

Beställargruppen för lokaler, BELOK, är en av Statens Energimyndighet initierad samverkan mellan fastighetsföretag för att aktivt föra in ny effektiv energiteknik i lokalsektorn. Det sker dels genom gemensamma utvecklingsprojekt, dels genom att införa lovande ny teknik i egna lokalprojekt och därmed bidra till att den snabbt kommer i praktisk tillämpning. Mer information på BELOK:s hemsida www.belok.se

FOKUS Minimera kostnaderna för energianvändning vid nybyggnation av undervisnings- och forskningslokaler. Pilotprojekt för relativt oprövad teknik.

ÅTGÄRD Energilager i mark för uppvärmning och kylning i kombination med minimering av byggnadens värme- och kylbehov.

VINST Pay-offtiden för energilager/värmepumpssystemet uppskattas till 10 år. Årlig bruttobesparing jämfört med fjärrvärme/kyla beräknas till 157 000 kr första året.

BELOK

Goda Exempel

Astronomihuset, Lunds Universitet

Ägare	Akademiska Hus
Kontakt	Philip Althammar, 046-31 13 94 philip.althammar@akademiskahus.se
Verksamhet	Institutionen för astronomi LU. Kontor, lab., aula, bibliotek
Area	5300 m ² BTA, 4400 m ² LOA
År	2001, innefattande ett vattentorn byggt 1909.
Plats	Lund
Värmesyst.	Energilager i mark/värmepumpar
Ventilation	VAV/CAV med värmeåtervinning
Kylning	Energilager i mark/värmepumpar



Projektet erhöll ekonomiskt stöd på 700 000 kr från det sk LIP-programmet. Merinvesteringen för systemet, då bidraget inkluderas, var 930 000 kr jämfört med att ansluta byggnaden till fjärrvärme och -kyla. Då detta var det första projektet i sitt slag för Akademiska Hus var projekteringen tämligen detaljerad. Då denna kan förväntas utföras förenklat i framtida projekt kan lägre specifika kostnader förväntas i kommande projekt.

Sett till rörliga och fasta årskostnader beräknades den årliga bruttobesparingen till 157 000 kr första året för energilagerprojektet.

Pay-offtiden för energilager/värmepumpssystemet uppskattas till 10 år (6 år om LIP-bidraget räknas med). Anläggningen ger ett lönsamt LCC-resultat även utan att LIP-bidraget räknas med. Den specifika årskostnaden för köpt energi för värme och kyla blir ca 17 kr/m² BTA.

Idén med energilagring i mark lanserades som ett led i Akademiska Hus arbete med kostnadseffektivisering på energiområdet.

Vid projekteringen av en ny byggnad för Institutionen för Astronomi vid Lunds Universitet fanns förutsättningar för att satsa på denna relativt oprövad teknik: utnyttjande av marken som energilager för värmning och kylning av byggnaden. Den större investeringskostnaden skulle vägas upp av lägre kostnader för uppvärmning och kylning för byggnaden.

Projektet var ett pilotprojekt för Akademiska Hus. Om systemet gav de besparingar som beräknats och fungerade som det var tänkt skulle fler anläggningar med marklagerteknik uppföras runt om i landet för både nya och befintliga lokaler.

Förutsättningarna

En första förutsättning för en totalt sett hög energieffektivitet är alltid att byggnaden och dess klimatsystem utformas så att behovet av värme och, framför allt, kyla blir så lågt som möjligt. Vidare är det viktigt att värme- och kylförsörjningen av byggnaden sker på ett energieffektivt sätt.

Vid planeringen av Astronomihuset beräknades värme- och kylbehoven till ca 100 respektive 30 kWh/m² BTA, år, vilket är relativt normala värden för nya, ur energisynpunkt välutformade, byggnader inom lokalsektorn. Då kylbehovet uppgick till 30 % av värmebehovet, fanns förutsättningar att genom en kombination av värmepump och marklager, göra en energieffektiv helhetslösning av systemet för värme- och kylförsörjning. Alternativet var att ansluta byggnaden till fjärrvärme- och -kyla, vilket bedömdes bli betydligt dyrare på sikt.

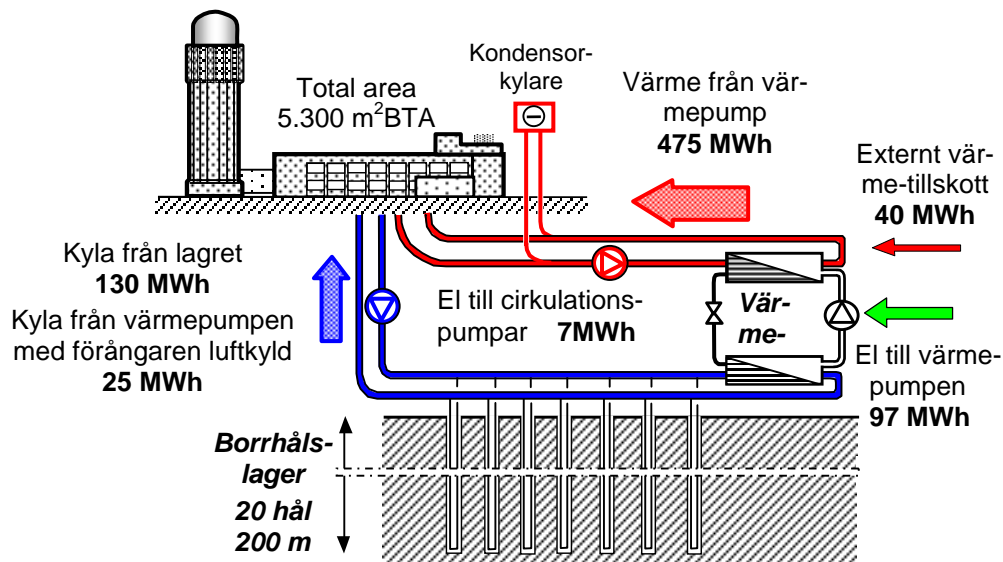
Beräkningar av energianvändning för systemval och upphandling gjordes med simuleringsverktygen IDA och BV².

Energisystemet

Systemets kärna är ett borrhålslager, som fungerar dels som värmekälla för en värmepump, dels som källa för direkt kylning av husets klimatsystem.

Under den kalla årstiden tar värmepumpen värme för försörjning av huset från borrhåls-lagret, som då kyls. Under den varma årstiden kyla husets kylkrets direkt i borrhåls-lagret, som då värms. Man får härigenom ett system som, sett över året, är nästan i värmeteknisk balans. Om vintern krävs ett mindre externt värmetillskott på ca 10 %. Om sommaren krävs en viss kylning, ca 20 %, med värmepumpen arbetande som luftkyld kylmaskin.

Anläggningen har varit i drift sedan huset togs i bruk 2001. Sedan driftstarten har det skett en uppföljning av anläggningen, bland annat genom en fortlöpande mätning av den energitekniska funktionen.



Sammanfattning av uppmätt energi

Husets energibehov för klimathållning:	Behov av köpt energi:
515 MWh värme/år	40 MWh värme/år
155 MWh kyla/år	104 MWh el/år

Systemets princip : Energiuppgifterna i bilden är årsvärden, uppmätta mars 2002 - februari 2003.

Styrningen

För att förenkla driftsövervakning och uppföljningar är en central styr dator installerad. Det finns IR-detektorer som avslöjar om någon vistas i rummen, vilket i sin tur tändar och släcker belysningen samt reglerar rumstemperaturen. I aulan finns koldioxidgivare som styr ventilationen.

Byggnaden

Fönstren har ingen solavskärmning, utan är i stället försedda med glas av typ Emmaboda Coolit, som filtrerar bort infrarött ljus. Solavskärmningsfaktorn är 0,37 vilket ligger inom intervallet för normalt solskyddsglas.

Belysningen

Installerad belysningseffekt är ca 10 W/m².

Markarbete

De geologiska förhållandena i Lundaområdet är besvärliga med varvade sedimentära bergarter vilket komplicerade borrhningarna. En särskild borrhmetod användes för att forcera berglagret. Borrhålen blev också något större än vid borrhning i homogena berglager. Tillgången på, och därmed konkurrensen mellan, entreprenörer som behärskar borrhning i sådan berggrund var begränsad, vilket kan ha påverkat kostnaden för borrhningarna.

I områden med urberg, vilket gäller större delen av Sverige, och kortare sk foderrör kan betydligt billigare anläggningskostnader, 30 till 40 %, förväntas.

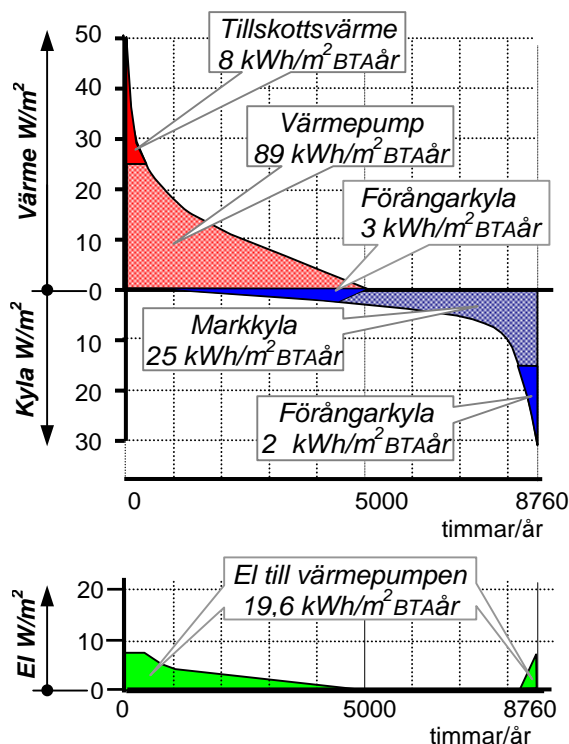
Energianvändning

I tabellen nedan och i diagrammen med varaktighetskurvor finns de under perioden mars 2002 till februari 2003 uppmätta energiflödena redovisade något mer detaljerat.

Energivärdena är hänfödda till byggnadens bruttoarea BTA, som i stort motsvarar det som i officiell statistik ofta benämns "värmd area".

MWh/år kWh/m² BTA, år

Husets värmebehov	515	97
Husets kylbehov	155	29
Värme från värmepump	475	89
Tillskottsvärme	40	8
Kyla från mark	130	25
Förångarkyla samtidig med värmealstring	15	3
Förångarkyla utan värmealstring	10	2
El till värmepump	104	19,6
El till cirkulationspumpar	7	1,3



Värme-kylaggregaten med lager och kringutrustning har fungerat mycket bra och besparingarna för år 2003 överträffade de beräknade. Kylning av byggnaden kunde under 2003 ske helt utan tillsats av mekanisk (elektrisk) kyla. Endast lagerkylkapaciteten utnyttjades. Detta beror dels på att energilagret är tämligen rikligt dimensionerat och dels att grundvattenrörelser anas haft stabiliserande temperaturinverkan på lagret. Högsta vätsketemperatur ur lagret har uppmätts till 12,5 °C och lägsta till 4,5 °C. Själva kylvärmepumpen har uppmätts ge hög effektivitet, värmefaktor, medan dess värme- och kyleffekter enligt utförda mätning-

ar tyvärr underskrider de av leverantören stiplerade med så mycket som 20 till 30 %. Smärre trassel kring kommunikation mellan olika styrsystem innebar vissa driftsavbrott under hösten men successiva åtgärder skall ha löst problematiken.

Marklagret registrerades ta emot 75 MWh värme under tiden mars 2002 till mars 2003 och uttaget av värme uppgick till 176 MWh. Därutöver förekom samtidighet mellan värme- och kyluttag i betydande utsträckning. I förångarna har samtidigt registrerats ett värmeupptag av 265 MWh och kylning av huset totalt 167 MWh. Även här kan anas att grundvattnrörelser förekommer som utjämnar uttagsobalansen mellan värme och kyla ur lagret vilket är mycket förmånligt.

Energibesparing

Akademiska Hus lät göra en jämförande analys mellan kylvärmepump/energilagert (Alt. 1) och ett alternativ bestående av fjärrkyla och fjärrvärme, nedan kallat (Alt. 2) för året mars 2002-mars 2003.

Energifördelningen för de två alternativen framgår nedan:

Alt 1:

140 MWh/år fjärrkyla

350 MWh/år fjärrvärme

Alt 2:

20 MWh/år fjärrvärme

95 MWh/år el

375 MWh/år lager

För insatsen av 95 MWh el producerar lager och värmepumpsalternativet nyttiggjord värme och kyla uppgående till 470 MWh/år. Effektfaktorn blir på dessa grunder ca 5,0 vilket innebär en energireducering kring 80 %.

Ekonomi

Investeringskostnaden var 1 630 000 kr högre jämfört med att ansluta byggnaden till fjärrvärme och -kyla. Då ingår konsultkostnader för detaljerad projektering som kan förväntas utföras förenklat i framtida energilagertprojekt. Via det sk LIP-programmet erhöill projektet ekonomiskt stöd på 700 000 kr. Merinvesteringen, jämfört med fjärrvärme och -kyla, blir med hänsyn till detta bidrag 930 000 kr. Sett till rörliga och fasta årskostnader beräknades den

årliga bruttobesparingen till 157 000 kr första året för energilagertprojektet.

Pay-offtiden för energilagert/värmepumps-systemet uppskattas till 10 år (6 år om LIP-bidraget räknas med). Anläggningen ger ett positivt LCC-resultat även utan att LIP-bidraget räknas med. Pga att det är kalkstensgrund som fördyrat borrhningen har grundinvesteringen blivit något högre men anläggningen har trots det varit en god investering.

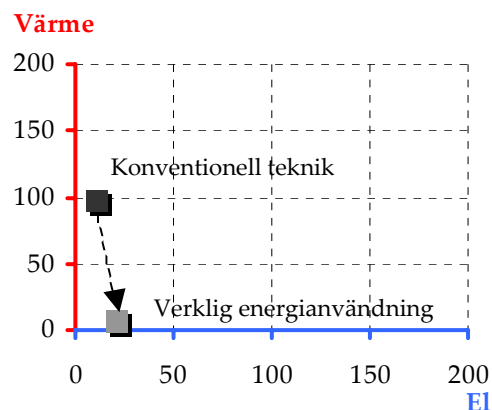
Brukarsynpunkter

Klimatupplevelsen rapporteras huvudsakligen mycket positiv från hyresgästerna. Grundtemperaturen kan ställas in separat till varje kontorsrum, där brukaren sedan ytterligare kan reglera temperaturen någon grad. Endast enstaka klagomål har förekommit på drag från induktionsapparaterna.

Luften upplevs som alltför fuktig under kylsäsongen, eftersom avfuktning inte finns. Sommarklimatet under den undersökta perioden var extremt varmt och fuktigt, men torkning övervägs.

Luftflödet till de större samlingsrummen styrs av CO₂-halten i rummet. Från början ökades luftflödet när CO₂-halten översteg 1000 ppm, men efter önskemål från brukarna sänktes styrhalten till 600 ppm vilket upplevdes ge en klar förbättring av luftkvaliteten.

Energianvändning (kWh/m²BTA,år)



Den mörka punkten i diagrammet visar vad energianvändningen skulle kunna vara om byggnaden försörjdes med konventionell teknik.