



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R71:1986

Bergvärmebrunn med luft- värmekollektor

Fältnätning av prestanda och kombinationseffekter

Johan Tollin

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

fer

K/
A

Byggeforskningsrådet

R71:1986

BERGVÄRMEBRUNN MED LUFTVÄRMEKOLLEKTOR

Fältmätning av prestanda och
kombinationseffekter

Johan Tollin

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830748-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Allmänna
Ingenjörbyrå AB, Solna.

REFERAT

En friliggande äldre villa som värmts med en bergvärmearläggning sedan oktober 1980 utrustades under perioden augusti 1984 till augusti 1985 med en enkel luftvärmekollektor.

Kollektorn har utnyttjats till att återladda energi till berget och till att utgöra en parallell värmekälla med berget när värmepumpen arbetar.

Kollektorn består av ett cylindriskt slangpaket med yttermåtten $\varnothing 165$ cm och höjden 112 cm. Totalt ingår 186 m svart PE-slang, $\varnothing 25$ mm. Slangen är ytförstorad ca 50 % (rillad).

Totalt har kollektorn under mätåret levererat ca 6050 kWh värme, varav 50 - 75 % har upptagits i berget och ca 25 - 50 % utnyttjats direkt i värmepumpen.

Kollektorn har ej medfört någon höjning av värmekällans temperatur av betydelse för värmepumpens prestanda eller drifekonomi under perioden december till mars. Under övriga delen har kollektorn emellertid givit en förhöjd temperatur på ca 1 - 3°C vår och höst och ca 4 - 6°C sommartid.

Vid enhälssystem är det troligen oftast mer ekonomiskt att lägga ner pengarna på att fördjupa borrhålet i stället för att installera en luftvärmekollektor.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R71:1986

ISBN 91-540-4604-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

=====

	<u>Sid</u>
SAMMANFATTNING	4
1. BAKGRUND	5
2. BESKRIVNING AV LUFTVÄRMEKOLLEKTORN	6
3. BESKRIVNING AV PROVPLATSEN	9
3.1 Allmänt	9
3.2 Värmepump och brunn	10
4. INKOPPLING AV LUFTVÄRMEKOLLEKTORN	11
4.1 Principiell inkoppling	11
4.2 Styrning av luftvärmekollektorns drift	12
5. INSTRUMENTERING OCH MÄTNINGAR	13
5.1 Instrumentering	13
5.2 Mätmetoder	13
5.3 Mätnoggrannhet	14
6. RESULTAT	15
6.1 Intensivmätningar	15
6.2 Långtidsmätningar	16
7. REFERENSER	19

SAMMANFATTNING

En friliggande äldre villa som värmts med en bergvärmeanläggning sedan oktober 1980 utrustades under perioden augusti 1984 till augusti 1985 med en enkel luftvärmekollektor.

Kollektorn har utnyttjats till att återladda energi till berget och till att utgöra en parallell värmekälla med berget när värmepumpen arbetar.

Kollektorn består av ett cylindriskt slangpaket med yttermått $\varnothing 165$ cm och höjden 112 cm. Totalt ingår 186 m svart PE-slang, $\varnothing 25$ mm. Slangen är ytförstorad ca 50 % (rillad).

Totalt har kollektorn under mätåret levererat ca 6050 kWh värme, varav 50 - 75 % har upptagits i berget och ca 25 - 50 % utnyttjats direkt i värmepumpen.

Kollektorn har ej medfört någon höjning av värmekällans temperatur av betydelse för värmepumpens prestanda eller drifekonomi under perioden december till mars. Under övriga delen har kollektorn emellertid givit en förhöjd temperatur på ca 1 - 3°C vår och höst och ca 4 - 6°C sommartid.

Vid enhålssystem är det troligen oftast mer ekonomiskt att lägga ner pengarna på att fördjupa borrhålet i stället för att installera en luftvärmekollektor.

1. BAKGRUND

Genom att kombinera en bergvärmebrunn och en luft- eller solvärmekollektor kan två olika positiva effekter erhållas. Dessa är:

- en återladdning sommartid av delar av eller hela energimängden som tagits ur bergmassan under året
- att luftkolektorerna kan utnyttjas som värmekälla parallellt med bergvärmebrunnen, dvs ett bivalent system med avseende på värmekällor.

I denna rapport behandlas inte nyttan av återladdning särskilt utförligt. Det skall dock poängteras att nyttan i princip ökar med ökat antal borrhål (och minskande avstånd mellan borrhålen) i en bergvärmekollektor.

Denna studie har genomförts på en enskild bergvärmeanläggning med endast ett borrhål. Avsikten med fältmätningarna har varit att genom praktiska försök och mätningar ge en uppfattning om:

- hur mycket årsmedeltemperaturen ökar på köldbäraren som pumpas igenom värmepumpens förångare, dvs årsmedelvärmefaktorn och därmed driftsekonomin
- hur en mycket enkel luft/solvärmekollektor fungerar när den insamlade energin utnyttjas vid så låga temperaturer som +2 till +12°C
- hur detta påverkar möjligheterna att förlägga borrhålen tätare i en flerhålig bergvärmekollektor
- en kollektor är ett alternativ till flera borrhålsmeter vid en utökning av kapaciteten på ett bergvärmesystem.

Inom detta intressanta område finns det få data dokumenterade, trots att systemet har provats med olika kollektorer och styrutrustningar. Enkla mätningar (med dokumentation) är därför ett viktigt led i underlaget för bedömning av värmepumptillämpningar.

Intresserade kan i följande referenser erhålla en bild av bergvärmetekniken: /AIB 80/, /AIB 83/, /AIB 84:1/, /AIB 84:2/ och /LTH 84/.

2. BESKRIVNING AV LUFTVÄRMEKOLLEKTORN

Kollektorn består av ett slangpaket med formen av en stående cylinder med diametern 165 cm och höjden 112 cm. Cylindern är placerad på 220 cm höjd över marken räknat till underkant av cylindern.

Slangpaketet är glest utformat. Totalt har 186 m slang ($\varnothing 25$ mm, yttermått) lindats i tre koncentriska ringar med ett inbördes avstånd (c-c) av 8 cm. Det innebär att kollektorn är att betrakta närmast som ett cylindriskt skal, där det tomma innersta utrymmet har diametern 108 cm.

Genom sin glesa utformning kan mycket svaga vindar ge en effektiv luftomsättning genom hela det cylinderformiga slangpaketet. Naturligtvis gynnas även egenkonvektionen av samma anledning. Trots sin glesa utformning utnyttjar kollektorn ändå effektivt direkt och indirekt solljus. I det närmaste hela cylinderns projektyta mot solljuset skuggar effektivt.

Kollektorns principiella utformning framgår av figur 2-2.

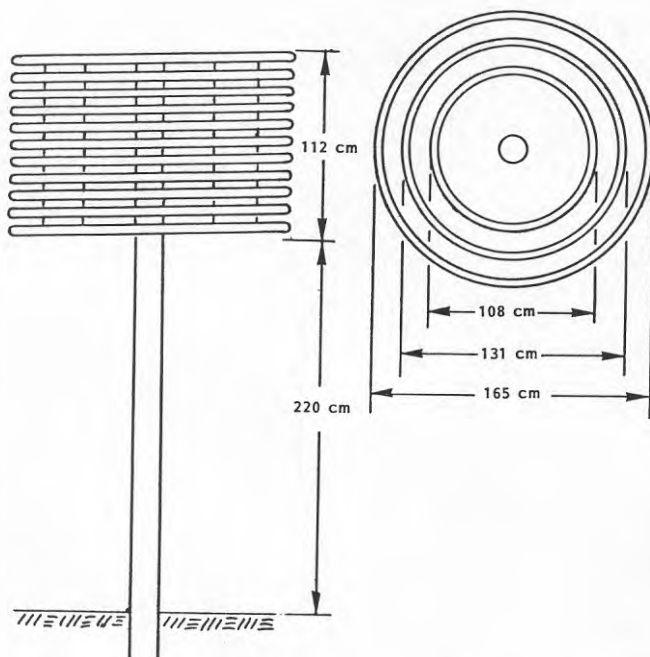


Fig 2-2 Principiell utformning av kollektorn. Totalt ingår 186 m ytförstorad, svart PE-slang $\varnothing 25$ mm.

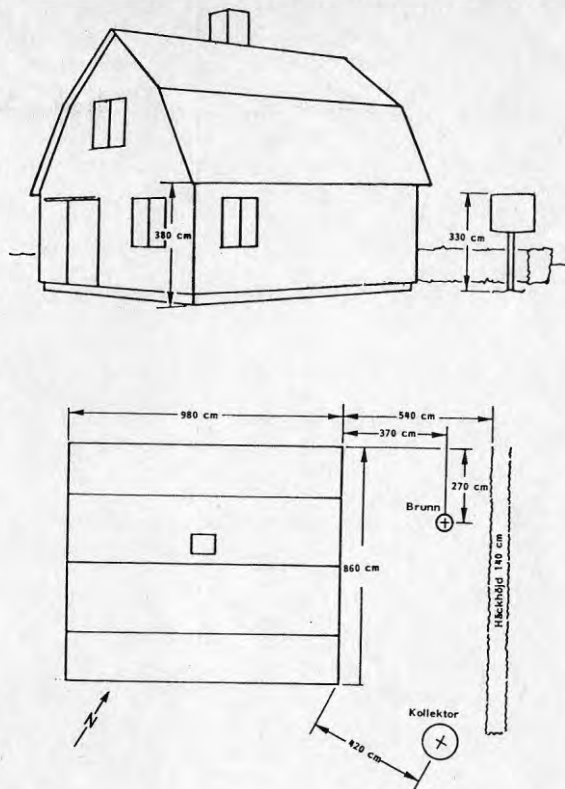


Fig 2-2 Kollektorns placering. Läget är gynnsamt både för direkt solljus och vindar.

Slangen är av svart PEH och rillad (veckad), dvs den är ytförstorad. Den totala ytterytan har uppskattats till ca 50 % mer än en slät slang med samma ytterdiameter. Den totala ytterytan är således ca $1,5 \times 14,6 = 22 \text{ m}^2$.

Som en jämförelse med värmepumpens storlek och borrhålets djup och luftvärmekollektorn kan följande jämförelsetal anges:

50 W/m slang	värmeeffekt VP
30 W/m slang	kyleffekt VP
0,45 kW/m ² slang	värmeeffekt VP
0,27 kW/m ² slang	kyleffekt VP
1,9 m slang/m borrhål	
0,22 m ² slang/m borrhål	

Kollektorns placering framgår av figur 2-2. Kollektorn står fritt såväl för vind som för sol. Omständigheterna är således något gynnsammare än en trolig genomsnittlig applikation. Det direkta solljuset skuggas av huset först kl 18. Inga träd skuggar el-

ler ger lä, endast huset. På grund av placeringen vid husets sydöstra hörn är det troligt att huset oftast avlänkar vinden mot kollektorn vilket är gynnsamt. Den dominerande vindriktningen över året är sydost i södra Sverige.

Sammanfattande data, luftvärmekollektor:

Yttermått:	ø165 cm höjd 112 cm
Höjd över marknivå:	220 cm underkant cylinder 332 cm överkant cylinder
Slangar, material dimension tryckklass längd ytteryta	rillad PEH ø25 mm PN 6 186 m ca 22 m ²
Effektiv solfångaryta (projektionsarea)	max 1,8 m ²
Placering	soligt, vindutsatt
Köldbärrarflöde, enbart luftkollektor-pump vid VP-drift	0,22 m ³ /h 0,60 m ³ /h
Pump, luftkollektor	Grundfos VPS 21-60, 135 W

3. BESKRIVNING AV PROVPLATSEN

3.1 Allmänt

Den bergvärmeanläggning som utnyttjades för denna studie värmer en äldre fastighet i Kinna (Västergötland) med ca 130 m² uppvärmd bostadsyta inklusive källare. Bergvärmeanläggningen startades i oktober 1980 och har därefter levererat hela energibehovet till fastigheten (frånsett några tillfällen med diverse driftstörningar). De första två årens resultat har dokumenterats i /AIB 83/. Bergvärmesystemet är slutet (kylslangbrunn) med s k tvåslangsystem. Köldbärare är en propylenglykollösning.

Värme-pumpen är underdimensionerad (effektmässigt) men har trots det kunnat leverera hela energibehovet. De temperaturer som erhållits i huset vid långa köldperioder har som lägst varit 15 - 16°C inomhus vid -24°C utomhustemperatur. Vintern under här redovisad undersökning, 84/85, var exceptionellt kall.

Bergvärmesystemets utformning före installationen av luftvärmekollektorn framgår av figur 3-1. Vid inkopplingen av luftvärmekollektorn (augusti -84) byttes cirkulationspumparna i köldbärarkretsen. I övrigt är systemet oförändrat. Anläggningen har under hela tiden fram till denna studie varit instrumenterad vilket framgår av figur 3-1.

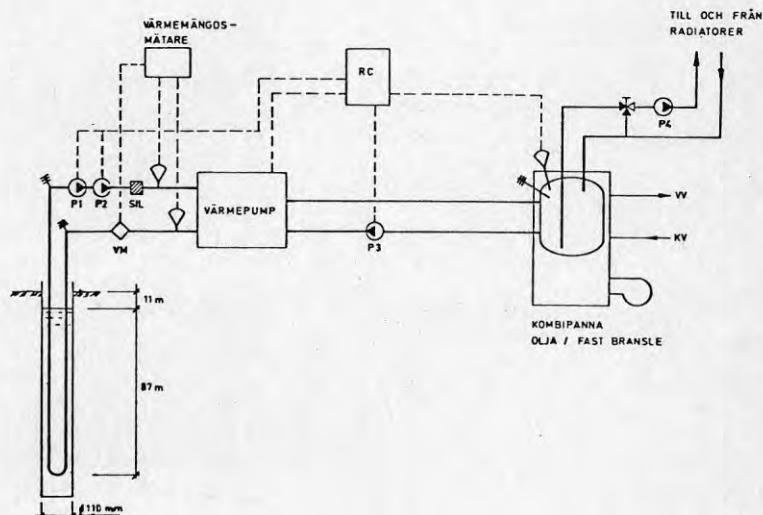


Fig 3-1 Inkoppling av värme-pumpen före försöket med luftvärmekollektorn

3.2 Värmepump och brunn

Nedan återfinns en kortfattad redogörelse för värmepumpsystem, borrhål och köldbärarsystem.

Värmepump

Värmepump	Nather S500-5
Värmeeffekt +5°/50°	ca 13 kW
nominellt 0°/50°	ca 10 kW
-5°/50°	ca 8 kW
Kyleffekt +5°/50°	ca 8 kW
(nominellt) 0°/50°	ca 5,7 kW
-5°/50°	ca 4,1 kW
Drifftid	
år 82/83 (utan luftkolektor)	3580 h/år
83/84 " "	3420 h/år
84/85* (med luftkolektor)	3370 h/år
Elförbrukning (VP + köldbärarpump + luftkolektor-pump)	
år 82/83	13 300 kWh/år
83/84	13 300 kWh/år
84/85*	16 300 kWh/år

* försöksår

Brunn

Bergart	gnejs
Utgångstemp i ostört berg (50 m djup, 1980)	7,8°C
Totaldjup	100 m
Grundvattenyta	9,5 m
Kapacitet	ca 50 l/h
Dimension	Ø110 mm
Kolektor, material	PEL, PN 6
längd	2x100 m, Ø40 mm
Köldbärare	25 % propylenglykol
Köldbärarflöde vid	
VP-drift	2,4 m ³ /h
- " - vid	
laddning	0,22 m ³ /h
Cirkulationspump (VP- drift)	Grundfos CR4-20 0,6 kW elförbrukning

Fastigheten ligger relativt fritt och påverkas relativt mycket av vind och sol.

4. INKOPPLING AV LUFTVÄRMEKOLLEKTORN

4.1 Principiell inkoppling

Den principiella inkopplingen av luftvärmekollektorn framgår av figur 4-1. Kollektorn är inkopplad parallellt med brunnen via en trevägsventil. En separat pump P2 cirkulerar köldbäraren genom luftvärmekollektorn, ner i brunnen och genom värmepumpen vid "laddning". Pumpen drar 135 W el och ger ett flöde av $0,22 \text{ m}^3/\text{h}$. När värmepumpen går startar även huvudcirkulationspumpen P1 varvid flödet genom luftkollektorn ökar till ca $0,60 \text{ m}^3/\text{h}$. Det totala flödet genom brunn och värmepump är då $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$.

Som framgår av figur 4-1 kan driften kopplas så att luftkollektorn utgör enda värmekällan för värmepumpen, vilket även provades under några korta perioder.

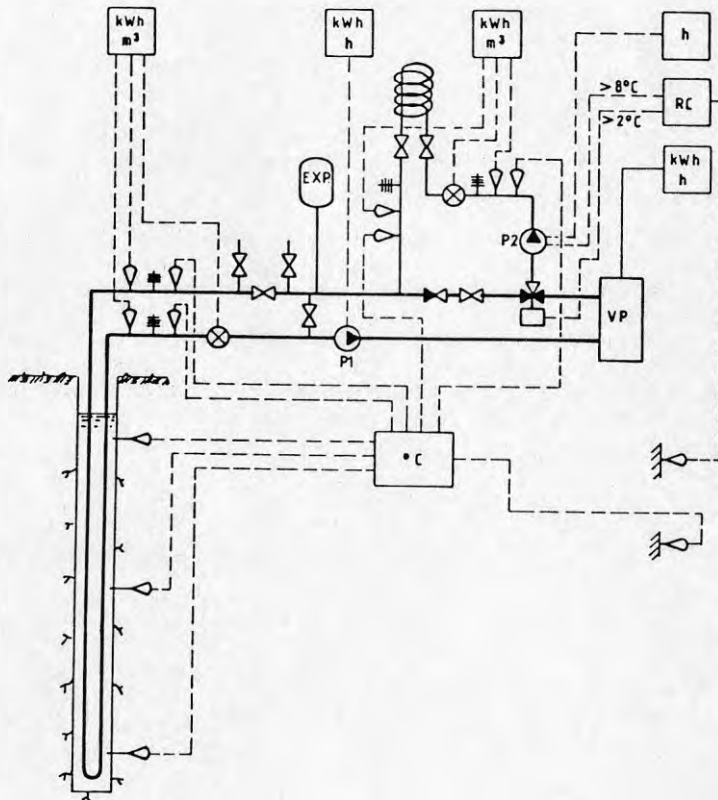


Fig 4-1 Inkoppling och instrumentering av luftvärmekollektor, brunn och värmepump

4.2 Styrning av luftvärmekollektorns drift

Filosofin bakom styrningen av en luftvärmekollektor kan utformas på ett stort antal sätt. I detta fall har vi valt följande enkla strategi:

Värmekälla parallellt med borrhålet:

Vid utomhustemperatur över $+2^{\circ}$ öppnar den motordrivna ventilen mot luftvärmekollektorn varvid ett delflöde (ca 25 % av totala flödet) cirkulerar igenom luftkollektorn när värmepumpen är i drift.

Laddning:

När en temperaturgivare vid kollektorn känner en temperatur över $+8^{\circ}$ startar cirkulationspumpen P2 för laddning.

Avstängt:

Vid utetemperatur under $+2^{\circ}$ stänger ventilen mot luftvärmekollektorn.

Regleringen sker med hjälp av en dubbeltermostat av enklaste slag. Det är viktigt att bryttemperaturen ställs in noggrant så att inte borrhålet kyls av på grund av drift av kollektorn vid för låga utetemperaturer. Under klara (höst)nätter sjunker temperaturen kraftigt, särskilt på svarta föremål såsom den svarta plastslangen, varvid kollektorn lätt kan kyla brunnen i stället för att värma den.

5. INSTRUMENTERING OCH MÄTNINGAR

5.1 Instrumentering

Anläggningen instrumenterades dels för kontinuerlig insamling av data med hjälp av värmemängdsmätare, drifttidsmätare och elmätare, dels med Pt-100-givare i dykrör för noggranna mätningar med en bärbar mätvärdesinsamlingsutrustning (för utvärdering med hjälp av dator). Temperaturen i brunnen kunde vid dessa noggranna mätningar följas på tre nivåer med Pt-100-givare. Instrumenteringen framgår av figur 4-1.

Följande värden registrerades:

Integrerande instrument

- * värmemängdsmätare över luftkollector
- * drifttid kollektor-pump, P2
- * värmemängdsmätare över brunnen
- * drifttid värmepump
- * elförbrukning värmepump
- * elförbrukning huvudcirkulationspump, P1

Analoga signaler (Pt-100-givare, vid intensivmätning)

- * utomhustemperatur
- * temperaturen till och från luftvärmekollector
- * temperaturen till och från brunn
- * temperatur i brunn 0,5 m under vattenytan

40 m	"	"	"
85 m	"	"	"

5.2 Mätmetoder

De integrerande instrumentens värden noteras med mer eller mindre regelbundna intervall och utgör grundinformationen för beräkningar av installationens prestanda och resultat.

Vid två tillfällen har dessutom mätvärden insamlats via den bärbara utrustningen, nämligen under perioderna 840824 - 840907 (med huvudsakligen 20 min mellan mätningarna) och 841106 - 841118 (med 5 min mellan mätningarna). Dessa mätningar har resulterat i en mycket stor informationsmängd kring bl a dynamiska förlopp i brunn, köldbärare m m, som det tyvärr inte finns möjlighet att redogöra för här. Intensivmätningarna har främst utnyttjats för kontroll av

de integrerande mätarna samt för att ge information om momentana värme- och kyleffekter, deras korrelation till utomhustemperatur, temperatur i brunn och dylikt.

5.3 Mätnoggrannhet

Elmätare och drifttidsmätare har en god noggrannhet för detta syfte. Värmemängdsmätarna har parvis kalibrerade Pt-100-givare (i dykrör) och har en upplösning på 0,02°C. Trots detta är det mycket svårt att mäta rätt, bl a på grund av att värmepumpen arbetar på/av med en märkbar tidsfördröjning till det att givarna visar den rätta vätsketemperaturen efter ett stillestånd. Vidare är temperaturskillnaden mellan in- och utgående flöde vid drift av värmepumpen liten, ca 2°C.

Trots dessa svårigheter visar mätarna rimliga resultat (vid rätt utförda installationer). Resultaten från de olika mätarna kontrolleras i detta fall mot varandra och jämförs med nominella kapaciteter och resultat från intensivmätningar.

Osäkerheten vid beräkning av "årliga" prestanda uppskattas till ett relativt högt värde, kanske runt 10 - 15 %.

6. RESULTAT

Resultaten från intensivmätningarna redovisas separat från långtidsuppföljningen. Intensivmätningarna genomfördes i två omgångar. Dessa perioder motsvarar sommar drift respektive senhöstdrift. Långtidsmätningarna redovisas uppdelat i fyra perioder; sommar, höst, vinter och vår.

6.1 Intensivmätningar

Sommar drift: mätperiod 27/8 - 5/9 1984

Perioden utgör den första tiden som återladdningsenheten var i drift. Det innebar t ex att brunnstemperaturen var låg, mellan 7 och 10°C. Efter en längre laddningsperiod ökar brunnstemperaturen något, vilket minskar luftkonvektorns prestanda en aning. Nedan redovisas erhållna resultat, uppdelade på olika väderförutsättningar. Den uppmätta laddningseffekten redovisas med ett antal olika mätetal. Vid angivande av drivande temperaturdifferens för återladdningsförloppet har räknats med skillnaden mellan utetemperatur och brunnstemperatur (vid 50 m djup).

Som framgår av tabell 6-1 är den maximalt uppmätta laddningseffekten drygt 3 kW från kollektorn. Detta erhöles varma, soliga dagar. Vid mulen väderlek (men med relativt hög temperatur) erhöles ca halva denna effekt. Även vid regnig väderlek erhöles ungefär halva maximala effekten. Vidare redovisas följden av en frostnatt om cirkulationen över kollektorn ej stängs av. Räknat per meter slang lämnar kollektorn en effekt på 0,5 - 1,5 W/m slang, °C.

Driftfall	Uttemp °C	Tot effekt kW	W/°C	W/m slang, °C	W/m ² slang, °C	W/m ² slang
<u>Dagtid</u>						
kl 12; soligt, svaga vindar, varmt	22	3,1	210	1,1	9,5	140
kl 13; soligt, svalt	15	2,0	330	1,8	15	90
kl 16; soldis, svaga vindar, varmt	20	2,0-3,0	200-270	1,1-1,5	9,1-12,3	90-136
kl 14; regn, blåst	16	1,2	200	1,1	9,1	54
kl 12; mulet, svalt	11	0,4	110	0,6	5	18
kl 16; regn	20	1,5	190	1,0	8,6	68
<u>Natt</u>						
kl 21; vindstilla, fuktigt	14	0,6	100	0,5	4,5	27
kl 05; mulet, blåsig, t	10	0,3	100	0,5	4,5	27
kl 05; frostnatt, stjärnklart	-1	-0,5	-175	-0,9	-7,9	-22
kl 04; regn	15	0,8	150	0,8	6,8	36

Tabell 6-1 Uppmätta återladdningseffekter för luftvärmekonvektorn mellan 26/8 och 6/9 1984

Senhöstdrift: 6 - 12/11 1984

Under hösten tas huvuddelen av värmen från kollektorn när värmepumpen är i drift. Under denna period, totalt 148 h, har kollektorns cirkulationspump varit inkopplad totalt 67 h (45 % av tiden). Samtidigt har värmepumpen arbetat 51 h (34 % av tiden). Räknat över hela perioden har 96 kWh insamlats av luftvärmekollektorn. Hur mycket av denna energi som utnyttjats direkt av värmepumpen respektive inlagrats i berget har inte uppmätts men den helt övervägande energimängden tillgodoses direkt av värmepumpen.

Kortfattat kan perioden beskrivas enligt följande:

Utomhustemperatur 2 - 11°C (ca 7°C medeltemp).

Brunnstemperatur ca 4°C på 50 m djup.

Vid drift av värmepumpen erhöles i genomsnitt över perioden

ca 1,8 kW ur luften
ca 5,7 kW ur berget
ca 7,5 kW totalt

Det innebär att 25 % av "naturvärmets" togs via luftvärmekollektorn och 75 % via berget.

I och med att uttaget är pulserande genom värmepumpdriften "återhämtas" borrhålet temperaturmässigt mellan starterna, vilket medför att en större andel av energin då tas ur borrhålet. Vid kontinuerlig drift av värmepumpen fördelades naturvärmets med ca 40 % på luftvärmekollektorn och ca 60 % på berget.

6.2 Långtidsmätningar

Höst: 1/9 - 15/12 1984

Luftkonvektorn var inkopplad till den 15/12. Under perioden fördelades energiuttagen (naturvärmets) enligt följande. Värdena är till vissa delar beräknade på grund av kortare avställningar av luftvärmekollektorn, bl a för installation av styrutrustning.

Via luftvärmekollektor	1200 kWh
via brunn	4500 kWh
Total energi	5700 kWh

Värmepumpens gångtid var totalt 797 h. Luftvärmekollektorns cirkulationspump hade varit inkopplad i totalt 554 h, dvs utetemperaturer var över +8°C 554 h, varvid kollektorns återladdningsfunktion utnyttjades (se avsnitt om reglering).

Vinter: 15/12 1984 - 24/2 1985

Under vinterperioden har luftvärmekollektorn varit urkopplad. Totalt har värmepumpen arbetat 1316 h (77 % av tiden). Utetemperaturer har under perioden varit under 0°C i 1500 h. Som lägst har utetemperaturer

varit -24°C och köldbärartemperaturen som lägst -5°C in till värmepumpen.

Värmepumpen har under perioden försörjt huset med värme och varmvatten utan stödvärme. Vid de lägsta utetemperaturerna fick man acceptera att inomhus-temperaturen sjönk ner till ca 16°C .

Vår: 24/2 - 8/5 1985

Luftkollektorn inkopplades åter den 24/2, då temperaturen enstaka dagar började överstiga noll grader. Följande energimängder erhöles:

Via luftvärmekollektor	1300 kWh
via brunn	<u>5100 kWh</u>
Total energi	6400 kWh

Värmepumpens gångtid var under perioden 973 h. Kollektorns drifttid, dvs med temperatur över $+8^{\circ}\text{C}$, var 314 h. Energifördelningen var ca 20 % från kollektorn och 80 % ur brunnen.

Sommar: 8/5 - 4/9 1985

Uppmätta energimängder över perioden blev:

Via luftvärmekollektor	3550 kWh
via brunn	<u>1400 kWh</u>
Total energi	4950 kWh

Under perioden har värmepumpen arbetat knappt 300 h och kollektor-pumpen 2755 h. Det innebär att den inlagrade energimängden (som ej utnyttjats momentant genom att värmepumpen arbetat för varmvatten eller värmeproduktion) blev ca 3000 kWh.

Totalt, 1 år: 1/9 1984 - 4/9 1985

Under uppvärmningsperioden ovan var värmepumpens gångtid 3390 h. Energimängdernas fördelning blev:

Via luftvärmekollektor	6050 kWh
via brunn	<u>19000 kWh</u>
Total energi	25050 kWh

Värmekollektorns cirkulationspump arbetade totalt ca 3700 h under året. Elförbrukningen för denna uppskattas till ca 500 kWh/år. Cirkulationspumpen över brunnen, Pl, förbrukade 2800 kWh/år. Detta är betydligt mer än nödvändigt. En lämpligare storlek vore halva eller en tredjedel av här installerad pump-effekt.

På grund av de förutsättningar som rått vid detta försök har inte någon uppdelning av hur stor andel av luftvärmekollektorns insamlade energi som lagrats i berget och hur mycket som utnyttjats momentant under värmepumpdrift kunnat göras. Av totalt insamlade 6000 kWh torde mellan 3000 och 4000 kWh ha avgivits till berget och 2000 till 3000 kWh utnyttjats momentant. Med antagande om 3000 kWh inlagring ger detta

att luftvärmekollektorn minskat belastningen av brunnen med 25 - 30 % ($6000 / (19000 + 3000)$) under förutsättning att samma energimängd naturvärme skulle ha ianspråktagits av VP-systemet även utan luftvärmekollektorn. Så är egentligen inte fallet, eftersom värmepumpars prestanda då försämras något.

Den temperaturökning i brunnen som inkopplingen av kollektorn ger under höst och vår skattas grovt för varje period efter hur stor andel av "naturvärmen" som kollektorn levererar. Temperaturhöjningen har uppskattats till ca 1 - 3 grader under höst och vår och ca 4 - 6 grader sommartid. Under vinterperioden erhålls inte någon temperaturhöjning av praktisk betydelse.

Slutsatser

Följande erfarenheter har erhållits:

- # Luftvärmekollektorn minskar värmeuttaget ur borrhålet med ca 25 - 30 %. Detta påverkar direkt den långsiktiga temperatursänkningen, vilket är av betydelse vid eventuella flerhålsystem.
- # Ca 3000 - 4000 kWh lagras i borrhålet under ett år, varav den helt övervägande delen inlagras under sommarmånaderna.
- # Som direkt värmekälla avger luftvärmekollektorn ca 2000 - 3000 kWh/år, huvuddelen under vår och höst. Detta motsvarar 10 - 15 % av "naturvärmen" till värmepumpsystemet.
- # Luftvärmekollektorn ger ca 1 - 3 grader högre förångningstemperatur under vår och höst och ca 4 - 6 grader sommartid.
- # Under vinterperioden ger inte luftvärmekollektorn någon temperaturökning av praktisk betydelse på köldbäraren, varken direkt eller indirekt genom inlagringen av värme sommartid.
- # Kostnaden för kollektorn skall jämföras med en fördjupning av borrhålet. Med dagens kostnadsförhållande är troligtvis ett fördjupat borrhål mer ekonomiskt. Vid en flerhålskollektor med mycket tätt förlagda hål är återladdningsfunktionen eventuellt den intressantaste lösningen, särskilt efter några års drift.

7. REFERENSER

- AIB 80 Andersson S, Eriksson A, Åbyhammar T;
Utvinning av värme ur bergborrade brun-
nar. Förstudie. BFR R142:1980
- AIB 83 Tollin J, Andersson S, Eriksson A;
Utvinning av värme ur bergborrade brun-
nar. Fältnätningar och erfarenheter.
Byggeforskningsrådet, rapport R148:1983
- AIB 84:1 Eriksson A;
Energibrunnar för villa- och småhusbe-
byggelse. Kortfattad informationsskrift.
Byggeforskningsrådet, G27:1984
- AIB 84:2 Tollin J;
Bergvärme för småhus, Dimensionering.
Byggeforskningsrådet, rapport R183:1984
- LTH 84 Claesson J, Eftring B, Eskilson P, Hell-
ström G;
Markvärme - en handbok om termiska ana-
lyser. Lunds Tekniska Högskola, Inst för
Matematisk Fysik, Lund 1984



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830748-7
från Statens råd för byggnadsforskning till Allmänna
Ingenjörbyrån AB, Solna.

R71: 1986

ISBN 91-540-4604-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6706071

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 25 kr exkl moms