

Affaldsvarme. Ny pumpeteknologi kan gøre vindkraft mere effektiv ved at udnytte industriens varme spildevand. En effektiv varmepumpe er guld værd, når der produceres overskuds-el i blæsevejr.

Energi med ekstra skrue

AF SUSANNE BACKER

Formidlingskonsulent, cand.merc.int.

Syd for Oslo arbejdes der på højtryk med at installere en ny varmepumpe til Drammen Fjernvarmeværk. Med en planlagt kapacitet på 14,3 megawatt bliver den sandsynligvis verdens største ammoniakbaserede højtemperatur varmepumpe. Varmepumpen henter det fire grader varme fjordvand ind fra Drammen-fjorden og løfter i to trin temperaturen til 90 grader; en termodynamisk kraftpræstation.

»Ammoniak som kølemiddel har primært to fordele,« uddyber Per Skærbæk, medindehaver af firmaet Cool Partners, som har udviklet konceptet for den nye varmepumpe-teknologi. »For det første er ammoniak et 100 procent naturligt kølemiddel og bidrager ikke på nogen måde til nedbrydning af ozonlaget, sådan som de syntetiske kølemidler gør. For det andet er ammoniak meget effektivt i forhold til at kunne omsætte el til varme, og dermed bruges der også mindst mulig el med reduceret CO₂-udledning til følge,« oplyser han.

Indtil for nylig har ammoniakbaserede varmepumper ikke kunnet levere vand varmere end cirka 70 grader på kommercielt acceptable vilkår. I Drammens Fjernvarmeværks varmepumpe bruges kendt teknologi på en ny måde ved at anvende en såkaldt singleskrue-kompressor i en varmepumpe. Dette nye koncept for varmepumper giver to afgørende forskelle i forhold til tidligere måder at konstruere varmepumper på.

Først og fremmest udbalancerer singleskrue-kompressoren de stærke radial- og aksialkræfter i kompressoren. Det betyder, at de stærke og modsatrettede kræfter inde i kompressoren holder hinanden i skak, så kompressorens enkeltdele ikke udsættes for alt for voldsomme kræfter, som ville betyde et stort slid på de mekaniske dele og dermed store vedligeholdelsesudgifter. Singleskruen gør det muligt at øge trykket meget mere end tidligere. Ammoniakken kan bringes til at kondensere ved 107 grader og kan dermed trække helt op til 90-98 grader varmt vand ud af varmepumpen. Vel at mærke uden at vedligeholdelsesomkostninger ved processen bliver så store, at det vælter økonomien.

SINGLESKRUE-konceptet er forholdsvis nyt i Danmark. I hvert fald er nøgletallene for de nye varmepumper ikke kommet med i Energistyrelsens opdaterede Teknologikatalog fra juni 2010. Teknologikataloget udarbejdes med års mellemrum og er en autoritativ, fælles referenceoversigt over en lang række teknologier, deres nøgletal og potentialer. Data i Teknologikataloget danner således typisk udgangspunkt for teoretiske undersøgelser og sammenligninger af økonomi og effekt af forskellige udviklingsmuligheder inden for det danske energisystem, og mange af Klimakommissionens beregninger har taget udgangspunkt i data fra Teknologikataloget.

I sine anbefalinger er Klimakommissionen i høj grad opmærksomme på det potentiale, varmepumper har, ikke mindst i samspil med vindkraft og fjernvarme. Men man har altså endnu ikke taget højde for de nye pumpetyper. Regeringen har netop fremlagt sit udspil for, hvordan Danmark kan blive uafhængigt af fossilt brændsel. Så meget desto mere haster det med, at alle data rent faktisk er opdaterede, og alle reelle muligheder kommer på bordet. Fra et samfundsøkonomisk perspektiv er det jo ikke lige meget, om eksperterne går ud fra, at en varmepumpe koster otte millioner kroner pr. installeret megawatt, når der allerede nu på markedet fås varmepumper til under det halve, der kan levere meget varmt vand til fjernvarmesystemerne.

Klimakommissionen forventer, at fremtidens energisystem blandt andet rummer endnu større mængder vindkraft end i dag. Et energisystem med store mængder vind producerer el »som vinden blæser«. Der bliver brug for at kunne lagre store mængder el som varmt vand i fjernvarmesystemet, når der er meget vind i systemet, så den kan anvendes, når der ikke er så meget vind.

MEN DE nye varmepumper har endnu en styrke: De anvender spildvarme fra industrien. Ved at anvende vindkraft til at drive varmepumper, der så anvender industrielt spildevand og lagrer varmen i fjernvarmesystemet, kan der opnås en ekstremt effektiv energianvendelse.

»I Drammen løfter varmepumpen det kolde fjordvand fra cirka fire til 90 grader. Men jo mindre temperaturløft en varmepumpe skal

yde, jo bedre virkningsgrad,« forklarer Per Skærbæk. »Og vi har ofte masser af varmt vand lige ved hånden i områder med industrielle køle/varmebehov. Mange virksomheder har spildevand omkring 30-50 grader, og det giver selvsagt meget bedre virkningsgrader at anvende vand, der er 30-50 grader varmt end fire grader koldt norsk fjordvand. I dag bruger virksomhederne både penge og energi på at køle varmt spildevand ned til omkring 10 grader, så det kan sendes ud i kloaksystemet,« fortæller Per Skærbæk.

Det er vanskeligt at bestemme omfanget af den samlede spildvarme fra industrien. Det er for eksempel ikke al den energi, der spildes, som kan udnyttes med rimelige omkostninger. Men af Energistyrelsens undersøgelse *Energibesparelser i erhvervslivet* fremgår det, at dansk industri i 2008 brugte i alt 33,4 petajoule el, svarende til en tredjedel af Danmarks samlede elforbrug, eller den samlede elproduktion fra vedvarende energikilder. Heraf bliver ni procent anvendt til køle/frysetjenester, svarende til 830 gigawatt-timer – eller lidt mere end den forventede årlige produktion fra havmølleparken Horns Rev II.

»Hvis man som et tankeeksperiment antager, at alle 830 gigawatt-timer bliver anvendt i køleanlæg med en gennemsnitlig COP på 3 (se boks), så smider konventionelle køleanlæg 3.320 gigawatt timer lige ud til fuglene. Men hvis der bygges et ekstra kompressionstrin i form af en varmepumpe med en COP på 3 på systemet, og kompressorerne drives af vindkraft, når der er meget vind, så kan varmepumperne producere 4.980 gigawatt varme med et input på 1660 gigawatt-timer vindkraft. Varmen kan så lagres i fjernvarmesystemet. På den måde får vi rigtig meget energi ud af vindkraften og udnytter den industrielle spildvarme og fjernvarmesystemet som en lagermulighed for vindkraften. Det er en fantastisk effektiv måde at anvende vindkraften på,« siger Per Skærbæk.

Adjunkt ved Aalborg Universitet Morten Boje Blarke har haft adgang til en række nøgletal for den nye varmepumpe. De samfundsøkonomiske analyser tegner lovende, mener han: »Samfundsøkonomisk betragtet vil det være særdeles fordelagtigt at anvende ammoniakbaserede varmepumper direkte i fjernvarmeproduktionen under de nuværende

rammebetingelser, hvis de installeres i tilknytning til industriel køleproduktion,« siger Morten Boje Blarke.

Sådan fungerer en varmepumpe

En varmepumpe bygger på de fysiske love for faseskift. Faseskift er for eksempel, når vand bringes til at koge og bliver til damp. Når den varme damp rammer en kølig overflade, skifter vandet igen fase og bliver til væske – det kondenserer. I forbindelse med et faseskift udløses eller bindes energi. Vandet skal tilføres energi for at fordampe, og det afgiver varme, når det kondenserer. Varmepumpeteknologien producerer både kulde, som kendes fra køleskabe; og varme, som er den side af teknologien, der udnyttes i en varmepumpe. Som regel udnyttes kun den ene side, altså enten kulde eller varme.

Varmepumpen leverer mere energi, end den bruger: Dels den energi, som den suger ind i systemet, dels den el, der bruges til at drive kompressoren med. En varmepumpes effektivitet udtrykkes ved *Coefficient of Performance* eller COP. Varmepumpers COP ligger typisk mellem 2 og 5 COP. Det vil sige, at varmepumpen producerer cirka to til fem gange så meget energi, som den har brugt i løbet af processen.



Vindkraft ved Avedøreværket.

FOTO: LARS LAURSEN/BIOFOTO/SCANPIX