

Systematisk sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige

Emma Thuresson

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 388
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Systematisk sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige

Kandidatarbete
Emma Thuresson

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Innehåll

1	Introduktion	9
2	Syfte och mål	9
3	Metod	9
4	Bakgrund	9
4.1	Allmänt	9
4.2	Passiva geoenergisystem	9
4.2.1	Jord- och sjövärme	9
4.2.2	Bergvärme och bergkyla	9
4.2.3	Grundvattensystem	10
4.3	Aktiva geoenergisystem	10
4.3.1	Borrhålslager	10
4.3.2	Akviferlager	10
4.3.3	Återladdning och högttemperaturlagring	11
4.4	Stora geoenergisystem	11
4.5	Värmepumpar	11
4.5.1	Värmefaktor COP	11
4.5.2	Köldfaktor EER	11
4.5.3	Frikyla och producerad kyla	11
4.5.4	On-off-styrning	12
4.6	Energibehov och effektbehov	13
4.7	Dimensionering och spetsenergi	13
5	Genomförande	13
6	Resultat	13
7	Diskussion	18
7.1	Allmänt	18
7.2	Passiv bergvärme	18
7.3	Frikyla	18
7.4	Kylvärmepump/kylmaskin	18
7.5	Förstärkt återladdning	18
7.6	Högttemperaturlagring	18
7.7	Akviferlager	18
7.8	Spetsenergi	19
7.9	Värmepumpar	19
7.10	Mätning	19
7.10.1	Exempel på god datainsamling	19
8	Slutsats	20
8.1	Insamling av information och driftsdata	20
8.1.1	Allmän information	20
8.1.2	Systemuppgifter	20
8.1.3	Ekonomi	20
8.1.4	Energi och driftsdata	20
9	Tack	20
10	Referenser	21
10.1	Litteratur	21
10.2	Personlig kommunikation	21
Bilagor		22

Systematisk sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige

EMMA THURESSON

Thuresson, E., 2014: Systematisk sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 388, 21 sid. 15 hp.

Sammanfattning: En sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige har i samband med detta arbete gjorts. Arton anläggningar med bergvärme, borrhålslager, högttemperurlager samt akviferlager ingår i denna. Utifrån information om dessa anläggningars drift har rekommendationer för mätpunkter getts för att bättre säkra mätning och driftuppföljning.

Geoenergi är Sveriges tredje största förnybara energikälla. Lagrad solenergi hämtas från mark, berg, sjö- och grundvatten genom ett kollektorsystem med cirkulerande köldbärarvätska. Det går att utvinna både värmeenergi och kylenergi ur dessa system. Anläggningar dimensioneras redan på planeringsstadiet för att systemet ska vara i balans. Exempelvis minskar anläggningens effektivitet vid ett för stort uttag av bergvärme, då berget får sänkt temperatur. Vanligtvis används värmepump eller kylmaskin för att höja, respektive sänka temperaturen innan energin levereras till aktuell fastighet. Det går emellertid även att utvinna frivärme och frikyla genom att enbart använda sig av cirkulationssystem.

En geoenergianläggning är sällan dimensionerad för att täcka fastighetens totala värmebehov. Vid behov köps därför spetsvärme från annan energikälla in. Det behövs även elenergi för drift av värmepump och kylmaskin. Hur effektivt ett geoenergisystem är ges av energifaktorn. Denna faktor anger hur många delar energi som levereras av systemet för varje del inköpt elenergi.

Större fastigheter som spenderar stora summor på både uppvärmning och komfortkyla kan, trots höga investeringskostnader, spara mycket pengar genom att installera geoenergi. Anläggningar har lång livstid och litet behov av underhåll, dessutom är de ej skrymmande då större delen av anläggningen finns under jord.

Vid inhämtning av uppgifter noterades att information sällan var samlad och lättillgänglig för fastighetsägaren. Systematisk insamling av data är nödvändig för att underlätta utvärdering av en geoenergianläggning. Med ett detaljerat dataunderlag kan möjliga åtgärder för effektivisering och maximering av anläggningens potential identifieras.

Nyckelord: Geoenergi, bergvärme, bergkyla, borrhålslager, akviferlager, sammanställning, mätpunkter, COP

Handledare: Signhild Gehlin (Svenskt Geoenergicentrum), Per Möller (Lunds universitet)

Ämnesinriktning: Berggrundsgeologi

Emma Thuresson, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.

E-post: emma.geologi@gmail.com

Survey of BTES and ATES systems in Sweden

EMMA THURESSON

Thuresson, E., 2014: Titel. *Survey of BTES and ATES systems in Sweden*, No. 388, 21 pp. 15 hp (15 ECTS credits)

Abstract: Shallow geothermal energy is the third biggest renewable source of energy in Sweden. Low-temperature energy stored in the ground and groundwater is collected by a ground heat exchanger with circulating brine and a ground source heat pump, *GSHP*. It is possible to extract both heating energy and cooling energy in these systems; in the winter the earth is utilised as a heat source, and in the summer as a heat sink. The systems are dimensioned to be in balance with the surroundings for the foreseeable future. Large systems are called Borehole Thermal Energy Storage, *BTES*, and Aquifer Thermal Energy Storage, *ATES*. Before the energy is distributed, a heat pump or a cooling machine will commonly be utilized to either raise or lower the temperature. However, it is also possible to use the system without the aforementioned apparatus and extract free heating and free cooling with the help of only a circulation system. Big properties that spend large sums on heating as well as chilling can save much money by investing in systems for BTES or ATES. These systems have long life and need little in the way of maintenance, they also need little space since most of the construction is below ground.

A geothermal plant is more often than not dimensioned not to cover the buildings' total energy need. Therefore, auxiliary heat is used when needed. There is also need of electrical energy to run the heat pump and chiller, and the circulation system. The efficiency of a system is determined by the coefficient of performance, COP. This can be calculated, and specifies how many kWh of energy that is produced for every kWh that is invested in the system.

A survey of BTES and ATES systems in Sweden has been made in connection with this thesis. Eighteen systems participated in the survey, contributing information and operation data. Based on the survey, recommendations for measurements to secure operation data and monitoring of the system have been given. During the execution of the survey it was noted that the property owners rarely had information about their systems readily accessible. To monitor the drift and collect data is vital to facilitate evaluation of a BTES or ATES. With detailed data it is possible to identify measurements to increase efficiency and optimize the potential of the system.

Keywords: Survey, Shallow Geothermal Energy, GSHP, Borehole Thermal Energy Storage, BTES, Aquifer Thermal Energy Storage, ATES

Supervisors: Signhild Gehlin (Svenskt Geoenergicentrum), Per Möller (Lund University)

Subject: Bedrock Geology

Emma Thuresson, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.

E-mail: emma.geologi@gmail.com

Ordförklaringar

- **Atemp**– Golvarean i temperaturreglerade utrymmen, avsedd att värmas till mer än 10 °C, begränsade av klimatskärmens insida (m²).
- **COP**– värmefaktor. Förhållandet mellan tillförd energi och genererad energi för en värmepump.
- **EER**– köldfaktor. Förhållandet mellan tillförd energi och genererad energi för en kylmaskin.
- **LCC** - Life Cycle Cost. En konstnads kalkyl där kostnaden för ett system samt dess intäkter vägs mot dess livslängd.
- **Pay-off** – Rak återbetalningstid. Ett beräkningssätt där kalkylräntan bortses från. Återbetalningstid för en investering beräknas utifrån årliga inbetalningsöverskott.
- **Rak återbetalningstid**– pay-off
- **Systemvärmefaktor**- Värmefaktor för hela geoenergisystemet.
- **Systemårsvärmefaktor** – Ett mått på hela geoenergisystemets sammanlagda effektivitet över året. Produktion av varmvatten vägs in.
- **Årsvärmefaktor** – Kallas även årsverkningsgrad. Ett mått på värmepumpens effektivitet över hela året. Produktion av varmvatten vägs in.

1 Introduktion

Geoenergi är ett samlingsnamn för energi vars källa är jord, berg, sjö- eller grundvatten. Idag är geoenergi Sveriges tredje största förnybara energikälla (Barth et al. 2012). Om även djupgeotermiska anläggningar räknas in stod Sverige år 2010 med sina 12 TWh för runt 10 % av världens totala geoenergiproduktion (Lund et al. 2011). Till detta ska tilläggas att geoenergi, till skillnad från andra energikällor, har potential att ge både värme och kyla i ett och samma system. Det är därför en naturresurs som förtjänar uppmärksamhet.

Varje sommar värmer solen mark och vatten. Denna tillförda värme lagras som värmeenergi. Solens uppvärmning kan ha effekt ner till flera hundra meters djup, längre ner än så styrs temperaturen av värme från jordens inre. Det är dock endast i markens översta femton meter som temperaturen varierar med årstiderna, därunder märks inga årstidsvariationer. Däremot ökar temperaturen med den geotermiska gradienten. På ca 100 meters djup är temperaturen densamma som luftens årsmedeltemperatur uppe vid ytan (Barth et al. 2012). Denna lågtempererade energi kan utnyttjas.

En geoenergianläggning utgörs av ett kollektorsystem, det vill säga ett cirkulationssystem med en värmebärare (brine). Vätskan, en blandning av vatten och etanol, hämtar energi och transporterar den vidare. Etanolen, som bidrar till att värmebäraren inte fryser, är en mycket miljövänlig produkt (www.geotec.se). En läcka är därför, om än kostsam för fastighetsägaren, inte kostsam för miljön. Vanligen passerar energin en värmepump eller en kylmaskin som höjer respektive sänker temperaturen innan den distribueras i fastigheten.

2 Syfte och mål

På hemsidan *System för fastighetsvärmepumpar*, (<http://www.sfv.se>) finns en begränsad databas över värmepumpsinstallationer, vilken även inkluderar geoenergianläggningar. Detta examensarbete har denna databas som utgångspunkt. Databasen utökades för att bland annat komplettera med fler anläggningstyper, och uppgifter om mätpunkter och system för driftuppföljning. Utifrån sammanställningen ges rekommendationer för säkring av mätning och uppföljning av anläggningarnas drift.

3 Metod

En litteraturstudie om geoenergi utfördes. Därefter togs ett dokument fram med relevanta frågor för inhämtning av information från geoenergianläggningar. För att få tag på kontaktuppgifter till större geoenergianläggningar användes databasen på www.sfv.se och internet. Handledare Signhild Gehlin bidrog även med kontaktuppgifter. Därefter gjordes en rundringning till anläggningar.

4 Bakgrund– geoenergisystem

4.1 Allmänt

Om värmeenergi utvinns ur marken sänks temperaturen av uttaget. Temperaturen stiger under sommarhalvåret då värme tillförs från den omgivande, opåverkade marken och berget, samt genom ny solvärme uppfifrån ytan. Ett uttag av kyla under sommaren kan även bidra till att temperaturen stiger. Det är viktigt att dimensionera en geoenergianläggning så att det finns balans mellan uttag och återladdning. Geoenergens potential att ge värme och kyla ur samma system gör det svårt att rättvist jämföra geoenergi med andra energikällor som endast ger värme eller kyla.

4.2 Passiva geoenergisystem

Ett passivt geoenergisystem är helt beroende av den passiva energiåterladdningen för att en balans skall erhållas.

4.2.1 Jord- och sjövärme

System för utnyttjande av jord- och sjövärme bygger på nedgrävda, alternativt nedsänkta, slangar. I dessa cirkulerar en köldbärarvätska och fungerar som värmeväxlare. En värmeväxlare överför energi mellan olika medier. Den tar upp energi lagrad i mark eller vatten och transporterar denna till en värmepump. Sjövärme är, till skillnad från jordvärme, inte särskilt vanligt. Jordvärme används oftast till uppvärmning av enskilda villor, i synnerhet i södra Sverige. För ett sådant system skall slangarna endast grävas ned ca 1 meter, men det krävs en relativt stor tomt för systemet, Fig. 1. Även om det går att använda jordvärme för kyla är det inget som är vanligt i Sverige.

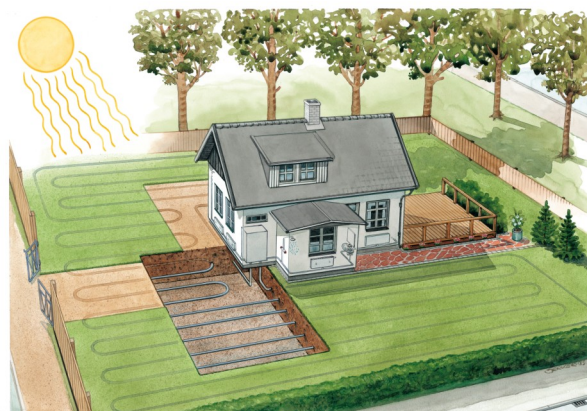


Fig. 1. System för jordvärme vid enskilda villor. (Geotec)

4.2.2 Bergkyla och bergvärme

Ett system för bergvärme och bergkyla kräver att det borrar s.k. energibrunnar. Bergvärme är det vanligaste geoenergisystemet och används både till enskilda villor och stora fastigheter på tiotusentals kvadratmeter, Fig. 2 och 3. Brunnarnas diameter är inte större än ca \varnothing 115- 150 millimeter och når vanligen 100 till 300 meters djup, beroende på hur stort energiuttag som

önskas (Barth et al. 2012). Man skiljer på energibrunnarnas faktiska och aktiva djup. Det aktiva djupet betecknar det djup som i verkligheten kan användas för upphämtning av energi. Det kan antas börja vid grundvattenytan för ett grundvattenfyllt borrhål eller vid återfyllnadsmaterialets början för ett återfyllt borrhål. Således kan en 200 meter djup energibrunn ha ett aktivt djup på 175 meter om grundvattenytan börjar vid 25 meters djup.

Värme hämtas vanligen ur borrhålen med hjälp av en köldbärarvätska som cirkulerar i en nedsänkt slang. I ett passivt bergvärmesystem har brunnarna ett inbördes avstånd på 15-20 meter. Borrade brunnarna för nära varandra uppstår termisk interaktion mellan brunnarna. Temperaturförändring i en stor bergmassa går trögt, och därför kan en bergvolym hålla en temperatur som avviker från omgivningen under en längre tid. Hur länge en förändring håller i sig beror på hur stor avvikelsen är och på bergets värmeledningsförmåga och värmekapacitet.

Om sommarens passiva tillförsel av energi inte täcker upp för den energi som utvunnits under vintern, kommer den avvikande temperaturen i bergmassan att breda ut sig. Detta är en långsam process, men leder på sikt till sämre förutsättningar för anläggningen. Livslängden för borrhål i ett bergvärmesystem vars uttag matchar vad den är dimensionerad för begränsas endast av komponenterna i borrhålsinstallationen. Uppskattad livslängd på stålfoderrör och kollektorslang är ca 100 år (www.geotec.se).



Fig. 2 Bergvärmesystem till enskild villa (Geotec).

4.2.3 Grundvattensystem

Även geoenergiutvinning ur grundvatten bygger på borrade brunnar. Här behövs emellertid ingen slang med köldbärare, då grundvattnet i sig självt agerar energibärare. Genom att använda grundvattnet direkt blir detta geoenergisystem det mest effektiva eftersom den energiväxlande ytan blir långt större än för slangar med cirkulerande vätska. Grundvattnet pumpas upp, och utvinns på värmeenergi innan det avkylda vattnet pumpas ner i akviferen igen. Grundvattenenergi är mycket lämpligt för stora system och anläggningar.

4.3 Aktiva geoenergisystem

Medan ett passivt system har aktivt uttag och passiv återladdning, har ett så kallat aktivt system både aktivt uttag och aktiv återladdning. Ett aktivt geoenergisystem baseras antingen på berg- eller grundvattenenergi. Eftersom det ger både värme och kyla är det ekonomiskt fördelaktigt för stora fastigheter som ofta har stora behov av både värme och kyla.

4.3.1 Borrhålslager

Ett aktivt geoenergisystem i berg kallas borrhålslager och kan innehålla flera hundra energibrunnar, Fig. 3. Brunnarna borras nära varandra, på ca 4-6 meters inbördes avstånd. I motsats till passiva system vill man att brunnarna ska påverka varandra och samverka. Ju större borrhålslagret är desto mindre blir de relativa energiförlusterna i lagret. Berget kyls ned under vintern när värme utvinns ur brunnarna. Denna kyla utvinns sedan under sommaren. Uttaget av kyla höjer temperaturen i berget till utgångsnivån, och systemet är redo för nästa vinter. Det finns även anläggningar där högt tempererad värme aktivt förs ner i borrhålslager, detta kallas högt temperaturlager. Källan till värmen kan exempelvis vara solvärme eller spillvärme från industri.



Fig. 3 Ett borrhålslager till en större fastighet (www.geotec.se).

4.3.2 Akviferlager

Aktivt grundvattensystem kallas för akviferlager. Anläggningens brunnar delas upp i varma och kalla, så att grundvattenmagasinet får en varm och en kall sida. Under vintern pumpas vatten upp ur de varma brunnarna för utvinning av värmeenergi. Därefter pumpas det avkylda vattnet ner i de kalla brunnarna. När sommaren kommer vänds systemet; vatten pumpas upp ur de kalla brunnarna för utvinning av komfortkyla, och

pumpas sedan tillbaka ner i de varma brunnarna. Figur 4 visar en schematisk skiss av detta system. Akviferlager är väldigt effektiva, dock krävs det goda geologiska och hydrologiska förutsättningar och föregås av en ofta dyr och tidskrävande tillståndprocess.

4.3.3. Förstärkt återladdning och högtemperaturlagring

Förstärkt återladdning innebär att värmeenergi från exempelvis frånluft, avloppsvatten, solpaneler och så vidare, förs ned i energibrunnarna under sommaren. Detta ökar anläggningens uttagspotential. För högtemperaturlagring krävs en källa som ger mer högvärdig värmeenergi, som spillvärme från industriprocesser. Gjuterier är exempel på industrier som producerar stora mängder högvärdig värme vilken oftast bara går till spillo. Denna värme leds ner för lagring i energibrunnar. Världens första storskaliga anläggning byggdes i början av 80-talet vid Luleå tekniska universitet. Den levererade lagrad spillvärme från SSAB till universitetsbyggnaderna mellan 1983-1990. Tekniken är fortfarande relativt ovanlig.

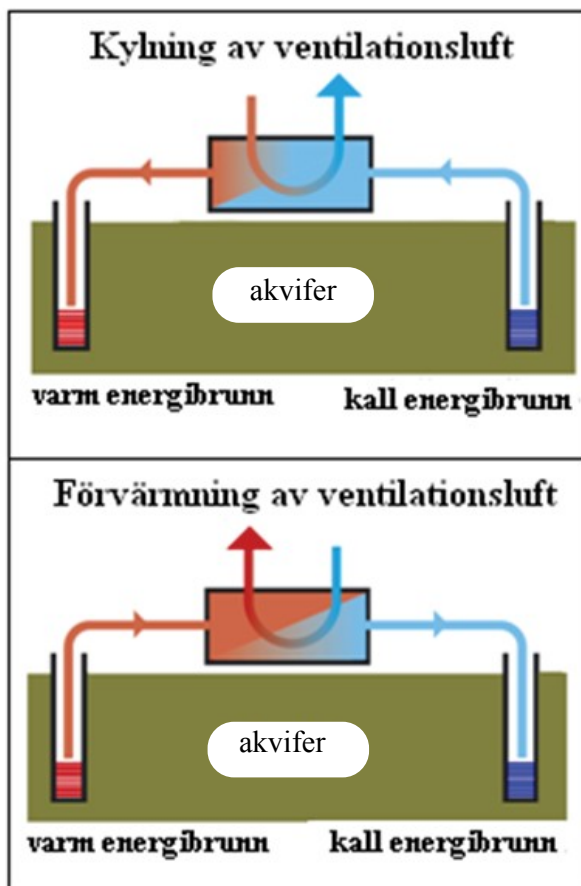


Fig. 4. Schematisk skiss av ett akviferlager. Bild modifierad

4.4 Stora geoenergisystem

I Sverige finns drygt 500 geoenergianläggningar som kan anses vara stora. Dessa betjänar bostadsrättsföreningar, industrier, universitetslokaler, köpcentrum, etc.

De system som används varierar från anläggning till anläggning. En del stora anläggningar utvinner endast värme eller kyla, medan andra tar vara på både värme och kyla. Det finns anläggningar som lagrar spillvärme från industri i sina borrhål eller energi från solpaneler. Gemensamt är att de alla bidrar till låg energikostnad för sina respektive fastigheter och har små underhållsbehov.

4.5 Värmepumpar

En värmepump höjer temperaturen i energi från värmekällor med låg temperatur, så att den blir användbar vid en högre temperatur. Förutom geoenergi finns det andra värmekällor med låg temperatur som kan utnyttjas tack vare denna teknik; exempelvis frånluft från byggnader, uteluft och avloppsvatten. En värmepump flyttar värme från en relativt kall plats till en varm. Principen den bygger på är att man kan flytta kokpunkten för en vätska genom att ändra på trycket, Fig. 5. En värmepump som kan leverera både värme och kyla kallas för kylvärmepump.

4.5.1 Värmefaktor COP

För att värmepump och energidistribution skall fungera måste energi tillföras. COP är en förkortning av engelskans *Coefficient Of Performance*, det vill säga värmepumpens värmefaktor. COP visar förhållandet mellan tillförd elenergi och genererad värmeenergi. Beräkning av COP görs genom att dividera pumpens producerade energi med använd el. Om COP är 4 får man ut 4 kWh värmeenergi för varje kWh köpt elenergi. Detta ger en bra bild av systemets effektivitet och verkningsgrad.

Olika faktorer inverkar på en värmepumps COP; pumpens komponenter (Tabell 1) och den typ av geoenergisystem som den är kopplad till (Tabell 2) då temperaturen som värmepumpen ska arbeta med varierar. Vid planering av en anläggning kommer ett beräknat COP att användas. Efter viss drifttid är det lämpligt att se hur det beräknade COP-värdet stämmer med det faktiska.

4.5.2 Köldfaktor EER

Köldfaktorn är värmefaktorns motsvarighet för kylmaskin. Ofta används förkortningen EER (*Energy Efficiency Ratio*).

4.5.3 Frikyla och producerad kyla

Om kylbehovet inte är stort kan el sparas genom att kyla från berg- eller akviferlagret används direkt som så kallad frikyla. Då temperaturen är lägre i brunnarna än i luften vid markytan, kan kylan erhållas enbart genom att cirkulera systemet utan kylmaskin. Vid stora kylbehov används en kylmaskin för att producera den mängd kyla som krävs..

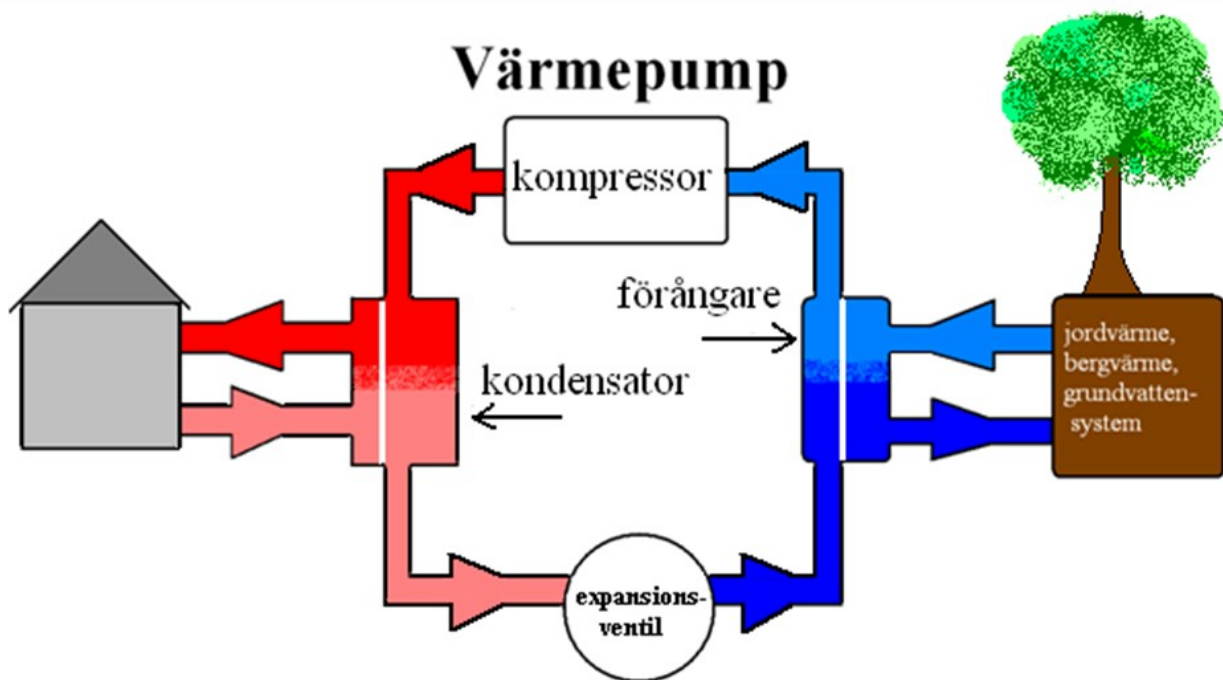


Fig. 5 Köldbärarvätskan som cirkulerar i kollektorslingan i jordlager, berg eller vatten lämnar av den upphämtade energin i förångaren innan den återvänder. I förångaren finns ett köldmedium som förångas när den tar upp den levererade energin. Köldmediet komprimeras i kompressorn innan det avger energi i kondensorn. Köldmediets förlopp avslutas med att expansionsventilen sänker trycket. I kondensorn tar fastighetens cirkulationssystem upp den avgivna energin för leverans i fastigheten (Värmepumpsfakta.se). Bild modifierad efter (Värmepumpsfakta.se)

Tabell 1. De komponenter i en värmepump som påverkar värmepumpens COP (Värmepumpsfakta.se).

Värmeväxlare	Vilken typ av värmeväxlare som ska föra över producerad värme från pumpen till värmesystem och tappvatten.
Regleringsutrustning till cirkulationspumpar	Det är viktigt att temperaturskillnaden mellan pumpens levererade varmvatten och returvattnet ligger på en konstant nivå.
Kompressorn	Olika typer av kompressorer har skiftande effektivitet. Det är speciellt viktigt med en kompressor som är effektiv även när högt tempererat vatten skall levereras.

Tabell 2. Representativa värden för arbetstemperatur, energifaktor och återbetalningstid. Återbetalningstiden tar inte hänsyn till förändring i elpris, ränta eller avskrivningstid och gäller då tidigare energikälla är olja eller vattenburen elvärme. Data hämtat från Barth *et al.* 2012.

Geoenergisystem	Arbetstemperatur	Energifaktor, COP	Rak återbetalningstid (pay-off)
Jordvärme	-5 / +5	2,5 – 3,5	4 – 7 år
Bergvärme	-3 / +7	3,5 – 4	5 – 8 år
Grundvattensystem	+3 / +10	4 – 5	2 – 4 år
Borrhålslager	-1 / 10	4,5 – 5,5	4 - 6
Akviferlager	+6 / +13	6 - 7	1 - 3

4.5.4 On-off-styrning eller varvtalsreglering

Värmepumpar kan principiellt fungera på två olika sätt. De kan dels vara on-off-styrda, vilket innebär att de antingen är igång och ger full effekt, eller är nedstängda. En värmepump på 5 kW ger då antingen 5 kW eller 0 kW. Så fort värmepumpen är igång arbetar den på full prestanda.

Den andra principen utnyttjar så kallade varvtalsreglerade värmepumpar. Dessa anpassar sig automatiskt till fastighetens aktuella effektbehov. Under en varm dag, som inte kräver lika stor produktion av värme, går kompressorn ner i varv, vilket ökar värmepumpens effektivitet (Energimyndigheten 2012). Pumpar med varvtalsreglering är mer energieffektiva, men även dyrare, än de on-off-styrda.

4.6 Energibehov och effektbehov

En fastighets värmebehov och kylbehov mäts i hur många kWh som används till uppvärmning respektive nedkylning per år. 1 kWh är den energi som en effekt på 1 kW utvecklar under en timme. Fastighetens effektbehov för värme och kyla är den mängd kW som krävs när systemet arbetar som mest.

4.7 Dimensionering och spetsenergi

De flesta geoenergianläggningar är inte dimensionerade för att täcka fastighetens totala värmebehov. Dimensionering sker därför utifrån både investeringskostnad och energieffektivitet.

I stora geoenergianläggningar som konverterats från ett annat uppvärmningsalternativ, används ofta den tidigare energikällan, exempelvis olja, fjärrvärme eller el, som spetsenergikälla för att täcka upp för effektbehovet under vinterns kallaste perioder.

5 Genomförande

Vid kontakt med fastighetsansvariga var det svårare än väntat att få kontakt med personer som kunde svara på frågor om respektive geoenergianläggning. Information som efterfrågades var i flertalet fall ej lättåtkomlig, inte sällan för att den var uppdelad på flera personers ansvarsområden. Av denna anledning behöver luckor i sammanställningen inte innebära att fastighetsägarna saknar relevant information.

6 Resultat

24 av de tillfrågade anläggningarna tackade ja till att delta i sammanställningen. Av dessa erhöles uppgifter från 15 via personlig kommunikation. Ytterligare 3 anläggningar ingick; Mandolinen (Sjöstedt 2013), Ängsbacken (Höglund & Olsson 2009; Svensk Eco Energi AB 2010), samt IKEA Svågertorp (Horn 2012). Anläggningarna finns redovisade i Tabell 3-6, samt Bilaga 2-19.

Tabell 3. Passiva bergvärmesystem.

	Gulagården	Finspångsvattenreningsverk	Mandolinen	Ängsbacken	Viktor Rydbergs Samskola	Ljuskärrsberget
Systemtyp	Bergvärme värmepump	Bergvärme värmepump	Bergvärme värmepump	Bergvärme värmepump	Bergvärme värmepump	Bergvärme värmepump
Energilbrunnar	5	14	14	37	42	156
Brunnsdjup	76 m	210 m	250 m	200	225 m	230 m
Värmepump	ingen uppgift	Nibe	Carrier	Greenline	Nibe	Nibe
Togs i drift	2008	2012	2005	2004	2009	2010
Byggår fastighet	1967	1966	1992	1988-1990	1910	1972
Verksamhet	Brf	vattenreningsverk	Brf	Brf	skola	Brf
Atemp	11 309 m ²	1 200 m ²	8 573 m ²	14 000 m ²	8 660 m ²	45 587 m ²
Värmebehov	1 500 MWh	256 MWh	1 040 MWh	1887 MWh	419 MWh	ingen uppgift
Värmeeffektbehov	ingen uppgift	145 kW	400 kW	313 kW	342 MW	ingen uppgift
Kylbehov	-	-	-	-	-	-
Kyleffektbehov	-	-	-	-	-	-
Värmepump energi	ingen uppgift	69 900 kWh	265 180 kWh	671 MWh	ingen uppgift	1 600 MWh
COP	ingen uppgift	3,2	2,8	3	3,2	ingen uppgift
Spetsvärmekälla	gas	el	gas	olja	elpets	elpets
Spetsvärme [kWh]	15 000 kWh	1 300 kWh	245 993 kWh	58 MWh	ingen uppgift	ingen uppgift
Tapparmvatten	ingen uppgift	geoenergi m. elspets	100 % geoenergi	geoenergi	30 % geoenergi 70 % el	100 % geoenergi
Tidigare energikälla	gas	olja	gas	Luftvärmepumpar + olja	olja	direktel
Projektör	Sydrör i Malmö AB	Finspångs Kommun, Finspångs Tekniska Verk AB	Malmberg Water AB	Svensk Ecoenergi AB	Enstar AB	Enstar AB
Installatör	Sydrör i Malmö AB	Coor AB	Malmberg Water AB	Svensk Ecoenergi AB	Enstar AB	Enstar AB
Investering	5 mkr	1,2 mkr	3,56 mkr	ingen uppgift	6,85 mkr	60 mkr
Årlig besparing	800 000 kr	250 000 kr	409 000 kr	ingen uppgift	897 000 kr	5 mkr
Avbetalningstid	5-6 år pay-off	4,8 år	8,1 år pay-off	ingen uppgift	11,3 år pay-off	10-15 år LCC
Mätprogram	ingen uppgift	Cactus-Uniwiew	ingen uppgift	ingen uppgift	ingen uppgift	ingen uppgift
Ev. Subventioner	ingen uppgift	220 kkr Svenskt vatten	nej	ingen uppgift	nej	10 mkr
Fastighetsägare	Riksbyggen Brf Gula Gården	Finspångs kommun	HSB Brf Mandolinen	Brf Talludden 1 Brf Talludden 2	Danderyds kommun	Brf Ljuskärrsberget
Återladdning	nej	nej	nej	solkollektorer	nej	nej
Högtemperaturlagring	nej	nej	nej	nej	nej	nej

Tabell 4. Borrhålslager med frikyla.

	Sånga-Säby	Brf Sparrisen	Vår Gärd	IKEA Uppsala	Kemientrum
Systemtyp	Borrhålslager värmepump frikyla,	Borrhålslager värmepump frikyla	Borrhålslager värmepump frikyla	Borrhålslager värmepump frikyla	Borrhålslager värmepump frikyla
Energibrunnar	11	20	23	100	153
Brunnsdjup	200 m	182 m	200 m	179	230 m
Värmepump	Thermia	Thermia	IVT	Carrier	Carrier
Togs i drift	2012	2003	2006	2009	2005
Byggår fastighet	2012	1971	1959	2009	1969, 2002,
Verksamhet	Konferens, hotell	BRF	Konferens, hotell	Varuhus	Universitetsbyggnad
Atemp	2 152 m ²	10 000 m ²	10 000 m ²	36 000 m ²	60 000 m ²
Värmebehov	ingen uppsgift	550 MWh	1 100 MWh	1 283 MWh	6 790 MWh
Värmeeffektbehov	71 kW	ingen uppsgift	650 MWh	ingen uppsgift	5 000 kW
Kylbehov	ingen uppsgift	ingen uppsgift	ingen uppsgift	823 MWh	5 400 MWh
Kyleffektbehov	50 kW	ingen uppsgift	ingen uppsgift	ingen uppsgift	3 000 kW
Värmepump, energi	40 000 kWh	ingen uppsgift	200 000 kWh	ingen uppsgift	ingen uppsgift
COP	ingen uppsgift	ingen uppsgift	3,5	ingen uppsgift	3
EER	-	-	-	-	-
Spetsvärmekälla	Elspets	Fjärrvärme	RME	El	Fjärrvärme
Spetsvärme [kWh]	0 kWh		450 000 kWh	ingen uppsgift	3 300 MWh
Tappvarmvatten	70 % geoenergi 30 % solpanel	100 % geoenergi	100 % geoenergi	100 % geoenergi,	Elberedare & fjärrvärme
Tidigare energikälla	-	Fjärrvärme	Olja	-	Fjärrvärme
Projektör	Norconsult	Rolf Lövbom Permia Ekonomi AB	Ferax installationskonsult	Lafor Energientreprenader AB	Malmberg Water AB
Installatör	Boetten Bygg	JF Jansson rör AB	Birka Rör	Lafor Energientreprenader AB	Malmberg Water AB
Investering	Del av nybyggnad	4 mkr	10 mkr	ingen uppsgift	45 mkr
Årlig besparing	-	> 400 000 kr	1 000 MWh	-	20-30 %
Avbetalningsstid	-	< 10 år	ingen uppsgift	ingen uppsgift	8 år
Mätprogram	nej	ingen uppsgift	specialanpassat	Styrsystem "Vista" från Schneider Electric	ingen uppsgift
Ev. Subventioner	nej	ingen uppsgift	nej	ingen uppsgift	ingen uppsgift
Fastighetsägare	Sånga-Säby Hotell & Konferens AB	BRF Sparrisen	Coop Fastigheter AB	IKEA	Akademiska Hus Syd AB
Återladdning	78 m ² solpaneler	nej	Värmeväxlare tvångskörs	nej	nej
Högtemperaturlagring	nej	nej	nej	nej	nej

Tabell 5. Borrhälslager med kylvärmepump eller kylmaskin

	SOL	Ideon	Astronomihuset	Vällingby City
Systemtyp	Borrhälslager kylvärmepump frikyla	Borrhälslager kylvärmepump	Borrhälslager värmepump kylmaskin	Borrhälslager Värmepump kylmaskin
Energibrunnar	33	39	20	132
Brunnsdjup	170 m	ca 200 m	200 m	200 m
Värmepump	York	Carrier	Blue Box	ingen uppgift
Togs i drift	2003	2012/2013	2001	2008
Byggår- fastighet	30- & 60-tal	2012	2001	1954
Verksamhet	universitetsbyggnad	kontor och hotell/restaurang	universitetsbyggnad	köpcentra, kontor, bostad
Atemp	35 000 m ²	12 785 m ²	5 300 m ²	75 000 m ²
Värmebehov	2750 MWh	1120 MWh	515 MWh	12 200 MWh
Värmeeffektbehov	ingen uppgift	900 kW	35 kW	ingen uppgift
Kylbehov	550 MWh	700 MWh	155 MWh	7 100 MWh
Kyleffektbehov	ingen uppgift	850 kW	44 kW	ingen uppgift
Värmepump, energi	ingen uppgift	ingen uppgift	97 000 kWh	3 500 MWh
COP	3-4	ingen uppgift	4,5	ingen uppgift
EER	ingen uppgift	ingen uppgift	2,5	ingen uppgift
Spetsvärmekälla	fjärrvärme	elpanna 500 kW	fjärrvärme	fjärrvärme
Spetsvärme [kWh]	ingen uppgift	ingen egen mätning	40 000 kWh	4 100 MWh
Tappvarmvatten	elberedare & fjärrvärme	elektriska varmvattenberedare, värmepumpar, samt slingtankar	elberedare & fjärrvärme	ingen uppgift
Tidigare energikälla	fjärrvärme	-	-	fjärrvärme
Projekttör	Malmberg Water AB	Skånska energi AB	Skånska AB	ingen uppgift
Installatör	Malmberg Water AB	Skånska energi AB	Skånska AB	ingen uppgift
Investering	ingen uppgift	ingen uppgift	1,63 mkr	del av renovering
Årlig besparing	ingen uppgift	-	157 000 kr	ingen uppgift
Avbetalningstid	ingen uppgift	ingen uppgift	8- 10 år	ingen uppgift
Mätprogram	ingen uppgift	styr- och reglerfabrikat Kieback & Peter	ingen uppgift	ingen uppgift
Ev. Subventioner	ingen uppgift	ingen uppgift	700 kkr LIP-program	ingen uppgift
Fastighetsägare	Akademiska Hus Syd AB	Wihlborgs fastigheter AB	Akademiska Hus Syd AB	Svenska Bostäder
Återladdning	nej	nej	nej	nej
Högtemperaturlagring	frikyla	nej	nej	nej

Tabell 6. Högtemperaturlager och akviferlager.

	Xylem	Arlanda	IKEA Svågertorp
Systemtyp	Borrhålslager värmepump högtemperaturlagring	Akviferlager frikyla, kylmaskin, frivärme,	Akviferlager värmepump, kylmaskin
Energibrunnar	140	5 kalla 6 varma	6 kalla 5 varma
Brunnsdjup	150 m	10-25 m	90 m
Värmepump	ingen	ingen	Carrier, IVT
Togs i drift	2010	2009	2009
Byggår fastighet	flera byggnader av varierande ålder	1976-2004	2009
Verksamhet	industri	flygplansterminaler	köpcentra
Atemp	150 000 m ²	400 00 m ²	43 400 m ²
Värmebehov	4 000 MWh	24 GWh	2 000 MWh
Värmeeffektbehov	2 MW	20 MW	1 800 kW
Kylbehov	-	12 GWh	1 424 MWh
Kyleffektbehov	-	15 MW	1 110 kW
Värmepump, energi	-	ingen uppgift	476 MWh
COP	-	-	3,47
EER	-	ingen uppgift	2,47
Spetsvärmekälla	fjärrvärme	fjärrvärme	elspets
Spetsvärme [kWh]	ingen uppgift	ingen uppgift	34 000 kWh
Tappvarmvatten	fjärrvärme	100 % fjärrvärme	100 % geoenergi
Tidigare energikälla	ingen uppgift	fjärrvärme, kylmaskiner, frikyla från sjö	-
Projektör	Sweco AB	Sweco AB	Skånska Energi
Installatör	Zublin Sverige AB, Pemtec AB	Malmberg borring, NCC	Skånska Energi
Investering	13 mkr	50 Mkr	ingen uppgift
Årlig besparing	ej fastställt	ingen uppgift	-
Avbetalningstid	5,5 år pay-off	ingen uppgift	ingen uppgift
Mätprogram	Ja	ingen uppgift	ingen uppgift
Ev. Subventioner	2,6 mkr KLIMP	ca 8 Mkr statligt energibidrag	ingen uppgift
Fastighetsägare	Xylem Water Solutions AB	Swedavia AB	IKEA
Återladdning	nej	sjövännen	nej
Högtemperaturlagring	spillvärme från industri	nej	nej

7 Diskussion

7.1 Allmänt

Fastigheter med verksamhet som köpcentra, bostadsrättsförening, kontor och skola kan med tanke på deras stora energibehov spara mycket pengar på att investera i energieffektivare lösningar för uppvärmning och nedkylning av sina lokaler. Geoenergi är en god investering som ofta sparar stora pengar när det ersätter annan energikälla, särskilt med tanke på att det kan ge värme och kyla i samma system. Det är inte bara den ekonomiska aspekten som talar för geoenergi, även miljöaspekten är beaktansvärd. En verksamhet vars energibehov tillgodoses av geoenergi kan använda det i sin marknadsföring genom att profilera sig som miljövänlig.

7.2 Passiv bergvärme

I sammanställningen ingick sex anläggningar med passiv bergvärme (Tabell 3); Gula Gården (Bilaga 2), Finspångs vattenreningsverk (Bilaga 3), Mandolinen (Bilaga 4), Ängsbacken (Bilaga 5), Viktor Rydbergs samskola (Bilaga 6) och Ljuskärrsberget (Bilaga 7.). Dessa har endast uttag av värme och varierar i storlek från 5 borrhål till 156. Generellt gavs en god överblick av anläggningarna, men bara i 3 av 6 fall uppgavs värde för COP, värmepumpsenergi eller spetsenergi. Endast Finspångs vattenverk angav att ett gällande mätprogram implementerats.

7.3 Frikyla

Fem anläggningar har borrhålslager med frikyla (Tabell 4); Sänga-Säby (Bilaga 8), Sparrisen (Bilaga 9), Vår Gård (Bilaga 10), IKEA Uppsala (Bilaga 11) och Kemicentrum (Bilaga 12). Endast Kemicentrum angav uppgift för både kylbehov och kyleffektbehov. Ett par anläggningar uppgav inget värde för varken kylbehov eller kyleffektbehov. En anledning till detta är antagligen att frikylan är en nästintill gratis ”bonus” som kommer på köpet med installation av värmeuttaget, eftersom endast cirkulationssystem behövs. Om en anläggningens kylpotential är större än dess kylbehov kan utrymme för ytterligare kyluttag emellertid finnas.

En fastighetsägare med outnyttjad kylpotential kan dela med sig av frikyla till en närliggande fastighet. Ökat uttag av kyla förstärker sommarens återladdning av energibrunnarna och fastighetsägaren kan utnyttja anläggningens potential bättre. Kemicentrum i Lund levererar värme till två fastigheter på vintern, både Kemicentrum och Ingvar Kamprad Design Centrum. Under sommarhalvåret levereras kyla till tre fastigheter, de två ovan nämnda, samt Arkitekthuset. Arkitekthusets värmebehov tillgodoses med annan energikälla.

7.4 Kylvärmepump/kylmaskin

En anläggning vars kylbehov överskrider sin frikylpotential kan, som SOL (Tabell 5, Bilaga 13) och Arlanda (Tabell 6, Bilaga 18), komplettera detta kylbehov med kylmaskin. Vanligare i sammanställningen

var annars att enbart använda sig av producerad kyla från antingen kylvärmepump eller kylmaskin som Ideon (Tabell 5, Bilaga 8), Astronomihuset (Tabell 5, Bilaga 9), Vällingby City (Tabell 5, Bilaga 10) och IKEA Svågertorp (Tabell 6, Bilaga 19).

Även en fastighet som utnyttjar kyla från kylmaskin har möjlighet att leverera kyla till ytterligare fastigheter. Om kyluttaget balanserar väl mot värmeuttaget innebär det att fastighetsägaren får maximal nytta av sin geoenergianläggning.

7.5 Förstärkt återladdning

De anläggningar i sammanställningen som återladdar sina borrhål använde sig av olika energikällor. Ängsbacken (Tabell 3, Bilaga 5) och Sänga-Säby (Tabell 4, Bilaga 7) använder solenergi. Vår Gård (Tabell 4, Bilaga 9) tvångskör sin värmeväxlare och Arlanda (Tabell 6, Bilaga 17) använder sjövattnet. Vad tvångskörning av värmeväxlare i praktiken innebär är oklart.

Ängsbacken installerade system för återladdning med sol eftersom deras system var underdimensionerat, vilket ledde till att bergets temperatur sänktes för mycket. Återladdning med sol eller annan energikälla kan vara ett bra alternativ när en anläggning blivit underdimensionerad. Ett borrhål har inte en begränsad livslängd, men ett feldimensionerat system leder till att systemet på sikt inte klarar att leverera den energimängd som behövs. Med ett balanserat energiuttag, där naturlig återladdning, uttag av kyla eller förstärkt återladdning får fylla på energi, begränsas livslängden endast av borrhålsinstallationens komponenter (www.geotec.se).

Det kan även vara så att ägaren av en anläggning som använder dyr spetsenergi önskar öka sitt uttag av geoenergi, men att det inte medges på grund av energibrunnarnas dimensionering. Ett system för återladdning kan därvidlag utredas för att se om det är praktiskt möjligt och ekonomiskt fördelaktigt. Återladdning kan, förutom de ovanstående alternativen, även göras med exempelvis värmeväxling mot frånluft och avloppsvatten. För återladdning med sol är vissa värmepumpar förberedda för anslutning till solvärmesystem.

7.6 Högtemperaturlager

Xylem var inte helt oväntat den ende representanten av högenergilagring i sammanställningen. Intresset för denna teknik har hittills varit litet. Xylems anläggning i Emmaboda som togs i bruk 2010 har dock lett till att intresse ånyo väckts. I framtiden skulle denna teknik kunna leda till att en större andel av den värmeenergi som industrin alstrar tas till vara, istället för att som idag gå till spillo.

7.7 Akviferlager

Arlanda (Tabell 6, Bilaga 18) och IKEA Svågertorp (Tabell 6, Bilaga 19) utgör sammanställningens två akviferlager. Anläggningarna har båda 11 brunnar, av dessa är 6 varma i Arlandas system och 5 i IKEA Svå-

gertorps system. Arlandas brunnar når 10-25 meters djup, jämfört med IKEA Svågertorps 90 meter. Arlanda är ca 10 gånger större än IKEA Svågertorp både vad gäller yta och energibehov. De geologiska och hydrologiska förutsättningarna antas spela roll, men Arlanda använder sig även av återladdning i form av sjövattnet. Å andra sidan har Arlanda till skillnad från IKEA Svågertorp ingen värmepump, utan använder sig av frivärme. En kort jämförelse mellan dessa två anläggningar visar hur flexibelt ett geonergisystem kan vara, då det finns många olika lösningar som i slutändan skall utmynna i ett system i balans.

7.8 Spetsenergi

De fastigheter vars geoenergianläggning inte täcker värmebehov och effektbehov, köper in spetsenergi för att klara uppvärmningen. I sammanställningen framgår att endast Sånge-Såby uppgav att spetsenergi hitintills inte hade behövts. Noteras kan att Sånge-Såby, förutom sitt borrhållslager, även har solpaneler som används till återladdning samt uppvärmning av tappvarmvatten. Hur stor del av energibehovet som täcks av spetsenergi kan därför vara viktigt att utreda då aktuellt energislag kan vara väsentligt dyrare än geoenergin.

Används dyr spetsvärme till uppvärmning av tappvarmvatten kanske Sånge-Såbys exempel inspirerar. En utredning kan visa huruvida installation av solpaneler för uppvärmning av varmvatten är ett ekonomiskt försvarbart alternativ. Vissa värmepumpar är, som ovan angivits, förberedda för anslutning till solvärmsystem.

Ett annat alternativ är att installera en frånluftsmodul kopplad till värmepumpen. Då används förutom geoenergi även fastighetens uppvärmda frånluft till att värma köldmediet i pumpen. Detta ökar systemets verkningsgrad. Som tidigare nämnts ökar uttag av kyla och återladdning potentialen för värmeuttag, detta kan användas för att minimera mängden spetsenergi som behöver köpas in.

7.9 Värmepumpar

Stora geoenergianläggningar har ofta mer än en värmepump. Dessa är inte nödvändigtvis av samma fabrikat, modell och effekt. Att utvärdera värmepumparna individuellt är viktigt vid översikt av driften. Detta kan exempelvis identifiera om de olika värmepumparna väsentligt skiljer sig åt i effektivitet eller om en viss värmepumps COP drastiskt försämras.

En äldre, ineffektiv, on-off-styrd värmepump som ersätts med en varvtalsreglerad sådan, kan bidra till en mer energieffektiv anläggning. Emellertid, om en sådan investering anses för stor kan man utreda om en enskild komponent, exempelvis värmeväxlare, kompressor eller reglerutrustning, kan bytas ut.

Anläggningar kan vidare programmeras så att några värmepumpar går på full belastning medan andra är nedstängda då de inte behövs. Genom att inte köra värmepumparna mer än nödvändigt kan deras livslängd optimeras.

7.10 Mätning

Det torde vara intressant för varje fastighetsägare att se hur väl projekterade värden stämmer med de faktiska. För att få systemårsfaktor, årsfaktor, systemfaktor, COP, och energibesparing för värme respektive kyla, samt energitäckningsgrad för värme krävs följande driftsdata:

- Använd mängd värme [kWh]
- använd värmemängd till beredning av tappvarmvatten [kWh]
- Använd mängd kyla
- Total elförbrukning
- Cirkulationspumparnas elanvändning
- Använd energimängd för spets [kWh]
- Värmemängd från spetsenergi

(Sveriges provnings- och forskningsinstitut 2006)

Ett fel som många fastighetsägare begår är att cirkulationspumparnas elanvändning inte avläses separat. Om den elen, som inte ingår i geoenergisystemet utan behövs oavsett värme- och kylsystem i byggnaden, räknas in i driftel till värmepumpar och spets, innebär det att årsvärmeeffektorn anges lägre än de egentligen är.

Skilnader i väderförhållanden kan påverka energianvändningen. För att veta vilka avvikelser i insamlad data som beror på vädret och ligger utom kontroll är även notering av utomhustemperaturen lämpligt.

För att ha koll på borrhålens temperatur ska köldbärarens inkommande temperatur från markdelen mätas. Det innebär att man löpande kan ha koll på systemets balans, så att bergets temperatur inte avviker från systemets högsta respektive lägsta tillåtna temperatur. Köldbärarens utgående temperatur ska också mätas, då skillnaden mellan ingående och utgående temperatur bör ligga på en konstant nivå för att bidra till bättre effektivitet i värmepumpen. (Värmepumpsfakta.se). Även in- och utgående temperatur för värme respektive kyla för värmedistributionssystemet ska mätas.

7.10.1 Exempel på god datainsamling

Vår Gård Saltsjöbaden AB (Tabell 4, Bilaga 18) är ett gott exempel på en fastighet som genom rutinmässig övervakning av driftsdata har god kontroll på sin geoenergianläggning. Driftsdata loggas kontinuerligt av ett automatiskt mätsystem som varje vecka för över uppmätta data till dator.

Mätsystemet loggar följande:

- Förbrukad el för varje värmepump
- Avgiven effekt för varje värmepump
- Volym och effekt på flödet i den totala värmekretsen
- Fluidtemperatur för framledning och återledning i den stora värmekretsen
- För inkommande kommunalt vatten temperatur före och efter förvärmning av underkylningskrets
- Temperatur för tappvarmvatten vid framledning och återledning

- Brine-temperatur, ingående och utgående, för varje värmepump
- Brine-temperatur, ingående och utgående för stora värmekretsens utomhustemperatur
- Alla sjunkventiler
- Trycket i systemets alla delar. Detta visar differentialtryck och om pumpeffekten bibehålls.
- Förbrukning av spetsenergi-olja i RME-panna
- Tanken med förvämt varmvatten (5 m³). Värmepumpar börjar automatiskt värma vatten om nivån i tanken sjunker under en viss nivå.

(Lindvall 2014)

Genom dessa mätpunkter har driftansvariga bra överblick över anläggningens komponenter och deras effektivitet. Det är dock oklart om Vår Gård inkluderar cirkulationspumparnas elanvändning i driftel för värmepumparna.

8 Slutsats

8.1 Insamling av information och driftsdata

Arton geoenergianläggningar ingick i sammanställningen som gjordes. För samtliga saknades det uppgifter för någon av enkätens frågor, undantaget Finspångs vattenreningsverk. Brist på uppgifter kan antagligen förklaras av att insamlingen av datan hos anläggningen inte är systematisk samt att ansvar är uppdelat på mer än en person.

Goda rutiner för insamling av information och driftsdata från geoenergianläggningar anbefalles å det varmaste. Många olika mätvärden bör samlas in för att få en god bild av hur väl ett system fungerar. En god överblick av systemet kan leda till att både driftsproblem och utnyttjad potential kan identifieras. I Bilaga 20 återfinns den struktur för insamling av information och driftsdata som rekommenderas. Detta bör finnas samlat och lättillgängligt för fastighetsägare.

8.1.1 Allmän information

Information om fastigheten är grundläggande. Här bör följande finnas med; fastighetens namn, ägare, byggår, renoveringsår, Atemp och tidigare energikälla samt år som geoenergianläggningen installerades. Antal m² som betjänas av anläggningen är nödvändigt att veta för att räkna ut relativ energianvändning.

8.1.2 Systemuppgifter

Systemuppgifter innehåller kontaktuppgifter till projektör, installatör och värmepumpsåterförsäljare. Detta kan behövas exempelvis för rådfrågning och hjälp vid driftsproblem. Även information om anläggningens system noteras här; antal värmepumpar med märke, modell och effekt. Om de är on-off-styrda eller är varvtalsreglerade. Vilken energiform utnyttjas och vilken typ av geoenergisystem har anläggningen?

Vidare bör spetsvärmekälla och värmekälla för tappvarmvatten noteras, samt om det finns ett mätprogram.

8.1.3 Ekonomi

För en överblick av ekonomin är det intressant att ha information om hur stor årskostnaden var för tidigare energikälla, hur stor investeringen för geoenergi var och hur stor den verkliga årliga besparingen är. Detta används för att se hur väl beräknad avbetalningstid och besparing stämmer med verkligheten.

8.1.4 Energi- och driftsdata

Energianvändning för geoenergianläggningens olika delar behöver mätas: för varje värmepump och kylmaskin, för tappvarmvatten, för spetsvärme och spetskyla, för spetsel till värme och kyla samt för cirkulationsprocesserna. Även effektbehov för värme och kyla bör mätas. Utomhustemperatur, samt in- och utgående temperatur för köldbäraren.

För driftsdata bör energi som används för uppvärmning, kylning och tappvarmvatten avläsas. Avläsning av den mängd elenergi som hela anläggningen förbrukar är även bra att ha som en jämförelse. Utifrån detta beräknas värme- och kylbehov per m². Notering av fastighetens effektbehov för värme och kyla behövs för att se hur anläggningens dimensionering förhåller sig till fastighetens behov.

9 Tack

Ett stort tack till alla som bidragit med information om geoenergianläggningar till denna sammanställning.

Lov och tack riktas även till handledare som bistått med snabba svar och konstruktiv återkoppling; Signhild Gehlin från Svenskt Geoenergicentrum som delar min kärlek till England och kostymdramer, och Per Möller vars goda lynne lyser upp föreläsningssalarna vid Geologiska institutionen i Lund. Tack till Johan Barth och Geotec för möjligheten att skriva detta arbete. Mitt största tack går till Han som bor i mitt hjärta och håller mitt liv i sin hand.

10 Referenser

10.1 Litteratur

- Barth, J., Andersson, O., Nordell, B., Hellström, G., Berg, M., Gehlin, S., Frank, H., Risberg, G. & Nowacki, J.-E., 2012: *Geoenergin i samhället : en viktig del i en hållbar energiförsörjning*. Geotec. Energimyndigheten, 2006: *Värme och kyla : värmepumpsteknologi för ett hållbart samhälle*. Energimyndigheten.
- Energimyndigheten. 2012. Frånluftsvärmepumpar. Retrieved 2014-05-15, from <http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Testresultat/Testresultat/Franluftsvarmepumpar-2012/>.
- Geotec. 2014. Bilder. Retrieved 2014-04-12, from <http://www.geotec.se/press/bilder-borring/>.
- Horn, M., 2012: *Geoenergi på IKEA Svågertorp: visualisering och uppföljning av geoenergi på IKEA i Malmö mellan 2009-2011*. Lund, Lunds universitet. 66 pp.
- Höglund, M. & Olsson, M., 2009: *Återladdning av bergvärmekonfiguration vid samfälligheten Ängsbacken*. Linköping, Linköpings universitet. 88 pp.
- Lund, J. W., Boyd, T. L. & Freeston, D. H., 2011: Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review. *Geothermics* 40, 159-180.
- Sjöstedt, T., 2013: *Geoenergi : utvärdering baserad på ekonomiska och drifttekniska resultat av ett passivt geoenergisystem med värmeuttag ur berg i bostadsrättsföreningen Mandolinen i Lund*. Geologiska institutionen, Lunds Univ. 24 s. pp.
- Svensk Eco Energi Ab. 2010. Talludden. Retrieved 2014-05-23, from <http://www.ecoenergi.se/uploaded/referenser/TALLUDDEN.pdf>.
- Sveriges Provnings- Och Forskningsinstitut, 2006: Årsmätning på fem bergvärmeanläggningar i Sjuhärad. In: *Energiteknik* (ed.). 65 pp.
- Värmepumpsfakta.Se. Så här fungerar en värmepump. Retrieved 2014-05-13, from www.varmepumpsfakta.se.
- Värmepumpsfakta.Se. Värmepumpens verkningsgrad. Retrieved 2014-05-16, from <http://www.varmepumpsfakta.se/verkningsgrad>.
- www.geotec.se. Frågor och svar om energiborring och värmepumpar. Retrieved 2014-05-02, from <http://www.geotec.se/geoenergi-ar-fornylsebar-och-skonsam-for-bade-miljon-och-planboken/fragor-och-svar/>.

10.2 Personlig kommunikation

- Ahlman, E. 2014. Verksamhetsutvecklare. Swedavia AB, 2014-05-16 [Personlig kommunikation].
- Andersson, O. 2014. Geostrata, 2014-05-05 [Personlig kommunikation].
- Beirup, T. 2014a. Driftansvarig marklagrad energiproduktion. Akademiska Hus Syd AB, 2014-04-16 [Personlig kommunikation].
- Beirup, T. 2014b. Driftansvarig marklagrad energiproduktion. Akademiska Hus Syd AB, 2014-05-12 [Personlig kommunikation].
- Bengtsson, J. 2014. Ordförande. HSB Brf. Mandolinen, 2014-05-09 [Personlig kommunikation].
- Estelle, P. 2014. Förvaltare. Brf. Ljuskärrsberget, 2014-04-28 [Personlig kommunikation].
- Jälminger, H. 2014. Fastighetschef. Sånge-Såby Hotell & Konferens, 2014-04-24 [Personlig kommunikation].
- Lindegren, R. 2014. Teknisk förvaltare. Svenska Bostäder, 2014-05-15 [Personlig kommunikation].
- Lindvall, T. 2014. Fastighets- och Säkerhetschef. Vår Gård Saltsjöbaden AB, 2014-05-21 [Personlig kommunikation].
- Malmberg, S. 2014. Teknisk Förvaltning. Riksbyggen, 2014-04-28 [Personlig kommunikation].
- Meyer, R. 2014. Energi- och klimatstrateg. Danderyds kommun, Tekniska kontoret, 2014-04-15 [Personlig kommunikation].
- Peter Von Schéele. 2014. Fastighetsvärd. Wihlborgs fastigheter AB, 2014-05-19 [Personlig kommunikation].
- Petersson, J. 2014. Verksamhetschef Vatten och Avlopp. Finspångs Tekniska Verk AB, 2014-05-06 [Personlig kommunikation].
- Svenskt Geoenergicentrum. 2014a. 2014-04-15 [Personlig kommunikation].
- Svenskt Geoenergicentrum. 2014b. 2014-04-23 [Personlig kommunikation].
- Söderblom, E. 2014. Fd. fastighetsskötare. Brf. Sparri-sen, [Personlig kommunikation].
- Wahl, E. 2014. IKEA, 2014-05-19 [Personlig kommunikation].
- Sveriges Provnings- Och Forskningsinstitut, 2006: Årsmätning på fem bergvärmeanläggningar i Sjuhärad. In: *Energiteknik* (ed.). 65 pp.
- Värmepumpsfakta.Se. Så här fungerar en värmepump. Retrieved 2014-05-13, from www.varmepumpsfakta.se.
- Värmepumpsfakta.Se. Värmepumpens verkningsgrad. Retrieved 2014-05-16, from <http://www.varmepumpsfakta.se/verkningsgrad>.

11 Bilagor

Bilaga 1. Enkät

Fastighetens namn Det namn som fastighetsägaren valt att kalla fastigheten. Ex "kv. Vagnmakaren 1"	
Fastighetsägare	
Verksamhet Flerfamiljshus, skola, kontor, vård osv	
Byggår Vilket år uppfördes huvuddelen av den yta som värms/kyls av geoenergianläggningen? Detta kan säga något om byggnadens klimatskal	
Atemp Atemp = Golvarean i temperaturreglerade utrymmen avsedd att värmas till mer än 10 °C begränsade av klimatskärmens insida (m ²). Definierat i BFS 2006:12.	
Projektör/konsult Vilket företag projekterade och gjorde underlag för geoenergiinstallationen?	
Installatör/entreprenör Vilken installatör (oftast kylföretag) installerade geoenergianläggningen?	
År som geoenergianläggningen togs i drift	
Värmepumpstillverkare	
Hur värms tappvarmvattnet? Ange andel t.ex. 60 % geoenergi 40% fjärrvärme Ex; Fjärrvärme, elspets, geoenergi	
Spetsvärmekälla Ange andel om flera värmekällor används. Även tappvarmvatten skall tas i beaktande. Ex olja, el, fjärrvärme osv.	
Systemtyp -Energiform Kryssa för de alternativ som stämmer	
Frikyla (ej värmepump)	<input type="checkbox"/>
Kyluttag m.h.a. kylmaskin	<input type="checkbox"/>
Frivärme (ej värmepump)	<input type="checkbox"/>
Värmeuttag m.h.a. värmepump	<input type="checkbox"/>
Högtemperaturlagring	Ange värmekälla- t ex sol, spillvärme från industri osv:
	<input type="checkbox"/>
Återladdning	Ange energiform- t ex sol, uteluft, sjövattnet:
	<input type="checkbox"/>

Systemtyp –Geoenergitillämpning Kryssa för de alternativ som stämmer	
Ytjord/horisontella slingor	Ange total kollektorlängd och markyta:
berg/borrhål	Ange antal borrhål och borrhålsdjup:
lera/vertikala slingor	Ange antal vertikala kollektorer och djup:
grundvatten/akvifer	Ange antal brunnar, djup, kalla och varma:
sjö/vattendrag	Ange total kollektorlängd, alt vattenuttag:
Fastighetens totala värmebehov [kWh]	
Fastighetens totala kylbehov [kWh]	
Fastighetens effektbehov värme [kW]	
Fastighetens effektbehov kyla [kW]	
COP för värmepump EEP för kylmaskin	
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	
Spetsenergi [kWh]	
Ange för varje energikälla	
Tidigare energikälla	
Ekonomiska antaganden Hur stor var beräknad besparing? Vad var tidsramen för investeringens återbetalning?	
Investering [kr] Med investering menas de kostnader som uppstått i samband med anläggandet av geoenergisystemet samt dess kringutrustning så som värmepump, osv. Kostnader som inte skall med under denna rubrik är t.ex. injustering av radiatorer, byte av fläkt, d.v.s. kostnader som inte är direkt knutna till geoenergi-anläggningens installation.	
Verklig årlig besparing [kr] Årlig besparing räknas fram genom att jämföra normalårskorrigerad uppvärmningskostnad före och efter geoenergianläggningen. Vi tar således inte hänsyn till räntekostnader, underhållskostnader eller dylikt.	
Mätprogram Används något mätprogram? Beskriv.	
Ev. Ombyggnader	
Ev. Subventioner Blev någon del av anläggningen subventionerad?	
Driftsproblem och kuriosa	

Bilaga 2. Gula Gården

Fastighetens namn	Gula Gården
Fastighetsägare	Riksbyggen brf Gula Gården
Verksamhet	Flerfamiljsbostad
Byggår	1967
Atemp	11,309 m ²
Projektör/konsult	Sydrör i Malmö AB
Installatör/entreprenör	Sydrör i Malmö AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2008
Värmepumpstillverkare	<i>Ingen uppgift</i>
Hur värms tappvarmvattnet?	<i>Ingen uppgift</i>
Spetsvärmekälla	Gas
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Bergvärme Borrhål: 5 st Borrhålsdjup: 76 m
Totalt värmebehov [kWh]	1,5 miljoner kWh
Värmeeffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
COP för värmepump	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	8 värmepumpar á 250-300 kW
Spetsenergi [kWh]	10-15,000 kWh
Tidigare energikälla	gas
Ekonomiska antaganden	Pay-off 5-6 år
Investering [kr]	5 milj. Kr
Verklig årlig besparing [kr]	800 000 kr
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Malmborg 2014), (Svenskt Geoenergicentrum 2014b)

Bilaga 3. Finspångs vattenreningsverk

Fastighet	Norrmalm 301
Fastighetsägare	Finspångs Kommun
Verksamhet	Vattenreningsverk
Byggår	1965-66
Atemp	1200m ² Av dessa ca 350 m ² byggt 1988-89
Projektör/konsult	Enver Memic, energirådgivare Finspångs Kommun Jan Petersson, Finspångs Tekniska Verk AB
Installatör/entreprenör	Coor AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2012
Värmepumpstillverkare	Nibe
Hur värms tappvarmvattnet?	Geoenergi med elspets
Spetsvärmekälla	El
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Bergvärme Borrhål: 14 st Borrhålsdjup: 210 m
Totalt värmebehov [kWh]	256 000 kWh/år
Värmeeffektbehov [kW]	Toppeffekt 145 kW
COP för värmepump	Verklig 3,2 beräknad 3,6
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	69 900 kWh/år
Spetsenergi [kWh]	1 300 kWh/år
Tidigare energikälla	Olja
Ekonomiska antaganden	Besparing ca 250 000 kWh/år. Vid en kostnad på 1 kr/kWh är återbetalningstiden 4,8 år
Investering [kr]	Ca 1 200 000:-
Verklig årlig besparing [kr]	Räkna samma som beräknad
Mätprogram	Mätvärden samlas i överordnat system Cactus-Uniwiev
Ev. Ombyggnader	Ombyggnad av radiatorkrets gjord i efterhand för att anpassa systemet mot lägre framledningstemp.
Ev. Subventioner	Bidrag från Svenskt vatten med 220 000:-
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Petersson 2014)

Bilaga 4. Mandolinen

Fastighet	Mandolinen 1
Fastighetsägare	HSB:s bostadsrättsföreningar
Verksamhet	Flerfamiljsbostad
Byggår	1992
Atemp	8573 m ²
Projektör/konsult	Malmberg Water AB
Installatör/entreprenör	Malmberg Water AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2005
Värmepumpstillverkare	Carrier modell 30RW-185
Hur värms tappvarmvattnet?	Helt
Spetsvärmekälla	Gas
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Bergvärme Borrhål: 14 st. Borrhålsdjup: 250 m.
Totalt värmebehov [kWh]	1 040 000 kWh
Värmeeffektbehov [kW]	400 kW
COP för värmepump	2,8
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	265 180 kWh
Spetsenergi [kWh]	245 993
Tidigare energikälla	Gaspanna
Ekonomiska antaganden	409 000 kr årlig besparing Pay-off 8,1 år
Investering [kr]	3 560 000 kr
Verklig årlig besparing [kr]	Ca 150 000 kr
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	nej
Ev. Subventioner	nej
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Sjöstedt 2013), (Bengtsson 2014)

Bilaga 5. Ängsbacken

Fastighetens namn	Ängsbacken
Fastighetsägare	Brf Talludden 1, Brf. Talludden 2
Verksamhet	Flerfamiljsbostad
Byggår	1988-1990
Atemp	14 000 m ²
Projektör/konsult	Svensk Ecoenergi AB
Installatör/entreprenör	Svensk Ecoenergi AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2004
Värmepumpstillverkare	Greenline (4 st. F65 + 1 st G43)
Hur värms tappvarmvattnet?	Geoenergi
Spetsvärmekälla	Oljepanna
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag med värmepump Förstärkt återladdning med solkollektorer
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Bergvärme Borrhål 28 + 9 st. Borrdjup: 200 m.
Fastighetens totala värmebehov [kWh]	1887 MWh
Fastighetens effektbehov värme [kW]	313 kW
COP för värmepump	3
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	671 MWh
Spetsenergi [kWh]	58 MWh
Tidigare energikälla	Luftvärmepumpar + oljepanna
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	Komplettering med 9 borrhål, samt installering av solkollektorer för återladdning vid okänd tidpunkt.
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	9 extra borrhål fick göras då anläggningen efter okänt antal år hade sänkt bergets temperatur för mycket. Återladdning med solkollektorer installerades för att motverka nedkylningen.

Källa: (Höglund & Olsson 2009; Svensk Eco Energi AB

Bilaga 6. Viktor Rydbergs Samskola

Fastighetens namn	Viktor Rydbergs Samskola, Valaskjalf 11
Fastighetsägare	Danderyds kommun
Verksamhet	Skola
Byggår	1910
Atemp	BTA – 8660 m ²
Projektör/konsult	Enstar AB
Installatör/entreprenör	Enstar AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2009
Värmepumpstillverkare	Nibe
Hur värms tappvarmvattnet?	30% geoenergi, 70%
Spetsvärmekälla	Elspets
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Bergvärme Borrhål: 42 st. Borrhålsdjup: 225 m.
Totalt värmebehov [kWh]	418 777 kWh
Värmeeffektbehov [kW]	342 kW
COP för värmepump	3,2
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	485 685 kWh
Spetsenergi [kWh]	kWh el
Tidigare energikälla	Olja, el
Ekonomiska antaganden	Payoff 11,3 år
Investering [kr]	6 850 000
Verklig årlig besparing [kr]	897 235
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	Nej
Ev. Subventioner	Nej
Driftsproblem och kuriosor	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Meyer 2014)

Bilaga 7. Ljuskärnsberget

Fastighet	Tattby 7:1, Tattby 7:2
Fastighetsägare	Brf. Ljuskärnsberget
Verksamhet	Flerfamiljsbostad
Byggår	1972
Atemp	45 587 m ²
Projektör/konsult	Enstar AB
Installatör/entreprenör	Enstar AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2010
Värmepumpstillverkare	26 st. Nibe 40-60 kW
Hur värms tappvarmvattnet?	Geoenergi
Spetsvärmekälla	Elspets
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Bergvärme 156 brunnar 230 m
Totalt värmebehov [kWh]	5 900 000 kWh varav 3 500 000 kWh från bergvärme
Värmeeffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
COP för värmepump	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	1 600 000 kWh köpt el
Spetsenergi [kWh]	<i>Ingen uppgift</i>
Tidigare energikälla	direktel
Ekonomiska antaganden	10-15 år återbetalning
Investering [kr]	60 milj. Kr 50 milj. Kr sedan statsbidrag dragits av
Verklig årlig besparing [kr]	1,5 -1,9 milj. Kr 5 miljoner kr
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	10 miljoner i statsbidrag för installation av vattenburet uppvärmningssystem
Driftsproblem och kuriosor	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Estelle 2014)

Bilaga 8. Sånge-Säby

Fastighet	Sånge-Säby
Fastighetsägare	Sånge-Säby Hotell & Konferens AB
Verksamhet	Hotell och konferens
Byggår	2012
Atemp	2152 m ²
Projektör	Norconsult
Installatör	Boetten Bygg
År anläggning togs i drift	2012
Värmepumpstillverkare	Thermia
Hur värms tappvarmvattnet?	Bergvärme ca 70 % Solpanel ca 30 % Elpatroner i nödfall
Spetsvärmekälla	Elspets- har inte behövts hitintills
Energiform	Värmeuttag m. värmepump Förstärkt återladdning , 78 m ² solpaneler
Geoenergitillämpning	Bergvärme 11 borrhål Borrhålsdjup: 200 m (varav aktivt 175)
Totalt värmebehov [kWh]	<i>Ingen uppgift</i>
Totalt kylbehov [kWh]	<i>Ingen uppgift</i>
Värmeeffektbehov [kW]	71 kW
Kyleffektbehov [kW]	50 kW
COP för värmepump	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	40 000 kWh
Spetsenergi [kWh]	0 kWh
Ekonomiska antaganden	Eftersom det är nybyggnad så finns ingen besparingskalkyl
Investering [kr]	Okänt då det är en del av entreprenadkostnaden
Mätprogram	Nej
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Jälminger 2014)

Bilaga 9. Sparrisen

Fastighetens namn	Sparrisen
Fastighetsägare	Brf. Sparrisen
Verksamhet	Flerfamiljsbostad
Byggår	1971
Atemp	10 000m ²
Projektör/konsult	Rolf Lövblom, Permia ekonomi AB
Installatör/entreprenör	Jf jansson rör ab
År som geoenergianläggningen togs i drift	2003
Värmepumpstillverkare	Permia robust
Hur värms tappvarmvattnet?	100 % geoenergi
Spetsvärmekälla	fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Frikyla Värmeuttag m. värmepump
Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 20 st Borrhålsdjup: 182 m
Totalt värmebehov [kWh]	550 000 kWh
Totalt kylbehov [kWh]	Ingen uppgift
Värmeeffektbehov [kW]	Ingen uppgift
Kyleffektbehov [kW]	Ingen uppgift
COP för värmepump	Ingen uppgift
Drivenergi värmepump [kWh]	Ingen uppgift
Spetsenergi [kWh]	Ingen uppgift
Tidigare energikälla	Fjärrvärme
Ekonomiska antaganden	-
Investering [kr]	4 000 000 kr
Verklig årlig besparing	400 000- 500 000 kr
Mätprogram	Ingen uppgift
Ev ombyggnader	Ingen uppgift
Ev subventioner	Ingen uppgift
Driftsproblem och kuriosa	Ingen uppgift

Källa: (Söderblom 2014)

Bilaga 10. Vår Gård

Fastighetens namn	Vår Gård Saltsjöbaden AB
Fastighetsägare	Coop Fastigheter AB
Verksamhet	Konferensanläggning
Byggår	1959
Atemp	Totalyta enligt hyreskontrakt ca 10 000m ²
Projektör/konsult	Ferax Installtionskonsult
Installatör/entreprenör	Birka Rör
År som geoenergianläggningen togs i drift	2006
Värmepumpstillverkare	IVT
Hur värms tappvarmvattnet?	100% Geoenergi, nödladdning med RME-panna
Spetsvärmekälla	Spetsvärme från RME-panna
Systemtyp - Energiform	Frikyla Värmeuttag m. värmepump Förstärkt återladdning , tvångskörning av värmeväxlare oavsett utetemperatur
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 23 st. Borrhålsdjup: 200 m.
Totalt värmebehov [kWh]	1 100 000 kWh
Totalt kylbehov [kWh]	Ej känt
Värmeeffektbehov [kW]	650 000 kWh
Kyleffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
COP för värmepump	Ca 3,5 för värmepump
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	Ca 200 000kWh
Spetsenergi [kWh]	Ca 450 000 kWh
Tidigare energikälla	Oljepanna
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	Ca 10 miljoner
Verklig årlig besparing [kr]	Ca 1 000 000 kWh
Mätprogram	Specialanpassat till anläggningen
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Lindvall 2014)

Bilaga 11. Kemicentrum

Fastighet	Kemicentrum, Ingvar Kamprad Designcentrum Arkitekturhuset
Fastighetsägare	Akademiska Hus Syd AB
Verksamhet	Undervisningslokal, kontor
Byggår	1969, 2002
Atemp	60 000 + 10 000 m2 värms
Projektör/konsult	Malmberg Water AB
Installatör/entreprenör	Malmberg Water AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2005
Värmepumpstillverkare	Carrier
Hur värms tappvarmvattnet?	Elberedare + fjärrvärme
Spetsvärmekälla	Fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Frikyla Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 153 st. Borrhålsdjup: 230 m.
Totalt värmebehov [kWh]	6 790 000 kWh
Totalt kylbehov [kWh]	5 400 000 kWh
Värmeeffektbehov [kW]	5 000 kW
Kyleffektbehov [kW]	3 000 kW
COP för värmepump	3
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	<i>Ingen uppgift</i>
Spetsenergi [kWh]	3 300 000 kWh
Tidigare energikälla	Fjärrvärme
Ekonomiska antaganden	20-30% besparing första året, 8 års avbetalning
Investering [kr]	54 mkr
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Beirup 2014a), (Beirup 2014b), (Svenskt Geoenergicentrum 2014a)

Bilaga 12. IKEA Uppsala

Fastighetens namn	Fyrislund 6:3
Fastighetsägare	IKEA
Verksamhet	Varuhus
Byggår	2009
Atemp	36 000 m ²
Projektör/konsult	Lafor Energientreprenader AB
Installatör/entreprenör	Lafor Energientreprenader AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2009
Värmepumpstillverkare	Carrier
Hur värms tappvarmvattnet?	100% Geoenergi med elspets som stöttning/reserv
Spetsvärmekälla	elspets
Systemtyp - Energiform	Frikyla Kyluttag m.h.a. kylmaskin Värmeuttag m.h.a. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 100 st Borrdjup: 179 m
Fastighetens totala värmebehov [kWh]	1 283 MWh
Fastighetens totala kylbehov [kWh]	823 MWh
Fastighetens effektbehov värme [kW]	Ingen uppgift
Fastighetens effektbehov kyla [kW]	Ingen uppgift
COP för värmepump	Ingen uppgift
EER för kylmaskin	Ingen uppgift
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	Ingen uppgift
Spetsenergi [kWh]	Ingen uppgift
Ekonomiska antaganden	Ingen uppgift
Investering [kr]	Ingen uppgift
Verklig årlig besparing [kr]	Ingen uppgift
Mätprogram	Styrsystem "Vista" från Schneider Electric
Ev. Ombyggnader	Ingen uppgift
Ev. Subventioner	Ingen uppgift
Driftsproblem och kuriosa	Ingen uppgift

Källa: (Wahl 2014)

Bilaga13. SOL

Fastigheter	Språk- och litteraturcentrum Universitetsbiblioteket
Fastighetsägare	Akademiska Hus Syd AB
Verksamhet	Föreläsningssal, kontor, bibliotek
Byggår	30- och 60-tal
Atemp	35 000 m ²
Projektör/konsult	Malmberg Water AB
Installatör/entreprenör	Malmberg Water AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2003
Värmepumpstillverkare	York. 3 st 600 kW
Hur värms tappvarmvattnet?	Elberedare och fjärrvärme
Spetsvärmekälla	fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Värmeuttag m. värmepump Frikyla Kyluttag med kylvärmepump
Systemtyp – Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 33 st. Borrhålsdjup: 170 m.
Totalt värmebehov [kWh]	2750 MWh
Totalt kylbehov [kWh]	550 MWh
Värmeeffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
Kyleffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
COP för värmepump	3-4
EER för kylmaskin	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	<i>Ingen uppgift</i>
Spetsenergi [kWh]	40-50% av värmebehovet
Tidigare energikälla	Fjärrvärme
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Beirup 2014a; Beirup 2014b), (Beirup 2014b)

Bilaga 14. Ideon

Fastighetens namn	Ideon Gateway (Syret 3)
Fastighetsägare	Wihlborgs fastigheter AB
Verksamhet	Kontor och hotell/restaurang
Byggår	2012
Atemp	17 785 m ²
Projektör/konsult	Skånska energi AB
Installatör/entreprenör	Skånska energi AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2012 / 2013
Värmepumpstillverkare	Carrier modell 30 HXC 260
Hur värms tappvarmvattnet?	Kontorsdel: elektriska varmvattenberedare på vartannat våningsplan. Hotellldel: 2 st. värmepumpar IVT G45 samt 4 *750 liter slingtankar
Spetsvärmekälla	Elpanna 500 kW
Systemtyp - Energiform	Kyl och värmeuttag m. kylvärmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 39 st Djup: ca 200 m
Fastighetens totala värmebehov [kWh]	1120 MWh
Fastighetens värmeeffektbehov [kW]	900 kW
Fastighetens totala kylbehov [kWh]	700 MWh
Fastighetens kyleffektbehov [kW]	850 kW
COP för värmepump	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	Ingen egen av värmepump
Spetsenergi [kWh]	Ingen egen mätning
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	Styr- och reglerfabrikat från Kieback & Peter
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	inga
Driftsproblem och kuriosor	Fastighetsvärden rekommenderar besök på www.skanska-energi.se www.ideongateway.se

Källa: (Peter von Schéele 2014)

Bilaga 15. Astronomihuset

Fastighet	Astronomihuset
Fastighetsägare	Akademiska Hus Syd AB
Verksamhet	Undervisningslokal, kontor
Byggår	2001
Atemp	5 300 m ²
Projektör/konsult	Skanska AB
Installatör/entreprenör	Skanska AB
År som geoenergianläggningen togs i drift	2001
Värmepumpstillverkare	Blue Box
Hur värms tappvarmvattnet?	Elberedare och fjärrvärme
Spetsvärmekälla	Fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Kyluttag m. kylmaskin Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 20 st. Borrhålsdjup: 200 m.
Totalt värmebehov [kWh]	515 000 kWh (100/m ²)
Totalt kylbehov [kWh]	155 000 kWh (30/m ²)
Värmeeffektbehov [kW]	35 kW
Kyleffektbehov [kW]	44 kW
COP för värmepump	4,5
EER för kylmaskin	2,5
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	97 000 kWh
Spetsenergi [kWh]	40 000 kWh
Tidigare energikälla	-
Ekonomiska antaganden	Avbetalning beräknad till 8-10 år
Investering [kr]	Merinvestering- 1,63 milj. kr jämfört med anslutning till fjärrvärmenätet
Verklig årlig besparing [kr]	Beräknat 157 000 kr
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	700 000 kr i stöd från LIP-programmet
Driftsproblem och kuriosas	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Beirup 2014a; Beirup 2014b)

Bilaga 16. Vällingby city

Fastighetens namn	Vällingby City
Fastighetsägare	Svenska Bostäder
Verksamhet	Köpcentra, kontor
Byggår	Byggd 1954, renoverad 2008
Atemp	75 000 m ²
Projektör/konsult	<i>Ingen uppgift</i>
Installatör/entreprenör	<i>Ingen uppgift</i>
År som geoenergianläggningen togs i drift	2008
Värmepumpstillverkare	<i>Ingen uppgift</i>
Hur värms tappvarmvattnet?	I huvudsak fjärrvärme
Spetsvärmekälla	Fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Frikyla Kyluttag m. kylmaskin Värmeuttag m. värmepump,
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager Borrhål: 133 st Borrhålsdjup: 200 m
Totalt värmebehov [kWh]	12 200 MWh
Totalt kylbehov [kWh]	7 100 MWh
Värmeeffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
Kyleffektbehov [kW]	<i>Ingen uppgift</i>
COP för värmepump	<i>Ingen uppgift</i>
EER för kylmaskin	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	3 500 MWh
Spetsenergi [kWh]	4 100 MWh
Tidigare energikälla	fjärrvärme
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	Del av omkostnad vid tillbyggnad som kostade 3 miljarder kr.
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Lindegren 2014), (Svenskt Geoenergicentrum 2014a), (Svenskt Geoenergicentrum 2014b)

Bilaga 17. Xylem

Fastighet	Xylems lokaler i Emmaboda
Fastighetsägare	Xylem Water Solutions AB
Verksamhet	Tillverkningsindustri (pumpar)
Byggår	Industrilokaler, ett gjuteri och kontorsbyggnad som har olika ålder
Atemp	Ca 200 000 m ² golvyta. Okänt hur stor andel som är uppvärmd, troligen ca 150 000m ²
Projektör/konsult	Sweco, Malmö och Kalmar
Installatör/entreprenör	Huvudentreprenörer borrhålslager: Zublin Sverige AB (borrning) Pemtec AB (BHE och marksystem)
År som geoenergianläggningen togs i drift	2010
Värmepumpstillverkare	Inga värmepumpar ingår
Hur värms tappvarmvattnet?	All uppvärmning inkl. tappvarmvatten i lokalt FV-nät till vilket borrhålslagret är knutet.
Spetsvärmekälla	fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Frivärme Högtemperaturlagring: spillvärme från industri
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Borrhålslager- högtemperatur Borrhål: 140 st. Borrhålsdjup: 150 m.
Totalt värmebehov [kWh]	Exklusive återvinning, ca 4 000 MWh
Värmeeffektbehov [kW]	Ca 2 MW
Spetsenergi [kWh]	-
Tidigare energikälla	-
Ekonomiska antaganden	Beräknat lagring/återvinning, 4 000/2 800 MWh/år. Payback 5,5 år
Investering [kr]	13 Mkr
Verklig årlig besparing [kr]	Ännu ej fastställt. Lagret håller fortfarande på laddas till arbets-temperaturen 40-60°C
Mätprogram	Det finns givare för i princip alla temperaturer och flöden i systemet. Dessutom tryckgivare. Detta är en del av styr- och övervakningssystemet. Data lagras för utvärdering i ett uppföljningsprogram.
Ev. Ombyggnader	-
Ev. Subventioner	2,6 Mkr från KLIMP
Driftsproblem och kuriosa	Värmebärandaren som cirkuleras ned och upp ur borrhålslagret är under visst vakuumtryck, p.g.a. att kretsen inte är sluten. Bl. a. därför har problem tidvis uppstått med gasbildning.

Källa:(Andersson 2014)

Bilaga 18. Arlanda

Fastighet	Arlanda
Fastighetsägare	Swedavia AB
Verksamhet	Flygplatsterminaler
Byggår	1976-2004
Atemp	400 000 m ²
Projektör/konsult	Sweco AB
Installatör/entreprenör	Malmberg borring, NCC
År som geoenergianläggningen togs i drift	2009
Värmepumpstillverkare	Ingen värmepump
Hur värms tappvarmvattnet?	100 % fjärrvärme
Spetsvärmekälla	Fjärrvärme
Systemtyp - Energiform	Frikyla Kyluttag m. kylmaskin Frivärme Markvärme, Förvärmning av ventilationsluft Återladdning: sjövattnen
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Akviferlager Brunnar: 11 st. Kalla: 5 st. Varma: 6 st. Brunnsdjup: 10-25 m.
Totalt värmebehov [kWh]	24 GWh
Totalt kylbehov [kWh]	12 GWh
Värmeeffektbehov [kW]	20 MW
Kyleffektbehov [kW]	15 MW
COP för värmepump EER för kylmaskin	- <i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	-
Spetsenergi [kWh]	<i>Ingen uppgift</i>
Tidigare energikälla	Fjärrvärme, kylmaskiner, frikyla från sjö
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	50 Mkr
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	8 Mkr statligt energibidrag
Driftsproblem och kuriosa	Alla brunnar har inte gett den mängd vatten som det var tänkt. Några av brunnarna fick spolas rent efter ett år.

Källa: (Ahlman 2014)

Bilaga 19. IKEA Svågertorp

Fastighetens namn	<i>Ingen uppgift</i>
Fastighetsägare	IKEA
Verksamhet	Varuhus
Byggår	2009
Atemp	43 400 m ²
Projektör/konsult	Skånska Energi
Installatör/entreprenör	Skånska Energi
År som geoenergianläggningen togs i drift	2009
Värmepumpstillverkare	Carrier, IVT
Hur värms tappvarmvattnet?	<i>Ingen uppgift</i>
Spetsvärmekälla	Elspets
Systemtyp – Energiform	Frikyla Kyluttag m. kylmaskin Värmeuttag m. värmepump
Systemtyp - Geoenergitillämpning	Akviferlager Brunnar: 11 st Brunnsdjup: 90 m Kalla: 6 st Varma: 5 st
Totalt värmebehov [kWh]	2 000 000 kWh
Totalt kylbehov [kWh]	1 424 000 kWh
Värmeeffektbehov [kW]	1 800 kW
Kyleffektbehov [kW]	1 110 kW
COP för värmepump	3,47
EER för kylmaskin	<i>Ingen uppgift</i>
Drivenergi för värmepumpen [kWh]	476 000 kWh
Spetsenergi [kWh]	34 000 kWh
Ekonomiska antaganden	<i>Ingen uppgift</i>
Investering [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Verklig årlig besparing [kr]	<i>Ingen uppgift</i>
Mätprogram	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Ombyggnader	<i>Ingen uppgift</i>
Ev. Subventioner	<i>Ingen uppgift</i>
Driftsproblem och kuriosa	<i>Ingen uppgift</i>

Källa: (Horn 2012)

Bilaga 20. Rekommenderad datainsamling

<i>Allmänt</i>	
Fastighetsnamn	
Fastighetsägare	
Atemp	
Byggår	
Renoveringsår	
Tidigare energikälla	
Anläggningsår geoenergi	

<i>Ekonomi</i>			
Tidigare årskostnad			
Investering			
Subventioner			
Beräknad avbetalningstid			
Beräknad besparing			
Verklig årlig besparing	År 1		[kr]
	År 2		[kr]
	År 3		[kr]
	År 4		[kr]
	År 5		[kr]

Systemuppgifter	
Projektör	Företag:
	Kontakt:
Installatör	Företag:
	Kontakt:
Värmepump - återförsäljare	Företag:
	Kontakt:
- antal	
- märke & modell	
- effekt	[kW]
- on-off-styrda eller varvtalsreglerade?	
Energiform -Ex. frikyla, kylmaskin, frivärme, värmepump, högtemperaturlagring, återladdning	
Geoenergityp & storlek Jord - kollektorlängd + markyta Sjö/vattendrag - total kollektorlängd/ vattenuttag Lera - antal kollektorer + djup Berg - antal borrhål + djup Akvifer - antal brunnar varma/kalla+ djup	
Högsta respektive lägsta tillåtna tempe- ratur i systemets markdel	
Spetsvärmekälla	
Tappvarmvatten Ange andel för värmekällor (%)	
Mätprogram/ övervakningssystem	

Tidigare skrifter i serien

”Examensarbeten i Geologi vid Lunds universitet”:

342. Sidenmark, Jessica, 2013: A reconnaissance study of Rävlieden VHMS-deposit, northern Sweden. (15 hp)
343. Adamsson, Linda, 2013: Peat stratigraphical study of hydrological conditions at Stass Mosse, southern Sweden, and the relation to Holocene bog-pine growth. (45 hp)
344. Gunterberg, Linnéa, 2013: Oil occurrences in crystalline basement rocks, southern Norway – comparison with deeply weathered basement rocks in southern Sweden. (15 hp)
345. Peterffy, Olof, 2013: Evidence of epibenthic microbial mats in Early Jurassic (Sinemurian) tidal deposits, Kulla Gunnarstorp, southern Sweden. (15 hp)
346. Sigeman, Hanna, 2013: Early life and its implications for astrobiology – a case study from Bitter Springs Chert, Australia. (15 hp)
347. Glommé, Alexandra, 2013: Texturella studier och analyser av baddeleyitombändningar i zirkon, exempel från sydöstra Ghana. (15 hp)
348. Brådenmark, Niklas, 2013: Alunskiffer på Öland – stratigrafi, utbredning, mäktigheter samt kemiska och fysikaliska egenskaper. (15 hp)
349. Jalnefur Andersson, Evelina, 2013: En MIFO fas 1-inventering av fyra potentiellt förorenade områden i Jönköpings län. (15 hp)
350. Eklöv Pettersson, Anna, 2013: Monazit i Obbhult-komplexet: en pilotstudie. (15 hp)
351. Acevedo Suez, Fernando, 2013: The reliability of the first generation infrared refractometers. (15 hp)
352. Murase, Takemi, 2013: Närkes alunskiffer – utbredning, beskaffenhet och oljeinnehåll. (15 hp)
353. Sjöstedt, Tony, 2013: Geoenergi – utvärdering baserad på ekonomiska och drifttekniska resultat av ett passivt geoenergisystem med värmeuttag ur berg i bostadsrättsföreningen Mandolinen i Lund. (15 hp)
354. Sigfúsdóttir, Thorbjörg, 2013: A sedimentological and stratigraphical study of Veiki moraine in northernmost Sweden. (45 hp)
355. Månsson, Anna, 2013: Hydrogeologisk kartering av Hultan, Sjöbo kommun. (15 hp)
356. Larsson, Emilie, 2013: Identifying the Cretaceous–Paleogene boundary in North Dakota, USA, using portable XRF. (15 hp)
357. Anagnostakis, Stavros, 2013: Upper Cretaceous coprolites from the Münster Basin (northwestern Germany) – a glimpse into the diet of extinct animals. (45 hp)
358. Olsson, Andreas, 2013: Monazite in metasediments from Stensjöstrand: A pilot study. (15 hp)
359. Westman, Malin, 2013: Betydelsen av raka borrhål för större geoenergisystem. (15 hp)
360. Åkesson, Christine, 2013: Pollen analytical and landscape reconstruction study at Lake Storsjön, southern Sweden, over the last 2000 years. (45 hp)
361. Andolfsson, Thomas, 2013: Analyses of thermal conductivity from mineral composition and analyses by use of Thermal Conductivity Scanner: A study of thermal properties in Scanian rock types. (45 hp)
362. Engström, Simon, 2013: Vad kan inneslutningar i zirkon berätta om Varbergscharnockiten, SV Sverige. (15 hp)
363. Jönsson, Ellen, 2013: Bevarat maginnehåll hos mosasaurier. (15 hp)
364. Cederberg, Julia, 2013: U-Pb baddeleyite dating of the Pará de Minas dyke swarm in the São Francisco craton (Brazil) – three generations in a single swarm. (45 hp)
365. Björk, Andreas, 2013: Mineralogisk och malmpetrografisk studie av disseminerade sulfider i rika och fattiga prover från Kleva. (15 hp)
366. Karlsson, Michelle, 2013: En MIFO fas 1-inventering av förorenade områden: Kvarnar med kvicksilverbetning Jönköpings län. (15 hp)
367. Michalchuk, Stephen P., 2013: The Säm

- fold structure: characterization of folding and metamorphism in a part of the eclogite-granulite region, Sveconorwegian orogen. (45 hp)
368. Praszker, Aron, 2013: First evidence of Late Cretaceous decapod crustaceans from Åsen, southern Sweden. (15 hp)
369. Alexson, Johanna, 2013: Artificial groundwater recharge – is it possible in Mozambique? (15 hp)
370. Ehlorsson, Ludvig, 2013: Hydrogeologisk kartering av grundvattenmagasinet Åsumsfältet, Sjöbo. (15 hp)
371. Santsalo, Liina, 2013: The Jurassic extinction events and its relation to CO₂ levels in the atmosphere: a case study on Early Jurassic fossil leaves. (15 hp)
372. Svantesson, Fredrik, 2013: Alunskiffern i Östergötland – utbredning, mäktigheter, stratigrafi och egenskaper. (15 hp).
373. Iqbal, Faisal Javed, 2013: Paleocology and sedimentology of the Upper Cretaceous (Campanian), marine strata at Åsen, Kristianstad Basin, Southern Sweden, Scania. (45 hp).
374. Kristinsdóttir, Bára Dröfn, 2013: U-Pb, O and Lu-Hf isotope ratios of detrital zircon from Ghana, West-African Craton – Formation of juvenile, Palaeoproterozoic crust. (45 hp).
375. Grenholm, Mikael, 2014: The Birimian event in the Baoulé Mossi domain (West African Craton) — regional and global context. (45 hp)
376. Hafnadóttir, Marín Ósk, 2014: Understanding igneous processes through zircon trace element systematics: prospects and pitfalls. (45 hp)
377. Jönsson, Cecilia A. M., 2014: Geophysical ground surveys of the Matchless Amphibolite Belt in Namibia. (45 hp)
378. Åkesson, Sofia, 2014: Skjutbanors påverkan på mark och miljö. (15 hp)
379. Härling, Jesper, 2014: Food partitioning and dietary habits of mosasaurs (Reptilia, Mosasauridae) from the Campanian (Upper Cretaceous) of the Kristianstad Basin, southern Sweden. (45 hp)
380. Kristensson, Johan, 2014: Ordovicium i Fågelsångskärnan-2, Skåne – stratigrafi och faciesvariationer. (15 hp)
381. Höglund, Ida, 2014: Hiatus - Sveriges första sällskapsspel i sedimentologi. (15 hp)
382. Malmer, Edit, 2014: Vulkanism - en fara för vår hälsa? (15 hp)
383. Stamsnijder, Joaen, 2014: Bestämning av kvartshalt i sandprov - medtoddutveckling med OSL-, SEM- och EDS-analys. (15 hp)
384. Helmfrid, Annelie, 2014: Konceptuell modell över spridningsvägar för glasbruksföreningar i Rejmyre samhälle. (15 hp)
385. Adolfsson, Max, 2014: Visualizing the volcanic history of the Kaapvaal Craton using ArcGIS. (15 hp)
386. Hanjy, Casandra, 2014: Ett mystiskt ryggradsdjursfossil från Åsen och dess koppling till den skånska, krittida ryggrads djursfaunan. (15 hp)
387. Ekström, Elin, 2014: Geologins betydelse för geotekniker i Skåne. (15 hp)
388. Thuresson, Emma, 2014: Systematisk sammanställning av större geoenergianläggningar i Sverige. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund