



SAMMANFATTNING

Xylem återvinner spillvärme från sitt gjuteri och förbättrar samtidigt arbetsmiljön genom att hålla nere temperaturen i varma lokaler. Överskottsvärme går ner i energilagret och tas upp igen när den senare behövs för att värma lokalerna. Energilagret har kapacitet att laddas med 3,6 GWh och återvinna 2,7 GWh per år. QTF löste Xylems initiala problem att få igång energilagret genom att under kraftigt vakuum avgasa energilagrets vätska. Gaserna som bands till vätskan under högt tryck, vid de 140 borrhålens botten, 150 meter ner i berget, släppte när trycket i vätskan minskade vid marknivån. Pumparna "tappade sugen" och gav ideliga driftstopp. Mängden gas som avgasas mäts kontinuerligt och fem år efter lagrets igångsättande har totalt 70 m³ gas avlägsnats.

Energilagring på djupet

Redan 2010 började Xylem lagra energi i berggrunden vid produktionsanläggningen i Lindås utanför Emmaboda. Under 5 år har man noggrant följt, mätt, analyserat och slutligen sammanställt en forskningsrapport över projektet.

Grundidén

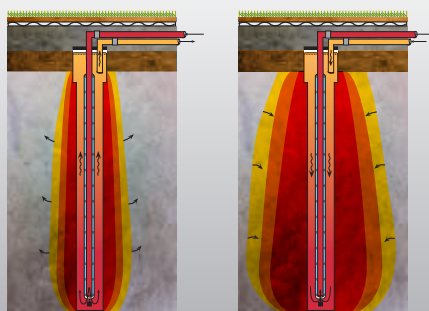
Överskottsvärme från gjuteriet, ventilationen och övriga processer på anläggningen laddas ner i berget för att senare kunna återvinnas när man åter behöver värma sina lokaler. Flera positiva effekter väntades, bl.a. minskning av fjärrvärmekostnaderna och kylning av heta arbetsmiljöer. Målet var att minska Xylems fjärrvärmeförbrukning på närmare 6 GWh till omkring 1 GWh. Energilagret planerades för att kunna ta emot 3 800 MWh och beräkningen var att cirka 2 500 MWh skulle återvinnas ur lagret, utan användning av värmepump.

Tidigt stod klart att effekterna av energilagret positivt spillde över till utnyttjandet av de tolv värmepumparna i fabrikslokalerna. Genom att utnyttja både den kalla och varma sidan på värmepumparna kunde man kyla ner de heta gjuterilokalerna och samtidigt skicka ner värme till energilagret. Värmepumparna utnyttjades till COP-värden mellan 6–8, istället för normala 3,5.

Det blir inte alltid som man tänkt sig – men det kan ändå bli bra

Projektet drogs med en del initiala problem som försenade driften, huvudsakligen problem med gaser i systemvätskan. QTF kom in i bilden och var de enda som lyckades lösa avgasningen som krävde väldigt kraftiga vakuumpumpar eftersom systemet redan från början hade ett kraftigt undertryck. Även om Henry's law inte på något sätt var ett okänt begrepp så väntade man sig inte så stor påverkan av temperatur och tryck. Ju kallare vätska och ju högre tryck, desto mer gas kan en vätska hålla. Och vice versa: ju högre temperatur och lägre tryck, desto mindre gas håller den. Problemet var så stora att pumparna inte kunde suga upp vätskan från 150 meters djup. När temperaturen steg i borrhålen och trycket minskade frigjordes gasen och fick pumparna att bokstavligen "tappa sugen".

Syrehaltigt stadsvatten pumpades ner i lagret för att kompensera för gasen och försöka återfå cirkulationen. Mer syre följde med vattnet och man började dessutom få korrosionsproblem. I maj 2011 installerade QTF två permanenta, specialbyggda avgasare som registrerade att cirka 65 liter gas om dagen avgasades från systemet. När slutrapporten av de första fem årens verksamhet summeras (februari 2016) kan



det konstateras att energilagret är laddat med ca 14 GWh värme och att det under perioden plockats ut 450 kWh. Målsättningen var från början att så småningom nå en lagringstemperatur i borrhålen på 60 °C.

Lärdomar

Även om ett öppet system förväntades vara väldigt termiskt effektivt, eftersom vätskan hade direktkontakt med berget, så verkar helt slutna system vara att föredra. Inte minst p.g.a. gasinträning och ev. läckor i bergets struktur.

Det visade sig oekonomisk att i längden mata lagret med så höga temperaturer som man räknat med från början. Kylningen av fabriksanläggningen har blivit effektivare och stabilare. Miljön och fjärrvärmekostnader har påverkats positivt men det har blivit svårare att få höga temperaturer att skicka ner i lagret. Ökning av inlagringstemperaturen skulle belasta värmepumparna negativt i många avseenden. Med begränsad inlagringstemperatur är det en mycket bättre idé att lagra i en lägre temperatur (ca 40 °C) och istället satsa på att öka temperaturen efter lagret med hjälp av en värmepump.

Med en industriell värmepump på 800 kW bedöms lagret kunna arbeta optimalt och ge en avkastning på 2 700 kWh vid en laddning av 3 600 kWh. En lägre temperatur, runt 40 °C, i lagret ger bäst förutsättning av många skäl. Många simuleringar har gjorts för olika scenarion och man har fastnat för värmepumpen på 800 kW som beräknas ge ett COP-värde på minst 6,0.

Energilagret kräver kontinuerlig avgasning för att hållas i balans och fungera. QTF:s avgasare har fram till slutet av 2015 avgasat 70 m³ gas ur vätskan. Syrgashalten i systemvätskan hålls på en nivå strax under 1 mg/l. Analys av gasinnehållet i vätskan visar att det till största delen består av kvävgas och CO₂, gaser som också evakueras vid QTF:s avgasning.

I takt med att uttaget ur energilagret ökar beräknar man att nå målet på att minska Xylems fjärrvärmeförbrukning till 1 GWh.

Forskningsrapporten rekommenderar

Energilager som Xylems kan användas för att effektivt tillvarata spillvärme och även effektivt användas

för säsongslagring av solenergi. I industriella miljöer ligger stora miljö- och ekonomiska vinster i att samtidigt kyla processer/lokaler.

Baserat på erfarenheterna från driften av Xylems energilager rekommenderar forskningsrapporten:
– Minska energilagrets arbetstemperatur till högst 40 °C
– Installera en värmepump med kapacitet på ca 800 kW för stötta uttaget av värme från energilagret. Dessa båda förändringar kommer drastiskt förbättra funktionen på lagret och ge flera fördelar. Återvinningen vintertid förbättras avsevärt. Värmeförlusterna från lagret kommer att minska och begränsas till ca 20 %, beräknat per år. COP-värdet på befintliga värmepumpar ökar, eftersom energilagret kräver lägre temperatur än tidigare. Driftproblem beroende på systemvätskans kemi, korrosion och avlagringar, liksom problemen med gasinnehåll beräknas minska med lägre temperatur i lagret.

Fortsatta analyser av vilka gaserna är, hur mycket gas vätskan håller och var gaserna kommer ifrån är önskvärt. Jag skulle gärna se fortsatt forskningsarbete via t.ex. examensarbeten som fokuserar på gaserna och systemvätskans kemi, säger Björn Carlsson, QTF.

Forskningsprojektet

Energimyndigheten satsade 1,5 miljoner kronor under tre år för att Xylem skulle kunna dokumentera och analysera effekten av energilagret. Projektledare för detta var professor Bosse Nordell, Luleå Tekniska Universitet. Kontinuerliga mätningar har gjorts av effekt och resultat av energianvändningen och energiåtervinningen. Dessutom kontrollerar QTF systemvätskan kontinuerligt och rapporterar enligt QTF-metodens uppföljning av gashalter, konduktivitet och pH. Den kompletta rapporten finns att läsa på:

http://pure.ltu.se/portal/files/105181006/EMMABODA_Final_Report.pdf

Fakta Energilagret

- 140 borrhål som är 150 meter djupa
- Markyta: 60 x 40 m
- Uppbyggt i 7 sektioner för flexibel drift
- Lagervolym: 300 000 m³
- Arbetstemperatur ca 40 °C
- Max. flöde: 20 l/s
- Verkningsgrad: 75 %