

Geoenergin i samhället -

En viktig del i en hållbar energiförsörjning

2012:1

Innehållsförteckning

Presentation av författarna	5
Sammanfattning	8
Summary	10
1. Inledning och läsanvisning	12
2. Geoenergins historia	13
3. Vad är Geoenergi?	15
3.1 Passiv geoenergi - uttag	16
3.2 Aktiv geoenergi - lagring	18
4. Naturresursen geoenergi	20
5. Geoenergi och lagen	24
5.1 Vad kräver miljöbalken av den som skall anlägga en geoenergianläggning ?	24
<i>Akviferanläggning</i>	24
<i>Borrhålslager och liknande anläggningar</i>	25
5.2 Begreppet "Termisk rådighet"	25
5.3 Begreppet bästa möjliga teknik	26
5.4 Försiktighetsprincipen	28
5.5 Vad gäller inom vattenskyddsområde?	28
6. Användningsområden med geoenergi	31
6.1 Systemens prestanda och ekonomi	32
6.2 Applikationer	33
<i>Bostäder värme/kyla</i>	33
<i>Kontorslokaler</i>	34
<i>Hotell</i>	34
<i>Industrier värme/kyla</i>	35
<i>Offentliga och institutionella lokaler</i>	36
<i>Fjärrvärme/kyla</i>	37
<i>Industriell processkyla</i>	38
<i>Högttemperaturlager</i>	38
<i>Snösmältning</i>	39
7. Statistikläget i Sverige	41
7.1 Statistikkällor	41
<i>Sålda värmepumpar</i>	41
<i>Energimyndigheten</i>	42
<i>Brunnsarkivet</i>	43
<i>Svensk Fjärrvärme</i>	44
7.2 Beräknad produktion av kyla	44
7.3 Sammanställning av den svenska statistiken	46
8. Statistikläget utanför Sverige	47
8.1 Europa	47
8.2 USA	48
8.3 Kanada	49

8.4	Japan	49
8.5	Världen som helhet	49
9.	Miljövärdering av el och geoenergins miljöpåverkan	50
	<i>Miljövärdering av el</i>	50
9.1	Marginal el som begrepp	50
	<i>Geoenergins påverkan</i>	51
	<i>Förändring med tiden</i>	52
	<i>Miljöbesparingar</i>	53
	<i>Miljöbesparing från en energibrunn</i>	54
	<i>Lokal miljöpåverkan</i>	55
10.	Ekonomi - Vad kostar geoenergi	57
10.1	Ekonomiskt påverkande prestanda	57
10.2	Priskänslighet	58
	<i>Framtida prisjusteringar</i>	58
10.3	Effektivitet	59
10.4	Energibrunnens lönsamhet	60
	<i>Lönsamhet med rak återbetalning</i>	60
10.5	Långsiktig lönsamhet - LCC	61
11.	Forskningsläget	63
11.1	Forskning om akviferlager (ATES)	63
11.2	Forskning om groplager (CTES)	64
11.3	Forskning om borrhålssystem (BTES)	65
12.	Energi- och klimatpolitik som påverkar geoenergin.....	69
12.1	Dokument och beslut	69
12.2	EU:s handlingsplan för energieffektivitet 2006 och 2011.	70
12.3	EU:s direktiv om energieffektivitet	71
12.4	EU:s förnybartdirektiv	71
12.5	EU:s direktiv om byggnaders energiprestanda, EPBD 2, 2010/31/	73
	EU och Regeringens proposition "Vägen till mer effektiva energideklarationer", 2011/12:120	
12.6	Boverkets Byggregler, BBR 2012	74
12.7	Nära-nollenergihus, NNE	76
12.8	Regeringens proposition "En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi"	77
12.9	Handlingsplan för förnybar energi	77
12.10	Handlingsplan för energieffektivisering	78
12.11	Reparation, underhåll eller om- och tillbyggnad, ROT	80
	Referenser	81
	Bilagor	85
	Bilaga 1 Berggrundskarta över Sverige	86
	Bilaga 2 Grundvattenförekomster i Sverige	87
	Bilaga 3 Jordartskarta över Sverige	88
	Bilaga 4 Statistikunderlag	89
	Bilaga 5 Brunnsarkivets statistik om borrhålsbrunnar	92

Presentation av författarna

Johan Barth, Geotec och Svensk Geoenergi

Barth är geolog från Lunds Universitet och arbetade inledningsvis som hydrogeolog på Sweco och därefter som en av de ledande funktionerna i ett borrhingsföretag. Sedan 2007 är Johan Barth VD för Geotec och driver även Svensk Geoenergi

Olof Andersson, Geostrata

Olof Andersson är ursprungligen geolog från Lunds Universitet. Han disputerade 1982 i ämnet geodokumentation vid borrning och har under många år undervisat i borrhningstekniska ämnen. Som forskare (från 1990) och därefter deltid adjungerad professor vid Lunds Tekniska Högskola (1996-2006) har han bedrivit forskning och utveckling inom geoenergiområdet och har dessutom varit djupt delaktig i IEA, IA, ECES och Geotrained

Bo Nordell, LTU

Nordell leder LTUs forskargrupp inom förnybar energi och innehar där en professur. Han har i huvudsak arbetat med forskning och undervisning om förnybar energi, lagring av termisk energi, samt snö och is. Han har publicerat mer än 30 vetenskaplig artiklar och 90 internationella konferensbidrag. Han har examinerat 6 PhD, 7 Lic. och 45 MSc. Nordell fick år 2004 utmärkelsen Årets Miljöprofil. Nordell började tidigt arbeta med förnybar energi och energilagring (1979). Doktorsavhandlingen sammanfattar erfarenheterna av världens första storskaliga borrhållslager (1983-88). Ett viktigt bidrag till den snabba expansionen av borrhållssystem var utveckling av termisk responstest (1996).

Göran Hellström, Neoenergy

Göran Hellström inledde sitt värv inom geoenergin med att 1977 utveckla en simuleringsmodell för jordvärme. Han bildade 1978 markvärmegruppen vid LTH tillsammans med Johan Claesson. Inriktning har varit utveckling av termisk analyser och simuleringsmodeller för alla typer av geoenergi. Arbetet har utförts i samarbete med andra forskningsgrupper, särskilt Geosciences vid Lawrence Berkeley Laboratory och avdelningen för Förnybar Energi vid LTU. Han har varit djupt engagerad i IEA CHPSS och ECES samt Geotrained. Han disputerade 1991 på termisk analys av borrhållslager och blev 1993 docent på arbeten rörande termisk analys av akviferlager. Han har varit adjungerad professor vid LTU (2007-2010) och förutom aktiv forskning även undervisat i matematisk fysik, termodynamik och förnybar energi.

Magnus Berg, Nordic Law

Magnus Berg är advokat med mer än femton års erfarenhet av att hantera kvalificerade tillståndsprövningar i vatten- och miljömål. Magnus Berg har under de senaste åren handlagt ett flertal tillståndsprövningar av större geoenergianläggningar i landets Mark- och miljödomstolar.

Signhild Gehlin, Energi & Miljötekniska föreningen

Examinerad civilingenjör från Luleå Tekniska Universitet och doktorerade på Termisk Responstest. Signhild har bland annat varit chefredaktör för VVS-tidningen Energi&Miljö och är sedan 2009 generalsekreterare för Energi- och Miljötekniska Föreningen. Inom forskningsprogrammet för EFFSYS 2 och EFFSYS PLUS har Signhild fungerat som styrelsemedlem.

Hon har även ett engagemang för geoenergin utanför Sverige via ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), REHVA (Federation of European Heating and Air-Conditioning Associations), International Energy Agency, Implementing Agreement, Energy Conservation through Energy Storage (IEA IEA ECES), Annex 13 "Design, Construction and Maintenance of UTES Wells and Boreholes" och som styrelsemedlem i BELOK

Harry Frank, KVA

Professor Harry Frank tog sin civilingenjörsexamen på Chalmers och är dess hedersdoktor. Han har en lång karriär inom ABB bla var han under 10 år dess forskningschef och de senaste åren teknisk affärsutvecklare med inriktning på energifrågor. Byggt upp reaktiv effektkompensering för ABB inom elkraft med 50 % marknadsandel. Bland andra meriter kan nämnas en professur på Mälardalens Högskola inom innovationsteknik med inriktning energi.

Harry fick 1990 Sveriges äldsta teknikpris Polhemspriset och 1991 IVAs guldmedalj för sina insatser inom reaktiv effektkompensering.

Harry Frank är också medlem i Kungliga Vetenskapsakademien (KVA) och Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA).

Göran Risberg, SGU

Göran Risberg är hydrogeolog och är chef för avdelningen mark och grundvatten på SGU, Sveriges Geologiska Undersökning. Avdelningen behandlar frågor inom grundvatten och förorenad mark och ansvarar för SGUs miljökvalitetsmål "Grundvatten av god kvalitet".

Göran har under sitt yrkesliv varit engagerad i frågor runt borrhning, vattenförsörjning och geoenergi. Bland annat har Göran tillsammans med branschen verkat för införandet av certifiering av brunnsborrhare och framtagnandet av dokumenten till normbrunn 97, och -07 som idag är styrande för hur

vatten och energiborrning genomförs i Sverige.

Jan- Erik Nowacki, Nowab och KTH

Jan-Erik Nowacki har arbetat med värmepumpar sen 1975. Först som forskare på Studsvik – sedan som konstruktions och utvecklingschef på Thermia Energiteknik. Han har också arbetat på KTH som forskare med värmepumpar. Han har avlagt en Tekn lic. på KTH, avdelningen för Tillämpad Termodynamik. Sedan många år tillbaka är han också teknisk rådgivare till Svenska Värmepumpföreningen

Sammanfattning

I samband med den första oljekrisen i början av 1970-talet satsade den Svenska staten på forskning inom markburen energi och energilagring. Det har gett upphov till att Sverige idag står för 25 % av världens samlade geoenergi. I Sverige är geoenergin den tredje största förnybara energikällan. Mellan 11 – 12 TWh förnybar, lokal och gratis kyla och värme levereras till svenska hushåll, processer, och kommersiella fastigheter.

Det finns inget system för insamling av statistiska data utan underlaget baseras till stor del på välgrundade uppskattningar och med tanke på mängden förnybar energi finns ett stort behov för en systematisk statlig insamling av data.

Energimyndigheten väljer att mot EU redovisa det förnybara bidraget från geoenergin men att negligera det i den svenska statistiken.

Användningsområdena för geoenergin är normalt konventionell uppvärmning av fastigheter. Allt från villor till stora bostadsrättsföreningar med många hundra lägenheter. Industriens och anläggningars behov av kyla har visat sig vara ekonomiskt fördelaktiga att driva med geoenergi. På de ställen där fastigheterna har behov av både värme och kyla har geoenergin den unika egenskapen att överskott från en säsong lagras i berggrunden till nästa. När det gäller energilagring med värme och kyla har geoenergin den största potentialen med stora ekonomiska och miljömässiga fördelar.

Geoenergin skall ur ett miljöpåverkansperspektiv likställas med solenergi och den drivenergi som behövs för att utvinna geoenergin skall miljövärderas utifrån gällande direktiv för beräkning av koldioxidutsläppen på inom varje lands gränser. Använder man handelsstatistik från Nordpol skall det årliga utbytet mellan länderna användas.

Geoenergin är mindre känslig för omgivningens prisförändringar på grund av utväxlingen mellan levererad energi och köpt energi. Faktorn varierar mellan 3 – 60 beroende på val av system och förutsättningar. Belyst i en LCC modell visar geoenergin på stor lönsamhet på grund av låg driftskostnad, låga underhållskostnader och lång livslängd.

Geoenergin är en naturresurs för vilken det inte finns geografiska eller geologiska begränsningar. Sett ur ett anläggningsperspektiv är potentialen för geoenergin enorm.

Sverige har bland de globalt främsta forskarna inom området, både inom värmepumpande teknik, marklagring och termisk responstest. Intresset

från stat och myndighet att satsa på forskning inom dessa discipliner är däremot lågt, jämfört med andra ämnesområden.

Förutom forskarna, har en betydande och världsledande teknikindustri utvecklats i Sverige. Idag exporteras både material men även Know How världen över till länder som ser stor potential i geoenergin.

EU och Sverige betraktar geoenergin som förnybar. I flera utredningar, direktiv och regelverk finns geoenergin med och passar väldigt bra in på de krav på energiprestanda och förnybarhet som ställs. Enligt Energimyndighet och Boverk betraktas däremot en fastighet som kyla/värme med geoenergi som "eluppvärmd", något som ger en felaktig bild av verkligheten eftersom anläggningens energiavgivning inte beaktas, endast det den drivs med.

EU:s förnybarhetsdirektiv är tydligt med att likställa geoenergin med solenergi. Dock kan EU:s direktiv om energieffektivitet leda till att verktyg skapas att via stadsplanering låsa fast användare i fjärrvärme/fjärrkyla och därmed stänga ute andra energisystem.

I regeringens handlingsplan för förnybar energi har geoenergin funnits med i det riktade stödet för konvertering i småhus. Däremot finns geoenergin inte med i de planer för hur miljömålen skall nås. I handlingsplanen för energieffektivisering avser regeringen öka stödet för energieffektiv teknik.

I budgetpropositionen 2012 ligger fokus på fjärrvärmens och en stor satsning på information och utbildning via Energimyndigheten. Det finns inga öronmärkta medel för geoenergin och Energimyndigheten har hittills inte haft någon information om geoenergi eller energilagring i mark

Summary

With the first oil crises in the beginning of 1970, the Swedish government invested in, at that time, innovative technology using the underground as a source of energy for space heating. By developing these shallow geothermal systems the goal was to decrease the dependence of oil.

The result of these efforts is that some 25 % of the world's total amount of shallow geothermal systems is placed in Sweden. Today, heat and cold derived from the underground is the third largest renewable energy source in Sweden. It has been estimated that the shallow geothermal systems contribute with 11–12 TWh to the heat supply in Sweden.

There is a lack of proper data for calculations of how much thermal energy is captured from the underground. Hence, the statistics shown in this report are based on reasonable estimates, having the sales of heat pumps as a prime source of information.

The Swedish Energy Agency chose not to report the domestic contribution from small-scale geothermal plants in Swedish statistics. Only the figures from the heat pumps in the district heating systems are reported. On the other hand in the statistic reports to EU, the Agency calculates with a significant amount from small-scale ground source heat pumps. This indicates that shallow geothermal should be more properly dealt with in the energy supply statistics.

The geothermal storage systems are used for combined heating and cooling of commercial and institutional buildings, often in a large scale. Some of these systems are also applied to district heating and cooling as well as in some industries. The unique technology to store thermal energy in the underground from one season to another makes a great positive impact to the economy and to the climate.

From an environmental perspective, shallow geothermal should be equivalent to solar energy and some other renewables. The electricity needed to run the plants should preferably be evaluated based on current directives for calculations of carbon dioxide emissions within each country.

Shallow geothermal systems are most often reasonable profitable, looked upon as short term repayment of the investment. In addition, the user is less sensitive for price changes on the energy market. This is due to the high efficiency of such systems. Evaluated with LCC-analyzes, shallow geothermal shows even higher profits. This is a result of low operating costs, low maintenance cost and a long life span.

Shallow geothermal is a natural resource without any geographical or geological constraints and the potential is therefore huge.

Seen from a global view, Sweden has top scientists, both in technology for heat pumps, ground energy storage and thermal response tests. Sweden has also a world leading industry in the field of shallow geothermal and exports a number of products and know how to other countries. Still, there is not much of an interest from the governmental side to invest in the further research and development of these systems.

Both EU and Sweden contemplate shallow geothermal as renewable. Regarding the requirements in sustainability and renewability stated in several directives and reports, few other energy systems fit as significant as shallow geothermal energy does.

Even if the majority of the energy supplied to a facility by a geothermal plant is renewable and free, the Swedish Energy Agency still defining that facility as heated by electricity only.

Even if the EU directive 2009/28 EC for renewable energy sources clearly defines geothermal as renewable, the new proposal from EU about energy efficiency could lead to a strong monopoly for district heating, omitting other energy resources.

The government has supported a conversion in single households to water supplied energy systems, including shallow geothermal. But shallow geothermal is excluded in the governmental targets to reach environmental sustainability, even if the government refers to invest in more energy efficient technologies.

The governmental budget for 2012 is totally focused on district heating, and a major effort is proposed to be invested in education through the Swedish Energy Agency. So far, the Swedish Energy Agency has had none or little information about neither shallow geothermal nor the efficient ground energy storage systems.

1. Inledning och läsanvisning

Rapporten är framtagen av Geotec och Svensk Geoenergi för att fylla i en kunskapslucka i samhället. Hittills har det inte funnits någon heltäckande redogörelse för hur de markbunda systemen fungerar och hur stor del av det svenska energisystemet dem har.

Rapporten är uppdelad i kapitel för vilket en eller flera författare har haft sitt ansvarsområde. Författarna har också haft möjlighet att påverka andra kapitel. Avsändaren är därmed gruppen i sin helhet med Geotec och Svensk Geoenergi som samordnare och uppdragsgivare.

Till respektive kapitel finns referenser som, om inget annat anges i textmassan, återfinns i slutet av rapporten.

2. Geoenergins historia

År 1912 tog den mexikansk-schweiziske turbiningenjören Heinrich Zoelly patent på en eldriven värmepump med marken som energikälla [1]. Det kan sägas vara avstampet för geoenergins utveckling i modern tid. Idag finns det över miljonen värmepumpsystem med marken som energikälla installerade över hela världen [2], och utöver detta även många geoenergisystem utan värmepump.

Utvecklingen av geoenergin det första halvseket efter Zoellys patent gick långsamt. Under 1940-talet tryckte amerikanen Robert C Webber ner 152 meter kopparslingor till två meters djup i marken och skapade det första direktexpansionssystemet med geoenergi [1]. I Kina började akviferlager utvecklas för att lagra vinterkyla till sommarhalvåret, och vid 1980-talets mitt hade Shanghaiområdet närmare 500 system i drift, varav 90 % försåg byggnaderna med både kyla och värme [3].

Det var ur 1970-talets första oljekris som utvecklingen av geoenergi tog fart. Österrikaren Jürg Rechsteiner sänkte år 1974 ner en 70 meters borrhålskollektor i Lustenhaus sand [2], och i samma veva byggdes akviferlager i USA och Nederländerna [3]. I Sverige byggdes det första borrhålslagret i Sigtuna 1978. Det försåg ett större enfamiljshus med värme på helårsbasis och bestod av 42 solvärmda borrhål. Samma år startades utgivningen av ett nyhetsbrev om energilagring i mark vid Lawrence Berkeley Laboratory i USA, och tre år senare hölls den första forskningskonferensen om geoenergi i Seattle. Sverige var ett av länderna som var mycket aktiva inom utvecklingen av geoenergin på 1980- och 1990-talet. Utvecklingen av de matematiska modellerna för geoenergi i Per Eskilsons avhandling 1987 och Göran Hellströms avhandling 1991 har haft avgörande betydelse. Under denna period var ett flertal länder engagerade och många akviferlager byggdes i områden med lämplig geologi. Holland blev världsledande inom akviferlagertekniken. Det experimenterades även med att lagra hetvatten i bergrumslager under 1980-talet. Ett fåtal sådana exempel finns i världen, bland annat de två första bergrumslagren som byggdes i Avesta och Lyckebo.

Världens första storskaliga borrhålslager för lagring vid hög temperatur byggdes vid Luleå tekniska universitet år 1982. Värmelagret som bestod av 120 hål och var anslutet till fjärrvärmennätet var i drift 1983-1990. Trots att tekniken var väl fungerande har intresset för högttemperaturlager varit begränsat fram till nyligen, då en större kopia av Luleålagret har tagits i drift i Emmaboda [4].

Under 1990-talet var aktiviteten inom geoenergi stor inom International Energy Agency, IEA och flera framgångsrika Annex drev på utvecklingen och

skyndade på spridningen av tekniken till nya länder. I Sverige byggdes flera större geoenergianläggningar i främst södra och mellersta Sverige. Frikyla med bergborrhål slog igenom som en robust, energisnål och underhållsfri kylteknik för telekommunikation.

Utvecklingen av mobil termisk responstest (TRT) under slutet av 1990-talet är en viktig orsak till expansionen av borrhålslager i världen. Mätmetoden bestämmer markens termiska egenskaper på plats, och föreslogs vid en internationell lagringskonferens i Stockholm 1983 [5]. De första TRT-utrustningarna utformades vid LTU och i USA 1995 [6, 7]. Mätmetoden har pedagogiska förtjänster för att tydliggöra borrhålslagrens funktion och är idag spridd till ett 40-tal länder.

Idag finns omkring 1500 större akviferlager i världen, varav ett tusental i Holland. I Sverige finns ett hundratal akviferlager i drift. Ett av världens största akviferlager för kylning och uppvärmning togs år 2009 i drift vid Arlanda flygplats [8]. Borrhålssystem är dock det vanligaste markkopplade systemet för uppvärmning och/eller kylning av byggnader idag. I Sverige finns över 300.000 småskaliga, värmepumpsanslutna system för småhus och ca 300 större system, med eller utan värmepump.

3. Vad är Geoenergi?

Geoenergi består i huvudsak av solenergi, som passivt inlagras i marken. Solen har en effekt ner till några hundratals meters djup, därefter tar energin från jordens inre, den geotermiska energin, över. Som framgår av bild 1 varierar temperaturen sett över året ner till ett djup av ca 15 m. Platsens

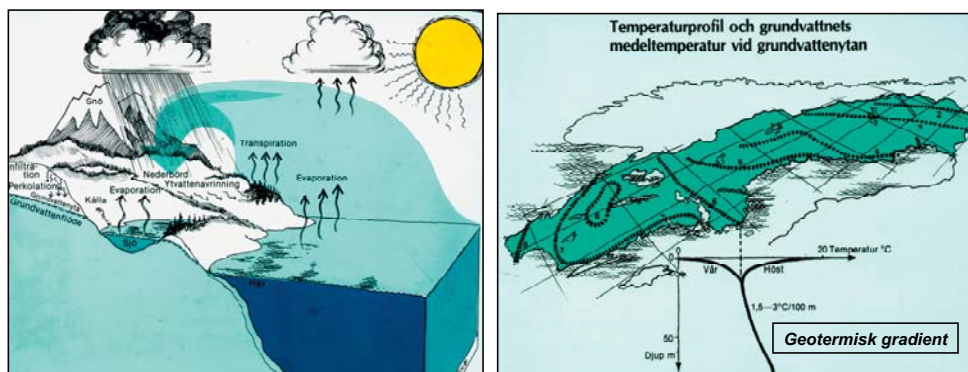


Bild 1: Geoenergin består av lagrad solvärme och en del värme som strömmar mot markytan från jordens inre längs den geotermiska gradienten.

geografiska läge avgör hur varmt eller hur kallt det blir ner till detta djup. Därunder är temperaturen konstant under året och ökar med djupet på grund av den så kallade geotermiska gradienten. I urbana miljöer kan temperaturen inledningsvis sjunka med djupet, för att på 50 - 80 m djup börja stiga. På ca 100 m djup är temperaturen normalt samma som årsmedeltemperaturen på just den platsen.

En nedkylning av jord eller berg vid ett värmeuttag under vintern återladdas igen under sommaren med hjälp av solvärme ovanifrån.

Att förändra temperaturen i en stor bergmassa tar lång tid och därför kan också berget "spara" en mot omgivningen avvikande temperatur under en längre tid. Hur stor skillnaden är mot naturligt ostörd temperatur, avgör hur länge förändringen sparas. Det kan ta månader upp till år att återgå till normaltemperaturen.

Vid en temperaturskillnad återladdas berget av solenergi via markytan och från sidorna.

Om uttaget är större än återladdningen kommer utbredningen av den bergvolymen med en avvikande temperatur från omgivningen att på sikt sprida sig. Även om det kan ta flera år är det inte ett önskvärt scenario eftersom den temperatur som man skall utnyttja också förändras i allt större grad.

Därför är det viktigt att dimensionera av ett geoenergisystem så att det råder balans mellan aktivt uttag och omgivningens passiva återladdning.

Om uttaget är större än passiva återladdningen från omgivningen kan man aktivt återladda via samma system. Detta gör att vi skiljer mellan två olika typer av geoenergisystem – passiva och aktiva.

3.1 Passiv geoenergi - uttag

I passiva system sker en återladdning av marktemperaturen endast genom omgivningens påverkan. Jämvikt uppnås genom korrekt dimensionering.

Det vanligaste systemet är bergvärme, se bild 2. Det används företrädesvis till villor men även fastigheter med många hundra lägenheter. Oftast borras



Bild 2: Bergvärme, ofta till en enskild villa i tätbebyggelse, hämtar värme från berget.

en brunn med en diameter av ca Ø 150 mm i vilken det monteras en värmeväxlare – en normal vattenledningsslang. Brunnsdjupet varierar mellan 100 - 300 m beroende på hur stort energiuttag som skall göras. Brunnen eller brunnarna placeras också normalt på den egna fastigheten. En köldbärarvätska, oftast en lösning av bioetanol och vatten, cirkuleras i slangen och "hämtar" energi från berget.

Energin i köldbärarvätskan växlas i normalfallet över till en värmepump som i sin tur "förädlar" den förhållandevis låga temperaturen i berget till nyttjbar temperatur i våra hushåll.

Normalt placeras borrhålen 15 – 20 m från varandra. På så sätt undgår man termisk kortslutning mellan borrhålen.

Systemet är slutet och kräver minimalt med underhåll. Systemet kan även användas för komfortkylning vilket i så fall genererar ett gynnsamt tillskott till värmesäsongen genom återladdning.

Ytjordvärme eller jordvärme, se bild 3, kan användas istället för bergvärme då man har en större tomt. Slangar plöjs eller grävs ned på ett djup av ca

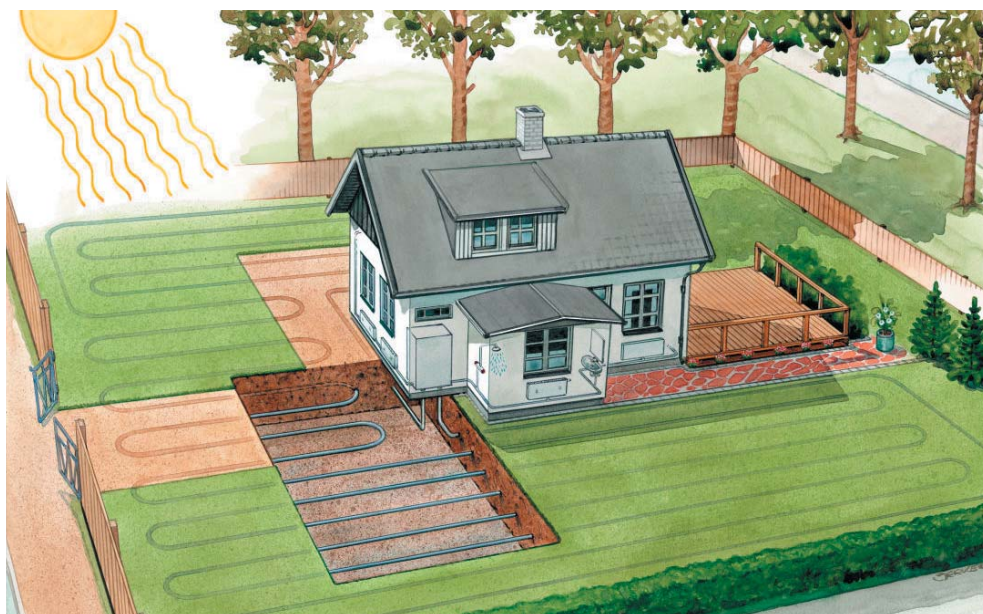


Bild 3: Jordvärme, ofta för enskild villa på landsbygd, hämtar värme från de övre jordlagren.

1 m. Systemet bygger oftast på att frysa en del av markens fuktighet runt själva slangen. Vid frysningsprocessen frigörs stora värmemängder (isbildningsvärme) som förs över till köldbäraren i slangsystemet. Systemet går dock inte att använda för komfortkylning eftersom marktemperaturen på sommaren blir för hög.

Grundvattensystem är det effektivaste sättet att utnyttja geoenergi. Där används det i marken naturligt förekommande grundvattnet som energibärare i stället för bergvärmens köldbärare. Eftersom grundvattnet finns i markens porer eller sprickor – ett grundvattenmagasin eller akvifer - är den energiväxlande ytan vida överstigande den yta som man kan uppnå hos ett slangförsatt borrhål.

Grundvattnet som energibärare pumpas ur en eller flera brunnar och återförs via likvärdiga brunnar till grundvattenmagasinet igen efter energiutaget. Systemet förutsätter att det finns uttagbart grundvatten inom eller i närheten av fastighetens gränser. Grundvatten kan också användas för komfort- och processkylning. Systemen går också med fördel att göra storskaliga.

3.2 Aktiv geoenergi - lagring

Borrhålslager används till större fastigheter och industrier som både behöver värme och kyla. Det är i princip samma teknik som bergvärmen, men med tätt sittande borrhål vilket skapar förutsättningar för aktiv säsongslagring av värme och kyla genom att en större bergsvolym värms eller kyls. Principen för det vanligaste systemet framgår av bild 4. Under vintern tas



Bild 4: Borrhålslager för kombinerad försörjning av värme och kyla.

värme ur berget som då kyls ned. Det nedkylda berget används sedan under sommaren för produktion av komfortkyla. Vid uttag av kyla återvärms berget till ursprunglig temperatur. På så sätt utnyttjas energin mer än en gång. Lagret blir effektivare ju större det är. I de flesta fall är lagervolymen större än 100 000 m³ med ett 30-tal borrhål. Det finns dock flera svenska exempel på betydligt större lager med mer än 100 borrhål. Avståndet mellan borrhålen är oftast 4-6 m eftersom man vill att borrhålen skall samverka och påverka varandra. Antalet hål, håldjup och avstånd beror, förutom energilastens storlek, främst på geologin och bergets termiska egenskaper. Borrhålslagren kräver förhållandevis liten yta och oftast går det att utnyttja parkeringsplatser, grönområden och liknande. Det finns också exempel på lager som ligger under byggnader.

Under utveckling är värmelager för hög temperatur som kan användas både som säsons- och korttidslager kopplat till fjärrvärme eller industrier med stora mängder spillvärme. Ett sådant borrhålslager kan även användas till säsongslagring av solvärme.

Borrhålslagren innehåller inga rörliga delar och kräver därför ett minimum av tillsyn och underhåll. Dessa lager har dessutom en mycket lång livslängd och kan i princip avskrivas i samma takt som de fastigheter de betjänar. Tillståndsprocessen är vanligen enkel.

Akviferlager används mest i storskaliga tillämpningar, från större offentliga byggnader till fjärrvärme och fjärrkyla. Solenergin lagras i marken och är den beskaffad så att grundvatten lätt kan röra sig i marken kallas den akvifer (grundvattenmagasin). Ett brunnssystem använder grundvattnet som energibärare. Grundvattnet pumpas upp ur och återförs tillbaka till akviferen. I de allra flesta fallen lagras både värme och kyla på olika ställen i akviferen som då får en varm och en kall sida, se systemprincipen, bild 5. Uppdelningen på varmt och kallt gör dessa system ytterst effektiva.

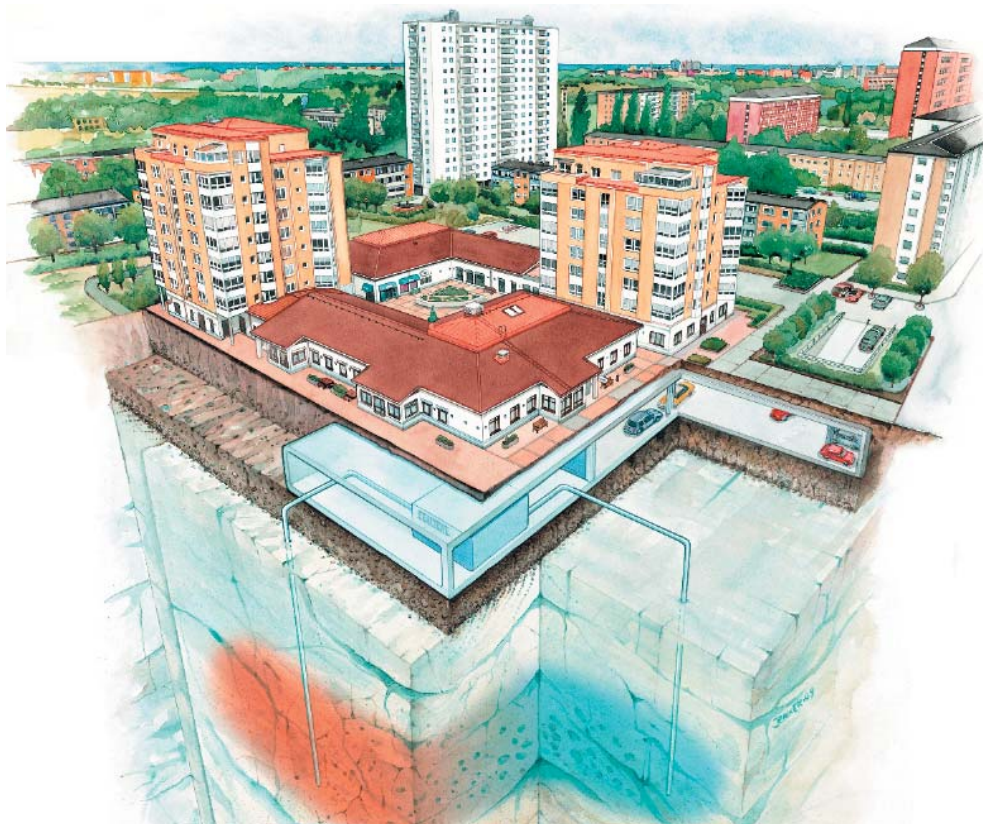


Bild 5: Akviferlager är ett av de effektivaste sätten att utvinna geoenergi.

Behovet av kyla klaras normalt helt utan hjälp av tillverkad kyla, så kallad kompressorkyla. Temperaturen på den varma sidan är vanligen 12-15°C, och på den kalla sidan 5-7 °C. Det finns också system där enbart kyla eller värme lagras. I dessa fall är det oftast ytvatten som används som energikälla. Akviferlagren har en begränsad geografisk potential genom att lämpliga akviferer bara finns på 10-15 % av landets yta. Å andra sidan är bebyggelsen oftast koncentrerad till platser där det finns akviferer i form av rullstensåsar, berggrund med vattenförande sandsten och kalksten. Ett driftproblem kan vara vattenkemiskt orsakad korrosion eller utfällningar i brunnar och andra systemkomponenter.

Tillståndsprocessen kan ibland vara både tidskrävande och komplicerad, vilket gjort att man i vissa fall avstått från denna teknik trots att förutsättningarna i övrigt varit gynnsamma.

4. Naturresursen geoenergi

Sveriges geologiska undersökning (SGU) är en expertmyndighet under näringsdepartementet för frågor om berg, jord och grundvatten. En av myndighetens huvuduppgifter är att främja användningen av geologisk information i samhällsplaneringen. Som ansvarig myndighet för miljö kvalitetsmålet "Grundvatten av god kvalitet" följer SGU bland annat upp och verkar för att skyddet och användningen av grundvattnet förbättras och att grundvattnets kvalitet utvecklas i rätt riktning. Geoenergi som naturresurs berörs och är beroende av samtliga ovan angivna ämnesområden. SGU har därför under senare tid fokuserat på att dels skapa underlag för bättre dimensionering och säkrare anläggning av geoenergi. Geoenergi är en förnybar energiresurs som utnyttjar markens energilagrande förmåga. Geoenergi skall inte förväxlas med geotermi där det uteslutande är jordens inre värme som utvinns och som inte kommer belysas i denna text men som även denna kan ha stor potential för vissa delar av landet.



Förutsättningarna för geoenergi är goda i Sverige. Klimatet med varma somrar och kalla vintrar passar mycket bra för uttag och lagring av energi ur jord, berg och grundvatten. En annan fördel för geoenergin är att den svenska bergrunden generellt sett har goda värmeledande egenskaper. Inom vissa delar av landet finns även goda förutsättningar för uttag av geoenergi direkt ur grundvattnet. Dessutom är jordlagret ofta tunnt < 10 m, vilket innebär att man inte behöver borra djupt för att nå berget. Den senare tidens fokus på klimatfrågor och energieffektiviseringar har inneburit ett stort intresse för förnybara energikällor. Geoenergi används idag till allt från uppvärmning av villor till kylning av industri. Sverige är ledande i

Europa avseende användande av geoenergi för uppvärmning av fastigheter. Många av innovationerna inom geoenergi kommer från Sverige både avseende teknisk utrustning och kunskap inom dimensionering. Geoenergin har därför också blivit en viktig exportindustri, inte bara material utan även Know How, som sysselsätter en stor och varierad yrkeskår.

Under den senaste 15- till 20-årsperioden har antalet geoenergianläggningar ökat dramatiskt. Det saknas exakta uppgifter på hur många anläggningar som har installerats, men SGUs kvalificerade uppskattning är det existerar mer än 400 000 anläggningar idag.

Varje år tillkommer mer än 30 000 nya anläggningar. Det kan jämföras med de knappt tusen anläggningar som anlades per år i slutet av 80-talet. Antalet nyinstallationer för villamarknaden bedöms inte öka i samma takt framöver men kommer troligtvis att ligga kvar på en relativt hög nivå. Samtidigt har större fastigheter, industrier, köpcentra m.m. i en allt större omfattning börjat installera geoenergi i form av, borrhåslager och akviferlager. Som framgår av diagram 1 borras också brunnar allt djupare för varje år i takt med att borrhäls-tekniken utvecklas och i syfte att få ut en högre energimängd per borrarad brunn.

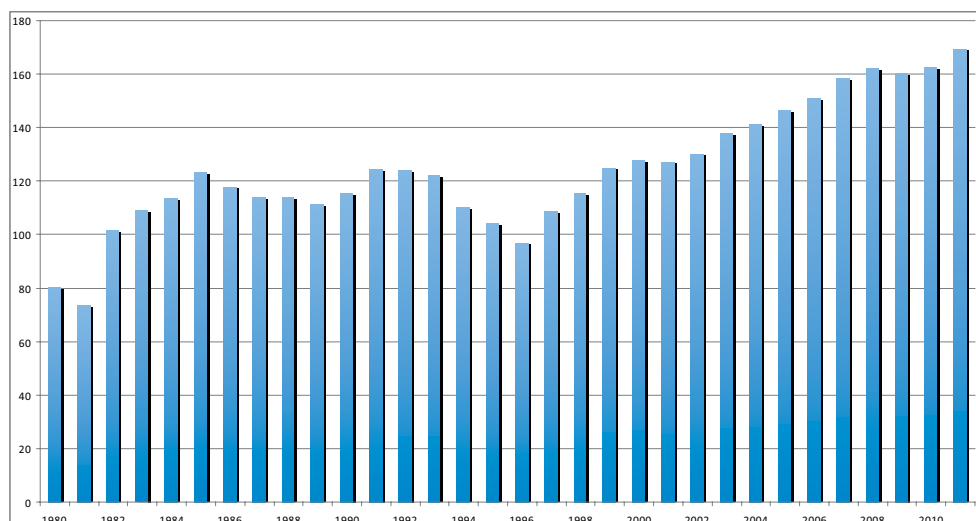


Diagram 1: Utvecklingen av borrhålsdjup. Källa: Brunnsarkivet SGU.

Energi från jord, berg och grundvatten utgör idag tillsammans med vattenkraften och bioenergin från kraftvärmeverk, Sveriges tredje största förnybara energikälla. Trots att geoenergin bidrar till minskade utsläpp av växthusgaser i Sverige nämns sällan geoenergin bland de förnybara energikällorna. Det borde också vara ett av de energislag som beaktas av kommunerna vid tillämpning av lagen om kommunal energiplanering. SGU har i sitt remissarbete under senare tid i ett flertal fall påpekat avsaknaden av planering för dricksvatten och energiförsörjning de kommunala /regionala översikt- och energiplaneringarna. SGU förespråkar att alla kommuner och län har

en aktuell energi-, material- och dricksvattenförsörjningsplan. SGU har av dessa orsaker valt att lyfta fram geoenergin som en förnybar energikälla och naturresurs, samt även lyft fram den i en av de nyligen av regeringen beslutade preciseringarna i miljö kvalitetsmålet Grundvatten av god kvalitet, ex Skåne län, förslag till regionalt åtgärdsprogram för miljö kvalitetsmålen 2012-2016, 501-1034-11 1200-001.

Ur ett rent geologiskt och anläggningstekniskt perspektiv är det fullt möjligt att utföra en geoenergianläggning oavsett plats i Sverige. Energibehovet och de geologiska förutsättningarna är dock avgörande för vilken form av geoenergi som är lämpligast i det enskilda fallet.

På berggrundskartan (bilaga 1) redovisas Sveriges berggrund. Större delen av den svenska berggrunden utgörs av kristallin berggrund, så kallat urberg. Undantaget från detta är den svenska fjällberggrunden och de sedimentära bergarterna huvudsakligen i södra Sverige. Den kristallina berggrunden är mycket lämplig för borrhålslager och enskilda anläggningar. I de flesta fall är de värmeöverförande egenskaperna mycket goda och borrentreprenaden relativt okomplicerad. Vattentillgången i denna typ av berggrund är vanligtvis inte tillräcklig för att anlägga akvifersystem. I den sedimentära berggrunden, främst sandsten/kalksten är däremot vattentillgången många gånger betydligt större vilket öppnar möjligheten till att även anlägga akviferlager, se bilaga 2 om Sveriges grundvattentillgångar.

I övrigt är det framför allt de större sand- och grusavlagringarna som har tillräckligt stor grundvattentillgång och uttagsmöjlighet för att utnyttja grundvattenbaserad geoenergi i större skala. Energipotentialen för akviferlager är mycket stor men sammantaget är det relativt få platser i landet där större geoenergianläggningar i form av akviferlager är möjliga att utföra och i vissa fall kan anläggningen även stå i konflikt med vattenförsörjningsintressen. Det är därför viktigt att framtida forskningsinsatser bland annat fokuseras på att utreda och vid behov minimera riskerna med ett samutnyttjande av naturresursen grundvatten för dricksvattenförsörjning och geoenergi. Det är också viktigt att dessa grundvattenförande avlagringar skyddas mot övrig exploatering som kan begränsa uttagsmöjligheterna av dricksvatten och energi.

I bilaga 3 redovisas Sveriges jordarter. Det finns relativt få stora geoenergianläggningar som utnyttjar jordlagren som naturresurs och energikälla. Detta beror troligtvis på att anläggningarna tar en stor markarea i anspråk samt att det förekommit vissa problem med markskador till följd av lagring och uttag av energi. Kunskap om jordarten och dess mäktighet (tjocklek) är dock av stor betydelse vid dimensionering och kostnadsberäkning av övriga geoenergianläggningar.

Geoenergi i form av utnyttjande av sjöar, deras bottensediment och ytvattendrag har också stor potential men ofta finns det anläggningstekniska problem samt konkurrerande intressen att beakta. Utöver detta kan även känsliga limnologiska miljöer omöjliggöra utnyttjande av ytvatten som resurs för geoenergi.

5. Geoenergi och lagen

5.1 Vad kräver miljöbalken av den som skall anlägga en geoenergianläggning ?

I miljöbalken regleras de krav som ställs på en verksamhetsutövare som önskar anlägga en geoenergianläggning. Omfattningen av de krav som ställs skiljer sig åt beroende på om det rör sig om en s k akviferanläggning, det vill säga en anläggning som innebär bortledande och i vissa fall återföring av grundvatten, eller om det rör sig om en anläggning där man inte avser bortleda något grundvatten, exempelvis s k borrhålslager.

Detta avsnitt avser att belysa de krav som miljöbalken ställer på respektive sådan anläggning och även ta upp och redovisa begreppen ”termisk rådighet” och ”bästa möjliga teknik”.

Akviferanläggning

Med en akviferanläggning menas en geoenergianläggning som bortleder och oftast återför grundvatten för utvinning av kyla eller värme. I juridisk mening är en sådan anläggning att betrakta som en vattenverksamhet/vattenanläggning, vilket innebär att reglerna i 11 kap miljöbalken är tillämpliga. Dessa regler fördes i princip över oförändrade från 1983 års vattenlag i samband med miljöbalkens tillkomst.

Huvudregeln i 11 kap miljöbalken är att det krävs tillstånd till bortledning av grundvatten. Detta oaktat trots att det vatten som bortleds, efter värmewäxling, kommer att återföras till det grundvattenmagasin ur vilket det bortletts och att det därmed inte sker något nettouttag. Tillstånd till grundvattenverksamhet provas av Mark- och miljödomstolarna och skall alltid föregås av ett samrådsförfarande enligt 6 kap miljöbalken. Vid en sådan tillståndsprövning krävs det att sökanden/verksamhetsutövaren har så kallad rådighet över den fastighet eller fastigheter på vilket uttagspunkten och eventuellt återföringen av grundvatten sker. Vad gäller en fråga som ofta är uppe i dessa sammanhang om krav på s k termisk rådighet redovisas detta nedan.

Från huvudregeln om tillståndsplikt finns det undantag. Enligt 11 kap 11 § 1 p. miljöbalken behövs det inte tillstånd för bortledning av grundvatten för värmeförsörjning för en- eller tvåfamiljsfastigheter. Enligt 11 kap 12 § miljöbalken behövs det heller inte tillstånd om det är uppenbart att varken allmänna och enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena. Vad gäller detta sista undantag är det i de allra flesta fall så, i vart fall när det gäller lite större anläggningar, att det är svårt att visa att man uppfyller kravet på uppenbarhet. Uttalanden i domar och litteratur stöder också uppfattningen att det i de allra flesta fall krävs

tillstånd om man skall bortleda grundvatten.

En av fördelarna med att söka tillstånd, oavsett om man bedömer att det behövs eller ej, är att man genom tillståndet ges en rätt till de grundvattenvolymer som tillståndet avser och att denna rätt i stora delar gäller mot andra som i framtiden önskar utnyttja samma grundvattenresurs. Genom tillståndet/ domen får man också prövat samtliga konsekvenser av verksamheten, dvs inte bara det faktiska grundvattenbortledandet, vilket innebär att man inte behöver vara orolig för ytterligare krav från myndigheter på hur den tillståndsprövade verksamheten skall bedrivas. Man får således en rätt som gäller gentemot alla, både enskilda och det allmänna.

Borrhåslager och liknande anläggningar

Den i dag vanligaste typen av geoenergianläggningar är sådana där man inte leder bort något grundvatten, i dagligt tal benämnt bergvärme eller bara värmepumpar. Dessa anläggningar utgörs i normalfallet av antingen borrhål i vilka man för ner värmeväxlare, s k kollektorslangar för utvinning av energi, eller på annat sätt nedgrävning i mark.

Under förutsättning att det inte sker någon bortledning av grundvatten räcker det för denna typ av anläggning att det görs en anmälan till kommunens nämnd för miljöfrågor. Detta gäller oavsett om det är en liten anläggning för en- eller tvåfamiljsfastighet eller om det är en stor anläggning. Under vissa förutsättningar, vilket är ovanligt, har kommunen rätt att med stöd av 17 § i förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd föreskriva att det skall krävas tillstånd. Beslut om tillstånd i denna del beslutas av den lokala nämnden som första instans.

En anmälan enligt ovan ger inte de rättigheter som följer med ett tillstånd som prövats i Mark- och miljödomstolen, men är å andra sidan mindre kostnadskrävande och går i de flesta fall snabbare.

5.2 Begreppet "Termisk rådighet"

Frågan om behovet av s k termisk rådighet i samband med anläggande av större geoenergianläggningar och mindre värmepumpsanläggningar är från och till uppe till diskussion och i det sambandet uppstår ofta missuppfattningar vad gäller begreppet och risken för termisk påverkan.

Frågan om s k termisk rådighet uppkom första gången i slutet på 1990 talet i samband med en tillståndsprövning av en geoenergianläggning i Malmö, det s k Malmö Värme-målet. Målet avsåg prövning av en tillståndsansökan om att få anlägga en relativt omfattande grundvattenbaserad geoenergianläggning i centrala Malmö. Målet prövades med stöd av 1983 års Vattenlag. På samma sätt som gäller i dag enligt miljöbalken behövde företagen i samband med prövningen styrka att man hade vattenrättslig rådighet för den

sökta verksamheten. I detta fall innebar det att företaget behövde visa att man antingen ägde eller hade en med äganderätt jämställd rådighet till de fastigheter på vilka uttags- och återföringsbrunnarna var belägna (brunnsfastigheterna). Något som företaget kunde visa.

I samband med tillståndsprövningen väcktes dock frågan om i vilken grad det återförda grundvattnet kunde påverka temperaturen i berggrunden och om denna temperaturpåverkan även kunde påvisas utanför brunnsfastigheterna. Företaget uppgav då att det inte var uteslutet att en viss termisk påverkan kunde komma att påvisas även utanför brunnsfastigheterna. Dåvarande vattendomstolen gjorde då sammanfattningsvis den bedömningen att även denna tillkommande påverkan borde omfattas av kravet på rådighet över de fastigheter som kunde påverkas av en temperaturhöjning, s k termisk rådighet. Eftersom företagen inte kunde visa att man hade sådan rådighet ogillades ansökan.

Malmö Värme överklagade först till dåvarande Vattenöverdomstolen, vilka gick på vattendomstolens linje, och därefter vidare till Högsta domstolen (HD) som tog upp målet till prövning.

HD började med att konstatera att det krav på rådighet som uppställs för utförande av vattenföretag i förevarande fall endast gäller frågan om bortledning av grundvatten. För övriga åtgärder såsom återföring av uppvärmt grundvatten, vilka i sig inte utgör ett vattenföretag, finns det inga rådighetskrav. Därmed slog HD fast att det är tillräckligt att företaget råder över det område där den geografiska punkten för grundvattenbortledningen sker (se vidare Högsta domstolens dom av den 7 december 2001 i mål nr T 3084-00).

Eftersom reglerna om vattenrättslig rådighet inte har ändrats i och med miljöbalkens ikraftträdande och då det inte kommit någon ytterligare rättspraxis på området, gäller vad HD anförde. Det innebär således att det inte finns något krav på att en verksamhetsutövare som söker tillstånd till en grundvattenbaserad geoenergianläggning måste ha någon annan rådighet än den vanliga vattenrättsliga rådigheten, vilken regleras i 2 kap lag (1998:812) med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet. Det finns således inte någon rättslig term som heter "termisk rådighet".

5.3 Begreppet bästa möjliga teknik

Alla som i framtiden avser att, eller för tillfället bedriver en verksamhet som kan påverka människors hälsa eller miljön är skyldiga att beakta de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap miljöbalken. Av dessa allmänna hänsynsregler framgår av 2 kap 3 § miljöbalken att alla som bedriver yrkesmässig verksamhet skall använda bästa möjliga teknik.

Frågan om vad som är att betrakta som bästa möjliga teknik vad gäller energitillverkning har prövats av miljödomstolen i ett avgörande i Värnamo, Svea Hovrätt, miljööverdomstolen, mål nr M 3772-08. I detta ärende nekade kommunen en fastighetsägare att installera geoenergi och framförde som skäl att fjärrvärme var att anse som "bästa möjliga teknik" i förhållande till den ansökan om tillstånd till geoenergianläggning som domstolen hade att pröva, varför denna ansökan på denna grund skulle avvisas. Domstolen inhämtade i målet yttrande från Energimyndigheten som i ett kortfattat avgörande slog fast att geoenergi och fjärrvärme jämförelsemässigt båda är att betrakta som bästa möjliga teknik. Trots detta avgörande har ett flertal kommunala miljöförvaltningar, bl a i Uppsala, Nacka Tingsrätt, miljödomstolen, mål nr. 5146-09, och i Härryda fortsatt att neka verksamhetsutövare rätt att anlägga geoenergianläggningar, i dessa fall anmälningsskyldiga borrhållslager, med hänvisning till att man anser att fjärrvärme är ett bättre alternativ. I dessa båda fall har verksamhetsutövare tvingats till långa och kostsamma processer i Mark- och miljödomstolarna, men man har i alla fall vunnit fullt bifall till sin talan och fullt ut medgett rätt att utföra och driva dessa anläggningar.

Att geoenergianläggningar likställs som bästa möjliga teknik och anses vara ett bra sätt att utnyttja en förnybar naturresurs framgår således av att landets Mark- och miljödomstolar ser mycket positivt på de tillståndsansökningar som prövats och att domstolarna i sina domskäl ofta anger den stora miljönyttan som dessa anläggningar medför som ett tungt vägande skäl till att tillstånd ges.



Med beaktande av vad som anförts ovan när branschen därför den förhoppningen att frågan om bästa möjliga teknik rörande geoenergianläggningar nu skall vara avslutad och att landets miljöförvaltningar fullt ut skall acceptera detta faktum.

5.4 Försiktighetsprincipen

Det finns en bestämmelse i 2 kap miljöbalken som i dagligt tal brukar kallas försiktighetsprincipen (2 kap 3 §) och som egentligen utgör en del av kravet om bästa möjliga teknik.

Till trots mot att geoenergianläggningar är att anse som bästa möjliga teknik för energiutvinning händer det att miljöförvaltningarna och även länsstyrelserna åberopar försiktighetsprincipen för att förhindra etablering av en geoenergianläggning. Oftast rör det sig om fall där en verksamhetsutövare önskar utföra en geoenergianläggning inom eller strax utanför ett vattenskyddsområde och där det inte finns några skyddsbestämmelser eller andra bestämmelser som förbjuder denna typ av anläggning.

I de flesta av dessa ärenden visar företagna utredningar tydligt att en geoenergianläggning kan utföras, i vart fall inom yttre skyddszon för ett vattenskyddsområde, utan någon som helst risk för påverkan. Trots detta väljer miljöförvaltningarna och länsstyrelserna att, med hänvisning till försiktighetsprincipen, förbjuda etableringen. Branschen är av den uppfattning att hänvisningen till försiktighetsprincipen i dessa fall inte bygger på någon reell och faktisk bedömning av risken som sådan utan mer på okunskap och brist på erfarenhet hos de tjänstemän som har att fatta dessa beslut. I denna del tror branschen mycket på spridning av information och kunskap om hur dessa anläggningar i verkligheten fungerar, men även att man i dessa ärenden tvingas till överklaganden för att få frågan prövad av Mark- och miljödomstolarna.

5.5 Vad gäller inom vattenskyddsområde?

Att en fastighet är belägen inom ett vattenskyddsområde medför inte per definition att det skulle vara förbjudet att anlägga någon form av geoenergianläggning. Ett sådant förbud måste anges i skyddsföreskrifterna. Detta framgår dels av en dom från miljödomstolen i Stockholm som kom i april 2005 (Mål nr M 171-03) och dels av en dom från miljööverdomstolen (Mål nr M 8509-03). I dessa domar gavs klagandena rätt att anlägga bergvärmeanläggningar inom vattenskyddsområdets bl a med hänvisning till att skyddsföreskrifterna saknade ett uttryckligt förbud mot denna typ av anläggningar. Detta sagt behövde fastighetsägaren ändå följa övriga bestämmelser i miljöbalken och domstolen fastställde följdriktigt ett antal villkor om försiktighetsmått.

I de fall skyddsföreskrifter finns, hur brukar då dessa se ut vad gäller möjlig-

heten att anlägga geoenergianläggningar inom vattenskyddsområde?

Enligt Naturvårdsverkets (NNV) allmänna råd, som i normalfallet brukar följas av länsstyrelse och miljönämnder, delas vattenskyddsområdet upp i tre delar.

- Det område som ligger närmast vattentäkten benämns ofta brunnsområdet eller vattentäktszonen. Inom detta område anges det att endast vattentäktverksamhet får bedrivas.
- Det område som ligger utanför och närmast vattentäktszonen benämns i dag inre eller primär skyddszon. Inom detta område föreskriver NNV allmänna råd att det i normalfallet skall vara förbjudet att anlägga geoenergianläggningar.
- Det område som ligger utanför inre/primär skyddszon och vars yttre gräns utgör gränsen för vattenskyddsområdet, kallas yttre eller sekundär skyddszon. Inom detta område, vilket i normalfallet utgör den största delen av vattenskyddsområdet, säger NNV att geoenergianläggningar inte bör få anläggas utan tillstånd av kommunens nämnd för miljöfrågor.

Sammanfattningsvis bör, i de flesta fall, skyddsföreskrifterna vara så avfattade att de inte utesluter anläggning av en geoenergianläggning inom vattenskyddsområdets sekundära skyddszon, men att man först måste söka tillstånd. Hur skall då miljöförvaltningen, och vid överklagande länsstyrelsen och Mark- och miljödomstolarna, pröva en ansökan?

Enligt avgöranden från miljööverdomstolen skall en prövning utgå från de specifika förhållanden som råder på just den fastighet som ansökan avser, bl a den sökta anläggningens närhet till vattentäkten, grundvattnets flödesriktningar m m. Vidare skall en intresseprövning göras enligt 7 kap 25 § miljöbalken, varvid den enskildes rätt att få anlägga en geoenergianläggning skall vägas mot skyddet för täkten. Vad innebär då detta rent praktiskt?

Generellt kan följande sägas;

- Miljöförvaltningarna besitter vanligtvis sämre kunskaper om grundvattenfrågor än länsstyrelserna och mark- och miljödomstolarna och brukar därför vara mindre benägna att ge tillstånd. Man brukar således få överklaga och detta tar tid.
- En bra ansökan från sökanden där såväl anläggningen som hydrogeologiska förhållanden m fl uppgifter redovisas brukar borge för en bättre prövning och större möjlighet till tillstånd. Det gäller således att visa på att den faktiska risken för påverkan på vattentäkten är mycket liten.
- Inom ett vattenskyddsområde som skyddar en vattentäkt av stort ekonomiskt eller samhällsekonomiskt intresse är chansen till bifall mindre än i andra fall. Detta framgår bl a av ett avgörande år 2008

från miljödomstolen i Stockholm som rörde Ulriksdals vattenskyddsområde.

- Geoenergianläggningens art och omfattning. Att anlägga ett stort borrhålslager bedöms ofta som mer ingripande än en mindre anläggning.

Det är således möjligt att anlägga geoenergianläggningar inom vattenskyddsområden. Detta kräver dock tillstånd. För att få detta tillstånd krävs bra utredningar, bra underlag som visar att anläggningen kan utföras utan risk för påverkan. Eftersom ett tillstånd i normalfallet kräver överklagande bör man också vara ute i god tid. Eftersom tid ofta är synonymt med pengar, brukar det också kosta en slant.

6. Användningsområden med geoenergi

Sverige är det land i världen som använder mest geoenergi räknat per capita. Skälet till mängden är sannolikt det stöd för teknisk utveckling som dåvarande Byggforskningsrådet (BFR) och Vattenfall stod för från sent 70-tal fram till och med tidigt 90-tal. En bidragande orsak kan också vara att den entreprenörskår som utförde installationer och enskilda vattenbrunnar snabbt ställde om och anpassade sig efter behovet av energiborrning.

Ett första intresse för geoenergi kom i samband med oljekrisen 1973. Det ledde till att staten bl.a. via byggforskningsrådet, satsade på ett antal forskningsprojekt om markenergi. Under 80-talet var ambitionen att använda geoenergi för att minska vårt stora oljeberoende. Detta ledde till att en första stor våg av system med geoenergi kom till stånd under 80-talets första hälft. En andra våg påbörjades under mitten av 90-talet då oljepriset åter igen sköt fart, se bild 1.

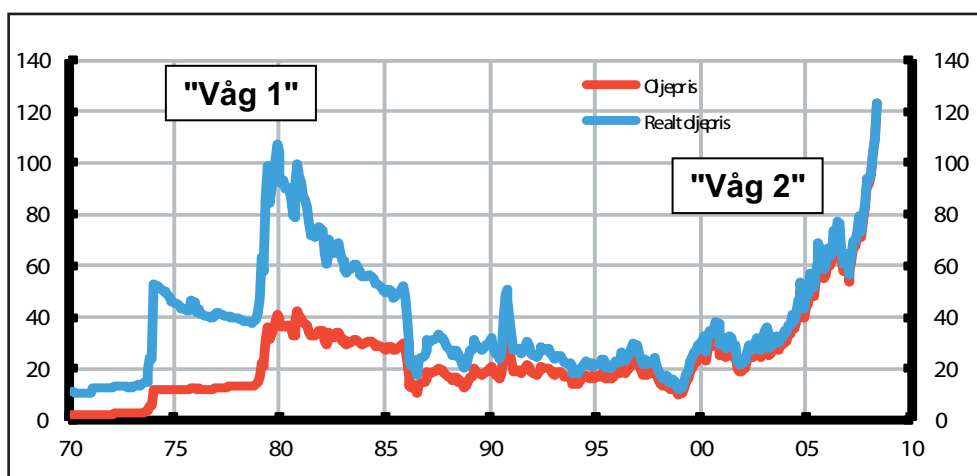


Bild 1. De två epokerna med stor tillväxt av system med geoenergi kopplat till oljepriset, som i diagrammet är uttryckt i USD/fat per år 1970 - 2010.

Den sista epoken har dock understötts av en ökad miljömedvetenhet, där framför allt frågor som handlar om hur vi skall motverka utsläppen av växthusgaser gett extra näring till geoenergin.

De båda lagringssystemen med kombinerad produktion av värme och kyla till större fastigheter har under senare år vuxit snabbt på energimarknaden. Idag finns det flera hundratals borrhålslager och ett 100-tal akviferlager i drift. Dessa bedöms årligen leverera stora mängder förnybar värme och kyla. Produktionen av kyla sparar en betydande mängd el som annars skulle

ha använts för driften av kylmaskiner.

6.1 Systemens prestanda och ekonomi

Systemen med uttag av geoenergi, där temperaturen förädlas med hjälp av värmepump, har vanligen en energifaktor som ligger i intervallet 3-5. Med energifaktorn 3-5 skall förstås att det åtgår 1 kWh el för att producera 3-5 kWh energi (värme och kyla) varav då 2-4 kWh är förnybar och gratis.

Det som påverkar energifaktorn mest är typen av system, vid vilken temperatur geoenergin genereras samt vilken temperatur fastigheten förses med. Erfarenhetsvärden på systemens prestanda visas i tabell 1.

Typ av geo-energisystem	Arbetstemperatur (°C)	Energifaktor	Återbetalningstid (år)*	Bästa geologiska förutsättningar
Jordvärme	-5/+5	2,5-3,5	4-7	Blöt finkornig jord
Bergvärme	-3/+7	3,5-4,0	5-8	Kvartsrikt berg
Grundvatten-system	+3/+10	4,0-5,0	2-4	Åsar, deltan, sandstenar

Tabell 1. Typiska temperaturer, energifaktorer, återbetalningstider och bästa geologin vid användande av passiv geoenergi. *) Rak återbetalningstid där man inte tar hänsyn till elprishöjningar, ränteförändringar eller avskrivningstider

Siffervärdena i tabellen är ungefärliga och återbetalningstiden bygger på att geoenergin ersätter antingen olja eller vattenburen elvärme. Vidare förutsätts att uppvärmningen av huset kan ske med en temperatur av +45-50 °C, samt att den ersatta energin har ett besparingsvärde av ca 1 kr/kWh. Tabellen gäller för ett geografiskt läge i Mellansverige.

Anläggningskostnaden är normalt sett lägre för jordvärme än för bergvärme, men samtidigt är värmefaktorn lägre beroende på en lägre vintertemperatur på vätskan i slangarna. Därför finns en viss skillnad dessa två vanligaste system emellan. Klart står dock att grundvatten är det effektivaste

systemet, mycket beroende på en hög och jämn arbetstemperatur. Här skall dock sägas att tillkommande underhållskostnader för problem med brunnar kan minska lönsamheten.

Motsvarande erfarenhetsvärden för systemen med aktiva geoenergisystem med kyla och värme framgår av tabell 2.

Typ av system	Arbets-temperatur (°C)	Energifaktor	Återbetalnings-tid (år)	Bästa geologiska förutsättningar
Borrhållager	-1/+10	4,5-5,5	4-6	Kvartsrikt urberg
Akviferlager	+6/+13	6,0-7,0	1-3	Åsar, deltan, sed. berg

Tabell 2. Typiska temperaturer, energifaktorer, återbetalningstider och bästa geologin vid användande av geoenergis lagerkoncept för värme och kyla [1]

Systemen med lagring uppvisar en högre energifaktor än de passiva systemen med i tabell 1. Detta beror på att den del av energin som utgörs av kyla produceras med en energifaktor som är betydligt högre än den för värmeproduktionen. Allra bäst i detta avseende är akviferlagren som vid kylproduktion oftast ligger med en energifaktor runt 40.

6.2 Applikationer

Bostäder värme/kyla

Redan i slutet av 1970-talet började man göra så kallade energibrunnar till enskilda villor. Vid denna tidpunkt var också nedgrävda slangar i villaträdgårdarna ett vanligt alternativ, speciellt på landet med stora trädgårdar. Användandet nådde en första kulmen under mitten av 80-talet då höga oljepriser drev marknaden. Den sköt sedan fart igen i slutet av 90-talet, nu med en tydlig miljöinriktning.

Tekniken med bergvärme och jordvärme är idag väl mogen och kommersialiserad och Sverige är vad gäller antal anläggningar klart ledande i världen sett per capita. Trenden är att marknaden för mindre system till villor planar ut. Istället har andelen system till större bostadsfastigheter ökat markant under senare år. Sådana fastigheter ligger oftast i en urban miljö där bergvärme är ett alternativ, kanske det enda, till fjärrvärme.

Förutom att använda geoenergi till konventionell uppvärmning går systemen med fördel att kombinera med komfortkyla, vilket skall ses som en bonus. Mycket talar för att äldre bostäder som förnyas liksom nya bostäder kommer att förses med komfortkyla i allt större utsträckning. Detta gör geoenergin än mer intressant och dessutom effektivare. Kostnaderna för att driva ett kylsystem baserat på geoenergi är betydligt lägre än för andra

konventionella system eller fjärrkyla.

Kontorslokaler

Fastigheter med verksamhet har oftast behov av både värme och kyla. I områden med fjärrvärme är därför dessa fastigheter försedda med kylmaskiner och kylmedelskylare på tak. Här passar tekniken med borrhålslager alldeles utmärkt eftersom kylan normalt sett kan täckas med frikyla från lagret. Detta gör också att systemen kan göras kompaktare än renodlad bergvärme.

Trenden är att nya kontorslokaler blir allt energisnålare vad avser värmebehovet, medan behovet av kyla växer. Ofta ställer byggherren också krav enligt förväntade BBR-krav med allt lägre specifik energianvändning. Detta gör att system med borrhålslager framstår som än mer intressant. Ett exempel på detta är den nya förvaltningsbyggnaden Kristallen i Lund, bild



Bild 2: "Kristallen" i Lund- en förvaltningsbyggnad med höga krav på energieffektivitet förses med geoenergi (källa: Christensen & Co Arkitekter AS, Köpenhamn)

2, som kommer att förses med geoenergi för full täckning av såväl värme- som kylbehov.

Hotell

Stora förbrukare av tappvarmvatten, så som spaanläggningar och hotell har med god ekonomi satsat på geoenergi. Exempel på anläggningar är Stenungsbaden, Yasuragi (bild 3), Copperhill och Vattenhuset i Älvsjö.



Bild 3: Yasuragi i Stockholm använder geoenergi.

Hotell och bad är dessutom i behov av komfortkyla, särskilt de som har konferenser på sitt program, vilket enkelt går att ordna med borrhålslager. Högevallsbadet i Lund har nyligen försetts med ett akviferlager. Här är kylbehovet särskilt stort beroende på badhusens stora avfukttningsbehov.

Industrier värme/kyla

Förutom mångtaliga svenska villor och småhus med småskaliga geoenergianläggningar, finns det flera företag som redan prövat tekniken i större skala. Till denna grupp hör bland annat IKEA som i nuläget har ett tjugotal anläggningar baserade på geoenergi i drift världen över. Av dessa finns fyra i Sverige (Karlstad, Uppsala, Malmö och Helsingborg) men ytterligare två är under anläggning (Uddevalla och Borlänge). Erfarenheterna pekar mot en energibesparing av ca 70 % i de svenska anläggningarna. Vidare är lönsamheten god med 4-8 års återbetalningstid. Genom att IKEA använder grön el för drift av de värmepumpar som ingår i systemen anser man att energiförsörjningen är helt koldioxidneutral.

Till användare av geoenergi för kommersiella lokaler hör även en del andra varuhuskedjor bland annat Systembolaget, Biltema, Elgiganten samt fastighetsägare som hyr ut affärslokaler som exempelvis IKANO.

Offentliga och institutionella lokaler

Till denna stora grupp hör sjukhus och vårdcentraler, flygplatser, universitet och skolor, mässhallar, kyrkor, bibliotek, slott och liknande, alla med flera exempel på lyckade satsningar med geoenergi i olika former.

Kristianstad Centrallasarett, Karlstads Sjukhus har redan sin värme- och kylförsörjning baserad på Geoenergi medan Ryhov i Jönköping och Nya Karolinska är nya tillämpningar i denna sektor.

Bland fastighetsbolagen skall nämnas Akademiska Hus som använt geoenergi i snart 15 år till en rad utbildningslokaler i bland annat Lund, Örebro och Umeå. De är för övrigt ägare till ett av Europas allra största borrhålslager (Kemicentrum i Lund). Andra fastighetsbolag som har satsat på geoenergi är Lundbergs, Wallenstam, Skanska och Peab.

Ett annat fastighetsbolag som byggt lokaler som försörjs med värme och kyla från ett akviferlager är Norrporten med akviferanläggningar i Sundsvall (kontorslokal), Luleå (hotell), Helsingborg (kriminalvårdsanstalt) och Jönköping (domstolsbyggnad).

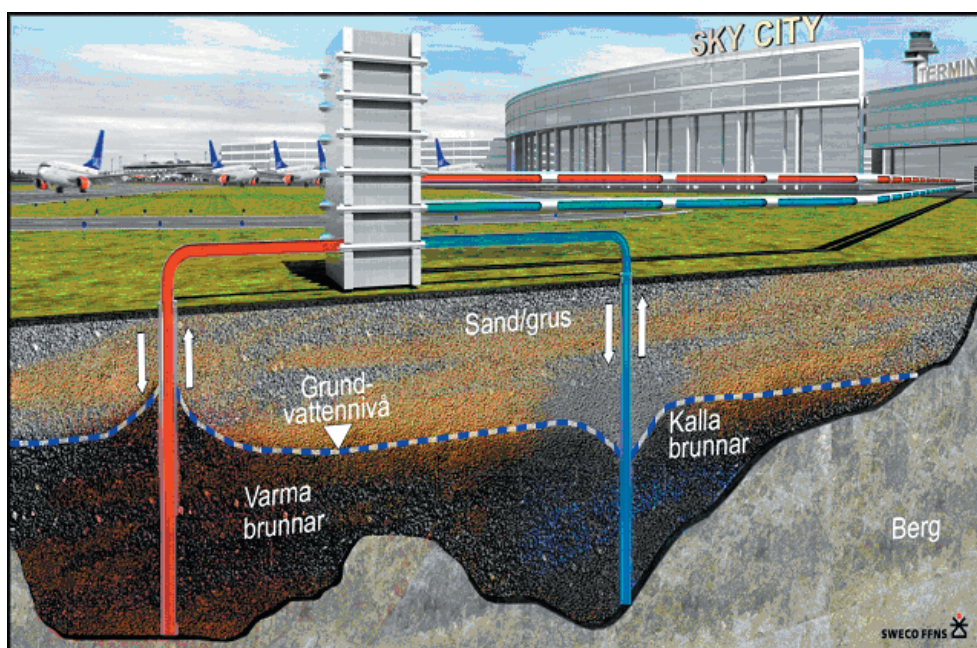


Bild 4: Akviferlagret på Arlanda förser hela flygplatsen med förnybar värme och kyla[2]

Världens största akviferlager utan värmepump finns på Arlanda Flygplats, bild 4. Som säsongslager används en rullstensås i vilken sommarvärme lagras i ena änden samtidigt som kyla tas från den kalla. Kylan används för komfortkylning av flygplatsen samt en del andra byggnader i området. Under vintern används värmen till förvärmning av ventilationsluft och

varmhållning av gatorna samtidigt som ny kyla lagras på den kalla sidan. Anläggningen omsätter ca 20 GWh förnybar värme och kyla årligen och minskar bland annat elbehovet med 4 000 MWh.

Näsby Parks slott, bild 5, är ett exempel på ett större geoenergiprojekt med kombination med säsongslagring av värme från sommarvarmt sjövatten. Anläggningen reducerade oljeförbrukningen med 79 % och total primärenergianvändning med 57 %. Återbetalningstiden blev drygt 3 år.

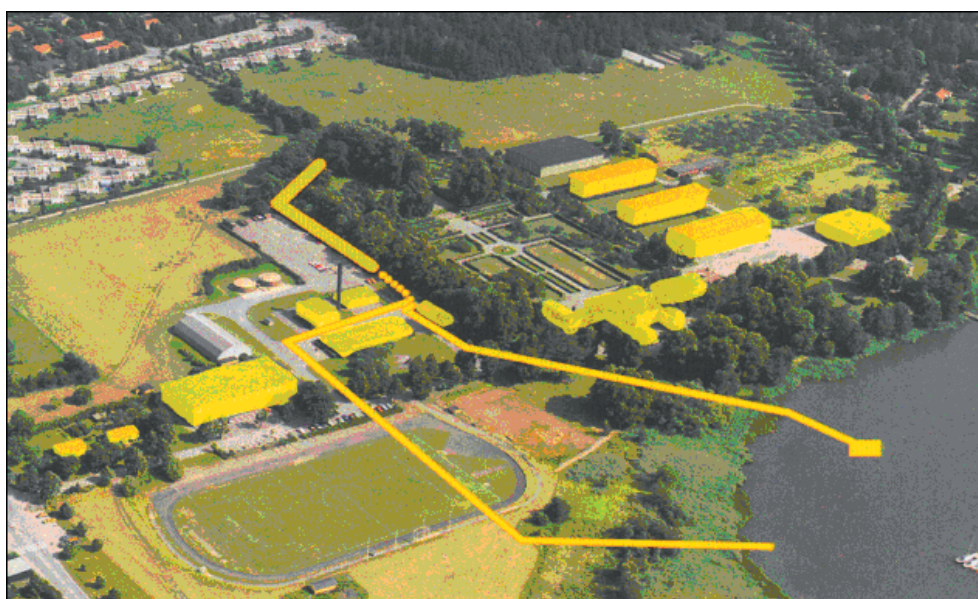


Bild 5: Bergvärmesystemet i Näsby Park laddas med värme från sjövatten under sommaren, vilket gör att antalet borrhål blir färre och systemet kan göras kompaktare.

Fjärrvärme/kyla

I Malmö består geologin av en kalksten med en betydande vattenföring som kommit flitigt till användning för tekniken med akviferlager. En av nyttjarna är EO.N, som anlagt ett akviferlager i anslutning till Bo 01 och sedan följt upp med ytterligare ett i anslutning till den nya stadsdelen Västra Hamnen. I Lund har Lunds Energi använt sig av geotermi allt sedan 1985 då landets största och enda anläggning för geotermisk värmeutvinning togs i drift. Anläggningen har en effekt av hela 40 MW och producerar årligen ca 300 000 MWh värme till invånarna i Lund. Anläggningen ersätter olja till en mängd av ca 38 000 m³/år. Anläggningen har sju ca 600 m djupa brunnar som pumpar ett 20-gradigt vatten till värmepumparna. Efter drygt 20 år är den fortfarande i drift. Trots en hög produktionstemperatur (+80°C) har en energifaktor som ligger runt 3,0. Tillgängligheten har under alla år legat över 99 %. Systemet står för ca 25 % av fjärrvärmens i Lund.

I Stockholm, bild 6, korttidslagras kyla från Mälardammen i Brunkebergssåsen som går genom de centrala delarna. Nattetid laddas lagret och dagtid utnyttjas den inlagrade kylan som spetskyla i fjärrkylanätet.



Bild 6: I centrala Stockholm finns ett stort akviferlager som används i fjärrkylanätet för att att förse detta med spetskyla varma sommardagar

Industriell processkyla

I takt med ökade kostnader för elkraft satsar nu delar av industrin på att ta kylan från marken. Systemen är identiska med bergvärme/grundvattenvärme men värmen ”dumpas” i marken, ibland med aktiv återladdning under vinterhalvåret.

Telecomsektorn är den största användaren av passiv kyla från geoenergi. Denna sektor har sedan länge använt geoenergi för att kyla sin elektroniska utrustning. Det började med AXE-stationerna i det fasta nätet. På motsvarande sätt används också geoenergin i en rad digitala TV-master. Kylning av det mobila nätets basstationer med geoenergi bedöms som nästa stora utbyggnadspotential inom denna sektor.

Tillverkningsindustrin har generellt alltid stora processkylbehov som oftast görs med kylmaskiner kopplade till kyltorn, där värmen dumpas till atmosfären. Det är ett kostsamt sätt att producera kyla. Här finns alltså ett intresse att minska kostnaden samt att använda spillvärmen på ett effektivt sätt. Denna tillämpning av geoenergi har just bara påbörjats. Exempel på system som redan finns är Atlas Copco i Kalmar som har ett akviferlager för kylning av sin tillverkningsprocess, men som också därmed använder spillvärmen för uppvärmning.

Högtemperaturlager

Processer som har stora mängder spillvärme, så som gjuterier, kan använda

marken som lagringsställe om det finns ett värmebehov inom rimligt avstånd.

Ett sådant exempel är den världsledande pumptillverkaren Xylem i Emmaboda (tidigare Flygt) som satsat på högtemperaturlager för att kyla sina smältugnar och samtidigt öka återvinningen av värme för uppvärmningsändamål. Detta lager, som består av ett specialkonstruerat borrhålslager, rymmer ca 4 000 MWh spillvärme varav ca 2 600 MWh återvinns och värmer fabrikerna under vintern, se bild 7.

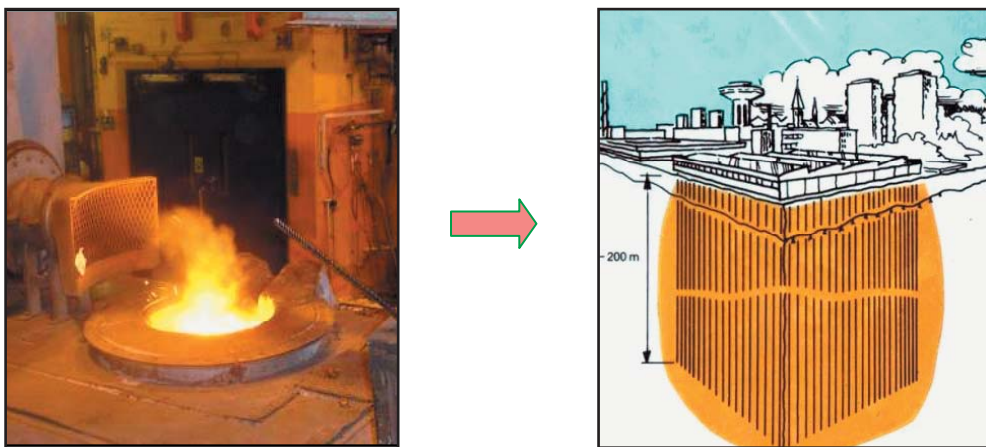


Bild 7: I Xylems borrhålslager i Emmaboda lagras spillvärme under sommaren och nyttjas för uppvärmning under vintern. Lagrets arbetstemperatur är 60-40°C.[3]

Ett liknande borrhålslager finns i Sollentuna kopplat till ett villaområde med solfångare på tak. Här lagras ett överskott av solenergi från sommar till vinter.

Snösmältning

På flertalet platser i Europa används asfaltsytor som solfångare. I asfalten gjuts slangar in i vilka vatten cirkulerar under sommarhalvåret. Värmen inlagras i ett borrhålslager och hämtas tillbaka under vinterhalvåret varvid vägavsnittet eller parkeringsytan hålls snöfri, se bild 8. Systemen använder ingen värmepumpande teknik utan drivs endast av små cirkulationspumpar.

I Sverige används tekniken mest med slingor vid entréer, lastplatser, uppställningsytor och liknande. Här finns det redan ett antal svenska exempel där geoenergin används som en del i totalkonceptet.

På motsvarande sätt har det även diskuterats att använda geoenergin inom järnvägsnätet där enstaka borrhål skulle kunna lagra värme från sommaren och sedan hålla växlar och känsliga avsnitt isfria under vintern. Systemen är inte testade än men har en tydlig utvecklingspotential.

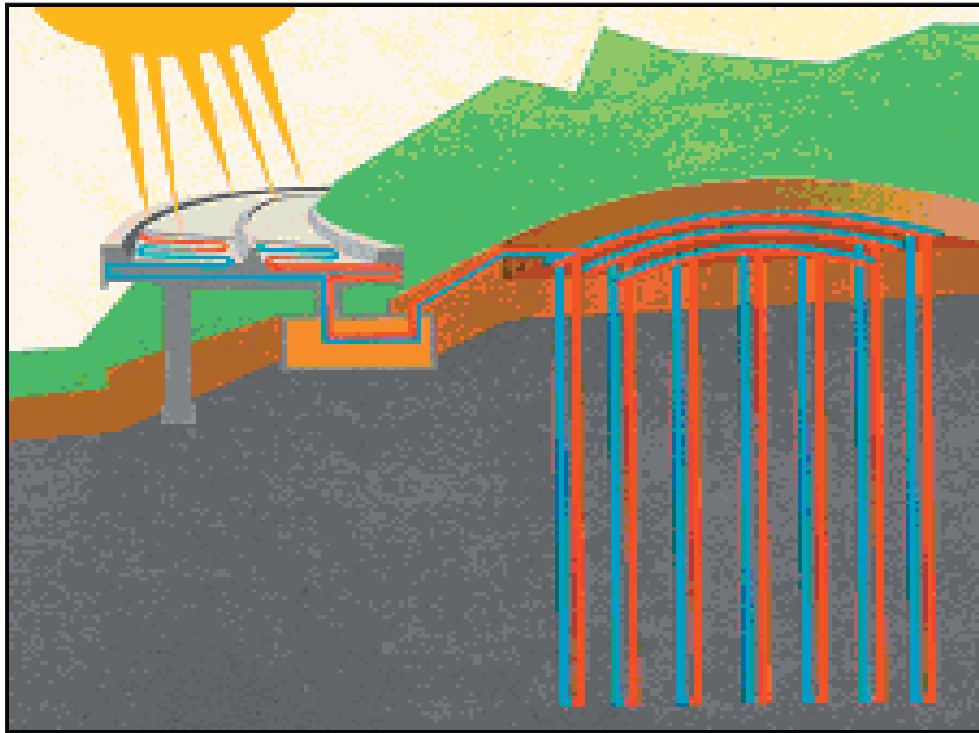


Bild 8: På vissa platser används geoenergi för att hålla vägar fria från snö och is under vinterhalvåret. [4]

7. Statistikläget i Sverige

Det finns ingen heltäckande statistik på hur mycket geoenergi som samhället använder. Bara mer eller mindre kvalificerade uppskattningar. Vetskapen om att Sverige har en betydande andel geoenergi i energisystemet, gör att kunskapen om kvantiteten blir desto viktigare att få fram.

Eftersom det inte finns någon lagstiftning på registrering av geoenergisystem eller något annat system som ger motsvarande fakta, har författarna till den här rapporten utnyttjat de olika källor som finns för att på så sätt få bästa möjliga uppskattning.

7.1 Statistikkällor

Sålda värmepumpar

Den energi som är lagrad i marken – aktivt eller passivt – och utnyttjas i våra fastigheter eller våra processer till värme och kyla, kommer i de flesta systemen att kombineras med värmepumpande teknik.

Den värme som kommer ut ur en värmepump är summan av den el man stoppar in i den och den lagrade solenergi som värmepumpen med hjälp av elen tar ut från omgivningen. I officiell svensk energistatistik bortses från denna förnybara och gratis solenergi. Till exempel skriver Energimyndigheten angående statistiken för 2010 [1]:

”Som tidigare nämnts (se avsnitt 2.2) inkluderas inte upptagen värme från värmepumpar i någon tabell i denna rapport. Det betyder att den faktiska energianvändningen för uppvärmning av bostäder och lokaler därför var högre under 2010 än vad som framgår av statistiken.”

Utöver geoenergin finns värmepumpar för uteluft, frånluft, avloppsvatten och spillvärme – Men de behandlas inte i den här rapporten.

Värmepumparna kommer alltså i avseende som elförbrukare att finnas med i statistiken över förbrukad eleenergi, men inte med den energi som tillförs, som är betydligt mer.

Sedan många år tillbaka har Svenska Värmepumpföreningen - SVEP, samlat in inofficiell statistik på antalet sålda värmepumpar. Underlaget bygger på uppgifter från de flesta värmepumpstillverkare som månadsvis skickar in uppgifter om antalet sålda enheter uppställda i olika kategorier.

I Sverige kom geoenergin in under en första våg perioden 1980-1986 då det byggdes uppskattningsvis 30 – 50 000 geoenergianläggningar. Sen kom den omvända oljekrisen då priset på fossil energi sjönk medan räntan gick upp. Detta ledde till en mycket låg försäljning av värmepumpar fram till un-

gefar 1994. Eftersom mycket lite är känt om dessa äldre anläggningar, har tidigare förenklat antagits att alla värmepumpar som installerats före 1993, nu är ersatta av nysålda värmepumpar som Svenska Värmepumpföreningen har statistik över.

Skrotningen av gamla värmepumpar, som inte har registrerats, tog man då hänsyn till på detta förenklade sätt. I denna studie istället antagits att alla värmepumpar har en viss sannolikhet att sluta fungera varje år. Den sannolikheten kan också omräknas i en sannolik medellivslängd. Den sannolikheten/medellivslängden har anpassats så att Energimyndighetens statistik över de som säger sig använda värmepumpar till geoenergi idag stämmer (se Energimyndigheten nedan).

Statistiken hos SVEP kommer inte heller från samtliga värmepumpstillverkare, vilket bara ger en del av marknadstäckningen.

Energimyndigheten

Energimyndighetens statistik avser endast ett år - 2010. Även om man i referens 1 inte explicit beräknat energibesparingen har man tagit fram ett statistiskt underlag som tillsammans med statistiken från Svenska Värmepumpföreningen kan ge ett värdefullt bidrag. Det finns emellertid ett antal felkällor:

- I Energimyndighetens statistik ingår inte skrotningen av gamla värmepumpar.
- Statistiken omfattar bara småhus.
- Underlaget baserar sig på frågeenkäter till fastighetsägare. Svaren har varit frivilliga och under den period som fastighetens upptaxerades om det fanns geoenergi, kan ha lett till en mindre korrekt bild av verkligheten i de fall fastighetsägarna utelämnat informationen.
- Den kommunala avgiften för borttillstånd varierar kraftigt mellan kommunerna. I de fall kostnaderna är höga finns där en avvikelse mellan verklig installerat mängd och anmält antal.

Sammantaget finns därför en risk att antalet geoenergianläggningar underskattas. Det finns också en post i Energimyndighetens statistik som omfattar "Kombinationer av värmepumpar". Den posten har av Energimyndigheten grovt uppskattats till att innehålla 94 000 värmepumpar, se tabell 1 nedan. Dessa är inte bara för geoenergi och av försiktighetsskäl har vi i vår uppskattning ansatt 60 000 kombinationsvärmepumpar för geoenergi.

Tabell 2.4 Antal småhus med någon typ av värmepump år 2007-2010

Typ av värmepump	Antal hus, 1 000-tal			
	2007	2008	2009	2010
Samtliga typer av värmepumpar	658 ± 35	667 ± 36	754 ± 41	877 ± 13
Luft-luft/luft-vatten/f rånluft värmepumpar	382 ± 29	394 ± 30	399 ± 33	456 ± 11
därav luft-luftvärmepumpar	271 ± 26	263 ± 27	242 ± 28	274 ± 9
luft-vatten/f rånluft värmepumpar	111 ± 15	131 ± 17	157 ± 21	183 ± 8
Berg/jord/sjövärmepumpar	262 ± 26	254 ± 25	292 ± 30	327 ± 9
Kombinationer av värmepumpar	14 ± 6	19 ± 7	63 ± 14	94 ± 6

Tabell 1: Sammanfattande tabell från Energimyndighetens intervjuundersökning: Energistatistik för småhus, Korrigerad version, 2011-12-21

Energy statistics for one- and two-dwelling buildings in 2010, corrected version, 2011-12-21 ES 2011:10

Energimyndighetens undersökning avser endast småhus. 1/3 av sålda värmepumpar mellan 11 och 25 kW nominell värmeeffekt och större har därför räknats bort från SVEPS statistik för jämförelse med energimyndighetens. Vid skrotningskalibreringen antogs att de 60 00 värmepumparna i "Kombinerade värmepumpssystem" inte var värmepumpar till geoenergi alls. Annars blev utskrotningen orimligt liten.

Energimyndigheten väljer att i svensk statistik ange endast antalet värmepumpar för mindre fastigheter och inte redovisa energibidraget från dessa. Detta trots att en rapport framtagen o samarbete med Energimyndigheten visade på ett energibidrag på 15 TWh förnybar energi från samtliga typer av värmepumpssystem, *J. E. Nowacki 2007. Heat pumps in statistics - Suggestions*. Däremot finns energibidraget med från från värmepumparna i fjärrvärmesystemen.

I statistiken mot EU har däremot Energimyndigheten med energibidraget från alla värmepumpssystem (www.energimyndigheten.se/global/press/nyheter/forslag-nationell-lagesrapport.pdf)

Brunnsarkivet

Varje brunn som borrar med ändamålet vatten- eller energiförsörjning är enligt lag skyldig att inrapporteras till Brunnsarkivet. SGU, Sveriges Geologiska Undersökning, är den myndighet som förvaltar och omhändertar Brunnsarkivet.

Brunnarna rapporteras in med uppgifter, så som fastighetsuppgifter, brunndata (djup, m stålrör, användningsområde, diameter etc),

Med kännedom om hur många meter brunn som borrar och med en uppskattning av vilken effekt som kan tas ur marken, går det att tillsammans med en driftsuppskattning estimerar upptaget av lagrad solenergi från berg.

Granskar man statistiken från Brunnsarkivet (bilaga 5) kan man se att antalet brunnar och mängden energi som upptas avsevärt skiljer sig ifrån övriga statistikällor även om man skulle anta att en hel del (~1/3) av anläggningarna är jord/sjö eller grundvatten. Detta är troligtvis ett tecken på att långt ifrån alla brunnar inrapporteras., samt att det finns en eftersläpning på inrapporteringen

Svensk Fjärrvärme

Värmepumpar i fjärrvärmenät är inte en ovanlighet. Ur "Energiläget i siffror" [2] från Energimyndigheten kan man inhämta data som redovisas i tabell 2.

Tabell till figur 29: Tillförd energi i fjärrvärme, 1970–2010, uttryckt i TWh								
År	Olja	Naturgas inklusive gasol	Energikol inklusive hyttgas	Biobränslen, avfall, torv	Elpannor	Värmepumpar	Spillvärme	Total tillförsel
2010	4.9	4.2	3.3	46.6	0.1	5.3	3.8	68.3

Tabell 2: Fjärrvärmens energikällor.

I genomsnitt torde dessa värmepumpar ha cirka 3 i värmefaktor vilket innebär att 3,5 TWh hämtas från många olika källor och att 1,8 TWh el används för drift. Ur en tidigare studie från 2008 uppskattades att cirka 40 % av den upptagna energin kommer från sjövattnen, sjöbotten eller från brunnar. Det innebär att cirka 40 % av 3,5 TWh = 1,41 TWh av värmen kan antas komma från geoenergi. Fjärrkyla produceras också i en del av dessa stora värmepumpar. Utan kylproduktionen blir dock den sammanlagda mängden geoenergi i Fjärrvärmesystemen minst 1,4 TWh.

7.2 Beräknad produktion av kyla

Geoenergin står också för en betydande del av kylproduktion. I beräkningen nedan har skilts på komfortkyla (AC) och processkyla, eftersom dessa båda behov har kraftigt olika drifttider.

Analysen bygger på en kombination av detaljerad kunskap från några enskilda och enskilda projekt samt uppskattningar vad avser resten. Vad avser antalet anläggningar som levererar kyla i olika former bygger analysen på följande antaganden:

- Av de mindre anläggningarna (0-100 kW) bedöms 5 % av bergvärme-

anläggningarna även användas för kylningsändamål, dvs ca 12 000 anläggningar. Här ingår ett antal kontor och mindre offentliga lokaler, typ skolor, daghem, vårdcentraler etc. Förutom dessa finns i denna grupp TELECOM-sektorn med kyla till AXE-stationer och TV-master.

- I mellanstorleken (101-1 000 kW) bedöms 80 % av verksamhetshets-lokalerna ha kyla från geoenergin, dvs 800 anläggningar. Härtill kommer ett 10-tal anläggningar som enbart producerar kyla (processkyla i industrisektorn och mindre fjärrkylanät).
- Motsvarande andel i den största gruppen (> 1 000 MW) bedöms till 90 %. Några av dessa producerar enbart kyla (ett par till fjärrkyla och ett par till industrier).

Med dessa antagande som grund kan mängden kyla bedömas genom att ansätta kyleffekter och drifttider för de olika kylformerna för var och en storleksgrupperna. En sådan redovisas i tabell 3.

Grupp-storlek	Sektor	Antal	Typ av kyla	Kyleffekt (kW)	Drifttid (tim)	Kylproduktion (GWh)
0-100 kW	Bostäder	12 000	AC	10	600	60
	Telecom	100	Process	60	5 000	30
	Off. lokaler	50	AC	40	800	15
101-1 000 kW	Verk. lokaler	800	AC/process	150/50	800/4 000	250
	Industri/FK	10	Blandat	400	4000	15
> 1 000 kW	Verk. lokaler	80	AC/process	600/200	800/4 000	100
	FK/Industri	10	Blandat	5 000	1 000	50
Summa	-	-	-	-	-	520

Tabell 3: Kylproduktion från geoenergin i Sverige

Bedömningen är således att geoenergianläggningarna levererar ca 500 GWh kyla årligen. Detta sker vid en energifaktor som i kända fall varierar mellan 20-60, vilket ger medelvärdet 40. Elåtgången bedöms således uppgå till 12 GWh. Motsvarande elbehov för konventionell kyla ligger runt 125 GWh (kylfaktor 4). Detta ger således en elbesparing av drygt 100 GWh årligen.

Som jämförelse skall nämnas att svensk fjärrkyla levererade drygt 800 GWh under 2009 (Svensk Fjärrvärme, Statistik fjärrkyla 1996-2009). Hur stor andel av denna kyla som härstammar från geoenergianläggningar är osäkert, men de 50 GWh som visas i tabellen ovan är troligen i underkant.

Som framgår av diagram 1 nedan är utbyggnaden av fjärrkyla växande, vilket antyder att också kylbehoven i landet ökar.

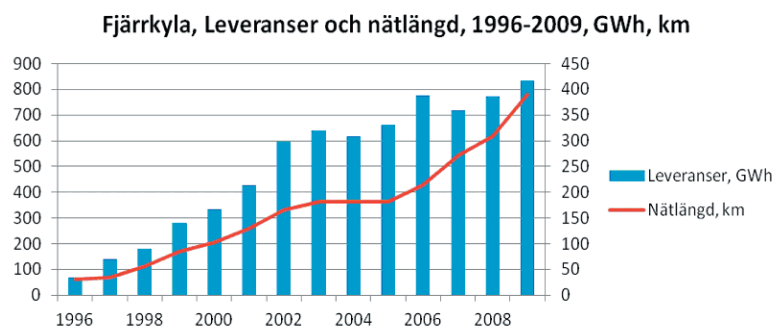


Diagram 1: Leverans av fjärrkyla 1996-2009. Källa: Svensk fjärrvärme.

7.3 Sammanställning av den svenska statistiken

Tidsspannet omfattar perioden 1980 – 2011. Tabeller och förklaringar redovisas i bilaga 4.

Eftersom det inte finns exakta siffror på den totala energitillförseln från geoenergin är skattningarna stundtals komplicerade. Generellt har hänsyn tagits till att tidiga värmepumpar till geoenergi täckte byggnadens maximala effekt sämre (50 % mot 66% nu) och hade sämre värmefaktor (2,2 mot 3,4 nu). De relativt mindre värmepumparna 1980, var dock i drift längre tid varje år (ca 4200 h mot 3300 h år 2011). För det specifika värmeuttaget per meter brunn har det antagits att brunnar från 1980 dimensionerades för cirka 60 W/m, medan man 2011 dimensionerade för 30 W/m.

I tabell 4 jämförs de olika statistikkällorna med varandra

Geoenergi i Sverige i slutet 2011	Antal anl. i småhus	Antal anl. i större hus	Totalt antal anläggningar	Upptaget ur berg/ mark/ sjö/ grundvattnen TWh	Tillförd el TWh	Avlevererad värme TWh
SVEPs statistik	368 098	39 939	408 037	8.9	4.5	13.4
Energimyndigheten enb. småhus	415 258	39 939	455 197	9.9	5.0	14.9
Brunnsregistret	182 790	8 098	190 888	5.2	2.6	7.9
Sanner *)	368 000	16 303	384 303	9.3	4.7	14.0

Tabell 4 Geoenergi i Sverige. Uppskattning av olika statistikkällor. Värden som anges i kursiv stil är skattade med stöd av proportionering från andra värden i tabellen. *) Avser slutet av 2010.

Vi drar slutsatsen att geoenergin via värmepumpar med en effekt upp till cirka 1 MW bidrar med 9-10 TWh årligen. Till detta kommer 1,4 TWh geoenergi från de stora värmepumparna i fjärrvärmenäten och kylproduktionen från geoenergin på 0,5 TWh per år.

Med utgångspunkt från statistikunderlaget kan man med stor säkerhet säga att mängden gratis och förnybar geoenergi till villor, fastighetskomplex, industrier, fjärrvärmenäten mfl är minst 11 – 12 TWh.

8. Statistikläget utanför Sverige

8.1 Europa

Även på Europeisk nivå är insamlingen av statistik ofullständig. Dessutom ser underlaget annorlunda ut.

The European Heat Pump Association, EHPA, har givit ut en skrift om värmepumpstatistiken avseende 2010 [1]. Det förefaller som om statistikdata huvudsakligen omfattar tiden efter år 2005. Man skriver:

”In total, more than 3,7 mio. heat pumps have been sold since 2005. They save 36,6 TWh of final energy and 15,5 TWh of primary energy, they produce 29,1 TWh of renewable energy from air, water and ground and avoid 6,8 Mt of Greenhouse gas emissions (GHG).”

År 2010 såldes 752 106 värmepumpar av alla slag i alla EU:s 20 länder. Det skall jämföras med 103 669 i Sverige. Värmepumpmässigt utgör alltså Sverige då cirka 14 % eller drygt 1/7 av EU totala värmepumpsbestånd. Eftersom vi saknar statistik från EU om hur stor del som är baserat på geoenergi medför att antalet måste detta uppskattas.

Inom EHPA delar man in värmepumptyperna i tre grupper:

- H för värmepumpar som bara värmer
- R för reversibla värmepumpar (huvudsakligen luft/luft)
- S för endast varmvatten.

De största länderna försäljningsstatistik 2010 framgår av tabell 1 nedan. Sanner [2] har uppskattat antalet geoenergianläggningar i Europa och deras effekt 2010 enligt nedanstående bild 1.

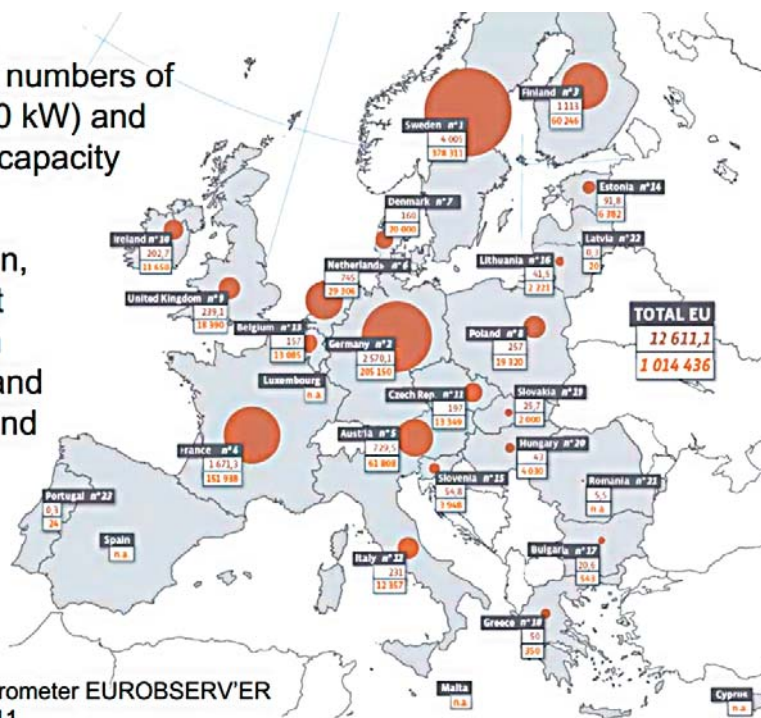
Land	H	R	S	Totalt
Sverige	57 574	70 000	0	127 574
Italien	507	122 826	-	123 333
Frankrike	68 992	30 499	7 620	107 041
Norge	7 686	75626	0	83 312
Spanien	-	-	-	71 616
Finland	11 056	48 821	-	59 877
Tyskland	47 721	3 313	8 401	59 435

Tabell 1: Försäljningen i EU för olika typer av värmepumpar 2010 i de största länderna

Status of numbers of
units (<50 kW) and
installed capacity
in 2010

In addition,
important
market in
Norway and
Switzerland

from:
Heat Pump Barometer EUROBSERV'ER
September 2011



European Geothermal Energy Council

Bild 1: Antalet geoenergianläggningar i EU [3].

Enligt denna undersökning skulle det i EU – exklusive Norge och Schweiz finnas drygt en miljon geoenergianläggningar med en sammanlagd värmeeffekt av 12 GW. På grund av genomsnittligt varmare klimat behöver inte värmepumparna vara i drift under lika lång tid sett över året som i Sverige. Om man skulle uppskatta att dessa värmepumpar går 3000 h/år och att de har en säsongsvärmefaktor (Seasonal Performance Factor, SPF) på 3 i genomsnitt skulle den upptagna energin från geoenergin inom EU bli cirka 24 TWh per år.

8.2 USA

I USA såldes år 2009 av inhemska tillverkare 115 442 värmepumpar [3] för geoenergi. Minst 19 % av dessa användes i grundvattensystem. Mindre än en procent var av direktexpansionstyp.

Även i USA finns det en skillnad i hur statistikinsamlingen ser ut. Värmepumparnas sammanlagda effekt anges som det antal ton is de kan

producera på 24 timmar. För år 2009 motsvarade effekten av de sålda värmepumparna 407 000 ton på 24 timmar vilket motsvarar en ökad effekt det året på 1,43 GW effekt (storleksordningen som ett kärnkraftverks effekt).

Det är tyvärr ur statistiken omöjligt att exakt säga hur denna effekt beräknats. Enligt Geoexchange [4] motsvarar den energi som sparas av en miljon installerade geoenergianläggningar cirka 8 TWh. Det betyder en besparing av 8 MWh/anläggning. Tyvärr framgår inte heller klart vilket år som statistiken avser. I samma publikation uppskattas antalet installerade geoenergianläggningar till 1,5 miljoner och besparingen till cirka 12 TWh. Denna uppskattning avser nog en senare tidpunkt. Organisationen Geoexchange räknar vidare med att det ackumulerade antalet anläggningar i USA skall nå 3,3 miljoner år 2017 [5]. Besparingen skulle då bli cirka 25 TWh genom enkel proportionering.

Av de producerade värmepumparna för geoenergi installerades ungefär 85 % i USA medan resten exporterades, huvudsakligen till Kanada.

8.3 Kanada

Några pålitliga värden från enbart Kanada har inte kunnat hittas. Om 15 % av de aggregat som produceras i USA exporteras till Kanada kan man grovt anta att den kanadensiska marknaden utgör 18 % av USA:s. Om så vore fallet skulle besparingen nu vara minst 2 TWh och om utvecklingstakten i Kanada blir densamma som spått fram till år 2017 skulle den totala besparingen nå 4 TWh år 2017. Liksom för USA kommer nog skiffergasutvecklingen att påverka utvecklingen av antalet geoenergianläggningar.

8.4 Japan

Varje år säljs mellan två och tre tusen värmepumpar för geoenergi i Japan [6]. Sannolikt är intresset för geoenergi begränsat. Elbrist, i och med att man nu stänger sina kärnkraftverk kommer nog att gynna utvecklingen av geoenergi för kylning eftersom det blir energieffektivare än att kyla värmepumparna mot uteluften. Japan är inget stort land för värmepumpar för geoenergi.

8.5 Världen som helhet

Tillsammans har EU, USA och Kanada minst 38 TWh utvunnen energi med värmepumpande teknik. Men man skall vara medveten om att det med stor sannolikhet är en betydande underdrift av mängden, både nationellt och internationellt på grund av bristen i statistiskt underlag.

Enligt detta underlag står Sverige med sina drygt 11 TWh för 25 % av all värmepumpsburen geoenergi i världen.

9. Miljövärdering av el och geoenergens miljöpåverkan

2007 godtog Energimyndigheten att värme och kyla från jord, berg och grundvatten är att betrakta som förnybar.

Satt i system är geoenergin som sådan helt neutral vad gäller utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser. Geoenergin är dessutom alltid lokalt utvunnen, vilket innebär att den till skillnad från en del andra förnybara energiformer inte behöver transporteras.

Den skall i detta perspektiv likställas med solenergi och det är vad som också görs inom EU. Geoenergin ingår i det direktiv om förnybar energi [1], som utgör det styrande dokumentet för hur de förnybara energikällorna skall implementeras inom EU.

Direktivet ställer bland annat kravet att varje medlemsland skall upprätta planer för hur de förnybara energikällorna skall kunna nå det klimatpolitiska målet 20 % reduktion av växthusgaser fram till 2020. I Sverige finns det ingen plan av denna typ som behandlar geoenergin.

För att kunna göra en värdering av geoenergens miljöpåverkan, måste man först bestämma hur drivenergin skall värderas.

Miljövärdering av el

Det finns inom landet ett motstånd mot geoenergin. Det huvudsakliga argumentet är att de inom geoenergin ofta förekommande värmepumparna drivs med elkraft och att denna elkraft är producerad utomlands och med höga utsläpp av CO₂, så kallad marginalet.

Teorin bygger vanligtvis på att alla nytillkommande elförbrukare använder el producerad i kolkondenskraftverk i andra länder. Enligt detta synsätt skall därför geoenergisystem med värmepumpar belastas med motsvarande mängd koldioxid som släpps ut från kraftverken till följd av driften av anläggningen. Synsättet finns både hos politiker, myndigheter och energirådgivare.

9.1 Marginalet som begrepp

Enligt Energimyndigheten finns marginalet som begrepp. Men inte i den bemärkelsen att det är en elproduktion som medför en större CO₂-belastning än andra. På Energimyndighetens hemsida finns begreppet förklarat:

”Marginalen är den elkraft som med ett marknadsekonomiskt synsätt är den dyraste el att producera vid ett givet tillfälle. Det är den el som ytterligare måste produceras, då el från basproduktionen inte räcker till för att möta användningsbehovet. Det innebär att en ökning eller minskning av elanvändningen inom ett givet system, leder till att el producerad på marginalen ökar eller minskar. Med detta synsätt betyder det att ökad elanvändning leder till ökad produktion av marginalen och minskad användning till minskad produktion av marginalen. Energimyndighetens åsikt är att det är svårt att generellt avgöra vilken energikälla som används för marginalelsproduktion.”

Geoenergins påverkan

För att avgöra hur stor klimatpåverkan geoenergin har i bemärkelsen utsläpp av CO₂, krävs en konsensus på hur man betraktar drivenergin till samtliga energikällor som samhället använder.

Det finns i dagsläget ingen vedertagen eller lagstadgad metod för hur svensk elkraft skall värderas. Det som finns är två ytterligheter.

Den ena heter svensk elmix och den andra ytterligheten den ovan beskrivna marginalelen. Däremellan finns exempelvis Nordisk mix och den mix som det handlas med på elbörsen Nordpol och dit de Skandinaviska länderna, Tyskland och Polen är knutna [2].

Det hela kompliceras av att elproducenterna säljer ”grön” el, som många naturligtvis vill betrakta som förnybar. Faktum kvarstår, det står idag var och en fritt att värdera elen hur man vill. Med andra ord blir det särintresset som styr vilket synsätt man använder sig av.

I denna rapport för vi följande resonemang för att miljövärdera drivelen till geoenergianläggningarna:

- Enligt gällande direktiv för beräkning av koldioxidutsläpp skall varje land beräkna och redovisa utsläpp inom sitt eget lands gränser. Av detta följer rimligen att exempelvis Sverige inte kan tillgodoräkna sig minskade utsläpp i andra länder genom en tillämpning av marginalsteorin. Miljövärderingen av el skall i stället baseras på inhemsk produktionsmix av el i varje enskilt land.
- Elhandeln i Sverige sker via Nordpol. Statistik från denna handel visar att svensk import och export av el i huvudsak sker med Norge och Finland, båda länder utan kolkondenskraftverk, se bild 1. I praktiken är det enbart det momentana priset av el som avgör varifrån den el som importeras till Sverige kommer ifrån. Detta talar för att marginalsteorin i praktiken inte går att tillämpa.

- I det fall man använder sig av handelsstatistik över Nordpol som bas för miljövärderingen bör rimligen det årliga utbytet länderna emellan utgöra grunden för värderingen.

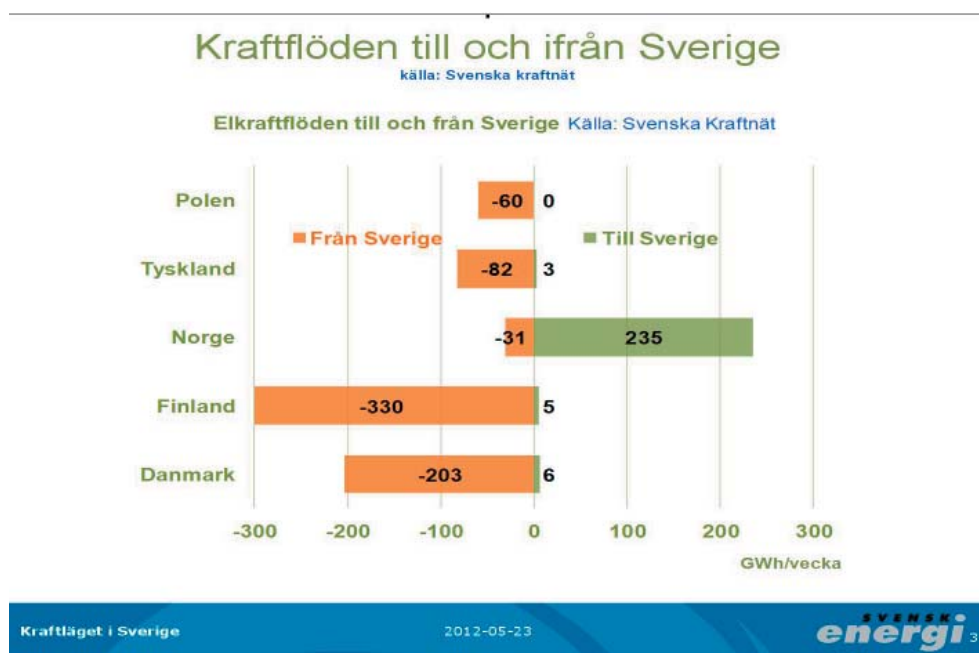


Bild 1: Svensk import och export av el som den handlas över Nordpol. Största handelspartners är Norge och Finland som båda har vattenkraft som dominerande elproduktion.

Bild 1 visar den nuvarande elhandeln länderna emellan på Nordpol. Som framgår av figuren finns det för närvarande ett klart överskott av el i Sverige. Importen av potentiell "marginalel" från Polen och Tyskland är liten [3]. Mot bakgrunden av vad som anförts ovan finns det ingen grund att använda marginalesresonemanget. Här finns också en tidsfaktor att ta hänsyn till.

Förändring med tiden

Sverige och våra grannländer går mot en alltmer renare elproduktion. De flesta geoenergianläggningar har en mycket lång teknisk livslängd. En anläggning som miljövärderas med dagens elproduktion blir därför långsiktigt missvisande. Sverige går mot en allt renare elproduktion på grund av en ökning av vindkraft, el från biokraftverk och bibehållen kärnkraft och vattenkraft [4].

I tillägg till det sker samtidigt en teknikutveckling på värmepumpsidan, den del av en geoenergianläggning som byts ut efter ca 20 år till då mer effektiva enheter.

Miljöbesparingar

Under 80-talet ersatte geoenergin i huvudsak eldningsolja. Drivkraften då var en politiskt medveten ambition att göra Sverige mindre beroende av olja. Priset på olja blev dessutom en kraftig drivkraft för tillväxten av antalet anläggningar, se diagram 1.

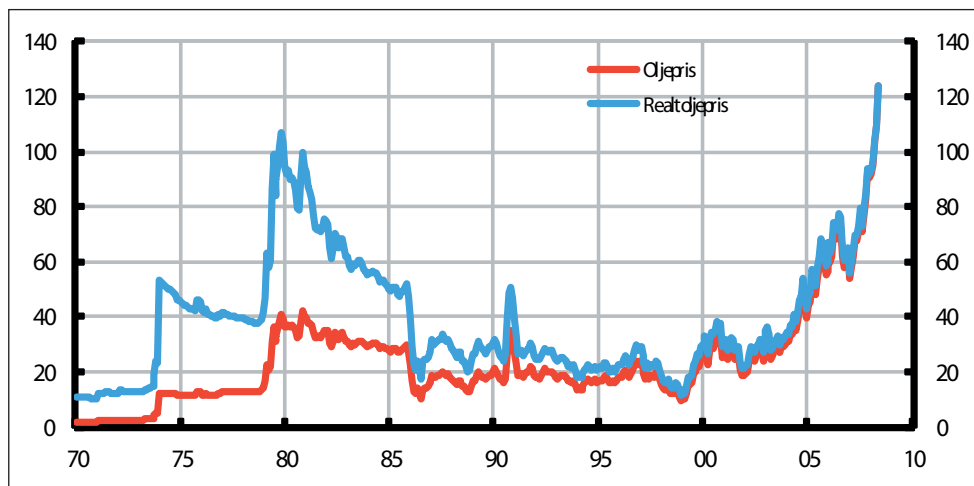


Diagram 1: Tillväxten av geoenergi skapade stor tillväxt av geoenergianläggningar på 80-talet då oljepriset reellt sett var likvärdigt med dagens. Luften gick ur marknaden 1986 då priset föll, men en ny tillväxt började under början av 00-talet då oljepriset åter steg.

Den stora tillväxten som inleddes vid sekelskiftet fick en tillkommande drivkraft i en allt högre miljömedvetenhet. Denna har växt till sig under senare tid då klimatfrågan kommit på dagordningen och många av de större anläggningarna, exempelvis IKEA:s satsning på geoenergi med det interna direktivet "IKEA Goes Renewable", har sin grund i just miljöhänsyn.

Geoenergins miljönytta är naturligtvis beroende av vad som ersätts. Trots all konvertering finns fortfarande en hel del oljeeldade bostäder, men i viss mån också naturgaseldade, som konverterar till geoenergi. Konvertering sker även från elpannor med vattenburen distribution, ibland även direktverkande elvärme med vatten/luft- värmepumpar. Det har också blivit allt vanligare med konvertering från fjärrvärme till geoenergi.

Som framgått ovan betyder valet av hur man miljövärderar elkraften mycket. Svensk Geoenergi anser att man i första hand bör välja svensk elmix och i andra hand Nordisk mix bland de alternativ som för närvarande står till buds. Miljövärdering av olika uppvärmningsformer angivet som utsläpp av koldioxid i kg/MWh framgår av diagram 2.

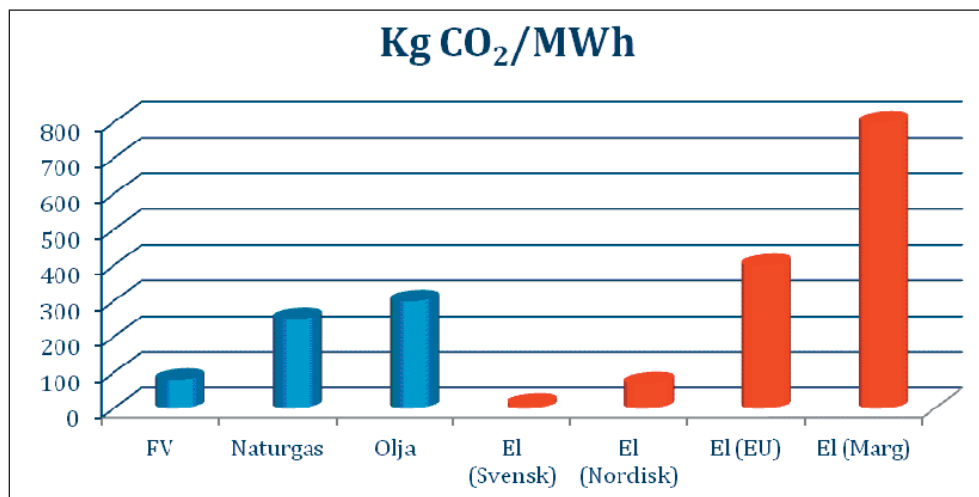


Diagram 2: Utsläpp av koldioxid för några vanliga värmekällor samt för olika synsätt på miljövärdering av elkraft [5, 6].

Miljöbesparing från en energibrunn

Det går med utgångspunkt från ovan fört resonemang beräkna en energibrunns miljöbelastning.

En energibrunn borrar i urberg (granit) till 150 m kommer under sin tekniska livslängd att minska utsläppen av koldioxid då den ersätter olja, naturgas, elpanna och fjärrvärme.

Ett ansatt geoenergisystem med en 7 kW stor värmepump, lämnar 21 000 kWh till en fastighet och systemets energifaktor är ansatt till 3,5 vilket är realistiskt för en installation i dagsläget.

Energibrunnen har i den berggrunden i Stockholmsområdet normalt en effekt av 5 kW och den används för enbart värmeproduktion under 3 000 timmar per år. Detta ger en värmeavgivning motsvarande 15 000 kWh/år (5 kW x 3 000 timmar). Drivelen uppgår till 6 000 kWh (21 000 kWh/3,5). Med nordiska mixen (60 kg/MWh) blir koldioxidutsläppet 360 000g/år. Beroende på vad systemet sedan ersätter varierar det minskade utsläppet enligt diagram 3, ackumulerat över en 20-årsperiod. Det betyder också att belastningen från den anläggningen endast blir 17 g/kWh (360 000 gr/21 000 kWh) med nordisk mix och 3 g/kWh med svensk mix.

Som framgår av diagram 3 blir miljönyttan som störst vid en konvertering från olja (83 ton) eller naturgas (68 ton), och minst vid konvertering från elvärme (11 ton). Även konvertering från fjärrvärme får en betydande miljöeffekt (17 ton). För fjärrvärme har ett medelutsläpp av 80 kg CO₂/MWh använts. Detta värde varierar självfallet från plats till plats.

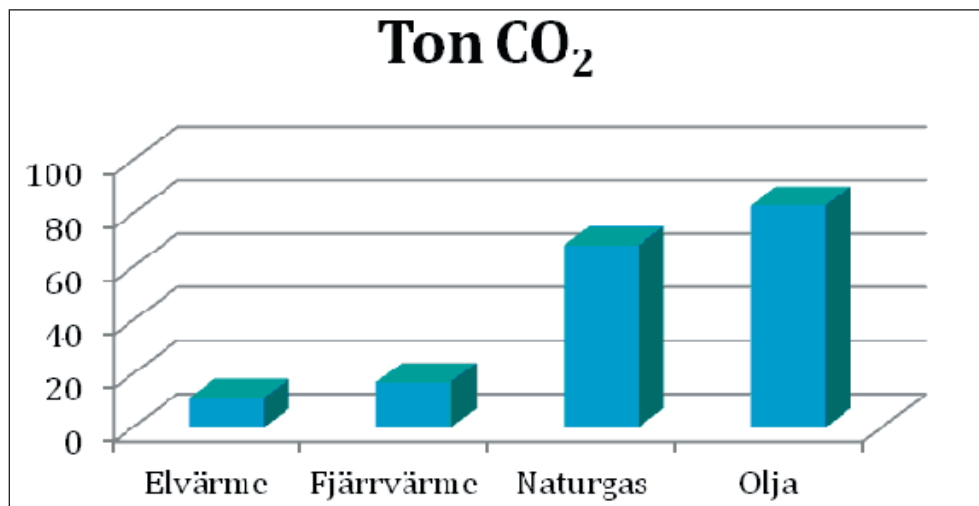


Diagram 3: Minskat utsläpp av koldioxid då en geoenergianläggning om 7 kW ersätter andra uppvärmningsformer, sett över en 20-årsperiod för en fastighet med energibehovet 21 000 kWh.

Till miljönyttan hör också minskade utsläpp av andra miljöstörande gaser och ämnen, bland annat sådana som orsakar försurning och fasta hälsovådliga partiklar från förbränning av både fossila och andra typer av bränslen.

Lokal miljöpåverkan

Vad som hittills avhandlats är geoenergins globala och regionala påverkan. Det finns dock också en lokal aspekt att ta hänsyn till.

Det visades tidigt i den forskning som utfördes på 80- och 90-talet inom ramen för det numera avvecklade Byggforskningsrådet (BFR) att jordvärme med horisontella slangar i mark har vissa negativa effekter på fauna och flora. I stort påvisades att växtsäsongen där slangarna ligger försenas med någon vecka. Det fanns också vissa farhågor att den köldbärarvätska som då användes (glykol) kunde förgifta omgivningen om läckage uppstod.

Idag är glykol förbjudet i denna typ av system och ersatt med etanol. Det samma gäller för övrigt också energibrunnarna.

Grundvattnet kan inom vissa områden påverkas. På några få geografiska platser kan en energibrunn kortsluta olika vattenförande geologiska lager, grundvattenmagasin, så att en oönskad blandning av grundvatten sker. De kan också inom några områden ge upphov till att fossilt salt grundvatten strömmar uppåt och påverkar vattenförsörjningen. För att förbygga sådana effekter har branschen och SGU idag föreskrivit krav och riktlinjer som förbjuder öppna energibrunnar i känsliga områden, bland annat inom primära skyddszoner för vattentäkter [7]. I nuläget pågår aktiviteter för att ytterligare stärka skyddet av grundvatten i känsliga områden, bland annat med metodik för fyllning av borrhål där så behövs.

Under senare tid har krav även ställts på rening av det vatten som ofta produceras när en brunn borrar med tryckluft. Även på detta område pågår det en utveckling för att minska olägenheter med utsläpp av det slamhaltiga borrhvattnet i dagvattenbrunnar.

Vid borrhningen av energibrunnar kan det ibland uppstå olägenheter i form av buller från den utrustning som används. Det finns även risk för oljespill och dylikt. För att minska borrhningens påverkan på omgivningen har branschen succesivt stärkt miljökraven, förbättrat maskinerna och utbildat borrhpersonalen. Många företag är idag miljöcertifierade och de som arbetar med större anläggningar har att följa de krav som ställs på varje ny arbetsplats.

10. Ekonomi - Vad kostar geoenergi

10.1 Ekonomiskt påverkande prestanda

Geoenergin kännetecknas av en förhållandevis hög investering men en låg driftkostnad. Det är just den låga driftkostnaden som gör systemen kommersiellt intressanta och lönsamma. Detta faktum påvisas av att flera hundra tusen svenska hushåll och tusentals större fastighetsägare redan satsat på geoenergin – och är nöjda med sitt val. Den normale villaägaren låter sig sällan luras, och det gör inte den kostnadsmedvetne ägaren av en större fastighet heller.

Den stora fördelen med en energibrunn som värmekälla är att värmefaktorn bibehålls under vinter då den mesta värmen behövs [1]. Som framgått tidigare är det lagrad solvärme som nyttiggörs i borrhålen och att temperaturen under året är konstant i berggrunden. Rätt dimensionerat kommer borrhålets temperatur aldrig att gå under fryspunkten. Om så sker är brunnen inte tillräckligt djupt borrarad för just det energiuttaget och är således feldimensionerad.

Rätt dimensionerad kan man idag räkna med en COP (Coefficient of Performance) runt 4 för en bergvärmepump som lyfter temperaturen 35°C, se bild 1.

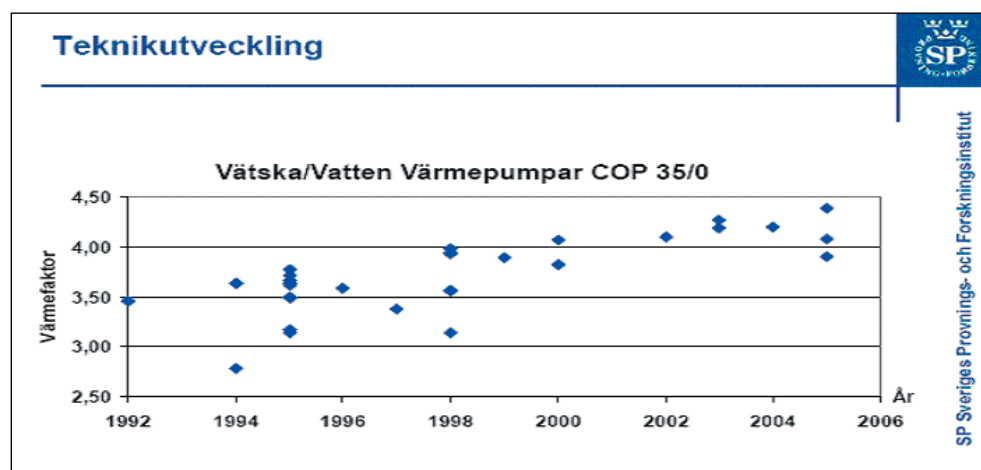


Bild 1: Prestanda och därmed intjäningsförmåga på bergvärmepumpar har förbättrats med 2 % per år på en 10-årsperiod [2].

En förhållandevis jämn och hög temperatur från energibrunnen gör också att kompressorn i en bergvärmepump får en gynnsam driftsituation, vilket i sin tur gör att den håller ungefär dubbelt så länge som en luftvärmepump 15-25 år mot 8-10 år [3]. Ur ekonomisk synvinkel är detta en avsevärd skillnad eftersom en bergvärmepump får en längre intjäningsperiod.

Kopplar man till detta att själva energibrunnen har en ännu längre livslängd, ca 60 år, kommer en reinvestering i systemet efter 20 år bara beröra värmepumpen. Energikällan, energibrunnen, står kvar och kan med stor sannolikhet vara med ytterligare två eller tre värmepumpsbyten.

10.2 Priskänslighet

Alla lönsamhetskalkyler bygger på att investeringen skall kunna återbetala sig förr eller senare - helst förr. Även för den enklaste lönsamhetsbedömningen, rak återbetalningstid, kommer energiprisförändringar under tiden för återbetalning att förändra situationen markant.

Som exempel kan nämnas att geotermianläggningen i Lund, som togs i drift 1985, förväntades bli återbetald på 2,5 år. Beräkningen byggde på antagandet att det höga oljepris som rådde i mitten på 80-talet skulle ligga stabilt de närmsta åren. Så blev det inte. Hösten 1986 sjönk oljepriset drastiskt. För att anläggningen skulle gå med synbar vinst var man tvungen att förlänga avskrivningstiden till det dubbla. Detta spelade dock mindre roll eftersom anläggningen, efter drygt 26 år, fortfarande är i full drift och har visat sig vara en ytterst lönsam investering.

Framtida prisjusteringar

Hur ser då framtidsscenariet ut för energipriserna. Historiskt sett har det alltid varit oljepriset som satt ribban för alla andra energiformer. Det är en mängd olika marknadsmekanismer som ligger bakom variationerna. En motpol mot marknadskrafterna kan dock vara beskattning, alternativt skattelindringar eller rena bidrag för olika energiformer. Skulle tesen om det styrande oljepriset gälla även i fortsättningen bör energipriserna stiga, sett på lite sikt. För detta talar att kapaciteten på produktion av olja är på väg att minska. Många menar att toppen redan passerats, se bild 2, och

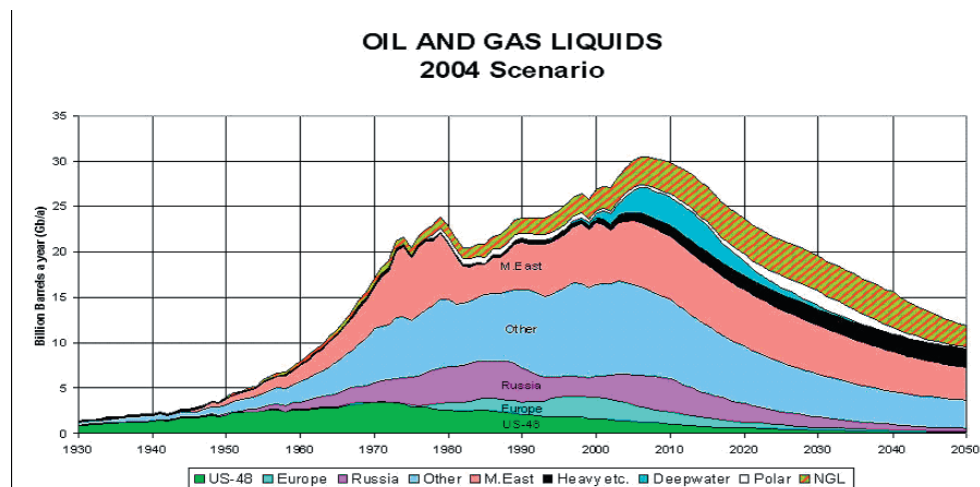


Bild 2: Mycket talar för att produktionskapaciteten av olja nått sin topp och att därför ett successivt allt högre oljepris är att förvänta [4].

stöder detta på att man storskaligt börja exploatera oljesanden ibland annat Kanada och att intresset för oljeledning i djupa havsområden och arktiska farvatten markant ökat.

Man kan sannolikt utgå från att energipriserna fortsätter stiga i reala termer framöver. När det gäller geoenergi medför prisförändringar en mindre påverkan, eftersom merparten av levererad energi, oftast 60-80 %, tas från marken. System med geoenergi blir därför relativt sett betydligt mindre priskänsliga än de energiformer den ersätter.

10.3 Effektivitet

Förutom att geoenergin är gratis är den satt i system också effektiv. Den renodlade bergvärmen har en systemfaktor (SPF) som är i stigande, dels beroende på att värmepumparna blir allt bättre, men också på att ny bebyggelse förses med lågtemperatursystem, exempelvis i form av golvvärme och i vissa fall kombinerade värme- och kylbafflar vilket i sin tur är gynnsamt för värmepumparna.

För de stora och aktiva systemen, som mestadels används för fastigheter med verksamhet, blir systemfaktorn än högre. Detta beror på att marklagret utgör en bättre värmekälla vintertid och att en stor del av kylbehovet produceras som frikyla, dvs kyla från ren cirkulation utan tillverkning av kyla. Borrhålslagren har en faktor som ligger kring 5-7 medan ett akviferlager ligger något högre, 6-8, se bild 3.

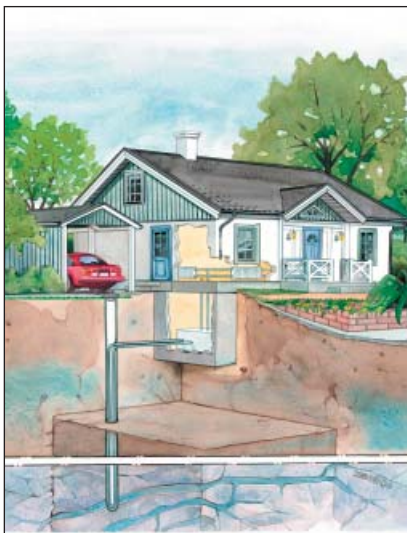


Bild 3: Seasonal Performans Factor (SPF) för bergvärme (t. v.) är typiskt 3-4 och för ett borrhålslager (t. h.) 5-7.

Systemens effektivitet är avgörande för hur stor driftkostnaden blir och därmed väsentlig för alla former av lönsamhetskalkyler

10.4 Energibrunnens lönsamhet

Det kan vara av intresse att på ett annorlunda sätt belysa geoenergins lönsamhet.

En genomsnittlig energibrunn till en villa är normalt borrhälad i urberg till ett djup av 150 m. Om bergtemperaturen är 8°C får brunnen en effekt av 5 kW. Kopplad till en värmepump med 3000 driftstimmar kommer den att producera 15 000 kWh/år.

Värdet eller den kostnadsbesparing som görs är beroende av vad som ersätts.

Ersätter geoenergin villaolja, som är det dyraste alternativet, kommer värdet på geoenergin att bli runt 25 000 kr/år (pannverkningsgrad 0.75 och oljepriset 12 500 kr/m³). Ersätter geoenergin fjärrvärme till kostnaden 800 kr/MWh, blir värdet 12 000 kr/år.

Själva brunnen inklusive rördragning till villan är något som skall anses ingå i själva fastigheten. Anledningen är att brunnen saknar rörliga delar och kommer i praktiken att fortsätta leverera gratis energi långt efter det att återbetalningstiden passerats.

Lönsambet med rak återbetalning

Om samma brunn används tillsammans med en värmepump (7 kW) och med kringutrustning hamnar en investering på ca 140 000 kr. Vi förutsätter att systemet levererar 21 000 kWh/år, varav 6 000 kWh är el till värmepump och cirkulationspump (SPF 3.5). Vi ansätter vidare att elpriset är 1,20 kr/kWh, oljepriset 1,70 kr/kWh och fjärrvärmepriset 0,80 kr/kWh. Beräknade återbetalningstiden för konvertering till geoenergi mot oljeeldning, elpanna och fjärrvärme, framgår av bild 4.



Bild 4: Beräknad rak återbetalningstid för geoenergi med 7 kW värmepump som ersätter uppvärmning med olja, elpanna och fjärrvärme.

Incitamentet att konvertera till geoenergi då oljepriset ligger runt 100 USD/fat är uppenbart. Det ser också tämligen lönsamt ut att konvertera från elpanna till bergvärme med en återbetalningstid av 8 år, men hur är det med fjärrvärme som visar på 13 år. Här skulle nog många bli tveksamma. Ett neutralt sätt att värdera detta är med hjälp av avkastningsmetoden. Geoenergin kostar 9 600 kr mindre per år än fjärrvärmens enligt ovan givna förutsättningar, vilket ger motsvarande en skattefri avkastning på 7 % (9 600 kr/140 000 kr). Det får anses vara en god "bankränta".

Motsvarande raka lönsamhetsanalyser för större projekt med borrhålslager och akviferlager slutar i normalfallen med raka återbetalningstider som ligger i intervallet 4-6 år. Det finns dock mycket speciella fall med betydligt längre återbetalning, upp till 20 år i projekt som trots detta genomförts. Skälen till att även sådana projekt förverkligas har då andra förtecken än just strikt lönsamhet. Vid exempelvis nybyggnation kommer ett borrhåls- eller akviferlager att vara en del av husets infrastruktur och därför finansieras på samma villkor som byggnaden med lång avskrivningstid. I detta perspektiv blir investeringen i geoenergin av mindre betydelse. Det är i stället den låga driftkostnaden som faller avgörandet.

10.5 Långsiktig lönsamhet - LCC

Bortsett från värmepump och cirkulationspump är resten av komponenterna i ett geoenergisystem mer eller mindre underhållsfria och långlivade. Detta gäller inte minst energibrunnarna som brukar stå för ungefär halva investeringen. Det finns därför fog för en mer långsiktig lönsamhetsberäkning än den enkla återbetalningsmetoden.

Om vi tar samma geoenergisystem som tidigare som exempel på en mindre anläggning och lägger en strikt ekonomisk avskrivningstid på halva investeringen som är 40 år och resten av systemet på 20 år. För att inte försköna kalkylen fryser vi energipriserna på samma nivå som nu. Vidare antar vi att finansiering sker med ett lån med 6 % realränta och som amorteras på 40 år.

Efter 20 år byter vi kompressor och cirkulationspump för nuvärdeskostnad av 50 000 kr. Detta utgör grunden för denna förenklade långsiktiga lönsamhetsanalys enligt LCC-metoden (Life Cycle Cost). Metoden visar den ackumulerade besparingen i nuvärde under de 40 år anläggningen är i bruk. Investeringen då till fullo återbetald. Analysen resulterar i följande besparingar under tidsperioden:

- Konvertering från oljeeldning, 800 000 kr
- Konvertering från elpanna, 360 000 kr
- Konvertering från fjärrvärme, 120 000 kr

I beräkningarna ovan är inte medtaget att även oljepanna, elpanna eller

undercentral för fjärrvärme förmodligen kommer att behöva bytas ut eller repareras någon gång under perioden. Sakerligen kommer också energipriserna att stiga markant, kanske fördubblas under perioden. Båda dessa faktorer är till fördel för geoenergisystemet, vilket gör att analysen skall ses som ytterst moderat.

En fullständig LCC-analys tar dessutom hänsyn till förväntade underhållskostnader och en del annat. Som exempel på en sådan analys som nyligen legat till grund för beslut om geoenergi är från Kristallen i Lund, en förvaltningsbyggnad med stort behov av komfortkyla. I just detta fall spelade också kravet på att byggnaden skulle uppnå en viss nivå vad avser energianvändning (kravet var 25 kWh/m²).

Tre alternativ analyserades, fjärrvärme och kylmaskiner som referensalternativ, fjärrvärme och sorptionskyla som ett andra och ett system med geoenergi (borrhållager) som ett tredje.

Rak återbetalning gav att geoenergin jämfört med fjärrvärme och kylmaskiner var återbetald på 20 år.

En LCC-analys som beräknades på 40 år visade dock på helt andra resultat. Som framgår av bild 5 blir den sammanlagda kostnaden för Geoenergin den lägsta – med marginal. Att geoenergin dessutom är det enda alternativet som uppnår projektets krav gör inte saken sämre.

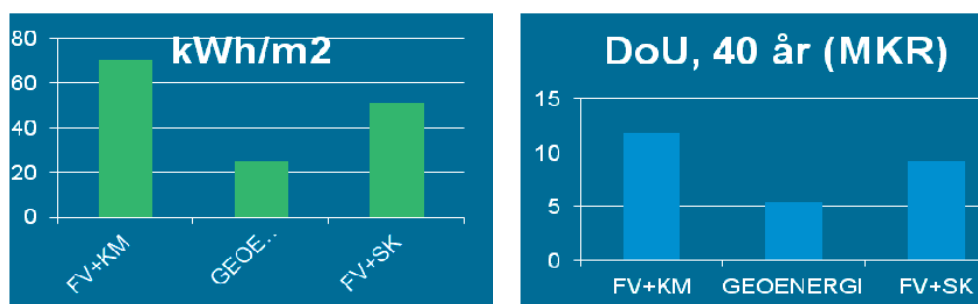


Bild 5: Resultat av LCC-analys för tre alternativ att försörja Kristallen i Lund med värme och kyla.

11. Forskningsläget

De första vetenskapliga referenserna kopplade till nyttjande av geoenergi kan hittas från 1800-talets början, men utvecklingen gick långsamt och forskningen var inte samlad kring geoenergi som energiresurs utan följde i stort sett utvecklingen av värmepumpstekniken fram till slutet av 1900-talet. Geoenergin som forskningsområde tog ordentligt avstamp först kring 1980-talet. Visionen var att lagra sol- och spillvärme vid relativt hög temperatur för att om möjligt kunna använda den direkt. Det byggdes ett flertal värmelager runt om i världen av olika typer. Inledningsvis handlade det mest om akvifärlager (ATES – Aquifer Thermal Energy Storages), senare kom även borrhålslager (BTES – Borehole Thermal Energy Storage) och berggrumslager (CTES – Cavern Thermal Energy Storage). Vid Lawrence Berkeley Laboratory i USA startades 1978 ATES Newsletter, vars namn senare ändrades till STES Newsletter [1] (Seasonal Thermal Energy Storage) allt eftersom andra lagringsmetoder blev allt vanligare. Ett ökande intresse för lagring av kyla ledde till att det med tiden blev allt vanligare att använda termisk energilagring [2].

Den första internationella lagringskonferensen hölls 1981 i Seattle, USA. Denna konferens blev sedan till en serie av konferenser som med tiden fick benämningen ”Stock”-konferenser. De första konferenserna presenterade främst visioner, idéer och förstudier om hur man skulle kunna lagra värme under längre perioder (månadsvis och även mellan säsongerna). Efter hand byggdes storskaliga säsongslager på flera håll i världen. Det tog lång tid både att bygga och att utvärdera driften eftersom de stora lagren krävde flera års drift innan de kom till normala driftförhållanden, det vill säga till ett läge då driftsituationen blev mer eller mindre konstant mellan åren.

11.1 Forskning om akviferlager (ATES)

Geoenergi med akviferlager är idag att betrakta som en mogen teknik och efter den omfattande forskning som gjordes på 1980-talet i bland annat USA, pågår idag endast ringa forskning om ATES. 1980-talets gedigna forskningsinsats var inriktad främst mot driftssimulering av ATES, det vill säga varmvattentransporten genom akviferen, samt värme- och temperaturförluster. Senare forskning har inriktats mot de vattenkemiska problem som kan uppstå i ATES-system, särskilt vid högre temperaturer.

Forskning om ATES har genomförts inom ramen för många annex inom International Energy Agency, IEAs, lagringsprogram [3]. I vissa fall har fokus legat på ATES-relaterade problem;

- Annex 3 Aquifer Storage Demonstration Plant in Lausanne Dorigny;
- Annex 6 Environmental and Chemical aspects of Thermal Energy Storage in Aquifers and Research and Development of Water Treat-

ment Methods.

- Annex 13 Design, Construction and Maintenance of UTES Wells and Boreholes.

Arbetet inom Annex 13 avslutades officiellt 2004 och därefter har inget annex varit speciellt inriktat mot FoU av ATES.

Några fundamentalt nya idéer om ATES och dess användning har inte presenterats de senaste åren. Ett visst nytänkande finns på IKEA i Ryssland där man vill kombinera ATES med snöhantering. Idén är att smälta bort snö från parkeringar och takytor med varmt grundvatten samtidigt som akviferens vatten kyla, något som skulle ge en mycket gynnsammare ATES-drift för ett kylsystem under sommaren.

Inom IF Technology i Holland, det ledande företaget inom ATES i världen, pågår driftsuppföljning i flera av de ca 1 500 ATES som är i drift i Holland, dvs. en slags FoU för att förbilla och effektivisera drift och konstruktion. ATES-utbyggnaden i Holland beräknas dessutom att öka under det närmaste decenniet [4].

På samma sätt sker uppföljning och utvärdering av det ATES-system som kyler och värmer Arlanda flygplats i Stockholm. Detta system som är ett av de allra största i världen reducerar det årliga (köpta) energibehovet med 20 GWh [5]. Även här sker en kunskapsuppbyggnad även om det inte direkt handlar om forskning.

Sammantaget kan sägas att viss FoU om ATES pågår men att denna främst sker inom de företag som redan har ATES inom sitt verksamhetsområde. Därför är denna forskning relativt okänd utanför det egna företaget.

11.2 Forskning om groplager (CTES)

Forskningen kring hetvattenlagring i berg (CTES) i världen är sparsam. I Sverige byggdes två demonstrationsanläggningar i Avesta och Lyckebo i början av 1980-talet. Lagret i Avesta med en vattenvolym på 15 000 m³ byggdes som del i ett forskningsprojekt medan det 120 000 m³ stora lagret i Lyckebo fortfarande används som en buffert i Uppsalas fjärrvärmesystem. I Avesta gjordes ett flertal vetenskapliga studier. Frånsett de värmetekniska analyserna så gjordes omfattande vattenkemiska och bergmekaniska studier i början av 80-talet [6, 7, 8]. För det delvis solvärmeladdade Lyckebolagret gjordes likartade studier [9, 10]. För övrigt är bara ett ytterligare berggrumslager utanför Sverige, för storskalig hetvattenlagring, känt. Det byggdes i Uleåborg och en del forskning/förstudier genomfördes av VTT, Finland [11].

Omfattande forskningsinsatser gjordes, både i Sverige och internationellt för att utveckla gropvärmelager som del av solvärmesystem. Forskningen

var främst inriktad mot olika liners för att få till en enkel, vattentät och billig konstruktion. Detta var lättare sagt än gjort och denna typ lager är inte särskilt vanliga. I den mest aktuella forskningen om groplager fylls gropen med lager av sand och grus dvs. lager med olika permeabilitet. Finessen är bl.a. att man kan uppnå en stabilare temperaturstratifiering. Detta grus-vattenfyllda groplager blir ett slags kombinerat ATES och CTES. Försök pågår i Tyskland [12].

I Kanada har man inventerat och identifierat ett antal nedlagda kolgruvor som lämpliga för att bygga CTES. Det handlar främst om att ta ut värme ur gruvvattnet men även att vi vissa fall återladda under sommaren [13].

Även om CTES fungerar bra är de som regel alltför dyra att anlägga för lagring av varmvatten, men det finns exempel på lagring vid låg tempererat vatten som värmekälla för värmepump.

En annan tillämpning för groplager är att lagra snö och is för kylning sommartid – en teknik som har flera tusen år på nacken. Is har utmärkta egenskaper för luftkonditionering eftersom det ger 100 kWh per ton dvs har ett värde på 100-250 SEK per ton beroende på energipriset. I norra Japan finns hundratals snökylsystem av olika varianter, både för kylning av frukt och grönsaker, och för bostäder [14, 15, 16, 17].

I Sverige har snölagret vid Sundsvalls sjukhus varit i drift sedan år 2000. 75 000 m³ snö kylar sjukhuset mellan maj och september (4 MW; 3 GWh) [3] till en betydligt lägre kostnad än konventionella kylsystem. En ännu större anläggning togs i drift 2010 vid New Chitose Airport i Sapporo, Japan. Detta snölager, vilket är kraftigt inspirerat av lagret i Sundsvall, byggdes för 120 000 - 240 000 m³ snö vilket motsvarar 5-10 GWh kyla [18].

Det finns teoretiska studier gjorda på snölager under mark. Sådana lager behöver i de flesta fall ingen värmeisolering, åtminstone inte i norra Europa och bör kopplas ihop med ett fjärrkylsystem. Det har ännu inte byggts något bergrum för snölagring i världen även om man kan visa att återbetalningstiden är mycket kort [19].

11.3 Forskning om borrhålssystem (BTES)

Idén att använda marken som värmekälla för värmepumpar är gammal. Redan 1805 föreslogs den idé som kom att bli grunden för patentet som beskriver den första fungerande värmepumpen (för kylning) år 1835. William Thomson, som senare adlades till Lord Kelvin, föreslog i mitten av 1852 att värmepumpen skulle användas för uppvärmning av byggnader. Den vetenskapliga beskrivningen av värmepumpsprincipen kom först 1870 [20].

Utvecklingen stod därefter närmast still under flera decennier men några

tidiga system byggdes i USA i mitten av 1900-talet. En nyutveckling påbörjades i Europa i slutet av 70-talet. Det första borrhålslagret i Sverige byggdes 1978. Lagret som bestod av 42 borrhål var solvärmst och detta lågtemperatursystem värmdes ett relativt stort enfamiljshus i Sigtuna under hela året. Framstående teoretiskt arbete gjordes från slutet av 1970 under de närmaste tre decennierna av markvärmegruppen vid Institutionen för Fysik vid Lunds tekniska högskola. Detta arbete resulterade i ett flertal doktorsavhandlingar och ett flertal beräkningsmodeller för både ATES och framför allt BTES [21, 22, 23]. Några av dessa modeller används ännu i många länder. Gruppen var till stöd för nästan samtliga försöksanläggningar som byggdes under denna tid, och satte Sverige på kartan som världsledande inom geoenergiområdet.

Ett första storskaligt BTES för lagring vid hög temperatur byggdes vid Luleå tekniska universitet i Luleå år 1982. Dess 120 000 m³ kristallina bergvolym var genomborrad av 120 hål. Värmelagret var anslutet till fjärrvärmenätet vilket får sin värme från gas från SSABs koks- och stålverk. Detta försökslager som var i drift 1983-1990 utvärderades inom ramen för ett doktorsarbete [24].

Forskning om BTES har genomförts inom ramen för många annex inom IEAs lagringsprogram [3]. I vissa fall har fokus legat på BTES-relaterade problem;

- Annex 8: Implementing Underground Thermal Energy Storage Systems
- Annex 12: High-Temperature Underground Thermal Energy Storage (HT UTES)
- Annex 21: Thermal Response Test for Underground Thermal Energy Storages

Annex 8 och Annex 12, var viktiga för BTES-utvecklingen. Annex 8 som startade 1994 bestod till slut av representanter för åtta deltagarländer och ett flertal "observatörländer", dvs sådana som inte kunde få finansiering för deltagande i sina respektive länder men som ändå var tillräckligt intresserade för att kunna delta vid expertmötena. Annex 12 var inriktat mot BTES för lagring vid hög temperatur och de grundläggande idéerna inom Annex 12 - lagringssystem vars värmeuttag används för direkt uppvärmning dvs utan värmepumpar. Detta klaras genom hög lagringstemperatur och/eller distribution av värme för lokaluppvärmning vid låg temperatur.

Idag ses ett ökande intresse för säsongsvärmelagring och vid hög temperatur i synnerhet. Idén är att lagra spillvärme och solvärme och att återvinna värmen utan värmepump. För att klara detta krävs större lagringsvolym och/eller lägre distributionstemperaturer (tex golvvärme). Ett nytt exempel

är i Emmaboda (140 borrhål, 350 000 m³ bergvolym) i vilket 3.8 GWh spillvärme lagras under sommaren varav 2.6 GWh återanvänds för uppvärmning under vintern. Vattentemperaturen vid laddning är oftast ca 60°C men kommer tidvis upp till 70°C. Det första årets drift startade med en månads laddning under sommaren 2010 [25].

Det pågår också en utveckling för att kombinera BTES och CTES [26]. Idén är att få ut det bästa ur bägge systemen dvs möjlighet till CTES höga effekt vid lagring och uttag och den avsevärt lägre kostnaden hos BTES. Kombilagret är tänkt att bli väldigt stort (20-100 GWh) och ska kunna både lagra värme under både kort och lång tid. Driften är tänkt att ske utan värmepump.

En viktig delorsak till BTES expansion i världen under 2000-talets första decennium var sannolikt utvecklingen av termisk responstest (TRT). TRT är en mätmetod för att bestämma markens termiska egenskaper, något som är nödvändigt vid dimensionering av större system. Idén till en mobil utrustning för sådana mätningar föreslogs vid en internationell lagringskonferens i Stockholm 1983 [27].

Den första mobila TRT-utrustningen utformades vid Luleå Tekniska Universitet redan 1995. Denna vidareutvecklades, byggdes och testades inom ramen för ett examensarbete. Detta inledande arbete har resulterat i ett flertal master- och doktorsavhandlingar inom området [28, 29, 30]. Utveckling av mobil TRT skedde parallellt med det svenska arbetet även i USA [31].

TRTs spridning i världen, för närvarande ca 40 länder, beror inte bara på att utvärderade data är användbara utan också på att metoden har pedagogiska förtjänster. Statistik från varierande länder över bland annat var, hur och av vilken anledning TRT-mätningar görs finns sammanställda [32].

Sedan Byggforskningsrådets avveckling i slutet av 1990-talet har forskningsanslagen till geoenergi relaterad forskning i Sverige minskat. Det är främst forskning med koppling till värmepumpande teknik som fått viss finansiering via Energimyndighetens forskningsprogram Effsys 2 och Effsys Plus. Vid KTH har framgångsrikt bedrivits projekt kring en variant av termisk responstest kallad Distribuerad TRT, där även olika av industrin föreslagna varianter på nya borrhålsvärmeväxlare har testats och utvärderats [33, 34]. Vid Chalmers tekniska högskola har en ny beräkningsmodell för simulering av termisk respons i enkla och multipla borrhål tagits fram och rönt internationellt intresse genom att vara betydligt snabbare och även kunna överbrygga den simuleringstekniskt problematiska övergången mellan korta och långa tidssteg [35, 36].

Genom International Heat Pump Center vid SP i Borås har ett fåtal fältstu-

dier av geoenergisystem med värmepump för småhus genomförts, och en ny större sådan fältstudie har nyligen påbörjats [37, 38]. Lunds tekniska högskola har bedrivit forskning om geoenergi för småhus kopplat till solvärme [39].

Geoenergiforskningen internationellt beror mycket på vilka möjligheter till forskningsanslag som ges i olika länder. I USA, där knappt hälften av världens borrhål finns, är idag forskningsfinansieringen för geoenergi inte systematiskt upplagd. Det handlar om en engångssatsning med utgångspunkt från det amerikanska energidirektivet som främst gått till demonstrationsprojekt, samt oregelbunden finansiering genom den amerikanska installationsingenjörsföreningen ASHRAE, där den geoenergirelaterade forskningen grovt kan delas in i tre kategorier;

- Kostnadsreduktion - geoenergisystem (främst värmepumpskopplade) som kostar mindre att installera.
- Innovativa system och värmeväxlare – nya idéer och nischtillämpningar med avsikt att effektivisera värmeöverföringen mellan värmebärare och mark för att minska kostnader. Exempel är tillämpningar med så kallade hybridmarkvärmepumpar [40] och grundläggningsvärmewäxlare för småhus [41].
- Designredskap – förbättringar av modellverktyg för geoenergisystem.

Effekt av grundvattenflöde på BTES system och utveckling av borrhålsfyllning och nya värmeväxlartyper, är exempel på områden där vidare forskning pågår internationellt. Idag efterfrågas fler långtidsuppföljningar av geoenergisystem, men det finns mycket få sådana studier gjorda i världen, eftersom de är tids- och resurskrävande, och det är svårt att få finansiering för sådana studier.

I Europa är geoenergin också på frammarsch. Men till skillnad från de svenska förhållandena där branscherna är de som tar fram riktlinjer och krav för hur installationerna skall utföras, har man inom EU-kommissionen varit tidig med att identifiera geoenergins potential och startat ett speciellt program, GEOTRAINET.

Programmet har till uppgift att i flera steg, samordna och sammanställa kunskapen som finns inom geoenergi, starta utbildningar och till sist försöka implementera ett certifikatsystem. GEOTRAINET är ett samarbete mellan flera olika Europeiska universitet, organisationer och European geothermal Energy Council. Hittills är två rapporter publicerade, [42] [43].

12. Energi- och klimatpolitik som påverkar geoenergin

Energipolitiken styrs i mångt och mycket av EU-direktiv och övergripande mål. Dessa ska införas på nationell nivå och föranleder då olika propositioner från regeringen och rapporter från myndigheter. När och i vilken takt olika stödåtgärder genomförs styrs i sin tur av finanspolitiken. Även budgetpropositionerna är därför viktiga i sammanhanget. Som bas för åtgärder som styr energianvändningen inom bebyggelsen ligger Boverkets Byggregler 2012, BBR.

12.1 Dokument och beslut

Följande dokument och beslutshandlingar som påverkar eller kan tänkas påverka geoenergin har identifierats:

På nationell nivå:

- Regeringens proposition "En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi", 2008/09:163
- Sveriges miljökvalitetsmål "God bebyggd miljö".
- Sveriges nationella handlingsplan för främjande av förnybar energi.
- Sveriges andra nationella handlingsplan för energieffektivisering.
- Boverkets rapport ""Hur kan användningen av förnybara energikällor främjas i planering och byggande?", 2010.
- Boverkets rapport "Bör byggreglerna ändras för att öka användningen av förnybara energikällor i bebyggelsen?", 2011.
- Energimyndighetens rapport "Föredömliga offentliga byggnader", 2010.
- Budgetproposition 2010 respektive 2012, utgiftsområde Energi.
- Regeringens skrivelse "Vägen till nära-nollenergibyggnader", 2011/12:131.
- Regeringens proposition "Vägen till mer effektiva energideklarationer", 2011/12:120.
- Boverkets Regelsamling för byggande, BBR 2012.

På EU-nivå:

- EU:s handlingsplan för energieffektivitet 2006 och 2011.
- EU:s direktiv om energieffektivitet 2011/0172
- EU:s direktiv om byggnaders energiprestanda, EPBD 2, 2010/31/EU
- EU:s direktiv om främjande av användning av energi från förnybara energikällor.

Det regelverk som beslutas på EU-nivå är en viktig utgångspunkt för den svenska energipolitiken. Direktiven öppnar upp för tolkningar på nationell nivå, men måste ändå ses som styrande och viktiga faktorer för geoenergins utveckling i framtiden.

12.2 EU:s handlingsplan för energieffektivitet 2006 och 2011.

Vid Europeiska rådets vårtoppmöte 2007 beslutades om en integrerad klimat- och energipolitik. I centrum för beslutet stod ett övergripande klimatmål om att till 2020 (jämfört med 1990):

- minska unionens utsläpp av växthusgaser med 20 procent. Inom ramen för en internationell överenskommelse skulle detta skärpas till 30 procent.
- 20 procent av den energi som används inom EU ska komma från förnybara energikällor
- användningen av primärenergi ska ha minskat med 20 procent.

För att kunna leva upp till dessa så kallade 20-20-20-mål antog Europeiska rådet också en omfattande energihandlingsplan för åren 2007–2009. Denna slog fast att EU:s energipolitik vilar på tre pelare;

- konkurrenskraft
- miljömässig hållbarhet
- försörjningstrygghet.

I november 2010 presenterades ett utkast till en ny energistrategi för åren 2011–2020 som ska bygga vidare på 2007 års energistrategi. I meddelandet föreslås åtgärder inom fem prioriterade områden för de kommande tio åren:

- energieffektivisering
- en integrerad energimarknad med infrastrukturer
- trygg och säker energiförsörjning för konsumenter
- energiteknik och innovation
- den externa dimensionen.

I syfte att samordna energibeskattningen med de tidigare antagna EU-åtgärderna på klimat- och energiområdet, har kommissionen i april 2011 lagt fram ett förslag till ändrat energiskattedirektiv. Förhandlingar pågår i rådet och väntas pågå även under 2012. Ändrad energibeskattning kan förväntas påverka geoenergin i positiv riktning, till exempel genom höjd beskattning av koldioxidutsläpp. Då även fjärrvärmen påverkas positivt av den typen av beskattning får nog ändå utfallet bedömas som oförändrat vad gäller konkurrenssituationen mellan olika förnybara energikällor.

12.3 EU:s direktiv om energieffektivitet

I juni 2011 presenterade kommissionen ett förslag till nytt direktiv om energieffektivitet. I det föreslagna nya direktivet föreslås en lång rad åtgärder för ökad energieffektivitet i offentlig sektor, hushåll, service, industri, samt i sektorerna för energiomvandling och energiöverföring. Förhandlingarna i rådet och mellan rådet och Europaparlamentet och kommissionen har inletts och förväntas pågå även under 2012.

Offentliga byggnader

I förslaget understryks betydelsen av att renovera det befintliga byggnadsbeståndet. Man föreslår att en årlig renoveringstakt av offentliga byggnader anges för att driva på utvecklingen. Detta kan påverka utvecklingen av geoenergin, eftersom byggnader som genomgår omfattande renovering ska uppfylla minimikraven på energiprestanda i nya byggnader.

Fjärrvärme/kyla

Fjärrvärme och fjärrkyla lyfts fram specifikt i direktivet om energieffektivitet. Medlemsstaterna bör upprätta nationella planer för att utveckla högeffektiv kraftvärme samt fjärrvärme och fjärrkyla:

”När det gäller energiförsörjningssektorn måste medlemsstaterna enligt förslaget anta nationella planer för värme och kyla för att utveckla potentialen för högeffektiv produktion och effektiv fjärrvärme och fjärrkyla, samt säkerställa att lagstiftningen rörande fysisk planering ligger i linje med dessa planer. Medlemsstaterna måste anta godkännandekriterier som säkerställer att anläggningarna ligger på platser nära efterfrågepunkter för värme”.

Vidare föreslås i direktivet:

”Fysiska planer för städer ska utformas för att säkerställa att /.../bostadsområden och industrianläggningar som förbrukar värme i sina produktionsprocesser är anslutna till det lokala fjärrvärme- och fjärrkylanätet.”

Direktivet lyfter tydligt fram fjärrvärme/kyla som ett prioriterat medel för att energieffektivisera. Detta kan påverka geoenergin genom att stadsplanering i EU låser fast användare i fjärrvärmenät och därmed stänger ut geoenergin från marknaden.

12.4 EU:s förnybartdirektiv

EU antog det så kallade förnybartdirektivet den 25/6 2009. Den svenska regeringens bedömning är att huvuddelarna i direktivet redan är införda i Sverige med undantag av artikel 13, punkt 3-6. Boverket och Energimyndigheten har därför fått regeringens uppdrag att ge förslag på hur dessa punkter ska genomföras. Dessa förslag redovisas i:

- Boverkets rapport "Hur kan användningen av förnybara energikällor främjas i planering och byggande?" (2010)
- Boverkets rapport "Bör byggreglerna ändras för att öka användningen av förnybara energikällor i bebyggelsen?" (2011)
- Energimyndighetens rapport "Föredömliga offentliga byggnader" (2010).

Följande utdrag ur punkterna i direktivet är intressant för geoenergin:

13.3

Medlemsstaterna ska rekommendera alla aktörer, särskilt lokala och regionala administrativa organ, att de vid planering, utformning, byggande och renovering av industri- eller bostadsområden ser till att det installeras utrustning och system för användning av el, värme och kyla från förnybara energikällor samt för fjärrvärme och fjärrkyla. Medlemsstaterna ska särskilt uppmuntra lokala och regionala administrativa organ att ta med uppvärmning och kylning från förnybara energikällor i planeringen av stadsinfrastrukturen, när så är lämpligt.

13.4

Medlemsstaterna ska i sina byggregler och byggnormer införa lämpliga åtgärder för att öka andelen energi från alla typer av energi från förnybara energikällor i byggsektorn.

/.../

I sina byggregler eller byggnormer eller på andra sätt som har motsvarande verkan ska medlemsstaterna, där så är lämpligt, kräva att miniminivåer av energi från förnybara energikällor senast den 31 dec. 2014 används i nya byggnader och i befintliga byggnader som genomgår betydande renoveringar. Medlemsstaterna ska tillåta att dessa miniminivåer uppnås, bland annat genom fjärrvärme eller fjärrkyla som produceras med hjälp av en avsevärd andel förnybara energikällor.

13.5

Medlemsstaterna ska säkerställa att nya offentliga byggnader, och befintliga sådana som genomgår betydande renoveringar, på nationell, regional och lokal nivå uppfyller en exemplarisk roll när det gäller detta direktiv från och med den 1 januari 2012.

13.6

Medlemsstaterna ska i sina byggregler och byggnormer främja användningen av värme- och kylsystem som drivs med energi från förnybara energikällor och system som ger betydande sänkningar av energianvändningen. För att öka användningen av sådana system och sådan utrustning ska medlemsstaterna använda energi- eller miljömärkning eller andra lämpliga certifikat eller standarder utvecklade nationellt eller på gemenskapsnivå, där sådana finns."

Boverket föreslår i rapporten "Hur kan användningen av förnybara energikällor främjas i planering och byggande?" följande åtgärder angående punkterna 13.3 och 13.6:

- Att samtliga kommuner får ta del av samlade kunskaper från projektet Uthållig kommun och stödet till Hållbara städer samt erfarenheter från vindkraftsstöd.
- Boverket ger ut ett allmänt råd till § 23 Lag (2006:985) om energideklaration för byggnader. (kopplat till kravet på att alternativa energisystem ska övervägas i nya byggnader)
- Boverket utreder om krav på temperaturnivåer i värmesystem ska införas i Boverkets byggregler.
- Boverket får i uppdrag att, bland annat i samråd med Energimyndigheten, utreda om fastighetsägare kan få sin byggnad klassad utifrån dess klimatpåverkan."

Angående punkt 13.4 är Boverket och Energimyndigheten överens om att byggreglerna inte behöver ändras för att öka andelen förnybar energi.

12.5 EU:s direktiv om byggnaders energiprestanda, EPBD 2, 2010/31/EU och Regeringens proposition "Vägen till mer effektiva energideklarationer", 2011/12:120

Byggnader svarar för 40 procent av den sammanlagda energianvändningen inom EU. En minskad energianvändning och en större andel förnybara energikällor inom bygg- och fastighetssektorn är därför viktiga åtgärder om EU ska nå sina övergripande klimatmål. 2010 publicerade EU ett omarbetat direktiv om byggnaders energiprestanda, EPBD 2, som innehåller skärpningar av bestämmelserna.

I EPBD 2 slås fast att alternativa energiförsörjningssystem bör övervägas för nya byggnader, oberoende av byggnadens storlek. Medlemsstaterna uppmanas också att upprätta nationella planer för att öka antalet så kallade näronnenergibygnader.

Enligt EPBD 2 ska ett antal finansiella instrument och andra åtgärder införas eller anpassas för att öka energieffektiviseringen i byggnader. Bland annat följande nämns i EPBD 2:

- Europeiska regionala utvecklingsfonden.
- Det offentlig-privata partnerskapet om ett initiativ för europeiska energieffektiva byggnader för att främja miljöteknik och utveckling av energieffektiva system och material i nya och renoverade byggnader.
- EU-initiativet för finansiering av hållbar energi från EG-Europeiska investeringsbanken.
- Margueritefonden: Europeiska 2020-fonden för energi, klimatförändring och infrastruktur.

- Instrumentet för struktur- och sammanhållningsfonder Jeremie (gemensamma europeiska resurser för mikroföretag till medelstora företag)
- Instrumentet för finansiering av effektivare energiutnyttjande.
- Ramprogrammet för konkurrenskraft och innovation, inklusive "Programmet Intelligent energi - Europa 2", med särskild fokusering på att avlägsna marknadshinder i samband med energieffektivitet och energi från förnybara energikällor.

Dessa instrument ska användas för fonder, instrument eller mekanismer för energieffektivitet. Dessa ska i sin tur ge finansieringsmöjligheter till ägare av privata egendomar, små och medelstora företag och energitjänsteföretag.

Enligt EPBD 2 ska medlemsstaterna se till att "den tekniska, miljömässiga och ekonomiska genomförbarheten bedöms och beaktas, innan byggandet inleds" för vissa "högeffektiva alternativa system". Värmepumpar är en av fyra sådana system som anges. Dock används inte geoenergi som beteckning för en alternativ energikälla.

I Sverige fanns detta krav sedan tidigare, men endast för byggnader med en större total golvyta än 1.000 kvadratmeter. Sveriges riksdag har som en följd av detta beslutat att ta bort gränsen på 1.000 kvadratmeter från och med den 1/7 2012. Därmed är direktivets krav på att alternativa energiförsörjningssystem ska övervägas oavsett byggnadens storlek uppfyllt i Sverige.

Vad gäller krav på inspektion av värmepannor, bedömer regeringen i propositionen "Vägen till mer effektiva energideklarationer" att energikontoren och de kommunala klimat- och energirådgivarna kan få en fortsatt och utökad roll när det gäller rådgivning om värmesystem i byggnader.

12.6 Boverkets Byggregler, BBR 2012

Utöver förändringar av lagtexten avseende energideklarationer och elcertifikat, beslutade riksdagen att i enlighet med regeringens proposition inte lagstifta om några förändringar i Boverkets byggregler för att leva upp till kraven i EPBD 2.

Det innebär att Sverige även i fortsättningen beräknar byggnaders energiprestanda utifrån den energi som behöver tillföras byggnadens värmesystem, det vill säga mängden köpt energi. Så här definierar Boverket i BBR en byggnads energianvändning:

"Den energi som, vid normalt brukande, under ett normalår behöver levereras till en byggnad (oftast benämnd köpt energi) för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi."

Regeringen formulerar principen på annat sätt i skrivelsen "Vägen till näronnenergibygnader":

"Kravet på byggnadens specifika energianvändning får reduceras /.../ med energi som erhålls från mark, luft och vatten vid värmepumpinstallation."

Detta ser man som ett sätt att i byggreglerna främja förnybar energi som solenergi och "fri energi från luft, vatten och mark" (Boverket 2010: "Hur kan användningen av förnybara energikällor främjas i planering och bygande?").

Boverkets beräkningsmetod är till geoenergins fördel, då användaren får ut upp till fyra gånger värme i förhållande till den elenergi som värmepumpen behöver tillföras. Geoenergi blir med andra ord ett attraktivt alternativ för att klara kraven i BBR. Det gäller även vid ombyggnad och renovering, då nybyggnadskraven idag är vägledande. Det finns dock en övre gräns för hur mycket installerad eleffekt för uppvärmning en ny byggnad får ha.

I begreppet elvärme som uppvärmningssätt ingår värmepumpar som används för att utvinna geoenergi. Byggnader som värms med hjälp av geoenergi har därför en lägre gräns för maximal energianvändning, vilket till viss del minskar geoenergins fördel som uppvärmningsalternativ. Energifaktorn för geoenergi är dock så hög att den fortfarande gynnas av Boverkets beräkningsmetod och nivåer på maximal energianvändning.

När det gäller de olika gränserna för energianvändning för eluppvärmda (inklusive geoenergi) och icke eluppvärmda byggnader, finns en tydlig markering och fingervisning att dessa skillnader inte kommer att ändras i Boverkets rapport "Bör byggreglerna ändras för att öka användningen av förnybara energikällor i bebyggelsen?":

"Ett förslag är att öka skillnaden mellan energikravet för eluppvärmda byggnader och kravet på övriga byggnader. Anledningen anges vara att den "mer" miljövänliga fjärrvärmen missgynnas i förhållande till byggnader som värms med värmepump.

/.../

Ur ett svenskt perspektiv är både el och fjärrvärme producerad med ungefär lika andel förnybar energi. Om byggnaden värms med en effektiv värmepump så använder den eluppvärmda byggnaden mer förnybar energi än den fjärrvärmevärmda byggnaden. I en dom, M 3773-08, konstaterar Miljööverdomstolen att fjärrvärme och värmepumpsuppvärmning är att betrakta som likvärdiga ur miljösynpunkt. Det finns således inget hållbart argument för att diskvalificera det ena eller andra."

Svaret på frågan som ställs i rapportens titel, "Bör byggreglerna ändras för att öka användningen av förnybara energikällor i bebyggelsen?", är ett samstämmigt nej från Boverket och Energimyndigheten.

I begreppet "Energi för komfortkyla" i BBR räknas inte så kallad frikyla in, det vill säga energi som hämtas direkt från omgivningen utan kylmaskin, till exempel geoenergi. Detta gör att energianvändningen för frikyla från geoenergi är undantagen kravet på att räknas upp med faktorn tre.

12.7 Nära-nollenergihus, NNE

I artikel 9 i EPBD 2 ställs krav på att nya byggnader som uppförs efter den 31 december 2020 ska vara nära nollenergibyggnader (31 december 2018 för byggnader som används och ägs av offentliga myndigheter). I definitionen av begreppet framgår att byggnaden ska ha en mycket hög energiprestanda och den mycket låga mängden energi som krävs bör i mycket hög grad tillföras i form av energi från förnybara energikällor. Sverige har inte tagit ställning till hur kravet på förnybar energi ska hanteras.

Regeringen bedömer i skrivelsen "Vägen till nära-nollenergibyggnader" att skärpningar av kraven på energianvändning i byggreglerna kommer att krävas. Hur mycket har regeringen dock inte tagit ställning till:

"Det finns i dag inte tillräckligt underlag för att ange en kvantifierad riktlinje för hur långtgående skärpning som skulle kunna bli aktuellt, utan detta ska bedömas på ett gediget underlag baserat på bl.a. utvärdering av befintliga lågenergibyggnader, vissa demonstrationsprojekt av nya energieffektiva byggnader, ekonomiska analyser m.m. Endast skärpningar som är miljömässigt, fastighetsekonomiskt och samhällsekonomiskt motiverade ska genomföras."

I vilken mån detta kommer att påverka geoenergin i Sverige beror på hur Sverige väljer att definiera nära-nollenergihus, det vill säga vilka krav som kommer att ställas på byggnadens energiprestanda. Om byggreglerna även efter 2020 kommer att beräkna energianvändningen utifrån mängden tillförd/köpt energi bör geoenergin kvarstå som ett attraktivt alternativ för uppvärmning och kyla.

Här har dock Boverket och Energimyndigheten olika syn på saken. Boverket menar att byggreglerna redan främjar att energi från förnybara energikällor används och föreslår därför att byggreglerna bibehålls i sin nuvarande utformning. Energimyndigheten anför att byggreglerna i vissa avseenden inte är teknikneutrala och anser att en djupare utvärdering av Boverkets definierade systemgräns för energikraven i byggreglerna bör göras.

Regeringen gör bedömningen i skrivelsen att några förändringar inte behöver göras i byggreglerna för att främja användandet av förnybar energi.

12.8 Regeringens proposition ”En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi”

Regeringen presenterade 2009 två propositioner som tillsammans utgör ”En sammanhållen energi- och klimatpolitik”. Här finns flera tydliga mål för klimat- och energipolitiken till år 2020:

- 40 procent minskning av klimatutsläppen. Målet avser den icke handlande sektorn.
- 50 procent förnybar energi.
- 20 procent effektivare energianvändning.

I propositionerna finns handlingsplaner för klimat- och energiomställningen. 2010 presenterade regeringen en specifik handlingsplan för förnybar energi och 2011 en för energieffektivisering.

Därtill finns följande delmål i miljökvalitetsmålet God bebyggd miljö:

”att den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler bör minska med 20 procent till 2020 och med 50 procent till 2050 i förhållande till användningen 1995. Till år 2020 ska beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.”

12.9 Handlingsplan för förnybar energi

För att nå målet om 50 procent förnybar energi har regeringen presenterat en handlingsplan för förnybar energi. Insatserna består bland annat av att:

- höja ambitionen i elcertifikatsystemet
- fortsätta arbeta för att underlätta nätanslutningar för förnybar el
- en planeringsram för vindkraft på 30 TWh.

Man framhäver även jord- och skogsbruk som viktiga sektorer för framställning av förnybar energi.

En riktad åtgärd där geoenergi har utgjort ett alternativ var stödet till konvertering från direktverkande el i bostadshus respektive oljeuppvärmning i småhus. Stöden upphörde den 31/12 2010. Energieffektivisering ska enligt regeringen ske på marknadens villkor, med hjälp av informations- och utbildningsinsatser.

Regeringen konstaterar i handlingsplanen att det inte finns någon lagstiftning i Sverige som specifikt reglerar en ökad andel förnybar energi inom bebyggelsen. Det finns dock en uttalad långsiktig prioritering att användning av fossila bränslen för uppvärmning ska fasas ut helt till 2020.

Under miljömål 15 God bebyggd miljö anges bland annat:

”Senast 2010 ska fysisk planering och samhällsbyggande grundas på program och strategier för hur /.../ utbyggnad av produktionsanläggningar för fjärrvärme, solenergi, biobränsle och vindkraft ska främjas”.

Geoenergi lyser dock med sin frånvaro.

Forskning

Forskning är en viktig del inom förnybar energi. Energimyndigheten hade 2009 en miljard kronor i anslag till energiforskning. Därutöver ökade anslagen till energiforskning på universitet och högskolor 2010–2012. Forskningen är inriktad på följande områden:

- Storskalig förnybar elproduktion och dess integration i elnätet.
- Elektriska drivsystem och hybridfordon.
- Energikombinat.
- Biodrivmedel och förnybara material
- Ny kärnteknik och koldioxidavskiljning och –lagring.

Förnybara energikällor för byggnadssektorn som geoenergi finns inte med i den forskningspolitiska inriktningen.

Skatter

Följande skatter anses främja övergång till förnybar energi:

- Energiskatt
- Svavelskatt
- Koldioxidskatt
- Kväveoxidavgift

12.10 Handlingsplan för energieffektivisering

Regeringen tillför 300 miljoner kronor per år under åren 2010-2014 för energieffektivisering. Fokus ligger på informations- och utbildningsinsatser, främst genom att ge mer resurser till den kommunala energi- och klimatrådgivningen.

För att förstärka insatserna för energieffektivisering i näringslivet, med särskilt fokus på små och medelstora företag, införs ett stödssystem med energikartläggningscheckar under åren 2010–2014.

Branschinriktade nätverksaktiviteter och samarbete med branschorganisationer ska prioriteras, med Energimyndigheten som samordnare.

Regeringen avser att utöka stödet för teknikupphandling och marknadsintroduktion av energieffektiv teknik. Insatser riktade mot små

och medelstora företag ska prioriteras och synergier med och lärdomar från arbetet med energikartläggningscheckarna bör utnyttjas.

Budgetproposition 2010 respektive 2012, utgiftsområde Energi

I budgetpropositionen 2012 konstateras:

”Resultatet av kostnadsjämförelsen i rapporten visar att uppvärmning med fjärrvärme och någon form av värmepump i genomsnitt är de billigaste uppvärmningsalternativen. Kostnadsjämförelsen visar också att det är lönsamt för småhus att konvertera till pellets, bergvärmepump, luftvattenvärmepump och fjärrvärme om man som befintligt värmesystem har direktverkande el, elpanna eller olja.”

I övrigt är allt fokus på fjärrvärmen under rubrikerna ”Resultat” samt ”Analyser och slutsatser” i avsnittet om värmemarknaden. Begreppet geoenergi används överhuvudtaget inte och verkar inte finnas med i resonemangen kring förnybar energi. Istället förs endast resonemang kring tekniken, det vill säga de eldrivna värmepumparna.

Information, utbildning och kunskapsspridning utgör en röd tråd och integrerad del i de flesta insatserna för ökad energieffektivisering.

Under 2010 intensifierades arbetet med att aktivera små och medelstora företag inom energieffektivisering. Sedan våren 2010 kan små och medelstora företag inom industri, service, fastighet och lantbruk söka statligt stöd hos Energimyndigheten för energikartläggning, så kallade energikartläggningscheckar. Vid årets slut hade 187 företag ansökt om stöd. Energimyndigheten har under 2010 beviljat cirka 13 miljoner kronor till elva olika informations- och utbildningsprojekt som syftar till att främja energieffektivisering i små och medelstora företag.

Rådgivningen bör, utöver vad som redan ingår, även förmedla lokalt och regionalt anpassad kunskap om användning av förnybar energi samt om värme- och luftkonditioneringssystem.

Under perioden 2013-14 tillförs 220 miljoner kronor per år för att stimulera energieffektivisering. Finansiering av den kommunala energi- och klimatrådgivningen lyfts fram som en prioriterad insats. Biogas och vindkraft får helt öronmärkta medel, medan geoenergin inte är omnämnd specifikt. Geoenergin är därmed inte på något sätt garanterad stöd, varken direkt ekonomiskt eller indirekt genom informations- och utbildningsinsatser.

Det är tydligt att regeringens strategi för att uppnå de övergripande målen är att satsa på information och utbildning. Energimyndigheten har här huvudansvaret och fokus ligger på de kommunala klimat- och energirådgivarna. Då geoenergin inte får några öronmärkta medel är det helt avgöran-

de att klimat- och energirådgivarna, direkt eller via Energimyndigheten, får korrekt, tydlig och lättillgänglig information och utbildning om geoenergi.

12.11 Reparation, underhåll eller om- och tillbyggnad, ROT

Det så kallade ROT-avdraget är i första hand ett arbetsmarknadspolitiskt instrument, men har fått positiv effekt för geoenergin. 50 procent av arbetskostnaden ges i form av skattereduktion, max 50.000 kronor per person och år. Då installation av en geoenergianläggning är förhållandevis arbetsintensiv har detta haft en positiv inverkan på geoenergin.

Referenser

2. Geoenergins historia

1. Ball, D.A., R.D. Fischer, and D.L. Hodgett. 1983. Design methods for ground-source heat pumps. ASHRAE Transactions 89(2):416-440.
2. Lund, J, et al. 2004. Geothermal (Ground-Source) Heat Pumps—A World Overview. Geo-Heat Center Bulletin, September.
3. Morofsky, E. 1994. ATES - Energy Efficiency, Economics and the Environment. International Symposium on Aquifer Thermal Energy Storage, Nov. 14-15, 1994. Univ. of Alabama, USA.
4. Andersson O, Rydell L., 2012. The HT-BTES plant at Xylem in Emmaboda, Sweden - Experiences from design, construction and initial operation. Proc. 12th Int. Conf. on Underground Heat Storage. 16-18 May, 2012. Lleida University, Spain.
5. Mogensen, P. 1983. Fluid to Duct Wall Heat Transfer in Duct System Heat Storages. Proc. Int. Conf. on Subsurface Heat Storage in Theory and Practice. Stockholm, Sweden, June 6-8, 1983, p. 652-657.
6. Eklöf, C., Gehlin S. TED. A Mobile Equipment for Thermal Response Test. Testing and Evaluation. MSc Thesis, Luleå University of Technology, Sweden. 1996:198E.
7. Austin, W. A. 1998. Development of an In Situ system for measuring ground thermal properties. Master of Science Thesis 1998, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
8. Wigstrand I. The ATES project – a sustainable solution for Stockholm Arlanda airport. <http://www.underground-energy.com/>

6. Användningsområden med geoenergi

1. Bjelm L, Alm P-G, Andersson O. 2010 Shallow geothermal in Sweden – Country update. Proceedings World Geothermal Congress 2010. Bali, Indonesia, 25-29 April 2010
2. Andersson O 2009. The ATES Project at Stockholm Arlanda Airport - Technical Design and Environmental Assessment. Proceedings Effstock 2009, Stockholm Sweden, June 14-17 2009
3. Wetterström P. 2004. Bergvärmepump inklusive säsongslagring av värme från Näsbyviken.
4. Andersson O. 2007 Aquifer Thermal Energy Storage (ATES). Thermal energy storage for sustainable Energy Consumption, Chapter 6. Springer, 2007

7. Statistikläget i Sverige

1. Energimyndigheten, Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2010, ES 2011:11
2. Energiläget i siffror 2011, Energimyndigheten, <http://www.energimyndigheten.se/sv/Press/Nyheter/Energilaget-i-siffror-2011-nu-pa-webben/>

8. Statistikläget utanför Sverige

1. EHPA outlook 2011 - PREVIEW -European Heat Pump Statistics, http://www.ehpa.org/file-admin/red/Heat_Pump_Statistics/Preview_2011_finished.pdf
2. 3rd Annual Conference of the RHC Platform Copenhagen, 26.-27.4.2012 http://conference2012.eu/wp-content/uploads/2012/05/P_120426_1330_SessionB_Burkhard_Sanner.pdf
3. U.S. Energy Information Administration, Renewable & Alternative fuels, Geothermal Heat Pump Manufacturing Activities, (numera "discontinued"), <http://www.eia.gov/renewable/annual/geothermal/>
4. http://www.geoexchange.org/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1&Itemid=23
5. Daniel Ellis, Geothermal Heat Pumps, Public Policy Update – October 2010
6. Heat Pump Thermal Storage Technology Center of Japan, <http://www.hptcj.or.jp/e/>

9. Miljövärdering av el och geoenergins miljöpåverkan

1. EU 2009. Directive 2009/28 EC. On the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
2. SOU 2008:25. Ett energieffektivare Sverige
3. Svenska Kraftnät. Statistikrapporter över elhandeln på Nordpol 2003-2011
4. Energimyndigheten "ET 2011:23 Energiförsörjningen i Sverige år 2030. En konsekvensanalys av gällande styrmedel.
5. IVL 2009. Vägledning till metodval vid beräkning av påverkan från förändrad energianvändning på de svenska miljömålen. Rapport B1822
6. SABO 2010. Miljövärdering av energianvändningen i ett fastighetsbestånd. Hemsida: www.sabo.se
7. SGU 2008. Normbrunn 07. Att borra brunn för energi och vatten – en vägledning.

10. Ekonomi - vad kostar geoenergin

1. Futurum 2007. Energibrunnar vs uteluft som energikälla till värmepumpar. Rapport till Norsk Brunnsbörarförening 2009-03-21.
2. Elforsk 2007. Framtidens elvärme och värmepumpar. Rapport 07:30
3. Nordman, R. 2007. Undersökning av värmepumpars miljöpåverkan. Rapport Naturskyddsföreningen 2007
4. Association for study of Peak Oil and Gas (APOG), 2005. The Peak Oil Scenario 2004.

11. Forskningsläget

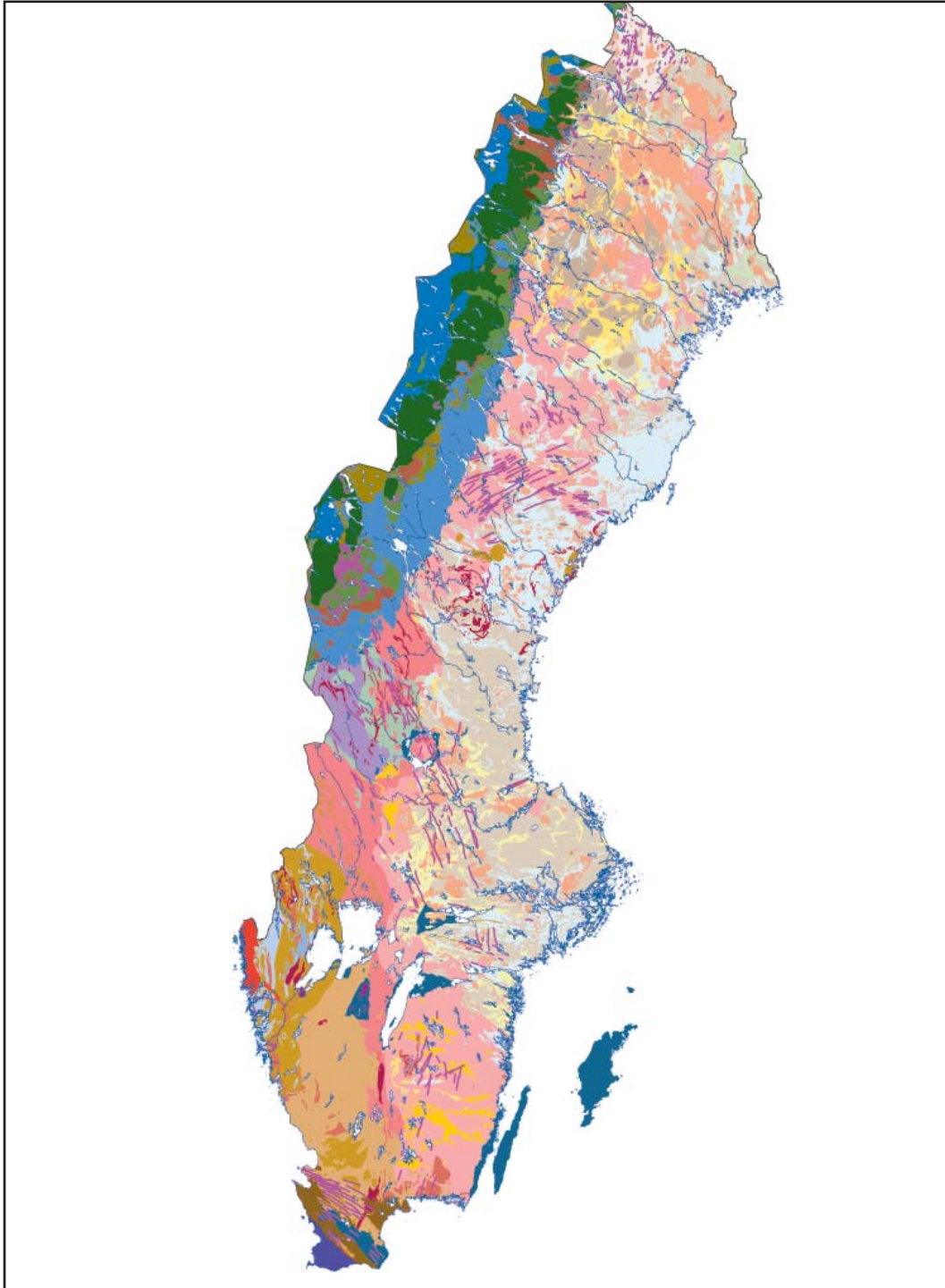
1. ATES-STES ftp site. <ftp://ftp.tech-env.com/pub/ENERGY/STES/Newslett/>
2. Morofsky, E. 1994. ATES - Energy Efficiency, Economics and the Environment. International Symposium on Aquifer Thermal Energy Storage, Nov. 14-15, 1994. Univ. of Alabama, USA.
3. IEA ECES IA. <http://www.iea-eces.org/>
4. Bakema, G. 2010. Engineering the Earth. Geothermie Bochum. IF Technology, Arnhem. The Netherlands..
5. Wigstrand I. The ATES project – a sustainable solution for Stockholm Arlanda airport. <http://www.underground-energy.com/>.
6. Reh binder, G. 1985. Thermal interactions between water and rock in an underground hot-water store. Applied Energy, Volume 20, Issue 2, 1985, Pages 103-116.
7. Martna, J. 1983. Avesta Research Plant for hot water storage - state of the project. Proc. Int. Conference on Subsurface Heat Storage in Theory and Practice. Stockholm, Sweden, pp. 367-372.
8. Claesson, T., Ronge, B. 1983. Water-Rock Interaction at Elevated Temperatures. Proc. Int. Conference on Subsurface Heat Storage in Theory and Practice. Stockholm, Sweden, pp. 347-351.
9. Brunstrom, C., Larsson, M., Holst, P., Zinko, H., Hillstrom, C.-G. 1985. Lyckebo Rock Cavern Seasonal Storage Plant after one Year of Operation. Sunworld, Volume 9, Issue 3, 1985, Pages 93-95.
10. Brunstrom, C, Hillstrom, C-G. 1987. Lyckebo Project, Soalr District Heating with Seasonal Storage in a Rock Cavern. Evaluation and Operational Experience. Document - Swedish Council for Building Research, , 38 p..
11. Ritola, J. 1990. Rock cavern heat storage facility in Oulu. Part 2. Heat storage facility conversion work and its costs.[Oulun kalliolampovarasto. Osa 2. Lampovaraston muutostyot seka niiden kustannukset]. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Tutkimuksia, Issue 690, 1990, 57p (in Finnish).
12. Marx R, Bauer D, Drueck H. 2012. Next Generation of Seasonal Gravel-Water Thermal Energy Store - Design and Operating Results from Eggenstein-Leopoldshafen, Germany. INNO-U-03. 12th Int. Conf. on Underground Thermal Energy Storage. Innostock 2012, Lleida, Spain. 16-18 May, 2012.

13. Day A, Michel F. 2012. Identification of the Cavern Thermal Energy Storage Potential of Abandoned Mines in Cobalt, Ontario, Canada. INNO-U-69. 12th Int. Conf. on Underground Thermal Energy Storage. Innostock 2012, Lleida, Spain. 16-18 May, 2012..
14. Skogsberg, K. Seasonal snow storage for space and process cooling. Doctoral thesis, Luleå University of Technology, No. 2005:30, pp.70.
15. Kaneko Y, Kobiyama M. 2009. Introduction of Practical use of Snow Mound, the Bibai snow mound project. Proc. Effstock 2009, the 11th Int. Conf. on Thermal Energy Storage for Energy Efficiency and Sustainability. June 2009, Stockholm, Sweden.
16. Ekengren R Kobiyama M. 2009. Introduction of Snow Air-conditioning Systems used in Press Center in Hokkaido -Toya Lake Summit in 2008. Proc. Effstock 2009, the 11th Int. Conf. on Thermal Energy Storage for Energy Efficiency and Sustainability. June 2009, Stockholm, Sweden.
17. Momota, M. , Ibamoto,T. , Nagumo, Y. A Fundamental Study of the Practical Use of the Vertical Ice Storage Tank. Proc. Effstock 2009, the 11th Int. Conf. on Thermal Energy Storage for Energy Efficiency and Sustainability. June 2009, Stockholm, Sweden.
18. Hamada, Y. Private Communication in April 2012 with Prof. Yasuhiro Hamada, Faculty of Engineering, Hokkaido University N13-W8, Kita-ku, Sapporo 060-8628, Japan.
19. Johansson, P. Säsongslagring av kyla i berggrum. (Seasonal Snow Storage in Rock Caverns). 1999:184 CIV.
20. Midttømme, K., Banks, D., Ramstad, R.K., Sæther, O.M. and Skarphagen, H. (2008). Ground-Source Heat Pumps and Underground Thermal Energy Storage—Energy for the future. In Slagstad, T. (ed.) *Geology for Society*, Geological Survey of Norway, Special Publication, 11, pp. 93–98.
21. Hellström, G. 1991. Ground heat storage. Thermal analyses of duct storage systems. Doctoral Thesis, Lund University, Lund, Sweden..
22. Eskilson, P. 1987. Thermal analysis of heat extraction boreholes. Lund-MPh-87/13. Lund Institute of technology, Lund, Sweden..
23. Ericsson, L. O. 1985. Värmeutbyte mellan berggrund och borrhål vid bergvärmesystem. Doktorsavhandling, Chalmers tekniska Högskolan, Göteborg, Sverige..
24. Nordell, B. Borehole Heat Store Design Optimization, PhD-thesis 1994:137D. Luleå University of Technology, Sweden, pp.250.
25. Andersson O, Rydell L. The HT-BTES plant at Xylem in Emmaboda, Sweden - Experiences from design, construction and initial operation. Proc. 12th Int. Conf. on Underground Heat Storage. 16-18 May, 2012. Lleida University , Spain.
26. Nordell B, Ritola J, Sellberg B, Sipilä K 1994. The Combi Store - A combined Rock Cavern/Borehole Heat Store. *Tunnelling and Underground Space Technology*, Vol 9:2, Minneapolis, USA. p.243-249.
27. Mogensen, P. 1983. Fluid to Duct Wall Heat Transfer in Duct System Heat Storages. Proc. Int. Conf. on Subsurface Heat Storage in Theory and Practice. Stockholm, Sweden, June 6-8, 1983, p. 652-657.
28. Gehlin S. 2002. Thermal Response Test. Method Development and Evaluation. Doctoral Thesis. 2002:39, Luleå University of Technology. Sweden.
29. Gustafsson A-M. 2010. Thermal response tests: Influence of Convective Flow in Groundwater Filled Borehole Heatxchanger. Doctoral thesis, Luleå University of Technology.
30. Liebel H. 2012. Influence of Groundwater on Measurements of Thermal Properties in Fractured Aquifers. Doctoral Thesis. Dept. of Geology and Mineral Resources Eng., NTNU, Trondheim, Norway.
31. Austin, W. A. 1998. Development of an In Situ system for measuring ground thermal properties. Master of Science Thesis 1998, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma.
32. Nordell B. 2012. Thermal Response Test (TRT) - State of the Art 2011. IEA ECES ANNEX 21 – subtask 1. (To be published by IEA)
33. Acuña, J. 2010. Improvements of U-pipe borehole heat exchangers. Licentiate of engineering thesis. The Royal Institute of Technology KTH, Stockholm, Sweden.
34. Acuña, J., Mogensen, P., and Palm, B. 2011. Distributed thermal response test on a multi-pipe coaxial borehole heat exchanger. *HVAC&R Research*, Vol. 17, Issue 6, December 2011.

35. Javed, S. 2012. Thermal modelling and evaluation of borehole heat transfer. Doctoral Thesis. Chalmers university of technology, Göteborg, Sweden.
36. Claesson, J., and Hellström, G. 2011. Multipole method to calculate borehole thermal resistances in borehole heat exchangers. HVAC&R Research, Vol. 17, Issue 6, December 2011.
37. IEE-SEPOMO <http://www.sp.se/sv/index/research/eu-project/cip/sepemo/sidor/default.aspx>
38. Tiljander, P., Haglund Stignor, C., Axell, M. 2011. Fältmätningar för att demonstrera ny teknik för värmepumpssystem SP Report 2011:69, SP TecSveriges tekniska forskningsinstitut. ISBN 978-91-87017-01-8.
39. Kjellson, E. 2009. Solar Collectors combined with ground-source heat pumps in dwellings. Analyses of system performance. Doktorat Thesis, Lund university, Lund, Sweden.
40. Pertzborn, A., Hackel, S., Nellis, G., and Sanford, K. 2011. Experimental validation of a ground heat exchanger model in a hybrid ground source heat pump. HVAC&R Research, Vol. 17, Issue 6, December 2011.
41. Xing, L., Cullin, J. R., Spitler, J. D., Im, P., and Fisher, D. E. 2011. Foundation heat exchangers for residential ground source heat pump systems – Numerical modeling and experimental validation. HVAC&R Research, Vol. 17, Issue 6, December 2011.
42. Geotrainet training manual for designers och shallow geothermal systems. www.geotrainet.eu
43. Geotrainet training manual for drillers of shallow geothermal systems. www.geotrainet.eu.

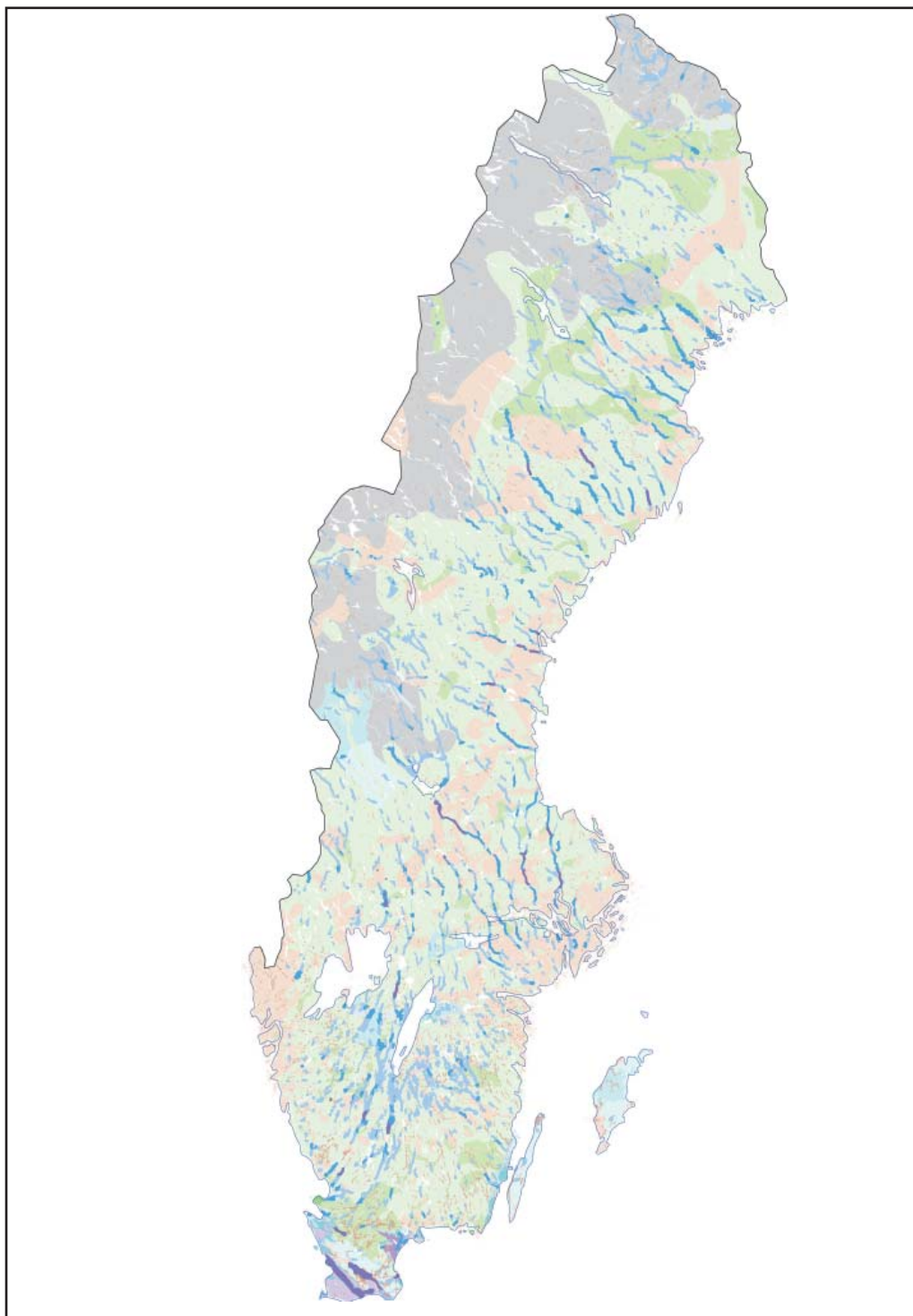
Bilagor

Bilaga 1 Berggrundskarta över Sverige



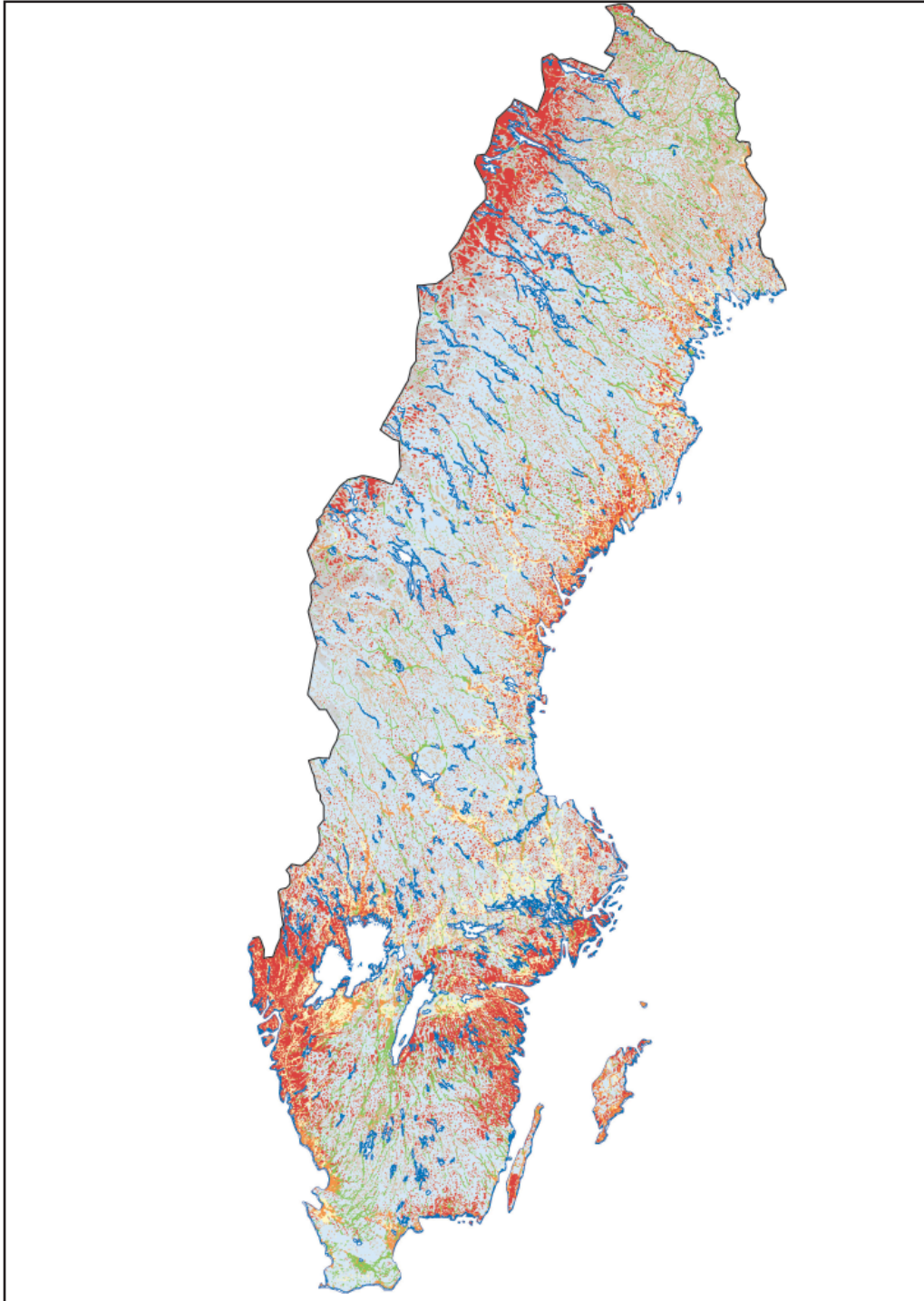
Berggrundskarta över Sverige (Sveriges geologiska undersökning).

Bilaga 2 Grundvattenförekomster i Sverige



Karta över grundvattenförekomster i Sverige (Sveriges geologiska undersökning).

Bilaga 3 Jordartskarta över Sverige



Jordartskarta över Sverige (Sveriges geologiska undersökning).

Bilaga 4 Statistikunderlag

	Totally sold	Ground source	Not for small houses	Remaining GSHP units from that year	Remaining GSHP for small houses from that year	Accumulated GCHP	Average size GCHP	Nominal power of remaining heat pumps from that year	Total nominal accumulated power of GSHP
1982	10 510	2 810	743	2 141	1 575	2 141	11.1	23 799	23 799
1983	14 794	4 605	1 612	3 542	2 303	5 684	17.8	62 930	86 730
1984	26 052	6 224	1 594	4 833	3 595	10 517	11.4	55 092	141 822
1985	18 945	5 818	2 109	4 560	2 907	15 077	19.0	86 722	228 544
1986	9 870	2 114	852	1 673	998	16 749	21.6	36 175	264 720
1987	9 684	1 524	541	1 217	785	17 966	20.5	25 001	289 721
1988	10 647	1 093	434	881	531	18 847	20.5	18 094	307 815
1989	12 993	1 061	340	863	586	19 711	18.0	15 497	323 312
1990	25 707	2 279	702	1 872	1 295	21 583	16.9	31 571	354 883
1991	20 534	2 157	671	1 788	1 232	23 371	16.7	29 853	384 736
1992	15 478	1 392	396	1 165	834	24 536	15.4	17 917	402 653
1993	13 598	2 103	285	1 777	1 536	26 313	9.8	17 409	420 062
1994	10 202	2 767	254	2 360	2 143	28 672	8.3	19 643	439 705
1995	9 028	2 777	292	2 390	2 139	31 063	9.3	22 154	461 860
1996	12 431	6 463	504	5 616	5 178	36 678	7.7	43 025	504 885
1997	17 023	11 058	691	9 699	9 092	46 377	7.2	70 161	575 045
1998	18 699	12 009	696	10 632	10 016	57 009	7.7	82 251	657 296
1999	20 296	11 445	979	10 228	9 353	67 236	8.9	91 152	748 448
2000	25 328	14 504	1 454	13 084	11 772	80 320	9.5	124 932	873 380
2001	41 104	26 212	1 803	23 868	22 226	104 188	8.7	207 572	1 080 952
2002	46 207	27 511	1 725	25 286	23 701	129 474	8.7	220 379	1 301 331
2003	61 727	31 586	1 966	29 305	27 481	158 779	9.2	269 800	1 571 131
2004	90 250	39 386	2 179	36 886	34 845	195 664	9.0	333 259	1 904 390
2005	101 370	34 584	2 434	32 693	30 392	228 358	9.8	319 266	2 223 657
2006	122 827	40 054	3 274	38 221	35 096	266 578	10.4	399 022	2 622 679
2007	93 768	27 956	3 110	26 928	23 932	293 506	11.5	309 951	2 932 630
2008	106 775	25 138	3 051	24 441	21 475	317 947	11.7	286 157	3 218 786
2009	96 326	27 544	2 548	27 033	24 532	344 980	10.6	285 707	3 504 493
2010	103 669	31 954	3 237	31 656	28 450	376 636	10.9	345 151	3 849 644
2011	86 660	31 401	3 303	31 401	28 098	408 037	11.3	353 530	4 203 174
Average							9.969		
Total	1 062 173	437 529	43 779	408 037	368 098			4 203 174	

Statistik angående geoenergins utveckling 1982-2011. Källa: SVEP
Tabellen fortsätter på nästa sida.

Tabell forts.

	Achieved COP	Number x COP	Percentage GCHP	Power coverage %	Energy coverage	Running time of heat pump	COP of heat pump	Est real heat power of remaining HP from that year	Est real cooling power of HP from that year	Est real heat energy of HP TWh	Est real cooling energy of HP TWh
1982	2.20	4 711	27%	50%	91%	4 193	2.20	21 419	11 683	0.09	0.05
1983	2.23	7 910	31%	51%	91%	4 163	2.23	56 637	31 274	0.24	0.13
1984	2.27	10 954	24%	51%	92%	4 133	2.27	49 583	27 706	0.21	0.11
1985	2.30	10 490	31%	52%	92%	4 103	2.30	78 050	44 123	0.32	0.18
1986	2.34	3 905	21%	52%	92%	4 073	2.34	32 558	18 614	0.13	0.08
1987	2.37	2 885	16%	53%	93%	4 043	2.37	22 501	13 007	0.09	0.05
1988	2.41	2 120	10%	53%	93%	4 012	2.41	16 285	9 515	0.07	0.04
1989	2.44	2 108	8%	54%	93%	3 982	2.44	13 947	8 235	0.06	0.03
1990	2.48	4 639	9%	55%	94%	3 952	2.48	28 414	16 949	0.11	0.07
1991	2.52	4 499	11%	55%	94%	3 921	2.52	26 868	16 187	0.11	0.06
1992	2.55	2 974	9%	56%	94%	3 890	2.55	16 125	9 810	0.06	0.04
1993	2.59	4 604	15%	56%	94%	3 860	2.59	15 668	9 622	0.06	0.04
1994	2.63	6 207	27%	57%	95%	3 829	2.63	17 679	10 958	0.07	0.04
1995	2.67	6 382	31%	58%	95%	3 798	2.67	19 939	12 471	0.08	0.05
1996	2.71	15 217	52%	58%	95%	3 767	2.71	38 722	24 433	0.15	0.09
1997	2.75	26 676	65%	59%	96%	3 737	2.75	63 145	40 187	0.24	0.15
1998	2.79	29 682	64%	59%	96%	3 706	2.79	74 026	47 510	0.27	0.18
1999	2.83	28 982	56%	60%	96%	3 675	2.83	82 037	53 086	0.30	0.20
2000	2.88	37 630	57%	61%	96%	3 644	2.88	112 439	73 345	0.41	0.27
2001	2.92	69 676	64%	61%	96%	3 613	2.92	186 815	122 821	0.68	0.44
2002	2.96	74 925	60%	62%	97%	3 582	2.96	198 341	131 404	0.71	0.47
2003	3.01	88 135	51%	63%	97%	3 551	3.01	242 820	162 083	0.86	0.58
2004	3.05	112 599	44%	63%	97%	3 520	3.05	299 933	201 679	1.06	0.71
2005	3.10	101 298	34%	64%	97%	3 489	3.10	287 340	194 603	1.00	0.68
2006	3.15	120 201	33%	65%	97%	3 458	3.15	359 120	244 929	1.24	0.85
2007	3.19	85 955	30%	65%	98%	3 427	3.19	278 956	191 566	0.96	0.66
2008	3.24	79 189	24%	66%	98%	3 396	3.24	257 541	178 052	0.87	0.60
2009	3.29	88 898	29%	67%	98%	3 365	3.29	257 136	178 945	0.87	0.60
2010	3.34	105 664	31%	68%	98%	3 335	3.34	310 636	217 572	1.04	0.73
2011	3.39	106 385	36%	68%	98%	3 304	3.39	318 177	224 263	1.05	0.74
Average	3.05	1 245 500									
Total								3 782 857	2 526 632	13.4	8.9

Statistik angående geoenergins utveckling 1982-2011. Källa: SVEP

Förklaring till bilaga 4

I statistiken har hänsyn tagits till att tidiga värmepumpar till geoenergi installerades med mindre effekt (50 % 1982 mot 66 % nu) och hade sämre värmefaktor (2,2 år 1982 mot 3,4 2012). De relativt mindre värmepumparna 1980, är dock i drift längre tid varje år (4200 h/år mot 3300 h/år för de relativt maxeffekten större värmepumparna installerade t ex under 2011). För det specifika värmeuttaget per meter brunn har det antagits att brunnar

från 1980 dimensionerades för cirka 60 W/m, medan man 2011 dimensionerade för 30 W/m.

Statistiken bygger dessutom på följande antaganden:

- "Energimyndighetens survey" avser endast småhus. 1/3 av sålda värmepumpar mellan 11 och 25 kW nominell värmeeffekt och större har därför räknats bort från SVEPS statistik för jämförelse med energimyndighetens. Vid skrotningskalibreringen antogs att de 60 00 värmepumparna i "Kombinerade värmepumpssystem" inte var värmepumpar till geoenergi alls. Annars blev utskrotningen orimligt liten.
- Värmefaktorn har tänkts öka linjärt från 2,2 för värmepumpar gjorda 1980 till 3,4 idag (2011/2012).
- De värmda husen har tänkts vara huvudsakligen mindre hus med total varaktighet i behovet av värme och tappvarmvatten på hus = 2300 h.
- Effekttäckningen (värmepumpens effekt/husets totala effekt kallasteden) har öka linjärt från 50% 1980 till 68% år 2011.
- Energitäckningen har tänkts variera med effekttäckningen vilken anpassats till olika tillverkarprogram.

Bilaga 5 Brunnsarkivets statistik om borrhade brunnar

	meteldjup (m)	antal enve- gibrunnar	antal fastigheter med 1-2 brunnar	antal fastigheter med 3-5 brunnar	antal fastigheter med 6-10 brunnar	antal fastigheter med > 10 brunnar	Antal bora- de meter (m)	Medelflekt per meter (W/m)	Unyttjings- tid per år (h)	Total upptagen energi (TWh)	Brunner med oklart användningsomr		
											Såden typ	Tot ant br	And u typ
Totalt	144.9	264 839	186 331	5 991	1 557	865	1 976 329	45	3 500	0.311			
oklart år	142.8	10 984											
1980	80.1	40	37	0	0	0	205 223	45	4 255	0.039	2522		
1981	73.4	162	114	6	1	0	197 118	45	4 224	0.037	2522		
1982	101.5	645	460	19	6	0	321 514	44	4 193	0.059	2522		
1983	109.0	1 666	994	70	16	3	456 463	44	4 163	0.083	2522		
1984	113.5	3 057	1 859	131	21	7	633 486	43	4 132	0.113	2522	9760	26%
1985	123.2	2 386	1 298	113	23	9	547 008	43	4 101	0.096	2054	7679	27%
1986	117.7	921	443	61	13	4	338 739	42	4 071	0.058	1957		
1987	113.8	596	247	41	7	4	279 505	42	4 040	0.047	1861		
1988	113.9	482	174	41	8	4	255 827	41	4 009	0.042	1764		
1989	111.0	474	175	35	7	5	237 803	41	3 979	0.038	1668		
1990	115.4	1 047	471	64	21	5	302 013	40	3 948	0.048	1571		
1991	124.6	878	310	73	13	8	293 065	40	3 917	0.046	1475		
1992	124.1	619	249	44	7	7	247 832	39	3 887	0.038	1378		
1993	122.0	507	273	17	6	4	218 123	39	3 856	0.033	1282		
1994	110.1	717	469	24	10	1	209 323	38	3 825	0.031	1185	5216	23%
1995	104.2	848	650	21	4	1	199 673	38	3 795	0.029	1069	4649	23%
1996	96.9	2 006	1 595	33	11	5	348 647	37	3 764	0.049	1591	7742	21%
1997	108.4	4 541	3 792	78	11	5	618 580	37	3 733	0.089	1445	8881	16%
1998	115.5	6 184	4 992	103	27	8	752 800	36	3 703	0.101	332	9866	3%
1999	125.1	6 395	4 877	128	32	10	830 732	36	3 672	0.109	343	10513	3%
2000	127.8	7 350	5 693	136	28	13	988 405	35	3 641	0.127	387		
2001	127.2	9 635	7 859	160	28	8	1 280 441	35	3 611	0.161	431		
2002	130.1	15 734	12 838	245	55	19	2 108 008	34	3 580	0.259	475		
2003	137.8	18 521	14 630	311	63	38	2 624 312	34	3 549	0.315	519		
2004	141.0	22 805	17 941	397	93	38	3 294 509	33	3 518	0.387	563	27741	2%
2005	146.4	25 087	18 437	590	161	65	3 736 394	33	3 488	0.429	439	30579	1%
2006	150.8	27 753	19 398	614	186	109	4 247 234	32	3 457	0.476	404		
2007	158.3	21 169	12 727	560	190	128	3 409 659	32	3 426	0.373	369		
2008	162.0	17 125	10 170	500	161	113	2 827 666	31	3 396	0.302	334		
2009	160.3	18 158	13 151	399	120	54	2 959 324	31	3 365	0.308	299		
2010	162.3	19 962	14 683	399	127	62	3 28 2966	30	3 334	0.334	264	2 4082	1%
2011	169.4	16 263	11 804	328	107	57	2 755 167	30	3 304	0.273			
		26 4617	18 2790	5741	1563	794				5 240			
		18 8779	3 6558	17223	10941	11116							
				Ant återflam	8098								



Geotec - Svenska Borrentreprenörers Branschorganisation • 222 04 Lund • Telefon 075-700 88 20 • Fax 075-700 88 29 • Besöksadress: Västergatan 11 • E-post: Info@geotec.se • www.geotec.se