

Geoenergi på IKEA Svågertorp

Visualisering och uppföljning av geoenergi på IKEA i Malmö mellan 2009-2011

Magdalena Horn

Examensarbete

Energihushållning
Institutionen för Energivetenskaper
Lunds Universitet - LTH
Box 118, 221 00 Lund, Sverige



Geoenergi på IKEA Svågertorp

Visualisering och uppföljning av geoenergi
på IKEA i Malmö mellan 2009-2011

Magdalena Horn

Augusti 2012

Föreliggande examensarbete har genomförts vid
Avdelningen för Energihushållning,
Institutionen för Energivetenskaper, Lunds Universitet – LTH
i samarbete med
IKEA Fastigheter AB och Sweco Environment AB

handledare på Sweco Environment AB: **Anna Ekdahl**;
handledare på IKEA Fastigheter AB: **Tobias Malmgren**;
handledare på LU-LTH: **Dr Patrick Lauenburg**;
examinator på LU-LTH: **Professor Jurek Pyrko**.



LUNDS
UNIVERSITET

Examensarbete

ISRN LUTMDN/TMHP--12/5264--SE

ISSN 0282-1990

© 2012 Magdalena Horn samt Energivetenskaper

Energihushållning

Institutionen för Energivetenskaper

Lunds Universitet - Lunds Tekniska Högskola

Box 118, 221 00 Lund

www.ees.energy.lth.se

Sammanfattning

| | |
|-------------------|---|
| Titel | Geoenergi på IKEA Svågertorp Visualisering och uppföljning av geoenergi på IKEA i Malmö mellan 2009-2011 |
| Författare | Magdalena Horn, Ekosystemteknik mot Energisystem, Lunds Tekniska Högskola |
| Handledare | Dr Patrick Lauenburg, Institutionen för Energivetenskaper, Lunds Universitet – Lunds Tekniska Högskola. Anna Ekdahl, Sweco Environment AB Tobias Malmgren, IKEA Fastigheter AB |

Syfte och problemställning

När det nya IKEA-varuhuset i Malmö invigdes 2009 marknadsfördes det som världens grönaste IKEA-varuhus där energiförsörjningen kom från en geoenergianläggning. Geoenergi är klassat som en förnybar energikälla sedan 2007 av Energimyndigheten. Ett antal nya IKEA-varuhus har följt i samma spår och använder geoenergi som energikälla. IKEA Svågertorp i Malmö är byggt och drivs med högt satta miljömål. Problemställningen i rapporten ska jämföra och sätta i perspektiv hur miljövänligt varuhuset egentligen är, genom att visualisera geoenergin och energianvändningen på varuhuset. Trots att geoenergi är en väl etablerad energikälla är den relativt okänd inom dagens debatter om förnyelsebar energi. Även inom IKEA finns det en viss kunskapsbrist om hur geoenergin fungerar. Det kan bero på att anläggningen är relativt självgående och osynlig då den är belägen under mark och i ett teknikrum, men också då den levererade energin från geoenergianläggningen uppfyller samma behov i fråga om värme och kyla, som andra energianläggningar kan erbjuda.

Rapporten syftar till att presentera en visualisering av geoenergianläggningen och energianvändningen på IKEAs varuhus i Malmö. Sammanställningen av energianvändningen ska utgöra ett underlag för IKEA att följa geoenergianläggningens energileveranser och möjliggöra egna driftuppföljningar och optimeringar med målet, minskad elanvändning.

Metod

Projektet baseras på genomgång av relationshandlingar från byggnation av geoenergianläggningen i samband med att IKEA-varuhuset byggdes i Malmö 2009. Diskussioner har förts med personer som har varit, eller är verksamma i arbetet med geoenergianläggningen på IKEA i Malmö. Loggade och sammanställda mätdata avseende temperatur, flöde och energi visualiseras genom enkla grafer som driftpersonalen på IKEA kan uppdatera löpande och använda för optimeringsåtgärder i och uppföljning av geoenergianläggningen.

Resultat

I visualiseringsarbetet framgår att vissa mätvärden bör loggas och redovisas annorlunda än i dagsläget för att möjliggöra en rättvisande redovisning av energianvändningen i geoenergianläggningen. Uppdelning av redovisad elanvändning för producerad- och distribuerad energi visar att geoenergianläggningens prestanda presenteras på ett tydligare sätt vilket möjliggör noggrannare optimeringar utifrån minskad elanvändning. Simuleringar har utförts där skillnaden mellan två temperaturer, ΔT i grundvattenkretsen ökar för att minska flödet men resultaten bygger på osäkra mätvärden och kan inte redovisa om den totala elanvändningen skulle minska då elanvändningen för värmepumparna skulle öka. Simuleringarna baseras på momentana mätvärden varför slutsats om optimeringens resultat är svårt att nå. Även här är det tydligt med ett behov av mätvärden som loggas och redovisas utifrån ett mål att möjliggöra uppföljning och optimering av anläggningen. I jämförelse med andra handelslokalers energianvändning hamnar IKEA i Malmö på ett lågt värde, vilket visar att varuhuset håller en väg mot ett jämförelsevis, hållbart energianvändande.

Slutsats

Energianvändningen på IKEA Svågertorp kan bli bättre åskådliggjord och mer korrekt uppdelad med noggrannare mätning och loggning av data. All information tycks existera i det nuvarande drift- och styrsystemet men den loggas och mäts inte på det sätt som bäst skulle visualisera energianvändningen och möjliggöra optimeringar utifrån minskad elanvändning. För att kunna följa anläggningen på ett mer rättvisande sätt bör olika kretsar ha individuell mätning för respektive elanvändning.

Nyckelord Energianvändning, driftoptimering, akvifer, geoenergi, IKEA Svågertorp.

Abstract

| | |
|---------------|--|
| Title | Geothermal Energy Solution at IKEA in Malmö Visualization and monitoring of geothermal energy at IKEA in Malmö concerning 2009-2011 |
| Author | Magdalena Horn Environmental Engineering towards Energy Systems Analysis, Lund University |
| Tutors | Dr Patrick Lauenburg, Department of Energy Lund University - Lund Institute of Technology Anna Ekdahl, Sweco Environment Tobias Malmgren, IKEA Properties |

Problem presentation

When the new IKEA store in Malmö was installed in 2009 the advertising was aiming to present the world's greenest IKEA store, where energy supply came from a geothermal energy solution. Geothermal energy solutions are classified as renewable energy since 2007 by the Swedish Energy Agency. A number of new IKEA stores have followed the same course and are using different geothermal energy solutions as energy sources. IKEA Svågertorp in Malmö is built and operated with ambitious environmental goals. The question of this report will compare and put into perspective how sustainable the IKEA store really is, by visualizing the geothermal energy solution and energy use at the store. Although geothermal energy is a well-established source of energy it is relatively unknown in today's debates on renewable energy. Also in IKEA, there is a certain lack of knowledge about how the geothermal energy solution works. It may be that the solution is relatively autonomous and invisible, even more the energy supplied from the geothermal energy solution meets the same requirements in terms of heat and cold, like other energy plants can offer. The problem presentation is summarized as follows:

- To visualize the geothermal energy solution and energy utilization at IKEA in Malmö
- To clarify how the electricity utilization could be lowered in the plant by continuous monitoring and implementation of new routines for collecting data

Objectives

The report aims to present a visualization of the geothermal energy solution and the energy use at IKEA's store in Malmö. The accumulation of energy utilization will be the basis for IKEA to follow how the geothermal energy solution supplies energy and to allow the monitoring and optimization of the plant to be improved, resulting in a good ability for reduced use of electricity.

Method

The project is based on a review of related documents from the construction of the geothermal energy solution at the IKEA department store built in Malmö in 2009. Discussions have been held with people who have been, or are involved in the geothermal energy solution at IKEA in Malmö. Logged and compiled data for temperature, flow and energy are visualized with graphs that the operations staff at IKEA can update regularly, and use for optimization measures and monitoring of the geothermal energy plant.

Results

The work with the visualization shows that some values should be logged and reported differently than in the current situation, to allow for an accurate accounting of energy use in the geothermal energy plant. Breakdown of reported electricity use for produced and distributed energy shows that the geothermal energy plants performance enables more accurate optimizations in respect to reduced electricity use. Simulations where the temperature difference from the ground water circuit is increased to reduce the flow cannot show any result indicating if the total electricity use would decline or not. Simulations are based on instantaneous values so conclusions on the optimization results are difficult to reach. There is a clear need for measured values to be logged and documented with the target to enable monitoring and optimization of the plant. In comparison to other energy utilizing commercial locals, IKEA Malmö has a low sum, indicating that the store keeps a path toward a comparatively, sustainable energy use.

Conclusions

The energy use at IKEA Malmö can be better illustrated and more accurately subdivided with accurate data logging. A great deal of the information contained in the current control system that are logged and measured, is not performed in a manner that would best visualize energy use and enable optimizations for a reduced electricity use in the plant. In order to follow the plant in a more accurate way, different circuits should have individual metering for the use of electricity.

Keywords

Energy utilization, operating efficiency, aquifer, geothermal energy solutions, IKEA Svågertorp.

Förord

Följande examensarbete har genomförts som en avslutning på civilingenjörsprogrammet Ekosystemteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet började i månadsskiftet mars-april 2012 och har avslutats i augusti 2012.

Jag arbetade parallellt med mina studier som timanställd teknisk konsult på Sweco Environment i Malmö under hösten och vintern 2011 och examensarbetet uppstod som ett intressant projekt där Sweco och geoenergigruppen var väl insatta i planläggningen och arbetet med geoenergin på IKEA i Malmö. Examensarbetet har utförts åt IKEA Fastigheter men lika intressant var det för Sweco att handleda examensarbetet då de ofta är med i planeringsfasen och byggfasen, men kanske inte lika mycket i uppföljningsfasen. Därför har den största delen av min tid spenderats på plats i Swecos lokaler i Malmö med många besök till IKEA Svågertorp.

Jag vill tacka min handledare Tobias Malmgren från IKEA Fastigheter som alltid har bemött mig med ett stort leende och svarat och förklarat när det varit dags för nästa steg i arbetet. Tobias uppmanade mig även att spendera tid i mediacentralen för att få en förståelse för hur verkligheten ser ut på plats och sedan jämföra den med ritningen. På IKEA finns även Hasse Abu Hajar som arbetar med driften och har varit hjälpsam och vänlig med att ge feed-back på sammanställningarna av energianvändningen.

Jag vill även tacka min handledare på Sweco, Anna Ekdahl, som har varit mycket pedagogisk när jag har stött på svårigheter och hjälpt mig att förstå hur geoenergi och energi fungerar generellt samt i det speciella fallet med IKEA Svågertorp. På Sweco i Malmö finns Geoenergigruppen (Claes Regander, Anna Ekdahl, Jens Termén, Jonas Ekestubbe, Benjamin Andersson, Sebastiano Immè, Olof Andersson och Erik Molin) som på ett eller annat sätt har bollat och förklarat genom att dela med sig av sina kunskaper och projekt. Erik Molin som jag har delat kontor med under arbetets gång har bidragit med en trevlig atmosfär och ett gott stöd.

Examensarbetet handledes av Patrick Lauenburg på institutionen för energivetenskaper på LTH och jag vill tacka Patrick för goda och trevliga diskussioner om hur arbetet ska utformas och till sist presenteras.

Malmö den 17 augusti 2012

Magdalena Horn

Innehåll

| | |
|--|-----------|
| SAMMANFATTNING | 5 |
| ABSTRACT | 7 |
| FÖRORD | 9 |
| INNEHÅLL | 10 |
| 1. INLEDNING | 12 |
| 1.1 BAKGRUND – GEOENERGI PÅ IKEA I MALMÖ | 13 |
| 1.2 SYFTE OCH PROBLEMSTÄLLNING | 13 |
| 1.3 AVGRÄNSNING | 13 |
| 1.4 MÅLGRUPP | 14 |
| 2 METOD | 15 |
| 2.1 TILLVÄGAGÅNGSSÄTT | 15 |
| 2.2 DATAINSAMLING | 15 |
| 2.3 INTERVJUER | 16 |
| GEOENERGI – TENIKEN OCH DESS KONPONENTER | 17 |
| 2.4 ALLMÄNT | 17 |
| 2.5 GEOENERGI FÖR MINDRE FASTIGHETER | 18 |
| 2.6 GEOENERGI FÖR STÖRRE FASTIGHETER | 19 |
| AKVIFERLAGER | 19 |
| BORRHÅLSLAGER | 20 |
| 2.7 VÄRMEPUMPAR | 21 |
| 2.8 VÄRMEVÄXLARE | 22 |
| 2.9 VÄRMEFAKTOR COP | 22 |
| 2.10 KÖLDFAKTOR EER | 22 |
| 2.11 SEASONAL PREFORMANCE FACTOR SPF | 22 |
| 2.12 LAGRAD VÄRME OCH PRODUCERAD VÄRME | 23 |
| 2.13 FRIKYLA OCH PRODUCERAD KYLA | 23 |
| 3 OBJEKTET – IKEA-VARUHUSET I MALMÖ | 24 |
| 3.1 MILJÖ- OCH ENERGIMÅL | 24 |
| 3.2 IKEA SVÅGERTORP I MALMÖ | 24 |
| 3.3 VÄRLDENS GRÖNASTE IKEA-VARUHUS | 25 |
| 4 SYSTEMBESKRIVNING – GEOENERGI PÅ IKEA I MALMÖ | 26 |
| 4.1 PRINCIP – GEOENERGI PÅ IKEA I MALMÖ | 26 |
| 4.2 FLÖDESSHEMA | 28 |
| 4.3 DRIFTSTYRNING | 30 |
| 4.4 GEOENERGIANLÄGGNINGENS PRESTANDA | 30 |
| 5 VISUALISERING AV ENERGIANVÄNDNING | 33 |
| 5.1 ENERGIANVÄNDNING I OLIKA HANDELSLOKALER | 33 |
| 5.2 MEDIACENTRALEN | 34 |
| 5.3 KYLBEHOV OCH FRIKYLA | 36 |

| | | |
|----------------------|---|-----------|
| 5.4 | VÄRMEBEHOV | 38 |
| 6 | ELMÄTNING OCH MINSKAD ELANVÄNDNING | 40 |
| 6.1 | DRIFTUPPFÖLJNING | 40 |
| | ATT MÖJLIGGÖRA RÄTTVISANDE UPPFÖLJNING | 42 |
| | NYA VÄRDEN PÅ SPF | 47 |
| 6.2 | MINSKAD ELANVÄNDNING | 49 |
| 8 | DISKUSSION | 52 |
| 9 | SLUTSATSER | 54 |
| | FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER: | 54 |
| 10 | REFERENSER | 55 |
| | LITTERATUR OCH ELEKTRONISKA KÄLLOR | 55 |
| | MUNTLIGA KÄLLOR | 56 |
| BILAGOR | | 57 |
| | BILAGA 1 | 57 |
| | BILAGA 2 | 58 |
| | BILAGA 3 | 59 |
| | BILAGA 4 | 60 |
| | BILAGA 5 | 61 |
| | BILAGA 6 | 63 |
| | BILAGA 7 | 65 |

1. Inledning

Genom att visualisera hur energi används kan varje person öka sin förståelse kring denna och även ha möjlighet att bidra till att minska energianvändningen. I slutändan är det upp till var och en om informationen tas emot och faktiskt lämnar ett frö som gror, växer och skapar ett beteende som främjar en minskad energianvändning.

Idag finns det olika sätt för företag att skapa förtroende hos sina kunder och ofta kan det vara andra fördelar än ekonomiska som företaget väljer att fokusera på. Stora företag som många ofta förknippar med ekonomiska fördelar, snabb och kvantitativ produktion väljer att lägga stort fokus och stora resurser på miljömässig hållbarhet (och kanske inte på ekonomisk hållbarhet). Varje företag som vill ha en viss marknadsandel kan idag göra en kalkyl för att beräkna hur den miljömässiga hållbarheten främjar den ekonomiska tillväxten. Marknaden drivs av det vi som konsumenter tror på. Det vi tror på kan vi gärna betala för och implementera som en livsstil. Därför är det viktigt att debatten och livsstilen kring det miljömässigt hållbara samhället är baserad på empirisk kunskap och att den kunskapen kan leda till korrekta val som gör det hållbara samhället, hållbart. Den livsstil som inkluderar komfort, effektivitet och tillgång till det vi vill ha för stunden är dyr, både ekonomiskt, energi- och miljömässigt.

Enligt Håkan Wirtén, som är generalsekreterare på WWF, lever vi idag som att det finns två jordklot att tillgå och de ekologiska resurserna och tjänsterna används 50 procent mer än vad jorden hinner producera. En viktig åtgärd är att minska beroendet och användningen av fossila bränslen (WWF, 2012). Då befolkningen i ett land som Sverige efterfrågar lösningar där fossila bränslen ersätts och samtidigt erbjuder marknaden energilösningar som är ekonomiskt lämpliga bör ekvationen vara enkel. Men fortfarande är det så att en substitution av fossila energikällor och en minskning av energianvändning inte sker överallt i samhället. Anledning till detta kan vara brist på kunskap och en svårighet att förändra attityder. När ett företag eller ett samhälle har valt att satsa på en miljömässigt hållbar energiförsörjning bör alla som ingår i företaget eller samhället, antingen vara välvilligt inställda och genuint intresserade av satsingen alternativt att satsningen blir så pass självgående att individerna inte behöva ändra sina vanor och beteenden.

Geoenergi är en förnybar energikälla, en lagringsmetod och ett kostnadseffektivt energisystem där en stor del av värmen och kylan levereras från mark, vatten eller berg. Under den varma sommarsäsongen kyls byggnaden med kyla från geoenergilagret, samtidigt lagras värme som senare används för att värma byggnaden under de kalla vintermånaderna.

Fördelen med förnybar energi är att den återbildas konstant genom solens inverkan på jorden. Förutom geoenergi finns solenergi, vind- och vattenkraft samt biomassa som räknas till de stora grupperna av förnybara energikällor. En fördel med fossila bränslen, som exempelvis kol, olja och naturgas, är att de är mycket energitäta, men allvarliga nackdelar är att de är ändliga och ger betydande utsläpp av växthusgaser (Energimyndigheten, 2012).

Lagring och användning av förnybar energi utgör en stor del av arbetet med att frigöra världen från beroendet av fossila bränslen. Genom att ersätta fossila anläggningar kan geoenergi bidra till att reducera eller helt göra slut på utsläpp av miljöskadliga gaser som

koldioxid, kväveoxider och svaveloxider. Det finns flera typer av geoenergianläggningar för lagring och uttag av energi, de två vanligaste kallas Aquifer Thermal Energy Storage, ATES (akviferlager) och Borehole Thermal Energy Storage, BTES (borrhålslager) (Andersson, 1997). En sammanfattad förklaring till vad som avgör valet av anläggning är hur den lokala geologin ser ut på platsen. De bästa förutsättningarna för ett borrhålslager är där det finns kvartsrikt berg, för akviferlager är de bästa förutsättningarna åsar, deltan, sed eller berg. Anläggningarna beskrivs närmare i Kapitel tre. Geoenergianläggningen som granskas i detta examensarbete är av typen ATES, ett akviferlager för säsongslagring av värme och kyla. Den här rapporten utgår från IKEA i Malmö och valet att bygga en geoenergianläggning av typen akviferlager som energiförsörjning till varuhuset.

1.1 Bakgrund – Geoenergi på IKEA i Malmö

När det nya IKEA-varuhuset byggdes i Malmö var det med högt satta miljö- och energimål. IKEA valde att investera i förnybar energiproduktion för varuhusets behov av värme och kyla. All energin till att värma och kyla varuhuset kommer från en geoenergianläggning i form av ett grundvattenmagasin och energin utvinns från grundvattnet i akviferen. Akviferen ligger i marken under och runt IKEA-varuhuset. Det enda tecken på att akviferens finns därunder, som en vanlig åskådare kan se, är elva brunnslock som finns i gräsmattorna och parkeringen kring fastigheten. Brunnslocken är cirkulära och i gjutjärn, alltså vanliga brunnslock som finns i gator och mark. När huset byggdes köpte IKEA in el som bestod av 70 % vattenkraft och 30 % vindkraft (Inter IKEA Systems B.V., 2009). Idag 2012, produceras all el från vindkraft som IKEA själva producerar och hela el(vindkraft)- och (geo)energiproduktionen är därmed koldioxidneutral och förnybar. Vindkraftparken är belägen på Korpffället i Dalarna och mosvarar elbehovet hos IKEAs varuhus i Sverige.

1.2 Syfte och problemställning

När det nya IKEA-varuhuset i Malmö invigdes 2009 marknadsfördes det som världens grönaste IKEA-varuhus där energiförsörjningen kom från en geoenergianläggning. Geoenergi är klassat som en förnybar energikälla sedan 2007 av Energimyndigheten. Ett antal nya IKEA-varuhus har följt samma spår och använder geoenergi som energikälla. IKEA Svågertorp i Malmö är byggt och drivs med högt satta miljömål. Problemställningen i rapporten ska jämföra och sätta i perspektiv hur miljövänligt varuhuset egentligen är, genom att visualisera geoenergin och energianvändningen på varuhuset. Trots att geoenergi är en väl etablerad energikälla är den relativt okänd inom dagens debatter om förnyelsebar energi. Även inom IKEA finns det en viss kunskapsbrist om hur geoenergin fungerar. Det kan bero på att anläggningen är relativt självgående och osynlig men också då den levererade energin från geoenergianläggningen uppfyller samma behov i fråga om värme och kyla, som andra energianläggningar kan erbjuda.

Rapporten syftar till att presentera en visualisering av geoenergianläggningen och energianvändningen på IKEAs varuhus i Malmö. Sammanställningen av energianvändningen ska utgöra ett underlag för IKEA att följa geoenergianläggningens energileveranser och möjliggöra egna driftuppföljningar och optimeringar med målet, minskad elanvändning.

1.3 Avgränsning

Examensarbetet avgränsas till att följa upp och visualisera energianvändningen från geoenergianläggningen till varuhuset. Fokus utgår från mediacentralen (teknikrummet)

och produktion av energi. Avgränsningen mot varuhuset sker där produktion av energi övergår till distribuerad energi. Avgränsning mot akviferen sker där energi i form av kallt och varmt grundvatten kommer in i mediacentralen.

1.4 Målgrupp

Utgångspunkten för målgrupp till rapporten finns internt hos IKEA där driftpersonal och fastighetsförvaltning kan ha nytta av en uppföljning och visualisering på årsbasis, men även för den dagliga driften och för att kunna jämföra med andra varuhus och sprida kunskapen vidare för att underlätta vid nya implementationer av förnybar energi. Sweco som har varit med att designa och dimensionera anläggningen har ett intresse att följa upp driften för att få se förbättringspotential och identifiera skillnader mellan design- och byggfas. Andra mottagare är studenter som läser energi- och miljörelaterade utbildningar, då geoenergi och förnybara energianläggningar är en allt större del av framtidens energiförsörjning.

2 Metod

2.1 Tillvägagångssätt

Projektet baseras på en översiktlig genomgång av olika handlingar som tog form inför och under byggnationen av IKEA-varuhuset i Svågertorp, Malmö. Där ingår bland annat förfrågningsunderlag, anbud och relationshandlingar, detta för att få en förståelse för hur en geoenergianläggning tar form och hur anläggningen dimensioneras för den mest optimala energianvändningen. Intervjuer genomförs med personer som har varit eller är inblandade i IKEAs Malmös geoenergianläggning, för att få en förståelse för var osäkerheter och möjligheter fanns vid planerings- och byggfasen samt i dagens driftsfas. Loggade mätdata avseende temperaturer, flöden, effekter och energier sammanställs och återkopplas som visualisering av energianvändningen och uppföljning av geoenergianläggningen.

Arbetsgången består av sammanställning och förtydligande av loggade data för att följa upp och visualisera energianvändningen av IKEAs varuhus i Malmö. Flera dagar har spenderats på plats i mediacentralen (teknikrummet) för att få en förståelse för hur systemet är uppbyggt och därefter koppla verkligheten till anläggningens flödesscheman samt att utföra intervjuer.

2.2 Datainsamling

Som utgångspunkt för datainsamling står Skånska Energis sammanställning av energi till och från anläggningen under 2010 och 2011, se Bilaga 5 och 6. För att förtydliga och använda fler värden har data tagits direkt ut från Schneider Electric's styrsystem som övervakar och styr geoenergianläggningen.

Vissa av de loggade värdena gällande elanvändning och levererad energi till varuhuset är momentanvärden och andra är ackumulerade värden. Det är att föredra ackumulerade eller max, medel och min-värden då ett momentanvärde endast visar hur ett visst flöde eller en temperatur är vid det speciella tillfället. Det betyder att det redovisade momentanvärdet varken behöver redovisa ett maximalt- eller medelvärde under den aktuella perioden, värdet ha sett avsevärt annorlunda ut under den aktuella perioden. Då många data loggas som momentanvärde, ska Figurer och Tabeller tolkas som övergripande förklaringar där framtida värden ska loggas och presenteras som medelvärden eller max och minvärden. De data som har loggats som ackumulerade värden under 2010 och 2011 presenteras på så sätt och kan loggas på samma sätt i fortsättningen, vilket möjliggör en sammanhängande uppföljning från anläggningens driftstart.

2.3 Intervjuer

Intervjuer och diskussioner har genomförts med personer som är eller har varit inblandade i processen kring IKEA Svågertorps energilösning som består av en geoenergianläggning. Ett heldagsbesök utfördes hos Skånska Energi i Kristianstad med Jimmy Hallberg och Mats Holm, som har hand om entreprenaden av mediacentralen. Thomas Andersson från Schneider Electric som har hand om styrsystemet gällande mediacentralen och varuhuset har förklarat och hjälpt till med inloggning till styr- och reglersystemet. Löpande kontakt på IKEA med Hamza *Hasse* Abu Hajar, Cleas Löwenborg, Sven-Arne Persson och Tobias Malmgren från IKEA Fastigheter som idag har hand om driften respektive fastighetsförvaltningen av IKEA Svågertorp. Vidare har Jonas Ekestubbe, Jens Termén och Anna Ekdahl från Sweco svarat på frågor och berättat om geoenergin på IKEA Svågertorp med anledning av konsultinsatser inför bygget, under driften och för en allmän förståelse för geoenergi och energianvändning.

Geoenergi – tekniken och dess komponenter

2.4 Allmänt

I detta arbete görs en tydlig skillnad mellan geoenergi och geotermi, där geoenergi beror av solens energi och geotermi av jordens inre energi. Geoenergi är en lagrad energikälla som finns i mark, berg och vatten. Geoenergi är lagrad solenergi men även avsaknad av lagrad solenergi. Geoenergi möjliggör säsongslagring av värme och kyla för senare uttag.

Intuitivt kan vi tro att geoenergi har sitt ursprung inifrån marken och inte beror på solens närvaro eller avsaknad av strålning. Även geotermi är lagrad i mark och berg, då består energin av värme från jordens inre. Geotermianläggningar kan generera värme eller el genom varmt vatten eller varm ånga från jordens inre, medan geoenergianläggningar kan tillhandahålla både värme och kyla i form av lagrad värme och kyla i mark, berg och vatten. Genom att säsongslagra värme och kyla, återanvänds energi. Om man tänker sig ett kylskåp där värmen baktill kylskåpet skulle tas till vara och användas för att värma huset under vintern, fås en något förenklad bild av hur geoenergi kan lagras och återanvända energi. Då man kyler eller värmer en fastighet med kyl- och värmepump produceras värme och kyla samtidigt. Oftast behövs endast värme eller kyla vid ett visst tillfälle, och då används akviferens eller borrhålslagrets lagringskapacitet för att möjliggöra senare uttag av energi. Under vintern lagras kyla och under sommaren lagras värme.

Sedan slutet på 1990-talet har geoenergianläggningar ökat i antal, storlek och investeringsalternativ, hos enskilda fastighetsägare och företag, utan statliga subventioner. Det är två orsaker som står till grund för teknikens tillväxt, dels god ekonomi i anläggningen med snabb återbetalningstid, dels miljömässiga fördelar där skadliga utsläpp reduceras och företag kan marknadsföra sig med en miljöprofil. Sedan 2000-talets början står geoenergi för cirka 15 % av svensk fastighetsuppvärmning. Energimyndigheten klassar geoenergi som förnybar sedan 2007, vilket har bidragit till en större kunskap om att geoenergi finns och är ett gott alternativ vid val av energiförsörjning (Geotec, 2009).

Det finns olika typer av geoenergianläggningar. Den anläggningstyp som förmodligen de flesta känner till är bergvärme. Bergvärmeanläggningar hör till typen av energisystem som används för mindre fastigheter, t.ex. en villa. Uppdelningen i den här rapporten görs på geoenergi för mindre fastigheter och geoenergi för större fastigheter, där den första typen innehåller bergvärmeanläggningar för enskilda villor, och den andra typen av används för stora fastigheter, t.ex. sjukhus och varuhus samt möjliggör uttag och lagring av energi.

Den här rapporten behandlar en geoenergianläggning där energi säsongslagras och består av ett akviferlager. IKEAs geoenergianläggning i Malmö är därmed ett akviferlager. Om det inte skulle finnas tillräckligt mycket grundvatten i marken kan valet av anläggning istället bli ett borrhålslager. Akviferlager innebär att det finns en tillräcklig mängd grundvatten i marken medan borrhålslager använder en hel bergsmassa för att lagra och ta ut energi från och till. Både öppna (akviferlager) och slutna system (borrhålslager) kan lagra värme och kyla i marken, för senare uttag. I de flesta geoenergianläggningar finns en eller flera värmepumpar, som hämtar energi från mark, berg eller vatten. Systemet går ut på att skapa värmeväxling mellan värmepumpens köldbärare och marken, vattnet eller berget. Värmepumpen levererar energi som kan överföras till ett konventionellt vattenburet uppvärmningssystem och för varmvattenproduktion. Den el som driver

värmepumpen ger vanligen tre till fyra gånger så mycket energi tillbaka i form av värme eller kyla till fastigheten. Om man använder grön el för att driva värmepumpen är energiförsörjningen helt koldioxidneutral och förnybar. Om man använder geoenergianläggningen för värme och kyla, där en stor del av kylan är frikyla (se Kapitel 3.10) får man en energifaktor (SPF) under de varma månaderna på 6-7. Det innebär att man får ut 6-7 gånger mer energi än man använder el. Under de kalla månaderna kan motsvarande siffra vara 3. SPF är en årsmedelfaktor för förhållandet mellan användbar energiproduktion och energitillförseln i genomsnitt över ett år. Ju högre SPF, desto bättre anläggning då elanvändningen blir liten.

2.5 Geoenergi för mindre fastigheter

För mindre fastigheter, t.ex. en villa, blir valet av geoenergi ofta en bergvärmeanläggning. Beroende på markförutsättningarna kan valet även bli sjövärme eller ytjordvärme.

En bergvärmeanläggning försörjer ofta enskilda hus eller fastigheter med värme. En eller flera brunnar borrar på cirka 100 meters djup och därefter används värmeväxlare och värmepump för att värma det cirkulerande vattnet till fastigheten, se Figur 1. Om huset som man vill värma ligger nära en sjö, kan man placera en slang med cirkulerande vatten på sjöbotten. På sjöbotten och i vattnet finns lagrad solenergi som kan pumpas upp för att värma fastigheten. Sjövärme fungerar på liknande sätt som bergvärme, men förutsätter närheten till en sjö. Ytjordvärme kan användas på likande sätt som bergvärme, men stället för att borra nedåt, sprider man ut slangarna över en större tomtyta, på cirka en meters djup.



FIGUR 1. BERGVÄRME. BILD FRÅN GEOTEC. (GEOTEC, 2011)

2.6 Geoenergi för större fastigheter

Stora fastigheter har ofta ett behov av både värme och kyla. I en industri finns behov av processkyla och i en galleria finns behov av en behaglig inomhustemperatur på sommaren och vintern. I de flesta större fastigheter, t.ex. sjukhus och varuhus finns utrustningar och belysning som producerar värme, samtidigt som det kan vara mycket viktigt med en konstant inomhustemperatur.

Geoenergi kan möta behovet av konstant inomhustemperatur då man använder värme och kyla från marken. På 10 – 100 meters djup har marken en konstant årstemperatur som motsvarar årsmedeltemperaturer i luft. Vattnet som cirkulerar från marken till fastigheten pumpas och återförs från och till marken i direkt anslutning till fastigheten.

Akviferlager

En akvifer är en naturligt porös volym i marken där vatten kan lagras. Geoenergianläggningen tar till vara på energin i grundvattnet genom att växla den i värmeväxlare och värmepumpar. Inget nettouttag sker, allt grundvatten återförs.

När man använder en akvifer för säsongslagring av energi, pumpar man upp varmt vatten från en del av akviferen, tar tillvara på värmen i vattnet genom att växla den till anläggningen och återför det kalla vattnet till en annan del av akviferen i marken, se även Kapitel 5 och Kapitel 5.1. När det sedan blir sommar och man ska kyla byggnaden pumpar man upp det kalla vattnet, använder det för att kyla byggnaden och återför det då varmare vattnet till den varma delen av akviferen inför vintern, se Figur 2.



FIGUR 2. AKVIFERLAGER. BILD FRÅN GEOTEC. (GEOTEC, 2011)

Energi lagras genom att ett antal hål borrar ner till akviferen och via rör pumpas vattnet fram och tillbaka mellan kalla respektive varma brunnar i akviferen. På sommaren pumpas vatten upp från kalla brunnar och används för att kyla ner fastigheten. Den överskottsvarme som bildas pumpas ner i varma brunnar för att så småningom pumpas upp igen och värma fastigheten på vintern via värmepump.

Då akviferlager generellt sett har en mer effektiv energiutvinning och dessutom innebär en väsentligt lägre investeringskostnad än ett borrhålslager, så bedöms denna typ av system som lämpligast att undersöka i ett första steg, förutsatt att man har identifierat ett tillräckligt stort grundvattenmagasin i jord eller berg under fastigheten. För grundvattensystem krävs tillstånd enligt miljöbalken samt anmälningsplikt för värmepump.

Livslängden för ett akviferlager kan vara över 50 år. Då kan det vara kortare livslängd på kringutrustningen, som till exempel värmepumpar. Värmepumparna kan ha en livslängd på 12 år. Återbetalningstiden på ett akviferlager är ofta mellan ett till tre år och energifaktorn ligger mellan 6-7. Arbetstemperaturen är mellan + 6 °C till +10 °C (Geotec, 2012).

Borrhålslager

Borrhålslager används på liknande sätt som akviferlager. Det innebär att det byggs i anslutning till större byggnader och industrier som behöver både värme och kyla. Under vintern hämtar man värme ur berget som då kyls ner några grader. När kyla säsongen börjar, använder man kylan från den då kallare bergmassan att kyla fastigheten med. När kylan utvinns på sommaren, värms berget upp igen inför vintersäsongen. På så vis kan man både värma upp och kyla ned stora byggnader genom att återanvända energin. En stor fördel med borrhålslager är att undermarksdelen inte kräver underhåll samt att livslängden är över 40 år.



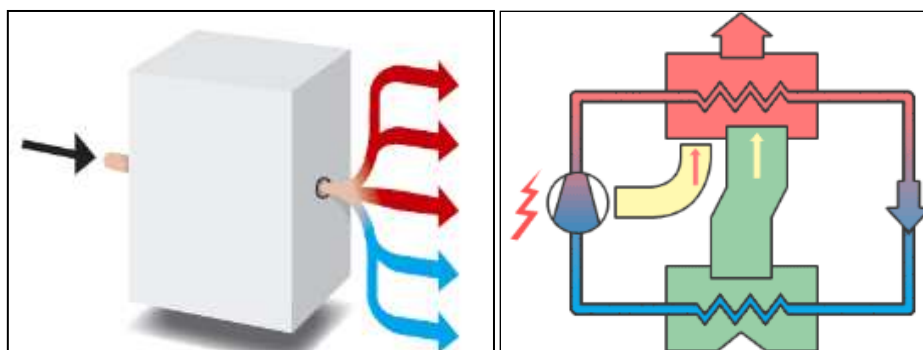
FIGUR 3. BORRHÅLSLAGER. BILD FRÅN GEOTEC. (GEOTEC, 2011)

Tekniken är i stort sett densamma som för bergvärme, men eftersom man vill värma och kyla en större bergmassa, borrar man istället många tätt sittande borrhål bredvid varandra, se Figur 3. Avståndet mellan borrhålen är cirka 5-10 meter, vilket gör att de kräver förhållandevis liten yta. Borrhålslager kan med fördel anläggas under en parkeringsplats eller under en fastighet. För att lagra värme och kyla i berg borrar 60–200 meter djupa hål. Hur djupa borrhålen är beror på energibehovet och de geologiska förutsättningarna. Slangar sänks ner i borrhålen och fylls med en vätska som när den cirkulerar tar upp den värme eller kyla som finns i berget. Fördelen med ett borrhålslager framför ett grundvattenbaserat system är att det inte är tillståndspliktigt enligt miljöbalken, förutsatt att maxeffekten understiger 10 MW. Borrhålslager har även fördelen att det kan implementeras på många olika marktyper och inte förutsätter en grundvattenansamling i marken. För alla system med värmepump gäller anmälningsplikt till kommunen.

2.7 Värmepumpar

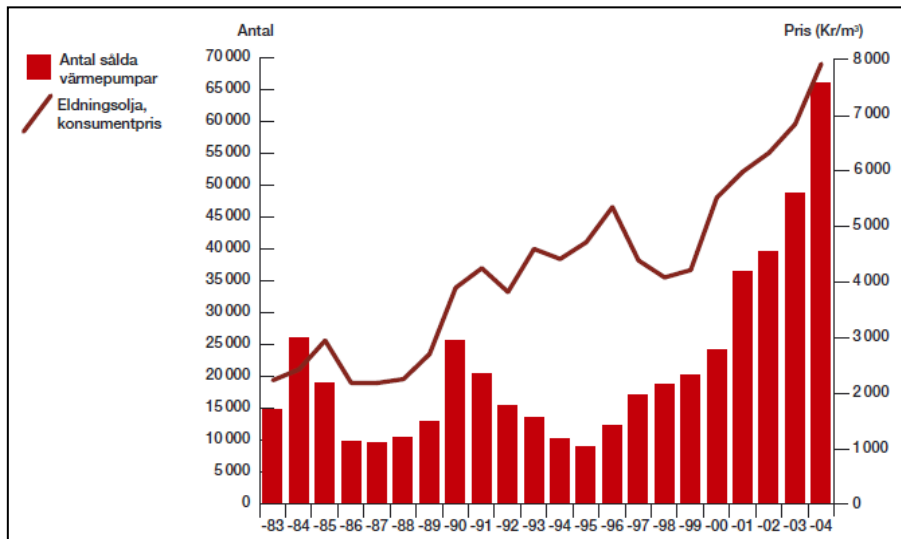
Värmepumpar står för en viktig del av det svenska energisystemet. Under 2010 var den totala energitillförseln i Sverige 616 TWh varav stora värmepumpar i energisektorn stod för 5 TWh. Motsvarande siffra för exempelvis vindkraft var 3 TWh. Cirka 60 % av energianvändningen i Sverige går till uppvärmningsändamål (Energimyndigheten, 2011). Värmepumpar drivs av samma princip som driver kylskåp och den mest effektiva pumpen är den kombinerade kyl- och värmepumpen. Till skillnad från ett kylskåp tillvaratar värmepumpen på värmen och pumpar bort kylan. Värmen kan hämtas från luft, berg eller mark. I värmepumpen finns en slinga fylld med ett köldmedium som växlar mellan flytande- och gasform, se Figur 4. Vätskan i slingan har en väldigt låg kokpunkt, under noll grader, och energin för att koka västan tas från omgivningen. Efter att köldmediet blivit till gasform pumpas det till en kompressor för att tryckas ihop och därmed öka temperaturen kraftigt, ofta till över 70 grader. Därefter passerar gasen husets värmesystem genom en kompressor och avger värmen för att värma husets inomhusluft och vatten. När köldmediet har passerat kompressorn är temperaturen så låg att det har blivit i flytande form och processen kan startas om, genom att vätskan pumpas ner till borrhålet, eller passerar utomhusluften igen. Det är främst cirkulationsprocessen som är använder el i en värmepumpslösning (Energimyndigheten, 2009).

I en kyl- och värmepump blir en del el, cirka tre delar värme och två delar kyla. Det innebär att för varje köpt kWh el får man ut i storleksordningen 3 kWh värme och 2 kWh kyla, se Figur 4.



FIGUR 4. BILDEN TILL VÄNSTER VISAR FÖRDELNING EL TILL ENERGI (ENERGIMYNDIGHETEN, 2006). BILDEN TILL HÖGER VISAR EN PRINCIP FÖR HUR EN VÄRMEPUMP FUNGERAR (GÉTHERMIE CONFORT, 2009).

Nytan med värmepumpar är att de kan hämta energi från en värmekälla med låg temperatur, t.ex. vatten, mark, berg eller spillvärme. Genom att använda el höjer värmepumpen temperaturen på vattnet och högre värmeenergi kan levereras till en fastighet. Genom att lagra solvärme på sommaren i ett berg eller en akvifer kan värmepumpen använda energin för värmeproduktion under vintern. Värmepumpar är en vanlig lösning för uppvärmning av villor och på senare år har marknaden för lokaluppvärmning med värmepump ökat kraftigt, se Figur 5 (Energimyndigheten, 2006).



FIGUR 5. ENERGIPRISET PÅ ELDNINGSOLJA OCH VÄRMEPUMPSMARKNADEN ÖVER TID (ENERGIMYNDIGHETEN, 2006).

2.8 Värmeväxlare

Värmeväxlare överför energi från ett medium till ett annat. Mediet består ofta av luft eller vatten och ingen kontakt sker mellan medierna.

2.9 Värmefaktor COP

Coefficient Of Performance, COP kallas även värmefaktor. COP för en värmepump beräknas genom att dividera den effekt pumpen levererar med den effekt den använder eller producerad energi dividerat med använd el. COP anger värmepumpens effektivitet vid produktion av värme, se Bilaga 1.

2.10 Köldfaktor EER

Energy Efficiency Ratio, EER kallas även för köldfaktor. Definitionen av köldfaktorn kan variera och definieras i detta arbete som COP minus 1. Se Bilaga 1 för härledning. Köldfaktorn anger kyl-och värmepumpens effektivitet på motsvarande sätt som COP men vid producerad kyla.

2.11 Seasonal Performance Factor SPF

Seasonal performance factor är en årsmedelfaktor för förhållandet mellan användbar energiproduktionen och energitillförseln i genomsnitt över en hel säsong, se Bilaga 1. Förhållandet mellan levererad energi och elanvändning för hela anläggningen blir SPF. Årsmedelfaktorn kan även kallas för energifaktor. Den ger en anvisning om hur bra en

anläggning är, mycket frikyla (se Kapitel 3.10) i en geoenergianläggning ger en högre SPF. För att få en indikation på när under en säsong som anläggningen presterar bra relativt mindre bra, kan man redovisa SPF månadsvis. Då kommer troligen SPF bli väldigt hög under sommarmånaderna då frikyla nyttjas, och mindre under de kallaste månaderna då det kan vara nödvändigt med spetsvärme från elpannor. Den SPF som hänvisas till i texten utgår från oftast månadsmedelvärden då det ska framgå när under säsongen som anläggningen fungerar bra och mindre bra.

2.12 Lagrad värme och producerad värme

När kyla produceras i en kyl- och värmepump, produceras även värme. Vid den tidpunkt då kyla produceras finns förmodligen inget behov för värme och i en geoenergianläggning kan värmen lagras i marken för uttag vid senare tillfälle. Vid värmebehov, i Sverige under vinterhalvåret, produceras värme genom en värmepump och den sedan tidigare lagrade värmen kan tas tillvara. Om den lagrade värmen inte har tillräcklig hög temperatur för att möta anläggningens behov, höjs temperaturen i värmepumpen, men med lägre elåtgång än om vattnet hade varit kallare. Det innebär att lagrad värme med fördel även kan användas för att förvärma luft eller vatten och därmed blir den totala elanvändningen mindre. Ju mindre temperaturen måste höjas genom värmepumpen desto mindre el används och anläggningen får en högre prestanda.

2.13 Frikyla och producerad kyla

När värme produceras i en kyl- och värmepump produceras samtidigt kyla. Under vinterhalvåret lagras kyla i marken då den inte används för att senare användas under sommarmånaderna. Under sommaren finns det ofta inget behov för att producera stora mängder kyla via värmepump då temperaturen i akviferen har en lägre temperatur än luften och kan användas direkt. Då krävs inte någon el för produktion av kyla utan kyla som levereras till fastigheten kallas *frikyla* och elanvändningen blir mycket låg.

3 Objektet – IKEA-varuhuset i Malmö

IKEA är ett möbelföretag som finns i 41 länder. Företaget grundades i Sverige 1943 av Ingvar Kamprad. IKEAs affärsidé ”går ut på att erbjuda ett brett sortiment av form- och funktionsriktiga heminredningsartiklar till så låga priser att så många som möjligt ska ha råd att köpa dem” (Inter IKEA Systems B.V., 1999-2012).

3.1 Miljö- och energimål

IKEA har en mängd olika fokus och program gällande reduktion av miljöpåverkan, energieffektivisering och hållbarhet. Stort fokus på miljö kvalitet och hållbara material ligger vid tillverkning av produkterna. Exempelvis arbetar IKEA med WWF och Forest Stewardship Council (FSC) för att öka andelen certifierat virke i utbudet. IKEA har som mål att på sikt använda 100 % förnybar energi. De största posterna för att nå energimålet utgörs av installationer av solpaneler och vindkraftsverk. (Inter IKEA Systems B.V., 1999-2012). IKEA har även satsat på geoenergi. Under 2007 byggdes ett av Sveriges då, största borrhålslager till varuhuset i Karlstad. Redan då fanns 12 fastigheter inom IKEA som fick sin värme och kyla från geoenergianläggningar (Karlberg, 2008). Därefter har IKEA valt att fortsätta med geoenergi och även de nya varuhusen i Uppsala, Helsingborg och Malmö har geoenergi som energikälla för värme och kyla.

3.2 IKEA Svågertorp i Malmö

IKEA-varuhuset Svågertorp i Malmö invigdes den 21 oktober 2009 och är idag det tredje största inom IKEA-koncernen med 43 400 kvadratmeter, efter IKEA Kungens Kurva i Stockholm och IKEA Pudong i Shanghai, Kina. Värme och kyla till varuhuset i Malmö produceras från geoenergi som utvinns ur grundvattnet under och kring varuhuset. IKEA köper in 100 % förnybar el och i och med det anses varuhuset och geoenergianläggningen koldioxidneutrala (IKEA Svenska Försäljnings AB, 2009). Antalet anställda på IKEA i Malmö är över 500 personer. Varuhuset är beläget i området Svågertorp i Södra Malmö, se Figur 6. I området finns mycket handel och industrier. Svågertorps station trafikeras av Skånetrafikens Pågatåg och det finns ett antal busslinjer som förbinder stadsdelen med resten av Malmö samt omgivningarna. Det finns även utbyggda cykelleder och gångbanor i och till Svågertorp.



FIGUR 6. IKEA SVÅGERTORP ÄR BELÄGET I SÖDRA MALMÖ.
(SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, 2012).

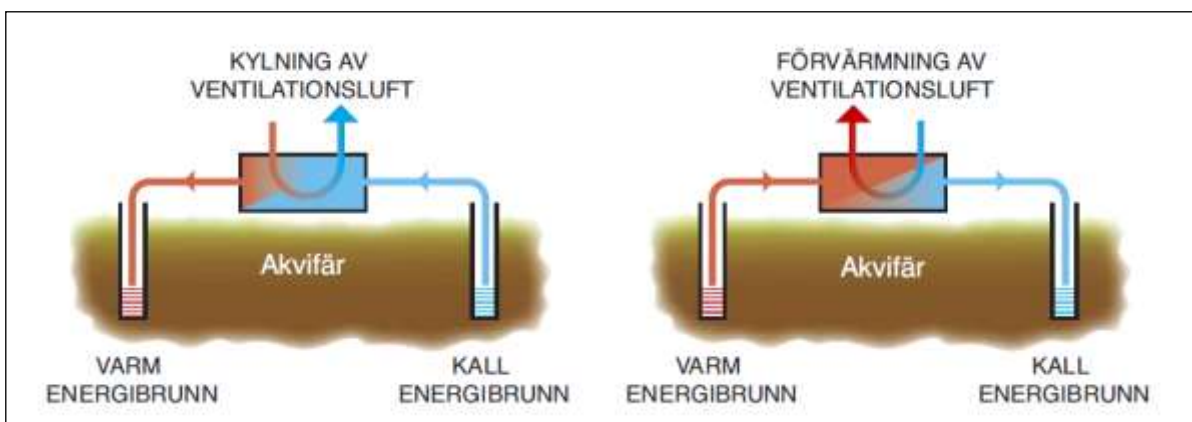
3.3 Världens grönaste IKEA-varuhus

När IKEA öppnade varuhuset i Svågertorp var det miljön och storleken som stod i centrum. Energi- och elanvändningen var koldioxidneutral. IKEA köpte in förnybar el i form av 70 % vattenkraft och 30 % vindkraft, vilket betyder att motsvarande mängd el som IKEA-varuhuset använde ska produceras med förnybar el i den mix som ovan. Under 2011 investerade IKEA i en vindkraftspark och det innebar att motsvarande mängd el som IKEA-varuhuset använde produceras och distribueras över elnätet från vindkraftsparken. Vindkraftsparken producerar el motsvarande 17 IKEA-varuhus och 98 % av alla IKEAbyggnader värms och kyls med förnybar energi. Målet är 100 % förnybar energi för hela IKEAkoncernen. Vindkraftsbolaget O2 står för anläggning och drift av de nio vindkraftverk som är belägna vid Korp fjället i Dalarnas län (Inter IKEA Systems B.V. , 2011). IKEA har satsat på många miljöfrämjande alternativ som miljöbilsparkeringar, cykelställ med tak och pump samt olika återvinningsmöjligheter dels i varuhuset med källsortering och dels på parkeringen med återvinningsstationer. IKEA i Malmö använder inga glödlampor och har en rökammare för biogasproduktion av matavfallet från restaurangen (Inter IKEA Systems B.V., 2009).

4 Systembeskrivning – Geoenergi på IKEA i Malmö

IKEA Svågertorps energiförsörjning består av en geoenergianläggning för värme- och kylproduktion. Anläggningen möjliggör användning och lagring av förnybar energi som finns lagrad i grundvattnet under marken. Som spetsvärme används elpannor som drivs med grön el från vindkraft. All elanvändning kommer från samma vindkraftpark i Dalarna som IKEA äger. Systemet har klarat att möta värmebehovet till över 90 % under 2010 och 2011 och kylbehovet till 100 %, se Bilaga 2. Anläggningen byggdes för att resultera i en betydande energibesparing med hänsyn till stigande energipriser och har givit en långsiktig miljövänlig försörjning av värme och kyla.

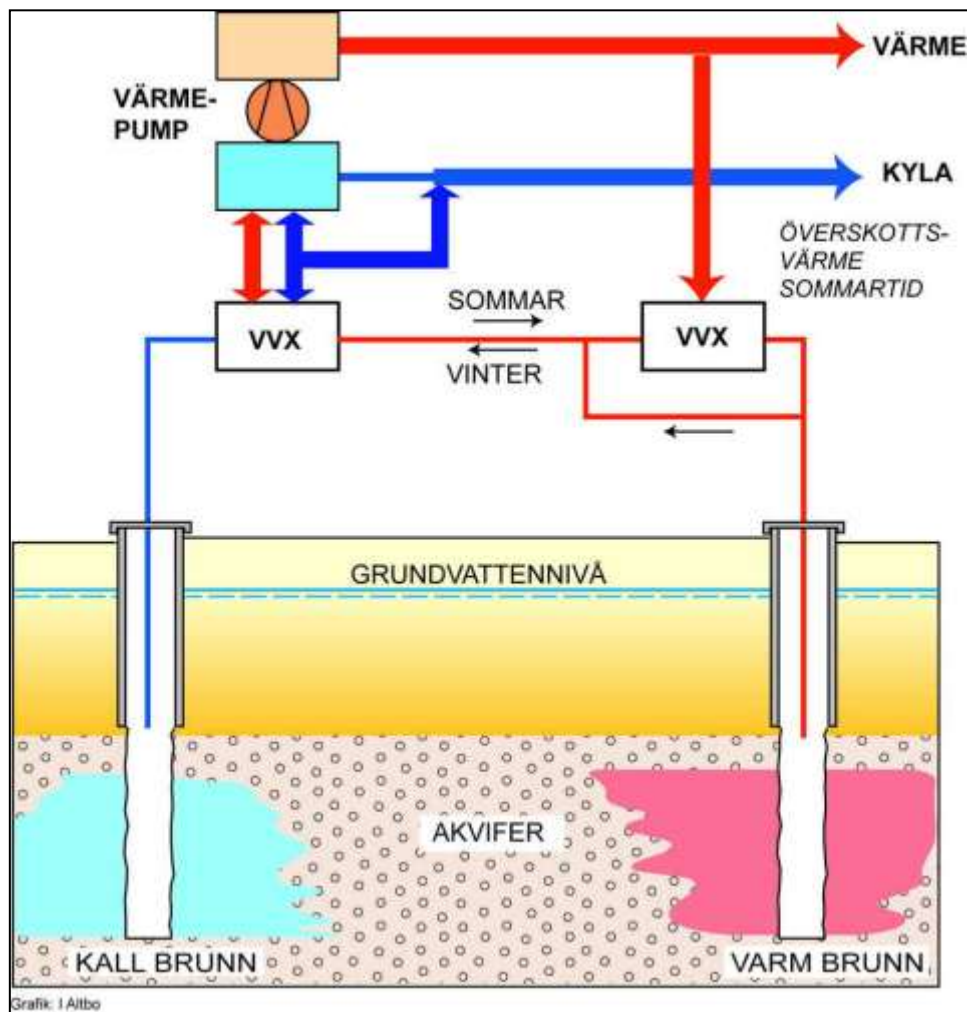
Akviferen ändrar flödesriktning mellan den kalla och varma årstiden. Under sommaren pumpas kallt vatten upp från den kalla sidan och under vintern pumpas varmt vatten upp från den varma sidan, se Figur 7.



FIGUR 7. VARM OCH KALL SIDA I EN AKVIFER (ENERGIMYNDIGHETEN, 2006).

4.1 Princip – Geoenergi på IKEA i Malmö

Värme från grundvattnet används som värmekälla under vinterhalvåret. Värmen överförs via värmexlare till värmepumpar och vidare till varuhusets radiatorer och värmesystem. När det varma vattnet har avlämnat värme och därmed blivit kallare återförs det till akviferens kalla sida för lagring till sommarhalvåret. Vid större värmebehov finns det två elpannor som drivs med el från vindkraft för spetsvärme. Kyla från grundvattnet används som kallkälla under sommarhalvåret efter att flödesriktningen vänds under april eller maj, beroende på utomhustemperaturen. Det kylda grundvattnet pumpas tillbaka och kan användas som frikyla. Vid större kylbehov finns de kombinerade kyl- och värmepumparna som spetsreserv. Den värme som bildas vid kylproduktion återförs till akviferens varma del tillsammans med övrig spillvärme för lagring till vinterhalvåret (Sweco , 2008).



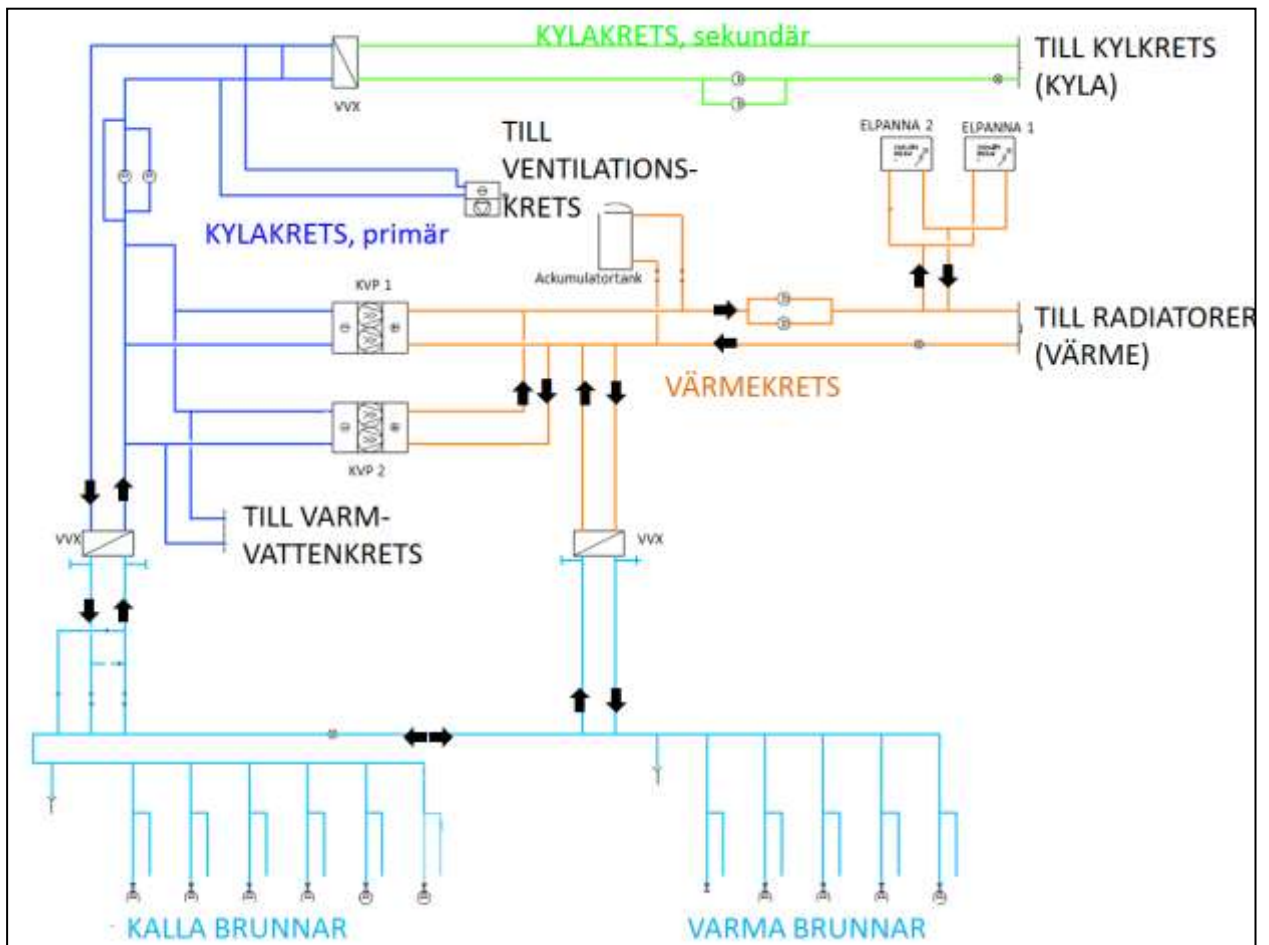
FIGUR 8. PRINCIPBILD ÖVER AKVIFERANLÄGGNINGEN (SWECO , 2008).

Grundvattnet har ingen kontakt med andra vätskor, all energiöverföring sker via värmeöverföring i värmeväxlarna, se Figur 8. En av de stora fördelarna med att använda en akvifer för energiproduktion är att temperaturen i grundvattnet är konstant över året, runt 9-10°C i sydvästra Skåne. Den kalla sidan av akviferen håller en temperatur mellan 4-8°C och den varma sidan 14-15°C när anläggningen är i drift (Sweco , 2008). Akviferlagret dimensioneras så att den varma och kalla sidan inte kommer i kontakt med varandra, trots att den varma sidan blir större under sommaren och den kalla sidan blir större under vintern. Det kan liknas vid två bubblor som utvidgar- och drar ihop sig beroende på säsong, men aldrig kommer i kontakt med varandra.

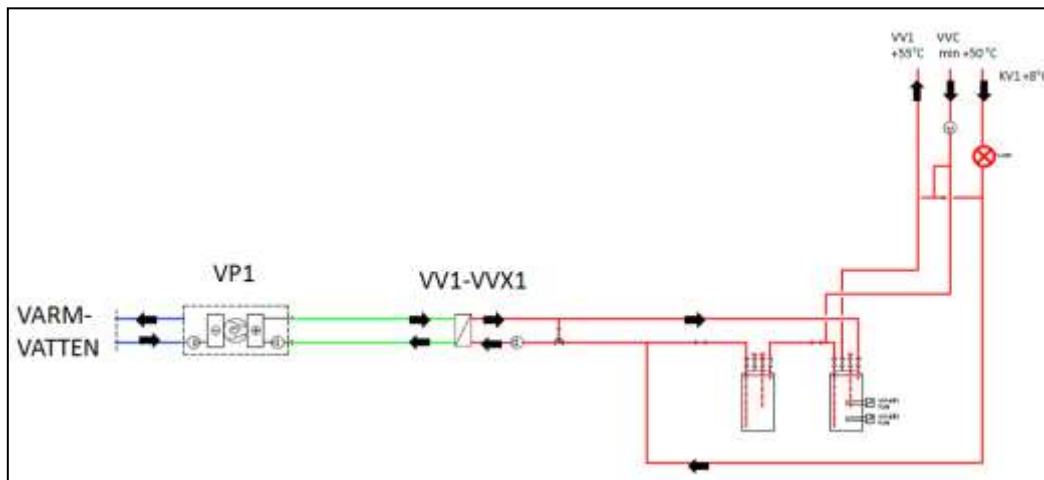
4.2 Flödesschema

Figur 9 och 10 nedan visar två förenklade flödesscheman från IKEAs relationshandlingar över hur kretsarna är sammankopplade. I den första Figuren visas alla kretsar som berör grundvattenbrunnarna, kyla- och värmeleverans till varuhuset. I den andra Figuren visas fortsättningen på varmvattenkretsen, den utgår från Figur 9, ovanför kretsen ”KALLA BRUNNAR” finns en streckad krets som heter ”TILL VARMVATTENKRETS”. Alla kretsar är sammankopplade och utgår från kalla och varma brunnar, men för att vara överskådligt är flödesschemat uppdelat i två Figurer. Båda Figurerna är hämtade från IKEAs relationshandlingar och förenklade för att visa flödesriktningar och en generell bild av hur systemet ser ut från akvifer till varuhus. Under den kalla årstiden, vanligen mellan oktober och maj pumpas vatten från de varma brunnarna, där är temperaturen cirka 8-10,5 °C. Det kallare vattnet återförs och lagras i den kalla delen av akviferen, temperaturen är då mellan 5,7–9,4 °C. Under sommarmånaderna ändras flödet manuellt efter indikation från styrsystemet och vatten pumpas från kalla brunnar, temperaturen är mellan 5,5- 9°C. Överskottsvärme lagras i de varma brunnarna och har en temperatur mellan 9,9–10,4 °C, se Bilaga 3.

Det finns två kyl-och värmepumpar i anläggningen för produktion av värme och kyla och en värmepump för produktion av varmvatten. De två värmepumparna i kretsen för värmeproduktion är av modellen Carrier 30HXC110 phas3 option 150. Den mindre värmepumpen i kretsen för varmvattenproduktion är av fabrikat IVT G+27. Det finns fyra värmeväxlare i anläggningen, varav tre stycken finns i kretsarna för värme och kyla samt en värmeväxlare i kretsen för varmvatten. Värmeväxlarna är tillverkade av rostfritt stål och av modell SONDEX.



FIGUR 9. FÖRENKLAT FLÖDESSHEMA AV VÄRME- OCH KYLPRODUKTION SAMT DISTRIBUTION I IKEA MALMÖ. BILD FÖRENKLAD FRÅN IKEAS RELATIONSHANDLING.



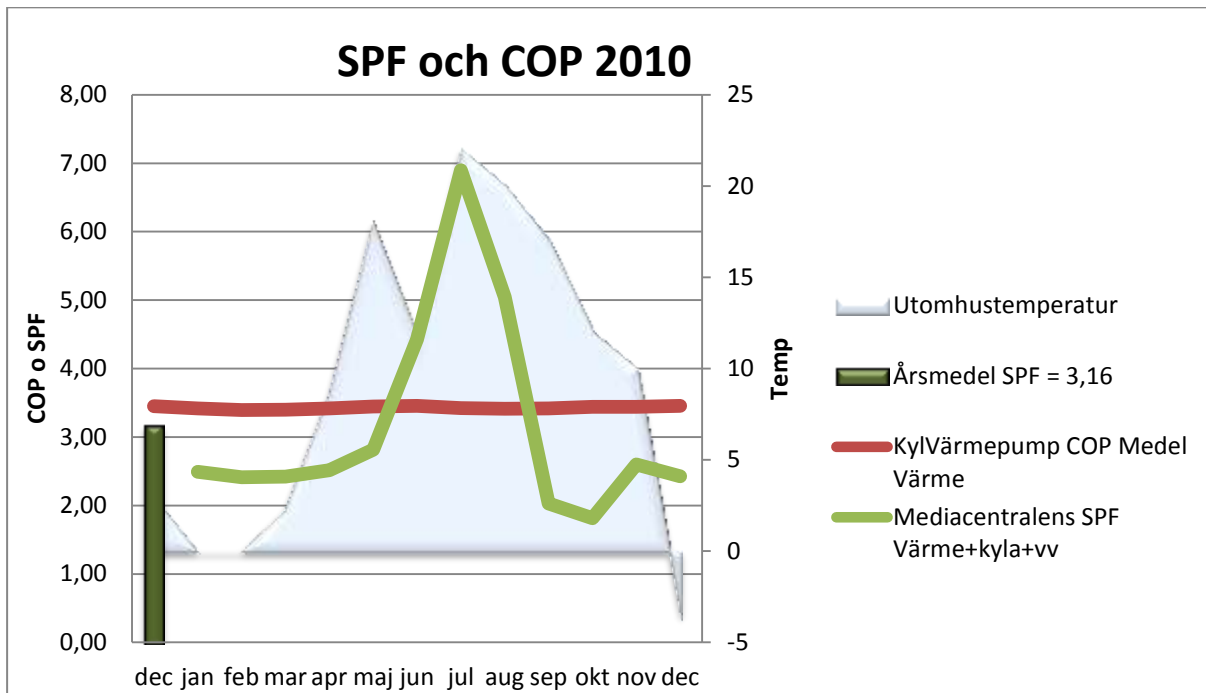
FIGUR 10. FÖRENKLAT FLÖDESSCHEMA AV VARMVATTENPRODUKTION SAMT DISTRIBUTION I IKEA MALMÖ.
BILD FÖRENKLAD FRÅN IKEAS RELATIONSHANDLING.

4.3 Driftstyrning

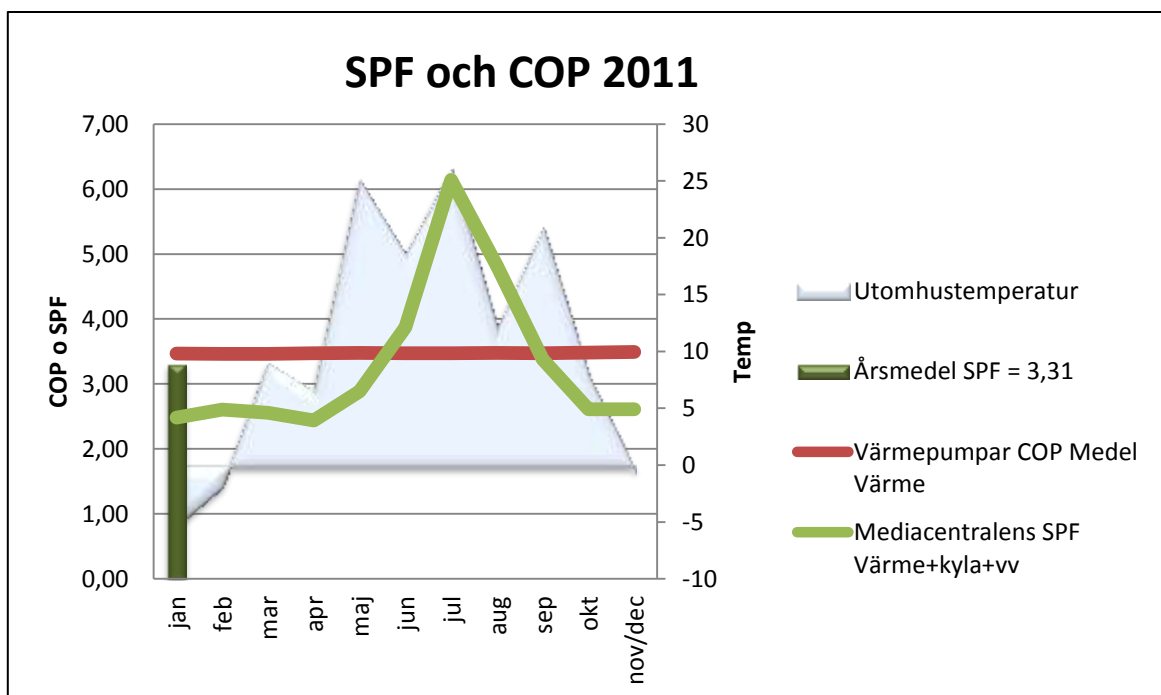
Mediacentralen (se Kapitel 6.2) styrs genom styrsystemet TAC Vista, som är ett styr- och övervakningssystem avsett för styrning av belysning, fläktar, hissar, el- och energianvändning samt olika säkerhetsfunktioner. Systemet ska stödja olika öppna system för att vara anpassningsbart för fastigheter i olika storlekar och med olika behov. Systemet ska rapportera om stora avvikelser sker från programmerade börvärden, t.ex. om energianvändningen är onormalt stor i jämförelse med samma period föregående år. Det är dock något osäkert om denna rapportering sker vid IKEA Svågertorp idag och hur åtgärderna hanteras. Det är ett pågående arbete med att optimera anläggningen, (främst ur elanvändningssynpunkt) och styrsystemet samt driftuppföljning, där detta examensarbete är en del i arbetet. Andra delar sker internt hos IKEA, och genom Schneider Electric som har totalentreprenaden för hela varuhusets styrsystem samt genom Skånska Energi som har totalentreprenaden för geoenergianläggningen.

4.4 Geoenergianläggningens prestanda

Geoenergianläggningen utnyttjar verkningsgraden i kyl och värmepumparna, använder frikyla samt lagrar energi. Figur 11 och 12 visar anläggningens prestanda genom att synliggöra värmepumparnas verkningsgrad, COP och hela geoenergianläggningens verkningsgrad genom SPF. Anläggningen har högst prestanda under sommaren då mycket frikyla kan användas och kylvärmepumparna inte behöver producera kyla. Då energimängderna inte är uppdelade för att mäta levererad och producerad energi separat, bör SPF ge ett högre värde om dessa värden skulle mätas separat. Det innebär att alla pumpar och kringutrustning som inte producerar, utan enbart distribuerar energi, i nuläget ingår i beräkningen av anläggningens verkningsgrad. För att optimera elanvändningen bör åtgärder som påverkar låga värden på SPF prioriteras, se mer i Kapitel 7. Ett SPF på 6-7 som i mitten på Figuren 11 och 12, är väldigt bra och innebär att anläggningen producerar sju gånger mer energi än den använder el. Hög användning av frikyla under varma sommarmånader ger ett bra värde på SPF.



FIGUR 11. COP OCH SPF FRÅN DECEMBER 2009 TILL DECEMBER 2010 MED ÅRETS TEMPERATURVARIATION.



FIGUR 12. COP OCH SPF FRÅN JANUARI 2010 TILL DECEMBER 2011 MED ÅRETS TEMPERATURVARIATION.

Figurerna 11 och 12 ovan visar årets temperaturskiftningar genom den stora ljusblå ytan i bakgrunden och värmepumpens verkningsgrad något konstant med ett COP-värde mellan 3 och 4. Med temperaturskiftningarna visas även hur geoenergianläggningens totala prestanda skiftar, som lägst finns ett SPF-värde på cirka 1,8 (oktober 2010) och som högst 7 (juli 2010).

Det låga värdet på SPF har främst berott på inkörningsproblem med anläggningen då den har stått stilla i vissa perioder och därför har elpannorna varit i gång.

En annan orsak till att SPF värdet är lågt under en viss månad kan bero på att det är en ovanligt kall period och mer värme måste produceras tillfälligt. Värmepumpens COP är relativt konstant genom att temperaturerna till och från värmepumpen är inställda manuellt (och går att ändra på). Vad som är intressant att studera och åtgärda är därför SPF-värdet.

Redan under april höjs utomhustemperaturen både 2010 och 2011, det syns som en spik i den ljusblå ytan. Den gröna linjen som symboliserar SPF följer inte trenden då anläggningen fortfarande är inställd på vinterdrift och inte kan utnyttja frikyla. Det är tack vare frikylan som SPF-värdet blir så högt under de allra varmaste månaderna. Här är det viktigt att observera att en tidigare skiftning till sommar drift inte nödvändigtvis måste resultera i en minskad elanvändning genom stort nyttjande av frikyla. Det kan vara så att det fortfarande är för kallt och en tidigare växling till sommar drift skulle kräva ett extra eluttag från elpannorna för värmeproduktion. Detta diskuteras närmare i Kapitel 7.3 och det bör nämnas att uppföljningen bör göras genom att föra statistiken för 2012 och kommande år. Vad som är mer intressant i ett första läge att åtgärda är de punkter där SPF-värdet är väldigt lågt. Det är här som största potentialen till minskad elanvändning bör finnas. I Kapitel 6.3 presenteras några exempel på ändrad drift för att minska elanvändningen och därmed höja SPF.

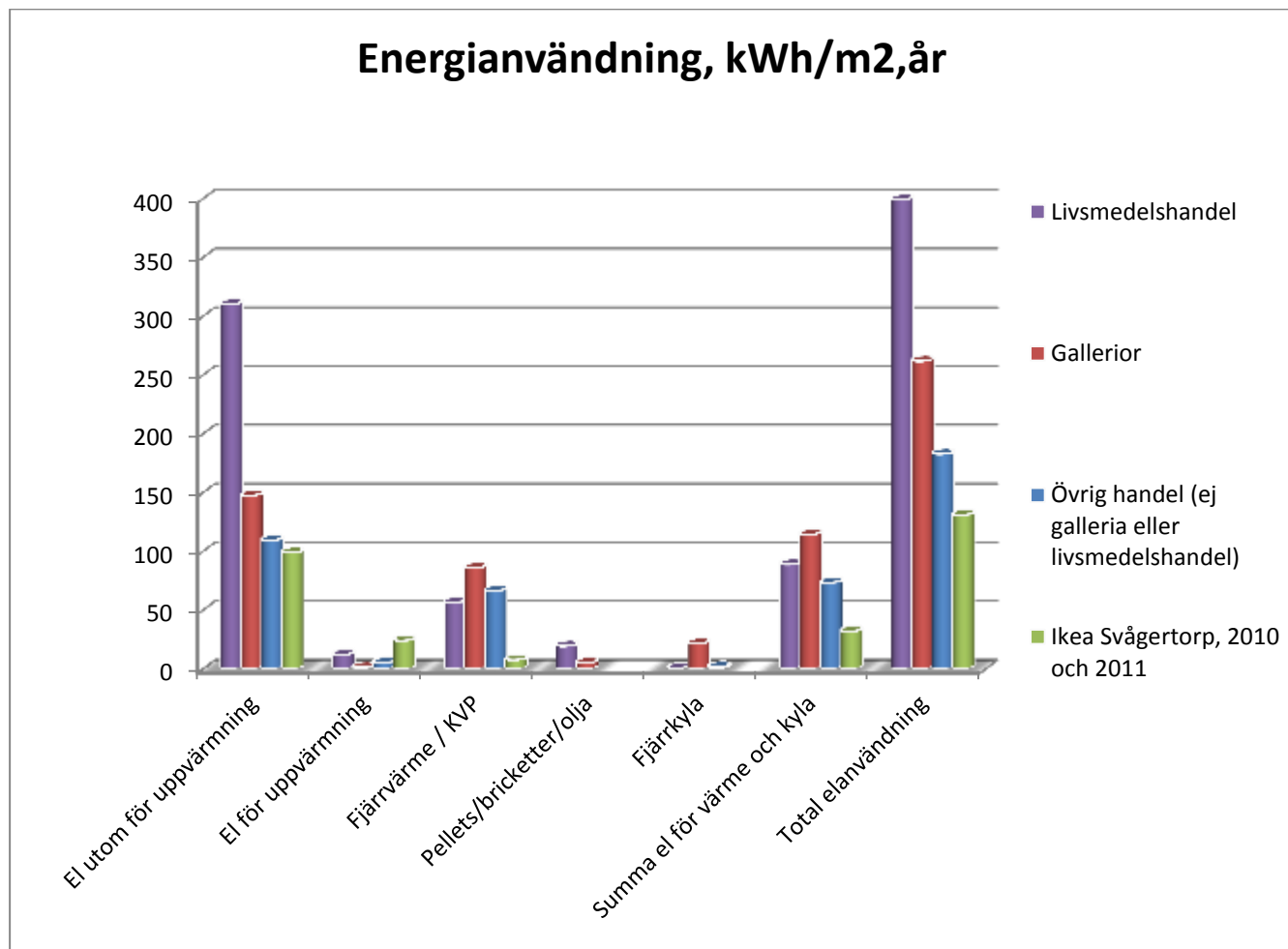
5 Visualisering av energianvändning

Genom att visualisera energianvändningen i överskådliga grafer och Tabeller samt skapa enkla och tydliga arbetsblad som driftpersonalen av anläggningen på IKEA Svågertorp kan använda, kan kunskapen om anläggningen och energianvändningen öka samt åtgärder utföras där de gör störst skillnad. På liknande sätt som att SPF-grafen i kapitlet ovan visar var anläggningen presterat som minst kan andra former av visualisering åskådliggöra en framtida prioriteringsplan för att sänka energisystemens elanvändning.

5.1 Energianvändning i olika handelslokaler

Vid en jämförelse av IKEA Svågertorps energianvändning med andra typer av handelslokaler befinner sig IKEA ganska lågt ner, alltså är utgångspunkten att minska energianvändningen grundad i en redan relativt låg energianvändning. IKEA har som de flesta handelslokaler stora ytor och är mycket energikrävande, med fokus på elanvändning. Genom att ge exempel på vad energin används till, kan fastighetsägaren minska sin energianvändning och sina energikostnader. Genom att sätta IKEA Svågertorp i ett perspektiv mot andra typer av handelslokaler, kan IKEA som fastighetsägare utvärdera sin geoenergianläggning. Alla siffror som inte gäller IKEA Svågertorp kommer från Energimyndighetens projekt *Statistik i lokaler*, som undersöker energianvändningen i olika typer av lokaler med fokus på elanvändningen. Den aktuella publikationen heter Energi i handelslokaler och är sammanställd år 2011, varför en jämförelse med IKEA Svågertorp är relevant (Energimyndigheten, 2011). Det bör dock understrykas att antal kvadratmeter för IKEA Svågertorp är satt till 43 400 m² och det är inte helt klart om hela den ytan ska räknas in för energianvändningen. Det är inte heller helt klart hur energimyndigheten har beräknat de ytor som utgör underlag för statistiken, se Figur 13 och Bilaga 4. IKEA Svågertorp har en relativt liten elanvändning per kvadratmeter relativt handelslokaler.

Summan av all elanvändning för värme och kyla till handelslokalerna blir betydligt lägre för IKEA Svågertorp än för de tre generella typerna av handelslokal. Högst elanvändning för framställning av värme och kyla har livsmedelslokaler. Det kan förklaras med att livsmedelslokalerna har högre drifttider jämfört med de andra lokalerna, detta argument framförs även i Energimyndighetens sammanställning där livsmedelslokalerna har en drifttid om 4015 timmar per år jämfört med 3789 timmar för gallerior och 3102 timmar för övrig handel. För IKEA Svågertorp gäller att varuhuset är öppet 10 timmar per dag måndag till söndag, förutom sex dagar per år och vissa helgdagar är öppettiderna något lägre än 10 timmar per dag. Därför kan årets drifttider tänkas vara närmare livsmedelslokalerna, även då varuhuset ska vara i drift någon eller några timmar före öppning för personal, samma bör gälla efter varuhusets stängningstid.

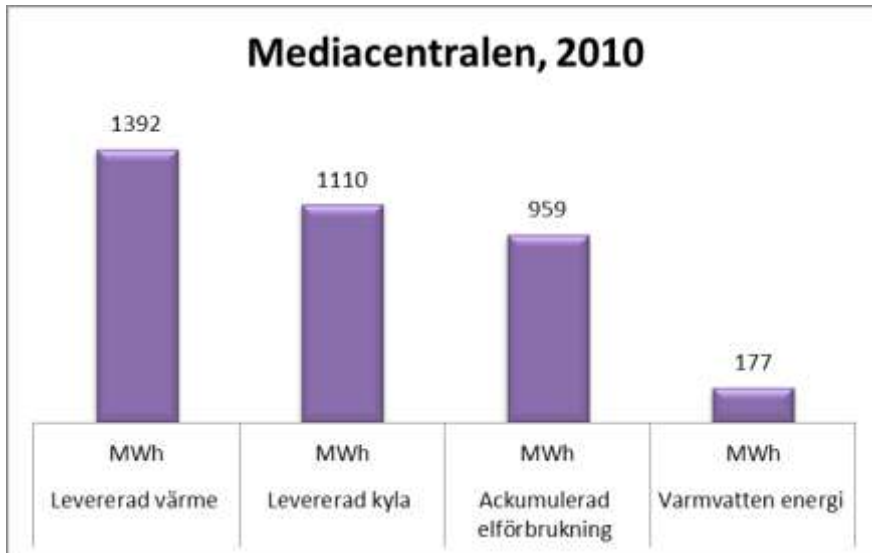


FIGUR 13. BILD MODIFIERAD EFTER ENERGIMYNDIGHETENS RAPPORT *ENERGI I HANDELSLOKALER* (ENERGIMYNDIGHETEN, 2011).

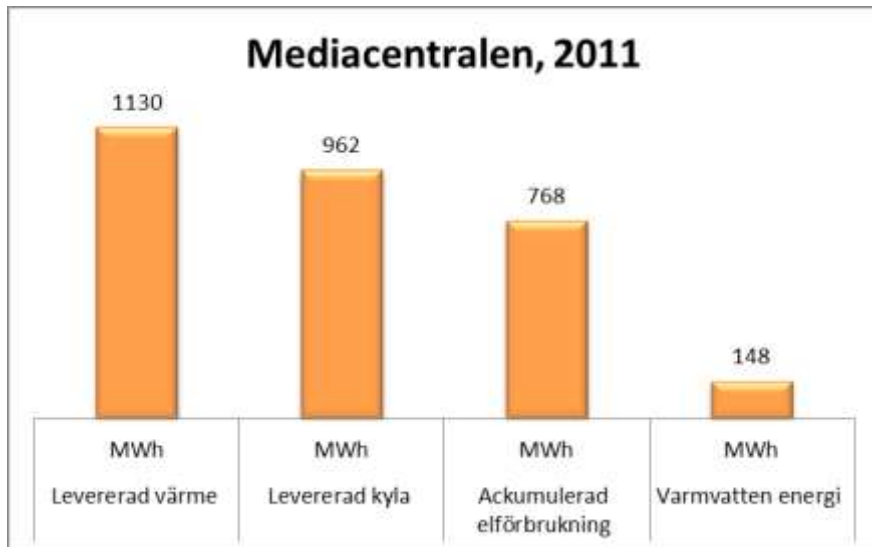
5.2 Mediacentralen

Mediacentralen (teknikrummet) är det rum där hela geoenergianläggningen möts, ledningar från den kalla och varma sidan kommer upp från undermarken och möter värmväxlare och kyl- och värmepumpar. I Mediacentralen överförs den producerade energin från geoenergianläggningen och värmepumparna till varuhuset.

Den totala elleveransen till varuhuset fördelas genom tre transformatorstationer. En av dessa går direkt till mediacentralen och elen används som drivel till geoenergianläggningens komponenter som i sin tur förser varuhuset med värme, kyla och varmvatten. De andra transformatorstationerna levererar el direkt till varuhuset, bland annat till belysning, kassasystem och annan elanvändande utrustning. Figur 14 och 15 visar hur mycket el (från och med 2012 från vindkraft, dessförinnan från vatten- och vindkraft) som har levererats för att producera den mängd energi som varuhuset behöver för värme och kyla. Den totala elförbrukningen, mätt i megawattimmar, är nästan tre gånger mindre än producerad energi. Detta är tack vare att energi pumpas upp som kallt eller varmt vatten från grundvattnet och värmväxlarnas energiöverföring samt kyl- och värmepumpens förmåga att leverera mer energi än använd el.



FIGUR 14. LEVERERAD ENERGI (GEOENERGI) SAMT ELANVÄNDNING TILL OCH FRÅN MEDIACENTRALEN UNDER 2010.

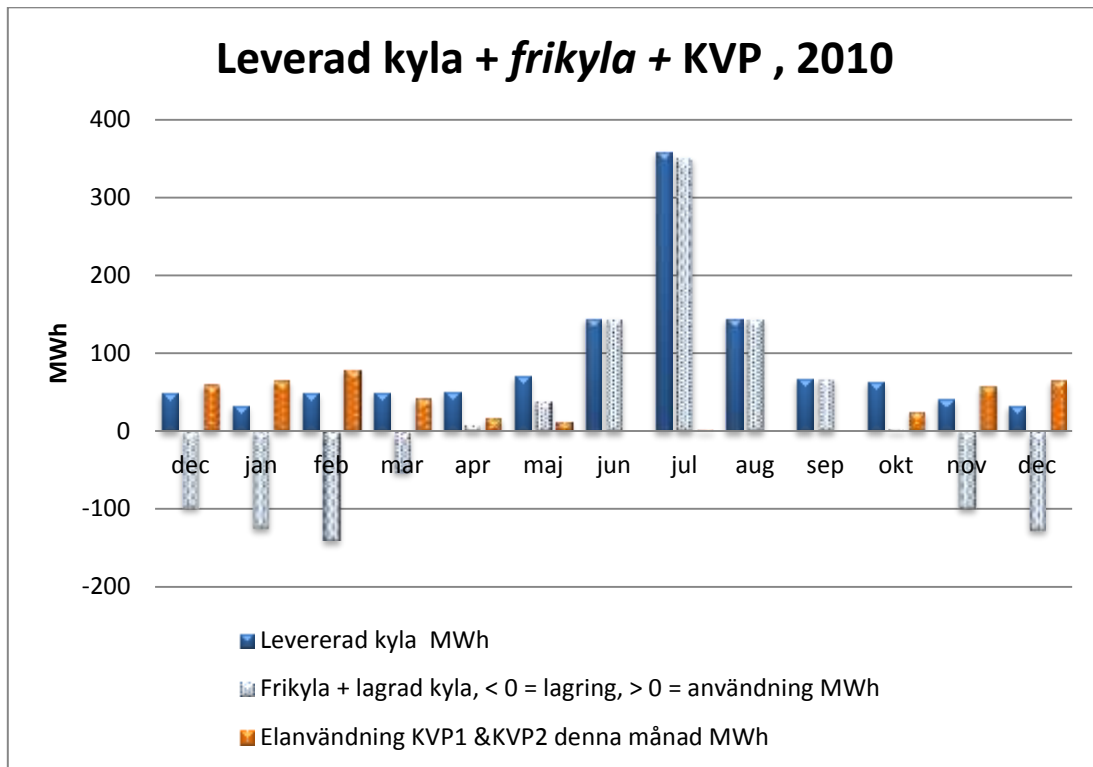


FIGUR 15. LEVERERAD ENERGI (GEOENERGI) SAMT ELANVÄNDNING TILL OCH FRÅN MEDIACENTRALEN UNDER 2011.

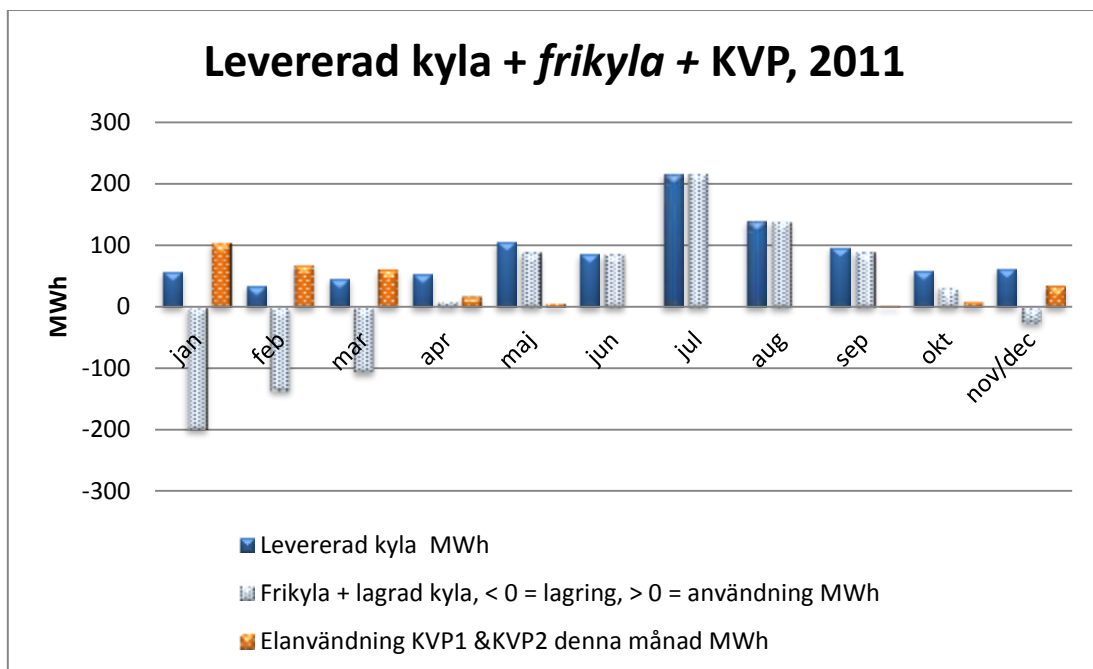
5.3 Kylbehov och frikyla

Varuhusets kylbehov varierar över året, störst är behovet på sommaren och det är under sommaren som geoenergianläggningen levererar frikyla. Frikyla består av den kyla som har lagrats under vintern och den kyla som finns naturligt i marken. Nere i marken är temperaturen konstant och under de varmare sommarmånaderna är det betydligt kallare i marken än i utomhustemperaturen. Varuhusets totala effektbehov för kyla är projekterat till 1600 kW och kylenergibehovet 1424 MWh/år. Under 2010 var kylbehovet 1110 MWh och under 2011 var motsvarande siffra 970 MWh. Den högst uppmätta momentana effekten över 2010 och 2011 var 654 kW den 2:a augusti 2011. Se Bilaga 5 och 6. Här finns ett behov av pulsmätning där exempelvis högsta effekt per timme samt medeffekt per timme, lagras och redovisas då det är svårt att göra en optimering när man inte vet om anläggningen i dagsläget använder 100 % av sin kapacitet eller kanske 50 %. Det momentana värdet kan enkelt förväxlas med ett medelvärde vid uppföljningar av anläggningen, men visar egentligen ingen trend för anläggningen mer än för just det tillfället som värdet blir avläst.

Under vintermånaderna producerar anläggningen värme och även kyla, kylan lagras och används under sommaren som frikyla, se Figur 16 och 17. Under 2010 och 2011 levererades cirka 200 MWh mer kyla än vad som lagrades under året. Här är det intressant att fortsätta mätningarna och redovisa förhållandet över lagrad och använd frikyla över året. Om uttaget av frikyla blir större än anläggningen är dimensionerad för kan livslängden för energisystemet minska. Det optimala förfarandet är att akviferen laddas och tar ut ungefär lika mycket energi över ett år, alternativt så att den varma och kalla sidan i akviferen inte möts. Geoenergianläggningen behöver inte vara i balans, så länge som den kalla sidan inte möter den varma, då skulle en urladdning ske och akviferen skulle kunna mista sin lagringsförmåga. Läs mer i Kapitel 7.3 om hur ett lägre COP värde på kyl- och värmepumparna kan leda till lägre elanvändning och högre produktion av kyla för lagring. När man subtraherar levererad kyla från frikyla över år 2010 och 2011 visas ett resultat där cirka 200 MWh per år mer frikyla används av varuhuset än vad som lagras under vintermånaderna, se Bilaga 5 och 6. I Figur 15 och 16, visas hur mycket kyla som har levererats per månad och hur stor del av denna som kommer från frikyla. Frikyla kan endast levereras under sommar drift då kallt vatten pumpas ner i de kalla brunnarna under vintermånaderna. I juni, juli, augusti och september 2010 och 2011 har nästan all levererad kyla bestått av frikyla. Under de kallare månaderna har kylan lagrats i akviferen. Under de kalla månaderna har kylan istället lagrats i akviferen. I figurerna symboliserar alla ljusblå staplar under nollstrecket, lagrad kyla i akviferen som tas till vara från värmepumpens produktion av värme. Alla ljusblå staplar över nollstrecket är levererad frikyla till varuhuset. De blå staplarna visar total levererad kyla per månad till varuhuset. De orangea staplarna visar antal MWh värme som kyl- och värmepumparna levererar per månad.



FIGUR 16. KYLAINVENTERING FRÅN DECEMBER 2009 TILL DECEMBER 2010.

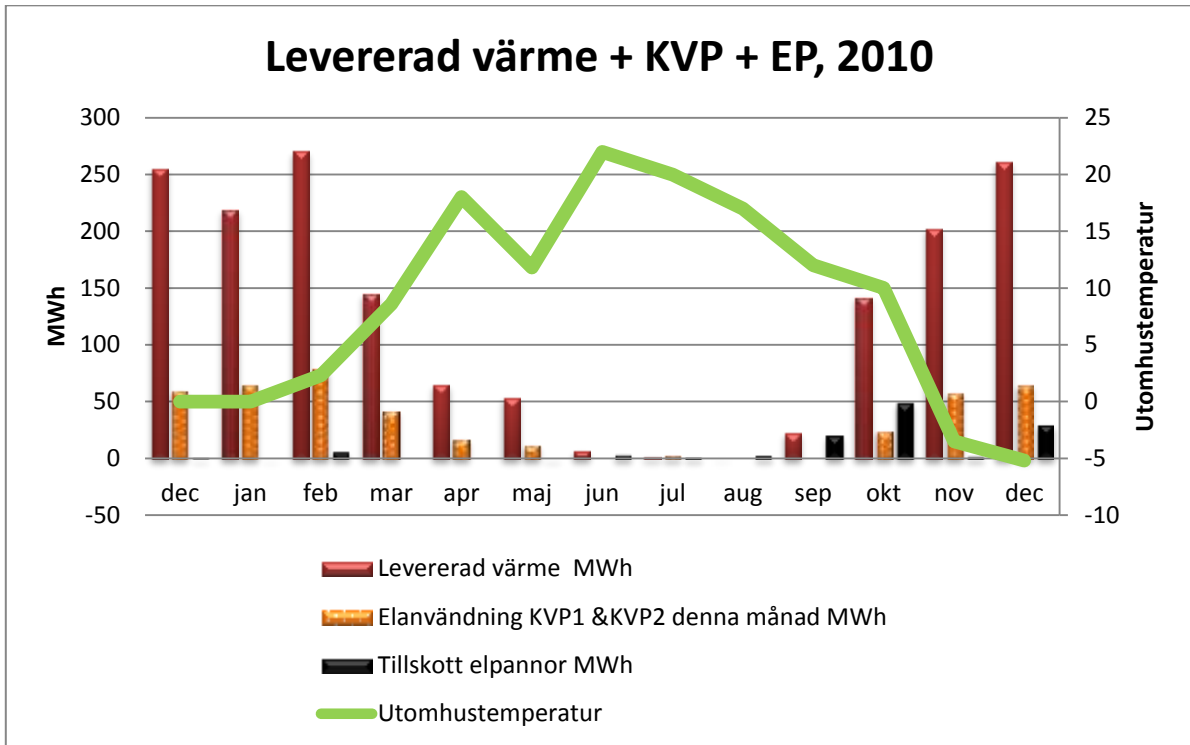


FIGUR 17. KYLAINVENTERING FRÅN JANUARI 2011 TILL DECEMBER 2011.

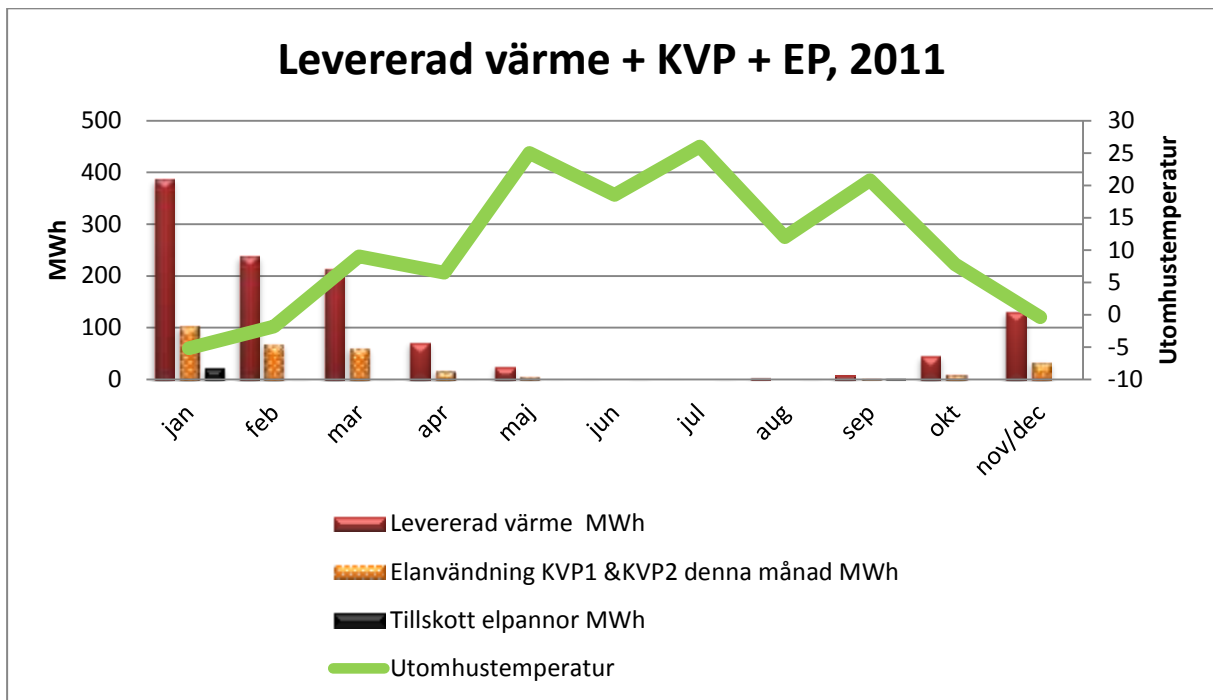
5.4 Värmebehov

Varuhuset är projekterat för värmeeffektbehovet 1 800 kW och årsbehovet av värme är projekterat till 2 000 MWh/år. Under 2010 var levererad värme 1392 MWh och motsvarande siffra under 2011 var 1130 MWh. Den uppmätta effekten redovisas inte i grafer eller siffror då det är momentana värden som har redovisats i hittills gjorda mätningar. Den högst uppmätta momentana effekten över 2010 och 2011 var 892 kW den 26e december 2010. Se Bilaga 5 och 6. Här finns ett behov av pulsmätning där exempelvis högsta effekt per timme och medeleffekt per timme lagras och redovisas.

Figur 18 och 19 visar hur mycket energi som har levererats till varuhuset samt hur mycket el som har gått åt för den efterfrågade leveransen. De röda staplarna är den mängd energi som har levererats till varuhuset, medan orangea och svarta staplar visar kyl- och värmepumparnas och elpannornas elanvändning. Värmepumparna har en COP på drygt 3,5 (se Figur 11 och 12), därmed blir levererad energi högre än använd el. Elpannorna värmer vattnet direkt med elen och används endast som spetslast då värmebehovet är särskilt stort. Elpannorna ska endast leverera värme vid speciella fall då värmen i brunnarna och värmepumpen inte räcker till. Under 2010 stod elpannorna för 8 % av värmeleveransen till varuhuset och under 2011 var motsvarande siffra 3 %, se Bilaga 2. Det kan betyda att det var en inkörningsfas av anläggningen under 2009 och att systemet var i bättre balans 2011. Det verkar även rimligt att elpannorna måste sättas in då det blir en hastig sänkning i utomhustemperaturen som under oktober 2010. Samtidigt var det i denna period som systemet växlade från sommar- till vinterdrift och det har varit vissa svårigheter med regleringen av anläggningen vid dessa tillfällen enligt personal som arbetar med driften på IKEA i Malmö. I Figur 10 och 11 symboliserar den gröna heldragna linjen årets utomhustemperatur medan staplarna visar använd och levererad energi för värme. De svarta staplarna visar när elpannorna används som spetslast för att värma varuhuset. Tillskottet från elpannorna är betydligt mindre 2011 än 2010, jämför Figur 18 och 19.



FIGUR 18. LEVERERAD VÄRME TILL VARUHUSET UNDER 2010.



FIGUR 19. LEVERERAD VÄRME TILL VARUHUSET UNDER 2011.

6 Elmätning och minskad elanvändning

Avsnittet om elmätning och minskad elanvändning utgår från energisammanställningen och systembeskrivningen från tidigare Kapitel för att visa hur och var energianvändningen kan minskas genom lägre elanvändning. Fokus finns även på att ge förslag på förbättringar gällande visualiseringen av energianvändningen för att den dagliga driften lätt ska kunna följas upp och vid behov påverka elanvändningen.

6.1 Driftuppföljning

Intervjuerna har visat att det finns mycket kunskap om geoenergianläggningen hos många aktörer och förslag till optimeringar sker löpande på flera håll. I den här rapporten presenteras två konkreta optimeringar och några förslag till uppföljning som framkommit genom intervjuerna och diskussionerna. Frågorna som ställdes utifrån examensarbetets undersökning av geoenergin på IKEA i Malmö, behandlade om huruvida personen i fråga har identifierat problem och/eller lösningar med anläggningen på IKEA Svågertorp. Då det är flera olika entreprenörer och konsulter som har varit inblandade under projektets gång dras slutsatsen här att det saknas viss kunskapsöverföring mellan och inom de olika uppdragen gällande geoenergianläggningen. Ett konkret exempel gäller styrsystemet som till stor del utarbetades av en person som kort efter varuhusets öppnande slutade sin anställning och troligtvis inte lämnade över all kunskap som hade samlats in under arbetets gång. Detta är inget ovanligt eller konstigt, men kan skapa en tillfällig kunskapslucka innan nästa person har hunnit sätta sig in i projektet. Ett annat exempel är att två totalentreprenader som båda berör geoenergianläggningen var hos olika entreprenadfirmor. Den ena totalentreprenaden gäller själva geoenergianläggningen och den andra styr- och övervakningssystemet. Dessa gränser kvarstår idag och kan ibland leda till att driftpersonalen på IKEA inte på bästa sätt får möjlighet till den kommunikation som kan underlätta det dagliga arbetet. Då det är totalentreprenad på både geoenergianläggningen och styrsystemet skulle det i den bästa av världar inte behövas någon tillsyn från den interna driftpersonalen, men då geoenergianläggningen ofrånkomligt måste vara sammankopplad med resten av varuhuset, kommer driftpersonal på IKEA ofta i kontakt med denna. Även larm från anläggningen går direkt till samma system som resten av varuhuset.

1. Den första åtgärden som har föreslagits utifrån diskussionerna gäller varmvattencirkulationen som i dagsläget är i drift dygnet runt. Cirkulationen kan vara avstängd under de timmar då varuhuset inte är i drift. I detta fall behöver man installera mätare och reglera av- och påsättningen av cirkulationen, samt undersöka vilka tider som gäller för driften av varuhuset, då de skiljer sig från varuhusets öppettider. Genom att minska drifttiderna för cirkulationspumparna minskar även elanvändningen.
2. En annan åtgärd som har identifierats är att minska den abonnerade effekten för elpannorna. Idag abonnerar IKEA Svågertorp på 700 kW och alternativet vore att endast abonnera på 350 kW gemensamt och inte köra mer än en elpanna åt gången. Detta skulle både minska kostnaden för abonnerad effekt samt minska belastningen på elpannorna och förlänga deras livstid. Om man ser över elpannornas medeleffekt månadsvis är det högsta värdet på effektuttag 62,1 kW för båda elpannorna tillsammans. Här skulle det vara intressant att ha pulsmätning för att se högsta effekt och medeleffekt över en timme snarare än medeleffekt över en månad för att se om

den abonnerade effekten verkligen är så pass mycket större än vad som behövs. Befintlig data ger en indikation om att 700 kW abonnerad effekt kan vara något hög.

3. Efter samtal med driftpersonalen på IKEA Svågertorp, har det identifierats att det finns återkommande driftproblem då man övergår från sommar- till vinterdrift och omvänt. Vissa ventiler som ska stängas och andra öppnas, larmas som att det vore fel i flödesriktningen när riktningen ändras. När sedan vinterfall övergår till sommarfall visar styrsystemet att en av pumparna i den varma sidan (VB 5) är i drift fast den inte är det. Dessa och liknande driftproblem åtgärdas löpande och är inget som diskuteras djupare. Det är dock viktigt att påpeka att desto mer kunskap driftpersonalen på IKEA Svågertorp har om anläggningen, desto snabbare och (billigare) kan problemen lösas. Det är inte IKEA Svågertorps personal som har ansvaret för att anläggningen ska fungera felfritt, men då dessa personer är på plats varje dag, finns det en otrolig fördel med att kunna förstå och följa energiproduktionen på plats. Samtidigt är det viktigt att förstå att byte av sommar- till vinterfall, och tvärtom, inte bör ske för hastigt. Under höst och vinter kan anläggningen gå en eller ett par veckor utan att skiftning sker då utomhustemperaturen är tillräckligt mild och därmed blir kostnaderna mindre.
4. Ett viktigt inslag i en större energioptimering är att sätta upp separata mätare för elanvändningen av producerad- och distribuerad energi i apparatskåpet. Idag mäts alla pumpar och mindre komponenter i mediacentralen med en gemensam elanvändning. För att kunna beräkna hur väl anläggningen fungerar och därmed snabbt och effektivt kunna göra förändringar krävs ett korrekt mätande av elanvändning för distribution och produktion av energi från akviferen.

Att möjliggöra rättvisande uppföljning

Då avsikten med att ge exempel på vad energin och speciellt elen används till, är att visa var de största (och enklaste) besparingarna kan göras. I IKEA Svågertorps fall bör det vara elanvändningen för all kringutrustning, d.v.s. all elanvändning som passerar mätaren i apparatskåp 06, AS06. Det innebär alla pumpar, frekvensomvandlare och elanvändare som finns med i produktion- och distributionskretsen, men som inte är kyl- och värmepumpar eller elpannor. Här blir det tydligt att en uppdelning av elanvändningen för producerad och distribuerad energi är att föredra då det är av intresse att se vad i kretsarna som är mest energikrävande och därmed börja optimera elanvändningen i där.

All el som används vid pumpning av vatten från och till akviferen och som passerar genom kyl- och värmepumparna och därtill hörande cirkulationspumpar, ventiler och all elanvändning i den så kallade primära kretsen räknas som elanvändning för producerad energi. Den elanvändning som sker därefter, i sekundärkretsen, alltså efter värmväxlare 2 och 3 samt kyl- och värmepumparna i Figur 20 och efter värmepumpen i Figur 21, kallas här för elanvändning för distribuerad energi.

Till elanvändning för producerad energi räknas:

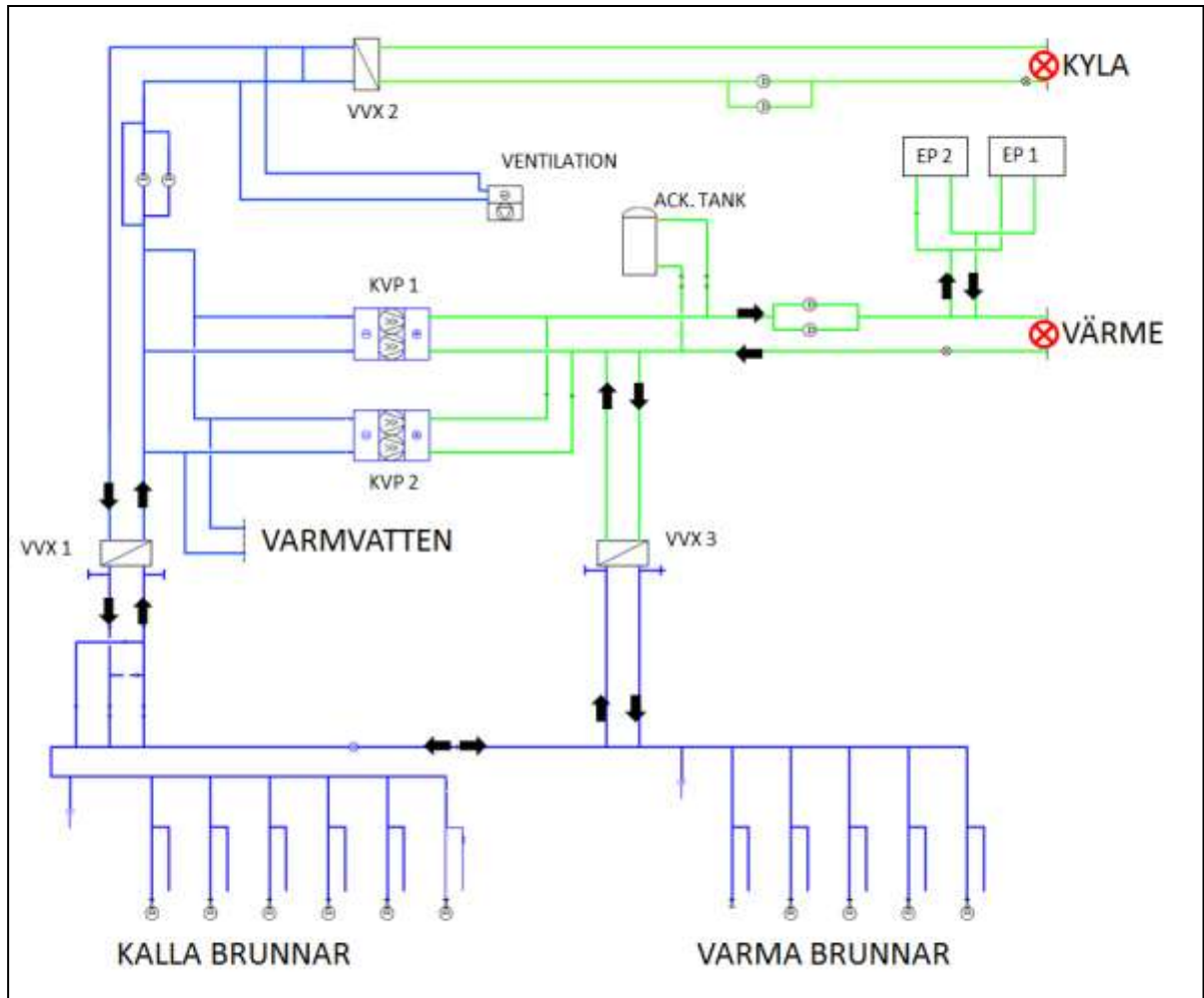
- pumpning av vatten från och till akviferen och som passerar genom kyl- och värmepumparna
- därtill hörande cirkulationspumpar, ventiler och all elanvändning i den så kallade primära kretsen

Till elanvändning för distribuerad energi räknas:

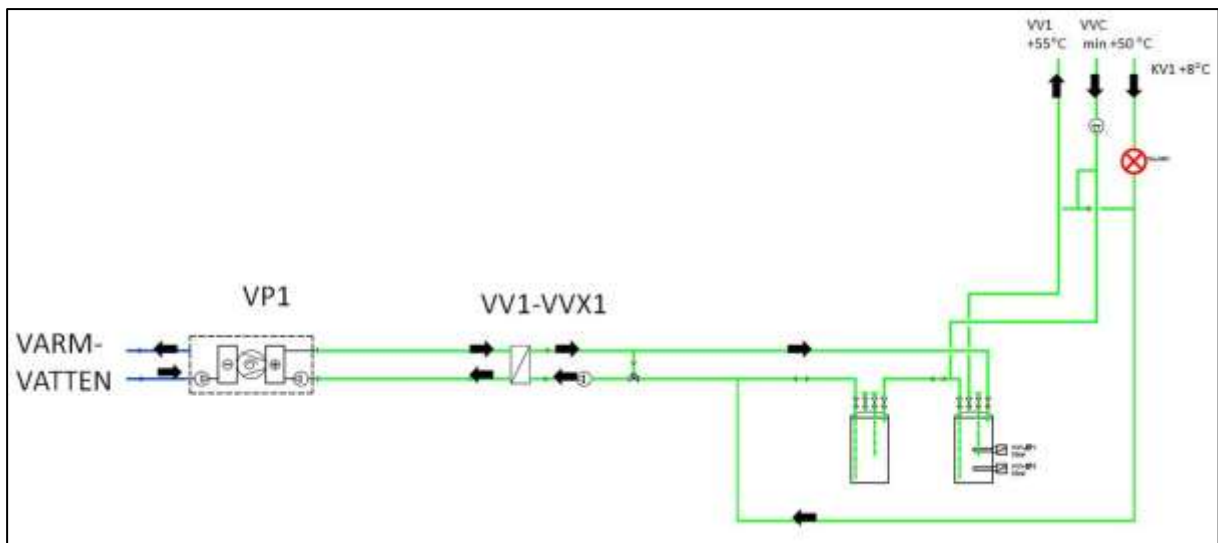
- den elanvändning som sker efter den primära kretsen, i sekundärkretsen, alltså efter värmväxlare 2 och 3 samt kyl- och värmepumparna i Figur 20 och efter värmepumpen i Figur 21

Uppdelningen är viktig för att ge rättvisande siffror vad gäller anläggningens effektivitet. Om IKEA skulle koppla bort geoenergianläggningen och exempelvis koppla in varuhuset till fjärrvärmenätet skulle det fortfarande behövas cirkulationspumpar och ventiler i den så kallade sekundära kretsen, för att fördela kylan och värmen i varuhuset. Uppdelningen på elanvändning för distribuerad och producerad energi sker inte genom individuella mätare idag utan all elanvändning från pumpar och frekvensomvandlare sker i en gemensam mätare, AS06. Detta påverkar presentationen av SPF och nedan redovisas hur en sådan uppdelning skulle förändra hur geoenergianläggningens prestanda redovisas. Idag redovisas SPF som all levererad energi för värme, kyla och varmvatten under en månad dividerat med elförbrukningen under samma månad. Elanvändningen idag presenteras som en klumpsumma där kyl- och värmepumparna, elpannorna och apparatskåpets elanvändning ingår. Över åren 2010 och 2011 består apparatskåpets elanvändning till över 50 % av hela mediacentralens elanvändning. Under 2010 var siffran 59 % och under 2011 var siffran uppe i 70 %, se Bilaga 5 och 6. Desto mer frikyla som används desto större del kommer apparatskåpet att stå för när kyl- och värmepumparna inte behöver producera kyla. Fördelningen skulle ske genom att två elmätare sätts upp i apparatskåp AS06. Det är fortfarande intressant att mäta total energianvändning, varför elanvändning för producerad, distribuerad- och levererad energi bör redovisas varje månad. I Figur 20 och 21 symboliserar blått kretsen för producerad energi och grönt visar distribuerad energi. Gränserna är satta vid VVX 2, VVX 3, KVP1, KVP 2, EP1 och EP2 för Figur 20 och vid VP1 för Figur 21 (redovisning av elanvändning för elpanna i varmvattenkretsen saknas).

Levererad energi mäts i de röda krysspunkterna. Elanvändningen för EP 1 och EP 2 hör till kretsen för producerad energi i Figur 20.



FIGUR 20. UPPDELNING AV PRODUCERAD OCH DISTRIBUTERAD ENERGI.



FIGUR 21. UPPDELNING AV PRODUCERAD OCH DISTRIBUTERAD ENERGI.

För att underlätta för driftpersonalen och andra inblandade i det dagliga arbetet med geoenergianläggningen bör mätare som finns och levererar mätdata, registreras automatiskt och exporteras till Excel. Det är idag nio mätare som läses av manuellt på tre olika ställen.

Dessa mätare är:

1. Utetemperatur
2. Elpanna 1, EP1
3. Elpanna 2, EP2
4. Kyl- och värmepump 1, KVP1
5. Kyl- och värmepump 2, KV2
6. Apparatskåp 06, AS06
7. Energimätare kyla, KB01
8. Energimätare värme, VS01
9. Flödesmätare varmvatten, VV1-VM1

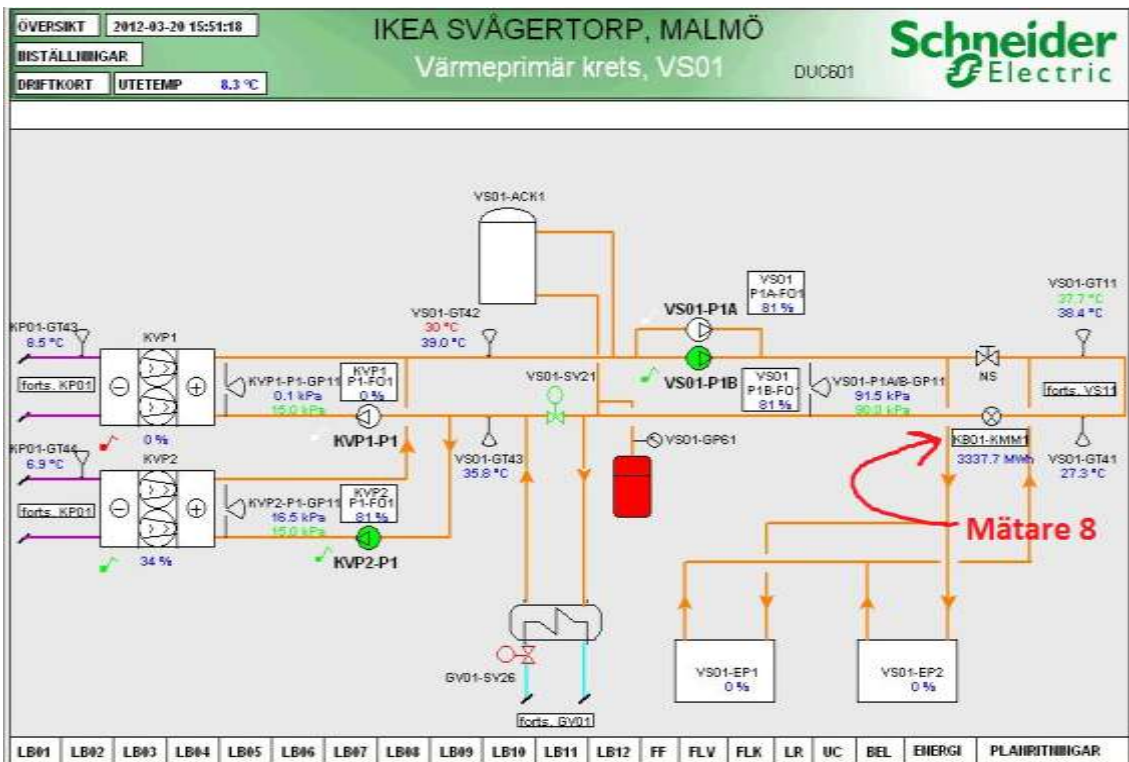
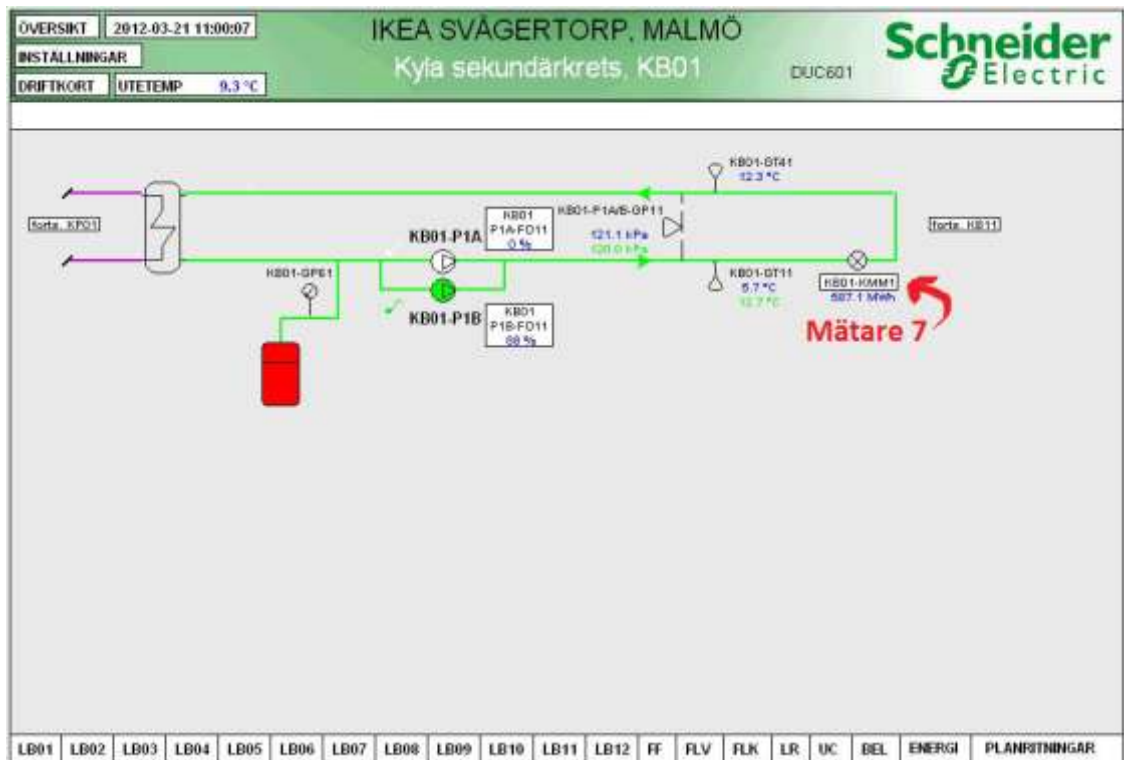
Mätare 1-6 avläses idag manuellt under rubriken "ENERGIMÄTARE" i styr- och kontrollprogrammet, se Figur 22. Mätare 7-8 avläses manuellt i styr- och kontrollprogrammet under rubriken "ÖVERSIKTSBILD", se Figur 23. Mätare 9 avläses manuellt på plats i mediacentralen, flödet räknas om med hjälp av temperaturdifferenser. Alla värden förs efter avläsning in i Tabell, se Bilaga 5 och 6. Mätare som saknas bör sitta på värmepumpen till varmvattenproduktionen.

Geoenergi på Ikea Svågertorp

| ÖVERSIKT | | 2012-06-14 09:53:56 | | IKEA SVÅGERTORP, MALMÖ | | | Schneider Electric | | |
|----------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------|
| DRIFTKORT | | UTETEMP | | 14.8 °C | | Energimätare | | | |
| Mätare 2 | | Mätare 3 | | Mätare 4 | | Mätare 5 | | Mätare 6 | |
| T1A1 | Eipanna 1, mediac 511 | T1A2 | Eipanna 2, mediac 511 | T1A3 | Kyl/värmepump 1, mediac 511 | T1A4 | Kyl/värmepump 2, mediac 511 | T1A5 | A56 för mediacentral |
| Mätarställning | 170.51 MWh | Mätarställning | 19.02 MWh | Mätarställning | 473.53 MWh | Mätarställning | 457.78 MWh | Mätarställning | 1233.06 MWh |
| T2A1 | Central i 522a | T2A2 | Central i 525c | T2A3 | Central i 525c | T2A4 | Reserv | T2A5 | A51 för Luftbeh. i 501 |
| Mätarställning | 121.02 MWh | Mätarställning | 81.30 MWh | Mätarställning | 430.25 MWh | Mätarställning | 0.00 MWh | Mätarställning | 222.01 MWh |
| T2A7 | A53 för luftbeh. i 501 | T2A8 | Central i 528a | T2A10 | Reserv | T2A12 | Strömskena i möbelutst. | T2A13 | Strömskena i saluhall |
| Mätarställning | 316.27 MWh | Mätarställning | 37.38 MWh | Mätarställning | 0.00 MWh | Mätarställning | 1158.10 MWh | Mätarställning | 966.64 MWh |
| T3A TOTAL | Inkommande Trafo T2 | T3A_52_1 | Central i 529a | T3A_52_2 | Central i 529c | T3A_52_3 | Central i 529 | T3A_52_4 | Central i 528b |
| Mätarställning | 7182.15 MWh | Mätarställning | 161.35 MWh | Mätarställning | 257.07 MWh | Mätarställning | 125.16 MWh | Mätarställning | 234.46 MWh |
| T3A_52_6 | A54 för luftbeh. i 502 | T3A_52_7 | Central i 529b | T3A_52_1 | Central i 526a | T3A_52_2 | A55 i central 526a | T3A_52_3 | A59 i teknikrum 504 |
| Mätarställning | 885.86 MWh | Mätarställning | 196.53 MWh | Mätarställning | 504.63 MWh | Mätarställning | 4.52 MWh | Mätarställning | 53.95 MWh |
| T3A_54_3 | Central 528 | T3A_54_3 | Reserv | T3A_54_4 | Reserv | T3A_55_1 | Central i 527 | T3A_55_2 | Central köksutrustning |
| Mätarställning | 48.86 MWh | Mätarställning | 0.00 MWh | Mätarställning | 0.00 MWh | Mätarställning | 1104.18 MWh | Mätarställning | 421.14 MWh |
| T3A_TOTAL | Inkommande Trafo T2 | | | | | | | | |
| Mätarställning | 5008.64 MWh | | | | | | | | |
| KV01-VM1 | Inkommande kallvatten 1 | KV01-VM2 | Inkommande kallvatten 2 | KV01-VM3 | Kallvatten till bistro | KV01-VM4 | Kallvatten till restaurang | VV01-VM1 | Varmvatten totalt |
| Mätarställning | avläses manuellt | Mätarställning | avläses manuellt | m³ Mätarställning | 298.32 m³ | Mätarställning | 1256.91 m³ | Mätarställning | avläses manuellt |
| VV01-VM2 | Varmvatten till restaurang | VV01-VM3 | Värmeenergi kyl-, värmepump | KB01-KMM1 | Kylenergi kyl-, värmepump | | | | |
| Mätarställning | 9913.15 m³ | Mätarställning | 3428.80 MWh | Mätarställning | 767.40 MWh | | | | |

Mätare 9 avläses manuellt på plats i mediacentralen

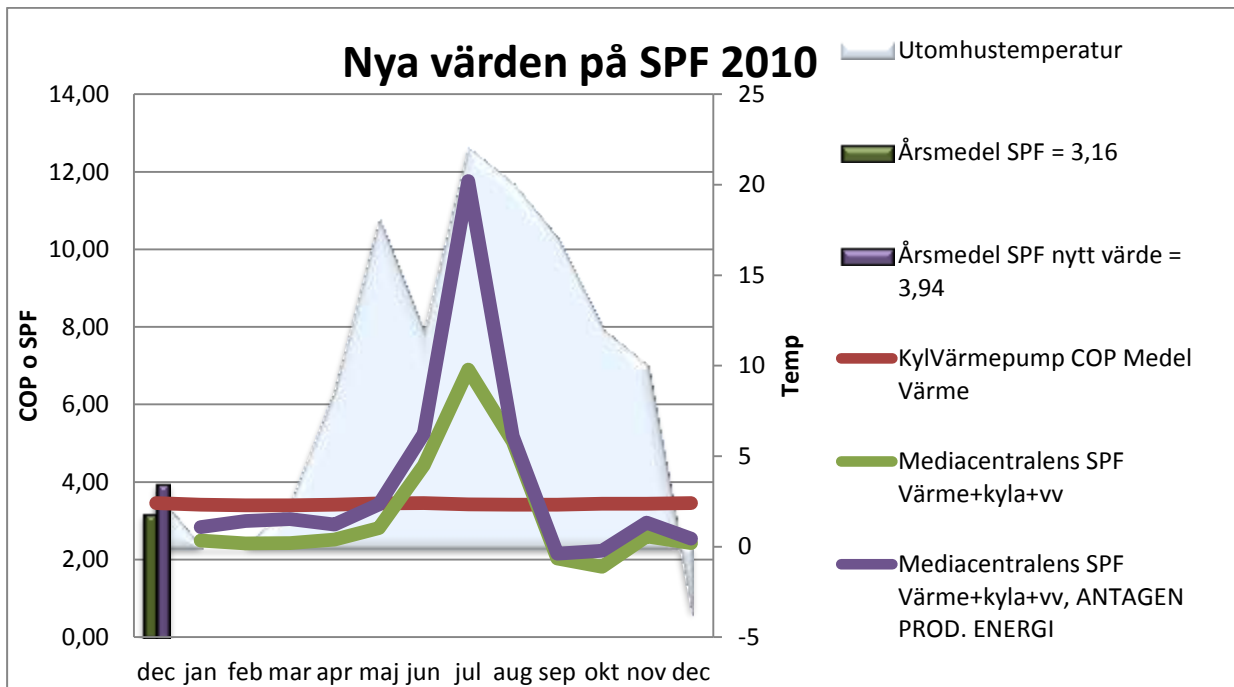
FIGUR 22. AVLÄSNING AV ELANVÄNDNING.



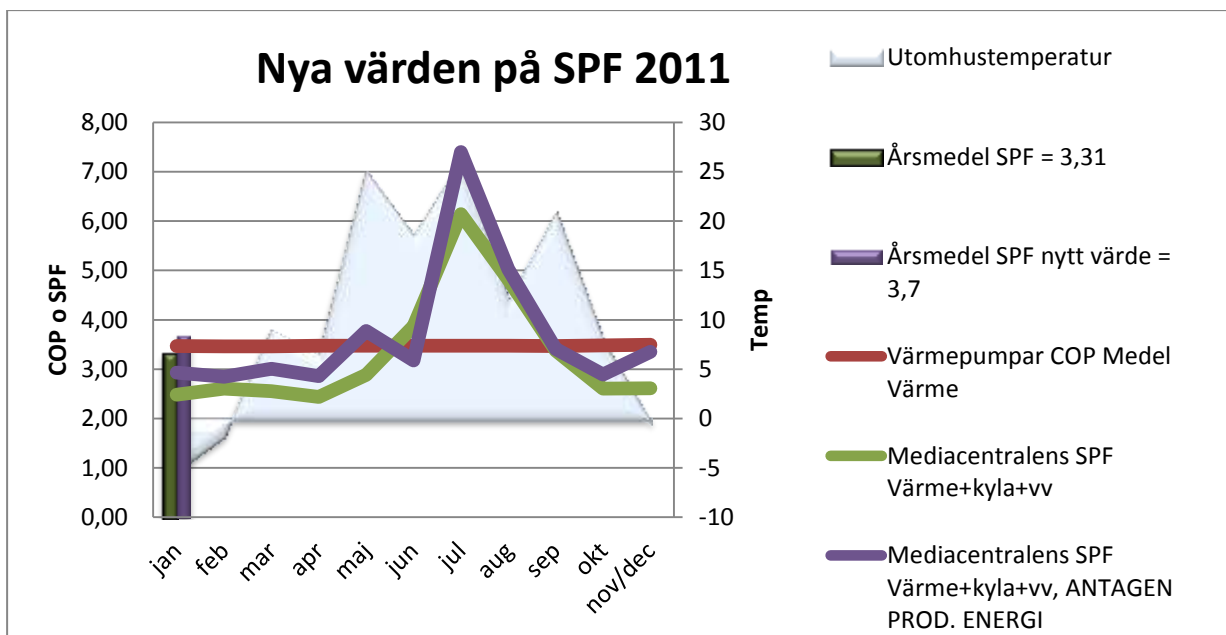
FIGUR 23. AVLÄSNING AV ELANVÄNDNING.

Nya värden på SPF

Som beräkningarna i Bilaga 7 visar, kan redovisningen av SPF förändras om uppdelningen av elanvändningen följer kretsen för producerad och distribuerad energi. Producerad energi är den energi som direkt kan tänkas uppkomma från geoenergianläggningen, medan distribuerad energi är den energin som finns oberoende vilket energisystem väljs. Därför vore det mer rättvisande för geoenergianläggningen att visa var de största energibesparingarna kan utföras i kretsen som direkt berör elanvändningen för producerad energi och därefter hur de påverkar anläggningens prestanda. Följande Figurer, 24 och 25, visar hur en tänkbar mätning av producerad energi skulle påverka SPF-värdet. Den största skillnaden redovisas under sommarmånaderna då frikyla används, men det är fortfarande inte där de första optimeringarna bör ske, utan optimeringarna bör ske där SPF är som lägst. I Figur 24 och 25 visar lila linje visar hur SPF-värdet förändras vid uppdelad mätning av producerad och distribuerad energi. Under juli 2010 redovisar ett SPF på 12 och under juli 2011 är motsvarande siffra 7,5. Den största skillnaden i SPF-värdet redovisas under sommarmånaderna, men det är inte då de första optimeringarna bör göras. Anläggningens prestanda bör höjas, genom minskad elanvändning som åtgärd under den period då SPF är lågt. Uppdelad mätning möjliggör en tydligare uppföljning av åtgärder som utförts för att minska elanvändningen.



FIGUR 24. UPPDELAD MÄTNING AV PRODUCERAD OCH DISTRIBUTUERAD ENERGI.



FIGUR 25. UPPDELAD MÄTNING AV PRODUCERAD OCH DISTRIBUTUERAD ENERGI.

6.2 Minskad elanvändning

En möjlig optimering för att öka anläggningens kapacitet, d.v.s. minska elanvändningen, kan vara att sänka flödet i grundvattenpumparna, och därmed elförbrukningen. För att behålla mängden producerad värme krävs då att temperaturen som värmepumpen utvinner från grundvattnet tillåts bli högre. Värmepumpen kommer då att få ett något lägre COP och därmed ha högre elanvändning. Optimeringen av elanvändningen görs genom att hitta en brytpunkt där minskat flöde (och minskad elanvändning) från grundvattenpumparna överskrider den ökade mängden el i värmepumparna för att få ut samma energimängd till varuhuset. Nedan följer några beräkningar för framtida simuleringar. Anledningen till att inga simuleringar redovisas här beror på att mätvärdena inte anses tillräckligt detaljerade och tillförlitliga.

Simuleringarna görs genom att beräkna förändrad elanvändning i grundvattenkretsen samt i värmepumpen. Därefter ska dessa summeras och de förutsättningar som redovisar minsta elanvändningen bör vara mest gynnsamma för låg energianvändning. Datasimuleringar för att beräkna nya COP-värden för ändrade ΔT till värmepumpen utförs av leverantören till värmepumpen, som i detta fall är Carrier.

Följande arbetsgång och beräkningar kan följas:

1. Fastställning av tidpunkt för undersökt period: till exempel 30 dagar, med alla data redovisad. För att datasimuleringarna ska redovisa rättvisande resultat krävs ΔT -värden på förångarsidan och kondensorsidan av värmepumpen. I dagsläget redovisar kondensorsidan endast momentana värden, varför resultaten inte blir tillförlitliga.
2. För tidpunkten bestäms utifrån loggade mätdata:
 - a. Elanvändning till värmepumpen
 - b. Energi levererad från värmepumpen
 - c. COP från värmepumpen (avläst COP-värde bör stämma överens med simulerat värde)
 - d. ΔT [K] grundvattenkrets
 - e. Flöde, Q [m³/h] från grundvattenkretsen
3. Därefter jämförs ΔT från grundvattenkretsen med ΔT som värmepumpen är inställd på.
 - ΔT , grundvattenkrets: ?
 - ΔT , värmepump (förångarsida): inställt på 4,0 °C
 - Liten skillnad i ΔT kan förklaras av förluster på vägen från värmepumpen till grundvattenkretsen.
4. Effekten hos grundvattenpumparna beräknas genom att multiplicera maxeffekten för pumparna med det aktuella flödet och därefter dividera det med det möjliga maxflödet, se ekvation 1. Beräkningen är en förenkling och om liknande övning sker i framtiden bör en pumpkurva undersökas för att se hur förhållande mellan effekt och flöde ser ut för just den aktuella pumpen.

$$P = P_{\max} * \frac{Q}{Q_{\max}} \quad (1)$$

där:

P_{\max} = maxeffekt [kW]

Q = aktuellt flöde [m³/h]

Q_{\max} = maxflöde [m³/h]

5. Om tidsspannet bestämdes till 30 dagar, använd ekvation 2 för att beräkna elanvändningen för grundvattenpumparna.

$$E = P * x * 24 \text{ h} = \text{kWh} \quad (2)$$

där:

P = aktuellt flöde från ekvation (1) [kW]

x = antal dagar

6. Efter dessa steg summeras resultatet från ekvation 2 med avläst elanvändning till värmepumpen och därefter följer samma steg med nya värden utifrån ändrade ΔT och COP-värden.

Med nya COP-värden från Carriers simuleringar beräknas en ny elanvändning genom ekvation 3.

$$\text{Elanvändning} = \frac{\text{Levererad energi}}{\text{COP}} \quad (3)$$

där:

Levererad energi = avläst energi [MWh]

COP = beräknat COP från värmepumparna

7. För att beräkna ett nytt grundvattenflöde används ekvation 4 med hjälp av det nya ΔT -värdet från Carriers simuleringar. C_v i beräkningen är 1,16 och står för vattnets värmekapacitet.

$$E = C_v * Q_{ny} * \Delta T_{ny} \quad (4)$$

där:

E [MWh] = Elanvändning [MWh] från ekvation (3)

$C_v = 1,16 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$

Q_{ny} = det eftersökta grundvattenflödet $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$

ΔT_{ny} = nytt ΔT -värde [K]

- Med ett nytt värde på flödet kan ett nytt värde på effekt och därmed energianvändningen för grundvattenkretsen beräknas genom ekvation 1 och 2.
- Därefter summeras den nya elanvändningen för grundvattenpumparna med värmepumpens nya elanvändning för att jämföras med aktuella värden.

Utgångspunkten för denna simulering är att den krets där grundvattenpumparna igår, AS06, har en hög energianvändning där alla grundvattenpumpar, ventiler, cirkulationspumpar, frekvensomformare med mera inte särredovisas. Genom att sänka elanvändningen till grundvattenpumparna kan möjligen en total elbesparing göras om inte elanvändningen till värmepumparna höjs mer än besparingen resulterade i.

8 Diskussion

När det nya IKEA-varuhuset i Malmö invigdes 2009 marknadsfördes det som världens grönaste IKEA-varuhus där energiförsörjningen kom från en geoenergianläggning. En diskussion som tycks omöjlig att leda till en slutsats är om IKEA Svågertorp är eller någonsin var världens grönaste IKEA-varuhus. I jämförelse med andra handelslokaler tycks IKEAs energianvändning vara låg och användningen av geoenergi kombinerat med vindkraft sätter förutsättningarna för en miljövänlig och *grön* energiproduktion. Då det finns flera IKEA-varuhus som använder geoenergi skulle det vara möjligt att göra en liknande visualisering av energianvändningen för en jämförelse. Det vore även intressant att jämföra med andra IKEA-varuhus som har valt andra alternativ, till exempel fjärrvärme. Det är viktigt att komma ihåg att varje område och fastighet har sina begränsningar och egenskaper, varför en jämförelse endast kan ge en översikt och egentligen inte har ett eget värde i sig. *Världens grönaste IKEA-varuhus* är ett starkt sätt att visualisera utåt för allmänheten vad IKEA vill bli förknippade med och vad konsumenter efterfrågar, samt ett sätt att göra IKEA till en åtråvärd arbetsgivare som följer samhällets diskurs om miljö- och energimässigt hållbara lösningar. Det är viktigt att förstå vad det *gröna* i sammanhanget betyder för IKEA. Det kan tyckas som att endast det faktum att elen är koldioxidneutral kan ge mandat åt en obegränsad elanvändning. El är, vare sig grön eller inte, en viktig resurs i samhället och det kräver för framtiden att den inte överkonsumeras. Samtidigt som investeringar görs i grön elkraft måste elanvändningen minska och få alternativ som inte alls förutsätter el. I jämförelsen med andra handelslokaler visar IKEA att man har tänkt på att ha en låg energianvändning per kvadratmeter. Det är ett bra steg i en hållbar energianvändning. Tyvärr kanske det säger mer om samhället än IKEA, då den redovisningen inte är av största intresse i olika PR- kampanjer där hållbarhet och grön livsstil visualiseras högt.

En viktig del i arbetet med rapporten har varit kommentarer från anställda på IKEA som arbetar med hållbarhetsfrågor och visningar av olika IKEA-varuhus. Flera tillfrågade saknar kunskap om vad geoenergi är och hur det fungerar, för deras dagliga arbete har det ingen direkt påverkan, om frågan kommer utifrån eller från en besökare blir det genast problematiskt att svara. Rapporten har därför försökt sammanställa en överskådlig visualisering av flödesscheman och beskrivning av geoenergi samt statistik för energianvändningen. Graferna och mätdatainsamlingen har diskuterats löpande med driftpersonal på IKEA och blivit reviderade därefter. Förhoppningen är att uppdatering av graferna sker en gång i månaden och att informationen om hur anläggningen fungerar sprids och blir förståelig även för IKEAanställda som inte arbetar med drift och underhåll. Önskvärt är att informationen om anläggningens funktion även förmedlas till IKEAs besökare.

Arbetet är att geoenergi är en relativt enkel och etablerad energikälla, men den allmänna kunskapen inte är stor. Därför är det viktigt att uppföljning av anläggningar med geoenergi sker och att kunskapen om dessa sprids till en större publik och för att öka andelen förnybara energikällor i världen. För den energiintresserade personen är fjärrvärme, solvärme och biobränslen självklara förnybara energikällor då det kommer till energiförsörjning, medan termen geoenergi kan kopplas till höga temperaturer på Island eller bergvärme till en villa. Potentialen för geoenergi är mycket stor och att sprida kunskapen om hur befintliga anläggningar fungerar är ett bra sätt att öka förståelsen för att geoenergi finns som ett gott energialternativ.

Kylbehovet på IKEA Svågertorp har under 2010 och 2011 varit väl täckt och frågan som uppkommer i rapporten är om det årligen tas ut mer frikyla än det hinner lagras. Anläggningen behöver inte vara i balans så länge den varma och kalla sidan inte kommer i kontakt. Det kan även vara så att uttagen frikyla är dimensionerat så att den stabiliseras när anläggningen har varit i drift ett tag och att balansen över året blir lika stort uttag som lagring. Därför bör mätvärdena uppdateras och statistiken visas i överskådliga grafer. Värmebehovet täcks väl av anläggningen och det finns två elpannor som fungerar som spetsvärme. I detta område identifieras en möjlighet till att minska abonnerad effekt till elpannorna, men detta måste följas upp med noggrannare mätning av de uttagna effekterna.

De åtgärder som föreslås i rapporten baseras på att noggrannare mätningar utförs, främst att alla värden som redovisas som momentanvärden bör pulsmätas, med högsta, lägsta och medelvärde per timme eller annat lämpligt intervall, samt att loggade mätvärden från styrsystemet enkelt ska exporteras till Excel-filer. En annan konsekvens av genomgången av mätdata är att elanvändningen för producerad och distribuerad energianvändning bör mätas separat för att tydligare åskådliggöra var stora elanvändare finns och kan åtgärdas. Vid simulering av ändrade flöden och temperaturer baserar för stor mängd data på momentana värden, varför det är svårt att redovisa något resultat, även här återkommer behovet av ändrad mätning för att medelvärden ska vara medelvärden och inte momentanvärden.

Det finns vissa beteenderelaterade åtgärder som bör underlätta förståelsen och arbetet med anläggningen och utgöra en bas för kunskapsutbyte med andra IKEAfastigheter som har eller överväger att implementera geoenergi. Miljöpåverkan kan ur energiförsörjningsperspektiv anses optimerad då det är 100 % förnybar el och energi som utgör all levererad energi till varuhuset. Ur ett livscykelperspektiv skulle det även vara intressant att studera vad de olika komponenterna i byggnation och drift av anläggning och varuhus har bidragit med. Inom IKEA görs löpande åtgärder för att minska energianvändningen och det framkommer i arbetet med rapporten att en tydlig förståelse för anläggningen, hos driftpersonal, entreprenörer och konsulter skulle underlätta och effektivisera optimeringar.

9 Slutsatser

Rapportens syfte var att presentera en visualisering av geoenergianläggningen och energianvändningen på IKEAs varuhus i Malmö. Energianvändningen kan bli bättre åskådliggjord och mer korrekt uppdelad med noggrannare mätning och loggning av data. All information finns i det nuvarande drift- och styrsystemet men den loggas och mäts inte på ett tillfredställande sätt, utifrån energianvändningens presentationsmöjligheter. Den mätning som finns utförs av det företag som har totalentreprenaden för geoenergianläggningen, vilket kan även i fortsättningen vara en god idé. Viktigt i sammanhanget blir att driftpersonalen på IKEA får tillgång till dessa alternativt uppdaterar Tabellerna själva samtidigt som man ändå registrerar annan energistatistik, som avläsning av varmvattenmätaren en gång i månaden.

Föreslagna åtgärder:

- Driftpersonalen på IKEA bör uppdatera eller få tillgång till energisammanställningen från Skånska Energi/Totalentreprenör för geoenergianläggningen, med statistik från 2012 och kommande år, månadsvis och årsvis.
- Tydlig visualisering inom IKEA Svågertorp av hur geoenergianläggningen fungerar genom en uppdaterad energisammanställning.
- För att optimera elanvändningen bör åtgärder som påverkar låga värden på månads-SPF prioriteras. Studera och uppdatera SPF-värdet över tid och med fokus på säsongsskiftningar.
- Tidigare skiftning till sommar drift kan resultera i en minskad elanvändning genom ett större nyttjande av frikyla, kan undersökas närmare och behöver inte nödvändigtvis leda till minskad elanvändning.
- Pulsmätning bör ske i mätare där endast momentanvärden redovisas idag, exempelvis högsta effekt per timme och medeffekt per timme ska lagras och redovisas genom entreprenör som har ansvar för styrsystemet.
- Visualiseringen av energianvändningen internt och genom de entreprenörer som har ansvar för totalentreprenaderna, för att den driftpersonal lätt ska kunna följa och vid behov påverka elanvändningen eller påkalla uppmärksamhet från ansvarig entreprenör.
- Uppdelning av elanvändningen för producerad och distribuerad energi är att föredra då det är av intresse att se vad i kretsarna som är mest energikrävande och därmed börja optimera elanvändningen i där. Fördelningen kan ske genom att två elmätare sätts upp i apparatskåp AS06. Det är fortfarande intressant att mäta total energianvändning, varför elanvändning för producerad-, distribuerad- och levererad energi bör redovisas varje månad.

10 Referenser

Litteratur och elektroniska källor

- Andersson, O. (1997). AQUIFER THERMAL ENERGY STORAGE (ATES). i H. Ö. Paksoy, *Thermal Energy Storage for Sustainable Energy Consumption* (ss. 155–176). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- El & VVS Teknik AB. (2009). Anbudsgenomgång. *Mediacentral Totalentreprenad*. Karlshamn: Mats Ericsson.
- Energimyndigheten. (2012). <http://energimyndigheten.se/sv/Statistik/Energikallor/> Hämtat 02 07 2012
- Energimyndigheten. (2006). *Värme och kyla*. Malmö: ElandersS Berlins AB.
- Energimyndigheten. (2009). *Lyckad insats inom energiforskningen*. CM gruppen AB.
- Energimyndigheten. (2011). *Energi i handelslokaler*. CM Gruppen AB.
- Geotec – Svenska Borrentreprenörers Branschorganisation. (u.d.). Geoenergin i ett nötskal. Box 174 SE-243 23 Höör.
- Géothermie Confort*. (2009). Hämtat från Princip av värmepumpars fungering: http://www.geothermie-confort.com/home.php?pg=jak_to_funguje&lan=sv den 14 augusti 2012
- Geotec. (2009). *Geoenergi - Underlagsrapport Vägval energi*. Hämtat från Vägval Energi, IVA: http://www.iva.se/PageFiles/9145/V%C3%A4gval_geoenergi.pdf den 03 07 2012
- Geotec. (2012). *Vad är Geoenergi* - Hämtat från Geotec.se, <http://www.geotec.se/geoenergi-ar-fornynelsebar-och-skonsam-for-bade-miljon-och-planboken/vad-ar-geoenergi/>
- IKEA Svenska Försäljnings AB. (2009). *Bakgrundsfakta om IKEA Malmö*. Hämtat från www.IKEA.com: http://www.IKEA.com/ms/sv_SE/about_IKEA/press_room/bilagor/Nya_Malmo/Bakgrundsfakta_IKEA_Malmo.pdf den 3 april 2012
- Inter IKEA Systems B.V. . (2011). *IKEA satsar på vindkraft*. Hämtat från www.IKEA.com: http://www.IKEA.com/se/sv/about_IKEA/newsitem/IKEA_satsar_pa_vindkraft/ den 3 april 2012
- Inter IKEA Systems B.V. (1999-2012). *www.IKEA.com*. Hämtat från Om IKEA: http://www.IKEA.com/ms/sv_SE/about_IKEA/index.html den 3 April 2012
- Inter IKEA Systems B.V. (2009). *Idag öppnas världens grönaste IKEA varuhus i Malmö*. Hämtat från www.IKEA.com:

http://www.IKEA.com/ms/sv_SE/about_IKEA/press_room/press_release/national/nya_malmo.html den 29 03 2012

Karlberg, L. A. (2008). *IKEA storsatsar på bergvärme*. Hämtat från www.nyteknik.se:
http://www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/energi/article263855.ece# den 3 april 2012

Skånska Energi . (2009). *Mediacentral / Totalentreprenad. Anbudskomplettering*. Lund.

Skånska Energi. (2009a). *Kvalitetsplan. Mediacentral*. Lund.

Skånska Energi. (2009c). *Miljöplan. Mediacentral*. Lund.

Skånska Energi. (2009d). *Teknisk beskrivning. Mediacentral Bilaga till anbud*. Lund.

Skånska Energi. (2009e). *Anbudsunderlag. Mediacentral Flödesschema*. Lund.

Sweco . (2008). *Miljödomsönsökan. Del 1. Teknisk beskrivning (TB)*. Malmö.

Sweco Viak . (2007a). *Uppdragsbekräftelse. IKEA Malmö - Förundersökningar*. Malmö.

Sweco Viak. (2007b). *Förslag till inleande undersökningar. PM Akviferlager till IKEA Malmö*. Malmö.

WWF. (2012). *Konsumtionsjakt stressar planeten*. Hämtat från WWF:

<http://www.wwf.se/press/pressrum/pressmeddelanden/1477169-konsumtionsjakt-stressar-planeten-living-planet-report-2012> den 6 augusti 2012

Muntliga källor

Jimmy Hallberg (Projektingenjör) och Mats Holm (affärsområdeschef Energilösningar),
Skånska Energi Värme och Kyla AB

Thomas Andersson (tekniker), Schneider Electric Malmö

Hamza Hasse Abu Hajar (drifttekniker), IKEA Svågertorp

Tobias Malmgren (fastighetsförvaltare), IKEA Fastigheter AB

Jonas Ekestubbe, Jens Termén, Anna Ekdahl (Geoenergikonsulter), Sweco Environment AB

Bilagor

Bilaga 1

Härledning COP och härledning av köldfaktor från COP. Energy Efficiency Ratio, EER kallas även för köldfaktor. Definitionen av köldfaktorn kan variera och definieras i detta arbete som COP minus 1. Köldfaktorn anger kyl- och värmepumpens effektivitet på motsvarande sätt som COP men vid producerad kyla. Figur 26 visar de olika energiflödena till och från kyl- och värmepumpen.

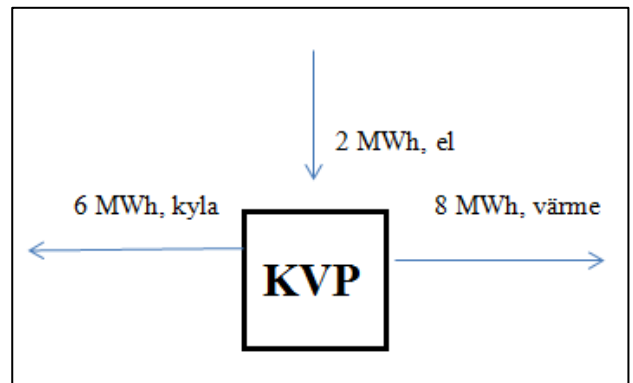
Härledning av COP:

$$COP = \frac{\text{värme}}{\text{el}}$$

där:

värme = levererad värme från värmepump [kWh]

el = använd el [kWh]



FIGUR 26. SKISS AV EN KYL- OCH VÄRMEPUMP

Då energi inte kan skapas eller försvinna följer följande härledning, se även figur 26.

$$COP = \frac{\text{kyla} + \text{el}}{\text{el}}$$

$$COP = \frac{\text{kyla}}{\text{el}} + 1$$

$$\frac{\text{kyla}}{\text{el}} = COP - 1 = EER$$

Ex, se figur 26:

$$COP_{\text{värme}} = \frac{8MWh}{2MWh} = 4$$

$$EER = COP - 1 = 3$$

Härledning av SPF:

$$SPF = \frac{\text{hela anläggningens levererade energi}}{\text{hela anläggningens elanvändning}}$$

där:

hela anläggningens levererade energi = x [kWh]

hela anläggningens elanvändning = y [kWh]

Bilaga 2

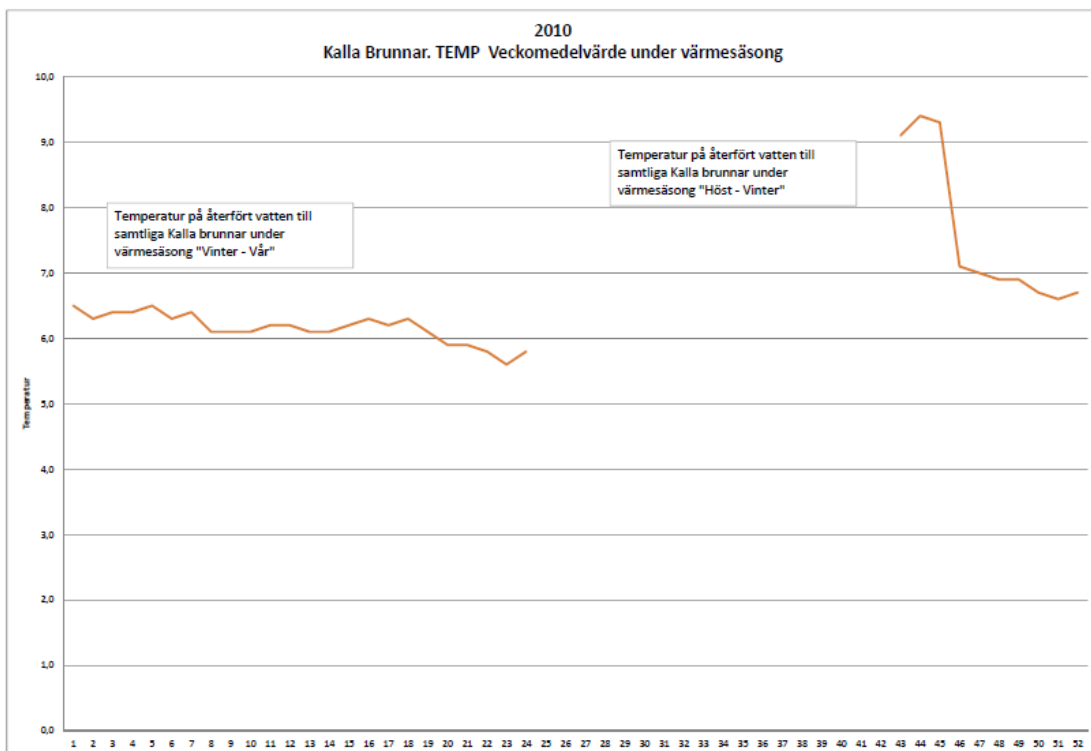
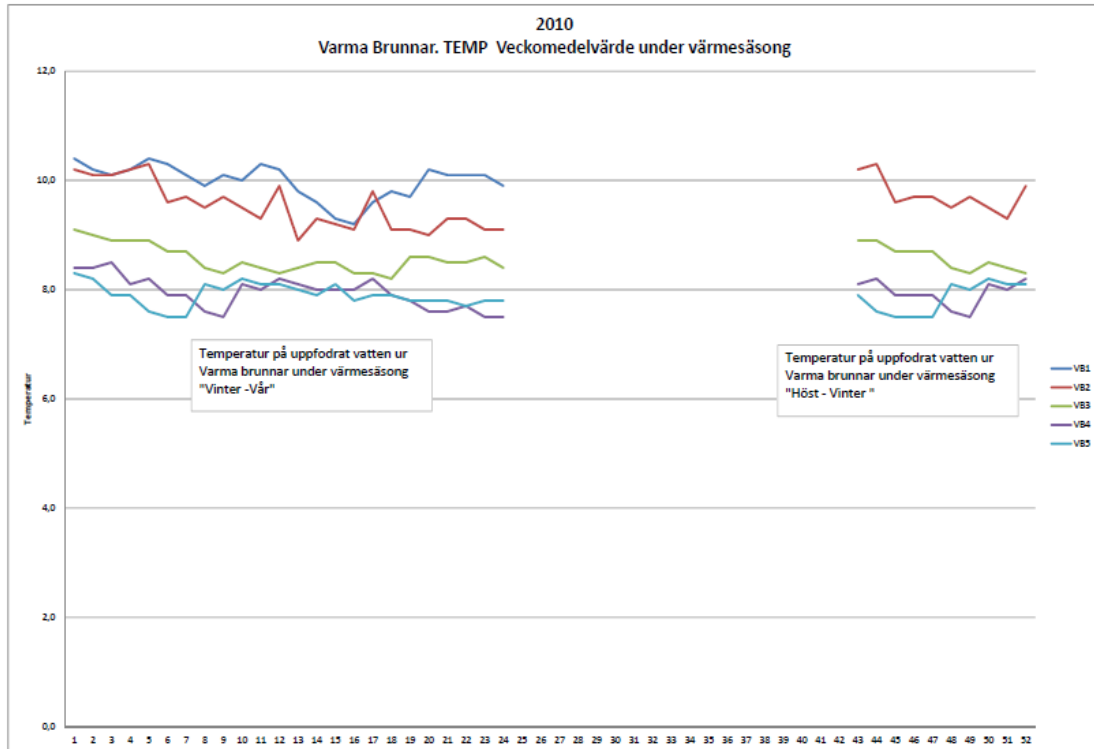
Täckningsgrad för levererad värme under 2010 och 2011. Under 2010 var täckningsgraden 92 % för värmeproduktionen från geoenergianläggningen och elpannorna stod för 119 MWh spetsvärme under årets kalla månader. Motsvarande siffra för 2011 var 34 MWh och täckningsgrad på 97 %. Det skulle kunna förklaras med att 2010 var det första helåret som anläggningen var i drift och att rutiner kring drift- och styrsystemet var bättre förankrade året därpå. Därför är det av intresse att utöka Tabellen med värden för varje nästkommande år. Kylans täckningsgrad är 100 %. Levererad kyla består av frikyla och producerad kyla från kyl- och värmepumparna som är en del av anläggningen. Täckningsgraden för varmvatten saknas då det saknas mätdata för varmvattenkretsens elpatroner.

TABELL 1. TÄCKNINGSGRAD FÖR VÄRME- OCH KYLAPRODUKTION.

| | 2010 | 2011 | |
|---------------------------------|-------------|-------------|-----|
| Levererad värme | 1392 | 1130 | MWh |
| Levererad kyla | 1110 | 962 | MWh |
| Levererat varmvatten | 177 | 148 | MWh |
| Tillskott elpannor | 119 | 34 | MWh |
| | | | |
| Täckningsgrad värme | 0,92 | 0,97 | % |
| Täckningsgrad kyla | 100 | 100 | % |
| Täckningsgrad varmvatten | ? | ? | % |

Bilaga 3

Temperaturen från de varma brunnarna till de kalla brunnarna redovisas veckovis i Figurena nedan. Figurerna är hämtade från IKEA Svågertorps Kontrollrapport 2010-2011 som är sammanställd av Sweco med anledning av att anläggningen är klassad som vattenverksamhet enligt Miljödomstolen. Kontrollprogrammet ska löpa under 10 år.



Bilaga 4TABELL 2. ENERGI I HANDELSLOKALER, SE KAPITEL 6.1.¹

| Energianvändning | kWh/m ² ,år |
|--|------------------------|
| Övrig handel (ej galleria eller livsmedelshandel) | |
| El utom för uppvärmning | 109,4 |
| El för uppvärmning | 5,2 |
| Fjärrvärme / KVP | 66,5 |
| Pellets/briketter/olja | |
| Fjärrkyla | 1,8 |
| Summa el för värme och kyla | 73,5 |
| Total elanvändning | 182,9 |
| Livsmedelshandel | |
| El utom för uppvärmning | 310,2 |
| El för uppvärmning | 12,1 |
| Fjärrvärme / KVP | 56,6 |
| Pellets/briketter/olja | 19,6 |
| Fjärrkyla | 0,7 |
| Summa el för värme och kyla | 89 |
| Total elanvändning | 399,2 |
| Gallerior | |
| El utom för uppvärmning | 147,6 |
| El för uppvärmning | 1,5 |
| Fjärrvärme | 86 |
| Pellets/briketter/olja | 5,2 |
| Fjärrkyla | 21,7 |
| Summa el för värme och kyla | 114,4 |
| Total elanvändning | 262 |
| IKEA Svågertorp, 2010 och 2011 | |
| El utom för uppvärmning | 99,0 |
| El för uppvärmning | 24,2 |
| Fjärrvärme / KVP | 7,8 |
| Pellets/briketter/olja | |
| Fjärrkyla | |
| Summa el för värme och kyla | 32,0 |
| Total elanvändning | 131 |

¹ Alla siffror som inte rör IKEA kommer från Energimyndighetens publikation ”Statistik i handelslokaler” från 2011.

Bilaga 5

Avlästa och beräknade värden genom Skånska Energi från Schneider Electric's styrsystem som övervakar och styr geoenergianläggningen för perioden december 2009 – december 2010.

| 2010 | Avläsningsdatum | | 09-dec | 04-jan | 27-jan | 01-mar | 31-mar | 29-apr | 31-maj | 02-jul | 10-aug | 02-sep | 28-sep | 30-okt | 03-dec | 26-dec | 2010 | Projekt erat |
|--------------------------------|--|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------------|
| | Utomhustemperatur | °C | 3 | 0 | 0 | 2,3 | 8,6 | 18 | 11,8 | 22 | 20 | 17 | 12 | 10 | -3,5 | -5,2 | | |
| Ackumul erat | EP1 läs Energimätare | M Wh | 0,2 | 0,8 | 1,1 | 6,6 | 6,6 | 6,6 | 7,2 | 11,4 | 13,5 | 16,6 | 37,2 | 84,8 | 87,1 | 113,2 | 112 | |
| EL | EP2 läs Energimätare | M Wh | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 2,9 | 3,1 | 7,1 | 7 | |
| | KVP1 läs Energimätare | M Wh | 21 | 51 | 84 | 122 | 143,6 | 153 | 155 | 155 | 156 | 156 | 156 | 156 | 184 | 209 | 158 | |
| | KVP2 läs Energimätare | M Wh | 18 | 48 | 80 | 121 | 141,9 | 150 | 161 | 161 | 163 | 163 | 163 | 188 | 218 | 258 | 210 | |
| | AS06 läs Energimätare | M Wh | 64 | 113 | 153 | 207 | 252 | 286 | 322 | 355 | 405 | 433 | 463 | 513 | 552 | 585 | 472 | |
| KYLA | Levererad kyla läs översikt Mediacentral | M Wh | 88 | 137 | 170 | 219 | 269 | 320 | 391 | 536 | 895 | 1040 | 1108 | 1172 | 1214 | 1247 | 1110 | 1424 |
| | Effekt kyla (momentant värde) | kW | 61 | 52 | 92 | 79 | 78 | 143 | 66 | 364 | 370 | 220 | 81 | 72 | * | 64 | | 1600 |
| | Temperatur tillopp/retur (momentant värde) | °C | 8/1 | 8/11 | 8/1 | 7/10 | 12/14 | 18/15 | 17/16 | 13/17 | 13/17 | 13/17 | 13/16 | 10/13 | * | 8/10 | | |
| | Flöde KB01 (momentant värde) | m ³ /h | 24 | 23 | 24 | 23 | 28 | 68 | 30 | 95 | 85 | 73 | 28 | 25 | * | 39 | | |
| | Pumpfrekvens KB01 (momentant värde) | % | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 92 | 89 | 99 | 96 | 95 | 88 | 87 | * | * | | |
| VÄRME | Levererad värme läs översikt Mediacentral | M Wh | 88 | 343 | 562 | 833 | 978 | 1043 | 1097 | 1104 | 1106 | 1106 | 1129 | 1271 | 1473 | 1735 | 1392 | 2000 |
| | Effekt värme | kW | 139 | 470 | 535 | 375 | 116 | 4 | 11 | * | * | * | 37 | 145 | * | 892 | | 1800 |
| | Temperatur tillopp/retur | oC | 39/32 | 51/33 | 51/33 | 47/25 | 38/28 | 35/34 | 38/35 | 26/26 | 26/26 | 26/26 | 22/21 | 37/26 | * | 53/3 | | |
| | Flöde VS01 | m ³ /h | 27 | 23 | 25 | 30 | 10 | 4,6 | 4,1 | | | | 33 | 12 | | 39 | | |
| | Pumpfrekvens VS01 | % | 82 | 82 | 83 | 85 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 82 | 85 | 83 | * | * | |
| Varmvatten läs varmvattenkrets | m ³ | 460 | 700 | 902 | 1209 | 1531 | 1789 | 2069 | 2310 | 2686 | 2913 | 3145 | 3517 | 3800** | 4100** | 4100 | 4320 | |

Geoenergi på Ikea Svågertorp

| 2010 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2010 | Projekt erat |
|--|----------------|------|------|-----------------|----------|-----------|------|-------|-------|------|------|----------|------------|----------|-----------|-----------|------|--------------|
| BERÄKNINGAR | Månad | M Wh | 103 | Decem ber | Janu ari | Febru ari | Mars | April | Maj | Juni | Juli | Augu sti | Septem ber | Oktob er | Novem ber | Decem ber | 2010 | Projekt erat |
| | | | | Levererad värme | M Wh | 255 | 219 | 271 | 145 | 65 | 54 | 7 | 2 | 0 | 23 | 142 | 202 | 262 |
| Levererad kyla | M Wh | 49 | 33 | 49 | 50 | 51 | 71 | 145 | 359 | 145 | 68 | 64 | 42 | 33 | 1110 | | | |
| Akkumulerad elanvändning | M Wh | 213 | 318 | 458 | 545 | 597 | 646 | 683 | 739 | 770 | 821 | 945 | 1044 | 1172 | 959 | | | |
| Elanvändning denna månad | M Wh | 110 | 105 | 139 | 87 | 51 | 50 | 37 | 55 | 31 | 51 | 124 | 100 | 128 | 959 | | | |
| Elanvändning KVP1 &KVP2 denna månad | M Wh | 60 | 65 | 79 | 43 | 18 | 13 | 0 | 3 | 0 | 0 | 25 | 58 | 65 | 368 | | | |
| Varmvatten | m ³ | 240 | 202 | 307 | 322 | 258 | 278 | 243 | 376 | 227 | 232 | 372 | 283 | 300 | | | | |
| Varmvatten energi | M Wh | 13 | 11 | 16 | 17 | 13 | 15 | 13 | 20 | 12 | 12 | 19 | 15 | 16 | 177 | 260 | | |
| Tillskott elpannor | M Wh | 0,9 | 0,4 | 6,2 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 4,2 | 2,2 | 3,1 | 20,8 | 49,2 | 2,5 | 30,1 | 119 | 300 | | |
| KylVärmepump COP <small>Medel Värme</small> | | 3,45 | 3,42 | 3,40 | 3,40 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,43 | | | |
| KylVärmepump EER <small>Medel Kyla</small> | | 2,45 | 2,42 | 2,40 | 2,40 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,43 | | | |
| Mediacentralens SPF <small>Värme+kyla+vv</small> | | | 2,49 | 2,41 | 2,42 | 2,51 | 2,81 | 4,43 | 6,90 | 5,04 | 2,03 | 1,81 | 2,60 | 2,43 | 3,16 | | | |
| Frikyla + lagrad kyla, < 0 = lagring, > 0 = användning | M Wh | -98 | 124 | -140 | -52 | 9 | 39 | 145 | 352 | 145 | 68 | 3 | -100 | -127 | 217,96 | | | |
| Värmebalans | M Wh | 47 | -4 | -3 | 1 | 5 | 9 | 3 | -10 | -3 | 2 | 7 | 0 | 7 | 1,07 | | | |
| Elanvändning mediacentralen/år | M Wh | | | | | | | | | | | | | | | 959 | | |
| Producerad energi mediacentralen/år | M Wh | | | | | | | | | | | | | | | 2679 | | |
| Mediacentralens SPF <small>Värme+kyla+vv, ANTAGEN PROD. ENERGI =</small> | M Wh | | 2,84 | 2,99 | 3,04 | 2,90 | 3,42 | 5,25 | 11,76 | 5,18 | 2,15 | 2,22 | 2,95 | 2,54 | 326 | 3,94 | | |

Bilaga 6

Avlästa och beräknade värden genom Skånska Energi från Schneider Electric's styrsystem som övervakar och styr geoenergianläggningen för perioden januari 2011 – december 2011.

| 2011 | Avläsningsdatum | Invärde | 03-feb | 28-feb | 31-mar | 03-maj | 08-jun | 01-jul | 02-aug | 01-sep | 01-okt | 02-nov | 05-jan | 2010 | 2011 | Projekt erat | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|-----------------|------|
| | Utomhustemperatur | °C | -5,2 | -1,8 | 9 | 6,5 | 25 | 18,5 | 26 | 12 | 20,8 | 7,8 | -0,4 | | | | |
| Ackumul erat EL | EP1 | MWh | 113,2 | 133,7 | 135,7 | 136,8 | 137,6 | 137,9 | 139,6 | 141,0 | 142,0 | 143,0 | 143,0 | 112 | 30 | | |
| | EP2 | MWh | 7,1 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,9 | 11,0 | 11,0 | 11,0 | 7 | 4 | | |
| | KVP1 | MWh | 209 | 262 | 297 | 330 | 338 | 341 | 341 | 341 | 341 | 343 | 349 | 158 | 166 | | |
| | KVP2 | MWh | 258 | 309 | 343 | 372 | 382 | 386 | 386 | 386 | 386 | 387 | 392 | 210 | 143 | | |
| | AS06 | MWh | 585 | 643 | 682 | 728 | 766 | 807 | 831 | 867 | 898 | 928 | 962 | 101 | 472 | 425 | |
| KYL A | Levererad kyla | MWh | 1247 | 1305 | 1340 | 1387 | 1441 | 1547 | 1633 | 1850 | 219 | 316 | 376 | 438 | 1110 | 970 | 1424 |
| | Effekt kyla | kW | 64 | | 55 | 85 | 74 | 467 | | 645 | 111 | 594 | | 41 | | | |
| | Temperatur tillopp/retur | °C | 8/10 | | 9/11 | 9/12 | 12/14 | 16/19 | | 14/11 | 16/13 | | 14/13 | 9/7 | | | |
| | Flöde KB01 | m ³ /h | 39 | | 24 | 24 | 24 | 37 | | 34 | | | | 24 | | | |
| | Pumpfrekvens KB01 | % | * | | | 79 | 88 | 100 | | | 88 | 100 | 88 | | | | |
| VÄRME | Levererad värme | MWh | 1735 | 2123 | 2362 | 2576 | 2648 | 2674 | 2675 | 2675 | 2679 | 2688 | 2734 | 2865 | 1392 | 1130 | 2000 |
| | Effekt värme | kW | 892 | | 400 | 183 | 122 | | | | 75 | | | 287 | | | |
| | Temperatur tillopp/retur | °C | 53/33 | | 48/32 | 40/27 | 49/32 | | | | 32/27 | | 40/30 | 41/34 | | | |
| | Flöde VS01 | m ³ /h | 39 | | 22 | 13 | 7 | | | | | | | 34 | | | |
| | Pumpfrekvens VS01 | % | * | | | 79 | 78 | | | | 81 | | | | | | |
| | Varmvatten ** | m ³ | 4100 | 4340 | 4580 | 4920 | 5160 | 5300 | 5540 | 5782 | 6022 | 6262 | 6480 | 4100 | | 4320 | |

Geoenergi på Ikea Svågertorp

| 2011 | Månad | Invärd e | Janua | Febru | Mars | April | Maj | Juni | Juli | Augu | Septe | Oktob | Nov/D | 2010 | 2011 | Projekt erat | |
|--|--|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|-----------------|-----|
| | | | ri | ari | | | | | | sti | mber | er | ec | | | | |
| BERÄKNINGAR | Levererad värme | MWh | 388 | 239 | 214 | 72 | 26 | 1 | 0 | 4 | 9 | 46 | 131 | 139 2 | 1130 | | |
| | Effekttäckning värme | % | 93% | 100 % | 100 % | 87% | 94% | 0% | 0% | 0% | 116 % | 83% | 93% | | | | |
| | Levererad kyla | MWh | 58 | 35 | 47 | 54 | 106 | 86 | 217 | 140 | 97 | 60 | 62 | 111 0 | 962 | | |
| | Effekttäckning kyla | | 442 % | 486 % | 325 % | 82% | 16% | 0% | 0% | 0% | 8% | 45% | 141 % | | | | |
| | Akkumulerad elanvändning | MWh | 117 2 | 135 7 | 146 7 | 157 6 | 163 3 | 168 1 | 170 7 | 174 4 | 177 7 | 181 2 | 185 7 | 194 0 | 959 | 768 | |
| | Elanvändning denna månad | MWh | | 185 | 110 | 109 | 57 | 48 | 26 | 37 | 33 | 35 | 45 | 83 | 959 | 768 | |
| | Elanvändning KVP1 &KVP2 denna månad | MWh | | 104 | 69 | 62 | 18 | 7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 11 | 35 | 368 | 309 | |
| | Varmvatten | m ³ | | 240 | 240 | 340 | 240 | 140 | 240 | 242 | 240 | 240 | 218 | 456 | | | |
| | Varmvatten energi | MWh | | 13 | 13 | 18 | 13 | 7 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 24 | 177 | 148 | 260 |
| | Tillskott elpannor | MWh | | 22,8 | 2,0 | 1,1 | 0,8 | 0,3 | 1,7 | 1,4 | 1,5 | 2,1 | 0,0 | 0,0 | 119 | 34 | 300 |
| | Värmepumpar COP <small>Medel Värme</small> | | | 3,47 | 3,46 | 3,46 | 3,47 | 3,48 | 3,47 | 3,47 | 3,48 | 3,47 | 3,48 | 3,49 | 3,43 | 3,47 | |
| | KylVärmepump EER KYLA <small>Medel Värme</small> | | | 2,47 | 2,46 | 2,46 | 2,47 | 2,48 | 2,47 | 2,47 | 2,48 | 2,47 | 2,48 | 2,49 | 2,43 | 2,47 | |
| | Mediacentralens SPF <small>Värme+kyla+vv</small> | | | 2,48 | 2,60 | 2,55 | 2,44 | 2,88 | 3,87 | 6,14 | 4,82 | 3,38 | 2,61 | 2,61 | 3,16 | 3,31 | |
| | Frikyla + lagrad kyla, < 0 = lagring, > 0 = användning | MWh | | -199 | -135 | -106 | 9 | 89 | 86 | 217 | 140 | 90 | 33 | -25 | 217, 96 | 198,9 4 | |
| | Värmebalans | MWh | | 5 | -2 | -2 | 9 | 1 | -1 | -1 | 3 | -4 | 8 | 9 | 1,07 | 15,51 | |
| | Elanvändning mediacentralen/år | MWh | | | | | | | | | | | | | 959 | 768 | |
| | Producerad energi mediacentralen/år | MWh | | | | | | | | | | | | | 267 9 | 2240 | |
| Mediacentralens SPF <small>Värme+kyla+vv,</small> ANTAGEN PROD. ENERGI = | | | 2,93 | 2,85 | 3,01 | 2,86 | 3,77 | 3,18 | 7,40 | 5,03 | 3,41 | 2,89 | 3,35 | | | 3,70 | |

Bilaga 7

Beräknat och förändrat värde på SPF vid redovisad uppdelning av mätare för elanvändning mellan producerad- och distribuerad energi. Bilaga till kapitel 7.2 *Nya värden på SPF.*

| Producerad energi: | Benämning | Storlek kW |
|---------------------------|-------------------|-------------------|
| KB1-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| KB2-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| KB3-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| KB4-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| KB5-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| KB6-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| VB1-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| VB2-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| VB3-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| VB4-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| VB5-P1 | Grundvattenpump | 9,3 |
| KB1-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| KB2-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| KB3-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| KB4-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| KB5-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| KB6-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| VB1-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| VB2-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| VB3-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| VB4-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| VB5-FO1 | Frekvensomformare | 11 |
| VVX1 | Värmeväxlare | 1310 |
| KVP1-P2 | Cirkulationspump | 3 |
| KVP2-P2 | Cirkulationspump | 3 |
| KVP1-FO1 | Frekvensomformare | 3 |
| KVP2-FO1 | Frekvensomformare | 3 |
| KP01-P1A | Cirkulationspump | 15 |
| KP01-P1B | Cirkulationspump | 15 |

| | | |
|--|--------|-------------------|
| Energiproduktion/år om 2000 fullasttimmar: | 326000 | 326 MWh/år |
| Energiproduktion/år kyla: | 216000 | 216 MWh/år |
| Energiproduktion/år värme: | 110000 | 110 MWh/år |
| Energiproduktion/år varmvatten: | ? | |

| Distribuerad energi: | Benämning | Storlek kW |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| VVX2 | Värmeväxlare | 1310 |
| KB01-P1A | Cirkulationspump | 15 |
| KB01-P1B | Cirkulationspump | 15 |
| KB01-P1A-FO | Frekvensomformare | 15 |
| KB01-P1B-FO | Frekvensomformare | 15 |
| KVP1-P1 | Cirkulationspump | 1,1 |
| KVP2-P1 | Cirkulationspump | 1,1 |
| KVP1-FO2 | Frekvensomformare | 1,1 |

Geoenergi på Ikea Svågertorp

| | | |
|-------------|--------------------|---|
| KVP2-FO2 | Frekvensomformare | 1,1 |
| VS01-P1A | Cirkulationspump | 5,5 |
| VS01-P1B | Cirkulationspump | 5,5 |
| VS01-P1A-FO | Frekvensomformare | 5,5 |
| VS01-P1B-FO | Frekvensomformare | 5,5 |
| VVC-P1 | Cirkulationspump | 0,72 l/s*3,2m Laddpump |
| VVC-P2 | Cirkulationspump | 0,2 l/s*7,8m VVC pump |
| VVC-VVB1 | Varmvattenberedare | Thermia KB 1000? Thermia KBE 1000 2*9 kW |
| VVC-VVB2 | Varmvattenberedare | elpatron |

| | | |
|--|--------|-------------------|
| Energidistribution/år om 2000 fullasttimmar: | 172800 | 173 MWh/år |
| Energidistribution/år kyla: | 120000 | 120 MWh/år |
| Energidistribution/år värme: | 52800 | 53 MWh/år |
| Energidistribution/år varmvatten: | | |

| | | |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Levererad energi, MWh | 2010 | 2011 |
| Kyla | 1110 | 962 |
| Värme | 1392 | 1130 |
| Varmvatten | 177 | 148 |

| | | |
|--|-------------|-------------|
| Elanvändning för producerad energi, MWh | 2010 | 2011 |
| Kyla | 216 | 216 |
| Kyla, grundvattenpumpar | | |
| Värme | 110 | 110 |
| Värme, grundvattenpumpar | | |
| Varmvatten | | |

| | | |
|--|-------------|-------------|
| Elanvändning för distribuerad energi, MWh | 2010 | 2011 |
| Kyla | 120 | 120 |
| Värme | 53 | 53 |
| Varmvatten | | |

| | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| AS06, MWh | 2010 | 2011 |
| Elanvändning producerad energi | 326 | 326 |
| Elanvändning distribuerad energi | 173 | 173 |
| Totalt, avläst värde | 472 | 425 |
| Totalt, summerat värde | 499 | 499 |
| Skillnad | 27 | 74 |

| | | |
|---|-------------|-------------|
| SPF, om endast producerad energi | 3,94 | 3,70 |
| max | 11,76 | 7,40 |
| min | 2,15 | 2,85 |
| SPF, total levererad energi (som idag) | 3,16 | 3,31 |
| max | 6,90 | 6,14 |
| min | 1,81 | 2,48 |