel (firmware fabrikant) en dynamisch stuurbaar gemaakt.
5. Algoritme dat aansturing kan verzorgen van GOPACS-afroep, van groepsbieding tot effectuering flexcapaciteit op LS-niveau.

Al deze resultaten, met uitzondering van resultaat 4, zijn technisch nieuw. Hier worden dus nieuwe technologische oplossingen gecreëerd of toegepast die een duidelijke vooruitgang betekenen ten opzichte van de status quo.

Na afloop van dit project zien we een verdere doorontwikkeling van het IT-infrastructuur in de relatief jonge congestiemarkt voor LS-netten. Er zal waarschijnlijk een markt ontstaan waarin bewoners het terug laten schroeven van (elektrisch) vermogen van hun HWP in vermogen willen effectueren als de situatie op het LS-net hierom vraagt. Niet zozeer om de netbeheerder ter wille te zijn, maar om zelf een financieel voordeel te behalen.

Uitgevoerde activiteiten, voortgang en knelpunten in de periode 1 januari 2025 t/m 30 juni 2024

Om het hierboven beschreven beoogde resultaat te behalen, is het project opgedeeld in acht deelresultaten. Deze acht deelresultaten zullen hieronder opgesomd staan, waarbij per deelresultaat de uitgevoerde activiteiten en behaalde voortgang wordt besproken:

1. Collectief cloudplatform met bewonersapp (Resultaatverantwoordelijke: Voorstroom)

Het cloudplatform is verder doorontwikkeld en geschikt gemaakt voor OpenADR, waarmee het kan aansluiten op geautomatiseerde energieregelsystemen. Daarnaast is de koppeling met de app verbeterd. Gebruikers hebben bijvoorbeeld de mogelijkheid om zich (voor enige tijd) af te melden voor het sturen van hun hybride warmtepomp tijdens de pilot. Deze afmeldingen via de app worden nu correct verwerkt. Ook inhoudelijk is de app verder ontwikkeld. Hierdoor verloopt de communicatie met bewoners efficiënt en duidelijk. Om het overzicht te vergroten, is een algemeen dashboard ontwikkeld waarin het wijkprofiel inzichtelijk wordt gemaakt. Tot slot is er een enquête opgesteld waarin onder andere het handelingsperspectief van bewoners wordt uitgevraagd.

Deliverables R1

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden.



2. Aansluiten woningen (Resultaatverantwoordelijke: Samen Energie Neutraal)

Gedurende de rapportageperiode heeft het contact met bewoners zich met name gefocust op het informeren van de deelnemers. Zo zijn er twee full-color nieuwsbrieven via e-mail verspreid en is er een bewonersavond georganiseerd waarin bewoners zijn bijgepraat over het DACS-HW project. In de rapportageperiode zijn de laatste warmtepompen geïnstalleerd (inclusief de resterende Hanzeboxen), waardoor er in totaal 97 warmtepompen zijn geïnstalleerd. Van deze 97 warmtepompen zijn gedurende de rapportageperiode 85 continue online geweest. De overige 12 bleven offline door huurmutaties of eigendomsoverdracht van woningen. Tijdens deze periode zijn verschillende installaties gerepareerd of bijgesteld om oorzaken van inefficiënt functioneren te verhelpen.

Na het ontwikkelen en testen van de web app aan het eind van 2024 is deze in 2025 in gebruik genomen. De web app geeft bewoners inzicht in het energieverbruik van de hybride warmtepomp. Ook geeft de web app bewoners de mogelijkheid om zich tijdelijk af te melden voor testen. Gedurende eerste helft van 2025 is er feedback verzameld over de functionaliteit van de app.

Deliverables R2

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden.

3. Stuurinformatie en dataplatform (Resultaatverantwoordelijke: Inversable)

In de rapportageperiode is OpenADR succesvol toegevoegd aan het platform. Hiermee zijn ook de analysemogelijkheden verder uitgebreid, inclusief automatische waarschuwingen bij afwijkende metingen. De real-time rekenkern is tijdens de winter uitvoerig getest op de beschikbare warmtepompen in uiteenlopende scenario's. Daarbij zijn ook de uptime en stabiliteit van het systeem in de praktijk beproefd. Deze tests leiden tot enkele software-aanpassingen op de warmtepompen, waardoor de prestaties zijn verbeterd.

Voor wat betreft de ontwikkelde koppelingen is hier vooral ingezet op onderhoud en verbetering. De implementatie van OpenADR is afgerond en geëvalueerd. Voor de toekomst is extra data-onderzoek en onderzoek onder bewoners benodigd om te bepalen wat een reële vergoeding is voor het aanbieden van flexibiliteit, mede vanwege mogelijk extra gasverbruik.

Op dit moment is de flexmarkt voor laagspanningsniveaus nog niet liquide genoeg. Met initiatieven en pilots wordt onderzocht of marktpartijen, zoals energieleveranciers, flexcontracten kunnen aanbieden waarmee vrijwillige capaciteitsbeperking kan worden ingezet als markt gebaseerde oplossing binnen de flex-piramide. Voor de passende vergoeding wordt gekeken naar prijsvorming en wijze van afroep. Dit kan met een cloud-based signaal waarin dynamische day-ahead capaciteitskaders worden verstuurd. In de komende periode onderzoekt het consortium de mogelijkheden en ontwikkeling van de GOPACS.



Deliverables R3

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden twee deliverables op de planning om afgerond te worden.

- Dataverwerking Trafo en koppeling (01-04-2025)

De transformator gegevens zijn succesvol gekoppeld en worden real-time verwerkt binnen het systeem. Hoewel GOPACS zelf niet daadwerkelijk is gekoppeld vanwege het beperkte beschikbare flexvermogen, is de verwerking ervan wel getest. Deze test is uitgevoerd via een OpenADR-aansturing vanuit ELAAD, waarmee de integratiemogelijkheden van GOPACS binnen de bestaande infrastructuur zijn verkend.

- Testomgeving ontwikkeld (01-04-2025)

De testomgeving is ontwikkeld. Op basis van succesvolle tests daarop zijn ook de stuurscenario's bij de warmtepompen bij de mensen thuis uitgevoerd.

4. Uniforme standaard (Resultaatverantwoordelijke: Enexis netbeheer)

Binnen de pilot is ervaring opgedaan met openADR voor het aansturen van flexibiliteit. In de pilot zijn er testen uitgevoerd met het OpenADR-protocol om capaciteitsbeperkingen vanuit de netbeheerder te communiceren naar de CSP (Inversable). De werking en effectiviteit van deze communicatie wordt in de komende periode verder geëvalueerd door het consortium.

In de rapportageperiode zijn verschillende aanstuurprofielen getest; een vast profiel, noodstop en een dynamisch profiel op basis van day-ahead voorspelde capaciteitsmaximalisatie. Door lage buitentemperaturen konden sommige aansturingsvormen, zoals het dynamische profiel nog niet volledig getest worden. Softwareaanpassingen zijn benodigd gebleken om (nood)sturing technisch te realiseren op de warmtepompen. De komende periode zal de impact van deze aansturing verder onderzocht worden.

Deliverables R4

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden.

5. Slimme hybride warmtepomp (Resultaatverantwoordelijke: Intergas)

Alle operationele warmtepompen ontvingen meerdere software-updates om op afstand bedieningsfunctionaliteit mogelijk te maken. Tegen het eerste kwartaal van 2025 is de bediening op afstand aangesloten op alle warmtepompen in het project. Alle testen om dit mogelijk te maken zijn door de betrokken projectpartners succesvol afgerond.

Deliverables R5

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden.

6. Pilot en analyse werking energieprofielen bewoner (Resultaatverantwoordelijke: Inversable)

Tijdens de winter is veel aandacht besteed aan het testen van de algoritmes. Hieruit is gebleken dat de warmtepompen niet goed functioneren bij een te laag maximum vermogen. Dat heeft geleid tot de implementatie van veiligheidsmechanismen op verschillende niveaus (warmtepomp, cloud en aansturingsalgoritmes). Beheerdersdashboards zijn op basis van tests verder uitgebreid en de gebruikersapp is op basis van bewonersfeedback aangepast. Wekelijkse sessies hebben afgelopen winter plaatsgevonden ter evaluatie van de wekelijkse resultaten. Op basis van deze sessies zijn de algoritmes verder ontwikkeld. De eindconclusies hiervan worden in de komende maanden getrokken. In maart 2025 is een start gemaakt met het trekken van conclusies en het bepalen van het resultaat van gebruikte standaarden/methodes. Dit proces loopt het hele jaar door. Aan het eind van de projectperiode wordt deze conclusies en aanbevelingen gepresenteerd (o.a. via het eindrapport en een indeevenement).



Deliverables R6

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden.

7. Waardemodel congestie (Resultaatverantwoordelijke: Technische Universiteit Eindhoven)

De TU/e heeft hybride warmtepompen en het thermische gedrag van woningen gemodelleerd op basis van gebruikersdata en dit geïntegreerd in een simulatie voor beschikbare flexibiliteit. Dat is gevalideerd met on-site tests. Er wordt onderzocht hoe flexibiliteitsaanbieders hun keuzes maken over het inzetten van flexibiliteit, rekening houdend met de coördinatie met Distributie netbeheerders (DNB's). Toekomstige adoptie van hybride warmtepompen en andere flex-assets hangt af van de coördinatie tussen de DNB's en flexibiliteitsaanbieders. Verdere vooruitgang wordt verwacht na afronding van het lopende onderzoek. Op dit moment wordt gemodelleerd hoeveel de DNB's moeten betalen voor het gebruik van flexibel vermogen en hoe aggregatoren daarop reageren bij hun beslissing om flexibiliteit aan te bieden.

Deliverables R7

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden. In de vorige rapportageperiode (01-01-2024 t/m 31-12-2024) stond een deliverable op de planning. Eind 2024 was deze deliverable nog niet behaald.

- Rapport/publicatie hoe de beschikbare flexibiliteit optimaal te benutten in de planning en in de operatie 31-12-2024

Het rapport "Response Allocation of Domestic Hybrid Heat Pumps Flexibility for Congestion Management" is in februari 2025 gepubliceerd.

8. Projectmanagement & kennisdisseminatie (Resultaatverantwoordelijke: Enableni)

Gedurende het hele project is er tot dusver een projectleider aanwezig geweest. Daarnaast heeft elke twee week een consortiumbijeenkomst plaatsgevonden. Sinds mei wordt dit overleg eens per drie weken gehouden.

Kennisdisseminatie heeft gedurende rapportageperiode plaatsgevonden via diverse kanalen. Een concreet voorbeeld hiervan is de communicatiecampagne 'De Slimste Buurt'. Deze campagne heeft geleid tot onder andere een nieuwe website (<https://dacs-hw.nl/>), een podcastserie en een minidocumentaire. Aan het eind van de projectperiode wordt er een eindevenement georganiseerd, waarin de conclusies en aanbevelingen worden gepresenteerd. De Technische Universiteit Eindhoven presenteert belangrijke wetenschappelijke inzichten gedurende de EEEIC-conferentie van 15 t/m 18 juli 2025. Voor deelnemende huishoudens is op 19 juni een bewonersavond georganiseerd. Tijdens deze avond was er een uitleg over het DACS-HW project, zijn de tot dusver behaalde resultaten gedeeld en heeft er een interactieve uitwisseling met bewoners plaatsgevonden om draagvlak voor dit project te versterken.

In de afgelopen periode heeft de kerngroep besloten om in november een slotevenement te organiseren. Tijdens dit evenement worden de aanpak van het project en de projectresultaten met de markt gedeeld.

Deliverables R8

In de rapportageperiode (01-01-2025 t/m 30-06-2025) stonden geen deliverables op de planning om afgerond te worden.

Algemene voortgang project

De voortgang van het project verloopt over het algemeen volgens planning. Zoals in de vorige voortgangsrapportage vermeld, hebben enkele (deel)resultaten vertraging opgelopen, terwijl andere eerder dan gepland zijn afgerond. Het bijbehorende wijzigingsverzoek is medio maart 2025 door RVO geaccordeerd.



Volgens de oorspronkelijke planning zou het project per 31 december 2025 worden afgerond. Naar verwachting blijft dit haalbaar en wordt het project conform planning in Q4 2025 afgesloten.

Mijlpalen

Gedurende de rapportageperiode stonden er drie mijlpalen op de planning die allen per 30-06-2025 afgerond dienden te zijn.

- Mijlpaal 2 – 100 aangesloten woningen (30-06-2025)
De inschrijving van nieuwe deelnemers is in september 2024 stopgezet. Destijds was het streefaantal van 100 aanmeldingen bereikt. In Q1 hebben de laatste installaties voor het project plaatsgevonden. Uiteindelijk zijn er 97 hybride warmtepompen geïnstalleerd. Deze hybride warmtepompen hebben meegedraaid in de pilot gedurende de winterperiode.
- Mijlpaal 5 - Slimme warmtepomp (congestieready) (30-06-2025)
Ook deze mijlpaal is volbracht. Alle testen die noodzakelijk zijn voor het functioneren zijn succesvol afgerond.
- Mijlpaal 6 - Afgeronde pilot (30-06-2025)
De aansturingsscenario's zijn succesvol getest. Daarmee is de pilot afgerond. De data die gegenereerd is gedurende de pilot wordt nu verder geanalyseerd en biedt daarmee de basis voor de uiteindelijke conclusies en aanbevelingen.

Knelpunten

Hoewel het project naar tevredenheid verloopt zijn er door een aantal van de consortiumleden knelpunten ervaren. Intergas ondervond knelpunten bij de warmtepompsystemen, zoals installatiefouten, softwarebugs in de bediening op afstand en uitval door connectiviteits- of hardware problemen. Deze issues vereisten gerichte handmatige oplossingen om de systeemefficiëntie en projectvoortgang te waarborgen. Voor Inversable en The Code Crew kwamen de knelpunten vooral voort uit de snelheid waarmee een scenario getest kan worden. Het was vaak een uitdaging om snel te bepalen of een scenario voldoende getest was, door bijvoorbeeld de weersomstandigheden. Pas nadat zekerheid bestond over het feit dat een scenario voldoende getest was, kon geschakeld worden naar het volgende scenario. Dit is zo goed mogelijk ondervangen door het invoeren van een wekelijkse meeting waarbij Enexis, Intergas en Inversable gezamenlijk de scenario's doornamen. Ook de TU/e heeft tijdens de uitvoering van het project enkele knelpunten ervaren. Zo bleek dat bepaalde apparaten maar een beperkte betrouwbaarheid hadden. Om de data die gegenereerd werd door deze apparaten toch te kunnen gebruiken, was aanvullende validatie vereist. Naast energieverbruiksgegevens ontbreekt informatie over gebruiksvriendelijkheid en flexibiliteitsvoorkeuren. De exacte gegevens van een woning en de Hybride warmtepomp konden niet achterhaald worden. Deze gegevens zijn van belang voor het in kaart brengen van de flexibiliteit, elke gebruiker heeft immers een ander verbruikspatroon.

Bijdrage project aan doelstelling regeling

DACS-HW focust zich met name op innovatiethema 2 onder Missie B: Gebouwde Omgeving: duurzame collectieve warmtevoorziening o.b.v. volledig elektrisch, hybride of met een zeer laag, laag, of midden temperatuur warmtenet voor woonwijken, bedrijventerreinen, kantoor- of winkelgebieden. Het project speelt in op een trend die in veel Transitievisies Warmte (TVW) van gemeenten is waar te nemen. Hierin staat vaak dat veel huishoudens (maar ook utiliteitspanden) op individuele wijze van het aardgas af zullen gaan. De hybride warmtepomp speelt daarbij een grote rol (vaak i.c.m. de overstap op groen gas voor het niet-elektrische deel). Dit project houdt rekening met bestaande energiesystemen en het bestaande LS-net in een wijk. Netbeheer Nederland verwacht dat de hybride warmtepomp een grote plaats in de toekomstige warmtevoorziening zal innemen. Congestie vindt op



dit moment voornamelijk plaats op het MS-niveau, maar zal ook plaats gaan vinden op LS-niveau als deze trend zich voort blijft zetten. Dit project voorkomt congestie en creëert hiermee extra capaciteit op het LS-niveau, doordat op afstand het elektrische vermogen van hybride warmtepompen geregeld kan worden (en indien nodig ook de gasvlam).

Spin-off binnen en buiten de sector

DACS-HW blijft, net als in eerdere rapportageperiodes, een relevant gespreksonderwerp in sectoren die betrokken zijn bij de problematiek rond netcongestie. Via onder andere de LinkedIn kanalen van alle projectpartners is meerdere malen een gesprek gestart over het project. De relevantie van het project blijkt onder meer uit de discussie die onder de posts heeft plaatsgevonden. Bij meerdere bijeenkomsten en meetings van projectpartners heeft DACS-HW de revue gepasseerd.

In 2025 is de communicatiecampagne 'De Slimste Buurt' gelanceerd. Deze campagne heeft als doel een breed publiek te informeren en relevante kennis met hen te delen. Een van de ideeën van deze campagne is om de uiteindelijke conclusies en aanbevelingen te laten landen bij stakeholders binnen en buiten de sector. Deze uiteindelijke conclusies en aanbevelingen zullen daarom op verschillende stakeholder niveaus gepresenteerd worden, onder andere via een eindrapport maar ook via een eindevenement. Het idee is om het eindevenement van DACS-HW te combineren met een MOOI meet-up vanuit RVO. Hierdoor worden relevante stakeholders uitgenodigd, zowel binnen als buiten de sector. Voorafgaand, tijdens en na dit evenement is voldoende tijd beschikbaar om contacten te leggen en spin-offs te creëren. Vanuit andere partijen is interesse getoond in het concept dat met DACS-HW is ontwikkeld. Dit heeft geleid tot een EKKO-Pilot met TNO en Intergas, waarin de aansturing van hybride warmtepompen wordt doorontwikkeld in drie dominante, universele talen.

Overzicht publicaties

- L. Jin, X. Li, S. De Lange, H. Slootweg, N.G. Paterakis, "Response Allocation of Domestic Hybrid Heat Pumps Flexibility for Congestion Management", in: Proceedings of the 2024 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT EUROPE), Dubrovnik, Croatia, Oct. 14-17, 2024.
- X. Li, J. Markus, L. Jin, S. de Lange, K. Kok, N.G. Paterakis, "Hybrid Heat Pump Flexibility Allocation: Quantified Thermal Comfort-Based Congestion Management", in: Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering (IEEE IEEEIC 2025), Chania, Greece, July 15-18, 2025 (accepted).

