

3e mijlpaalrapportage

TDI 500

Openbare rapportage

Referentie 322016

Datum 2 februari 2026



3^e mijlpaalrapportage consortium Team Duurzaam Installeren 500

Rapportage over de periode: 1 januari 2025 – 31 december 2025

Referentienummer RVO: 322016

Subsidieregeling: Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI)

Door: Heather Young, Britt van der Drift, resultaattrekkers en activiteittrekkers.

Contact: H.J. Young
penvoerder.TDI500@tno.nl

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 2020.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van het consortium Team Duurzaam Installeren 500

Inhoud

Inleiding	4
Resultaat 1 Intakeproces	7
Resultaat 2 Versneld en vereenvoudigd installatieproces	18
Resultaat 3 Datastore voor operationele prestatiedata	21
Resultaat 4 Ontwikkeling contingenten en gevalideerde concepten	32
Resultaat 5 Ketensamenwerking	42

Inleiding

Aanleiding

Voor een groot deel van de bestaande woningvoorraad vormen (hybride) warmtepompen een belangrijke eerste spijtvrije stap van de renovatieoplossing. In het beleidsprogramma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving wordt als doel gesteld om in 2030 één miljoen (hybride) warmtepompen geïnstalleerd te hebben in bestaande gebouwen. Hiervoor moet het tempo omhoog naar ruim 100.000 extra installaties per jaar, ofwel 500 extra per dag. Installatiebedrijven hebben een sleutelrol om deze versnelling te realiseren, samen met de fabrikanten, groothandel, klanten, scholen, overheden en kennisorganisaties. Daarvoor moeten ze wel iets wezenlijk anders gaan doen.

Bijdrage aan de doelstellingen van de MOOI-missie

Het project draagt bij aan missie B, Gebouwde omgeving. Specifiek richt het project zich op subthema a) van innovatiethema 1: een spijtvrije renovatie met een passende propositie voor één of meer van de volgende doelgroepen en bouwtypen: a) woningen van particuliere verhuurders, particuliere woningbezitters en woningcorporaties.

TDI500 focust op optimalisatie en efficiëntie van het installatieproces voor het bereiken van versnelling van duurzame installaties met gegarandeerde kwaliteit. De aspecten kosten, kwaliteit en capaciteit/tijd staan centraal en worden in samenhang benaderd om te komen tot waardevolle resultaten die bijdragen aan een betaalbare, betrouwbare en energiezuinige energievoorziening. De voorziene innovaties leiden binnen vier jaar of sneller tot eerste toepassing, in de vorm van gebruik van de geoptimaliseerde processen bij de installatie van (hybride) warmtepomp systemen en geïnstalleerde nieuwe woningconcepten. In 2030 zijn de ontwikkelde procesoptimalisaties 'business as usual'.

De verduurzaming van de gebouwde omgeving omvat in veel gevallen meer dan het installeren van een duurzame warmte/koude installatie. Terugbrengen van de warmtevraag, doormiddel van bijvoorbeeld isolerende maatregelen staat hierbij centraal. TDI500 zal een belangrijke bijdrage leveren aan een **spijtvrije renovatieaanpak** door de stapsgewijze verduurzaming van woningen te vergemakkelijken en te verbeteren. In een aantal activiteiten wordt onderzocht hoe de 'contingentenaanpak' kan resulteren in het selecteren van de juist woningtypen, waarbij je bijvoorbeeld voorkomt dat een (hybride) warmtepomp wordt geïnstalleerd in een woning waar aansluiting op een warmtenet is voorzien. Samen met een verbeterd intakeproces helpt de contingentenaanpak eigenaren om spijtvrije stappen te bepalen richting het duurzame eindbeeld voor de woning. Bijvoorbeeld door de installatie van een (all-electric ready) hybride warmtepomp. Dit geeft de woningeigenaar in stappen isolerende maatregelen te treffen om uiteindelijk naar een full-electric situatie over te gaan.

In missie B, innovatiethema 1 zijn betaalbaarheid, leveringszekerheid, energiezuinigheid, duurzaamheid en veiligheid belangrijke elementen. TDI500 richt zich voornamelijk op het verbeteren van de betaalbaarheid, de energiezuinigheid en de duurzaamheid. We lichten dit hieronder kort toe.

Bij het aspect **betaalbaarheid** resulteert TDI500 in een substantieel hogere besparing op arbeid, materialen en kosten voor het operationeel gebruik van (hybride) warmtepompen. Concreet: halvering van de tijdsbesteding voor intake en werkvoorbereiding (resultaat 1), halvering van de installatietijd (resultaat 2 en 4), een kostenbesparing voor installatie van een (hybride) warmtepomp van 30% (resultaat 1 en 4), besparing op materialen en verlenging van levensduur (resultaat 3 en 4), besparing op kosten voor beheer en onderhoud (resultaat 3), en gemiddeld 15% besparing op gasverbruik (resultaat 3 en 5).

Ten aanzien van **energiezuinigheid** brengt TDI500 het energiegebruik voor de warm tapwater en warmteafgifte versneld terug. Concreet gebeurt dit door: een toename van het aantal geïnstalleerde (hybride) warmtepompen met 500 per dag (resultaat 1 en 2), verbeterde kwaliteit en prestaties van installaties die daardoor minder energie verbruiken (resultaat 3), de ontwikkeling van nieuwe installatieconcepten voor woningcontingenten waar huidige concepten niet voldoen (resultaat 4).

Ten aanzien van **duurzaamheid** draagt TDI500 bij aan de vermindering van de milieudruk en efficiënt gebruik van materialen door ondermeer verlenging van de levensduur en prestatie monitoring (resultaat 3), focus op losmaakbaarheid en herbruikbaarheid bij de ontwikkeling van nieuwe installatieconcepten (resultaat 4) en efficiënt gebruik van grondstoffen en het elimineren van afval op locatie (activiteit 5.4). De ambitie is met bovenstaande resultaten te streven naar een bewustwording in de keten op R2 resp. R4 niveau van de RVO 'R-ladder strategieën van circulariteit'. Daarnaast versnelt TDI500 de uitfasering van lage energielabels door de energieprestatie te verbeteren door sneller en goedkoper te kunnen voorzien van een hybride warmtepomp, óók in woningen die (nog) onvoldoende geïsoleerd zijn (ongeschikt voor lage temperatuurbronnen), waar isolatie een onevenredig grote investering vereist (resultaat 1, 2).

Het aspect **veiligheid** zoals benoemd in missie B (vermindering van de fysieke, brand-, cyberveiligheid en privacy) is geen centraal onderdeel van TDI500. Cyberveiligheid en privacy hebben wel de aandacht in de ontwikkeling van de datastore voor onderhoud en prestatie monitoring (resultaat 3) en assetregistratie (activiteit 5.2). De gebruikersdata zal via een veilig en versleuteld medium worden verzameld en via 2-fase authenticatie toegankelijk worden gemaakt aan alléén die systemen en applicaties die hiervoor geautoriseerd zijn. Daarnaast zal de gebruikersdata anoniem en geaggregeerd worden opgeslagen en beveiligd worden met encryptiesoftware.

TDI500 pakt enkele onderzoeks- en ontwikkelrichtingen van Missie B, innovatiethema 1 in samenhang op:

- klanten een integrale verduurzamingsoplossing bieden die aansluit op hun behoeften en competenties: hoewel de focus ligt op installatietechnische maatregelen, is een resultaat

- van TDI500 óók dat klanten zicht krijgen en keuzes kunnen maken over spijtvrije stappen richting een CO2-vrije woning;
- standaardisatie mogelijk maken, aansluitend bij de principes van een 'contingentenaanpak' die seriematige verduurzaming van gebouwen bevorderen en potentie hebben om de energietransitie in de gebouwde omgeving te versnellen: dit is, samen met het volgende punt, het hart van TDI500;
 - de uitvoering door verschillende partijen in de keten zodanig organiseren dat dit leidt tot efficiënter gebruik van beschikbare capaciteit: het optimaliseren en harmoniseren van processen en het verminderen van kennisintensiviteit zijn cruciale stappen voor een beter functionerende keten;
 - de ontsluiting van data over woningen en particuliere woningeigenaren maximaal doch veilig vormgeven opdat woningen waarvoor het product, proces of dienst geschikt is, optimaal kunnen worden geïdentificeerd en benaderd: TDI500 hanteert hiervoor de contingentenaanpak;
 - stroomlijnen van activiteiten in het productieproces door standaardisatie, digitalisatie en het verhogen van de configureerbaarheid: de installatiebedrijven in het consortium

Doel van het project

Het consortium, met daarin 8 toonaangevende installatiepartijen met ruim 2 miljoen klanten, slaat de handen ineen om binnen 4 jaar het installatietempo van (hybride) warmtepompen te versnellen met 500 per dag. Met de opgedane oplossingen, kennis en kunde wordt daarnaast versnelling gecreëerd in de rest van de installatiesector.

De uitvoerende partijen in dit project zijn:

- Bonarius
- Breman
- Comfort partners
- Eneco
- Essent
- Feenstra
- Heat Transformers
- Kemkens
- Team Duurzaam Installeren (TDI)
- Netbeheer Nederland
- TNO

Deze partijen vormen het consortium

Het consortium kwam in de afgelopen rapportageperiode, naast de overleggen per activiteit, vier keer plenair bijeen op samenwerkdagen. Tijdens deze sessies zijn resultaten uit de verschillende resultaten aan elkaar gepresenteerd en zijn verschillende activiteiten dieper uitgelicht, gevolgd door interessante discussies.

Tijdens de afgelopen rapportageperiode hebben zich wat vertragingen voorgedaan. De verwachting is dat de vertraagde deelprojecten afgerond kunnen worden binnen de totale looptijd van het programma.

Leeswijzer

Deze rapportage gaat in op de resultaten die op de tweede mijlpaal van het programma Team Duurzaam Installeren 500 zijn behaald. De rapportage is opgebouwd aan de hand van de vijf resultaten van het programma: Intakeproces, Installatieproces, Datahub, Experimentele ontwikkeling installatieconcepten en Ketenbrede afspraken.

Per resultaat wordt allereerst een korte samenvatting van de inhoud gegeven. Daarna wordt op activiteitsniveau nader in gegaan op de gerealiseerde resultaten, de partijen die hier aan hebben bijgedragen en het belang en de toepassing van de resultaten voor het bereiken van het doel van het project. De activiteiten in het project hebben verschillende starttijden. Daarom is nog niet elke activiteit binnen deze mijlpaal periode gestart.

Resultaat 1 Intakeproces

Samenvatting

Tijdens de intake wordt in overleg met de klant en/of bewoner gekeken naar de geschiktheid van de woning voor een (hybride) warmtepomp, een selectie gemaakt voor de opwekker en alvast gekeken naar de locatie en aansluitingen voor de warmtepomp. Soms vindt dit proces plaats zonder dat het leidt tot een opdracht. Bij de werkvoorbereiding wordt onder meer gekeken naar de wijze van installatie, hoe eventuele geveldoorvoeren kunnen worden gemaakt en welke aanvullende componenten nodig zijn. Dit hele proces kost circa 6 uur.

Het consortium heeft zich als doel gesteld om de benodigde tijdsduur voor intake en werkvoorbereiding te halveren: van gemiddeld 6 naar 3 uur. Om dit te bereiken, worden verschillende activiteiten ondernomen. De continentenaanpak wordt uitgebreid met installaties (activiteit 1.1) en zal als beslisondersteuning dienen door ervaring met gevalideerde contingenten en kan daarnaast soms de noodzaak voor een schouw wegnemen. Daarnaast worden slimme intakemodules ontwikkeld (activiteit 1.2), die (delen van) de schouw weg kunnen nemen of versnellen, de werkvoorbereiding vereenvoudigen en de oplossing voor klanten kan visualiseren. De installateurs houden vervolgens hun eigen intakeproces tegen het licht (activiteit 1.3) en maken een plan om hun proces te versnellen, waarbij ze onder meer de relevante tools uit de voorgaande activiteiten inzetten. Ten slotte gaan de partijen met dit plan aan de slag en brengen ze het in een pilot in de praktijk (activiteit 1.4). Door gebruik van de contingentenaanpak en advisering op eindbeeld van de woning levert dit resultaat een belangrijke bijdrage aan spijtvrije renovatie.

Activiteit 1.1 Doorontwikkelingen contingentenaanpak voor duurzame installaties

Resultaten en methode

In activiteit 1.1 wordt gewerkt aan het toepasbaar maken van de contingentenaanpak met de clustertool als interface voor installatietechnische casuïstiek. Doel hiervan is (a) het afbakenen van toepassingsgebieden van nieuwe concepten en (b) het voorspellen van procesbepalende parameters binnen de Nederlandse woningvoorraad.

Eind 2025 is voortgang gerealiseerd in de samenwerking met 1 van de partners (Eneco) waarbij het opstellen van track-records, het voorbereiden van data en het uitvoeren van tests rond de contingentenaanpak daadwerkelijk heeft kunnen plaatsvinden. Met andere partners is wel afgestemd, maar bleef de voortgang beperkter door beperkingen in datatoegang en prioriteiten elders.

De analyses van workflows (1.1.1), validatie van use-cases (1.1.2) en databehoeftebepaling (1.1.3) zijn afgerond en worden bij de partner naar verwachting binnenkort geïntegreerd in lopende pilotontwikkeling (1.1.5). De belangrijkste barrières en vervolgstappen zijn opgenomen in paragraaf 4 en sectie 1.5.

1.1.1 Analyse van de workflow bij installateurs

De workflow analyse die eerder voor alle partners is uitgevoerd, is in 2025 in nauwe samenwerking verder aangescherpt. Het generieke BPMN-processchema wordt inmiddels gebruikt als basis om te bepalen waar parameterinschattingen binnen planning, werkvoorbereiding en uitvoering waarde toevoegen. Verder is het generieke BPMN processchema aangesloten op de door de partner aangedragen casuïstiek.

Bij andere partners is deze analyse besproken, maar verdere verdieping bleef beperkt door de prioritering elders.

1.1.2 Ontwikkelen van use-cases voor parameter voorspelling

De vier centrale use-cases (warmtevraag, radiatorcapaciteit, geluidsriscico's en leadcomplexiteit) voor parametervoorspelling zijn in 2025 verder uitgewerkt. Met de partner is er vooral geïnvesteerd in contingenten voor het classificeren van lead-complexiteit. Deze is vertaald naar concrete, bedrijfsspecifieke scenario's voor het bouwen en testen van contingenten.

1.1.3 Het vaststellen van de databehoeft

De databehoeft per use-case is geconcretiseerd. De partner heeft in 2025 substantiële stappen gezet in het beschikbaar maken en opschonen van relevante datasets ten behoeve van track-records. Hiermee ontstaat voor het eerst de mogelijkheid om op realistische data contingenten te vormen.

1.1.4 Data acquisitie en het vormen van contingenten

Bij de partner is in 2025 een volledig data-acquisitietraject uitgevoerd, inclusief technische voorbereidingen voor verwerking binnen de clustertool. Hierdoor konden de eerste contingent prototypes worden gevormd.

1.1.5 Uitvoeren testen rondom use-cases

De pilotontwikkeling rond de contingentenaanpak wordt eind 2025 primair uitgevoerd. De eerste tests op basis van eigen track-records laten zien dat de aanpak gebruikt kan worden voor het verbeteren van voorspelbaarheid en inschatting van complexe parameters.

In aansluiting op activiteit 2.1 worden tevens de mogelijkheden verkend voor een gezamenlijke dataset voor standaard inregelinstellingen, waarin alle projectpartners op vrijwillige basis zouden kunnen deelnemen.

Bijdrage partners

De consortiumpartners die deelgenomen hebben aan deze activiteit en beschreven resultaten zijn:

- TNO
- Eneco (gebruik contingentenaanpak)
- Feenstra
- HeatTransformers
- Comfort Partners
- Stichting TDI
- Bonarius

Toepassing

Hoewel de contingentenaanpak eind 2025 nog niet generiek is toegepast voor parameter- of marktvoorspellingen, worden de ontwikkelde workflows en use-cases concreet gebruikt binnen de pilot met Eneco. Daar wordt de aanpak ingezet als basis voor het verbeteren van werkvoorbereiding en inschattingen in installatietrajecten.

Naar verwachting kunnen in 2026, na afronding van de pilotcases, de eerste structurele integraties in bestaande bedrijfsprocessen plaatsvinden, inclusief een evaluatie van de gerealiseerde directe en indirecte waarde. Voor de overige partners wordt de toepassing naar verwachting gefaseerd opgeschaald, afhankelijk van beschikbaarheid en deelbaarheid van data.

Knelpunten

Twee factoren blijven bepalend voor de vertraging van activiteit 1.1:

- a) beperkte beschikbaarheid en fragmentatie van data bij meerdere partners, en
- b) terughoudendheid over het delen van operationele bedrijfsdata binnen de clustertool.

Dit heeft geleid tot het besluit om verder te gaan met bedrijfsspecifieke trajecten, waarbij in 2025 vooral Eneco substantieel heeft kunnen meewerken aan dataverzameling en testing.

- **Knelpunt 1: terughoudendheid rondom datadeling.**
 - Gevolg: realistische contingenten kunnen alleen bij partners met concrete datasets worden gevormd.
 - Oplossing: bilaterale afspraken en verwerkersovereenkomsten.

- **Knelpunt 2: data is vaak gefragmenteerd of deels afwezig.**
 - Gevolg: extra tijd nodig voor inventarisatie, opschoning en samenvoeging.
 - Oplossing: er vindt focus plaats op lopende use-cases, waarnaar deze activiteit afgerond wordt.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 1.1 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 1.1 hebben niet geresulteerd in spin-offs.

Activiteit 1.2 Softwaremodules ontwikkelen voor intake

Resultaat en methode

Activiteit 1.2 bestaat uit een aantal delen waar door de partijen los aan gewerkt wordt. Dit zijn (1) de rekentool die TNO ontwikkeld waarin het effect van de afgiftecapaciteit wordt berekend. (2) De IR tool waarbij HeatTransformers een Image Recognition tool ontwikkeld voor het herkennen van warmtesystemen en aandachtspunten en kenmerken van specifieke systemen worden gekoppeld. En (3) de AR module waarvoor, na het faillissement van Evoyo, nu een contract is gesloten met HomeZero voor de uitvoer hiervan.

Rekentool (TNO):

Een softwaretool kan de installateur veel werk voor de intake en soms werkvoorbereiding uit handen nemen. De bewoner wordt door middel van een gebruiksvriendelijke tool op weg geholpen om informatie op te geven over de woning en het historische energiegebruik en krijgt aanwijzingen voor het maken van foto's die de installateur nodig heeft om de installatie in te meten. Heat Transformers werkt al met een intaketool; binnen deze activiteit zullen aanvullende modules worden doorontwikkeld, met functionaliteiten die de intake versnellen en de vereiste kennisintensiviteit verminderen.

Een belangrijke tool die hierbij helpt is een rekenmethode voor het vooraf inschatten van de energetische prestaties van een hybride warmtepomp op basis van makkelijk te achterhalen data. Er zijn een aantal van deze rekenmethodes, maar die zijn vaak te generiek en hebben niet genoeg precisie op individueel woningniveau. De rekenmethode is oorspronkelijk bedoeld om te

kijken wat het effect van het vergroten van het afgiftesysteem is op prestaties van een hybride warmtepomp, maar kan breder toegepast worden.

De methode werkt op basis van de 'bin' methode vergelijkbaar met die in de EN14825. Per graad buitentemperatuur wordt de warmtevraag van de woning uitgerekend. Dit in combinatie met de capaciteit van het afgiftesysteem geeft de benodigde aanvoertemperatuur van de (hybride) warmtepomp. Met buitentemperatuur, vermogen en aanvoertemperatuur kan uitgerekend wat de COP van de warmtepomp is en of de CV-ketel moet bijspringen. Door dit over een stookseizoen wordt direct berekend wat de energiekosten zijn.

IR module en kenmerken database (HeatTransformers):

Voor activiteit 1.2 is er gewerkt aan een module die onderdelen van het CV-systeem automatisch kan herkennen. Dit kan gebruikt worden om de intake sneller, en met minder fouten te kunnen doen. Voor deze module is een Machine Learning model opgezet.

Het machine Learning model is afgerond en kan gebruikt worden.

Het model kan op dit moment automatisch thermostaten herkennen, en daarnaast kan het ook getraind worden om CV-ketels te herkennen.

Het machine learning model is getraind door foto's aan te leveren van thermostaten, waarop is aangegeven; waar in de afbeelding de thermostaat is geplaatst, en welke thermostaat dit is. Hierdoor kan het Machine Learning model 'leren' hoe thermostaten er uit zien, om deze vervolgens zelf automatisch te herkennen.

Voor thermostaten is het op het moment dus mogelijk voor alle leden van het TDI500 om getagde afbeeldingen aan te leveren in een online omgeving, om de training van het model nog meer te verbeteren. Daarnaast kan voor CV-ketels na voldoende getagde foto's te hebben ontvangen, het model getraind worden.

De tool kan worden geïncorporeerd in eigen tools, om thermostaten en CV-ketels automatisch te herkennen.

Naast de module voor het Image Recognition, is er ook een database ontwikkeld, die kenmerken van CV-installatie systemen beschrijft. Hierbij kunnen handige tips voor het installeren van hybride) warmtepompen worden gedeeld.

In deze database zijn relaties tussen warmtepompen, thermostaten en CV-ketels neergezet. Dit is nuttig omdat dit betekent dat elke partij niet opnieuw het wiel hoeft uit te vinden, om te ondervinden welke combinaties van thermostaten, CV-ketels en warmtepompen wel en niet goed werken.

Naast deze relatie lijst zijn er ook een tal business rules aangemaakt, die een voorbeeld geeft over onderwerpen die niet moeten worden vergeten.

Als laatst is er ook een lijst gemaakt van warmtepomp bevestigingsmethodes, waar wordt beschreven welke warmtepompen op welke locatie, welke bevestigingsmethode nodig heeft. Denk daarbij aan wat voor soort big foots nodig zijn als een specifieke warmtepomp op een houten dak staat.

AR tool – AI Huisscan

Een software tool ontwikkeld in een samenwerking tussen de partijen van TDI500 en de externe partij HomeZero. De AI huisscan is een tool die het mogelijk maakt om een selfservice foto schouw door de huiseigenaar zelf te laten uitvoeren. Dit kan worden ingezet na een lead aanvraag bij verschillende segmenten klanten. De AI huisscan is een slimme flow die stap voor stap de huiseigenaar begeleid door het huis, om zo goede foto's te maken van de onderdelen die nodig zijn om de intake van het warmtepomp proces uit te voeren. Door middel van AI kunnen objecten worden herkend, en wordt AR gebruikt voor een visualisatie. Onderdelen zoals de meterkast, thermostaat, afgiftesysteem, CV-ketel worden herkend en foto's van gemaakt, en van de binnen en buitenunit van de warmtepomp kan een Augmented Reality visualisatie worden gemaakt, zodat de huiseigenaar direct kan zien hoe het er ongeveer uit zal komen te zien.

De tool is te gebruiken zonder app, direct in elke mobiele browser, waardoor het gebruiksgemak wordt verbeterd.

Door de tool kunnen betere kwaliteit foto's worden gemaakt, zonder extra moeite van de installateur. Ook zijn er minder fysieke inspecties nodig, omdat de benodigde informatie al beschikbaar wordt gemaakt door de huiseigenaar.

Op het moment is de AI huisscan in ontwikkeling, het eerste Proof of Concept is gebouwd, in 2026 zal de tool verder worden ontwikkeld om deze bruikbaar en robuuster te maken.

Bijdrage partners

Rekentool:

TNO: ontwikkeling rekentool, validatie door middel van modelstudie

Alle partijen: feedback op concept rekentool

Bonarius: ter beschikking stellen velddata voor validatie van de rekentool.

IR module en kenmerken database:

HeatTransformers: ontwikkeling van de module en database

Alle partijen: Feedback op de IR module en database van kenmerken.

AR – AI Huisscan:

HomeZero: Directe software ontwikkeling

Alle Partijen: Feedback op de AI huisscan

Toepassing

Rekentool:

De rekentool kan een onderdeel worden van het acquisitieproces voor installateurs. Door klanten een betere inschatting te geven over besparing op de energierekening met een hybride warmtepomp kan de klant een betere inschatting maken of dit een goede oplossing is.

IR module en kenmerken database:

Tijdens de looptijd van het project is het mogelijk om naar heatvision.heattransformers.com te gaan om het model te trainen, en te gebruiken voor het herkennen van voorwerpen. Na afronding van het project is het mogelijk om het getrainde model op te vragen bij HeatTransformers, om dit model te incorporeren in eigen tools.

De database van kenmerken kan worden gebruikt door partijen, zodat niet iedereen afzonderlijk het wiel moet uitvinden over zaken die al zijn uitgezocht door andere partijen. Waardoor minder tijd nodig is voor de werkvoorbereiding.

Knelpunten

Voor de invulling van activiteit 1.2 hebben we te maken met onderstaand knelpunt:

Knelpunt: Wegvallen van Evoyo in het TDI500

Gevolg: Vertraging van de oplevering van de module

Oplossing: De module is verder opgepakt door de andere leden binnen het TDI500 en voor het AR stuk is een externe partij aangehaakt

En voor de rekentool specifiek doet het volgende knelpunt zich ook voor:

Knelpunt: Gebrek aan validatiedata

Gevolg: Een tool is pas nuttig als deze aantoonbaar goede resultaten aangeeft.

Oplossing: Validatie door middel van velddata beschikbaar gesteld door Bonarius.

AR – AI Huisscan:

De tool kan worden gebruikt om het proces van foto's aanleveren te versimpelen, en versnellen. Om het aantal onnodige fysieke bezoeken terug te brengen. Daarmee wordt tijd, geld, en uitstoot bespaard.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 1.2 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

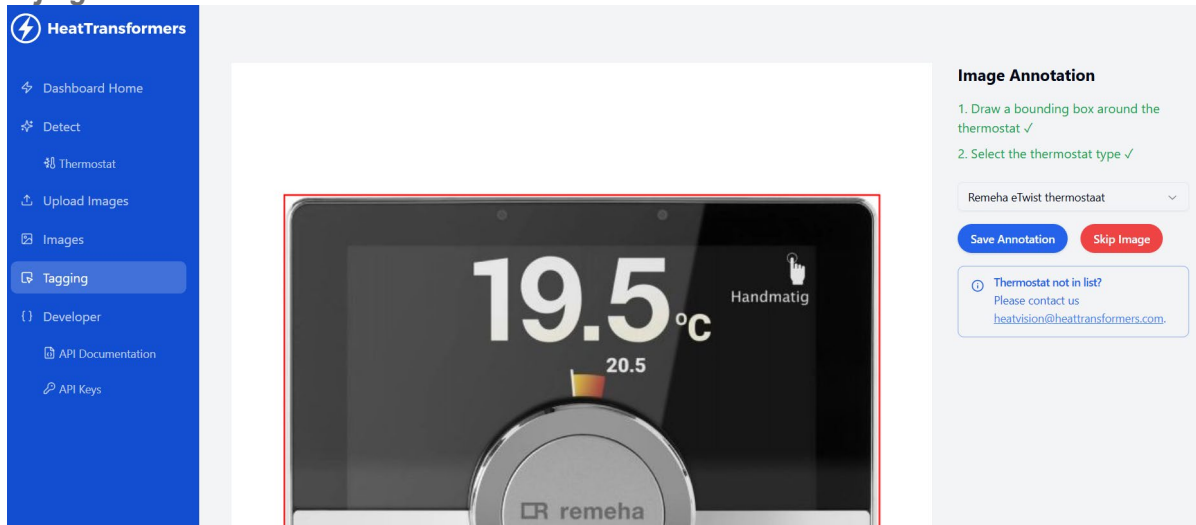
Spin-off

De modules van 1.2 zullen verder worden getest in activiteit 1.3 en 1.4.

Na het afronden van het project, zal het model ook beschikbaar worden gesteld aan partijen buiten het TDI500. Zij kunnen dan zelf het getrainde model incorporeren in hun eigen tools.

De database van kenmerken kan ook extern worden gedeeld als excel bestand.

Bijlage:



HeatVision: thermostaat herkenning door Machine Learning

Werkpakket 1.2: Database van Kenmerken [Extern Gedeeld] ☆ 📁 ☁

Bestand Bewerken Bekijken Invoegen Opmaak Gegevens Extra Uitbreidingen Help

Menu's ↩ ↪ 🖨 🗑 100% | € % ⬇ ⬆ 123 | Stand... ▾ - 10 + | **B** *I* 🔍 A 🗑 📄 📄 📄

	A	B	C	D	E	F
1	Warmtepomp	Thermostaat/CV-Ketel	Samenwerking	Eigen Thermostaat/C	Communicatie Protocol	Bijzonderheden
2	Nefit Bosch Hybrid Compress 3000i	Bosch EasyControl	Goed	FALSE	Aan/uit	Software update soms nodig
3	Remeha Elga Ace	Eneco Toon	Matig	FALSE	Aan/uit	Extra tijdrelais nodig
4	Remeha Elga Ace	Remeha Tzerra Ace	Goed	TRUE	OpenTherm	
5	Remeha Elga Ace Monoblock	Remeha eTwist RF	Goed	TRUE	R-bus	Draadloos
6	Intergas Xtend	Remeha Tzerra Ace	Goed	FALSE	OpenTherm	
7						
8						
9						
10						
11						

Database van kenmerken

ARI

Ari - Selfservice schouw

powered by AI en AR

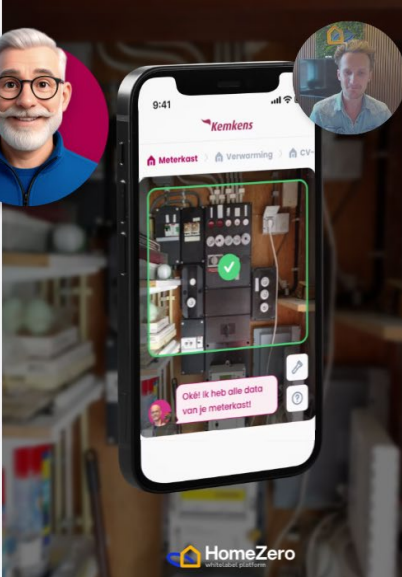
*Hoi!
Ik ben Ari!*

Functionaliteiten:

- ✓ Selfservice foto schouw door huiseigenaar
- ✓ Voor inzetten na een lead aanvraag bij verschillende segmenten klanten
- ✓ Ari is geen echte AI agent maar is slimme flow die stap voor stap begeleid
- ✓ Gebruikt AI voor object herkenning en AR voor visualisatie
- ✓ Meterkast, Thermostaat, Afgiftesysteem, CV-Ketel, Buiteneunit
- ✓ Zonder app installatie. Direct in elke mobiele browser
- ✓ Volledig branded in huisstijl van installatiebedrijf
- ✓ TDI500 lid kan zelf Ari een naam geven en content aanpassen
- ✓ Schouwrapport staat in Pico portal + mailnotificatie

Voordelen en doelen:

- 📍 Beter kwaliteit foto's (juiste object, perspectief en scherpte)
- 📍 Minder fysieke inspecties. Minder onnodige bezoeken
- 📍 Alles meetbaar. Alle data inzichtelijk en rijker foto dossier.
- 📍 Beter klantervaring. Sneller proces tussen Lead en Deal
- 📍 Hogere first-time right bij offerte aanvragen



AI-huisscan: selfservice schouw

Activiteit 1.3 optimalisatie intakeproces

Resultaat en methode

Voor werkpakket 1.3 is een overzicht gemaakt van alle processen die de verschillende partijen willen verbeteren tijdens het uitvoeren van werkpakket 1.4.

Hiervoor zijn meerdere bijeenkomsten georganiseerd, om een uitvraag te doen bij alle partijen welke onderdelen van verschillende businessprocessen zullen worden verbeterd.

Elke partij bouwt aan eigen tools, en sommige tools worden getest door meerdere partijen.

Het eindresultaat is een compleet overzicht van alle processen die zullen worden verbeterd, met een inventarisatie hoeveel de tijds winst zal zijn na implementatie.

Bijdrage partners

Er is een uitvraag gedaan bij alle partijen of zij ook processen gaan verbeteren. De meeste partijen hebben 1 of meer processen waaraan ze gaan werken.

Toepassing

De resultaten van dit werkpakket worden gebruikt als overzicht bij de uitvoering in werkpakket 1.4

Knelpunten

Bij de werkzaamheden van activiteit 1.3 hebben zich geen knelpunten voorgedaan.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 1.3 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Werkpakket 1.4 zal de uitvoering zijn van de processen die zijn benoemd in werkpakket 1.3

Activiteit 1.4 pilot van geoptimaliseerd intakeproces**Resultaat en methode**

Werkpakket 1.4 is een vervolg van werkpakket 1.3, waar de processen zijn voorgesteld waaraan de partijen gaan werken, om deze efficiënter te maken.

Werkpakket 1.4 is net gestart, en zal in 2026 worden afgerond.

De processen die zullen worden verbeterd bestaan uit processen binnen meerdere workflows van bedrijven, van Sales, werkvoorbereiding tot Planning & logistiek en Kwaliteitscontrole.

Een onderdeel dat al is begonnen binnen werkpakket 1.4 is de AI huisscan die wordt ontwikkeld door HomeZero, en getest door de partijen van TDI500. Hierover is in de mijlpaal rapportage van werkpakket 1.2 al een beschrijving gemaakt.

Andere proces verbetervoorstellen zijn net gestart, en daarvoor zijn op dit moment nog geen resultaten. Deze zullen later in 2026 volgen.

Bijdrage partners

Partijen die bijdragen bij het verbeteren van processen: Breman, Eneco, Kemkens, Essent, Feenstra, HeatTransformers

Toepassing

De resultaten van de proces verbeteringen zullen zorgen voor een vermindering van de tijdsbesteding van de eerder genoemde workflows.

De gemiddelde totale tijdsbesteding wordt hiermee theoretisch verlaagd van 169 minuten naar 121 minuten, een verlaging van 48 minuten. Daarnaast zorgen sommige proces verbeteringen niet tot een verkorting van de tijdsbesteding, maar een verlaging van de rework kosten of een verlaging van de complexiteit voor klanten.

Knelpunten

Bij de werkzaamheden van activiteit 1.4 hebben zich geen knelpunten voorgedaan.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 1.4 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Werkpakket 1.4 is het einde van werkpakket 1. De uitkomsten zullen een beter proces zijn voor verschillende partijen.

Resultaat 2 Versneld en vereenvoudigd installatieproces

Samenvatting

Het plaatsen en installeren van een (hybride) warmtepomp vergt meer tijd en een grotere kennisintensiviteit dan van een gasketel. Voor het substantieel opschalen van het aantal duurzame installaties per jaar, is het essentieel dat de installatietijd verkleind wordt en het installatiewerk eenvoudiger wordt. Het consortium heeft zich tot doel gesteld de installatietijd te halveren (voor een gemiddelde hybride warmtepomp van 32 naar 16 uur) en de installatie uitvoerbaar te houden voor bestaande gasketelmonteurs.

Binnen dit resultaat wordt aan deze doelstelling gewerkt door in verschillende fases van het installatieproces (inregelen opwekker, waterzijdig inregelen en hydraulisch/elektrisch/STEK-installatie) gerichte innovaties te ontwikkelen die de relevante fase versnellen en bovendien de kwaliteit van de installatie bevorderen.

Activiteit 2.2 Effectstudie waterzijdig balanceren en hydraulische configuratie

Resultaat en methode

The actual impact of balancing with hybrid systems is unclear. A literature review was unable to identify previous studies related to hydraulic balancing with hybrid heat pumps. A few studies relevant for the Netherlands concerned hydraulic balancing of radiator systems supplied by gas boilers but fewer still specifically covered residential properties. Gas boiler with radiator systems typically operate at higher water temperature differences and are likely to provide intermittent heating. A study of pre and post-balancing in some real dwellings showed a general reduction in gas demand but with quite some variation between properties. The mechanism for energy reduction, and sensitivity to balancing, may be different with hybrids which operate at lower inlet-outlet water temperature differences, use variable speed pumps and (largely) without the influence of flue gas condensation associated with lower return water temperatures, given that the boiler is little used for space heating in most cases. Thus, the present work focussed on determining the significance and sensitivities of hydraulic balancing for hybrid heat pump with radiator use cases in a single family dwelling.

The analysis was facilitated via a dynamic energy simulation environment in TRNSYS comprising detailed models of a house, heat emitters, valves (manual and thermostatic radiator valves (TRVs)), hydraulic circuit, and hybrid heat pump (gas boiler + heat pump) including a generic hybrid control logic. The house model utilised for the study is representative of an energy label-B (envelope) terraced house of typical Dutch construction and layout.

A series of scenarios of interest were created and expanded upon by including suggestions from installers and other partners, to ensure the study is representative of real challenges. The impact of significant overflow and underflow in different parts of the hydraulic circuit, as set at the initial hydraulic balancing stage of the scenarios, was simulated by increasing pipe and / or valve resistance.

Scenarios of interest included the relative imbalance between the living room containing the thermostat and the other heated zones. This was considered relevant for hybrids given the common feedback control between the measured thermostat temperature and the target water temperature in the heating system. Initial simulations investigated the impact of hydraulic imbalance without TRVs on the heat emitters, followed by simulations with TRVs present to quantify whether TRVs can help compensate for poor balancing.

Specific cases were investigated, included the effect of over / underflow in specific rooms, closing off heating in certain rooms, hydraulic bypasses, the influence of heat emitter sizing related to the impact of imbalance and the user increasing TRV and main thermostat setpoints in response to local underheating.

The results can be summarised:

1. In the absence of TRVs, the effect of system imbalance was generally more noticeable. If heat emitters in the living room were undersupplied, overheating in the other rooms was more likely, with greater heating use and running costs (up to 12% higher heating energy use was noted when the living room flows were reduced by 50-75% compared to the balanced case). The extra heat use was due to higher (non-living room) room temperatures, and running cost was further increased due to higher heating water temperature to compensate for the lower heat output of the living room radiators.
2. TRVs helped compensate for imbalance to some extent. As well as limiting overheating in rooms that were oversupplied, the closing of such valves as set room temperatures were achieved diverted flows to underserved radiators thus limiting the impact of imperfect initial balancing. Systems with TRVs may be regarded as being more robust with respect to imbalance.
3. Assuming TRVs were installed in rooms other than the living room, balancing for slight underflow in the living room resulted in good temperature comfort in most zones for little increase in running cost. This may be an interesting strategy to mitigate risks due to uncertainty in balancing, while it is necessary to consider that minimum flows through the hybrid heat pump must always be achieved.
4. A flow bypass (such as via intentional increased flows through a specific, minor radiator) to increase “guaranteed” flows if radiator valves closed, had limited effect on energy use or room temperatures.
5. If some room(s) was underheated due to imbalance, increasing the main thermostat setpoint might be tried by the occupants in an attempt to correct it. It was seen that this helped to reduce underheating but with a notable energy penalty. In the use-case, a 0.5oC thermostat increase resulted in around 4.5% running cost increase.
6. Increasing the size of all radiators did not lead to a big difference in the sensitivity of the effect of imbalance, although lower operating costs were a logical finding.
7. Shutting off the heating in rarely-used rooms, when the system was hydraulically balanced with all rooms heated, did not cause much impact in other zones that could be attributed to this form of “imbalance”. However, heating use was much reduced, as would be the intention of such a user action, while the room temperatures decreased significantly. There was some slight impact on resulting room temperatures in adjacent rooms as these spaces were subject to marginally higher losses.

With TRVs, systems needed to be moderately imbalanced before effects became pronounced. The predicted energy use and running cost impact from imbalanced scenarios were modest. It is still the case that if a zone is sufficiently undersupplied then underheating and occupant dissatisfaction is a risk. It is difficult to relate this degree of imbalance to balancing practice in the field i.e. how unbalanced are existing installations. Risks may be present in the form of occupants trying to compensate for underheating in some spaces by increasing main thermostat set points.

Bijdrage partners

Partners contributed to the study via important insights into real challenges such as noise introduced by pressure independent control valves. Interactions with installers in the consortium aided in creating realistic scenarios to be tested in the simulation environment, improving the relevance of the questions being analysed in the study. These interactions also served as a good source of information for understanding user behaviour associated with the impacts of hydraulic balancing and also field practices.

Toepassing

The results showcase the nuances associated with hydraulic balancing, and also open up points for further investigation. Primarily for external stakeholders- consumers, installers & manufacturers will understand the energy penalty linked with a poorly balanced system, and also enables a shift of focus toward the topic of thermal comfort of the inhabitants which is the likely risk. Policymakers can benefit from this study by creating a bridge between field practices and existing laws to ensure alignment while being considerate of practical roadblocks, and consumer sentiment.

Knelpunten

Challenge: Limited adoption of hydraulic balancing in field installations due to higher costs & limited knowledge of the benefits of balancing.

Impact: Despite existing regulatory framework, that mandates hydraulic balancing, there exists a disconnect between expectations and field practices. Installers generally offer these services as an add on, and not a part of the installation of the heating system. The existing framework permits hydraulic balancing to be omitted if the cost of balancing is greater than 20% of the cost of installation. The cost can be significant, with 5-6 hours of labour being common, and further dependent on the need for hardware upgrades to facilitate balancing.

Solution: Improve knowledge on where to focus attention in balancing. Develop better methods of balancing to reduce time.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 2.2 hebben nog niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 2.2 hebben niet geresulteerd in spin-offs.

Activiteit 2.3 Optimalisatie van het installatieproces

Doelstelling activiteit 2.3

Halveren van de benodigde (gemiddelde) installatietijd voor een (H)WP van 32u naar 16u.

Resultaten

TDI is begin 2023 gestart met een nulmeting bij de installatie van een hybride warmtepomp in een 'representatieve' doorsnee corporatiewoning om de installatietijd vast te leggen. De gemiddelde installatietijd bedroeg in deze eerste meting (feb 2023) 23,1 uur.

Vervolgens zijn op basis van de o-meting een tweetal ideation-sessies georganiseerd waarbij door middel van een impact – effort analyse de 'meest' veelbelovende ideeën die versnelling bieden voor de meest tijdrovende werkzaamheden geïnventariseerd. Deze ideeën zijn vervolgens geclusterd en verdeeld over de volgende categorieën:

- Werkvoorbereiding,
- Installatieproces
- Fabrikanten
- Functiesplitsing
- Logistiek

De opbrengst c.q. aanbevelingen(best practices) uit de ideation-sessies zijn tevens gebruikt als input voor de werkstroom 5.1. functionele wensen (hanteerbaarheid & standaardisatie aansluitingen, prefab-aansluitsets) en gedeeld met de betreffende fabrikanten.

Daarnaast is tijdens de ideation-sessies vastgesteld dat versnelling kan worden bereikt door een herverdeling van taken binnen het installatieproces (functiesplitsing) waardoor mensen met een beperkte technische achtergrond beter en eerder kunnen worden ingezet voor het installatiewerk. Om dit te kunnen realiseren is het noodzakelijk dat de kennisintensiviteit van bepaalde onderdelen binnen het installatieproces wordt verlaagd. Rondom het thema functiesplitsing) zijn vervolgens een tweetal kennis-sessies georganiseerd. Tijdens deze sessies zijn de (huidige) modulaire opleidingsprogramma's welke worden gehanteerd door de deelnemende installatiebedrijven geïnventariseerd en met elkaar gedeeld. Daarnaast is er met de deelnemers een voorzet c.q. concept uitgewerkt van een 'ideale' taakverdeling binnen een installatieteam van een hybride warmtepomp.

Deze concept taakverdeling is vervolgens door één van de deelnemende installateurs tijdens een korte pilot getest. Tijdens deze pilot zijn door (4-5 fte) in 4 productiedagen in 'min of meer' een zevental vergelijkbare woningen (idem aan de 0-meting) hybride warmtepompinstallaties geïnstalleerd. Doordat bij dergelijke hybride warmtepomp installaties alle aspecten van het installatie vak aanwezig zijn, kan er een vloeiende leerlijn (modulair opleidingsprogramma) van Leerling monteur tot vakspecialist ontwikkeld worden.

Ondanks de geringe omvang van de pilot (totaal 7 woningen) is er qua montagetijd een reductie van ca. 10% gerealiseerd t.o.v. de 0-meting. Waarbij door enkele monteurs wel kanttekeningen zijn geplaatst bij de ondervonden werkdruk tijdens de pilot. Overal is de pilot door de betrokken monteurs in het algemeen als positief beoordeeld.

Wegens het niet (meer) voorhanden zijn van geschikte vervolg pilot projecten binnen de deelnemende installatiebedrijven is de organisatie van de voorgenomen vervolg pilots doorgeschoven naar het eerste en/of tweede kwartaal van 2025. Tijdens deze pilots zal het functiesplitsingstraject verder getest en gedetailleerd worden.

In November 2024 is er een tweede meting (herijking) uitgevoerd. Bij deze meting kwam de gemiddelde installatietijd uit op 14,7 uur. Een verbetering ten opzichte van de 0-meting van 8,4 uur.

Deze installatietijd-verkorting is het resultaat van diverse factoren, Ten eerste worden monteurs steeds meer geroutineerd door de ervaring die ze in de afgelopen jaren hebben opgedaan met de installatie van hybride warmtepompen. Tijdswinst wordt ook gerealiseerd door fouten te voorkomen en zaken praktischer aan te pakken. Zo is op het gebied van in bedrijfstelling veel tijdswinst geboekt omdat we nu inmiddels weten hoe- en welke parameters ingesteld (of hoe deze ingelezen) moeten worden. Daarnaast hebben we d.m.v. het periodiek organiseren van zogenaamde kennis-sessies monteurs en werkvoorbereiders van de verschillende aangesloten installateurs met elkaar in contact gebracht zodat ze hun ervaringen kunnen delen. Door mensen samen te brengen worden slimmere werkmethodes of handigheden sneller overgenomen.” Een goede voorbereiding leidt eveneens tot een snellere installatie. Door in de voorbereidende fase alvast koppelingen te maken, buizen voor te buigen en/of met prefab montageframes te werken wordt eveneens de nodige tijdswinst gerealiseerd.

Daarnaast zijn er inmiddels diverse integraties beschikbaar in de markt, van een all-in-one hybride toestel waarbij de binnenuit is geïntegreerd in de cv-ketel tot prefab-skids met een buffervat, pomp en luchtafscheider. Deze ontwikkelingen versnellen het installatieproces terwijl hierdoor ook een andere taakverdeling binnen het installatieteam mogelijk is. Een prefab montageframe waar appendages op zijn bevestigd kan bijvoorbeeld ook door een hulpmonteur geïnstalleerd worden. Je verlaagt hierdoor het kennisniveau en de hulpmonteur is al in een eerder stadium productief.

Op basis van de uitkomsten van de 1-meting is vervolgens een kennis-sessie georganiseerd met de betrokken monteurs en werkvoorbereiders van de aangesloten installatiebedrijven. Tijdens deze sessie zijn de uitkomsten van de 1-meting met elkaar besproken en is besloten om in 2025 naast het traject functiesplitsing, twee vervolg trajecten op te starten:

Op basis van een geactualiseerde ‘wensenlijst’ opgesteld door de monteurs & werkvoorbereiders gaan is gericht aan de fabrikanten teruggekoppeld hoe zij een bijdrage kunnen leveren om het installatie proces verder te vereenvoudigen. Denk hierbij o.a. aan het terugbrengen van het aantal koppelingen of aansluitingen dat moet worden gemaakt, elektrische klemsystemen die nu

moeten worden geschroefd, maar in principe zijn te vervangen door een kliksysteem, het verder integreren van appendages, het combineren van kabelbomen en leidingen, het standaardiseren van de waterzijdige- en koeltechnische aansluitingen zodat wat wordt aangeleverd altijd past qua diameter en positie enzovoort.”

Om beter en sneller te kunnen installeren en de schaarste aan personeel op te vangen lag daarnaast in 2025 de focus op het realiseren van een betere ‘hanteerbaarheid’ en ‘servicebaarheid’ (dus de toegankelijkheid) van onderdelen van warmtepompinstallaties. Om dit te kunnen realiseren zijn drie concrete functionele wensen m.b.t. een betere hanteerbaarheid voor de fabrikanten van warmtepompen geformuleerd en gericht teruggekoppeld.

Daarnaast is in 2025 ook het logistieke gedeelte opnieuw onder de loep genomen. Hierbij is bijvoorbeeld onderzocht hoe we systemen of modules slimmer naar de zolderverdieping kunnen transporteren. Vaak zorgen modules die lastig door de smalle, steile trappenhal en/of vlizotrap naar boven moeten worden gebracht voor heel wat hoofdbrekens terwijl monteurs ze, eenmaal boven, weer aan elkaar moeten koppelen. Een eenvoudigere oplossing is mogelijk om het geheel meteen via het dak in de woning te brengen. Daar is momenteel nog weinig ervaring mee maar hier liggen nog veel meer opties. Standaard situaties die veel voorkomen willen we op een andere manier kunnen oplossen zodat het installatietraject wordt vereenvoudigd. Voordeel is dat je daarbij de samenwerking kunt opzoeken met bijvoorbeeld bouwkundige- en/of logistieke partners die gewend zijn om met daken en kranen te werken. Tenslotte is in december 2025 de 2-meting voorbereid en uitgestuurd. De terugkoppeling van de uitkomsten van deze 2-meting volgt in de mijlpalenrapportage over 2026.

Bijdrage partners

De volgende partijen uit het consortium hebben inhoudelijk bijgedragen aan de resultaten. Kemkens, Breman, Eneco, Feenstra, Bonarius, Essent, Mampaey, Heattransformers, Comfortpartners, Mensen Maken de Transitie & TNO.

Toepassing

Er worden door TDI periodiek kennis-sessies met monteurs en werkvoorbereiders van de deelnemende installatiebedrijven georganiseerd. Tijdens deze bijeenkomsten worden praktijk ervaringen uitgewisseld en kennis gedeeld. Naast het primaire installatieproces worden tijdens deze bijeenkomsten ook de mogelijke verbeteringen in de processtappen werkvoorbereiding en het logistieke proces en de mogelijke impact c.q. versnelling van deze verbeteringen op het installatieproces met elkaar besproken. De opgedane kennis tijdens deze sessies kan vervolgens door de aangesloten installateurs meteen in de praktijk getoetst en toegepast worden. Daarnaast wordt tijdens deze sessies input verzameld met betrekking tot aanbevelingen en verbetervoorstellen m.b.t. hybride warmtepomp toestellen. Deze input wordt vervolgens gedeeld en besproken met de betreffende fabrikanten zodat deze op basis van deze input hun hybride warmtepompen, appendages en aansluitsets verder kunnen verbeteren en optimaliseren.

De vergaarde kennis en geboekte resultaten worden tevens periodiek gedeeld met Techniek Nederland zodat deze informatie tevens beschikbaar is voor de Nederlandse markt. Resultaten + methode

Knelpunten

Een knelpunt binnen deze activiteit is:

Knelpunt: Mede door het wegvallen van de verplichting m.i.v. 2026 zijn de aantallen verkochte hybride warmtepompen in het afgelopen jaar (2024) significant gedaald t.o.v. het voorgaande jaar 2023. Hierin is in 2025 helaas geen verbetering opgetreden.

Gevolg: Hierdoor zijn er minder (geschikte) projecten beschikbaar voor het uitvoeren van pilot projecten m.b.t. functiesplitsing, daarnaast is hierdoor minder druk op het creëren van extra arbeidscapaciteit en het uitvoeren en opstarten van dergelijke pilots.

Oplossing: Hierdoor zijn de voorgenomen pilots verder doorgeschoven naar 2026.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 2.3 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

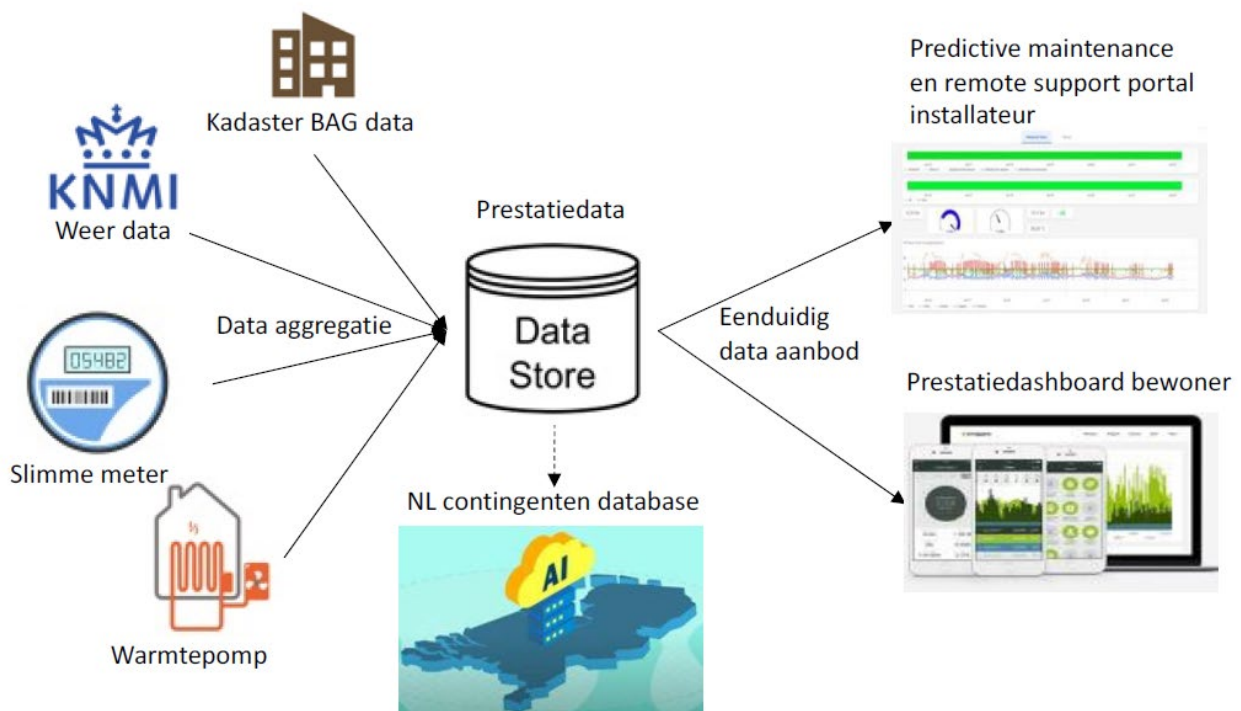
Spin-off

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 2.3 hebben niet geresulteerd in spin-offs.

Resultaat 3 Datastore voor operationele prestatiedata

Samenvatting

Duurzame verwarmingssystemen met (hybride) warmtepompen zijn veel complexer dan gasketels. Dit gecombineerd met tekorten aan menskracht, leidt tot de noodzaak om real-time informatie te kunnen verzamelen over de prestaties van deze systemen, ook in relatie met de prestatie van de woning. Installateurs kunnen dit gebruiken om predictive maintenance mogelijk te maken en remote support te bieden. Dezelfde data kan, door het slim inzichtelijk maken van bepaalde performance indicators, real-time feedback geven aan de gebruiker. Dit kan de gebruiker motiveren de installatie duurzamer te gebruiken.



Activiteit 3.2 Ontwikkelen installateursportal voor predictive maintenance en remote support

Resultaat en methode

In de periode van 1 januari tot 31 december 2024 zijn drie kern-use cases vastgesteld en uitgewerkt: preventief onderhoud, correctief onderhoud en parametrisering. Deze vormen de basis voor het installateursportal dat gericht is op voorspellend onderhoud en remote support.

Preventief onderhoud

Doel: Door monitoring van datapunten zoals waterdruk, comfort en connectiviteit wordt de technische werking van warmtepompen verbeterd en de levensduur verlengd. Dit voorkomt onnodige ritten van monteurs en verhoogt de uptime.

Resultaat: Vermindering van storingen en een efficiëntere inzet van monteurs.

Correctief onderhoud

Doel: Door foutcodes op afstand te monitoren en waar mogelijk op afstand op te lossen, wordt het aantal fysieke interventies beperkt. Indien een bezoek noodzakelijk is, kan de monteur beter voorbereid op pad.

Resultaat: Verlaging van storingen die op locatie moeten worden opgelost en een hogere First Time Right (FTR) bij fysieke storingen.

Parametrisering

Doel: Door op afstand instellingen aan te passen, zoals geluidsniveau en energie-efficiëntie, optimaliseren we het comfort en verlagen we het energieverbruik.

Resultaat: Verbeterde werking van installaties en lagere energiekosten voor eindgebruikers.

De uitwerking van deze use cases is gebaseerd op minimale vereisten en benodigde datapunten om te garanderen dat het einddoel een handelingsperspectief biedt, in plaats van enkel monitoring. Dit sluit aan bij het groeimodel waarin we stapsgewijs evolueren van een informatieportaal naar voorspellend onderhoud, remote instellen en uiteindelijk automatische optimalisatie op basis van telemetrie en smart grid-integratie.

Dit alles is bij elkaar gebracht in de ontwikkeling een proof of concept waarin dit concreet en visueel gemaakt is in de vorm van een mock-up voor een toekomstig installateursportaal. Hier kan men in een demo omgeving 'klikken' om de verschillende use cases te exploreren. Aanvullend hierop is er software ontwikkeld voor datakoppelingen waarvan dit toekomstige portaal gebruik kan gaan maken.

Toepassing

De resultaten worden toegepast in een gezamenlijke testomgeving waarin installateurs en fabrikanten samenwerken aan validatie. Het portal zal dienen als cockpit voor installateurs, waarmee zij storingen vroegtijdig kunnen signaleren en op afstand kunnen ingrijpen. Fabrikanten gebruiken de inzichten om hun producten te optimaliseren en onderhoudsprocessen te stroomlijnen. Op termijn biedt dit perspectief voor woningcorporaties en energiediensten om onderhoudskosten te verlagen en klanttevredenheid te verhogen.

De software voor datakoppelingen zal worden doorontwikkeld om een maximaal aantal data punten te kunnen ontsluiten.

Knelpunten

Knelpunt: Datastandaardisatie en integratie met diverse systemen.

Gevolg: Vertraging in het realiseren van uniforme koppelingen en interoperabiliteit.

Oplossing: Gebruik van HCO en gezamenlijke afspraken met fabrikanten.

Knelpunt: Opzetten van het aantal datapunten op afstand bij de verschillende warmtepompen blijft beperkt

Gevolg: Proof of concept laat slechts enkele leveranciers zijn die dit wel (deels) ondersteunen

Oplossing: Gesprekken voeren met leveranciers voor bredere ondersteuning

Communicatie

In 2025 vonden verschillende fabrikantensessies plaats waarin de visie op remote asset management werd gedeeld. Daarnaast zijn presentaties gegeven tijdens leverancierssessies en interne TDI-bijeenkomsten. Deze sessies zijn gevolgd door specifieke vervolgesprekken met fabrikanten.

Spin-off

De resultaten vormen een basis voor vervolgprojecten zoals integratie met smart grids en koppeling met wijkgerichte energiec capaciteit. Daarnaast vormen de ideeën en concepten die we hebben laten zien input voor de verdere operationele implementatie van de datastekker. Ook wordt aansluiting gezocht bij de Europese Data Act om gestandaardiseerde data-uitwisseling te faciliteren. Buiten TDI-partners biedt dit kansen voor woningcorporaties, servicebedrijven en fabrikanten om voorspellend onderhoud breed uit te rollen.

Activiteit 3.3 Ontwikkelen concept-prestatiedashboard voor bewoner

Resultaat en methode

De overgang naar duurzame energie vraagt niet alleen om geavanceerde technologie, maar ook om bewuste gebruikers. Een hybride warmtepomp kan optimaal functioneren wanneer bewoners inzicht hebben in de werking van het systeem en weten hoe zij hun gedrag eventueel kunnen aanpassen voor een efficiënter gebruik. Daarom staat binnen TDI500 de ontwikkeling van een concept-prestatiedashboard centraal. Het is de intentie dat dit dashboard bewoners op een heldere en intuïtieve manier inzicht biedt in de prestaties van hun installatie en hen ondersteunt bij het verkennen van mogelijkheden voor energiebesparing.

Waar staan we nu?

De ontwikkeling van het prestatiedashboard bevindt zich momenteel in de eerste fase (Discover). In deze fase zijn we bezig met:

- Het in kaart brengen van de behoeften en het gedrag van zowel installateurs als eindgebruikers, inclusief het mentale model dat bewoners hebben van hybride warmtepompen.

Het in kaart brengen van de behoeften van installateurs is op dit moment afgerond, er is een onderzoek in ontwikkeling voor de eindgebruikers. Vanuit het onderzoek met de installateurs is het duidelijk dat er verschillende behoeften zijn bij de verschillende installateurs. Wat wel overeen

kwam bij alle partijen was dat het belangrijk is dat de complexiteit van het gebruikers prestatie dashboard zo laag mogelijk moet zijn, zodat het te begrijpen is voor zoveel mogelijk mensen.

Parallel aan het onderzoek bij de eindgebruikers is er ook al gestart met een concept voor een mogelijk prestatiedashboard in de vorm van een klant portaal. Het klant portaal laat op een simpele manier zien wat de besparing van de warmtepomp is, zowel in euro's als in gas en CO2 besparing. Daarnaast heeft het dashboard ook tips, op basis van de data die we hebben van klanten, om de prestatie van de warmtepomp nog verder te verbeteren.

Op het moment is er een ontwikkeling gaande om de eindgebruiker ook een stuk 'control' te geven, waarbij we het mogelijk voor ze maken om instellingen van hun eigen warmtepomp, via het prestatie dashboard kunnen aanpassen. Belangrijk hierbij is dat dit zowel user-friendly is, alsmede het onmogelijk moet zijn voor de eindgebruiker om de warmtepomp op welke manier dan ook kapot te maken.

De potentiële waarde voor bewoners

Het concept-prestatiedashboard gaat verder dan alleen het weergeven van cijfers en statistieken. Het is de bedoeling dat het fungeert als een persoonlijke assistent in energiebesparing door:

- Slimme visualisaties die in één oogopslag laten zien hoe efficiënt de warmtepomp werkt.
- Vergelijkingen met soortgelijke woningen, om context en motivatie te bieden.
- Persoonlijke tips en aanbevelingen op basis van real-time data.

Volgende stappen

Momenteel wachten we op aanvullende onderzoeksresultaten van TNO en andere relevante partijen. Zodra deze inzichten beschikbaar zijn, gaan we over naar het verder ontwerpen, testen en valideren van de huidige concepten.

Conclusie

Hoewel het prestatiedashboard zich nog in een vroege ontwikkelingsfase bevindt, zijn de eerste stappen al gezet. We verwachten dat er medio 2026 verdere vooruitgang wordt geboekt, afhankelijk van nieuwe onderzoeksresultaten en inzichten uit gebruikersinterviews. Dit traject wordt opgezet door HeatTransformers, in samenwerking met Comfort Partners, TNO en de overige TDI500-partners.

Met het dashboard willen we bewoners de tools en inzichten bieden om duurzame technologie toegankelijker te maken. Het is de intentie dat het dashboard een belangrijke rol kan spelen in het verhogen van energie-efficiëntie en het stimuleren van een bewuste omgang met hybride warmtepompen – maar uiteraard blijven we open voor verdere ontwikkeling en optimalisatie.

Bijdrage partners

TNO: Installateur en eindgebruiker onderzoeken om de UI/UX van het prestatiedashboard te verbeteren

HeatTransformers: ontwikkeling van concept dashboards

Comfort Partners: ondersteuning van TNO en heatTransformers

Alle partijen: Feedback op het installateurs onderzoek

Toepassing

Het prestatiedashboard zal worden toegepast om eindgebruikers een beter idee te geven van de besparing van hun warmtepomp, alsmede tips te geven om de besparing nog te verbeteren.

Knelpunten

Er zijn op dit moment geen knelpunten voor de werkzaamheden binnen activiteit 3.3

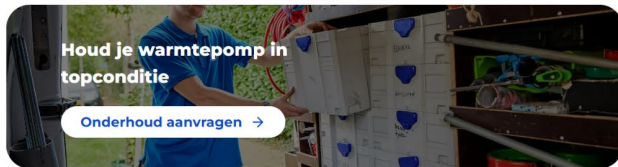
Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 3.3 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Het concept prestatiedashboard kan worden overgenomen door andere partijen, om hun klanten ook beter inzicht te geven in de prestatie van de warmtepomp.

Bijlage 1^e versie dashboard voor bewoner:



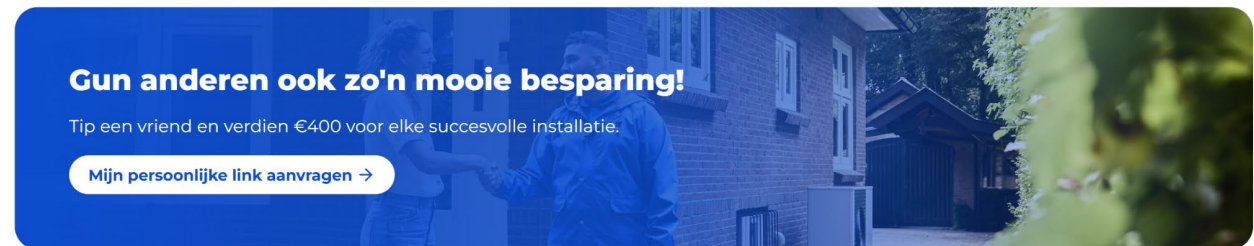
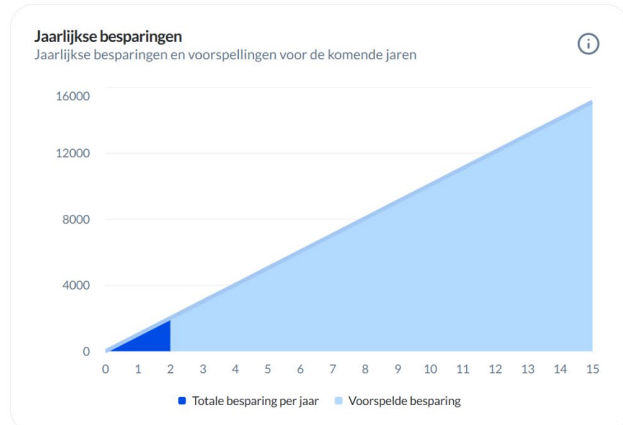
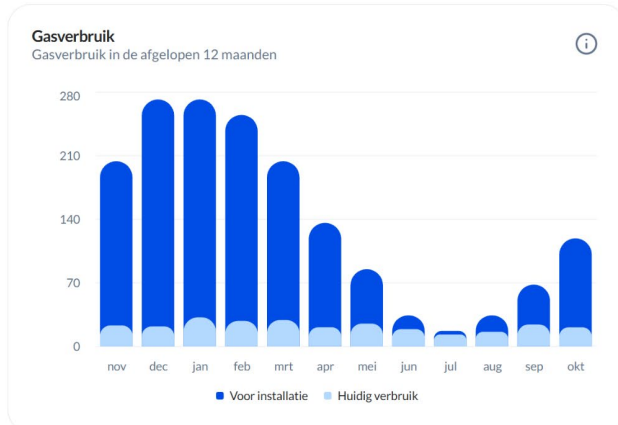
€ **2.521,08**
Totaal bespaard tot nu toe

3.934 kg
CO₂-uitstoot bespaard

Dat is gelijk aan 33 reizen naar Parijs met de auto 🚗

3.576 m³
Minder gas verbruikt sinds je de warmtepomp hebt geïnstalleerd

84%
Bespaard in de afgelopen 30 maanden



Jouw Persoonlijke Bespaartips

Op maat gemaakte tips om nog meer te besparen met je warmtepomp

Switch naar ECO

In de ECO-stand bespaar je al gauw 50 kuub gas per jaar. In de handleiding van je ketel vind je hoe je dit doet. Of zoek online op '[merk ketel] + ECO-stand'.

[Switchen of niet? →](#)

Pas je energietarief aan

Je warmtepomp kan de CV-ketel inschakelen, als dat gunstiger is. Door overcapaciteit uit je zonnepanelen, kan je tarief met 4 cent omlaag. Stel daarom zelf makkelijk in wanneer de CV-ketel bijschakelt.

[Zo stel je je CV-ketel bij →](#)

Zet je zonnestroom slim in

Je zonnepanelen leveren structureel meer op dan je verbruikt. Met een zonnestroomboiler zet je die overproductie direct om in warm tapwater – zo verlaag je je energiekosten en benut je al je opbrengst optimaal.

[Voorkom terugleverboetes →](#)

Vang je extra zonnestroom slim op

Je wekt meer stroom op dan je verbruikt. Met een thuisbatterij sla je deze overtollige energie op, zodat je er later in huis optimaal gebruik van maakt en je zelfverbruik stijgt.

[Neem contact op voor de opties →](#)



Betrouwbare backup

Je CV-ketel is aan de oude kant. Met een nieuwe ketel weet je zeker dat je huis warm blijft, ook bij extreme koude dagen. Met een nieuwe ketel kun je meer besparen op je energiekosten en verleng je de levensduur van je warmtepomp.

Kies voor zekerheid →



Nachtverlaging

's Avonds je thermostaat omlaag en in de ochtend omhoog? Dan schieten je gasverbruik en kosten omhoog. Een warmtepomp werkt het best bij een constante ruimte temperatuur.

Zo verwarm je constant →

Resultaat 4 Ontwikkeling contingenten en gevalideerde concepten

Samenvatting

Gericht op specifieke woningtypen waarvoor nu geen goede oplossingen beschikbaar zijn, worden installatieconcepten ontwikkeld. Een installatieconcept is een samenstelling van technische componenten en een intake/prefabricage/installatie-proces. Een groep woningen die met hetzelfde installatieconcept seriematig kan worden verduurzaamd vormt een contingent. Bij afronding van het project zullen 3 productoptimalisaties opgeleverd worden welke toepasbaar zijn in de markt en voor een pijnloze oplossing zorgen.

Hierbij richten twee van de conceptontwikkelingen zich op gestapelde bouw (3 tot 5 woonlagen), een vooralsnog lastig te bedienen segment maar wel met een aanzienlijk volume.

In elke activiteit worden de fases conceptfase, ontwikkelfase, testfase, pilot en opstellen opschalingsplan doorlopen.

Activiteit 4.1 Ontwikkeling buitenunits voor gestapelde bouw

Resultaat en methode

De toepassing van hybride warmtepompen in gestapelde bouw binnen stedelijke gebieden vereist innovatieve oplossingen vanwege de beperkte ruimte. In deze activiteit wordt daarom gefocust op gestapelde woningen (3 tot 5 lagen) in bezit van woningcorporaties met beperkte dakruimte en krappe woonoppervlakte. Voor deze woningen zijn de mogelijkheden voor binneninstallaties en dakoplossingen beperkt. Het is bijvoorbeeld vaak niet haalbaar om 5 warmtepompen op het dak te plaatsen. Bovendien zijn buffervaten en watergebaseerde oplossingen vaak niet mogelijk vanwege hun hoge gewicht (600 kilo) in combinatie met de bestaande lichte (houten) dakconstructies.

Deze activiteit richt zich op de ontwikkeling van een buitenunit hybride Monoblock zonder buffervat op het dak. In ons concept plaatsen we een klein buffervat in de woning en onderzoeken we de mogelijkheid om via centrale regeltechniek oplossingen te bieden om de belasting op het elektriciteitsnet zo veel mogelijk te verlichten. Hierbij gaan we uit van een opgesteld vermogen van de warmtepomp van ca. 10 kW.

Afgelopen jaar is gewerkt aan de ontwikkeling van het systeem en de bepaling van de componenten samen met de fabrikant, waarna het testen kan plaatsvinden.

Na aanleiding van deze testen zal een pilot worden ingeplant. Hiervoor zijn in 2025 de gesprekken met woningcorporaties opgestart en is gekeken naar mogelijke woningen. Dit is echter nog in een voorbereidende fase.

Toepassing

Dit resultaat draagt bij aan de overkoepelende doelstelling van TDI omdat er in Nederland een grote hoeveelheid appartementen is die uiteindelijk ook verduurzaamd moeten worden, daarom is er een noodzaak voor het ontwikkelen van installatieconcepten voor dit woningtype.

Knelpunten

Knelpunt 1: woningcorporaties willen en huurverhoging toepassen en hebben daarvoor o.a. toestemming van bewoners nodig.

Gevolg 1: Hierdoor duurt het proces langer, waardoor we waarschijnlijk de pilot niet kunnen starten voor het eind van dit stookseizoen. Hierdoor zullen we pas volgend stookseizoen meetgegevens verzamelen, waardoor alleen data van oktober en november binnen dit project verwerkt kan worden.

Oplossing 1: Om de toestemming van de bewoners te krijgen is afgesproken dat de huurverhoging wordt teruggedraaid als het gewenste rendement niet wordt gehaald. Voor de verzameling van de data zal begin oktober zoveel mogelijk worden ingericht, zodat we snel nuttige data kunnen verzamelen.

Knelpunt 2: Het aansluiten van een warmtepomp mag geen netcongestie opleveren.

Gevolg 2: Helaas wordt er soms aangegeven dat het net vol is, waardoor een warmtepomp mogelijk niet geïnstalleerd kan worden.

Oplossing 2: Er kan mogelijk een andere versie van de warmtepomp geïnstalleerd worden (indien deze voor Nederland beschikbaar komt). Omdat deze versie op een 1-fase aansluiting past is dit makkelijker aan te sluiten.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 4.1 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 4.1 hebben niet geresulteerd in spin-offs.

Activiteit 4.2 Collectief Hybride voor portiekflats

Resultaat en methode

Doel van de activiteit is de marktintroductie van een collectief hybride systeem dat de verwarmingsvraag van portiekflats verduurzaamt zonder ingrijpende verandering in het afgiftesysteem en de opstellingsruimte.

Het overgrote deel van de portiekflats staan in grootstedelijke gebieden en worden verhuurd door woningcorporaties. Vaak worden deze flats verhuurd aan mensen die hard geraakt worden door de hoge energieprijzen. Mede door de beperkte ruimte in de woningen is het niet mogelijk om een duurzame installatie in de woningen aan te brengen. Breman heeft hierom het collectief hybride concept bedacht en hiermee een succesvolle pilot uitgevoerd. Bij dit concept wordt een collectieve warmtepomp op het dak geplaatst. Door prefabricatie blijven de werkzaamheden in en rondom de woningen beperkt en er wordt geen ruimte gebruikt in de woning. Als in de toekomst betere isolatie is aangebracht, kan de collectief hybride eenvoudig ingezet worden als aardgasvrije verwarming.

Dit resultaat draagt bij aan de overkoepelende doelstelling omdat er nu geen goede concepten voor appartementen zijn. Er is in Nederland een grote hoeveelheid appartementen die uiteindelijk ook verduurzaamd moeten worden, daarom is er een noodzaak voor het ontwikkelen van installatieconcepten voor dit woningtype.

Demoproject Thús Wonen (Uitgesteld)

De Friese woningcorporatie Thús Wonen, zag in de collectief hybride een passend concept voor het verduurzamen van hun wooncomplex Nij Tjaerda in Damwâld.

Dit 2-laags wooncomplex werd in 2025 verduurzaamd en voorzien van een nieuw geïsoleerd dak. Een uitstekend moment om te combineren met het collectief hybride concept. In de zomer van 2025 gaf Thús wonen opdracht voor het plaatsten van een 3-tal demo opstellingen. Uitvoering gereed in najaar 2025.

Ontwerp en engineering

In nauwe samenwerking tussen TNO, Weheat en Breman is er een detail ontwerp gemaakt en een proefopstelling in de werkplaatsen van zowel Breman als Weheat. In hun Bouwinnovatie lab heeft TNO de bouwkundige en technische gegevens van de woningen in hun simulatie software ingevoerd. Daarmee was het mogelijk om het gedrag van de installatie over een geheel jaar te simuleren en de invloed van verschillende engineeringkeuzes te toetsen. Het gaf inzicht in het keuzes voor vermogen, waterinhoud (buffer), instellingen in waterflow en gebruik van nachtverlaging. Er zijn verbetermogelijkheden in de engineering gevonden en specifiek in het toepassen van nachtverlaging en waterinhoud. (zie bijlage)

In de werkplaats van Weheat is een proefopstelling gemaakt om het gedrag van de warmtepomp in relatie tot verschillende afnamepunten te toetsen. (zie bijlage) En heeft geleid tot aanpassingen in de software, in samenspraak met TNO.

In de werkplaats van Breman is de beschikbare ruimte in de woningen op huidige schaal nagebouwd en onderzocht hoe de installatiedelen daarin passen en zo efficiënt mogelijk geïnstalleerd worden. (zie bijlage) Dit heeft geleid tot slimmere materiaalkeuze en een kortere installatietijd.

Uitstel (mogelijk afstel)

De plaatsing van de collectief hybride warmtepompen zijn op laatste moment uitgesteld. Veroorzaakt door een mogelijke overbelasting van de elektrische aansluiting van het wooncomplex. Vlak voor de uitvoeringsdatum werd bekend dat het wooncomplex voorzien wordt van extra oplaadvoorzieningen voor scootmobielen. De mogelijke overbelasting van de elektrische aansluiting, door de combinatie van collectieve warmtepompen en scootmobielen op dezelfde elektrische aansluiting was reden om eerst nader onderzoek te gaan doen. Door de opgelopen vertraging was het niet meer mogelijk om de collectief hybride te installeren binnen de lopende bouwstroom en is besloten tot uitstel. Op dit moment is er geen vooruitzicht dat de plaatsing alsnog binnen de looptijd van het Mooi traject nog gaat plaatsvinden

Resultaten

- Verbeterd technische ontwerp, gebaseerd op bestaande woningen, nagebootst in een gesimuleerde omgeving
- Verbeteringen in de aansturing en de regeling van de warmtepomp en aansluitunits in de woningen
- Sneller installatieproces, door aanpassingen van materiaalkeuze

Bijdrage partners

De volgende partijen hebben een bijdrage geleverd aan deze activiteit:

- Breman: hoofdontwikkelaar van concept
- TNO: het simuleren in hun software en doen van verbetervoorstellen in de engineering en regeling.
- Consortium partners: als klankbordgroep

Toepassing

De geleerde lessen worden gedeeld binnen en buiten het consortium.

Knelpunten

De pilotplaatsing heeft op het laatste moment uitstel opgelopen, waardoor deze niet meer binnen de looptijd van dit Mooi-project gaat plaatsvinden. Door het aanbrengen van de warmtepompen en gelijktijdig aanbrengen van oplaadpunten voor scootmobielen kan de elektrische aansluiting overbelast raken. Tot dit nader is onderzocht en een mogelijke oplossing is gedacht, is de plaatsing van de warmtepompen uitgesteld.

Dit heeft als gevolg dat het plaatsen van de warmtepompen niet meer gerealiseerd kan worden binnen de looptijd van dit traject.

Alle voorbereidingen tot een fysieke plaatsing op locatie, inclusief detailontwerp, hebben wel plaatsgevonden. Met een tweetal proef plaatsingen in de werkplaats en een digitale simulatie bij TNO is de pilotplaatsing zoveel mogelijk nagebootst.

Binnen activiteit 4.2 zijn er verder geen noemenswaardige financiële of organisatorische knelpunten te melden.

Communicatie

Er zijn verschillende artikelen verschenen op LinkedIn en vak gerelateerde mediakanalen. Zie bijlage

Tijdens een lunchsessie, in het kader van de leeraanpak met Mensen maken de Transitie is het concept bij meerdere woningcorporaties onder de aandacht gebracht |

Spin-off

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 4.2 hebben niet geresulteerd in spin-offs.

Bijlage publicaties:

[Slimme verduurzaming portiekflats](#)

[Mensen Maken de Transitie | De stille revolutie in de portiekflat](#)

[Mensen Maken de Transitie | Warmte waar het het hardst nodig is](#)

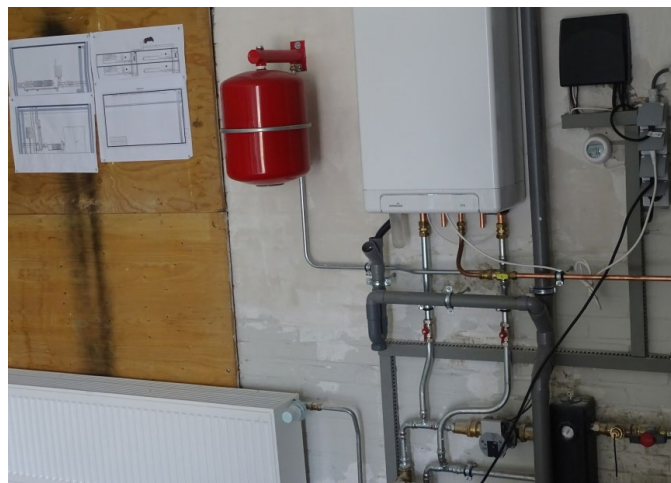
[Gelijkwaardigheid voor collectief hybride: nieuwe verduurzamer voor corporaties - Installatie.nl](#)

[Gelijkwaardigheidsverklaring voor collectieve hybride warmtepompen gepubliceerd -](#)

[Gebouwenenergieprestatie \(EPG\)](#)



Opstellingsruimte nagebouwd in de werkplaats van Breman



Installatieconcept nagebootst in de werkplaats van Weheat

Response of house/indoor unit

NEN5060 start of reference year

Day 1-5 relatively warm

Day 10-17 relatively cold

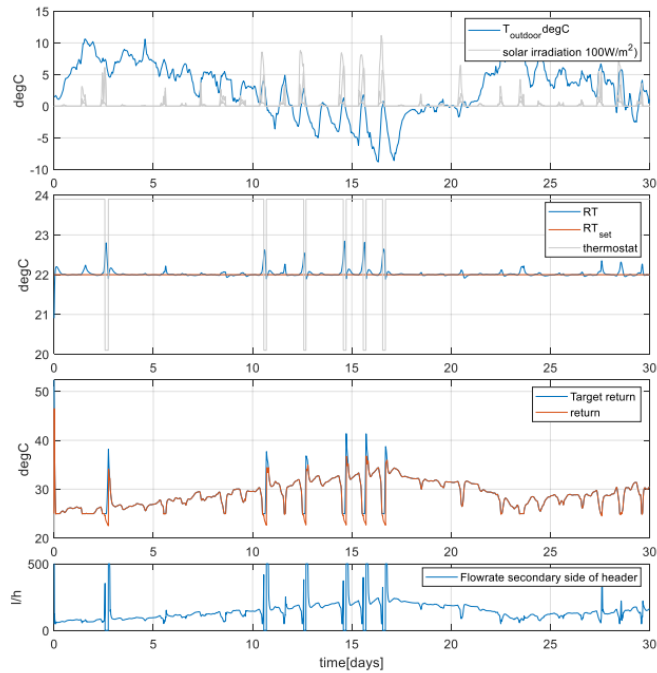
Day 3, 11,13,15-17 sunny

Conclusion:

Room thermostat + indoor unit flow controller give very good control

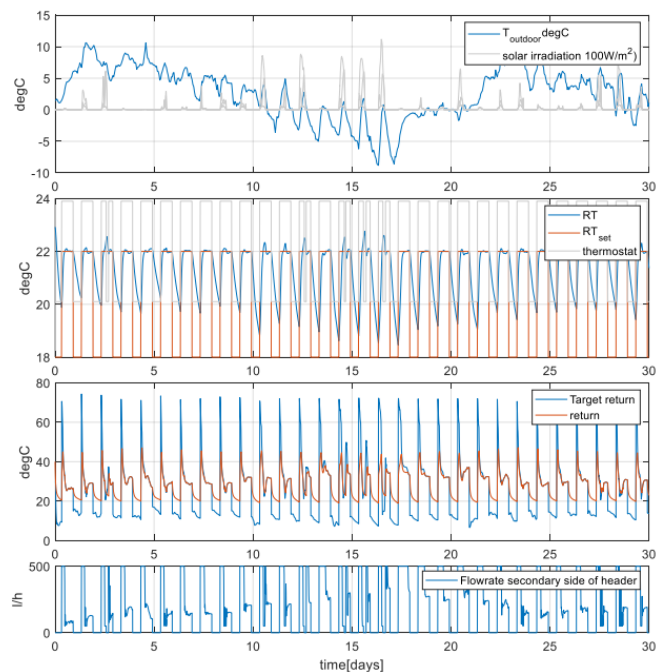
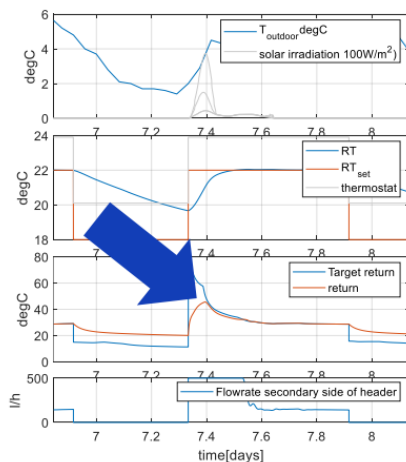
External disturbance (solar gain) give temperature peaks as expected.

Need to be adjusted based on monitoring data.



Night setback

With heat night setback heat pump capacity is too low. Requires gas boiler



Onderzoekresultaten vanuit het Innovatie lab van TNO

Activiteit 4.3 Skids voor hybride warmtepompen

Resultaat en methode

Een beschrijving van de gerealiseerde resultaten in termen van producten, diensten, methoden of onderzoeksresultaten, met een toelichting daarop.

Een visie op geïntegreerde oplossingen

De ontwikkeling van een indakoplossing voor hybride warmtepompen vormt een belangrijke stap richting seriematige verduurzaming van woningen. Door installaties te integreren in een prefab constructie ontstaat een oplossing die zowel esthetisch als praktisch is: geen buitendeel in de tuin, minimale ingrepen in de woning en een snelle plaatsing binnen één dagdeel.

Testmethodiek en aanpak

Om de prestaties objectief te beoordelen, zijn duurtesten uitgevoerd in klimaatkamers. Deze omgeving maakt het mogelijk om realistische condities te simuleren, inclusief temperatuur, luchtvochtigheid en luchtstromen conform NEN 5060. De focus lag op:

- Effect van de indakopstelling op het afgegeven vermogen.
- Mate van recirculatie van uitgeblazen lucht.
- Risico op invriezen en impact op COP.

De testen zijn uitgevoerd bij 50% en 100% warmtepompvermogen, met variaties in weerstand en roosterconfiguratie. Parameters zoals verdampertemperatuur, ontdooicycli en compressorregeling zijn gemonitord.

Gerealiseerde resultaten en interpretatie

- In vollast heeft de warmtepomp 6-10% lager vermogen, wat staat voor maximaal een paar tienden kW. De warmtepomp zal 1,5 °C eerder aanvriezen.
- In deellast zal de warmtepomp het toerental van de compressor compenseren (temperatuurgestuurd). Hier is 6% meer elektraverbruik gemeten. Ook hier zal de warmtepomp zal 1,5 °C eerder aanvriezen.
- In de temperatuurregio's waarbij de warmtepomp aanvriest mét de dakkap, maar niet zonder dakkap, is het verschil in COP 22% op basis van een enkele meting.

Het gebruik van een indakopstelling heeft uiteraard impact op het rendement, net als een geluidswerende omkasting. Het rendementsverlies wordt gekwalificeerd als 'te accepteren, waarbij dus geconstateerd kan worden dat de indakskid goed presteert.

Vanuit een installatieperspectief is er ook gekeken naar de installatietijd van een indakopstelling. Daarbij is gebleken dat de installatietijd ongeveer gehalveerd kan worden t.a.v. een traditionele opstelling. Waar een traditionele opstelling ongeveer 32-36 uur benodigd is voor de installatie, dan de installatietijd voor een indakoplossing teruggebracht worden tot 16-18 uur.

Toepassing

De meetresultaten worden gebruikt om het concept verder te verfijnen en te valideren in een Proof of Concept. Dit biedt perspectief voor grootschalige toepassing in renovatieprojecten, waarbij corporaties en installateurs profiteren van een oplossing die zowel technisch betrouwbaar als procesmatig efficiënt is. De inzichten worden gedeeld binnen het consortium en breder in de markt om standaarden en best practices te ontwikkelen.

Knelpunten

Knelpunt: Door het uitblijven van de vraag naar oplossingen is er geen partij gevonden die interesse had om de opstelling in de praktijk te testen.

Gevolg: Er is geen praktijktest uitgevoerd, enkel een test in een TNO opstelling

Oplossing: Wanneer de vraag naar oplossing toeneemt kan er nogmaals een inspanning gepleegd worden om een partij te vinden om een praktijktest mee uit te voeren

Communicatie

Er zijn publicaties en presentaties gedeeld binnen consortiumbijeenkomsten om de resultaten en inzichten toegankelijk te maken. De focus lag op het informeren over de technische prestaties, de testmethodiek en de implicaties voor seriematige renovatie.

Spin-off

De resultaten vormen een basis voor vervolgprojecten gericht op:

- Doorontwikkeling van indakoplossingen met verbeterde luchtgeleiding.
- Validatie van volledig elektrische varianten.
- Ontwikkeling van standaarden voor prefab-integratie in renovatieconcepten.

Resultaat 5 Ketensamenwerking

Samenvatting

Ketensamenwerking is een doorslaggevende factor voor maatschappelijk draagvlak en kwalitatief goede oplossingen voor bewoners en woningeigenaren (waardeproposities). Centraal hierbij is goede samenwerking tussen de ketenpartners, uniforme werkwijzen en betrekken van stakeholders.

Dit doen we door breed gedragen samenwerking te realiseren tussen de ketenpartners (alliantievorming) en overige stakeholders (gedragen transitieproces). Deze vormen van samenwerking zijn de basis om te komen tot uniforme werkwijzen ten aanzien van het producten en installatieproces die een verbetering van kwaliteit, functionaliteit en duurzaamheid tot gevolg hebben (ketenoptimalisatie).

Voor de versnelling en opschaling van de installatie van (hybride) warmtepompen is het van belang om de gehele keten te organiseren en mee te nemen in de ontwikkelingen om zo draagvlak te creëren.

Ketensamenwerking draagt ook bij aan de toepassing van de ontwikkelingen, waarbij de kracht van het consortium wordt ingezet voor de snelle uitrol van de projectresultaten (opschaling) en het ontwikkelen van waardeproposities.

Activiteit 5.1 Gestandaardiseerde functionele eisen voor (hybride) warmtepompen

Resultaat en methode

Hieronder zijn de gerealiseerde resultaten beschreven:

- Eind 2023 zijn 9 functionele wensen geselecteerd en uitgewerkt door de TDI-partners. Deze zijn via een webinar gecommuniceerd aan fabrikanten van warmtepompen.
- In 2024 zijn deze wensen gezamenlijk opgepakt met 12 fabrikanten. Een deel van de wensen is in 2025 verder uitgewerkt, daarnaast is samenwerking op enkele nieuwe wensen opgestart. In sommige gevallen vanuit activiteit 5.1, in andere gevallen in samenwerking met andere activiteiten binnen TDI500. Hieronder wordt beschreven wat de belangrijkste resultaten waren in 2025:
 - o Specificatiebladen
 - Doel: een gestandaardiseerd specificatieblad waarop eigenschappen van een warmtepomp op uniforme wijze weergegeven worden. Hiermee wordt zoeken naar essentiële informatie voor installateurs eenvoudig en zijn warmtepompen makkelijker te vergelijken.
 - Status: de versie voor luchtwater warmtepompen is gelanceerd. Negen fabrikanten hebben het specificatieblad hiervoor ingevuld. Vervolgens zijn gesprekken gestart met Ketenstandaard en 2BA om het specificatieblad een permanente plek te geven. Verder is een start gemaakt met de ontwikkeling van een specificatieblad voor ventilatiewarmtepompen

- TCO
 - Doel: beter inzicht krijgen in de te verwachten kosten voor service en onderhoud van een warmtepomp tijdens de gehele levensduur van de warmtepomp; de total cost of ownership (TCO).
 - Status: Het TCO-rekenblad is verder door ontwikkeld. Focus lag op effecten van levensduurverlenging en onderhoudscycli op de TCO. Het rekenmodel is gepresenteerd binnen de Leeraanpak Warmtepompen Sociale Huur van Aedes, TechniekNL en MensenMakendeTransitie.
- Hybride Split
 - Doel: Verkennen in hoeverre er nog mogelijkheden zijn voor Hybride split warmtepomptoestellen vanaf 1 januari 2027, als de nieuwe F-gassen verordening intreedt.
 - Status: In een open space discussie zijn de mogelijkheden verkend. Per stap in het installatieproces is vergeleken wat de impact is van keuze voor de opties R290 split, R290 monoblock en R454c. Daarnaast is de toepasbaarheid in beeld gebracht en gekeken naar de gevolgen voor de opleiding die monteurs gevolgd moeten hebben.
- Remote Asset Management en Support
 - Doel: Het mogelijk maken om warmtepompen op afstand te beheren, instellingen aan te passen en eventueel resets uit te voeren. Dit wordt gedaan door dataontsluiting via de API's van de fabrikant, waar nodig vertaald door de Datastekker.
 - Status: Dit jaar is gestart met het thema Remote Asset Management, uitvoering vanuit activiteit 3.2. In samenwerking met 6 fabrikanten wordt een proof of concept gemaakt van een installateursportal waarmee een aantal functionaliteiten van de warmtepomp op afstand zijn aan te passen. Er is een UX-ontwerp gemaakt van de portal en er is gewerkt aan het ontsluiten en vertalen van API's van de fabrikanten. Oplevering begin 2026.
- Inregelinstellingen
 - Doel: Standaardiseren van het invoerproces van de inregelinstellingen van warmtepompen. Uitvoering vanuit activiteit 2.1
 - Status: In 2024 is een kruistabel ontwikkelt waarbij categorieën voor inregelinstellingen worden bepaald aan de hand van het isolatieniveau en de benodigde aanvoertemperatuur in de woning. In 2025 is de tabel verder aangescherpt en hebben fabrikanten de instellingen voor verschillende categorieën aangeleverd. Deze zijn gebundeld in een catalogus.
- Hanteerbaarheid
 - Doel: Waarborgen dat warmtepompen op een verantwoorde manier binnen geldende normen geïnstalleerd kunnen worden.
 - Status: Vanuit activiteit 2.3 is in beeld gebracht wat de huidige uitdagingen zijn m.b.t. hanteerbaarheid. Daarna zijn een aantal fabrikanten geïnterviewd over de ontwikkelingen die zij doorvoeren in relatie tot hanteerbaarheid. Vanuit deze inventarisatie zijn goede voorbeelden opgehaald, deze zijn vervolgens gedeeld in een sessie met monteurs om

feedback op te halen. Tot slot zijn 3 functionele wensen voor hanteerbaarheid geformuleerd; 1) monoblock van max 50 kg 2) vlisotrap vriendelijk binnendeel voor all-electric 3) hanteerbare boiler.

Bijdrage partners

Alle deelnemers van TDI500 hebben bijgedragen aan deze activiteit. Per wens was een werkgroep waarin naast stichting TDI telkens enkele installateurs en meerdere fabrikanten vertegenwoordigd waren.

Toepassingen

- Uniforme specificatiebladen worden downloadbaar bij Ketenstandaard en 2BA. TDI zal ism TechniekNL de bladen onder de aandacht brengen bij installateurs.
- Het TCO-model wordt beschikbaar gesteld voor extern gebruik en het model wordt ingebracht in de Leeraanpak Warmtepompen Sociale Huur (vanuit 5.6)
- Het POC van Remote Asset Management zal in een later stadium als dienst aan de Datastekker worden toegevoegd. De Datastekker wordt TechniekNL doorontwikkeld.
- In 2026 wordt verkend of de catalogus met inregelinstellingen ook bij Ketenstandaard en 2BA een plek zou kunnen krijgen.

Knelpunten

Inhoudelijk knelpunt: De internationaal opererende fabrikanten willen producten niet aanpassen alleen voor de Nederlandse markt.

Gevolg: Vertegenwoordigers namens deze fabrikanten geven aan dat het daarom lastig is om mee te werken aan sommige wensen.

Oplossing: De vertegenwoordigers brengen de wensen in bij Europese werkgroepen van deze fabrikanten. De doorlooptijd is dan langer, maar productontwikkeling kan alsnog meegenomen worden als vertegenwoordigers van andere landen er ook het nut van inzien.

Communicatie

- Datum: 28-08-2025
- Titel: Sneller warmtepompen installeren: installatiebedrijven en fabrikanten delen ervaringen
- Uitgever: Gawalo
- Soort publicatie: Vakblad Artikel

<https://www.gawalo.nl/16212/samenwerking-warmtepompfabrikanten-en-installateurs-slimme-verbeteringen-voor-installatiegemak?giftCode=mucihEab4SIHxqGBZRdryY2yRtKLrIA8hZvoy66TMdE=>

- Datum: 26-09-2025
- Titel: Universele specificatiebladen maken vergelijken van warmtepompen eenvoudiger
- Uitgever: Warmte365
- Soort publicatie: Nieuwsartikel

<https://www.warmte365.nl/nieuws/universele-specificatiebladen-maken-vergelijken-van-warmtepompen-eenvoudiger-66A8ADB0.html>

- Datum: 26-09-2025
- Titel: Warmtepompen specificatiebladen maken warmtepompen beter te vergelijken
- Uitgever: Gawalo
- Soort publicatie: Nieuwsartikel

<https://www.gawalo.nl/16333/warmtepompen-specificatiebladen-transparantie-en-efficientie-voor-w-installateurs>

Spin-off

Mogelijke vervolprojecten en initiatieven:

- Specificatiebladen worden gekoppeld aan 2BA en daarmee ook aan de Europese ETIM classificatie. Hiermee worden de bladen voor internationaal opererende fabrikanten makkelijk in te vullen.
- Op basis van de inzichten uit het TCO-rekenmodel is de ambitie ontstaan om de TCO-kosten voor warmtepompen door de helft te krijgen. Er wordt nu verkend of een vervolproject rondom dit thema mogelijk is.

Uitrol van resultaten buiten TDI-partners:

- Het TCO-model is ingebracht bij de Leeraanpak, vanuit die aanpak loopt een werkgroep betrouwbaar begroten waar het model gebruikt gaat worden.
- De Datastekker zal via TechniekNL beschikbaar komen voor de hele installatiesector.

Activiteit 5.2 Assetregistratie: centrale database en tooling

Resultaat en methode

Medio 2024 is activiteit 5.2 Assetregistratie gestart. Er is een inventarisatie gedaan van de toestel- en onderhoudsdata waar installateurs graag over zouden willen beschikken bij aanvang van een nieuw service- en onderhoudscontract. Dit betekent dat de installateur van de vorige contractperiode deze data beschikbaar moet stellen. Uit de inventarisatie kwam een lijst van 12 'must have' en 9 'nice to have' datapunten. Hier moet gedacht worden aan type warmtepomp, serienummer, plaatsingsdatum, onderhoudsmomenten, etc.

Vervolgens is geïnterviewd of deze datapunten momenteel beschikbaar zijn en hoe deze worden genoteerd (formulering/definities). Op basis van deze informatie is consensus bereikt over de definitieve lijst van datapunten voor registratie van assets.

Daarna is de voorbereiding gestart om een pilot te doen waarbij de asset data tussen twee ERP systemen kan worden uitgewisseld. Er is geïnterviewd met welke systemen wordt gewerkt door de verschillende installateurs. Belangrijke doelstelling is om te waarborgen dat de data uitwisseling op een veilige en betrouwbare manier kan verlopen. Hiervoor is de samenwerking met het GebouwInstallatieRegister (GIR) van TechniekNL aangegaan. Middels GIR kan het proces rondom identificatie, autorisatie en authenticatie geregeld worden en data veilig worden uitgewisseld zonder de noodzaak voor een centrale database.

In 2025 is samen met Ketenstandaard en DICO gekeken naar de inrichting van de pilot en het bijbehorende datamodel. Er is geïnventariseerd welke van lijst met datapunten al beschikbaar zijn via GIR of andere bronnen. Vervolgens is een projectplan opgesteld en zijn alle actoren voor de pilot geselecteerd.

In 2026 wordt de pilot uitgevoerd. Uitkomst van de pilot wordt een programma van eisen voor ERP-systemen om de uitwisseling van assetdata gestandaardiseerd mogelijk te maken.

Bijdrage partners

Alle 8 installatiebedrijven hebben meegewerkt aan de inventarisatie en totstandkoming van de lijst met datapunten voor assetregistratie. Voor de pilot in 2025 zijn Breman en Comfort Partners voornemens deel te nemen.

Toepassing

De lijst met datapunten voor assetregistratie is gecommuniceerd met TechniekNL. Zij hebben de lijst vervolgens geïntroduceerd bij Ketenstandaard, de partij die de DICO-standaard beheert. Dit is een standaard die o.a. voorschrijft welke functionaliteiten er in ERP-systemen moeten zitten. Op deze manier wordt gewaarborgd dat de TDI-lijst in alle systemen aan te maken en te verwerken is.

Knelpunten

Knelpunt: De ontwikkeling van GIR heeft vertraging opgelopen, bij de oplevering bleken een aantal tests niet gehaald.

Gevolg: De pilot voor assetregistratie heeft niet plaatsgevonden. Voor deze pilot is namelijk een goed werkend GIR module voorwaardelijk.

Oplossing: De pilot zal de eerste helft van 2026 uitgevoerd worden, dan zijn de problemen bij GIR opgelost en is de module bruikbaar voor de toepassing bij het delen van assetdata.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 5.2 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Zoals eerder benoemd, wordt de lijst met datapunten in de DICO-standaard opgenomen, waarmee de ontwikkeling op termijn door gangbare ERP-systemen geïntegreerd wordt.

Activiteit 5.3 Dynamische testmethode

Resultaat en methode

(Hybride) warmtepompen worden getest volgens de teststandaarden waarbij de compressor van de warmtepomp op een vast toerental draait. Hierbij is de regeling van warmtepomp en de hybride regeling niet actief. Uit een eerder TNO project (MMIP8.4) is gebleken dat de praktijkresultaten een groter differentiatie hebben tussen producten dan te verwachten is op basis

van gepubliceerde data. Dit lijkt tot een groot gedeelte terug te voeren tot de regeling van het systeem en de instellingen van de warmtepomp.

Een nieuwe testmethode bevat dynamica voor een woning-warmtepomp interactie en kan de warmtepomp gebruik maken van de ingebouwde aansturing. In dit werkpakket wordt dit ontwikkeld op basis van de compensation method uitgewerkt door BAM(D). Het doel van de testmethode is dat deze overdraagbaar is op andere labs.

Bijdrage partners

Naast het eerdere project is de feedback van installateurs net zo belangrijk voor het in kaart brengen van de evaluatiecriteria en welke aspecten meegenomen worden in een test.

Toepassing

Een einddoel is dat inzichtelijk is hoe hybride warmtepompen in de praktijk werken zodat deze werking ook waar nodig geoptimaliseerd kan worden.

Knelpunten

En zijn nog geen knelpunten voorgekomen binnen activiteit 5.3.

Communicatie

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 5.3 hebben niet geresulteerd in externe publicaties of media aandacht.

Spin-off

Resultaten en werkzaamheden binnen activiteit 5.3 hebben niet geresulteerd in spin-offs.

Activiteit 5.5 Alliantievorming

Resultaat en methode

In 2025 is vanuit 5.5 Alliantievorming gefocust op de doorontwikkeling van de datastekker vanuit TechniekNL. Het plan is dat deze tool gaat opereren tussen de fabrikanten en installateurs. In de huidige situatie heeft elke fabrikant zijn eigen protocol met eigen datavelden en ontologie. De datastekker vertaalt deze datastromen naar een éénduidige ontologie (SAREF) en biedt deze op een standaard manier aan. Dit betekent dat installateurs dit vertaalwerk niet zelf hoeven te doen. Vanuit TDI is bijgedragen aan het opstellen van het projectplan bij TechniekNL. Omdat TDI het hele voortraject gedaan heeft was het wenselijk een goede overdracht te organiseren. Vervolgens is de verbinding gelegd tussen TechniekNL en de verschillende installateurs en fabrikanten die interesse hebben in de datastekker. Hierbij is direct gekeken naar opties voor het haalbaar maken van de businesscase van de doorontwikkeling van de datastekker en het uiteindelijke businessmodel waarmee de datastekker kan blijven bestaan.

In 2026 zal het projectplan worden uitgevoerd in samenwerking met diverse installateurs en fabrikanten.

Bijdrage partners

Bijdrage aan het projectplan en overdracht van de TDI-kennis is door Stichting TDI en TNO gedaan. Alle 8 installatiebedrijven hebben meegewerkt aan de verkennende gesprekken met TechniekNL over de invulling van de doorontwikkeling.

Toepassing

TDI zal betrokken blijven bij de doorontwikkeling van de datastekker. Verschillende installateurs binnen TDI zullen gebruik gaan maken van de datastekker zodra deze operationeel is in de praktijk.

Knelpunten

En zijn nog geen knelpunten voorgekomen binnen activiteit 5.5.

Communicatie

- Datum: 26-03-2025
- Titel: TDI en Techniek Nederland versnellen energietransitie door samenwerking
- Uitgever: TDI website
- Soort publicatie: Nieuwsartikel

<https://www.teamduurzaaminstalleren.nl/nieuws/tdi-en-techniek-nederland-versnellen-energietransitie-door-samenwerking>

- Datum: 20-06-2025
- Titel: Nieuwe snufjes aan hybride warmtepomp: innovatietrajecten boeken resultaat
- Uitgever: Installatie.nl
- Soort publicatie: Nieuwsartikel

<https://www.installatie.nl/techniek/warmtepompen/nieuwe-snufjes-aan-hybride-warmtepomp-innovatietrajecten-boeken-resultaat/>

- Datum: 01-09-2025
- Titel: Sneller installeren door datastekker
- Uitgever: Gawalo
- Soort publicatie: Vakblad interview

<https://www.gawalo.nl/16133/sneller-installeren-door-datastekker>

Spin-off

De Datastekker zal via TechniekNL beschikbaar komen voor de hele installatiesector.