

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Fallstudie | VLT® AQUA Drive FC 202

Med eldrift och sektorsanslutning uppnås **flexibilitet och optimerad energianvändning** vid HOFOR

4 MWh

Energilagring

I Köpenhamn har man antagit det ambitiösa målet att bli en koldioxidneutral stad till 2025 – då spelar fjärrvärme en viktig roll. På en visningsanläggning i Nordhavn i Köpenhamn, som förser kryssningsterminaler med fjärrvärme, visar man hur långt man kan komma med eldrift och sektorsanslutning. Danfoss Drives följer fjärrvärmeanläggningen HOFORs (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab) miljömål med frekvensomriktare som säkrar en optimal energianvändning genom reglering av värmekapacitet efter behov.



Med sektorsanslutning och hållbara energikällor nås CO₂-målen

För att kunna nå de globala målen för minskade koldioxidutsläpp måste framtidens el komma från förnybara energikällor som till exempel solkraft och vindkraft. Danmark har redan ett försprång när det gäller produktionen av miljövänlig el, utmaningen handlar mer om hur man ska använda elen när den är tillgänglig. Faktum är att vinden inte alltid blåser i takt med användarnas energibehov. Ibland

producerar vindkraftverken faktiskt mer el än vad som kan användas vid normal förbrukning. De senaste åren har man därför fokuserat på att öka efterfrågan på el genom att ställa om till eldrift i fler sektorer och att förändra elförbrukningen så att den blir mer flexibel.

Ett sätt att skapa en flexibel effektförbrukning är sektoranslutning, där överskottsel kan lagras i andra energisystem. Ett exempel på detta är fjärrvärmeförsöket, där värme-pumpar med värmelagring kan använda

effekten när det är överskott på den, vilket innebär en lägre kostnad. Samt att undvika att använda den vid hög belastning i systemet, t.ex. sen eftermiddag då människor kommer hem från jobbet, tänder lampor och använder hushållsapparater. HOFORs FlexHeat-projekt i Nordhavn i Köpenhamn är ett utmärkt exempel på den här typen av sektorsanslutning. Värmeenergilagringen motsvarar ett "virtuellt batteri" med kapacitet på 4 MWh.



Värmepumpen styrs med frekvensomriktare och levererar varmvatten med en temperatur mellan 70–80°C till systemet, och sedan återförs vattnet till anläggningen med en temperatur på omkring 40 °C. Anläggningen levererades och installerades av Johnson Controls Aps i samarbete med konsulter från COWI A/S.

Fjärrvärme som baseras på grundvattnet

HOFORs fjärrvärmearbetsanläggning i Nordhavn byggdes 2018 som ett visningsprojekt som även försörjer tre kryssningsterminaler och det närliggande UNICEF-lagret med fjärrvärme. Dessa byggnader finns i Nordhavn och är för långt bort från stadskärnan för att det ska gå att effektivt ansluta dem till Köpenhamns fjärrvärmenät. Fram tills nyligen försörjdes byggnaderna med värme från oljeeldade värmeverk som nu ersatts av FlexHeat-anläggningen. FlexHeat är en del av det stora utvecklingsprojektet EnergyLab Nordhavn som subventioneras av danska Energistyrelsen via EUDP (Energy Technology Development and Demonstration Programme). Här ligger fokus på innovativa lösningar för hållbara energi- och fjärrvärmesystem.

Anläggningen uppfyller ett befintligt behov av fjärrvärme, och fungerar också som ett visningsprojekt inom EnergyLab Nordhavn som är tänkt att vara en inspiration för andra städer som övergår till grön energi.

FlexHeat-anläggningen består av en värmepump som drivs med grundvatten som hämtas ur en brunn med ett djup på 150 meter. Det salta vattnet på 10,5 °C pumpas genom en värmeväxlare där ammoniak används som kylmedel. Temperaturen höjs i två steg med två kompressorer. I värmeväxlaren överförs värmen från den kondenserade ammoniak till fjärrvärmevattnet, som sedan leds till förvaringstanken och sedan pumpas ut till kunderna i de tre kryssningsterminalerna och UNICEF-byggnaden.

FlexHeat-anläggningen har också två elektriska värmare som används under särskilda förhållanden för att höja temperaturen på varmvattnet som går ut till konsumenterna. Värmepumpen har en uteffekt på 800 kW och de två elpannorna har en sammanlagd uteffekt på 200 kW. Totalt har FlexHeat-anläggningen en värmekapacitet på 1 MW.

Enligt leveransavtalet måste vattnet vara minst 65 °C varmt när det når den sista konsumenten eller byggnaden i systemet. Värmeförlusten i systemet kan vara större eller mindre beroende på utomhustemperaturen. Anläggningen levererar varmvatten som är omkring 70 °C till systemet. Returvatten är omkring 40 °C när det kommer tillbaka till anläggningen där det värms upp igen.

Värmeförsörjning i olika lägen

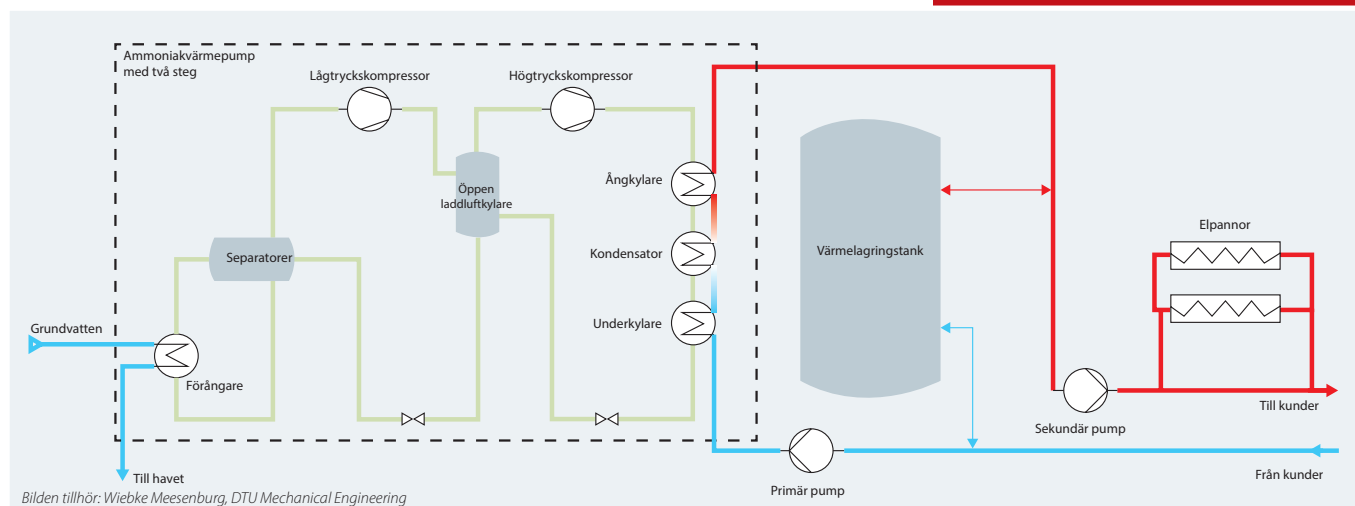
FlexHeat-anläggningen kan köras i sex olika lägen (det sjätte läget används inte i den dagliga driften). Tore Gad Kjeld, energiplanerare på HOFOR, förklarar att den smarta växlingen mellan de olika lägena gör att anläggningen drivs så effektivt och ekonomiskt som möjligt med hänsyn till elpriser och väderprognoser. Läge ett och tre är i stort sett lika, bortsett från att inställningarna skiljer sig något. Principen för dessa två lägen är att värmepumpen levererar värme till kunder och samtidigt lagrar överskottsvärme i tanken. Det här driftläget används när elpriserna är låga.

Läge två erbjuder möjligheten att höja temperaturen på det utgående varmvattnet med hjälp av en elvärmare. Det kan komma väl till pass när vädret är riktigt kyligt och högre temperaturer krävs.

I det fjärde läget levererar lagringstanken värme till kunderna. Om vattnet högst upp i tanken är lite för kallt kan systemet växla till läge fem, där vattnet kan värmas med en elpanna istället för att grundvattenvärmepumpen måste köras. Det är viktigt för systemets flexibilitet, eftersom värmepumpen inte fungerar optimalt när den ofta slås av och på; föredragsvis ska den vara i drift längre tidsperioder. Elpannan möjliggör en liten temperaturhöjning så att anläggningen kan leverera värme från lagringstankarna till kunderna när elpriserna är som högst.



FlexHeat-anläggningen lagrar värmeenergi som motsvarar ett virtuellt batteri på 4 MWh i lagringstanken på 100 kubikmeter till vänster i bild.



FlexHeat-anläggningen kan växla mellan sex olika lägen, vilket gör att anläggningen drivs så effektivt och ekonomiskt som möjligt med hänsyn till elpriser och väderprognoser.

Smart drift säkerställer en flexibel effektförbrukning

Värmeanläggningens driftläge styrs delvis av väderprognosen, och delvis av elpriserna som också speglar statusen för den lokala strömförsörjningen. Priserna är låga när vindkraftverket kan köras på full effekt, och då kan FlexHeat-anläggningen bidra till en högre utnyttjandegrad av grön el. Utmaningen ligger i att inköp av el måste bestämmas en dag i förväg, innan marknaden stänger. Tore Gad Kjeld förklarar:

– Smart drift av anläggningen baseras på elpriser och väderprognoser, där vi tar hänsyn till effektförbrukningen historiskt sett under liknande väderförhållanden. Tillsammans med aktuella driftdata matas dessa uppgifter in i en algoritm som hjälper oss att utarbeta en plan för kommande dagars elförbrukning. Maskinerna lär sig lite åt gången, och blir smartare och smartare tack vare informationen som vi lägger in i systemet. Den här typen av maskininlärning kommer att underlätta för oss ännu mer i framtiden när det gäller drift av anläggningen till gynnsamma elpriser.



VLT® AQUA Drive-enheter kan accelerera värmepumpen från lägsta till högsta uteffekt på bara några få minuter, medan elvärmaren kan justeras uppåt på bara några sekunder, förklarar Tore Gad Kjeld.

Lägre elräkningar och koldioxidutsläpp

Det är svårt att säga exakt hur mycket elräkningarna kommer att sänkas tack vare fjärrvärmesystemet i Nordhavn. HOFORs simulationer visar att med den smarta driften kommer FlexHeat att minska energikostnaderna med 8,9 % till 2022, eftersom de högsta elpriserna kan undvikas tack vare den flexibla effektförbrukningen. I framtiden, när en större del av elkostnaderna utgörs av spotpriser, så kan besparingarna potentiellt bli ännu större. Hur mycket koldioxid kan FlexHeat-anläggningen i Nordhavn undvika att släppa ut i miljön? Tore Gad Kjeld räknar med att besparingarna i dag är cirka 315 ton koldioxid per år jämfört med LPG-gaspannor, som skulle vara det bästa fossildrivna alternativet till fjärrvärme. I framtiden när elproduktionen blir helt miljövänlig är det möjligt att spara upp till 430 ton koldioxid per år.

Omfattande samarbeten kring sektorsanslutning

För sektorsanslutning krävs sammankoppling av flera olika energisystem, i detta fall mellan elleverantören Radius Elnet och HOFORs FlexHeat Nordhavn, med ett gemensamt mål att optimera elanvändningen. Efter en lyckad start ser nu båda företagen över systemens tekniska potential att öka flexibiliteten och optimera användningen av grön energi i ännu större

utsträckning. För tillfället kan man säga att det bara sker indirekt, eftersom HOFOR köper el när priset är som lägst. Nästa steg genomförs när FlexHeat direkt justerar driften av anläggningens värmepump efter nätbehovet för att sälja el. De två företagen håller nu på att utvärdera systemens kapacitet för att nå detta mål.

Nu planerar FlexHeat och Radius att utvidga samarbetet, och har tagit fram en plan som går ut på att den centrala värmeanläggningen avlastar elnätet med flexibel efterfrågan med frekvensreglering anpassad till elnätets behov av att sälja ström. Danfoss frekvensomriktare kan rampa upp värmepumpen till maxkapacitet på bara några minuter, och elvärmaren i sin tur kan rampas upp på bara några sekunder. På så sätt kan systemet anpassas mycket snabbt efter produktionen av vind- och solkraft. Radius driver även en nätansluten batterianläggning med 460 kWh/630 kW kapacitet vid Nordhavn som kan lagra el med kort varsel. HOFORs FlexHeat pumpanläggning visar hur el- och värmesystem kan kopplas samman och bidra till en optimering av matningsnäten som levererar el och värme.



HOFOR är en förkortning som står för Hovedstadsområdets Forsyningsselskab (ung. huvudstadsregionens energibolag), ett danskt energibolag som levererar dricksvatten och hanterar avloppsvatten för flera kommuner i huvudstadsregionen. Företaget levererar också fjärrvärme, kyla och naturgas, och investerar i hållbar energi som en del av staden Köpenhamns klimatplan för att bli en koldioxidneutral stad till 2025.