

# Malmö neemt tweede generatie warmtepompcentrale in bedrijf

*Kenneth Hoffmann over warmtepompen voor warmtenetten*



Hoffmann in de fabriek van GEA in Den Bosch

*In Zweden is de inzet van megawarmtepompen in warmtenetten geen nieuws. Op onze studiereis in 2014 bezochten we in Stockholm de warmtepompcentrale Hammarby met een totaal warmtevermogen van meer dan 200 MW. Het warmtenet van Malmö had een warmtepompcentrale van 40 MW maar in 2012 werd die centrale uit bedrijf genomen. Dat kwam vanwege het synthetische koudemiddel in deze warmtepompen dat onder de Zweedse milieuwetgeving niet meer verantwoord gebruikt kon worden. In januari 2018 ging de centrale weer in bedrijf maar nu met warmtepompen van de tweede generatie. Kenneth Hoffmann, warmtepompspecialist bij GEA, licht de ontwikkeling toe.*

## E.On eiste toekomstbestendige installatie voor Malmö

Het warmtenet in de Zweedse havenstad Malmö wordt geëxploiteerd door E.On Fjärrvärme. Hoffmann vertelt dat dit warmtebedrijf met de vorige warmtepompcentrale haar les geleerd heeft: "Men eiste nu een oplossing met een natuurlijk koudemiddel. De synthetische koudemiddelen, verbindingen van fluorkoolwaterstoffen (HFK, in het Engels HFC), verdwijnen in de EU via een quotumsysteem in de komende jaren. De reden voor de gedwongen uitfasering is het extreem hoge

broeikaseffect van deze zogenaamde F-gassen. Het synthetische koudemiddel HFO is een alternatief met een heel gering broeikaseffect, maar er zijn vraagtekens bij dit nieuwe middel. E.On koos voor zekerheid voor de lange termijn door warmtepompen met natuurlijke koudemiddelen voor te schrijven."

## E.On koos voor zekerheid voor de lange termijn door warmtepompen met natuurlijke koudemiddelen voor te schrijven.

Die keus beperkt het aantal leveranciers. GEA is een van de ondernemingen met een lange ervaring op dit gebied. Die ervaring is afkomstig uit de koudetechniek voor het bewaren van voedingsmiddelen en dranken, een van de hoofdmarkten van de multinational GEA. Het natuurlijke koudemiddel ammoniak (R717 in de vaktaal van de koudetechniek) werd al in 1876 voor het eerst gebruikt in een koelmachine die ingenieur Carl von Linde bouwde voor een bierbrouwerij in Beieren.

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 te gaan werken bij Star Refrigeration. Dit bedrijf werd in 1970 door drie werktuigbouwkundige ingenieurs opgericht in Glasgow. Zij ontdekten dat het koudemiddel ammoniak niet alleen ideaal is voor 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 kon produceren.

## Het warmtenet van de Noorse havenstad Drammen

Door groei van de bevolking kreeg Drammen Fjernewarm na 2000 behoefte aan meer warmtevermogen. De warmte werd toen nog geleverd door ketels op fossiele brandstoffen en biomassa, maar men ontdekte dat in de diepte van het 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 is en de elektriciteit voor warmtepompen daardoor nauwelijks emissie van CO<sub>2</sub> veroorzaakt. Maar de ingenieurs van Drammen Fjernewarm ontdekten ook dat de keus van het koudemiddel in een warmtepomp essentieel is. Bij een minimale lekkage van koudemiddel van 1% sloegen de synthetische koudemiddelen van de gebruikelijke warmtepompen al een forse deuk in de milieuvoordelen van het project..

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.

## 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

Met een warmtevermogen van 14 MW leveren de warmtepompen 75% 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.

## 40 MW voor warmtenet Malmö

Vier van de grootste ammoniakcompressoren van GEA leveren 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 zeewater maar 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.

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 tenslotte 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.



ontwerp van de warmtepompen voor Malmö



De nieuwe warmtepompcentrale van Malmö

De warmtepompcentrale zorgt voor een reductie van de emissie van CO<sub>2</sub> van 50.000 ton per jaar en levert de huishoudens die op het warmtenet zijn aangesloten een jaarlijks voordeel op van 250 euro ten opzichte van een gasketel.

### In het grote warmtenet van Malmö is de afvalenergie-centrale van Sysav met een warmtevermogen van 225 MW de hoofdleverancier

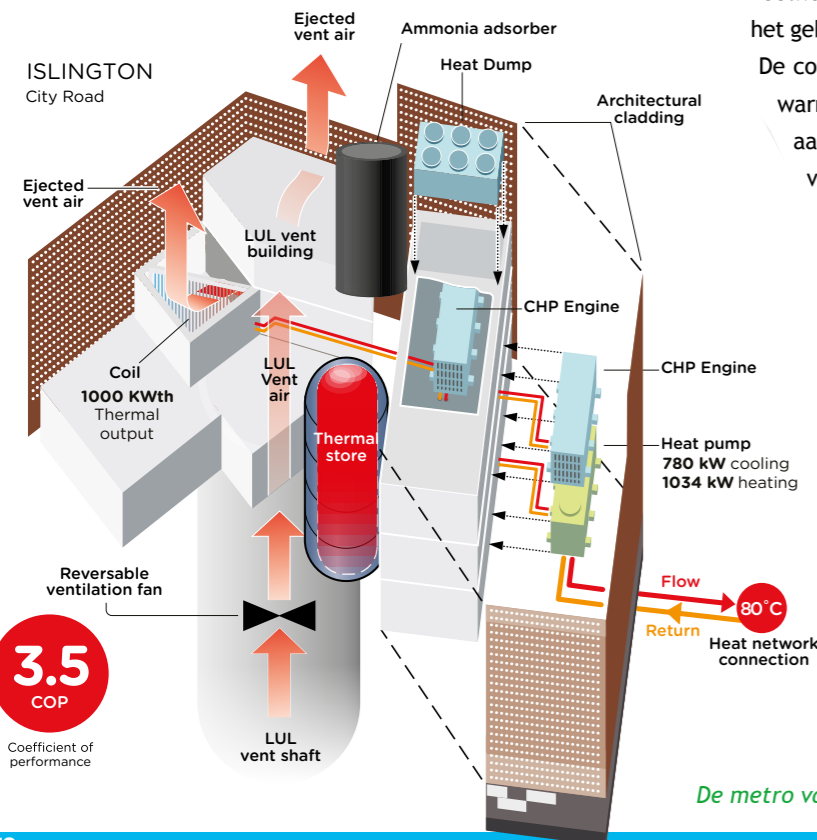
### Creatieve zoektocht naar warmtebronnen

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. In het artikel in dit magazine over het warmtenet in Hengelo is al een fraai voorbeeld van het gebruik van lauwe koelwater uit de industrie beschreven. In Scandinavië is het gebruik van warmte uit data centers sterk in opkomst.

De combinatie van koudelevering aan een industrie met warmtelevering aan een warmtenet is uiteraard ook aantrekkelijk omdat je tegelijk warmte en koude verkoopt uit hetzelfde proces en het energieverbruik 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 gaat.

De metro van Londen als warmtebron (ontwerp Ramboll)



### Onderzoekproject voor 100 MW op 90 °C in Kopenhagen

Een warmtepomp van 100 MW is heel groot. Het regionale warmtenet van de metropool Kopenhagen is dan ook enorm groot. 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 in Kopenhagen. Afvalenergiecentrales en biomassa-centrales blijven de belangrijkste warmteproducenten voor de Deense hoofdstad maar men wil niet volledig steunen op deze bronnen.

### We gaan eerst een proefinstallatie van 5 MW ontwikkelen die zowel op effluent van een rioolwaterzuivering als op zeewater kan werken

De inpassing van warmtepompen in het immens grote 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 boven het vriespunt. 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 maar maakt ook hoge watersnelheden mogelijk waardoor vervuiling wordt voorkomen.

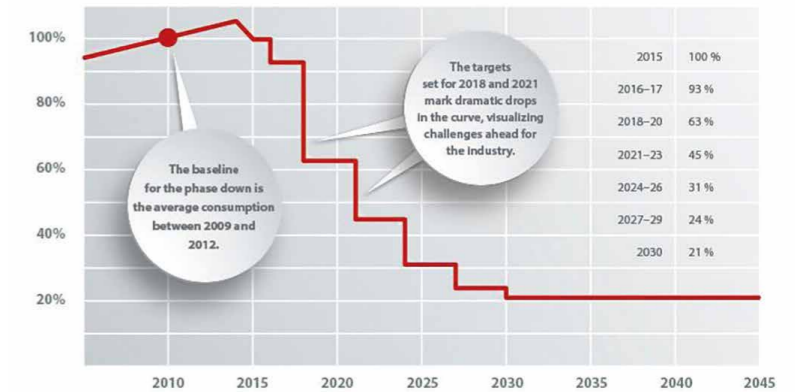
Tegenover de lage temperatuur van de warmtebron staat een extreem hoge leveringstemperatuur. De warmtepomp moet water van 90 °C kunnen produceren. Voor die enorme temperatuursprong gaat GEA werken met een tweetrapsmachine. Voor de ontwikkeling en het testen van de proefinstallatie is een overeenkomst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

### 2018 jaar van de waarheid voor HFK-koudemiddelen?

De EU faseert HFK's via quotering uit. In het quotum wordt ook de inhoud van voorgevulde airco's en huishoudelijke warmtepompen meegerekend. De prijs van HFK's verviervoudigde in 2017 al terwijl er toen nog maar sprake was van een geringe beperking. Hoffmann verwacht dat medio 2018 het echt pijn gaat doen. Het quotum voor 2018 is 63% van het volume van 2015 terwijl dit voor 2017 nog 93% was. Het knelpunt zit vooral bij de koudemiddelen die meer dan 2.500 keer zoveel broeikas-effect (GWP) hebben als CO<sub>2</sub>. Dat zijn nu juist de koudemiddelen die algemeen in warmtepompen en airco's worden toegepast.

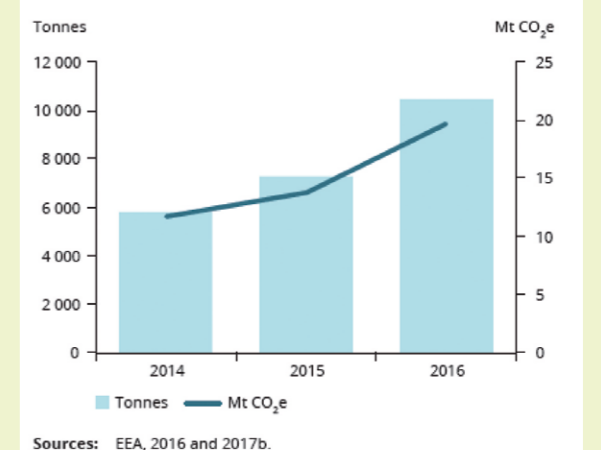
In 2030 is het EU-quotum nog 21% van het gebruikte volume in 2015. Daarbij moeten we bedenken dat HFK's niet alleen als koudemiddel worden gebruikt maar ook andere toepassingen kennen.

### EU HFC Phase-Down schedule



Het quotum voor HFK-gassen maakt in 2018 een grote sprong naar beneden

Figure 3.6 EU imports of fluorinated gases within products and equipment



De import van met HFK gevulde apparaten is de laatste jaren toegenomen (bron EEA Report 20/2017)