

Eindrapport Topsector Energie

1. Gegevens project

Projectnummer

TEUE018036

Projecttitel

Thermo-differentieel Ventiel voor ZERO Gas Systeem

Penvoerder en medeaanvragers

- NRGTEQ BV
- Conico Valves
- 040Groep BV
- Technische Universiteit Eindhoven

Projectperiode

2. Inhoudelijk eindrapport

Samenvatting

We hebben binnen dit project onderzoek gedaan en een prototype gebouwd van een totaalconcept, bestaande uit een ThermoDynamisch Ventiel (Van Conico) op een warmtepomp, in combinatie met een zonneboiler op basis van de TDV. Daarbij hebben we een systeem gebouwd met horizontale tanks, waarbij de mogelijkheden zijn beken van een laag-GWP koudemiddel. Vervolgens zijn we op basis van proeven aan de slag gegaan met optimalisatie van de laadstrategie van de boiler ter verminderd inzet warmtepomp.

Inleiding

We hebben gewerkt aan een oplossing voor de problematiek waar zonneboilers tegenaan lopen al- of-niet in combinatie met de toepassing van een warmtepomp. In vrijwel heel Europa – zo ook Nederland - is het belangrijk dat een zonneboiler een vriesbescherming heeft, hiervoor zijn er een aantal verschillende systemen denkbaar. Zo is er het leegloopsysteem, gevuld met water of water/glycol. Kenmerkend is dat het medium uit de collector loopt, als de installatie niet in bedrijf is. Nadelen van dit systeem zijn er een relatief grote pomp nodig is voor het vullen van de collector en dat het leidingwerk op afschot gemonteerd dient te worden, wat vooral problematisch is in de bestaande woningbouw.

Tegelijk willen we ook een oplossing bieden voor de problematiek omtrent warmtepompen in kleine woningen. Mede ondersteund door onderzoek blijkt dat warmtepompen een belangrijke positie innemen in de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Echter, warmtepompen kennen in de woningbouw veelal het probleem dat ze lastig te plaatsen zijn. Een veel gekozen oplossing is het installeren van een tank op zolder/bovenste verdieping.

Daarnaast is de combinatie van zonneboiler met warmtepomp tot nu toe verre van ideaal, omdat traditionele zonneboilers als voorverwarmer werken, maar warmtepompen juist slecht presteren bij hoge temperaturen, en niet graag korte cycli draaien, waardoor de combinatie van zonneboiler als voorverwarmer en warmtepomp als naverwarmer een ongelukkige is.

Doelstelling

Het doel was om binnen 12 maanden een combinatie van technologieën te maken waarmee een nieuw product wordt gebouwd en getest, waarmee het mogelijk is aardgasvrij woningen te realiseren. Het concept gaat op hoofdlijnen bestaan uit: een op de TDV-gebaseerde zonneboiler, een

TDV geïntegreerd in een warmtepomp systeem met horizontale tanks te integreren en PV (elk type mogelijk), en een optimale combinatie tussen de nieuwe zonneboiler en een warmtepomp. Centraal staat de innovatie van Conico, te weten de TDV, dat mede ontwikkeld is door een TKI innovatiesubsidie. Met dit systeem wordt een bijdrage geleverd aan het aardgasvrij maken van woningen.

Werkwijze

De R&D-methode die we hebben gehanteerd is voornamelijk 'prototyping'. We hebben het werk verdeeld in verschillende werkpakketten. De hoofdactiviteiten die we hebben onderscheiden zijn:

1. Ontwikkeling TDV voor warmtepomp.
2. Ontwikkeling van de zonneboiler op basis van de TDV
3. Ontwikkelen systeem op basis van horizontale tanks.
4. Integratie TDV en zonneboiler in warmtepomp systeem.
5. Onderzoek naar alternatief, laag-GWP koudemiddel
6. Optimalisatie laadstrategie boiler ter vermindering inzet warmtepomp
7. Alternatieve toepassingen TDV
8. Demonstratie in werkelijke omgeving.

Resultaten

A) van het project zelf

1) Ontwikkeling TDV voor warmtepomp: Er is een TDV ontwikkeld die geschikt is voor stroming tot 20 l/min, welke geschikt is om ingezet te worden voor het verbeteren van de thermische gelaagdheid tijdens het laden van een buffervat door een warmtepomp. Het stromingsbereik van 0-20 l/min betekent dat de TDV geschikt is voor een warmtepomp met een maximaal vermogen van 12 kW.

2) De ontwikkeling van de zonneboiler op basis van de TDV heeft geleid tot de DMP (Direct Multi-Pass) Zonneboiler, die ook beschreven is op de website van Conico (<http://www.conico-renewables.nl/nl/enduser/renewable-heat-solutions>). De DMP Zonneboiler is speciaal ontwikkeld voor de combinatie met warmtepompen, en richt zich niet op voorverwarmen, maar maakt meerdere cycli door de zonnecollector totdat de benodigde hoge temperatuur bereikt is, waarna de hoogwaardige warmte bovenin de tank ingevoerd wordt. Daarnaast is de DMP Zonneboiler een direct systeem, waarbij systeem/CV-water door de vacuumbuis-collector stroomt, hierdoor is geen warmtewisselaar nodig, waardoor de efficiëntie verhoogd wordt en kosten bespaard worden. De vorstbescherming vindt plaats door middel van nachtcirculatie (de heat-pipe vacuumbuiscollectoren hebben nauwelijks warmte nodig voor vorstbescherming; alleen de verdeler bovenin en de slangen hoeven beschermd te worden, de vacuumbuizen zelf worden niet doorstroomd en hoeven niet tegen vorst beschermd te worden), waarbij een speciaal warmteoverdrachtsprincipe gebruikt wordt tussen vat en circulatiecircuit, zodat de warmte voor vorstbescherming nauwkeurig gedoseerd kan worden. Daarnaast heeft het systeem een automatische back-up in het geval er een stroomstoring is of de regeling uitvalt, doordat dan het circuit helemaal open komt te staan naar het vat, en er thermosifon-stroming op gang komt (stroming gedreven doordat het warme vat lager staat dan de koude collector).

3) De DMP Zonneboiler is ook geschikt gemaakt voor gebruik met een horizontaal opslagvat, zodat de combinatie DMP-Zonneboiler met warmtepomp toegepast kan worden in een horizontaal opslagvat. Het concept van twee horizontale opslagvaten in serie voor een warmtepomp is losgelaten, nadat bleek dat dit economisch toch niet aantrekkelijk zou gaan worden, door de hoge kosten van de individuele horizontale opslagvaten, en al de benodigde verbindingsbuizen.

4) De TDV is getest voor het verbeteren van de thermische gelaagdheid tijdens de belading door de warmtepomp. Uit de testen bleek dat het behoud van thermische gelaagdheid in het vat tijdens de belading door de warmtepomp moeilijk was, ook met toevoeging van de TDV, voornamelijk doordat

het door de warmtepomp aan de afgiftezijde benodigd debiet niet overeenkwam met de werkgebied van het TDV. Aanpassingen van het debiet m.n. in de situatie van tapwaterbereiding is niet mogelijk gebleken. Hieruit is geconcludeerd dat de toegevoegde waarde van de TDV voor verbetering van de thermische gelaagdheid van een vat tijdens belading door een warmtepomp niet voldoende was om er een succesvolle toepassing van te maken. Voor de optimale combinatie tussen de TDV Zonneboiler en de warmtepomp is vooral gekeken naar verschillende timing-strategieën voor de warm tapwater bereiding door de warmtepomp. Een strategie met een tijdsperiode van eind van de middag (bv 16:00) tot en met laat in de avond (bv 23:00) leidt tot zeer goede resultaten met betrekking tot gebruikerscomfort en prestaties van het systeem (zowel in een hoge zonne fractie, als in een laag aantal aanschakelmomenten van de warmtepomp).

5) Onderzoek, selectie en implementatie van laag-GWP koudemiddel (R513A) voor toepassing van brine-water-warmtepompen i.c.m. alternatieve bronsystemen als PVT en geschikt voor bereiding van tapwater in kritische omstandigheden (minder gevoelig voor hoge-druk-storing).

6) Op basis van de veldtest is een optimalisatie van de laadstrategie uitgewerkt en geïmplementeerd ter vermindering inzet warmtepomp.

7) In de veldtesten zijn alternatieve toepassingen van het TDV uitgewerkt en toegepast; de resultaten volgen uit de voortdurende monitoring van de binnen de project gerealiseerde systemen.

8) Door middel van de demonstratie-projecten 'Waalre-Aalst' en 'Beusichem' is aangetoond dat de DMP Zonneboiler uitstekend functioneert in combinatie met lucht-water warmtepompen. De warmtepomp blijft in de zomer vrijwel altijd uit, en ook in de lente en herfst schakelt de warmtepomp maar 1 op de 2 of 3 dagen aan, doordat hij áls hij aanschakelt een lange cyclus kan draaien, en de DMP Zonneboiler daarna de top op temperatuur houdt.

In de projecten Molenstraat en Evenheuvel is het TDV toegepast in combinatie met een brine-water-warmtepomp; daarbij is vastgesteld dat het huidige ontwerp van het TDV niet geschikt is voor directe plaatsing achter grotere vermogens, maar dat er alternatieve toepassingen zijn waarin de combinatie wel mogelijk is.

B) mogelijkheden voor spin off en vervolgactiviteiten

In het verlengde van dit project wordt door NRGTEQ deelgenomen aan een internationaal onderzoek o.l.v. het Fraunhofer Instituut naar de toepassing van nieuwe generatie PVT-panelen i.c.m. brine-water-warmtepompen. Ook in dergelijke toepassingen zou het DMP-systeem van toegevoegde waarde kunnen zijn de temperaturen tussenopwekker en opslag in m.n. de tussenseizoenen te optimaliseren en om nieuwe generatie koudemiddelen te testen (o.a. R466A en R515A/B). De resultaten van de test met de superheater en subcooler als aanvullende volumestromen zijn wel toepasbaar bij grotere, thermisch gelaagde opslagvolumes met variabele invoer. Op basis van het gebouwde prototype is NRGTEQ een test gestart met Solvis, een Duitse fabrikant met een alternatieve technische oplossing verschillende aanvoertemperaturen zo optimaal mogelijk op te slaan.

Tenslotte wordt n.a.v. de resultaten de ontwikkeling van een ventilatie-lucht-warmtepomp overwogen (event. aangevuld met buitenlucht) voor de realisatie van hybride systemen voor de bestaande woningvoorraad.

Discussie

We hebben met alle partners een eindevaluatie gedaan op het project. Wij zijn tevreden over de samenwerking en het resultaat en zien perspectief in het verder naar de markt brengen.

Conclusie en aanbevelingen

Op basis van de deliverables willen we het totaalconcept met de bedrijven in deze aanvraag het product gaan vermarkten. Het product moet wel op wat gefinetuned worden voordat het helemaal marktrijp is.

3. Uitvoering van het project

De problemen (technisch en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost

Werkpakket 1; projectmanagement

De structuur is gehanteerd zoals in de aanvraag opgegeven. Er waren werkgroepen die met de verschillende werkpakketten aan de slag waren gegaan. Vervolgens zijn die werkgroepen onderling bij elkaar gekomen om zaken te integreren. Daarboven opereerde een projectleider om alles te coördineren en af te stemmen met een stuurgroep. Lijnen waren overigens erg kort tussen alle teamleden, vanwege de platte structuur van alle betrokken MKB-bedrijven. Activiteiten die gezet zijn: afspraken vastleggen tussen alle projectpartners, coördineren van R&D-werk, ketenpartners betrekken, planning, budgetbewaking, inkopen van materialen en externen, kennis goed vastleggen, administratie en financieel management. Voor disseminatie-activiteiten zie ook informatie verderop in het verslag.

Deliverables:

- 1a. Vastgelegde afspraken in de keten (contracten)
- 1b. Vastgelegde kennis
- 1c. Voortgangsverslag
- 1d. Disseminatie materiaal (t.b.v. spreiding concept)
- 1e. Administratie
- 1f. Eindverslag

Ad 1a: De afspraken zijn vastgelegd in een door alle partijen getekende samenwerkingsovereenkomst.

Ad 1b: De resultaten zijn onderling gedeeld en deels verwerkt in publicaties.

Ad 1c: Gedurende de uitvoering van WP1 is in onderling overleg en na tussentijdse evaluatie van de voorlopige resultaten besloten formeel een positief oordeel te geven voor uitvoering van WP2.

Ad 1d: Publicatie door TUE, vermelding op websites van de deelnemende bedrijven en deelname aan seminar/beurs.

Ad 1e: opgelagen in projectadministratie. Ad 1f: zie onderstaand.

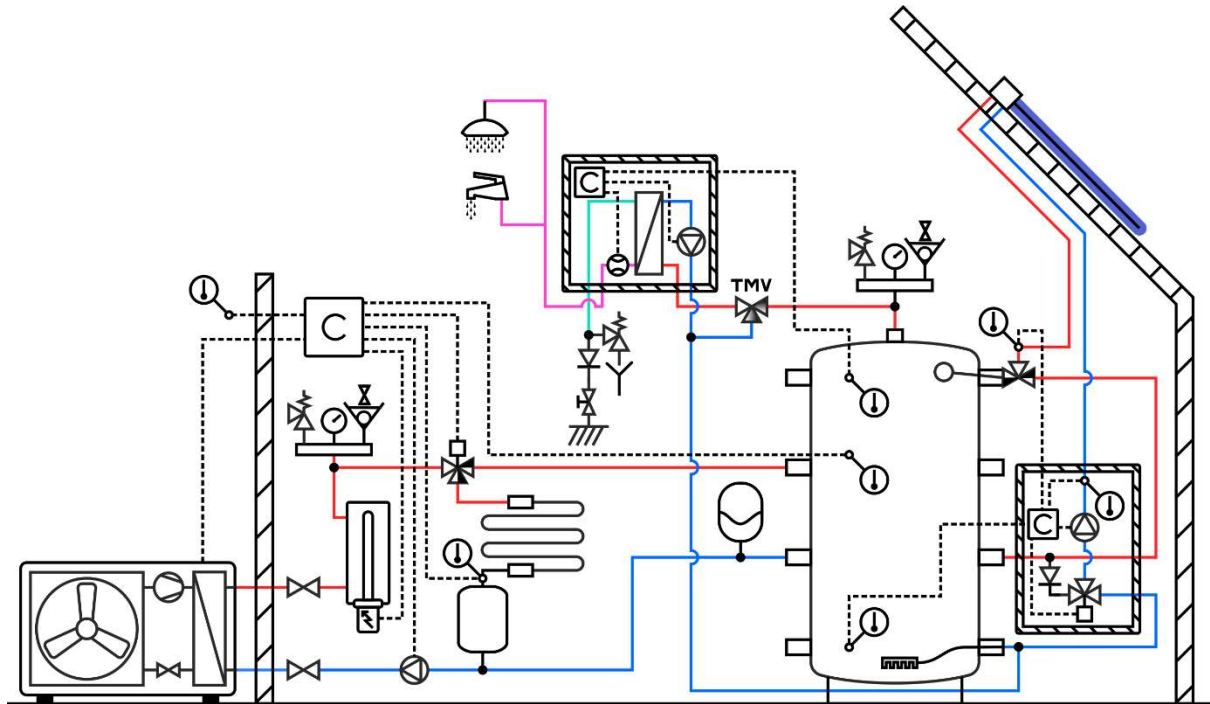
Werkpakket 2; Prototyping TDV Direct Solar System

Er zijn, met behulp van het onderzoeksprototype van de zonneboiler op locatie van Conico (foto rechts), verschillende mogelijke configuraties getest van het systeem, waarbij de hoofdconclusie was



dat een gezoneerde belading van het opslagvat mogelijk was zonder veel extra materiaalkosten voor het product, en dat deze gezoneerde belading zeer positief uitpakt, zowel uit praktisch oogpunt als vanuit het oogpunt van opbrengst/efficiëntie.

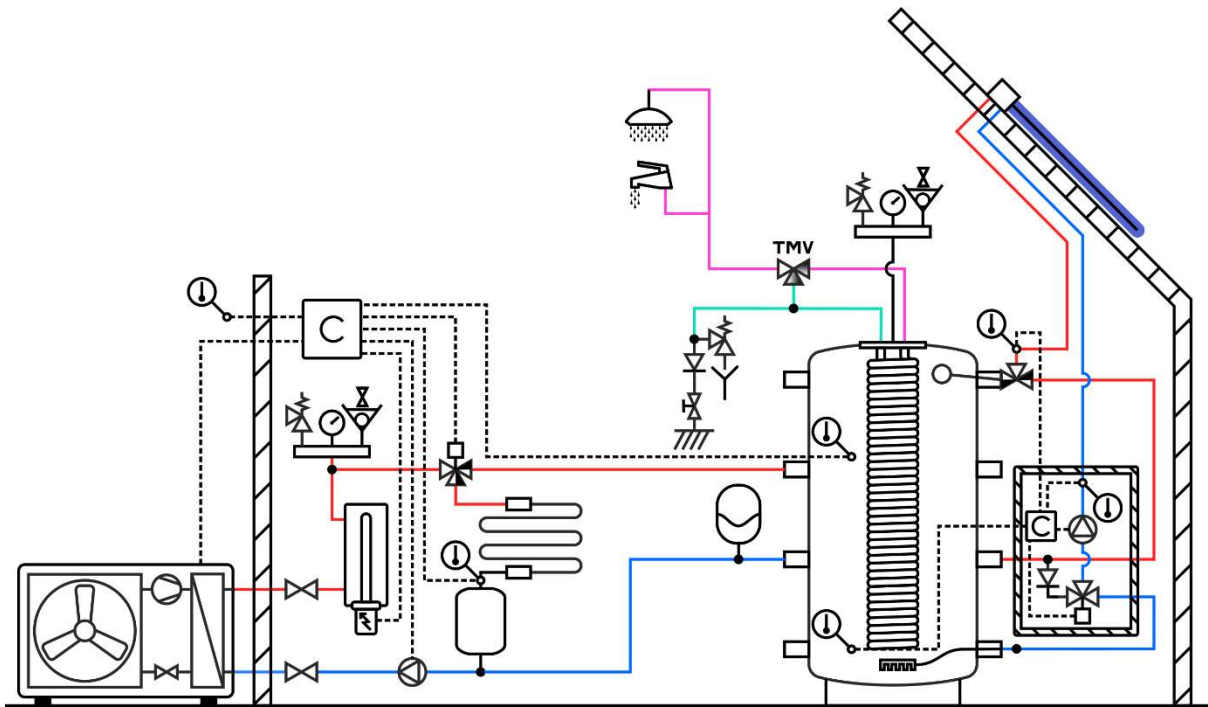
Met deze gezoneerde belading wordt de bovenste zone (2/3 van het tankvolume) beladen via het multi-pass principe, zoals beschreven in de projectaanvraag, en wordt de onderste zone beladen op een conventionele single-pass manier. Het schema van het definitieve systeem (in een uitvoering in combinatie met een lucht-water warmtepomp) is geworden:



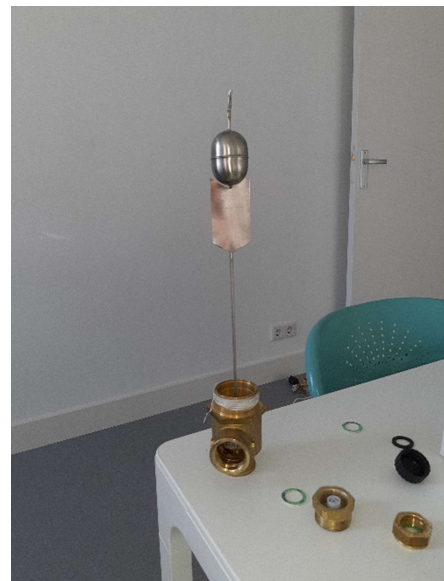
De werking van dit systeem wordt d.m.v. een animatie beschreven op deze website:

<http://www.conico-renewables.nl/nl/enduser/renewable-heat-solutions>

Om dit systeem, dat onder de naam DMP (Direct Multi-Pass) Zonneboiler op de markt gebracht wordt, voor een bredere markt aantrekkelijk te maken, willen we het niet alleen met een buffervat in combinatie met een externe warmwaterunit aanbieden, maar ook met een vat met tapspiraal. Bij leverancier TWL Technologie GmbH hebben we een geschikt vat gevonden in het standaardassortiment, waarmee we het systeem kunnen bouwen volgens onderstaand schema;



Om het systeem met een tank met tapspiraal te bouwen, zoals aangegeven in het schema, is een speciale versie van de TDV ontwikkeld met een kortere actuator, zodat deze niet de tapspiraal raakt. Hoewel dit vooraf een kleine ontwikkelstap leek, leverde dit onverwacht problemen op, doordat de TDV met kortere actuator bleek te gaan stuiten tijdens het schakelen, en daar niet meer vanzelf uit kwam. Om dit te verhelpen is er een vin toegevoegd (zie foto rechts), waardoor er meer kinetische energie afgegeven wordt aan het water in de tank tijdens het schakelen, waardoor het stuiten voorkomen wordt.



Om het systeem ook voor horizontaal gepositioneerde vaten geschikt te maken, is er gezocht naar een vat met tapspiraal waarin de TDV geïntegreerd kon worden. Bij leverancier OEG hebben we een standaardvat (plaatje links) gevonden waarin de TDV geïntegreerd kan worden, hiervoor was het echter niet alleen noodzakelijk om de kortere actuator te gebruiken, maar ook de slag van de actuator te beperken, maar uiteindelijk is het gelukt om het systeem ook

geschikt te maken voor deze horizontaal opgestelde vaten.

Een in 2017-2018 uitgevoerd renovatieproject van NRGTEQ bood de mogelijkheid versneld onderzoek te doen naar de toepassing van meer traditionele koudemiddelen in een brine-water-warmtepomp i.c.m. een PVT-dak en o.a. horizontale opslagtanks. Deze locatie maakt geen deel uit

van het TDV Zegsy-project, maar heeft wel mede bijgedragen aan de inzichten in de beperkingen van dergelijke componenten in een huisinstallatie.

Op de eigen locatie van NRGTEQ is samen met Conico een testopstelling gebouwd op basis van een brine-water-warmtepomp van 6kW met als koudemiddel R513A en verschillend fabricaat verticale boilers met tapspiraal. De warmtepomp is naast een condensor-warmtewisselaar ook voorzien van een de-superheater en subcooler, elk met een eigen circulatiepomp, mengklep en aansturing.

Uit het onderzoek naar geschikte koudemiddelen is op basis van de chemische en thermische eigenschappen een selectie gemaakt, welke nader verfijnd is op basis van toepasbaarheid/vrijgave voor de in de warmtepomp toegepaste materialen en componenten, voldoende beschikbaarheid en betaalbaarheid.

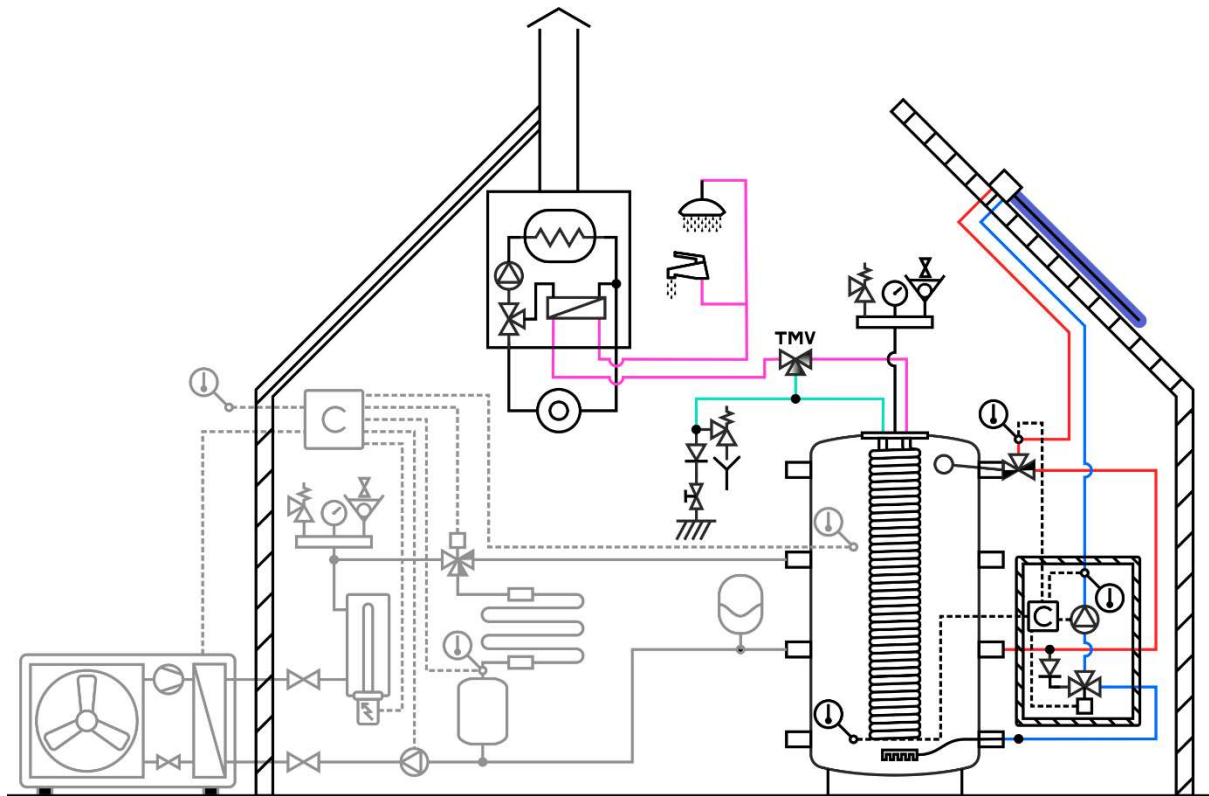
Het koudemiddel R513A behoudt voldoende werkdruk bij lagere brontemperaturen, maar heeft daarentegen een relatief geringe stijging van de werkdruk naar de gewenste temperaturen aan de afgiftezijde en heeft een laag GWP (631 t.o.v. de meer gangbare koudemiddelen (R134A: 1430, R407C: 1774 en R410A: 2088).

Het behoud van werkdruk aan de verdamperzijde is uitermate relevant, aangezien in de bestaande bouw de realisatie van een bronsysteem in veel gevallen binnenstedelijk niet mogelijk is en er gezocht wordt naar alternatieve energiebronnen, bijv. heat-pipes en PVT-panelen, welke in het verwarmingsseizoen slechts in (zeer) lage aanvoertemperaturen kan voorzien.



Op basis van het onderzoek en de uitgevoerde test is het koudemiddel R513A ook geschikt hogere temperaturen (tot 70 graden) te leveren, passende bij oudere, hoog-temperatuur afgiftesystemen, zoals vaak aangetroffen in bestaande woningen of tapwaterproductie.

Uit ervaringen van 040 Groep met renovaties waarin een CV ketel vervangen wordt door een warmtepomp (woning van het gas afhaken), is gebleken dat dit vaak een ingrijpende/kostbare zaak is. Om deze grote stap voor consumenten in stukken te kunnen hakken, hebben we de DMP Zonneboiler ook geschikt gemaakt als voorverwarmer voor een CV ketel, die in de toekomst eenvoudig omgebouwd kan worden naar de combinatie met een warmtepomp, zie schema onder;



Om het systeem praktisch te maken voor de installateur, moet het DMP Solarsysteem eenvoudig en snel te monteren zijn in de technische ruimte. Na onderling overleg is er besloten te gaan voor een ontwerp van een pomp unit in een EPP behuizing, die op de tank gemonteerd wordt, waarbij de verbinding met de TDV bovenin de tank, en met de aansluiting onderin de tank d.m.v. voorgebogen buizen plaatsvindt. In het plaatje rechts een plaatje uit 3D ontwerpsoftware hoe het DMP solar systeem eruit komt te zien, gemonteerd op een vat.



Wat betreft de collector gaat de keuze uit naar heat-pipe

vacuumbuiscollectoren, omdat deze het meest geschikt zijn voor het nachtcirculatie vorstbeschermingsprincipe; door het gebruik van heat-pipes hoeft alleen de 'manifold' tegen vorst beschermd te worden, waarvoor maar zeer weinig energie nodig is, en er is geen gevaar voor verstopping ergens in de collector (geen parallelle kanalen) wat tot vorstschade zou kunnen leiden. Daarnaast zijn deze collectoren zeer economisch, en via veel kanalen te verkrijgen. Uit onderzoek op de TU/e (zie bijlage afstudeerverslag Rutger Degenhart) is gebleken dat de efficiëntie van heat-pipe collectoren zeer sterk afhankelijk is van de stroming, doordat de warmteoverdracht in de manifold

cruciaal blijkt; bij hoge stroming (> 2 l/min) is de efficiëntie ongeveer 30% hoger dan bij stilstand. Op basis hiervan is de regeling van de DMP Zonneboiler aangepast zodat er vrijwel altijd circulatie gedurende de dag (veelal in bypass gedurende de multi-pass mode), om de efficiëntie te maximaliseren.

De voorkeurscollector is vacuumbuis-heatpipe collector met CPC spiegels. Omdat deze nog beter is in het bereiken van hoge temperaturen, en ook economischer is omdat er maar weinig buizen nodig zijn, en spiegels goedkoper zijn dan buizen (het grote nadeel van CPC collectoren is dat ze niet te gebruiken zijn in combinatie met glycol, vanwege de zeer hoge stagnatie-temperaturen, iets waar ons water-gebaseerde systeem geen last van heeft). Voor vlakke daken zien we echter dat CPC collectoren niet zo aanspreken bij de consument, omdat deze onder een hoek moeten staan (vanwege het schoonregenen van de spiegels). Voor vlakke daken bieden we daarom een vlakliggende vacuumbuis-collector aan zonder CPC spiegels, waarbij we de buizen in oost-west richting leggen, zodat er weinig licht tussen de buizen door valt, en het dakoppervlak dus zeer goed benut wordt. Vlakliggende collectoren hebben het bijkomende voordeel dat er maar weinig ballast benodigd is, wat kosten bespaard en minder eisen stelt aan de dakconstructie. Omdat de collectoren met heatpipes werken, kunnen ze echter niet volledig vlak liggen, op de TU/e zijn verschillende typen vacuumbuis onderzocht om de minimum opstellingshoek te bepalen. Op basis hiervan hebben we een type collector geselecteerd dat met een hoek van slechts 5 graden nog goed functioneert.

Op de TU/e is daarnaast een modelstudie gedaan om de jaarprestaties van het systeem te bepalen, en ook een nieuw concept te onderzoeken waarin de DMP Zonneboiler gecombineerd wordt met een 4^{de} generatie stadsverwarmingsnetwerk, hieruit blijkt dat de jaarprestaties zeer goed zijn, en de combinatie met een stadsverwarmingsnetwerk met lage voorlooptemperatuur (bv. 40 graden) zeer veelbelovend is, en uitnodigt tot verder onderzoek.

Werkpakket 3: Pilot testing

Pilot 1:

De eerste pilot-locatie is gerealiseerd in April 2019 in Aalst/Waalre door 040 Groep en Conico. Het betreft een twee-onder-één-kap huis, bewoond door een gezin met 2 kinderen. Het systeem bestaat uit een horizontaal liggende vacuümbuis collector met een oppervlak van 5,0 m², gecombineerd met een buffervat van 300 liter, met een Conico Warmwater Unit voor de bereiding van het warm tapwater. De DMP Zonneboiler wordt gecombineerd met een 16 kW lucht-water



warmtepomp, die de verwarming van de woning verzorgt, en de back-up warmtebron is voor de tapwaterbereiding. Achter de vlakke collector zijn witte tegels geplaatst, om te proberen een hogere opbrengst te verkrijgen, doordat licht dat tussen de buizen door valt deels terugkaatst op de buizen.

Het systeem is nog gebouwd met 1 zone, met alleen multi-pass belading, volgens het schema uit de projectaanvraag.

Dit systeem wordt gemonitord (warmte uit zonnecollector, warmte uit warmtepomp tijdens tapwaterbereiding-modus, warmte naar tapwaterunit voor warm tapwaterbereiding), uit de resultaten blijkt dat het systeem t/m september zeer goed gefunctioneerd heeft, en de warmtepomp slechts een paar dagen



aan heeft hoeven springen. Vanaf begin oktober zakt de efficiëntie echter in, omdat de buizen dan in elkaars schaduw komen te vallen. De winterprestaties vallen hierdoor tegen, in 2020 verwachten we dit systeem te upgraden naar het commerciële systeem zoals het op de markt komt, met de extra zone onderin voor single-pass belading, we zullen dan een vergelijking kunnen maken in de prestaties, en verwachten vooral in de winter een sterke verbetering.

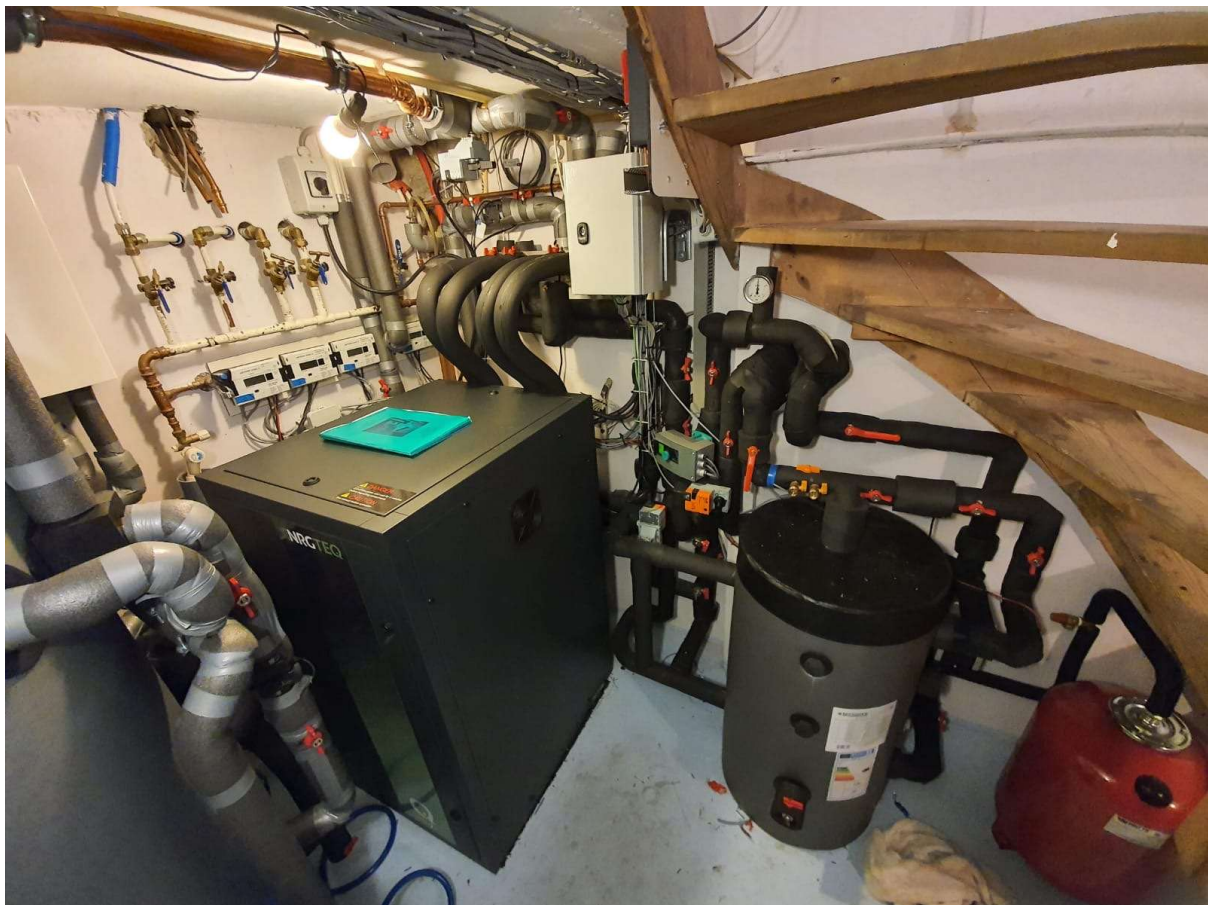
Het project aan de Molenstraat te Oirschot is een combinatie van een traditionele bodembron (gesloten systeem) i.c.m. met een PVT-dak en een brine-water-warmtepomp van 20kW. Het betreft een vrijstaande woning (4 bewoners) in het historische centrum met gedeeltelijk na-geïsoleerd dak ($R_c = 6$), op de bbg voorzien van vloerverwarming en/of laag-temperatuur convectoren.

Gegeven de eigenschappen van een PVT-collector, de beschikbare ruimte voor een bronsysteem en de verwacht benodigde verwarmingscapaciteit, is gekozen voor een combinatie van beide systemen, waarbij het bronsysteem kleiner dan normaal is uitgevoerd. Het PVT-systeem zal volgens ontwerp in de zomer het bronsysteem laden (er is geen koelvraag) en in het tussenseizoen als bron voor de warmtepomp dienen; enkel in de winter zal het bronsysteem de warmtepomp van voldoende energie voorzien.

De TDV is i.s.m. Conico geplaatst voor de tapwaterboiler welke relatief een geringe inhoud heeft i.v.m. de beperkte ruimte die beschikbaar was, echter nu niet aan de zijde van de collector, maar aan de condensorzijde van de warmtepomp.

In de praktijk bleek het debiet van de warmtepomp aan de condensorzijde te hoog voor de TDV en traden ongewenste vibraties op; de eerdere oplossingsrichting in de vorm van het toevoegen van een vin was onvoldoende en was niet verder door te ontwikkelen.

Wel zijn diverse laadstrategieën besproken en is de eerste in de vorm van een aangepaste besturingssoftware ontwikkeld en geïmplementeerd, waarbij de gebruiker op basis van persoonlijke voorkeuren de actieve inzet van de warmtepomp voor tapwaterbereiding kan instellen.



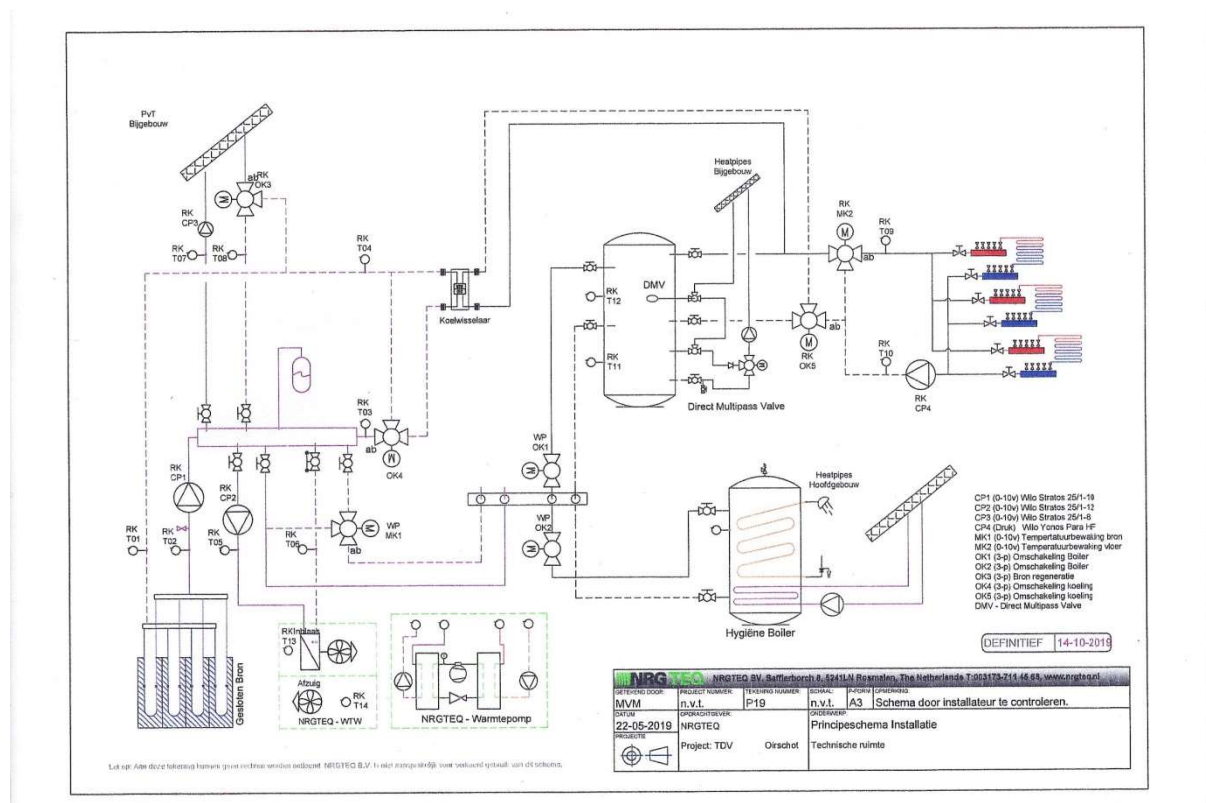
Nadat het project reeds in uitvoering was, heeft het Fraunhofer Instituut verzocht aan te kunnen sluiten en de resultaten op te nemen in een 3-jarig internationaal onderzoek naar de optimale inzet van de combinatie PVT – warmtepomp.

Als gevolg hiervan worden door het Fraunhofer Instituut aanvullende metingen verricht m.b.t. bijv. zoninstraling en komen deze data ook aan NRGTEQ beschikbaar; op basis hiervan kan de laadstrategie in de toekomst verder verfijnd worden.

Pilot 4: Evenheuvel - Oirschot

Het betreft een nieuwbouw (2019) vrijstaande woning (5 bewoners) met laag-temperatuur-verwarming en koeling. De toegepaste warmtepomp is een brine-water-warmtepomp met een vermogen van 10kW.

De installatie is mede gebaseerd op de ervaringen van pilot 3 en kent het volgende prinsipschema:



In dit schema heeft het TDV een eigen circuit met bijpassend debiet. De inzet is nu gericht op het zoveel mogelijk ondersteunen in verwarmingsbedrijf, waarmee de inzet van de warmtepomp verminderd wordt.

Voor de aansturing van de verschillende componenten is de regelsoftware uitgebreid en voorzien van een klokprogramma voor de actieve inzet van de warmtepomp. In de toekomst zal dit verder op basis van weersverwachting geoptimaliseerd worden en ontstaat er een interessant vergelijk tussen de beide installaties, waarvan de een op feitelijke zoninstraling gestuurd wordt en de ander op basis van verwachte zoninstraling.