



Openbaar eindverslag DEI+ demonstratieproject [DEI721005]



Demonstratie Tarnoc Turbineketel [Demo TTK]

28-08-2023

Een DEI demonstratieproject voor de Topsector Energie van:

Tarnoc B.V.
Molengraaffsingel 12
2629 JD Delft

Gegevens project

TSE subsidieregeling:	Demonstratie energie- en klimaatinnovatie (DEI+)
Programmalijs:	2. Aardgasloze woningen, wijken en gebouwen
Soort project:	Demonstratieproject
Referentienummer:	DEI721005
Projecttitel:	Demonstratie Tarnoc Turbineketel [Demo TTK]
Penvoerder:	Tarnoc B.V.
Medeaanvragers:	Stichting Alwel, Stichting Area Stichting Brabantwonen Stichting Casade Stichting Stadlander Stichting Zayaz Stichting WonenBrebung Tiwos Tilburgse Woonstichting Merford Acoustic Materials B.V.
Begin- en einddatum project:	16 juli 2021 – 30 april 2023

Uitgangspunten en doelstelling

Het doel van dit demonstratieproject was om de Tarnoc Turbineketel te testen binnen een reële praktijksituatie, alvorens er significant wordt geïnvesteerd in de doorontwikkeling en markttoetreding.

In dit project zal Tarnoc demonstreren dat de TTK in verschillende type woningen technisch succesvol kan worden toegepast. Bij succes wordt na dit demonstratieproject de TTK opgeschaald en gecommmercialiseerd.

De beoogde resultaten van dit demonstratieproject zijn daarmee:

1. De realisatie van een demonstratieopstelling van 8 TTK's in typen woningen, waaronder de laatste uitontwikkeling van de TTK.
2. Demonstratieresultaten van de TTK, met een aangetoonde werking voor het vervangen van de cv-ketel in diverse huizen.
3. Een rapport rondom de functionele en technische specificaties van de installatie, en een geëvalueerd businessmodel ten behoeve van verdere ontwikkeling en opschaling.
4. Een onderbouwde Go/NoGo beslissing over opschaling en commercialisatie van de technologie.

Behaalde resultaten, knelpunten en perspectief

Werkwijze:

WP1. Uitontwikkeling TTK

1.1 Doorontwikkeling Ontwerp

Op basis van de ervaringen opgedaan tijdens de eerdere pilot test, heeft Tarnoc een uitgebreide lijst van potentiële verbeteringen samengesteld. Deze verbeteringen zijn stuk voor stuk door het ontwikkelteam van Tarnoc geïmplementeerd in het definitieve ontwerp van de Turbineketel. Voor bepaalde onderdelen kon het merendeel van het ontwerp digitaal worden uitgewerkt met behulp van 3D CAD-tools. Voor andere onderdelen, zoals de condensafvoer, is er uitgebreid geëxperimenteerd met prototypes.

1.2 Doorontwikkeling Slimme Regeltechniek

De ontwikkeling van de regeltechniek is grotendeels in twee fasen uitgevoerd. De eerste fase was gericht op het zo snel mogelijk werkend krijgen van de

regeltechniek, zodat de prototypes getest konden worden. De tweede fase van de ontwikkeling was gebaseerd op de initiële ervaringen en verbeterde simulatiesystemen. Hierbij is een innovatieve stap gezet door een nog niet eerder toegepaste regeltechniek te implementeren in een warmtepomp.

WP2. Demonstratie

2.1 Bouw en Installatie

De bouw van de ketels is in samenwerking uitgevoerd met leveranciers van Tarno. De installatie van de ketels is altijd in samenwerking uitgevoerd met de huisinstallateur van de woningcorporaties. Vaak fungeerde Tarnoc of de installateurs als projectcoördinator voor de installatie. De woningcorporaties hebben de verschillende woningen geselecteerd en het eerste contact gelegd met de bewoners. Vervolgens heeft Tarnoc, samen met een installateur, een bezoek gebracht aan de bewoner om de woning te bezichtigen. Na de bezichtiging werd bepaald of een dergelijke woning geschikt zou zijn voor een Turbineketel. Door de voorselectie die in samenwerking met de woningcorporaties was gedaan, was dit in de meeste gevallen het geval.

Wanneer een woning als geschikt werd beoordeeld, plande de installateur een installatiemoment. Gedurende het voortraject van de installaties waren er twee zaken die de installatie konden vertragen: de beschikbaarheid van de installateurs en het realiseren van een 3-fase aansluiting in de woning. Dit heeft op verschillende momenten vertraging in het installatieproces veroorzaakt. Uiteindelijk is het wel gelukt om voldoende informatie en data te verzamelen om de subsidie succesvol af te ronden.

Bij de daadwerkelijke installatie waren er altijd één of twee engineers van Tarnoc aanwezig, evenals 1 of 2 installateurs. Het uitvoeren van de installaties was altijd een groot leermoment voor Tarnoc. Hieruit zijn ook diverse verbeteringen voortgekomen.

2.2 Demonstratie, Monitoring en Validatie

Gedurende de demonstratie- en monitoringfase van de demonstratie hebben de ketels voor langere periodes gefunctioneerd in woningen als primaire verwarming. Monitoring is uitgevoerd door Tarnoc via het Technische Alternatieve portaal, maar ook door Watch-e als derde partij.

WP3. Techno-economische Evaluatie

3.1 Technische/Economische Evaluatie

De techno-economische evaluatie is uitgevoerd op basis van gesprekken met stakeholders en op basis van de praktische ervaringen opgedaan in de praktijk.

Resultaten:

Tijdens het DEI-traject heeft Tarnoc zich volledig ingezet voor de ontwikkeling van de Turbineketel versie 2. Deze geavanceerde versie heeft aanzienlijke verbeteringen laten zien ten opzichte van de initiële versie:

- **Warmtewisselaars:** De vernieuwde Turbineketel heeft een geoptimaliseerde warmtewisselaar die zorgt voor een efficiëntere warmteoverdracht. Hierdoor is de energieprestatie verbeterd, wat resulteert in een hogere efficiëntie en een lagere drukval.
- **Controllers:** Met de implementatie van de Controller Monitoring Interface (CMI) is er een continue stroom van realtime informatie beschikbaar. Dit maakt snelle aanpassingen en reacties op veranderingen mogelijk.

- **Compressor core:** Er is een nieuw aerodynamisch ontwerp geïntroduceerd voor de ACC en is er gewerkt aan de betere lucht cooling.
- **Omkasting:** De verbeterde omkasting draagt bij aan de duurzaamheid en betrouwbaarheid van de Turbineketel. Bovendien zijn er aanpassingen gedaan om de geluidsoverlast te minimaliseren, wat resulteert in een stillere werking.

Tarnoc heeft met succes acht Turbineketels geïnstalleerd in woningen van de deelnemende woningcorporaties. Deze installaties hebben waardevolle inzichten en data opgeleverd, wat heeft geleid tot diverse verbeteringen in het systeem. Deze 8 woningen worden nu volledig elektrisch verwarmd in het veld.

Echter, er zijn enkele uitdagingen geweest. De geplande start van de demonstratiefase in november 2021 werd uitgesteld tot februari 2022, voornamelijk vanwege uitdagingen met de 3-fase aansluiting en de beschikbaarheid van installateurs. Desondanks heeft Tarnoc alle benodigde data kunnen verzamelen en blijft optimistisch over de toekomst van de Turbineketel.

Na een grondige techno-economische evaluatie, in samenwerking met de 8 woningcorporaties, is geconcludeerd dat Tarnoc zich de komende twee jaar richt op het verder optimaliseren van de ketel.

Foto's van een deel van de installaties:





Bijdrage aan de doelstelling van de TSE-regeling

Gemiddeld gebruikt een oude kleine tot middelgrote woning in Nederland per jaar 1.420 m³ aardgas, voor zowel ruimteverwarming als warm tapwater. Om een betere vergelijking te kunnen maken, wordt dit hieronder omgerekend naar kWh: 1.420m³ is dan gelijk aan 13.872 kWh. Uitgaande van het gebruik van aardgas levert dit een uitstoot gelijk aan 2.684 kg CO₂ per woning per jaar op (aardgas: 1,890 kg CO₂/m³).

De Tarnoc Turbineketel verbruikt geen aardgas, maar elektriciteit. Om aan eenzelfde warmte- en warm watervraag te kunnen voldoen, is naar verwachting gemiddeld 5.740 kWh per huishouden per jaar nodig (energiereductie van 8.832 kWh, ofwel 64%). Uitgaande van de huidige energiemix (0,340 kg CO₂/kWh volgens NTA 8800, 2020) leidt dit tot een CO₂-uitstoot van 1.714 kg CO₂ per woning per jaar, een reductie van 36%. Wanneer wordt uitgegaan van een woning die tevens investeert in zonnepanelen (situatie: 12 panelen, elk 330Wpiek, jaaropbrengst (0,85) van 3.366 kWh), is de CO₂-reductie 75% en de energiereductie 86%.

	Geschat verbruik bestaande woning cv-ketel	Geschat verbruik bestaande woning TTK	Geschat verbruik bestaande woning TTK + PV (12x 330W_{piek})
Verbruik aardgas (m ³ /jaar)	1.420	-	-
Energieverbruik cv (kWh/jaar)	13.872	5.040	5.040
CO ₂ -uitstoot (kg/jaar)	2.675	1.714	569
CO ₂ -uitstoot in 5 jaar (kg)	13.376	8.569	2.846

Figuur: vergelijking energieverbruik en CO₂-uitstoot cv-ketel en TTK in bestaande woning

Spin-off binnen en buiten de sector

Tapwater systemen

De afgelopen periode hebben we veel aanvragen ontvangen van partijen met een grote tapwaterbehoefte zoals sportaccommodaties, ziekenhuizen, hotels, etc. Samen met deze partijen hebben we een aantal business cases doorgerekend. Hieruit is naar voren gekomen dat het (relatief) hoge vermogen en hoge watertemperatuur interessant is voor diverse partijen om over te stappen van aardgas naar elektrisch opwekken van warm water. Er zitten een aantal pilot testen in de pipeline.

(hybride) Blokverwarming

We ontvangen veel aanvragen voor (oudere) appartementencomplexen en portiekwoningen met een centrale stookruimte om over te stappen naar (bijna) aardgasvrij verwarmen en tapwaterproductie. Het gaat hier om gebouwen met hoog temperatuur afgiftesystemen in de woningen en een energielabel B/C of minder waardoor verwarmen op een lage temperatuur met een traditionele warmtepomp economisch niet haalbaar is. Veelvoorkomend is een centrale stookruimte met een aantal geschakelde cv-ketels. De Turbineketel kan een 1-op-1 vervanger zijn voor de binnen opgestelde cv-ketels en kan in een geschakelde opstelling hoge vermogens en hoge temperaturen leveren. Optioneel in een hybride opstelling waarbij 90% van de warmte elektrisch kan worden opgewekt.

Utiliteit en maatschappelijk vastgoed

Bij bedrijven en gemeenten is een grote diversiteit aan gebouwen: monumenten, bedrijfsruimtes, kantoren, scholen, sportaccommodaties, etc. en de huidige oplossingen (weer) complex. De techniek van de Turbineketel laat zich goed opschalen naar grotere vermogens waarmee het mogelijk is om een hoge temperatuur oplossing te bieden om zo 1-op-1 gas-ketels te vervangen. Met name bij deze groep is de komende versie van de Turbineketel snel toepasbaar omdat er vaak een grote technische ruimte en een 3-fase

aansluiting aanwezig zijn. Tarnoc heeft met diverse gemeenten, sportaccommodaties, en bedrijven intentieovereenkomsten en pilot afspraken lopen.

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.