



Voortgangsrapportage

1 maart 2021 - 28 februari 2022

Consortium Intelligente WarmteProductie

Openbaar

Titel	Openbare voortgangsrapportage
Subtitel	Intelligente Warmte Productie (MOOI-IWP)
Periode	1 maart 2022 – 28 februari 2023
Auteur(s)	Pim Donkers, Roland Valckenborg, Anthonie Stuiver, Bart Erich, Gerrit Jan van Riessen, Auzie Triratnamurti en projectpartners
Publicatiedatum	27-03-2023

Consortium Intelligente Warmteproductie

Referentienummer RVO: MOOI32008

Subsidieregeling: Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI) 2020

Contact

Emergo Business Partners (penvoerder)

088 6964 000 | info@emergo.nl

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van het consortium Intelligente WarmteProductie.

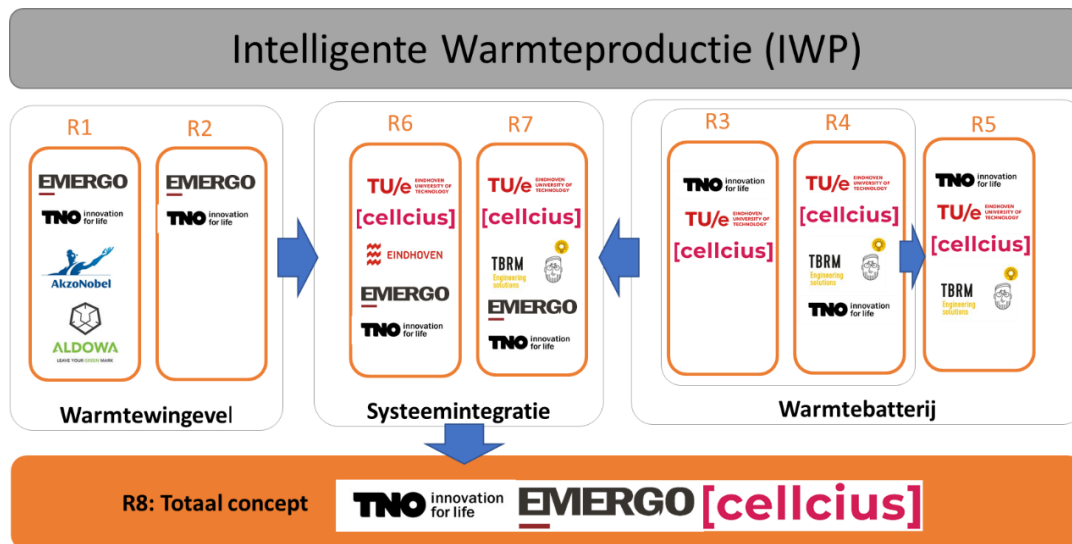
Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Consortium	4
1.2	Doelstelling en uitgangspunten	5
2	Activiteiten.....	5
2.1	Resultaat 1: Maatwerk warmteschil	5
2.2	Resultaat 2: Koeling	7
2.3	Resultaat 3: Verbetering efficiëntie door stabiel TCM bed	7
2.4	Resultaat 4: Geoptimaliseerde werktemperaturen van de warmtebatterij	8
2.5	Resultaat 5: Prototype warmtebatterij	9
2.6	Resultaat 6: Design support tool.....	10
2.7	Resultaat 7: Regelsysteem.....	10
2.8	Resultaat 8: Integraal prototype.....	10
3	Impact	11
3.1	Beoogde impact	11
4	Spin-off en publicaties.....	12

1 Inleiding

Deze voortgangsrapportage beschrijft de voortgang die gemaakt is in het tweede jaar van het project Intelligente WarmteProductie (IWP). Het project IWP heeft als doel een renovatieoplossing voor gasvrije, duurzame verwarming én koeling van seriematige grondgebonden woningen te ontwikkelen door het combineren van een warmtepomp met een warmtewingevel en een warmtebatterij. In het eerste jaar is met name gewerkt aan het verder ontwikkelen van de warmtewingevel (R1 en R2) en de warmtebatterij (R3, R4 en R5).

1.1 Consortium



Figuur 1 - Projectoverzicht

Het consortium wordt geleid door Emergo en bestaat verder uit TBRM-Engineering Solutions, TNO, Akzo Nobel, Aldowa Green, Cellcius, Technische Universiteit Eindhoven en de Gemeente Eindhoven. In het bovenstaande figuur staat vermeld welke projectpartners bij welke Resultaten betrokken zijn.

In onderstaande tabel zijn de projectpartners met hun rol nader beschreven.

Tabel 1 - Overzicht projectpartners

Naam deelnemer	Type organisatie	Rol in project
Emergo Business Partners B.V.	Middenbedrijf	Projectleider Ontwikkelaar prefab gebouwschiloplossingen
TBRM-Engineering Solutions B.V.	Kleine onderneming	Ontwikkelaar/productie warmtebatterij
TNO	Kennisinstelling/ onderz. Org. – niet economische activiteiten	Ontwikkelaar Warmte wingevel en warmte batterij, daarnaast test locatie van totale systeem
Akzo Nobel Decorative Coatings B.V.	Grote onderneming	Ontwikkelaar coating op warmte wingevel
Aldowa Green B.V.	Kleine onderneming	Producent van de warmte wingevel
Cellcius	Kleine onderneming	Ontwikkelaar warmtebatterij en componenten van warmtebatterij
Technische Universiteit Eindhoven	Kennisinstelling/ onderz. Org. – niet economische activiteiten	Ontwikkelaar TCM bed
Gemeente Eindhoven	Overheid	Koppeling met eindgebruikers en beslissing nemers

1.2 Doelstelling en uitgangspunten

De energietransitie in de gebouwde omgeving in Nederland omvat een aantal cruciale maatschappelijke en innovatie opgaves:

1. Nederland wil “van het gas af”, hetgeen een grote uitrol van duurzame energie vereist. Op de kortere termijn is de ambitie reeds scherp: in 2030 dienen circa 1,5 miljoen woningen en 15% van de utiliteitsgebouwen aardgasvrij en duurzaam te worden verwarmd.
2. Versnelling van de energie transitie. De tijd om aardgasvrij te worden is kort. Met de huidige, beperkte bouwcapaciteit betekent dat vooral ook het zoeken naar snel op te schalen, geïndustrialiseerde en gestandaardiseerde oplossingen.
3. Nadrukkelijk moet naar oplossingen in duurzame warmte worden gezocht, naast de full-electric oplossingen. Recente studies (onder andere Berenschot 2019, Winst 2020) onderstrepen bovendien dat de duurzame warmte route veelal een goedkopere route is dan die van full-electric.

Doel van het project is een kosteneffectieve en flexibele ‘mass-customizable’ (grootschalig maatwerk) prefab ‘warmtepomp-warmteschil-warmtebatterij’ renovatie oplossing voor gasvrije, duurzame verwarming én koeling van seriematige grondgebonden woningen. Beoogde reductie van energie verbruik uit het elektriciteitsnet is minimaal 60% ten opzichte van eenzelfde use-case met luchtwarmtepomp, zonder afbreuk te doen aan comfort. Ons project integreert 2 internationale doorbraaktechnologieën, een warmtewinschil en een warmtebatterij, met bestaande warmtepomptechnologie in een nieuw prefab concept met een geactiveerde woningschil.

Beiden naderen marktrijpheid en versterken elkaars prestaties in een geïntegreerd systeem gecombineerd met een warmtepomp.

2 Activiteiten

2.1 Resultaat 1: Maatwerk warmteschil

Resultaat 1 onderzoekt hoe flexibel een warmteschil ontworpen kan worden met behoud van hoge thermische efficiëntie voor verschillende paneelvormen, -patronen en -kleuren voor kleine oplages (<20 m² per woning). Afgelopen jaar is een begin gemaakt met het onderzoeken van verschillende opties om deze onderwerpen verder te brengen. Daartoe is een eerste serie collectoren geproduceerd met verschillen in coatingtechnologie, dikte van de coating en buisafstand, deze zijn inmiddels beproefd. Daarnaast zijn de coatings geoptimaliseerd en is er een studie gedaan naar efficiëntste buizenafstand en flexibele vormen. Mijlpaal 3 is gepland voor februari 2024.

2.1.1 Vergroten vormvrijheid voor flexibel paneelontwerp

In de afgelopen periode is er verder gekeken naar het vergroten van vormvrijheid in ontwerp van het paneel. De oppervlaktebehandeling van de warmteschil bepaalt in grote mate de bewerkingsmogelijkheden. Grote vormvrijheid en flexibiliteit is mogelijk door te kiezen voor poedercoating i.p.v. coil-coating. Gedurende deze periode is er een haalbaarheidsonderzoek gedaan op referentieprojecten van Aldowa met vrije vormen. Als resultaat is een conclusie getrokken over voorbeeldprojecten die haalbaar zijn met ‘standaard’ engineering en andere projecten die ook haalbaar zijn waarbij experimenteel werk nodig is. De volgende stap in de komende periode is het maken van een mock-up ter demonstratie van de mogelijkheden voor flexibele gevelconstructies. Het doel van dit onderzoek is een dubbele mock-up als demo voor klanten en voor montage instructies zowel bij Aldowa als bij Calosol. In het ontwerp van deze mock-up wordt er gekeken naar het uitwerken van het buizenverloop, de koppelingen en het bepalen van de bouwvolgorde. De vervolgstapen zijn de productie van de panelen voor de twee mock-ups door Aldowa, de engineeringoplossing door Emergo, het coaten door Akzo Nobel en het activeren van de panelen met speciale mallen.

2.1.2 Optimalisatie warmteoverdracht door buizenstructuur

Deze activiteit heeft als doelstelling om meer begrip te krijgen van de invloed van de buizenstructuur op de warmte abstractie in afwezigheid van de zonne-instraling. De warmtewingeval werkt dan als een warmtewisselaar en verhoogt hiermee de brontemperatuur voor de warmtepomp (die daarmee veel efficiënter werkt). M.b.v. metingen op SolarBEAT aan 6 gevelpanelen en 3 schuindak panelen zijn de modelresultaten gevalideerd. Er is geconcludeerd dat de resulterende warmteoverdracht voor de toegepaste variaties relatief klein is, maar wel degelijk significant en meetbaar.

In deze activiteit zijn tweedimensionale numerieke steady state warmteoverdracht simulaties van (PV)T-panelen opgezet en uitgevoerd, met als doel inzicht te krijgen in het effect van te variëren parameters op de nuttige warmteopbrengst. Op deze wijze kan het effect van wijzigingen in het ontwerp op de warmteopbrengst worden afgeschat, voordat er voor een wijziging een prototype vervaardigd moet worden en experimentele data vergaard moet worden. Een grotere buisafstand betekent minder materiaal en lagere kosten. Met behulp van deze studie is de kosten efficiëntste oplossing te bepalen.

2.1.3 Verhogen keuzevrijheden t.a.v. kleur, patronen en verfstructuren

In de afgelopen periode is er onderzocht hoe de absorptie van zonlicht gemaximaliseerd kan worden bij panelen die behandeld zijn met poeder coatings. In overeenstemming met de verwachting is er aangetoond dat de zonlicht absorptie in hoge mate bepaald wordt door de kleur en de bijbehorende pigmentkeuze van de coating. Donkere kleuren absorberen het meeste zonlicht terwijl lichte kleuren het grootste gedeelte van het zonlicht reflecteren: zwart absorbeert meer dan 95% van het zonlicht terwijl wit minder dan 25% absorbeert. Dit impliceert dat donkere panelen meer energie absorberen en dus beter economisch renderen dan lichte panelen.

Het is mogelijk gebleken om de absorptie van zonenergie in lichte kleuren enigszins te verhogen door de toepassing van een onzichtbare zwarte primer. De verhoging lijkt echter beperkt te zijn. Een andere manier om de zonlicht absorptie te verhogen is door het gebruik van NIR-absorberende pigmenten

2.1.4 Integraal renovatieconcept voor de gebouwschil

Het toepassen van zonnepanelen op daken is de nieuwe standaard geworden. Ook komen er steeds meer mogelijkheden in de markt om het toepassen van PV op het dak op een esthetisch verantwoorde manier te doen. Om bovengenoemde reden is ervoor gekozen om te onderzoeken of het ontwerp van de warmtewin panelen voor de dak toepassing af te stemmen is op de zonnepanelen die in de markt beschikbaar zijn. Hierbij is gekeken naar de mogelijkheden om het paneel zowel esthetisch als montage technisch overeen te laten komen met een BIPV systeem waarin de zonnepanelen op een fraaie wijze in het dak worden geïntegreerd. Het eerste concept ziet er veelbelovend uit. Voor de volgende uitdagingen worden momenteel verschillende oplossingen verder uitgewerkt:

- **Verhoogde waterbelasting op het onderdak:** Doordat de warmtepanelen aanvriezen zal een verhoogde waterbelasting ontstaan op het onderdak wanneer t.g.v. verhoogde temperaturen het ijs zal ontdooien. Er is een test opstelling gemaakt met hoogwaardige folie. Daarnaast is een oplossing uitgewerkt waarbij een geventileerd EPDM dak bekeken wordt. Om de daadwerkelijke waterbelasting te bepalen is een test uitgewerkt
- **Montage laten aansluiten op BIPV systeem:** Er is een oplossing uitgewerkt om het warmte paneel op dezelfde montagehaken van een bestaand BIPV systeem aan te laten sluiten. Vanwege de beperkte ruimte is dit uitdagend. Er is een eerste prototype gemaakt maar de constructieve onderbouwing en controle moet nog verder uitgewerkt worden.

Voor zowel de wandoplossing als de dakoplossing is er gekeken naar mogelijke koppelingen om de panelen snel en betrouwbaar aan te sluiten. Het doel hierbij is om de installatie net zo eenvoudig te maken als de montage van een zonnepaneel.

De gehele opstelling met verschillende (PV)T-panelen en installaties zullen in een woning op het terrein van Emergo op systeemniveau worden getest. Een tweede doel van deze testopstelling is het beoordelen van de esthetiek van panelen met verschillende buisafstanden bij verschillende omstandigheden, zoals aanvriesting.

2.2 Resultaat 2: Koeling

2.2.1 Technisch ontwerp van koelingsconcept voor (grondgebonden) seriematige renovatie woningbouw

We zien dat er steeds meer vraag naar koeling ontstaat in woningen. Er zijn meerdere ontwikkelrichtingen verkend op welke wijze de renovatie woning gekoeld kan worden met de gebouwschil:

- Thermische massa koelen versus airconditioning
- Actief koelen met op de (omgekeerde) warmtepomp functionaliteit
- Passief koelen met waarbij de compressor van de warmtepomp niet actief is, maar wel zoveel mogelijk warmte afgestaan wordt via de gebouwschil.

Er is in kaart gebracht wat het koelpotentieel van de verschillende vlakken en oriëntaties zijn en hoe deze matchen met het warmte winpotentieel. Tijdens de metingen op de SolarBEAT is het effect van nachtelijke uitstraling van de panelen in kaart gebracht.

2.2.2 Onderzoek en beproeving van koeling op SolarBEAT

Deze activiteit heeft als doelstelling om de performance van de warmte winpanelen in kaart te brengen indien deze ingezet worden om te koelen. Daarvoor wordt de collectortemperatuur ($T_{\text{collector}}$) ingesteld op een waarde boven de omgevingstemperatuur. In de praktijk zal er onderscheid zijn tussen passieve koeling voor $T_{\text{collector}}$ is tot orde 10K warmer dan de omgevingstemperatuur in de nacht en actieve koeling waarbij de warmtepomp omschakelt en een buffervat kan koelen met $T_{\text{collector}}$ tot wel orde 30K warmer dan de omgevingstemperatuur. Voor de bestaande locaties op SolarBEAT is de collectorcurve in het 'koelingskwadrant' goed in kaart gebracht. Dit onderzoek is succesvol afgerond. Daarbij bestaat er in het project de aanvullende wens om te onderzoeken of er overdag al passief of actief gekoeld zou kunnen worden met collectoren op oriëntatie west en noord. Hiervoor zal er in April 2023 een modificatie van de W-infrastructuur worden gebouwd, en kan er vanaf mei 2023 ook op deze oriëntaties gemeten worden aan het koelend vermogen van de IWP-collectoren.

2.3 Resultaat 3: Verbetering efficiëntie door stabiel TCM bed

2.3.1 Inleiding

Resultaat 3 is gezamenlijke activiteit van de TU/e, TNO en Cellcius met als doel om een stabiel reactor bed te realiseren. Stabiliteit betreft de drukval over het bed van TCM deeltjes. De TCM deeltjes zijn K_2CO_3 -gebaseerde tabletten, waarvan de basistechnologie ontwikkeld is in het H2020 project HEAT INSYDE door de TU/e, TNO en Cellcius¹. Hiervoor zijn in de projectbeschrijving de volgende KPI's gedefinieerd:

- **Drukval:** deze mag met maximaal 20% toenemen over 10 laad/ontlaadcycli.
- **Vermogen:** het minimale vermogen dat het bed moet kunnen generen is 25 W/kg.

¹ <https://www.heat-insyde.eu/>

Er wordt gewerkt langs twee lijnen:

- **Lijn A:** ontwikkeling van een nieuwe stabilisatiemethoden voor K_2CO_3 -tabletten.
- **Lijn B:** productie van reeds ontwikkelde tabletten om reactorontwikkeling te faciliteren.

De resultaten 3.1 – 3.3 adresseren elk een stabilisatieroute: stabilisatie door encapsulatie met een coating (3.1), stabilisatie door skeletvormende binder (3.2) en stabilisatie door mechanische interventies in de bedgeometrie (3.3).

De voortgang op deze deelresultaten zal in de volgende paragrafen besproken worden.

2.3.2 Resultaat 3.1: TCM stabilisatie coating

De te gebruiken coating is geselecteerd en eerste optimalisatiestappen zijn gezet. Hierbij is de coating na applicatie gemodificeerd waardoor het water onoplosbaar is gemaakt. Dit terwijl de coating vanwege milieu impact water gedragen is, wat het productie proces in de toekomst minder intensief maakt. Naar verwachting zal na applicatie van de coating er minder stof productie zijn tijdens het cycleren van de warmtebatterij. Dit is ook geobserveerd met verse coating. Tijdens het coating proces zagen we minder stofvorming ontstaan gedurende het coaten. Toekomstige testen op 1 kg schaal en 200 MJ schaal zullen het effect op systeem 'performance' uitwijzen. Met name op reductie van onderhoud zijn er hoge verwachtingen.

2.3.3 Resultaat 3.2: TCM stabilisatie door binder

De te gebruiken fiber is geselecteerd. Dit is Polyacrylonitrile (PAN) fiber geworden. De fibers laten zien dat er minder uitzetting is op deeltjes niveau, resulterend in mindere drukval toename op gepakt bed niveau. Dit is op dit moment op een schaal van een 30 tal pillen uitgevoerd. In de komende periode zal dit opgeschaald worden naar kg niveau. Ook is de productie methode punt van aandacht, aangezien dit complex blijkt nadat er fibers zijn toegevoegd.

2.3.4 Resultaat 3.3: Verbeteren bed eigenschappen door bed geometrieën

De experimentele meet methode is klaar voor echte experimenten met combi CT en NMR, waarbij de materialen ontwikkeld in resultaat 3.1 en 3.2 worden onderzocht. Daarnaast is er doormiddel van bed optimalisatie een significante drukval reductie gerealiseerd. Hierbij is de drukval met meer dan 50% gereduceerd ten opzichte van het initiële ontwerp.

Alle resultaten bij elkaar opgeteld resulteren op dit moment al tot een reductie van 70% in energieverbruik tijdens laden/ontladen over de eerste 10 cycli!

2.4 Resultaat 4: Geoptimaliseerde werktemperaturen van de warmtebatterij

2.4.1 Inleiding

Een van de nadelen van de commerciële uitrol is het genereren van waterdamp. Hoe lager de temperatuur voor het verdampen mag zijn, hoe makkelijker deze gevonden kan worden binnen de aanwezige infrastructuur. Door een efficiënte manier van verdampen te gebruiken en daarmee lagere warmtebronnen te accepteren zal het mogelijk zijn om vaker laagwaardige warmte vanuit de gevelpanelen te gebruiken om te ontladen. Hierdoor zal de batterij hogere rendementen kunnen halen, maar ook de panelen meer vermogen kunnen leveren (zie resultaat 1).

Daarnaast is veelvuldig gebruik van de batterij over het gehele jaar van belang om de investering in de batterij rendabel te maken. Concreet betekent dit dat voor de commerciële uitrol van de warmtebatterij het laden van de batterij in winterse omstandigheden cruciaal gaat worden. Op dit moment is het niet mogelijk de batterij te laden met de meeste standaard warmtepompen voor de consumentenmarkt vanwege de gevraagde laad temperatuur van minimaal 80 °C. Dit zorgt ervoor dat de batterij met zonnecollectoren of PV-panelen geladen moet worden, welke in de winter een laag rendement hebben. Binnen activiteit 4.2 zal onderzocht worden hoe de laadtemperatuur verlaagd kan worden door middel van het verlagen van de waterdampdruk in het systeem.

2.4.2 Optimalisatie van verdampingstemperatuur

Activiteit

Het effectief reguleren van de waterdampdruk in de batterij opstelling is van belang om de batterij efficiënt te laten draaien. Het verhogen van de waterdamp druk met een enkele mbar kan de efficiëntie van het systeem bij de lagere verdampingstemperaturen (<20 °C) met 10-25% verhogen, bij het leveren van dezelfde eindtemperatuur. Er zal met name gewerkt worden aan de spray methode en type warmtewisselaars. Het ontwerpen en bouwen van verschillende testopstelling zal gebeuren bij Cellcius en TBRM, het uitvoeren van de metingen zal gebeuren op de TU/e en Cellcius.

Resultaten

Het tussenresultaat geeft op dit moment een koude bron welke 10 °C lager mag zijn dan voor het project. Dit resulteert in een reductie van electra verbruik van 10% van de WP tijdens het ontladen.

2.4.3 Innovatieve hoge temperatuur condensatie door modificatie condensatie vloeistof

Activiteit

Met een condensatie temperatuur een saturatie waterdampdruk genereren die 15 K onder de daadwerkelijke condensatie temperatuur ligt. Het laden van de batterij is sterk afhankelijk van de waterdampdruk in de batterij. Door het reduceren van de waterdampdruk op de inlaat van het TCM-bed zorgt voor een hogere efficiëntie van het systeem. Wat hier nog belangrijker is, dat een lagere waterdampdruk leidt tot een lagere dehydratatie temperatuur. Dit zorgt ervoor dat de gevraagde temperatuursprong van 60-80 K verlaagd kan worden met 5-15 K. Hierdoor krijg je de mogelijkheid het zout te dehydrateren met de gevelpanelen en de warmtepomp, wat zorgt voor een hoger gebruik van de warmte geproduceerd met de gevelpanelen. Daardoor kan de batterij vaker geladen worden en zodoende vaker ingezet worden om warmte te leveren. In deze activiteit zal de condensor aangepast worden door deze condensor te besproeien van een hygroscopische vloeistof, welke slim herladen zal worden. Het ontwerpen en bouwen van verschillende testopstelling zal gebeuren bij Cellcius en TBRM, het uitvoeren van de metingen zal gebeuren op de TU/e en Cellcius. Dit zal bewezen worden door de waterdamp druk verlagings te meten van de luchtstroom over de condensor bij een toevoer lucht van 25 °C en 20 mbar waterdamp. In rapport vorm zal de potentie van deze drukverlaging gekwantificeerd worden in termen als efficiëntie toename van de batterij.

Resultaten

Deze activiteit heeft het nieuwe principe aangetoond, waardoor er een verlaging van 15 °C aan oplaad temperatuur gerealiseerd kan worden. De potentie is verlaging van 30 °C, wat we willen behalen door verbeterde warmteoverdracht en korrel grootte te optimaliseren.

De impact hiervan is dat de Warmte bron 15 °C lager kan zijn tijdens laden dan zonder de innovatie. Hierdoor kan de WP direct de warmtebatterij laden en resulteert in een electra vraag reductie van 50%.

2.5 Resultaat 5: Prototype warmtebatterij

2.5.1 Inleiding

Binnen dit resultaat zal een 200 MJ warmtebatterij ontworpen worden voor testen de warmteschil en warmtepomp in resultaat 6. Op basis van labtesten zal aangetoond worden dat de batterij geladen en ontladen kan worden, met een vermogen van minimaal 1 kW en een capaciteit van 200 MJ. Als dit gerealiseerd is kan de batterij in de toekomst geplaatst worden bij eindgebruikers, vanwege de relatief kleine maat (< 1 m³). Deze batterij maakt het dan ook mogelijk warmte op te slaan welke duurzaam is opgewekt. Binnen de warmtebatterij zijn er twee hoofdcomponenten die in resultaat 3 en 4 los van elkaar verbeterd zijn. Deze componenten moeten tezamen een oplossing vormen de mismatch van warmte vraag en aanbod door warmte met voldoende vermogen op te kunnen slaan en te leveren.

2.5.2 Herontwerp TCM reactor

De reactor (waar het zout inzit) is op verschillende punten verbeterd ten opzichte van het start ontwerp op basis van HEAT-INSYDE (H2020 project)

- Flexibeler plaatsingsmogelijkheden door de verbinding tussen de CB en TCM reactor
- Reductie warmte verlies door verlagen warm buiten oppervlak tijdens ontladen
- Makkelijker drukvast maken door ronde vormen
- Significante assemblage tijdverkorting door weghalen van het aantal kleppen
- Kosten reductie door ontbreken pneumatisch systeem
- Vullen van TCM bed makkelijker
- Bed vorm verhoogd de effectieve opslag capaciteit

2.5.3 Ontwerpen en produceren warmtewisselaar unit

De componenten unit is op verschillende punten verbeterd:

- Smaller → compactere plaatsing tegen de wand
- Water en elektra connecties krijgen een koppel punt aan de bovenkant van de CB (net als bij de meeste warmtepompen). Water en elektra worden gescheiden. Betere isolatie mogelijkheden en veiliger.
- Verdampers en condensator zijn parallel geschakeld, zodat de nieuwe innovatie in het systeem geïntegreerd kan worden.
- Nieuw concept drukvast maken van de CB, resulterend in betere onderhoudsmogelijkheden.

2.6 Resultaat 6: Design support tool

Er is een begin gemaakt met een rekenmodel o.b.v. normjaar NEN5060. In dit normjaar zijn weergegevens, zoals zon, temperatuur, wind en regen en bewolking beschikbaar en wordt het systeem in een woning het hele jaar doorgerekend op uurbasis. Het doel is het berekenen van de elektriciteitsvraag en aanbod gedurende het jaar voor verschillende configuraties en situaties. Hiermee kan de juiste warmteschil bepaald worden en de juiste installaties. Het is dus ook de basis voor de Design Support Tool en de regeling (R7).

2.7 Resultaat 7: Regelsysteem

De principes van de regel hardware zijn inmiddels uitgedacht. Het controle systeem en hardware met link tussen panelen, warmtepomp en warmtebatterij ligt reeds in concept vast. De regelstrategie moet nog verder uitgewerkt worden.

2.8 Resultaat 8: Integraal prototype

Dit resultaat is nog niet gestart.

3 Impact

3.1 Beoogde impact

3.1.1 Waarde voor afnemer en gebruiker

Het verduurzamen van de gebouwde omgeving is een belangrijk onderdeel van de door het parlement in 2019 aangenomen Klimaatwet. Om de doelstellingen voor 2050 waar te maken staan zowel private als collectieve woningeigenaren samen met bouwend Nederland voor een immense verduurzamingsopgave van circa 1.000 woningen per dag!

Zowel de particuliere woningbezitters als collectieve woningeigenaren (woningcorporaties) en hun huurders zullen hun woningen in de komende decennia moeten verduurzamen. De verduurzaming van de Nederlandse woningvoorraad gaat veel verder dan het sec gasloos maken van woningen of het leggen van PV op daken. Een verduurzaming zal in zeer veel gevallen bestaan uit zowel energie-technische als bouwkundige aanpassingen aan de woningen. De eigenaren en bewoners worden geconfronteerd met nieuwe, voor hun vaak onbekende technologieën, investeringen, overlast van werkzaamheden zowel aan hun eigen woning, als die van de buurt waarin ze wonen.

IWP is een vorm van selectieve vernieuwing die zich primair richt op de grondgebonden seriematige woningbouw. De resultaten zijn waarschijnlijk – met aanpassingen – ook bruikbaar voor andere bouwtypes. IWP kan ook toegepast worden bij complete schilvernieuwing.

IWP maakt een labelstap naar NOM mogelijk. De meeste selectieve renovaties halen maximaal een stap naar label A. IWP is daarmee vooral aantrekkelijk voor woningen:

- Waarvan de gevels bouwkundig nog in goede staat zijn;
- Waarbij geen directe behoefte aan comfortverbetering bestaat;
- Waarvoor een beperkt renovatiebudget beschikbaar is.

Hierbij kan gedacht worden aan woningen van voor de jaren 80 die (door een bouwkundige renovatie) in goede staat zijn, maar ook aan de woningen uit de jaren 80 en op termijn de jaren 90. We hebben IWP gescoord ten opzichte van de eerdergenoemde belangen, die de waarde van de oplossingen voor de bewoners c.q. woningeigenaren vertegenwoordigen. Dit leidt tot onderstaande tabel.

Tabel 2 - Waardetabel IWP

Belangen	Score IWP	Toelichting
Haalbaarheid en hoogte investering	+	Complete schilvernieuwing zoals bekend uit o.a. Stroomversnelling is vaak niet haalbaar door hoge investering; IWP biedt mogelijkheid om NOM te realiseren met selectieve schilrenovatie en integratie met warmteschil, warmteopslag en warmtepomp.
Terugverdientijd	+	Door de beperkte bouwtechnische ingrepen is de investering (en terugverdientijd) lager.
Hoogte toekomstige energierekening	++	IWP maakt gebruik van elektriciteitsnetwerk nagenoeg overbodig: optimale energierekening.
Invloed op energierekening	++	IWP biedt een per woning afgestemde energieoplossing en geeft de bewoner een maximale invloed op de energierekening.
Uitstraling van de woning	++	Productoplossingen voor de warmteschil zijn fraai en geven de woning een esthetische upgrade.
Renovatie passend bij technische staat van de woning	+	IWP is uitermate geschikt voor woningen waarvan het casco en de gevels nog in goede staat zijn, maar kan ook toegepast worden in complete schilvernieuwing.
Behouden / verhogen wooncomfort	+	IWP biedt mogelijkheden voor behoud en verhoging van het wooncomfort, afhankelijk van de startsituatie.
Beperking overlast tijdens renovatie	+	Door toepassing van prefab componenten is de renovatie snel en efficiënt, wat de overlast significant beperkt ten opzichte van andere strategieën.
Reducering van kosten netverzwaring	++	Door de schilvernieuwing zal de warmtevraag dalen, wat de energievraag vanuit de warmtepomp reduceert, daarnaast worden er twee technologieën ingezet de COP van de warmtepomp te verhogen, ook op ongunstige momenten.

3.1.2 Waarde in bredere zin

Waarde voor energie partijen: Lagere netwerkbelasting betekent lagere investering

De oplossing met warmteopslag zorgt voor een hogere initiële investering, maar biedt wel de mogelijkheid om het gebruik van het elektriciteitsnet te minimaliseren. Het ligt in de lijn der verwachting dat de salderingsregeling geheel afgebouwd wordt, wat de wenselijkheid van onafhankelijkheid van het elektriciteitsnet (voor piekmomenten zowel in opwekking als gebruik) door middel van lokale warmteopslag versterkt.

Waarde voor omgeving / gemeentes: Minimale overlast, in renovatieoverlast en geluid

Alle renovatieactiviteiten zorgen voor overlast voor zowel bewoners als burens. IWP is een renovatieaanpak die minder ingrijpend is dan andere strategieën (zie tabel 2.1). Veel energierenovaties maken gebruik van een luchtwarmtepomp. Deze apparaten zorgen voor geluidsoverlast bij bewoners zelf en hun burens. IWP maakt geen gebruik van ventilatoren die genoemde geluidsoverlast veroorzaken. Daarnaast moeten gemeentes keuzes gaan maken in de transitieopgave, de IWP helpt hierbij.

Waarde voor bouwers: Brede toepasbaarheid en schaalbaarheid levert versnelling

IWP is door de toepassing van mass-customization principes eenvoudig schaalbaar voor de doelmarkt. Ook is IWP – met aanpassingen – toepasbaar voor andere bouwtypologieën.

4 Spin-off en publicaties

In december 2021 is Calosol B.V. opgericht. Deze B.V. gaat de warmtevingevel op de markt zetten voor de utiliteitsbouw. Daarnaast zal de warmtevingevel de markt bereiken via Emergo Prefab.

De volgende (media)publicaties hebben plaatsgevonden:

Datum	Titel artikel	Naam tijdschrift / krant / etc.
17-03-2021	Renovatieprojecten geven impuls aan verduurzaming gebouwde omgeving	TechniekNederland
Juli/augustus 2021	De gevel als energieleverancier, zout als batterij	E&W Installatietechniek

<https://www.ew-installatietechniek.nl/artikelen/de-gevel-als-energieleverancier-zout-als-batterij>

<https://www.technieknederland.nl/nieuwsberichten/renovatieprojecten-geven-impuls-aan-verduurzaming-gebouwde-omgeving>