



Enorme warmtepompen zorgen voor stadswarmte in Scandinavië

26 februari 2019

In verschillende Scandinavische steden worden mega-warmtepompen gebruikt om stadsnetten van warmte te voorzien. Expert Kenneth Hoffmann geeft een overzicht van de ontwikkelingen.

Het warmtenet in de Zweedse havenstad Malmö wordt geëxploiteerd door E.On Fjärrvärme. Hoffmann vertelt dat dit warmtebedrijf met de vorige warmtepompcentrale een les heeft geleerd: “HFK-koudemiddelen worden in de hele EU teruggefaseerd vanwege hun broeikaseffect. Synthetische HFO-koudemiddelen zijn een alternatief met een heel gering broeikaseffect, maar er zijn vraagtekens bij deze nieuwe middelen. E.On koos in dit geval voor zekerheid voor de lange termijn, door warmtepompen met natuurlijke koudemiddelen voor te schrijven.”

Ervaring met ammoniak

De keuze in leveranciers van geschikte systemen daarvoor is beperkt. GEA is een van de ondernemingen met veel ervaring op dit gebied. Die ervaring heeft men opgedaan bij de bouw en het onderhoud van koelinstallaties voor het bewaren van voedingsmiddelen en dranken, een van de hoofdmarkten van de multinational. Het natuurlijke koudemiddel ammoniak (R717) werd al in 1876 voor het eerst gebruikt, in een koelmachine die ingenieur Carl von Linde bouwde voor een bierbrouwerij in Beieren.

Toepassing in warmtepompen

Kenneth Hoffmann begon zijn loopbaan in de vleesverwerkende industrie in Denemarken, nadat hij zijn masters in de koudetechniek had behaald. Twaalf jaar geleden maakte hij een belangrijke overstap door bij Star Refrigeration te gaan werken. Dit bedrijf werd in 1970 opgericht in Glasgow, door drie werktuigbouwkundige ingenieurs. Zij ontdekten dat het koudemiddel ammoniak niet alleen ideaal is voor toepassing in de industriële koudetechniek, maar ook betere eigenschappen heeft voor warmtepompen dan de alom toegepaste synthetische koudemiddelen. In Glasgow ontwikkelde men een warmtepomp die water van 90 °C kan produceren.

Hoge temperatuur in Drammen

Door bevolkingsgroei kreeg Drammen Fjernewarm na 2000 behoefte aan meer warmtevermogen. De warmte werd toen nog geleverd door ketels op biomassa en fossiele brandstoffen, maar men ontdekte dat in de diepte van het naastgelegen fjord het zeewater het hele jaar door een temperatuur van 8 °C heeft. Dat was de aanzet tot een onderzoek naar de toepassing van warmtepompen voor het warmtenet van Drammen. Bedenk daarbij dat elektriciteit in Noorwegen dankzij waterkracht praktisch

volledig uit hernieuwbare bron komt en de elektriciteit voor warmtepompen daardoor nauwelijks CO₂-emissie veroorzaakt. Maarde ingenieurs van Drammen Fjernewarm ontdekten ook dat de keuze van het koudemiddel in een warmtepomp essentieel is. Al bij een minimale koudemiddellekkage van 1 procent sloegen de synthetische koudemiddelen van de gebruikelijke warmtepompen een forse deuk in de milieuvoordelen van een project.

Hoofdbron in het warmtenet

Hoffmann ontwikkelde bij Star Refrigeration een concept voor Drammen dat dit probleem niet had, want hij koos voor ammoniak. Dankzij de gunstige eigenschappen van ammoniak bereikte hij met dit concept ook nog eens een hoge COP, bij een watertemperatuur van niet minder dan 90 °C. Omdat de warmtepompen van Star Refrigeration zo'n hoge eindtemperatuur konden bereiken, kon de warmtepompcentrale de hoofdbron worden in het warmtenet, dat werkt met een retour van 60 °C en een aanvoer van 90 °C. Met een warmtevermogen van 14 MW leveren de warmtepompen 75 procent van de warmteproductie voor het net in Drammen. Tot 2018 was dit project 's werelds grootste warmtepompcentrale met natuurlijk koudemiddel. Nu heeft het Zweedse Malmö die titel. De vraag is natuurlijk voor hoe lang.

Grootste ammoniak-warmtepompcentrale

Vier van de grootste ammoniakcompressoren van GEA leveren in Malmö samen een warmtecapaciteit op van 40 MW. Het is 's werelds grootste warmtepompcentrale op ammoniak. Alhoewel Malmö net als Drammen aan zee ligt, heeft men hier niet gekozen voor zeewater als warmtebron. Diep zeewater met een constante temperatuur zoals bij Drammen is hier niet aanwezig. De nieuwe centrale gebruikt net als de vorige het effluent van de rioolwaterzuivering als warmtebron. De temperatuur van dat water is met 14 °C wat gunstiger dan die van zeewater, maar de toepassing als bron vereist wel maatregelen tegen vervuiling van de warmtewisselaar. E.On koos voor een innovatief systeem van Taprogge, dat de pijpen in de warmtewisselaar mechanisch reinigt met balletjes.



Kenneth Hoffmann in een assemblagehal voor grote warmtepompen.

Afvalcentrale als hoofdleverancier

In het grote warmtenet van Malmö is de afvalenergiecentrale van Sysav met een warmtevermogen van 225 MW de hoofdleverancier. Het retourwater van het warmtenet wordt eerst 'gratis' opgewarmd door de rookgascondensor in de schoorsteen van Sysav, daarna door de warmtepompen, en ten slotte zorgt de stoomcondensor van Sysav voor het bereiken van de gewenste aanvoertemperatuur van 90 °C. De warmtepompen leveren warmte met een variabele temperatuur die kan oplopen tot ruim 70 °C. De warmtepompcentrale zorgt voor een reductie van de CO₂-emissie van 50.000 ton per jaar, en levert de huishoudens die op het warmtenet zijn aangesloten ook nog een jaarlijks voordeel van 250 euro op ten opzichte van een gasketel.

Zoektocht naar warmtebronnen

Zeewater en effluent van een rioolwaterzuivering zijn niet overal beschikbaar. Qua temperatuur zijn het eigenlijk ook niet de beste bronnen. Het interessante van warmtepompen met ammoniak als koudemiddel is dat ze met veel hogere verdampingstemperaturen kunnen werken dan de gebruikelijke warmtepompen met synthetisch koudemiddel. Koelwater van 40 °C uit de industrie is geen probleem bij een ammoniakmachine, en met dit lauwe water is zelfs een heel hoge COP mogelijk.

Voorbeeld in Hengelo

In Hengelo is al een fraai voorbeeld te zien van het gebruik van lauwe koelwater uit de industrie. Koelwater van Akzo Nobel wordt hier via een leiding die onder het Twentekanaal loopt naar woonwijken gepompt, waar warmtebedrijf Ennatuurlijk met ammoniakwarmtepompen van Sabroe water van 75 °C produceert uit het lauwe koelwater.

Datacenters en metro als warmtebron

In Scandinavië is het gebruik van warmte uit datacenters sterk in opkomst. De combinatie van koudelevering aan een industrie

met warmtelevering aan een warmtenet is uiteraard ook aantrekkelijk omdat je tegelijkertijd warmte en koude uit hetzelfde proces verkoopt, en het energiegebruik van de warmtepomp dubbel wordt benut. Hoffmann kent uit eigen ervaring nog een leuke warmtebron. Hij was verantwoordelijk voor het project Islington in Londen. Daar gebruikt men de warme ventilatielucht van de metro. De temperatuur van deze lucht varieert van 18 tot 28 °C. De in Islington geplaatste warmtepomp heeft een warmtevermogen van ruim 1 MW en levert water van 80 °C aan hoge appartementenflats in de nabije omgeving. Een adsorptiesysteem voor ammoniak in de warmtecentrale zorgt ervoor dat er geen ammoniak naar de drukke omgeving kan ontsnappen.

Onderzoekproject in Kopenhagen

Een warmtepomp van 100 MW is heel groot, maar het regionale warmtenet van de metropool Kopenhagen is dan ook enorm. In 2025 wil Kopenhagen energieneutraal zijn en in 2050 moet alle energie in de hoofdstad uit hernieuwbare bronnen komen. Een onderzoek naar de toekomst van het warmtenet gaf aan dat de inzet van grote warmtepompen wenselijk is. Afvalenergiecentrales en biomassa centrales blijven de belangrijkste warmteproducenten voor de Deense hoofdstad, maar men wil niet volledig steunen op deze bronnen.

Proefinstallatie bij rioolzuivering

De inpassing van warmtepompen in het immense warmtenet vergt wel de nodige ontwikkelingsactiviteiten. Voor 100 MW vermogen is er in elk geval niet genoeg water van de rioolzuiveringen beschikbaar. Zeewater is er wel in overvloed in Kopenhagen, maar niet met zulke mooie en constante temperaturen als in de Noorse fjorden. "We gaan eerst een proefinstallatie van 5 MW ontwikkelen die zowel op effluent van een rioolwaterzuivering als op zeewater kan werken," licht Hoffmann toe. "We koelen het zeewater tot 0,5 °C. Het zout in het zeewater moet ervoor zorgen dat de verdampers niet invriest." De verdampers worden gemaakt van titanium. Dat materiaal is niet alleen uiterst goed bestand tegen corrosie, het maakt ook hoge watersnelheden mogelijk, waardoor vervuiling wordt voorkomen.

Extreem hoge leveringstemperatuur

Tegenover de lage temperatuur van de warmtebron staat een extreem hoge leveringstemperatuur. De warmtepomp moet water van 90 °C kunnen produceren. Voor die enorme temperatuursprong gaat GEA werken met een tweetrapsmachine. Voor de ontwikkeling en het testen van de proefinstallatie is een overeenkomst getekend. Partners in het project zijn onder andere het Deens Technologie Instituut, Hofer, Innotherm, Alfa Laval en de Deense Technische Universiteit waar Hoffmann zijn masters in koudetechniek behaalde.

Bron: www.koudeenluchtbehandeling.nl