

Openbaar eindrapport

Marktrijp ontwikkelen van varende warmte (TEGB114015)

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Slimme opslag en transport van warmte TEGB114015

Industrial Energy Experts heeft het concept van 'varende warmte' gelanceerd. Met dit slimme concept wordt de Nederlandse waterinfrastructuur ingezet om restwarmte op een efficiënte manier te gebruiken voor het verwarmen van woonwijken. Het idee bestaat uit opslag van warmte in Phase Change Material (PCM). Het innovatieve deel van het concept zit onder andere in het opslaan van warmte op een hoog temperatuurniveau (80 tot 90°C), al dan niet in combinatie met het vervoer van warmte per schip.

Consortium

Het consortium dat het concept heeft ontwikkeld, bestaat uit Industrial Energy Experts, DWA, ECN, Bronswerk Heat Transfer, Havenbedrijf Amsterdam, INB Group, HVC en Deen Shipping. De belangstelling voor het concept is groot. Dit is goed verklaarbaar: de vrijheidsgraden om (rest)warmte te transporteren en op een hoog temperatuurniveau vast te houden, worden enorm verruimd. Zowel afstand als tijd speelt in veel mindere mate een rol als bij de 'klassieke' oplossing: de afstandleiding. Bovendien is het concept makkelijker op te schalen dan een afstandleiding in een aanloopfase, met als positief gevolg dat de kapitaalslasten doseerbaarder en lager zijn.

Schaalvergroting

Het innovatieve deel van het project zit zowel in het toepassen van nieuwe PCM's die geschikt zijn voor de hogere temperaturen als de schaalvergroting. Ter vergelijking: de huidige opslag/transportmodaliteit bestaat uit een 20-voets container, waarin circa 10 GJ warmte bij een temperatuur rond 57 °C kan worden opgeslagen. Voor een succesvol vervolg van het concept is schaalvergroting noodzakelijk, waardoor zowel de kapitaalslasten als de exploitatiekosten afnemen.

Toepassingen

Zowel vanuit de lokale overheid (provincies) als warmtebedrijven, de industrie en afvalverwerkers is belangstelling voor het concept. Vanuit de industrie is ook de statische toepassing voor de opslag van proceswarmte van belang: verbetering van de warmtehuishouding, waardoor de energie-efficiency toeneemt. Opvallend is de breedte waarin toepassingen mogelijk zijn. Industriële partners opteren eerder voor hogere temperaturen; gebruikers in de gebouwde omgeving kunnen volstaan met lagere temperaturen. Dit geeft een eigen dynamiek.

Behaalde resultaten

Tijdens de ontwikkeling van het project werd duidelijk dat de keuze voor een PCM, dat voldoet aan alle vereisten, de kritische succesfactor is. De combinatie van de belangrijkste aspecten, te weten een hoge energiedichtheid, lage prijs, ongevaarlijk en optimale warmte (opladen / ontladen) kenmerken is moeilijk te bereiken. Volgende ontwikkelingsstappen zijn onderzoek naar en ontwikkeling van de PCM (opslagdichtheid, temperatuur, stabiliteit, warmteoverdracht) in combinatie met de warmtewisselaar en opslagvat (tank). Op dit vlak zijn reeds grote stappen gemaakt om de technische prestaties te verbeteren, om de kosteneffectiviteit te verhogen en de productie van PCM, warmtewisselaar en tank montage te industrialiseren. Een rekenmodel voor de warmteoverdracht is gemaakt en kan worden gebruikt voor de volgende stappen. Op dit vlak is gecoördineerd onderzoek van de TU/e, ECN, TNO en andere Europese partners noodzakelijk en aanbevolen. Ook de warmte prijs voor het varende warmte concept is berekend. Hieruit blijkt dat de winstgevendheid van de business case zou moeten worden verbeterd. Om de warmte prijs te verlagen en / of om de winstgevendheid van de business case te verhogen, zou een subsidie per GJ of per ton CO2 nodig zijn. Pas dan zal de business case van varende warmte aantrekkelijk zijn voor investeerders.

Potentiële demonstratie- en proefprojecten zijn beschikbaar, waarbij de focus ligt op het westelijk deel van Nederland. De combinatie van warmtebronnen in gebieden met zware industrie, binnenvaart en stadsverwarmingssystemen zijn een vruchtbare bodem voor het varende warmte concept. De meest veelbelovende combinaties bevinden zich in de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht. De mogelijkheden voor pilot projecten tonen een totaal potentieel van 2,7 PJ per jaar. In alle gevallen is de warmtevraag in de buurt van waterwegen. Via deze waterwegen zijn de warmtebronnen te ontsluiten. De capaciteit van de warmtebronnen is niet exact bekend in alle gevallen, maar waarschijnlijk voldoende om de onderzochte warmtebehoefte te dekken. Het is niet waarschijnlijk dat

de totale potentiële warmtevraag van 2,7 PJ per jaar de komende tien jaar zal worden ontsloten. Circa 1/3 van het totale potentieel zal leiden tot een meer realistische schatting van 0,9 PJ per jaar. De potentiële markt geïdentificeerd voor het varende warmte concept biedt voldoende basis om het concept verder te ontwikkelen.

Knelpunten

Voor de ontwikkeling van het concept en een demonstratieproject zijn er nog te veel aspecten van de PCM-warmte-opslag technologie die onvoldoende bekend zijn en dus een risico voor een succesvolle verdere ontwikkeling en bijbehorende opschaling opleveren. Dit blijkt niet alleen uit dit onderzoek, maar ook uit informatie en kennis verkregen uit parallelle projecten als Locosto (ECN) en TKI-CCO (TNO) vertonen gelijkwaardige technische en economische uitdagingen.

Een probleem is de volwassenheid van geschikte PCM's. Voor het beoogde temperatuurbereik, zijn er weinig PCM materialen die kunnen voldoen en die tegelijkertijd voldoen aan de andere gestelde eisen. Op dit moment wordt nog geen PCM in dit temperatuurbereik commercieel aangeboden. Daarnaast is geconcludeerd dat het relatief hoge temperatuurniveau voor de faseovergang van het gekozen PCM, geen optimale match heeft met de beschikbare temperatuur van de afvalwarmtebronnen.

Overzicht van de belangrijkste belemmeringen voor grootschalige warmteopslag in PCM materiaal:

- Beperkte beschikbaarheid van PCM's in het temperatuurbereik van 80-120 °C.
- Slechte thermische geleidbaarheid van bulk PCM's.
- Hoge opslagkosten, bestaande uit een warmtewisselaar + PCM.
- Er is geen bewezen langdurige stabiliteit van de mogelijke PCM's.
- Voldoende kennis van de fysische eigenschappen van potentiële PCM's met betrekking tot de toepassing ervan.

Conclusies

- 1 Varende warmte is een innovatief concept dat mensen aan het denken zet over onconventionele oplossingen voor het gebruik van (industriële) restwarmte.
- 2 De schaalgrootte van het varende warmte concept is ongeveer 500 - 1000 GJ per eenheid, die kan worden getransporteerd door een Europa Ila formaat duwbak.
- 3 De meest kritische factor voor het varende warmte concept is de ontwikkeling van high performance PCM, die voldoen aan de eisen van de energiedichtheid, temperatuur, lange termijn stabiliteit, warmteoverdracht, en die tegelijkertijd ongevaarlijk en goedkoop is.
- 4 Verbeteringen worden uitgevoerd op de technische prestaties van de PCM's om de kosteneffectiviteit te verhogen en de productie van PCM, warmtewisselaar en tank montage te industrialiseren. Het uitgevoerde onderzoek biedt een brede basis voor de volgende stappen.
- 5 De warmte prijs van concept is nog steeds te hoog, of: de winstgevendheid van het concept is te laag. Een subsidie per GJ of per ton CO2 kan de business case gezond en winstgevend te maken.
- 6 Samenwerking tussen de Nederlandse en Europese onderzoeksinstituten op het gebied van PCM's is noodzakelijk. Er is nog steeds een groot 'onontgonnen' gebied in de ontwikkeling van commercieel beschikbare bulk PCM's voor industriële toepassingen.
- 7 Locaties voor demonstratie- en proefprojecten in Nederland zijn beschikbaar.

Aanbevelingen

- 1 Voortzetting en intensivering van de ontwikkeling van commerciële beschikbare bulk PCM's voor industriële toepassingen; richten zich op goedkope PCM in het temperatuurbereik van 80-120 °C.
- 2 Intensivering van de samenwerking op het gebied van onderzoek en ontwikkeling PCM tussen ECN, TU/e, TNO en de Universiteit van Bayreuth.
- 3 Intensivering van de samenwerking van de warmteopslag ontwikkeling wordt ondersteund door de programma's van de Nederlandse overheid: TKI-ISPT, TKI-Energo en TKI-Urban Energy (Locosto, Varende Warmte en TKI-CCO projecten).
- 4 Om rekenmodellen voor warmteoverdracht van PCM's (kristallisatie en smelten) te ontwikkelen, met inbegrip van convectie en (verbetering) van de warmtegeleiding.
- 5 Industrialisatie van de productie van PCM, warmtewisselaar en opslagvat om de CAPEX aanzienlijk te verminderen.

Publicaties

De volgende publicaties zijn over dit concept verschenen:

- Warmteduwbak, De Ingenieur, februari. 2014.
- Wie gaat er met de Vernufteling 2014 vandoor? De Scheepvaartkrant, maart 2014.
- Warmteboot bespaart op stadswarmte, Cobouw, maart 2014.
- Warmte per schip naar klant, AD, maart 2014.
- Warmte kan het schip in, Trouw, maart 2014.
- DWA dingt met varende warmte mee naar De Vernufteling 2014, Energiegids.nl, maart 2014.
- Met restwarmte het schip in, Ref. Dagblad, maart 2014.
- Restwarmte per schip, Schuttevaer, juni 2014.
- Restwarmte uit de industrie per schip naar de stad, Technisch Weekblad, juni 2014.
- Concept varende warmte wordt verder uitgewerkt, Cobouw, september 2014.
- Adviesbureau DWA buigt zich over vervoer van warmte per schip, Scheepvaartkrant, november 2014.
- DWA van start met varende warmte, Ref. Dagblad, november 2014.
- Meer inzet op restwarmte, Milieu Magazine, september 2015.
- Investeren in varende warmte, Tijdschrift Milieu, februari 2016.
- Scheepstransport koppelt warmtevraag en -aanbod, nieuwsbrief Topsector Energie, mei 2016.

Neem voor meer informatie over communicatie en publiciteit rondom dit onderwerp contact op met Esther Verhoeven (verhoeven@dwa.nl). Voor inhoudelijke vragen over het thema neemt u contact op met Egbert Klop (egbert.klop@ieexperts.nl).