

Investing in your future

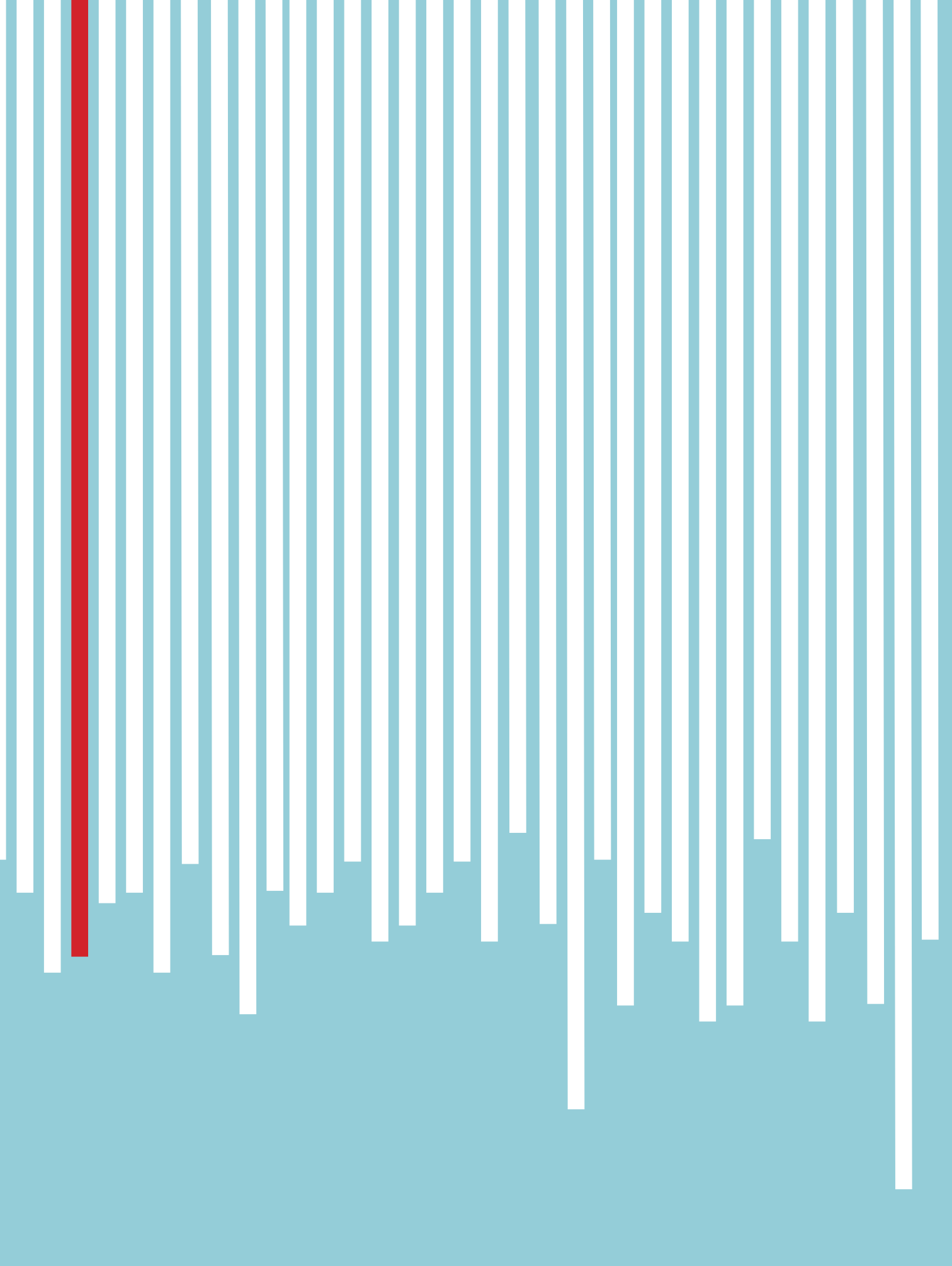


EUROPEAN
UNION
European Regional
Development Fund



BORRHÅLS- OCH GRUNDVATTENLAGER

PRAKTISK HANDBOK OM GEOENERGI



Energi är en stor kostnad för fastighetsägare, oavsett om det är ett varuhus, industri eller en fastighet med lägenheter. En lösning är att använda geoenergi, som är en gratis produkt skapad av solen och lagrad i berggrunden. Geoenergi är dessutom ett mycket mer miljövänligt alternativ än många andra energikällor, och är sedan 2007 klassat som förnybar energi av Energimyndigheten.

I den här handboken får du lära dig mer om geoenergi och vilken lösning som kan passa bäst för dig, men också om hur du går tillväga för att skaffa ett lager och hur du sköter om det. Handboken är framtagen av projektet GeoPower (finansierat av EU:s regionala utvecklingsfond). Projektet syftar till att utbyta och sprida kunskap och goda exempel inom området geoenergi och involverar aktörer från nio länder i Europa. Läs mer om projektet på www.geopower-i4c.eu

INNEHÅLL:

VÄRME OCH KYLA NÄR DU BEHÖVER DET	6
VARFÖR SÄSONGSLAGER?	8
BORRHÅLSLAGER	10
GRUNDVATTENLAGER	12
VILKEN LÖSNING PASSAR BÄST?	14
BORRHÅL - LÖSNINGEN FÖR RÅGÅRDEN	16
BORRHÅLSLAGER UTAN SPETSVÄRME	20
JURIDIK & TILLSTÅND	22
DRIFT & UNDERHÅLL	24
ETT STRATEGISKT BESLUT	26
GEO.POWER	28
PARTNERS	29
MER LÄSNING	30

BORRHÅLS- OCH GRUNDVATTENLAGER. PRAKTISK HANDBOK OM GEOENERGI

www.geopower-i4c.eu

December 2012

Produktion och layout: Annelie Karlsson, Louise Quistgaard,

Åsa Jardeby & Oskar Räftegård

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Papper: Scandia 2000, white/Tryck: Responstryck

Foto: Dick Gillberg (sid. 15 -18, 25), IKEA (sid. 10), Arlanda flygplats
(sid. 12), Akademiska Hus (sid. 20)

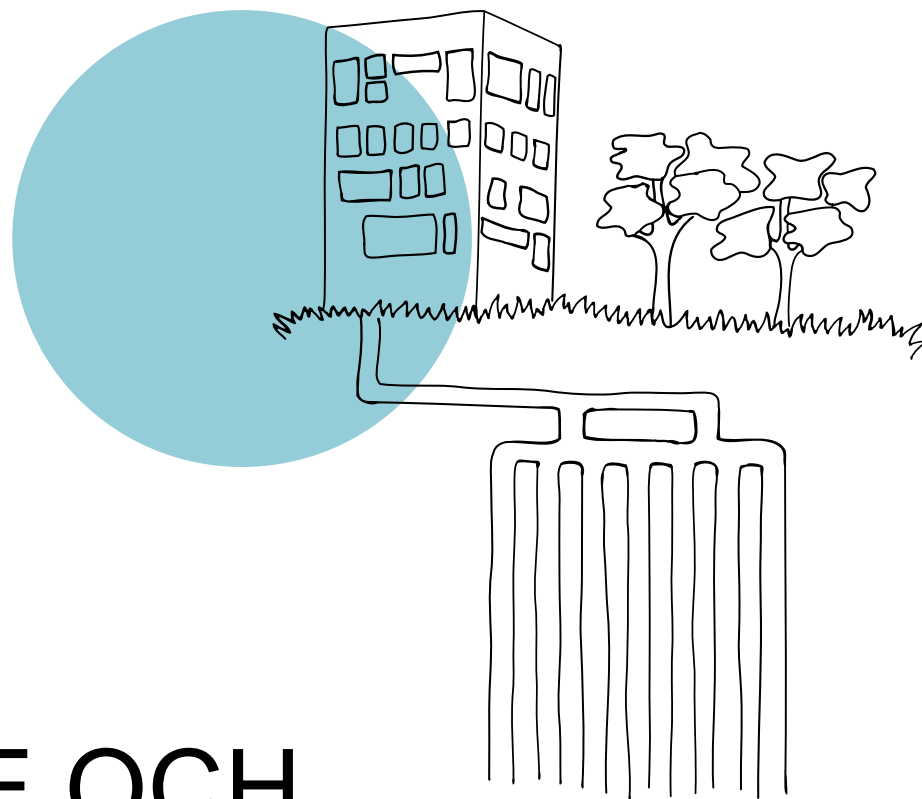
Illustrationer: Louise Quistgaard

VÄRME OCH KYLA NÄR DU BEHÖVER DET

Geoenergi är ett samlingsnamn för berg-, sjö- och markvärme respektive kyla. Geoenergi utgörs i grunden av solenergi, som passivt lagras i mark och berg. Årstidsväxlingarna når ner till ett djup av cirka 10 meter i marken. Där är temperaturen ungefär lika hög som årets medeltemperatur i luften. Djupare ner i marken är det samma temperatur oavsett årstid.

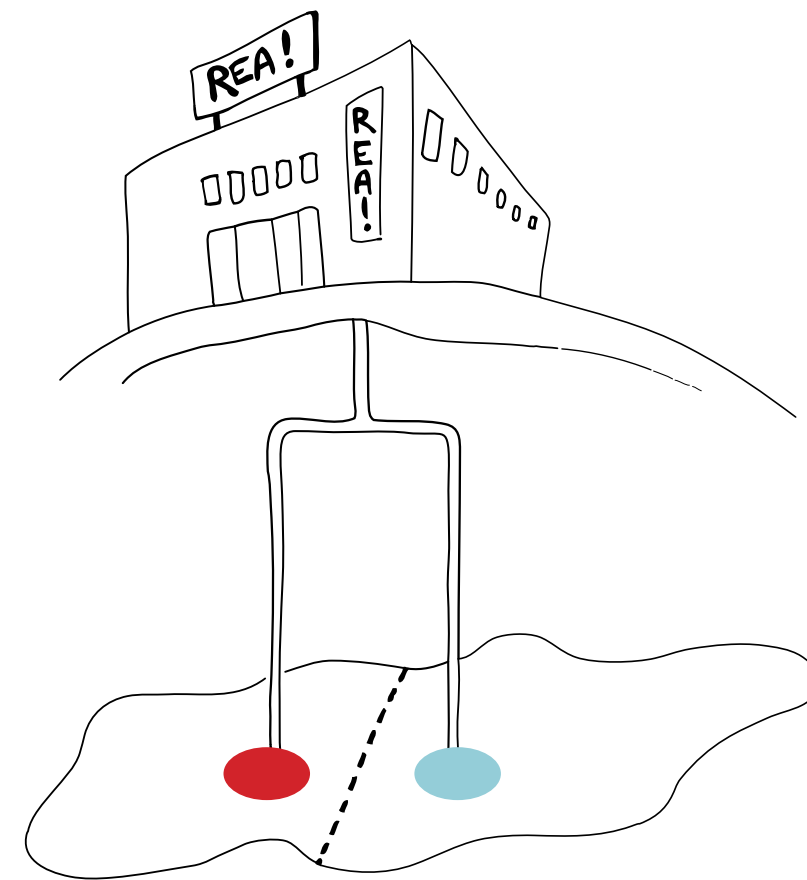
Geoenergi används i huvudsak inom tre markbundna system: berg-, mark- och grundvattenvärme. Där används geoenergin genom att den naturliga värme och kyla som finns i berggrunden, marken respektive grundvattnet utnyttjas som energikälla. I den här handboken har vi valt att fokusera på större systemlösningar som dessutom tillåter att man aktivt lagrar energi mellan sommar och vinter, det vill säga borrhålslager och grundvattenlager, då de passar bättre till större fastigheter och industrier. Bergvärmepumpar som endast utnyttjar ett borrhål passar bäst till mindre fastigheter som exempelvis villor.

Både borrhålslager och grundvattenlager kan säsongslagra kyla och värme mellan sommar och vinter. Under vintern när fastigheten behöver värme hämtas den upp ur berggrunden respektive grundvattnet som på så sätt kyls ner. Denna lagrade kyla hämtas sedan upp under sommaren för att kyla fastigheten och därmed stiger lagrets temperatur. Denna cykel återupprepas sedan år efter år. Temperaturändringen i lagret mellan säsongerna är vanligtvis inte så stora, det handlar oftast om cirka 5-10 °C.



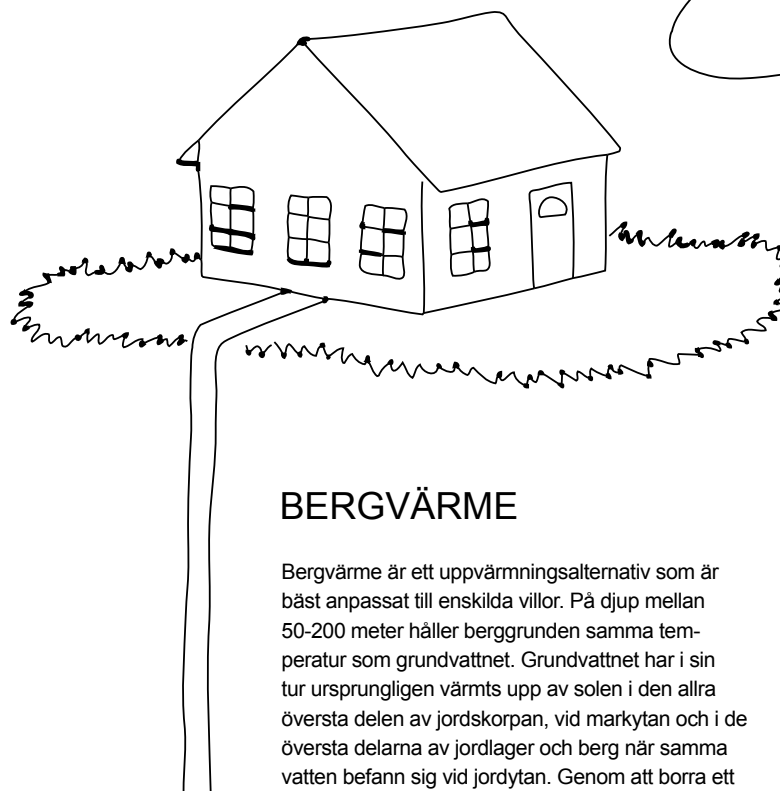
BORRHÅLSLAGER

Borrhålslager hämtar energi ur berggrunden. Ett borrhålslager skapas genom att man borrar flera tätt liggande borrhål, som på så sätt skapar en bergvolym som kan värmas eller kylas. I de flesta fall är lagervolymen större än 100 000 m³ med ett trettiotal borrhål. Borrhålslager har vanligast en effekt mellan 50 och 1000 kW; man räknar med att ett borrhål ger 10-30 watt per meter.



GRUNDVATTENLAGER

Grundvattenlager, även kallat *akviferlager*, innebär att kyla och värme lagras i ett naturligt grundvattenmagasin – en så kallad akvifer. Anledningen till att ett grundvattenlager är så effektivt är den stora mängd energi som grundvattnet kan transportera, den effektiva energiväxlingen i marken samt uppdelningen på en varm och en kall sida. Grundvattenlager är generellt sett lite större än borrhålslager, och är också en aning lönsammare eftersom effektiviteten är lite större. Effektstorleken på grundvattenlager varierar oftast mellan 500 till 5 000 kW.



BERGVÄRME

Bergvärme är ett uppvärmningsalternativ som är bäst anpassat till enskilda villor. På djup mellan 50-200 meter håller berggrunden samma temperatur som grundvattnet. Grundvattnet har i sin tur ursprungligen värmts upp av solen i den allra översta delen av jordskorpan, vid markytan och i de översta delarna av jordlager och berg när samma vatten befann sig vid jordytan. Genom att borra ett hål i marken kan värmen tas upp till ytan och sedan höjas med en bergvärmepump.

VARFÖR SÄSONGSLAGER?

EKONOMISKT LÖNSAMT PÅ LÄNGRE SIKT

Säsongslager som borrhålslager och grundvattenlager är framförallt ett alternativ för fastigheter som har både värme- och kylbehov. Har byggnaden enbart behov av värme minskar lönsamheten eftersom lagret i sådant fall enbart gör nytta under vintern. Investeringen är stor, men besparingen i driftskostnad är så stor att investeringen normalt blir återbetald inom 4 till 10 år.

MILJÖASPEKTER

Ett säsongslager minskar inte byggnadens energianvändning – den minskar däremot andelen köpt energi. Byggnaden behöver fortfarande lika mycket värme och kyla som innan, men en betydande del av den köpta energin ersätts av lokal geoenergi. Geoenergi är ett förnybart energislag och klassas som förnybar både enligt Energimyndigheten och EU. För att driva värmepumpar och annan teknisk utrustning i säsongslager krävs en mindre mängd elektricitet. Om du vill minska din miljöpåverkan ännu mer kan du tänka på var din köpta el kommer från.

”OSYNLIGT”

Ett säsongslager, oavsett om det är borrhål eller grundvattenbrunnar, syns knappt. Borrhål är ofta helt övertäckta. Ofta anläggs parkeringsplatser eller grönområden ovanpå lagret, vilket gör att marken kan utnyttjas istället för att vara en ”död” yta.



Större delen av energin i en geoenergi-anläggning kommer från naturen och är helt gratis – det enda som kostar är driften av värmepumparna

Att utnyttja naturlig värme och kyla från djupa lager i berg eller grundvatten är ett av de mest kostnadseffektiva sätten att värma och kyla en fastighet.

Geoenergi är ett samlingsnamn för berg-, sjö- och markvärme respektive kyla. Geoenergi utgörs i grunden av solenergi, som passivt lagras i mark och berg. Årstidsväxlingarna når ner till ett djup av cirka 10 meter i marken. Där är temperaturen ungefär lika hög som årets medeltemperatur i luften. Djupare ner i marken är det samma temperatur oavsett årstid. Geoenergi används i huvudsak inom tre markbundna system: berg-, mark- och grundvattenvärme. Där används geoenergin genom att den naturliga värme och kyla som finns i berggrunden, marken respektive grundvattnet utnyttjas som energikälla.

Både berg och grundvatten kan också användas som säsongslager. Systemet bygger på en enkel princip: vintertid tas värme från berget eller grundvattnet som då svalnar. Eftersom marken är mycket trög kommer kylan stanna kvar där nere till sommaren. Då kan det kalla lagret användas till att kyla fastigheten. Lagret värms då upp igen och fylls med värme inför den kommande vintern.

Geoenergi är ett av de mest lönsamma sätten att skapa

ett behagligt inomhusklimat året runt. Energikällan är miljövänlig, energisnål och har en långsiktig teknik som ger stora ekonomiska fördelar för både mindre och större fastigheter. Ett ökat intresse för geoenergi har skett de senaste åren, delvis beroende på ökade energipriser, framförallt på olja, men också på grund av en ökad miljömedvetenhet bland företag som äger fastigheter. I Sverige är geoenergi klassat som förnybar energi av Energimyndigheten sedan 2007.

KÖPT EL OCH EKONOMI

I den här handboken kommer vi att fokusera på två system: borrhålslager och grundvattenlager.

För att kunna driva dessa system krävs värmepump, vilken använder mindre än en tredjedel köpt energi vid värmeproduktion i jämförelse mot ett konventionellt system. När systemen används för komfortkyla behövs bara el till de pumpar som cirkulerar kylan. Med andra ord kommer större delen av energin i en geoenergianläggning från naturen och är helt gratis – det enda som kostar är driften av värmepumparna.

Borrhåls- och grundvattenlager med tillhörande rörsystem har en livslängd på mer än 25 år. Besparingen i driftskostnad är så stor att investeringen normalt blir återbetald inom 4 till 10 år.



IKEA I KARLSTADS BORRHÅLSLAGER

IKEA i Karlstad är en utav Sveriges största geoenergianläggningar, med ett borrhålslager på 101 borrhål. Värmepumpen täcker 85 % av värmebehovet och 75 % av kylbehovet, och två värmepannor baserade på "grön el" (70 % vatten, 30 % vind) täcker resten. Energiförbrukningen beräknades minska med 76 % per år och koldioxidutsläppen med 2 200 ton när lagret driftsattes 2008.

BORRHÅLSLAGER

ETT BORRHÅLSLAGER BYGGER PÅ SAMMA PRINCIP SOM BERGVÄRME, MEN MED FLER BORRHÅL FÖR ATT SKAPA STÖRRE EFFEKT. BORRHÅLSLAGER FUNGERAR BÄST FÖR STÖRRE FASTIGHETER ELLER INDUSTRIER SOM BEHÖVER BÅDE VÄRME OCH KYLA.

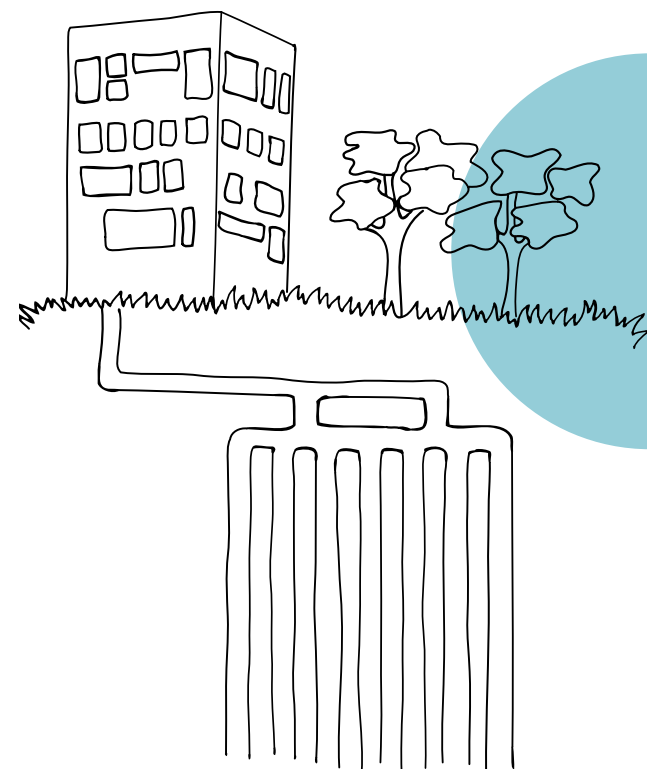
Ett borrhålslager skapas genom att flera tätt liggande borrhål kopplas samman så att en bergvolym som kan kylas eller värmas skapas. I de flesta fall är lagervolymen större än 100 000 m³ med ett trettiotal borrhål. Det finns dock flera svenska exempel på betydligt större lager med mer än 100 borrhål. Antalet hål är beroende på hur stort energibehovet är för fastigheten eller anläggningen som ska värmas och kylas.

För att kunna utnyttja bergets geoenergi borras 60-200 meter djupa hål, med ett avstånd på 4-10 meter mellan dem. Hur djupt det behöver borras beror på vilka geologiska förutsättningar som finns

och vilket energibehov fastigheten har. Vid borrhållningen måste man först ta sig igenom jordlagret och lösa bergarter, som kan variera från synligt berg ner till 70-100 meters djup. Djupet för borrhållningen beror också på vilken sorts berg det är. Det finns två sorters berg – urberg och sedimentärt berg. Båda kan användas för utvinning av värmeenergi, men de har olika värmeledningsförmåga. I sedimentärt berg måste man borra djupare än i urberg för att komma åt samma energimängd.

När borrhållen är klara sänks slangar ner och fylls med etanolblandning. När vätskan cirkulerar i slangarna tar den upp den värme eller kyla som finns i berget. Borrhålslager har vanligast en effekt mellan 50 och 1000 kW; man räknar med att ett borrhål ger 10-30 watt per meter.

På vintern när fastigheten behöver värmas upp hämtas värmen ur den uppvärmda bergmassan

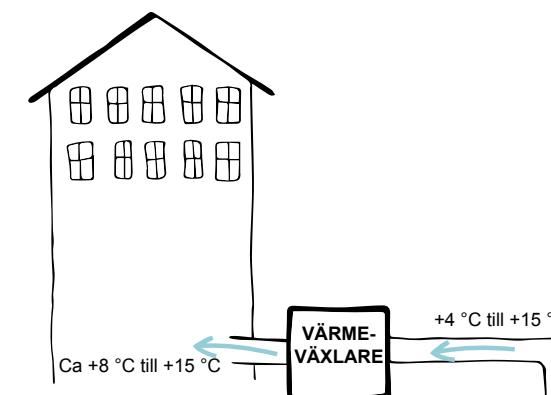


via en värmepump. Berget kyls då sakta ned ett par grader under sin egen medeltemperatur till en temperatur nära noll grader. När sommaren kommer minskar värmebehovet och då kan man utnyttja det nedkylda berget. Den lagrade kylan hämtas då hem igen som så kallad "frikyla", det vill säga att temperaturen är så pass låg att man inte behöver använda någon kylmaskin för att sänka temperaturen ytterligare.

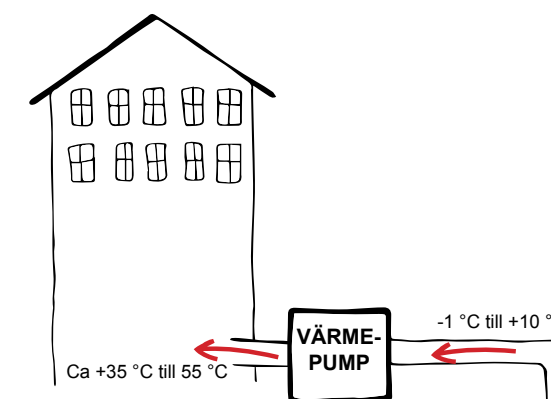
När kylan pumpas upp ur berget återuppvärms bergsmassan gradvis, och bygger upp ett värme-lager inför nästa vinter. På så sätt återanvänds energin flera gånger. Precis som under vintern kan dock temperaturen höjas med hjälp av en värmepump och användas för tappvattenproduktion även under sommaren.

UNDERHÅLL OCH TILLSYN

Borrhålslager har få rörliga delar och behöver därför väldigt lite tillsyn och underhåll. De har dessutom en mycket lång livslängd; de kan i princip skrivas av på samma tid som byggnaderna har. Den tillhörande värmepumpen har däremot kortare livslängd och behov av regelbunden service. Utöver att vara lätt-skötta går lager att anlägga under parkeringsplatser, grönytor eller till och med under byggnader.



Kylan som tas upp ur marken på sommaren varierar mellan +4 °C till +15 °C. Den växlas över till byggnadens kylsystem och kan sedan användas exempelvis i kylbafflar eller för att kyla luften i till lokalerna.



Värmen som tas upp ur marken på vintern varierar mellan -1 °C till +10 °C. Värmepumpen höjer temperaturen till +35 °C till +55 °C beroende på behov. Värmen kan sedan användas i exempelvis radiatorerna.

ARLANDA FLYGPLATS GRUNDVATTENLAGER

Arlanda flygplats är en stor användare av energi. I ett grundvattenmagasin under Brunkebergsåsen har de därför utvecklat världens största grundvattenlager, som ett led i energieffektiviseringen av Arlanda flygplats. Det varmare vattnet som tas upp ur grundvattenlagret används till att förvärma ventilationsluften men även till att smälta snö på parkeringsställena för flygplanen. Uppvärmningen av lokalerna sker med fjärrvärme, medan grundvattenlagret är dimensionerat så att hela kylbehovet täcks för flygplatsen. Den minskade energianvändningen beräknas reducera utsläppen av koldioxid med 7 000 ton per år och minskar dessutom inköpen av fjärrvärme och el.



GRUNDVATTEN- LAGER

GRUNDVATTENLAGER, ÄVEN KALLAT AKVIFERLAGER, INNEBÄR ATT ETT NATURLIGT GRUNDVATTENMAGASIN, EN SÅ KALLAD AKVIFER, ANVÄNDS SOM SÄSONGLAGER FÖR KYLA OCH VÄRME.

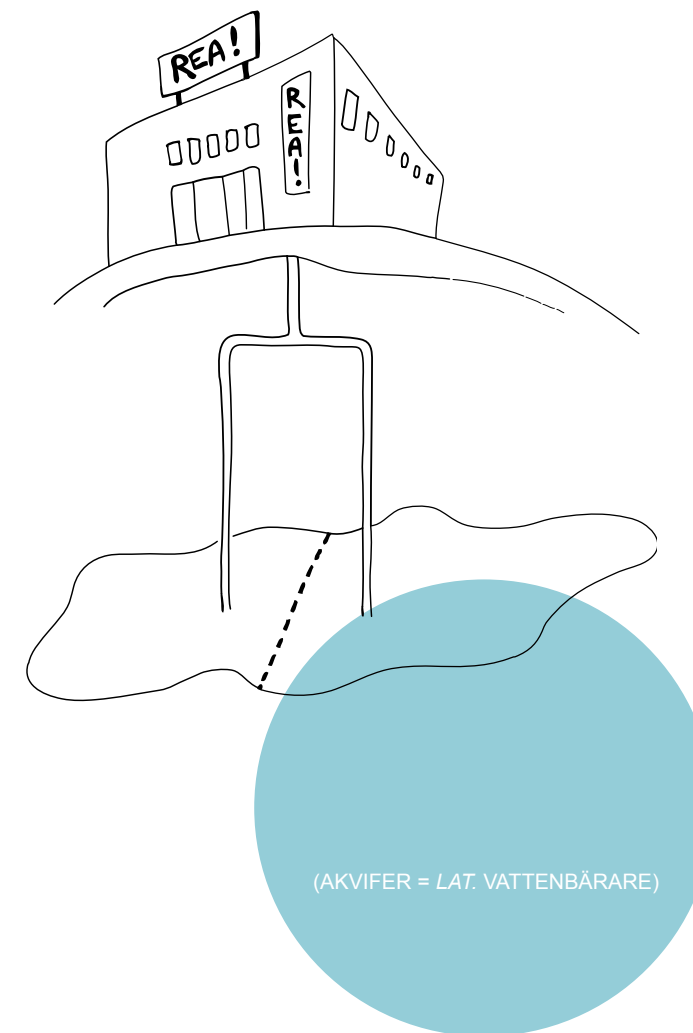
Grundvatten finns överallt i marken i de naturligt förekommande hålrummen (sprickor eller porer) i berg och jord och under kapillärzonen. Grundvattenlager används i stora system såsom offentliga lokaler som sjukhus, flygplatser och liknande men även kommersiella lokaler som köpcentrum.

Anledningen till att ett grundvattenlager är så effektivt är den stora mängd energi som grundvattnet kan transportera, den effektiva energiväxlingen i marken samt uppdelningen på en varm och en kall sida. Grundvattenlager är generellt sett lite större än borrhåls-

hålslager, och är också en aning lönsammare eftersom effektiviteten är lite större. Effektstorleken på grundvattenlager varierar oftast mellan 500 till 5 000 kW.

VATTNET TRANSPORTERAR ENERGIN

För att kunna använda energin som är lagrad i marken utnyttjar man grundvattnet som värmeväxlande medium och som transportör av energin. I ett grundvattenlager borrar man brunnar på varsin sida om lagret. Den ena sidans brunn kommer att användas för värme (cirka 12-20 °C) och den andra brunnen för kyla (3-8 °C). Grundvattnet som tas upp ur den varma brunnen på vintern leds till en eller flera värmepumpar som höjer temperaturen så att den kan användas till exempel till radiatorer eller tappvarmvattenberedare. Därefter återförs grundvattnet till marken igen, fast ner i den andra brunnen.



Det återförda vattnet är kallare än det vatten man tog upp – och det är nu den andra brunnen laddas med kyla som används på sommaren. När sommaren kommer vänder man på systemet, som då används för att tillföra kyla till byggnaden. Precis som i borrhålslagren så får man här "frikyla" eftersom temperaturen på grundvattnet är så pass låg att man inte behöver sänka temperaturen ytterligare med kylmaskiner eller värmepumpar. Systemet för kyla kräver inte mer energi än vad som behövs för att driva grundvattenpumparna samt fläktar eller pumpar i distributionssystemet, beroende på om det är vattenburen eller luftburen kyla.

Efter att grundvattnet värmeväxlats mot byggnadens distributionssystem pumpas det ner i den varma brunnen. Vattnet är då cirka 5-10 °C varmare än vad

det var när det pumpades upp ur den kalla brunnen. Det varma vattnet lagras till kommande vinter.

ONT OM LÄMPLIGA PLATSER

Tekniken i grundvattenlager är mycket effektiv men är begränsad till platser med lämpliga akviferer, vilket grovt skattat är 10-15 procent av landets yta. I stora delar av landet finns det inga tillgängliga akviferer att använda sig av. Trots detta finns det i nuläget ett hundratal större grundvattenlager i drift i Sverige. För att kunna göra en fullgod dimensionering och projektering av ett grundvattenlager krävs geologiska undersökningar som underlag. I sådana undersökningar ingår provborrningar, provpumpningar och vattenkemiska analyser. Det krävs också miljötillstånd, dock inte byggnadstillstånd, för att anlägga ett grundvattenlager.

VILKEN LÖSNING PASSAR BÄST?

VILKET SÄSONGLAGER SOM PASSAR BÄST FÖR DIN FASTIGHET BEROR PÅ FLERA FAKTORER.

Borrhålslager går i princip att borra överallt och det går normalt sett snabbt och enkelt att få tillstånd. Kostnadsdrivande för borrhål är avstånd från markyta till berggrund och till grundvatten; helst ska det inte vara mer än fem till tio meter till berggrunden. Djupa lager med lera är därför negativt för borrhålslager.

En nackdel med borrhålslager är att det är en hög investering per effekt. De brukar därför av ekonomiska skäl dimensioneras för att klara ungefär halva värmebehovet under årets kallaste dag, vilket motsvarar 75-90 % av hela årets värmebehov. En annan nackdel är att det inte finns en varm och en kall sida utan att temperaturen successivt ökar eller minskar. Detta gör att tillgänglig effekt successivt minskar och att lagret är som varmast i augusti när kylbehovet är som störst.

Grundvattenlager har fördelen gentemot borrhåls- lager att varje borrarad brunn ger hög effekt samt att de har en varm och en kall sida, vilket ger mer lättanvända temperaturer än för borrhålslager. Till nackdelarna hör att det kan krävas långa ledningsdragningar om inte byggnaderna råkar stå rakt över en lämplig del av akviferen.

För att få tillstånd att anlägga ett grundvattenlager krävs en vattendom från miljödomstolen vilket kan ta tid och resurser att söka. Dessutom krävs för det mesta ett kontrollprogram för att säkerställa grundvattenkvaliteten och det krävs även en del underhåll av brunnar och värmepumpar. Detta gör att kostnaden kan bli hög för fastigheter som bara har ett mindre energibehov, medan fördelarna kan vara avsevärda för en stor anläggning. Det är därför som till exempel Arlanda flygplats och E.ON använder grundvattenlager för att försörja hela fjärrkylanät.



BORRHÅLSLAGER

- + Kan göras i stort sett i hela Sverige
- + Passar offentliga och kommersiella lokaler
- + God effektivitet och lönsamhet
- + Enkel tillståndsprocess
- + Robust, långlivat och driftsäkert

- Hög investeringskostnad per effekt
- Tillgänglig effekt är högst i början av varje säsong och minskar successivt

GRUNDVATTENLAGER

- + Högt effektuttag möjligt
- + Temperaturen är mer eller mindre oförändrad hela säsongen

- Begränsad geografisk potential, närhet till en akvifer är avgörande
- Kräver vattendom vilket kan ta tid att få



BORRHÅL – LÖSNINGEN FÖR RÅGÅRDEN

PÅ RÅGÅRDEN ÄR INOMHUSKLIMATET EXTRA VIKTIGT. RÅGÅRDEN ÄR NÄMLIGEN EN NY RÄTTSPSYKIATRISK VÄRDENHET OCH DÄRFÖR BÅDE RYMNINGS- SÄKERT OCH FRITAGNINGSSÄKERT, VILKET INNEBÄR ATT DET TILL EXEMPEL INTE GÅR ATT ÖPPNA FÖNSTER FÖR ATT VÄDRA. ETT BORRHÅLSLAGER SOM KAN FÖRSE BYGGNADEN MED BÅDE VÄRME OCH KYLA ÄR DÅ ETT VÄLDIGT BRA ALTERNATIV.

Att valet föll på borrhålslager för Rågården berodde dels på att fjärrvärme och fjärrkyla inte fanns att tillgå, men också att projektchefen Per Åke Andréasson på Västfastigheter har ett personligt intresse för geoenergi

och borrhålslager. Rågården har 15 000 m² byggarea och 175 000 m² tomtarea, vilket ger gott om plats för lagret om 64 borrhål som döjs under naturyta. Hålen är 150 meter djupa – en kompromiss då den ursprungliga planen var färre men djupare hål. På grund av att berget var svårborrat fick arbetet planeras om.

Mellan borrhålen, som är ihopkopplade i serier, är det 15 meters avstånd. Borrhålslagret kompletteras med sex stycken värmepumpar à 70 kW, vid topp effekt tillförs värme via två elpannor à 300 kW. Tappvarmvattnet tas från ackumulatortankar på 4000 liter, som värms av två värmepumpar à 50 kW. Kyla tas i första hand direkt från lagret.

Västfastigheter har valt värmepumpar som är standardiserade enhetsaggregat som finns ute på marknaden – på så sätt är det ingen katastrof om något går sönder utan det är lätt att byta ut trasiga delar då inget nytt behöver tillverkas.

KÖPT EL

Rågårdens värmepumpsanläggning är dimensionerad för att klara cirka 60 % av värmen på årets kallaste dag. Spetsvärmen går på direktverkande el eftersom fjärrvärme inte finns tillgängligt i området. Den köpta elen ger en besparing på ungefär två tredjedelar av kostnaden för uppvärmning och tappvarmvatten. Den köpta elen är upphandlad inom Västra Götalandsregionen – därför finns inget aktivt ställningstagande om grön el från Rågårdens sida.

Eftersom den rättspsykiatriska vårdenheten måste kunna förlita sig på att alltid ha tillgång till el finns en reservkraftanläggning i form av två dieselgeneratorer. Om elen skulle försvinna är det dock inte bara lås och larm som påverkas – även spetsvärmen försvinner. Reserv-ele är visserligen inte tillräcklig för att skapa spetsvärme, men när motorerna kör bildas en tredjedel varmvatten och en tredjedel värme via rökgaserna. Västfastigheter har kunnat räkna ut att varmvattnets energi är fullt tillräcklig för att hålla igång spetsvärmen samt elenergin för värmepumparna.

LÅNG ARBETSTID

Västfastigheter inledde arbetet med borrhålslager under 2009, då de utredde olika varianter av lager. 2010 hade de skapat ett förfrågningsunderlag, som låg till grund för en upphandling i slutet av 2010. Arbetet med anläggandet av lagret påbörjades vid årsskiftet 2010/2011, och pågick under drygt ett år. Men färdigställandet drog ut på tiden, eftersom Västfastigheter inte kunde koppla in lagret mot inom-

husmiljön förrän värmesystemet där var färdigställt. Hösten 2012 togs lagret i drift, inför inflyttningen på Rågården i februari 2013.

BESPARINGAR

Det har inte ännu gjorts några noggranna beräkningar om pay-off-tid rörande Rågårdens borrhålslager, men grundförutsättningarna ger att förvaltaren Västfastigheter ändå hade behövt ha en kylanläggning som komplement till en värmelanläggning. Detta hade gett en betydligt större kostnad än i dagsläget med borrhålslagrets frikyla. Lagret kräver dessutom mindre skötsel än två separata värme/kyl-system, vilket även det är en ekonomisk besparing.

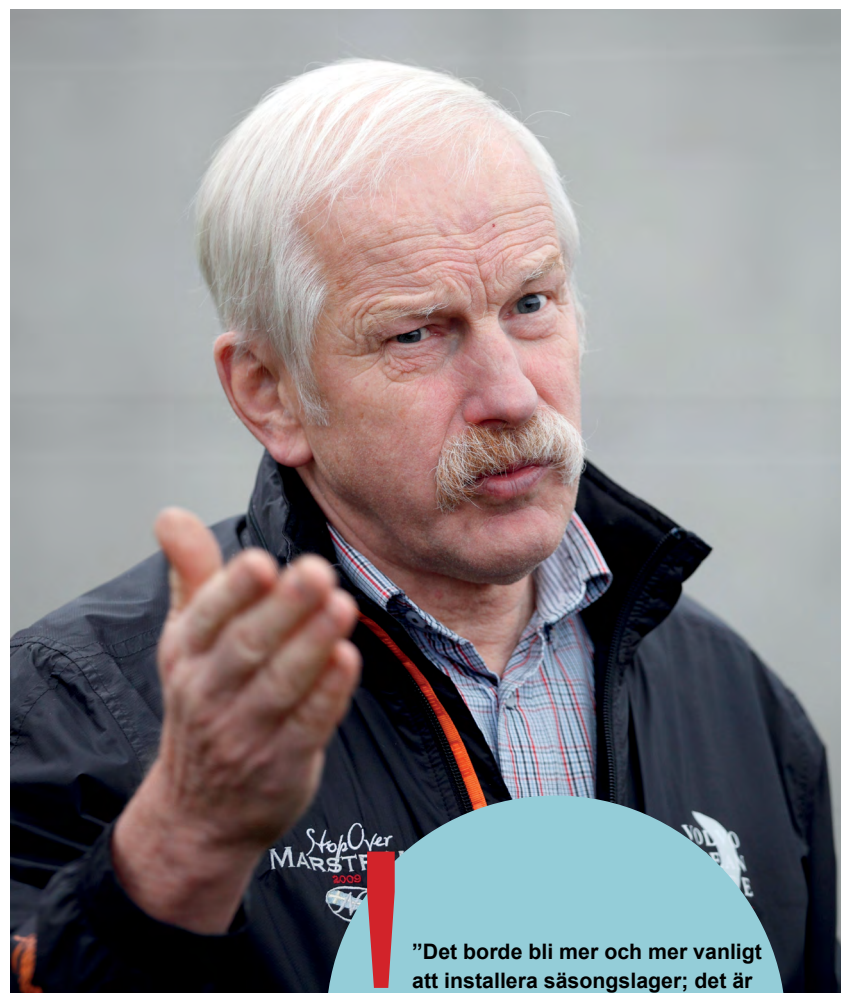
SKÖTSEL OCH EFFEKTIVITET

Det var viktigt för Västfastigheter att få ett lager som skulle fungera utan problem. Deras ursprungsidé var att få projekterare och byggfirma att ta hela ansvaret för anläggningen – något som dock ingen var intresserad av. Västfastigheters lösning blev att knyta entreprenören till en viss effektivitet i anläggningen.

Detta innebär att entreprenören själv har fått ange vilken effektivitet lagret ska kunna hålla, vilket även skrevs in i anbudet. Västfastigheter kommer därefter att mäta effektiviteten med jämna mellanrum och entreprenören har ansvar för service av lagret och att upprätthålla den sagda effektiviteten i fem år. Om de inte når upp till det värde de har beskrivit i sitt anbud så får de inte fullt betalt, men om de levererar bättre än sagt så delar de på förtjänsten – vilket ger ett incitament till att bli bättre än de har utlovat, men också att sköta anläggningen på ett bra sätt. Efter det första femåriga avtalet kommer en ny upphandling, och om samma entreprenör får ansvaret löper avtalet vidare men med två års garantitid.

Rågårdens värmepumpsanläggning är dimensionerad för att klara cirka 60 % av värmen på årets kallaste dag





”Det borde bli mer och mer vanligt att installera säsongslager; det är ju ”gratis” energi som kommer från solen, dessutom med frikyla”

PER ÅKE ANDRÉASSON, VÄSTFASTIGHETER



PER ÅKE ANDRÉASSON, PROJEKTCHEF PÅ VÄSTFASTIGHETER PÅ VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN HAR ANLAGT ETT BORRHÅLSLAGER I DEN NYA RÄTTSPSYKIATRISKA BYGGNADEN RÅGÅRDEN I ANGERED.

Varför valde ni borrhålslager?

– Till att börja med så finns inte fjärrvärme eller fjärrkyla att tillgå i området där Rågården ligger, därför var vi tvungna att göra en egen energianläggning. Visst hade det fungerat med en flispanna eller vad som helst, men de lösningarna håller inte då vi har så stort kylbehov. Jag har personligen varit fascinerad av den här tekniken med borrhålslager under många år, men har inte haft möjlighet att genomföra den. Med det här byggprojektet fick jag äntligen möjlighet att testa den!

– Det har visat sig att min idé har hållit ganska väl! Det borde bli mer och mer vanligt att installera säsongslager; det är ju ”gratis” energi som kommer från solen, dessutom med frikyla. Om det tankesättet slår igenom skulle vi nog se fler borrhålslager i framtiden.

Hur har ni lagt upp arbetet med entreprenörerna?

– Vi har använt oss av en totalentreprenör, som därmed gjort allt och har allt ansvar för anläggningen under 5 år. När vi skickade ut offerter fick entreprenörerna berätta om hur duktiga de var, men vi var noga med att de inte skulle vara för duktiga, de var tvungna att vara realistiska och kunna leva upp till sitt löfte under dessa 5 år. Annars är det lätt att de biter sig i svansen...

Hade ni några problem med driftsättningen?

– Ja, vi råkade ut för en liten överraskning när vi började borra. Tanken var att vi skulle ha cirka 48 hål på 240 meters djup, men när vi borrat oss ner till 150 meter så var det väldigt mycket grundvatten. Vi bestämde oss då för att göra fler och grundare borrhål spritt över en större yta. Ett annat problem är att vi var ute i god tid – till och med onödigt god tid! Det blev svårt att hålla tryck i processen när det blev så mycket luft i schemat. Exempelvis skulle vi testa värmesystemet förra vintersäsongen, men då var det inte helt klart i lokalerna för att ta emot värme. Med facit på hand kan man säga att man inte ska ha för kort tid på sig – men heller inte för lång tid.

Tankar om framtiden

– Sedan 2009, då vi började med arbetet med borrhålslagret, så har man börjat prata om smarta nät, som till långa stycken handlar om att styra elförbrukningen till tider när det finns gott om el på nätet. Eftersom prisvariationen följer tillgången, så får man nästan betalt för att förbruka el på vissa tider – vilket också innebär att det ibland kostar jättemycket. Med ett borrhålslager borde vi kunna bestämma när på dygnet som pumparna ska gå och styra att de går när elen är billig. Det skulle vara spännande att studera det teoretiskt i alla fall, och se vad det skulle kunna innebära.



BORRHÅLSLAGER UTAN SPETSVÄRME

Genom att lägga till några extra borrhål kan anläggningen även försörja grannbyggnaden Zoologen med överskottsvärme när Nya Rättsmedicin inte har fullt behov

PÅ MEDICINARBERGET I GÖTEBORG BYGGS NYA LOKALER FÖR RÄTTSMEDICINALVERKET. VERKSAMHETEN HAR STORT KYLBEHOV OCH DÄRFÖR ÄR BORRHÅLSLAGER ETT LÅNGSIKTIGT BRA ALTERNATIV - BÅDE UR INVESTERINGS- OCH HÅLLBARHETSPERSPEKTIV.

Akademiska Hus, som förvaltar Nya Rättsmedicin, planerade under projekteringsfasen först att ansluta anläggningen till det fjärrvärmesystem som redan fanns indragen på Medicinarberget. Samtidigt hade man arbetat med borrhålslager i flera andra anläggningar inom koncernen och hade goda erfarenheter av detta. Därför väcktes

tanken om att även i Nya Rättsmedicin överväga detta som ett alternativ.

EN HÅLLBAR INVESTERING

Att valet slutligen föll på borrhålslager berodde delvis på kostnadsaspekten - kortsiktigt är det en dyrare lösning när det finns fjärrvärme indraget i området men på längre sikt är det en kostnads- mässigt väldigt bra investering. En annan bidragande faktor var hållbarhetsperspektivet. När LCC-analyser (Life Cycle Costs) gjordes visade det sig att borrhålslager var det överlägset bästa alternativet.

Tanken var först att skapa en "vanlig" borrhålsanläggning med fjärrvärmens som spetsvärme, men under processens gång utvecklades idén om att dimensionera anläggningen för att skapa överskottsvärme. Genom att lägga till några extra borrhål kan anläggningen då även försörja grannbyggnaden Zoologen med överskottsvärme när Nya Rättsmedicin inte har fullt behov.

Byggnaden, med en yta på 5300 m², innefattar utöver rättsmedicin också tre våningsplan med kontor. Eftersom verksamheten har ett stort behov av kyla för bland annat kylfack för avlidna har borrhålslagret dimensionerats så att 120 MWh/år frikyla kan tas ut. Totalbehovet är beräknat till 140 MWh/år. Alltså behöver endast 20 MWh/år kyla skapas med hjälp av kylaggregat.

ARBETSPROCESSEN

Arbetet med anläggningen har pågått under en lång tid – planeringen började under 2009 och under sommaren 2011 upphandlades entreprenör efter att detaljplanen vunnit laga kraft. Borrningen delades upp i två etapper, där första etappen klarades av i

december 2011 och etapp två färdigställdes under våren 2012. Driftsättning skedde hösten 2012. Akademiska Hus stötte inte på några problem med själva borrhåll, men däremot var det inte lätt att få ihop logistiken med att borra samtidigt som övrig byggnation av huset pågick samtidigt. Arbetet innebar totalt 34 arbetsdagar för delentreprenören med borring, horisontell slangdragning i schakt, iordningställande av samlingsbrunnar, provtryckning med mera, vilka skulle kombineras med generalentreprenörens arbete med husbygget. Utöver detta behövdes 16 dagar till kringarbete.

Nya Rättsmedicins borrhålslager består av 26 borrhål. Eftersom marken är så kuperad är ungefär hälften av hålen lutade med sex graders vinkel i förhållande till övriga hål som är borrhåll lodrätt. När en storskalig investering som ett borrhålslager anläggs måste man ta hänsyn till ett mångsidigt nyttjande av området, exempelvis byts kanske angränsande byggnader ut i framtiden och det är därför viktigt att kunna identifiera de lutande borrhålen. Slutet på dessa borrhål har därför koordinatsatts, för att undvika överraskningar vid ett eventuellt framtida nybygge.

JURIDIK & TILLSTÅND

FÖR ATT ANLÄGGA BORRHÅLSLAGER OCH GRUNDVATTENLAGAR FINNS DET LAGAR OCH REGLER ATT TA HÄNSYN TILL. DESSA SKILJER SIG ÅT MELLAN UPPFÖRANDE AV BORRHÅLSLAGER SOM ÄR ETT SLUTET SYSTEM DÄR INGET GRUNDVATTEN TAS UPP UR MARKEN, OCH FÖR UPPFÖRANDE AV GRUNDVATTENLAGER DÄR GRUNDVATTNET TAS UPP TILL MARKYTAN OCH SEDAN ÅTERFÖRS.

Oavsett vilket system man planerar att borra för är det fastighetsägarens ansvar att säkerställa att det inte finns exempelvis telekom-, vattenledningar eller skyddsobjekt i marken som kan skadas. Detta görs i de flesta fall via kommunen eller till av kommunen hänvisade ledningsägare. Allt fler ledningsägare är dessutom anslutna till hemsidan ledningskollen.se där fastighetsägaren kan skicka in en förfrågan om en specifik plats.

BORRHÅLSLAGER

För borrhålslager gäller i princip samma regler som för bergvärme, vilket innebär att det är anmälningsplikt till kommunen om värmepump används (SFS1998:899 §17). Vissa kommuner har skrivit in i den kommunala förordningen att kommunen dessutom ska bevilja tillstånd. För energilager i mark över 3000 MWh är det anmälningsplikt oberoende om värmepump används.

Eftersom borrhål kan påverka varandra om de placeras närmare än 20 meter så behöver även grannar informeras och ha möjlighet att yttra sig om ett borrhål anläggs nära fastighetsgränsen. En vanligt förekommande informationspliktgräns för bergvärme är 10 meter till fastighetsgräns respektive 20 meter till grannes borrhål. Ett säsongslager kan ha ett betydligt större influensområde än vad en villas bergvärmesystem har, vilket gör att större hänsyn till grannfastigheten kan krävas (SFS1998:899 §19).



Som beställare av borring är det att rekommendera att hänvisa till "Normbrunn-07" gällande utförandet. Normbrunn-07 är framtagen av branschföreningarna GEOTEC och SVEP tillsammans med Avanti, Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut samt att använda certifierade borrar. Några kommuner kräver att brunnsborring utförs enligt Normbrunn-07 och/eller att certifierad borrarer anlitas.

GRUNDVATTENLAGER

För värmelagring i grundvattenmagasin gäller samma lagstiftning som för en vanlig vattenbrunn (SFS1998:899 §10). Det spelar ingen roll att det upptagna vattnet omedelbart återförs en liten bit bort, i lagen klassas det som bortförsl av grundvatten. I och med detta krävs vattendom från en av de fem mark- och miljödomstolar som finns i Sverige.

Till ansökan om vattendom kan det krävas en utredning om hur lagret påverkar omgivande grundvatten, i synnerhet om uttag och återföring är stort i förhållande till grundvattenmagasinets förmåga att hantera flödet. Det kan också krävas en utredning om det finns dricksvattenbrunnar i området. Domstolen ger tillstånd som bland annat inkluderar maximala flöden, totala mängder och temperaturer. Domstolen kan även kräva att ett miljökontrollprogram finns, vilket till exempel kan inkludera regelbunden avläsning av grundvattennivåer och -temperaturer i lagrets omgivning och vattenanalyser.

DRIFT & UNDERHÅLL

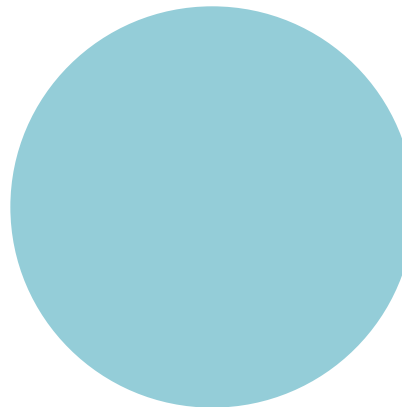
I REGEL ÄR LAGERSYSTEMEN ENKLA ATT UNDERHÅLLA OCH DRIFTA. DET ÄR OCKSÅ ENKELT ATT SEKTIONERA OCH MODULBYGGA SYSTEMEN SÅ ATT DELAR GÅR ATT STÅNGA AV FÖR SERVICE ELLER AKUT FELAVHJÄLPNING, VILKET GÖR DEM VÄLDIGT ROBUSTA OCH TILLFÖRLITLIGA. DÅREMOT SÅ KRÄVER TEKNIK SOM ÄR NY FÖR LEDNING, DRIFTORGANISATION, FÖRVALTNING OCH FÖR DE ENSKILDA MEDARBETARNA ALLTID LITE EXTRA.

De tekniska delkomponenterna i ett säsongslager; slangar, rör, värmeväxlare, pumpar, ventiler och värmepumpar är alla välkända och beprövade apparater. Men när de är sammansatta i ett system är det däremot inte lika självklart hur systemet ska följas upp, drifas och optimeras. De tekniska delarna varierar dessutom från konstruktör till konstruktör. Med tydliga krav på dokumentation kan problemen minimeras.

DIMENSIONERA FÖR BALANS

Något som är viktigt att tänka på är att balansera sitt säsongslager. Det vill säga att ta ut ungefär lika mycket energi på sommaren i form av kyla som energi på vintern i form av värme. Om inte systemet balanseras kan det finnas risk för att temperaturen i lagret successivt ökar eller minskar. Det finns exempel på system som efter ett antal år kyls ner så mycket att värmepumparna inte längre fungerar – och att systemet därför avvecklats i tron att det var felkonstruerat. Oftast är ett grundvattenlager känsligare för balansering än ett borrhålslager.

Har du en fastighet med stort kylbehov kan en lämplig strategi vara att dimensionera efter kylbehovet. För att få balans i lagret blir värmeuttaget på vintern begränsat efter vad lagret tillåter. Visserligen tillåts det att ta ut lite mer värme än kyla, dels genom värmeläckage in i lagret, dels därför att tillförd el till värmepumparna blir användbar värme. Om det finns billig fjärrvärme är detta sannolikt den bästa lösningen för det återstående värmebehovet – men



var inte förvånad om priset per kWh blir högre än med den vanliga tariffen. Eftersom du inte längre köper fjärrvärme för att täcka basbehovet, utan bara när det är riktigt kallt, köper du inte heller någon värme från fjärrvärmebolagets billigaste (och miljövänligaste) basproduktion. Saknas fjärrvärme kan detta kompenseras med extra borrhål och en design som ökar värmeläckaget från omgivning till lagret så att mer värme går att värmepumpa till byggnaden.

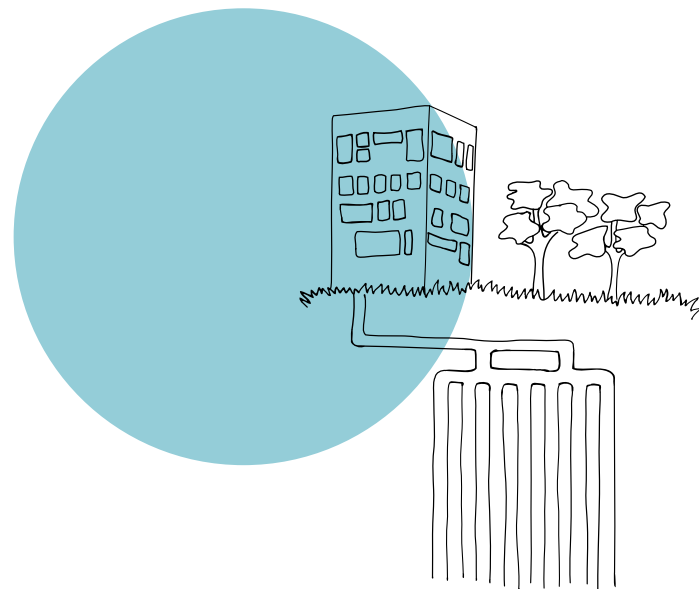
Om kylbehovet istället är väsentligt mindre än värmebehovet kan detta kompenseras i ett borrhålslager med fler borrhål och med större avstånd mellan borrhålen. Detta gör att lagret i viss mån betar sig som vanlig bergvärme där borrhålen återhämtar sig själva individuellt. Detta ger något sämre ekonomi eftersom inte lika mycket nytta fås från lagret som när all värme och kyla används.

Är kylbehovet väldigt litet eller saknas helt och hållet kan lagret istället återladdas med någon billig "gratisenergi" under sommaren, till exempel ytligt

sjövatten eller någon enkel form av solfångare. Ekonomin kan fortfarande vara god, i synnerhet för välisolerade byggnader med värmeåtervinning av ventilationsluften. Temperaturen som lagret ska laddas med är låg, normalt under 25 °C så det finns ingen anledning att investera i dyra glasade solfångare enbart på grund av lagret. Däremot kan bättre solfångare användas för tappvarmvatten och sedan kan överskottet utnyttjas till lagret.

RENGÖRING

Om öppna system används där grund- eller ytvatten pumpas upp sker kemiska reaktioner när vattnet kyls, värms och syresätts. Till exempel kan utfällningar av järn eller kalk långsamt sätta igen värmeöverförande ytor, precis som i en kaffebryggare. Utöver det kan brunnar behöva rensas regelbundet. Rengöring av värmeöverförande ytor och brunnar är inte särskilt avancerat, men tydliga instruktioner krävs för att veta vad som är fel eller när förebyggande underhåll behöver göras är fel eller när förebyggande underhåll behöver göras.



ETT STRATEGISKT BESLUT

SÄSONGLAGER BRUKAR AV EKONOMISKA SKÅL INTE DIMENSIONERAS FÖR ATT KLARA DE ALLRA KALLASTE RESPEKTIVE VARMASTE DAGARNA. EFTERSOM ETT LAGER HAR HÖG INVESTERINGSKOSTNAD DIMENSIONERAS DE SÅLLAN FÖR ATT KLARA HELA VÄRME- ELLER KYLEFFEKTEN, DÅ LAGER FÖRST OCH FRÅMST KOSTAR PER EFFEKT. OM LAGRET KLARAR ATT LEVERERA HALVA VÄRMEEFFEKTEN KAN DET MOTSVARA 75-90 % AV VÄRMEENERGIBEHOVET.

Eftersom hela värme- och kylbehovet inte täcks upp helt av säsongslagret behövs kompletterande energi. Större anläggningar kan ha en olje- eller gaspanna, mindre fastigheter som villor med bergvärme använder ofta elpannor, som är billiga att köpa men dyra att använda. Ofta används fjärrvärme till säsongslager, i synnerhet där fjärrvärme redan finns anslutet. I dagsläget speglar fjärrvärmebolagens tariffer inte deras verkliga kostnader, vilket kan innebära en mycket billig lösning för ditt säsongslager. Fjärrvärmebolagen håller dock på att ändra sina tariffer så att de mer och mer speglar deras verkliga kostnader, vilket innebär en hög, fast kostnad och ett lågt energipris utom de riktigt kalla dagarna, då fjärrvärmebolagen använder olja och andra dyra bränslen. Tyvärr är det ju just dessa dagar som du vill köpa fjärrvärme till ditt lager.

Att välja kompletterande energi är med andra ord en viktig aspekt i planeringen av säsongslager, och vad som är optimalt för just din fastighet är beroende på en mängd olika faktorer.

MILJÖPÅVERKAN

Miljöpåverkan från säsongslager är i regel låg. Rent visuellt syns knappt brunnarna, oavsett om det är borrhål eller grundvattenbrunnar, då de ofta är helt övertäckta. Installationen saknar skorsten och behöver dessutom inget bränsleförråd.

Då man arbetar djupt ner i marken finns alltid en risk att grundvattnet kan påverkas. Borrhålslager innebär att grundvattnet nästan blir helt opåverkat, bortsett från ökad cirkulation i borrhål och närliggande berg. Grundvattenlager kan däremot ha en väsentligt högre påverkan på grundvattnet. Vid brunnarna uppstår sug- och tryckkoner som sträcker sig bort från brunnen, vilket påverkar omgivande grundvattennivå genom att det mellan den varma och den kalla brunnen uppstår ett påtvingat flöde. Förändringar i grundvattennivå kan påverka intilliggande brunnar; inte minst temperatur kan påverka smak och kvalitet på dricksvatten. Eftersom vattnet i grundvattenlager pumpas upp och hålls tillbaka igen finns det även en risk för syresättning av vattnet. Då syre är reaktivt kan detta leda till ökad oxidation och utfällning av ämnen i marken.

Miljöpåverkan från elproduktionen går inte att bortse från. Det är en komplicerad fråga som inte ryms att diskutera i den här handboken. Vårt att notera är att lager dimensionerade efter kylbehov kan få oförändrad elanvändning. Den el som används av kylmaskiner sommartid, används istället av värmepumpar vintertid, med kraftigt minskat behov av köpt värme/bränsle som följd.

EKONOMI

Säsongslagret är långlivat, minskar behovet av köpt energi och ökar andelen förnybar, återvunnen energi. Det påverkar också lönsamheten för andra fastighetstekniska åtgärder. Därför bör lagret behandlas som en strategisk fråga och integreras i fastighetens utvecklingsplan.

Investeringsmässigt är ett säsongslager i det närmaste att betrakta som infrastruktur, då den tekniska livslängden för stora delar av investeringen (borrhål, brunnar, rörsystem) är mycket lång, kanske 50 år eller mer. I de ekonomiska kalkyler som upprättas som underlag för investeringen är det inte ovanligt att den ekonomiska avskrivningstiden sätts till 10-15 år, att räntan sätts väsentligt högre än verklig upplåningsränta och att energipriserna antas vara oförändrade. I verkligheten är livslängden mycket lång och de långa räntorna är fortsatt låga. Däremot har elpriset fördubblats och fjärrvärmepriset ökat med 50% på tio år. Detta innebär att i verkligheten är de lager som byggts oerhört värdeskapande under sin livslängd. I kalkylerna ligger den raka återbetalningstiden utan hänsyn till räntor och energiprisstegringar ofta på tre till sex år.

Däremot underskattas ofta investeringskostnaden. Den är hög och ofta satt under press – några lager som byggts har varit underdimensionerade med för få borrade hål. Detta har hållit nere investeringskostnaden men har gett sämre prestanda och i vissa fall även inneburit att systemet inte har fungerat.



GEO.POWER är ett två år långt interregionalt samarbetsprojekt vars främsta syfte är att utbyta bästa praxis inom området lågentalpisk energitillförsel. Utvalda praxis kommer att utvärderas tekniskt samt kostnads- och fördelmässigt gällande dess reproducerbarhet inom de olika regionerna. Under projektet gång kommer en kunskapsbas bildas från de bästa förslagen inom de deltagande regionerna som även kan verka som underlag till framtida referensverk efter att projektet avslutats.

Det främsta resultatet från projektet kommer vara en handlingsplan för varje inblandad region med regelverk, ekonomiska och bästa tekniska lösningar inom det lokala området. Denna handlingsplan ska bidra till ökade investeringar inom det geotermiska området. Projektet initierades av provinsen Ferrara i Italien och är sammansatt av departement, regioner, lokala myndigheter, universitet och FoU-organ från åtta länder (Bulgarien, Ungern, Grekland, Italien, Sverige, Estland, Storbritannien och Belgien). Dessa länder är i olika utsträckning involverade i att uppnå de europeiska politiska mål som är satta med i samband med 20/20/20 Kyotoavtalet och EU:s direktiv gällande byggnaders prestanda. En stark teknisk bakgrund finns inom projektet tack vare deltagare med erfarenhet från stora EU-projekt som t.ex. Ground-Reach, GROUNDHIT, Ground-Med och LOW-BIN.

Utgångspunkten i projektet är ett flertal bästa praxis från städer, landsbygd och industriell sektor som av varje deltagande region kommer att utvärderas gällande dess reproducerbarhet inom den egna regionen. Tekniska, ekonomiska och miljömässiga parametrar kommer att utvärderas för att identifiera optimala parametrar för GCHP installationer givet de lokala förutsättningarna. Denna handlingsplan kan vara en milstolpe för framtida utvecklingen av GCHP inom de olika regionerna. En kommunikationsplan kommer att utvecklas med fokus på medvetenhet, ökad förståelse samt beskrivning av de fördelar GCHP kan bidra med vilket i slutändan kan öka mängden gröna investeringar av denna typ.

WWW.GEOPOWER-I4C.EU

PARTNERS

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (Sverige)

Kungliga Tekniska Högskolan, KTH (Sverige)

Province of Ferrara (Italien)

Emilia-Romagna Region (Italien)

National Environmental Protection and Energy Centre Nonprofit Ltd. (Ungern)

ENEREA Eszak-Alfold Regional Energy Agency (Ungern)

Centre for Renewable Energy Sources and Saving (Grekland)

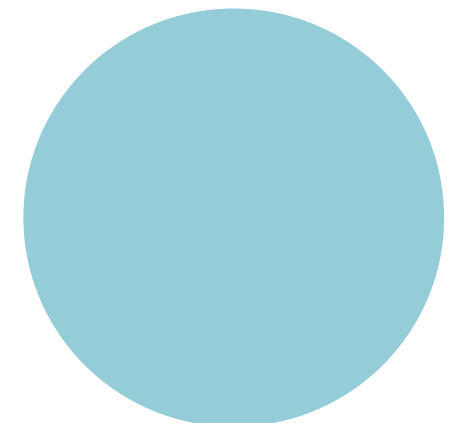
Ministry of Regional Development and Public Works (Bulgarien)

Reading Borough Council (Storbritannien)

Institute of Geology at Tallinn University of Technology (Estland)

VITO Flemish Institute for Technological Research (Belgien)

Geological Survey of Slovenia (Slovenien)



MER LÄSNING

AKVIFERLAGER I LULEÅ

http://www.brunnsborrarna.se/Gismo/Bildarkiv/org/1284/akvifer_utkast.pdf

OLIKA EXEMPEL PÅ LAGER

http://www.malmberg.se/malmberg/i_fokus/fokus_pa_geoenergi/vad_gor_malmberg_geoenergi

BILDER FRÅN IKEA KARLSTADS BORRHÅLSLAGERBYGGE

<http://www.finspangsbrunnsborrning.se/referensuppdrag/geoenergi/>

OM RÄTTSLIGA PROBLEM SOM KAN UPPSTÅ NÄR MAN VILL ANLÄGGA ETT LAGER (IKEA i Uppsala)

<http://www.idg.se/2.1085/1.382191/ikea-vann-tvist-om-geoenergi-i-uppsala>

OM BOSTADSRÄTTSFÖRENINGAR OCH GEOENERGI

<http://www.bobattre.se/TemaEnergi2009Geoenergi.asp?Page=P03>

GEOTEC - SVENSKA BORRENTREPRENÖRERS RIKSFÖRBUND

<http://www.geotec.se/>

Investing in your future



EUROPEAN
UNION
European Regional
Development Fund



INTERREG IVC
INNOVATION & ENVIRONMENT
REGIONS OF EUROPE SHARING SOLUTIONS



WWW.GEOPOWER-I4C.EU