

Sjövatten som värmekälla till värmepump

Erfarenheter från uppvärmning av två småhus i Falun

Jonas Hallenberg
Kjell Norbäck

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Avsnitt	
Plac	<i>ser</i>

*n
om*

R46:1982

SJÖVATTEN SOM VÄRMEKÄLLA TILL VÄRMEPUMP

Erfarenheter från uppvärmning av två
småhus i Falun

Jonas Hallenberg
Kjell Norbäck

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800046-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till VIAK AB, Falun.

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

R46:1982

ISBN 91-540-3694-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.

LiberTryck Stockholm 1982 182402

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1. ALLMÄNT OM PROJEKTET	7
2. ANLÄGGNINGSBESKRIVNING	9
2.1 Inledning	9
2.2 Data om villorna	10
2.2.1 Villa A	10
2.2.2 Villa B	11
2.3 Värmepumpanläggning	11
2.3.1 Inledning	11
2.3.2 Värmepumpsystemet	13
2.3.2.1 Allmänt	13
2.3.2.2 Tekniska data	14
3. MÄTNINGAR OCH DRIFTERFARENHETER ..	17
3.1 Inledning	17
3.2 Mätsystem	18
3.2.1 Inledning	18
3.2.2 Mätpunkter och typer av instrument	18
3.2.3 Mätfrekvens och mätperiod	21
3.2.4 Beräkningsmetoder	21
3.2.5 Felanalys	23
3.3 Mätresultat	24
3.3.1 Inledning	24
3.3.2 Mätresultat - värmepumpsystem	24
3.3.3 Mätresultat i sjön	29
3.4 Drifterfarenheter	30

SAMMANFATTNING

Under ett år, 1980-04-01--1981-03-31, har prestanda och driftfunktion studerats för två villavärmepumpsystem med sjövattnen som energikälla. Båda värmepumparna, vilka är installerade i två olika stora villor utanför Falun, är av fabrikat AGA-Thermia, JBC 400 M. Värmeupptagarna, placerade på botten i en näraliggande vik av sjön Runn, är båda av konventionell slangtyp. I slangen som består av en enkel slinga, separat för varje hus, cirkuleras en glykol-vattenblandning.

För det större huset uppmättes under perioden en energiförbrukning på ca 25 MWh och för det mindre ca 20 MWh. För att erhålla dessa energimängder har ca 12 MWh resp 9 MWh elenergi fått inköpas. I den inköpta elenergin ingår då el till kompressor, glykol-vattenpump samt radiatorvattenpump. Ingen av installerade reservelpatroner har under perioden behövt nyttjas. Årsvärmefaktorerna är beräknade till ca 2,1 (25/12) för det större huset och ca 2,2 (20/9) för det mindre huset. Under mätperioden har värmepumparna fungerat i stort sett utan driftavbrott, så när som på en del inkörningsproblem för värmepumpen i det större huset och ett smärre driftavbrott för värmepumpen i det mindre huset. Inkörningsproblemen berodde bl a på slarv vid montage av elektronik, för snålt ställt motorskydd och luftbildning i värmepumpens topp med åtföljande överhettning. Driftstoppet i det mindre huset uppstod på grund av luft i glykolvattensystemet. Samtliga fel åtgärdades mycket snabbt varför den sammanlagda tiden för stillestånd endast uppgått till någon dag för respektive hus.

Under mätperioden, nov - mars, har även sjövattemperaturen i slangsystemens närhet vid botten uppmätts. I stort sett oberoende av avstånd till botten och tidpunkt uppgick dessa till ca 0.8°C.

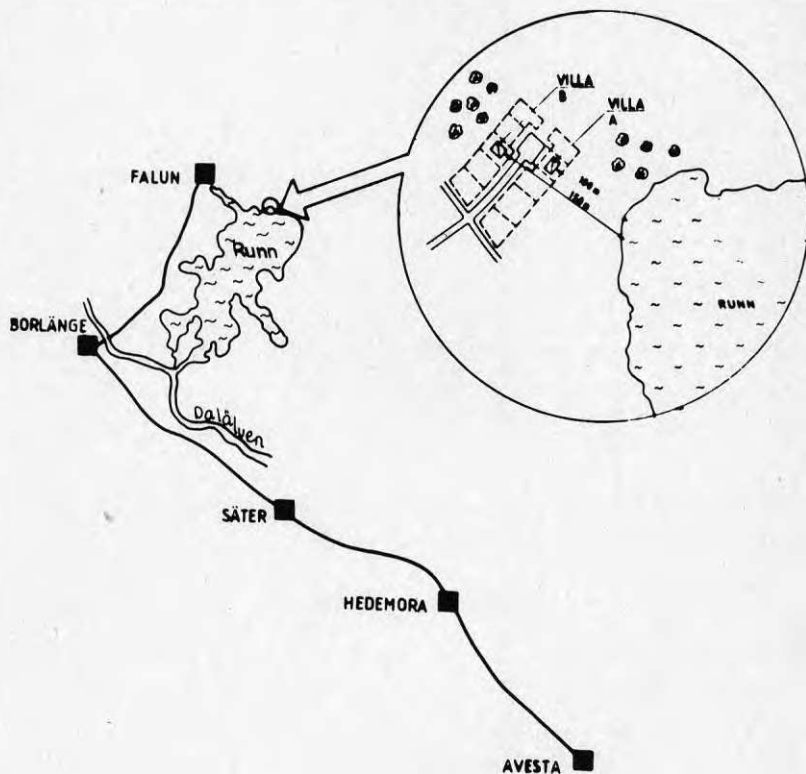
1 ALLMÄNT OM PROJEKTET

Antalet installationer av små värmepumpar, så kallade villavärmepumpar, uppgår hösten 1981 till flera tusen. Merparten av dessa utnyttjar ytjorden (0,5 - 2 m under ytan) eller luft som värmekälla. På senare tid har även anlagts ett flertal system där sjövattnen och grundvattnen utgör värmekällor. I denna rapport beskrivs teknik och framförallt prestanda för två villavärmepumpsystem som nyttjar sjövattnen som energikälla. Båda anläggningarna nyttjar slangsystem på sjöbotten som värmeupptagare. Villorna som är belägna utanför Falun byggdes 1979 varvid även värmepumpsystemen installerades och togs i drift. Något senare i februari -mars 1980 monterades erforderliga mätinstrument för den mätning och utvärdering som pågått under 1 år. Resultatet av insamlade mätdata samt övriga iakttagelser under mätperioden redovisas nedan.

2 ANLÄGGNINGSBESKRIVNING

2.1 Inledning

De studerade värmepumpanläggningarna utgör värmeproduktionsenheter i två enfamiljshus utanför Falun. Båda husen är byggda 1979. Det geografiska läget framgår av figur 1.



Figur 1 Villornas geografiska läge

Värmepumpaggregaten är av typ AGA-Thermia, JBC 400 M. Energikällan utgörs av en näraliggande vik av sjön Runn. Värmen till värmepumparna upptas ur sjöns botten-sediment via

ett slutet glykol-vattensystem, även populärt kallat brinesystem. Glykolvattenblandningen cirkuleras i en för respektive villa enkel plastslang (ca 300 m), av samma typ som nyttjas för ytjordvärme. Även om fastigheterna ligger nära varandra (50 m), så är värmepumpsystemen rent tekniskt helt åtskilda. Byggtekniskt har man dock bitvis utnyttjat samma rörgrav för brineslangar mellan fastigheterna och sjön.

2.2 Data om villorna

2.2.1 Villa A

Villa A är ett souterränghus med en uppvärmd yta på 256 m². I tillhörande garage, ca 35 m², hålles en grundvärme på ca 5 - 8°C. Väggarna är isolerade med 170 mm Gullfiber samt utrustade med treglasfönster. Värmesystemet är vattenburet och dimensionerat för lågtemperatur, +55°C/+45°C. Ventilationssystemet har värmeåtervinning mellan frånluft och tilluft samt elektrisk eftervärmning. Effektbehovet är teoretiskt beräknat till ca 16 kW vid dimensionerande utetemperatur, -26°C.

Värmepumpen, AGA-Thermia JBC 400 M, förser huset med både värmevatten och tappvarmvatten.

Värmepumpen upphandlades som en del i för huset erforderligt VVS-system. Av den anledningen är det svårt att ange den verkliga merkostnaden med värmepump jämfört med exempelvis oljepanna. Av infordrade offerter skiljde det ca 17 000:- (790621) mellan ett värmepumpalternativ och ett konventionellt oljeeldat system. Offerterna var inlämnade av två olika firmor varför merkostnaden, 17 000:-, ej direkt kan hänföras till värmepumpen.

Enligt uppgifter från värmepumpinstallatören uppgick merkostnaden till ca 25 000:- (sommaren 1979) för ett värmepumpsystem jämfört med ett oljeeldat system.

2.2.2 Villa B

Villa B är ett 1 1/2 planshus utan källare med en uppvärmd yta på ca 168 m². I garaget, ca 50 m², hålles en grundvärme på ca +8°C. Väggarna är isolerade med 180 mm mineralullskivor samt utrustade med treglasfönster. Värmesystemet är vattenburet och dimensionerat för +55°C/+45°C, d v s lågtemperatur. Ventilationssystemet har mekanisk värmeåtervinning utan eftervärmning. Effektbehovet är teoretiskt beräknat till ca 13 kW vid dimensionerande utetemperatur, -26°C.

Värmepumpen, AGA-Thermia JBC 400 M, förser huset med både värmevatten och tappvarmvatten.

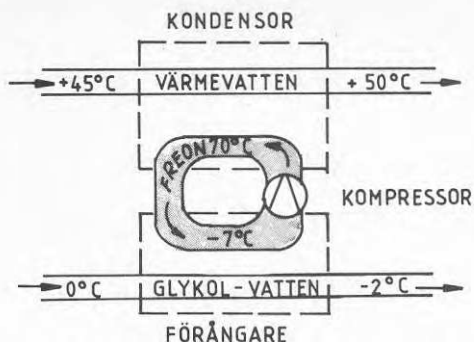
Merinvestering för ett värmepumpsystem jämfört med ett oljebaserat beräknades sommaren 1979 vara ca 25 000:-. Se även under 2.2.1 ovan.

2.3 Värmepumpanläggning

2.3.1 Inledning

Nedanstående beskrivning gäller anläggningarna i både villa A och villa B, eftersom dessa har samma typ av värmepumpsystem. De enda skillnaderna mellan husen är att den större villan A ligger ca 100 m från sjön och den mindre villan B ligger ca 150 m från sjön.

Rent allmänt arbetar en värmepump med en varm sida, kondensorn och en kall sida, förångaren. Se figur 2.



Figur 2 Värmepumpprincipen

I förångaren tillförs värmepumpen energi från energikällan, i detta fall sjön, och i kondensorn avger värmepumpen energi, i detta fall i form av varmvatten. Inuti värmepumpen cirkulerar ett ämne som kallas freon i en cyklisk process. I förångaren upptar freonet energi, varvid detta kokar, d v s förångas och övergår till gasform. Jämför med kokning av vatten. Efter förångaren håller freonet en låg temperatur, runt -5°C vintertid. För att höja temperaturen på freonet sker en komprimering med eldriven kompressor. Temperaturen höjs på så sätt till ca $+70^{\circ}\text{C}$ - $+80^{\circ}\text{C}$. Nu är temperaturen så hög att den värme som avges i kondensorn kan nyttjas för tappvarmvattengenerering. Själva namnet kondensor hänger samman med att det gasformiga freonet genom sin värmeförlust kondenserar, d v s övergår till vätska. Efter en tryckreduktion återgår freonet till förångaren och cykeln är sluten.

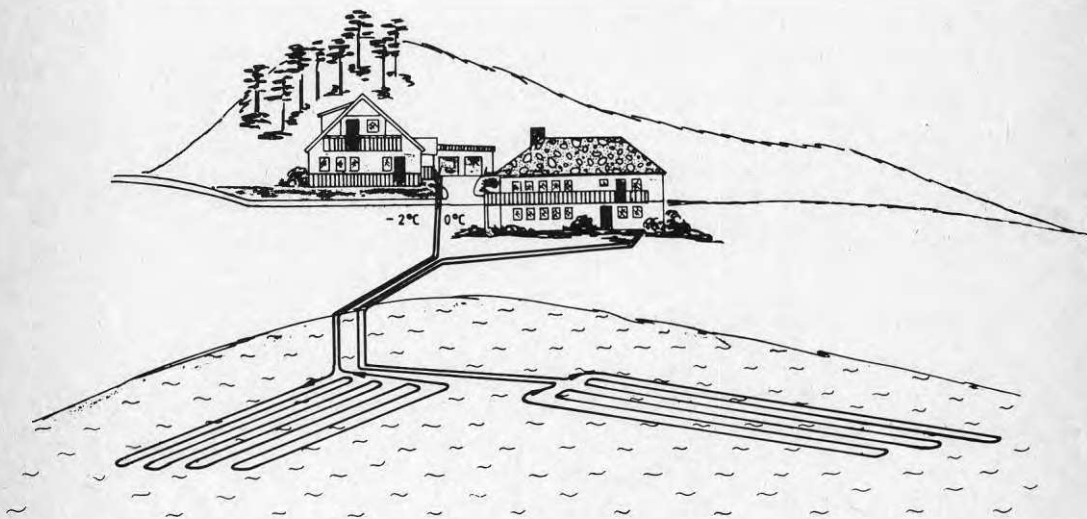
Sammanfattningsvis upptar således värmepumpen lågvärdig energi från sjön, som genom tillsats av drivenergi, el, förädlas och avges i form av värme till huset.

En viktig måttstock som anger värmepumpsystemets effektivitet är den s k värmefaktorn, φ . Denna definieras som förhållandet mellan utvunnen värme och tillförd köpt energi. Eftersom värmefaktorn är av speciellt intresse så är ett av huvudsyftena med denna studie att mäta värmefaktorerna för de installerade värmepumpsystemen i villorna.

2.3.2 Värmepumpsystemet

2.3.2.1 Allmänt

I sjön är utlagt ca 300 m slang för respektive hus, se figur 3.



Figur 3 Husen och dess slangsystem

I slangen cirkuleras en glykol-vattenblandning. Glykolet blandas i för att sänka fryspunkten. Ett vanligt driftfall vintertid innebär att glykolvattenblandningen håller en temperatur på -2°C när den lämnar värmepumpen. Eftersom omgivande vatten och sjöbottenmaterial runt slangen är varmare, så uppvärms glykol-vattenblandningen på sin väg genom slangen. När blandningen återkommer till värmepumpen har temperaturen ökat med 2°C till 0°C . I värmepumpens förångare avges nu energi motsvarande 2°C varvid glykol-vattenblandningens temperatur ånyo blir -2°C , osv. Eftersom omgivande sjövattnet och bottenmaterial har en temperatur som varierar med årstiderna så kommer också arbetstemperaturen på glykolvattenblandningen att variera över året. Dessa variationer redovisas nedan under mätresultat.

På värmepumpens varma sida, kondensorn, värms husets värmevatten samt genereras och lagras tappvarmvatten. Tappvarmvattnet erhåller en högre temperatur än värmevattnet eftersom hetgaserna efter kompressorn nyttjas för värmning av tappvarmvatten. Ensam avger värmepumpen ca 10 kW. Vid större behov kompletterar en elpatron om 3 kW.

2.3.2.2 Tekniska data

Värmepumpaggregat: AGA-Thermia JBC 400 M

Maximal framledningstemp: $+53^{\circ}\text{C}$

Maximal tappvarmvattentemp: $+65^{\circ}\text{C}$

Avgiven värmeeffekt vid $+50^{\circ}\text{C}$ framledning och temperaturen $+2^{\circ}\text{C}$ på glykolvattenblandningen in till värmepumpen: ca 10 kW

Tilläggseffekt:	3 kW (elpatron)
Slangdimension:	37,5 mm (innerdiameter)
Slanglängd:	500 m (Villa A) 600 m (Villa B)
Varav i sjön:	300 m (Villa A) 300 m (Villa B)
Förankring:	7 hg/m (blytråd)
Glykol-vattenblandningen:	30% propylenglykol resten vatten
Pump för cirk av glykol-vatten:	Grundfos CP3-30, 550 W
Pump för cirk av värmevatten:	Grundfos VPS 21-45, 44 W
Kompressor:	Hermetiskt utförande av kolv- typ, kraftförbrukning 3450 W vid -5°C förångning och +50°C kondensering

3 MÄTNINGAR OCH DRIFTERFARENHETER

3.1 Inledning

Anledningen till att man installerar och nyttjar värmepumpar är att man på så sätt minskar andelen inköpt energi jämfört med olje- och elpannor. I gengäld får man offra mer pengar vid inköp av en värmepump jämfört med olje- och elpanna. Denna merinvestering bör sålunda betalas av lägre årsenergi-kostnader. För att beräkna årsenergibesparingen erfordras att man i första hand mäter och beräknar årsvärmefaktorn, d v s nyttiggjord värme dividerat med inköpt värme, för aktuellt värmepumpsystem. Med nyttiggjord värme avses då de behov huset har för att täcka transmissionsförluster, ventilationsförluster och energiåtgång vid tappvarmvattengenerering. Med inköpt värme avses elström till värmepumpens kompressor, el till glykolvattenpump, el till radiatorpump, den el som krävs vid höga effektbehov då värmepumpen ej räcker samt elåtgång när värmepumpen är ur funktion. Vanliga värden på årsvärmefaktorn för medelgoda villavärmepumpsystem är mellan 2 och 2,5. Några faktorer som påverkar denna är:

- glykol-vattenblandningens temperatur, speciellt vintertid
- behov av värmevattentemperatur, vilket i sin tur beror på dimensionering av radiatorsystem samt ortens lägsta utetemperatur
- optimering av komponenter i värmepump
- glykol-vattenpumpens energiförbrukning, vilket vidare beror på glykol-vattenblandningens viskositet, slanglängd etc

I denna studie har i huvudsak mätning av följande parametrar genomförts:.

- elförbrukning sammantaget för kompressor, glykolvattenpump och radiatorpump
- flöden av glykol-vatten, värmevatten och tappvarmvatten
- temperaturer på glykol-vatten in/ut, värmevatten in/ut, tappvarmvatten in/ut samt inom- och utomhustemperaturer
- stickprov på sjövattemperaturer

Ur dessa mätningar har sedan bl a beräknats årsvärmefaktorer, medeltemperaturer för glykol-vatten in/ut. För ett hus, villa A, har även varaktighetsdiagram upprättats.

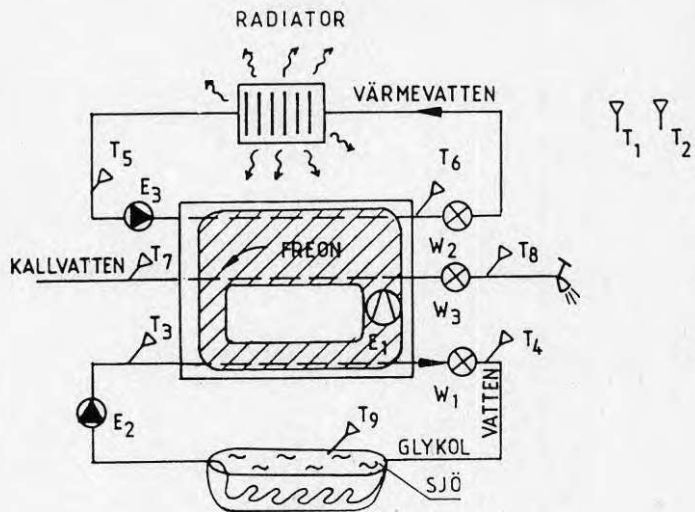
3.2 Mätsystem

3.2.1 Inledning

Samtliga mätningar bygger på manuella stickprovsväläsningar, som genomförts av husägarna själva. Inga integreringsverk eller automatiskt registrerade instrument har nyttjats, dels av kostnadsskäl men även beroende på att ett manuellt system ansetts tillfylllest för att få en god bild över funktion och prestanda.

3.2.2 Mätpunkter och typer av instrument

I nedanstående figur 4 framgår placering av mätpunkter samt i tabell 1 typ av mätutrustning.



Figur 4 Placering av mätpunkter

Tabell 1

<u>Beteckning</u>	<u>Funktion</u>	<u>Termometer</u>
T ₁	Inomhustemp	Termometer
T ₂	Utomhustemp	Termometer
T ₃	Glykol-vattentemp före värmepump	Givare Ni-100
T ₄	Glykol-vattentemp efter värmepump	"-
T ₅	Värmevattentemp före värmepump	"-
T ₆	Värmevattentemp efter värmepump	"-
T ₇	Kallvattentemp för tappvarm- vattenberedning	"-
T ₈	Tappvarmvattentemp	"-
T ₉	Temp i sjön	Ruttner hämtare
W ₁	Flöde glykol-vatten	Vinghjuls- mätare
W ₂	Flöde värmevatten	"-
W ₃	Flöde tappvarmvatten	"-
E ₁ , E ₂ , E ₃	Elförbrukning kompressor glykol-vattenpump samt radiatorpump	Elmätare

Givare har lästs av med ett digitalt avläsningsinstrument. Flödesmätare och elmätare har räkneverk på respektive mätare.

3.2.3 Mätfrekvens och mätperiod

Mätningarna har genomförts mellan mars 1980 och maj 1981, med någon tidsförskjutning mellan villa A och B. För att få en enhetlig redovisning presenteras 1 års mätningar, nämligen mellan 1980-04-01--1981-03-31.

Mätfrekvensen varierar mellan de två husen, men intensjonen var att samtliga instrument i husen skulle läsas 1 gång per dag, med undantag för perioder då villaägarna var bortresta. Totalt gjordes ca 300 avläsningar för villa A och ca 100 för villa B under mätperioden. Således är erhållna resultat för villa A mer tillförlitliga än för villa B.

Vattentemperaturen i sjön avlästes vid 8 tillfällen under vintern i 8 punkter.

3.2.4 Beräkningsmetoder

I nedanstående resultatredovisning presenteras primärt beräknade års- och månadsvärden för värmefaktorer, elförbrukning, energi från sjön och glykol-vattentemperaturer. Mera sekundärt beröres tappvarmvattentemperaturer och värmevattentemperaturer, dock utnyttjas inte värmevattentemperaturer och värmevattenflöden för beräkning av från värmepumpen avgiven energi, eftersom värmevattentemperaturerna varierar mycket under endast ett dygn. Istället nyttjas temperaturdifferenserna och flöden för det mera tröga glykol-vattensystemet samt elförbrukning för beräkning av från värmepumpen avgiven energi. En invändning mot det senare beräknings sättet är att man då även i från värmepumpen avgiven energi inkluderar elmotorförluster. Dock blir även elmotorförluster energi (värme) och som sådan ändå tillförs huset om än inte helt och hållet via radiatorsystem eller tappvarmvattensystem. Med ovanstående beräkningssätt definieras den exakta årsvärmefaktorn som:

$$\phi \text{ år} = \frac{\int_0^{1 \text{ år}} (E_{el}(t) + E_{gl-va}(t)) dt}{\int_0^{1 \text{ år}} E_{el}(t) dt}$$

där

$E_{el}(t)$ = tillförd eleffekt (kompressor, glykolvattenpump, radiatorpump) som funktion av tiden

$E_{gl-va}(t)$ = tillförd värmeeffekt från sjön

Eftersom $E_{el}(t)$ och $E_{gl-va}(t)$ ej är uppmätta får följande approximation användas:

$$\phi \text{ år} \approx \frac{\sum_{i=1}^N [E_{el}^i + E_{gl-va}^i] \Delta t^i}{\sum_{i=1}^N E_{el}^i \Delta t^i}$$

där $E_{el}^i \Delta t^i$ = elenergi mellan tidpunkterna i och $i - 1$ (kWh)

$E_{gl-va}^i \Delta t^i$ = värmeenergi från sjön mellan tidpunkterna i och $i - 1$ (kWh)

N = antal avläsningar

$E_{el}^i \Delta t^i$ är känd direkt genom avläsning av elmätare.

$E_{gl-va}^i \Delta t^i$ får beräknas som:

$$E_{gl-va}^i \times \Delta t^i = Q^i \times \Delta T^i \times C$$

där Q^i = glykol-vattenflöde (m^3) mellan tidpunkterna i och $i - 1$

ΔT^i = temperaturdifferens över förångare för glykol-vattenkretsen mellan tidpunkterna i och $i - 1$

C = värmekapacitet ($J/m^3 \text{ } ^\circ\text{C}$) för glykol-vattenblandningen (i detta fall 1.0925)

Slutformeln blir sålunda:

$$\varphi \text{ är } \frac{\sum_{i=1}^N E_{el}^i \Delta t^i + \sum_{i=1}^N Q^i \times \Delta T^i \times C}{\sum_{i=1}^N E_{el}^i \times \Delta t^i}$$

De medeltemperaturer som beräknats för glykol-vattenlösningen har viktats med den totala energiförbrukningen mellan varje avläsning. På så sätt erhålls de vatten-glykoltemperaturer som är de för värmepumpdriften mest frekventa.

3.2.5 Felanalys

För årsvärmefaktorn kan de maximala mätfelet approximativt beräknas enligt följande:

$$\frac{\Delta \varphi}{\varphi} \text{ år} = \frac{\Delta Q_{\text{år}}}{Q_{\text{år}}} + \frac{\Delta(\Delta T_{\text{år}})}{\Delta T_{\text{år}}} + \frac{\Delta E_{\text{el år}}}{E_{\text{el år}}}$$

Felgränser för respektive term är:

$$\frac{\Delta Q_{\text{år}}}{Q_{\text{år}}} \pm 2\% \quad - \text{ flödesmätare}$$

$$\frac{\Delta(\Delta T_{\text{år}})}{\Delta T_{\text{år}}} \pm 12\% \quad - \text{ differenstemp med sinsemellan kalibrerade Ni-100 givare}$$

$$\frac{\Delta E_{\text{lår}}}{E_{\text{lår}}} \pm 1\% \quad - \text{ elmätare}$$

Totalt erhålles således ett maximalt fel i beräknad årsvärmefaktor på $\pm 15\%$ ($2\% + 12\% + 1\%$).

3.3 Mätresultat

3.3.1 Inledning

Samtliga redovisade mätresultat avser mätperioden 1980-04-01--1981-03-31. Från meteorologisk synpunkt var mätperioden kallare än normalt, ca $+4,1^{\circ}\text{C}$ mot normalt ca $+4,6^{\circ}\text{C}$. Detta innebär att uppmätta värden kan bli något "bättre" ett normalår.

3.3.2 Mätresultat - värmepumpsystem

I tabell 2 och 3 redovisas månadsvärden för energi från sjön, förbrukad elenergi, värmefaktor, glykolvattentemperaturer in till värmepumpen samt temperatursänkning av glykolvattentemperaturen genom förångaren. Tabell 2 avser villa A (den större) och tabell 3 villa B.

Tabell 2 - Villa A

Tid	Energi från sjön (kWh)	Förbrukad elenergi (kWh) ^{a)}	Värme-faktor ^{b)}	Glykol-vatten temp in till värmepump (°C) ^{c)}	Temp.sänkning av glykol-vatten (°C) ^{c)}
Apr 80	960	900	2,1	1,1	2,4
Maj "	810	560	2,5	6,7	3,6
Jun "	520	260	3,0	14,0	4,9
Jul "	210	100	3,1	17,9	5,4
Aug "	390	250	2,6	15,8	4,7
Sep "	740	450	2,7	13,6	4,7
Okt "	1180	920	2,3	7,1	3,2
Nov "	1560	1470	2,1	2,0	2,4
Dec "	1390	1450	2,0	0,6	2,1
Jan 81	2080	2020	2,0	0,2	2,2
Feb "	1900	1730	2,1	0,1	2,4
Mar "	1530	1490	2,0	-0,4	2,3
Året	13300	11600	2,1	3,1	2,7

a) El till kompressor, glykol-vattenpump och radiatorpump

b) Maximalfel $\pm 15\%$

c) Viktad med energiförbrukning

Tabell 3 - Villa B

Tid	Energi från sjön (kWh)	Förbrukad ^{a)} elenergi (kWh)	Värme- ^{b)} faktor	Glykol-vatten ^{c)} temp in till värmepump (°C)	Temp.sänkning ^{c)} av glykol-vatten (°C)
Apr 80	820	690	2,2	0,3	2,4
Maj "	590	470	2,3	4,4	3,0
Jun "	190	180	2,1	10,1	3,6
Jul "	150	120	2,2	14,8	4,5
Aug "	180	170	2,1	13,5	4,0
Sep "	290	240	2,2	11,9	3,8
Okt "	970	680	2,4	7,5	3,4
Nov "	1410	1170	2,2	2,0	2,4
Dec "	1320	1230	2,1	0,4	2,1
Jan 81	1690	1520	2,1	-0,2	2,1
Feb "	1650	1380	2,2	-0,3	2,2
Mar "	1300	1210	2,1	-0,4	2,8
Året	10600	9000	2,2	2,0	2,6

a) El till kompressor, glykol-vattenpump och radiatorpump

b) Maximalfel \pm 15%

c) Viktad med energiförbrukning

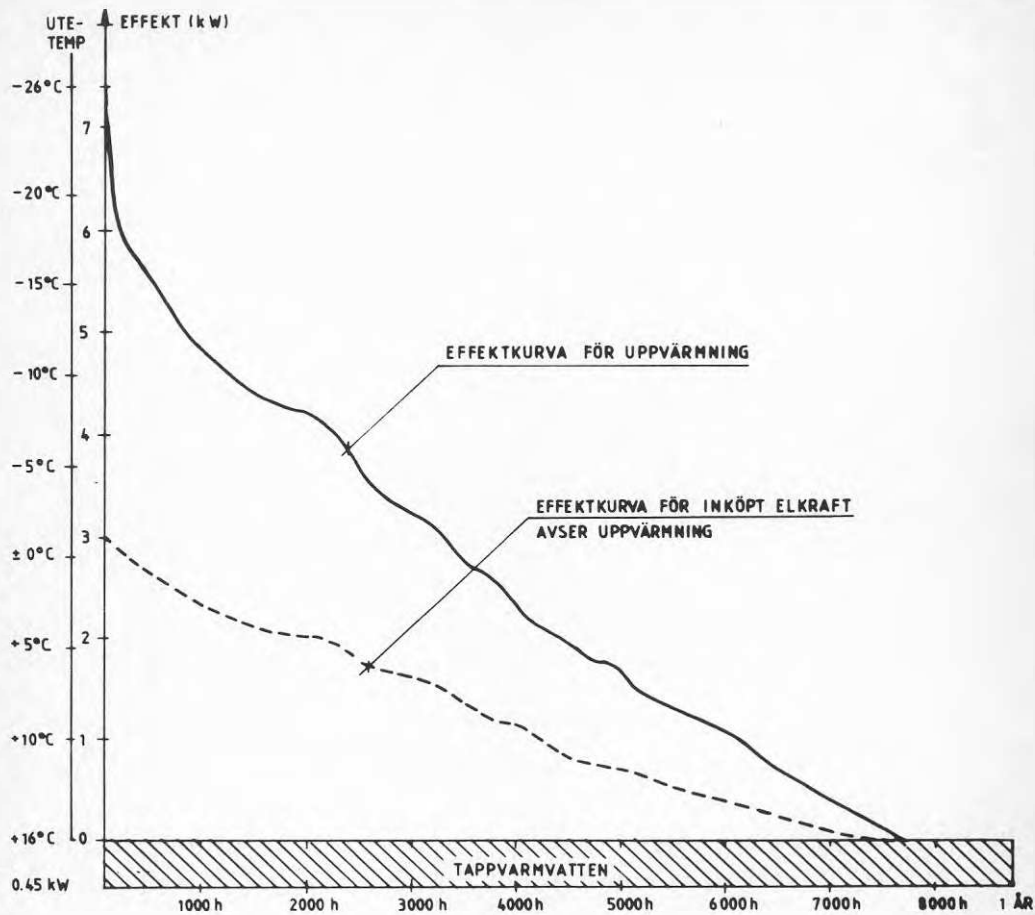
Av tabell 2 och 3 framgår att villa A totalt förbrukat ca 25 MWh över året och villa B ca 20 MWh. För att erhålla dessa energimängder har för villa A ca 12 MWh elenergi fått inköpas och för villa B, ca 9 MWh. Under mätperioden har inte för någon av villorna de installerade reservelpatronerna (3 kW) behövt nyttjas.

Vidare framgår att årsvärmefaktorn för villa A är beräknad till ca 2,1 och för villa B till ca 2,2. Anmärkningsvärt är att värmefaktorn varierar väldigt litet över året för villa B. En anledning till detta kan vara att väldigt få avläsningar har gjorts, speciellt sommartid för villa B.

Under mätperioden har även mätts värmevattentemperaturer. Dessa är dock inte helt representativa eftersom temperaturerna varierar redan över några timmar samt att mätningarna alltid är utförda dagtid. Mycket ungefärliga värden kan dock anges till för villa A $+45^{\circ}\text{C}/+38^{\circ}\text{C}$ och för villa B $+43^{\circ}\text{C}/+34^{\circ}\text{C}$. Dessa avser då medelvärden för fram/returtemperatur under perioden december - mars.

Tappvarmvattentemperaturerna varierar även dessa kraftigt, vilket försvårar beräkningar av energiåtgång för tappvarmvattengenerering. Ett ungefärligt värde på basis av flöde och antagen medeltappvarmvattentemperatur kan dock anges till för villa A ca 4 MWh eller ca 15% av totala energibehovet för villa A och ca 3 MWh eller ca 15% av totala energibehovet för villa B.

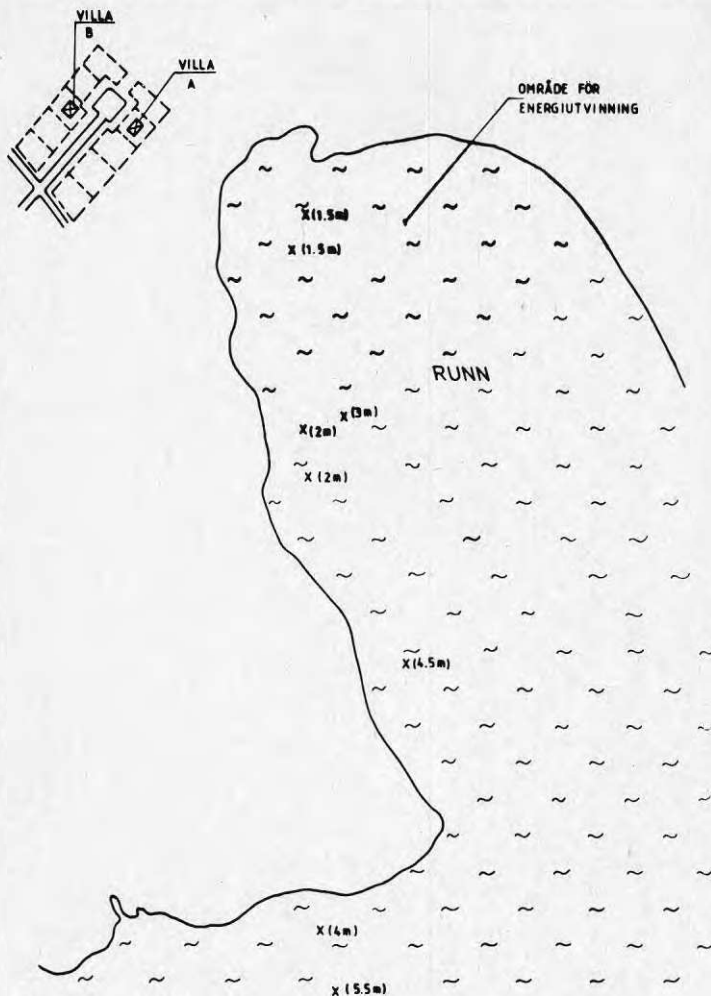
Eftersom antalet mätningar för villa A har varit många (ca 300) har även för denna villa ett varaktighetsdiagram, se figur 5, kunnat upprättas. I detta diagram är också inlagt en kurva för den eleffekt som erfordras för uppvärmning.



Figur 5 Uppmätt varaktighetsdiagram

3.3.3 Mätresultat i sjön

I figur 6 framgår geografisk placering av mätpunkter för sjövattemperaturer vid botten.



Figur 6 Mätpunkter i sjön

Vattendjupet, d v s avstånd till botten, i respektive mätpunkt framgår av siffran inom parentes (se fig 6). Temperaturerna för respektive punkt uppmättes vid 8 tillfällen, en gång i november, två gånger i december, två gånger i januari, en gång i februari och två gånger i mars. Variationen mellan uppmätta temperaturer-värden var mycket liten, trots att tidpunkterna för mätningarna och vattendjupen varierade. Minsta uppmätta sjövattemperatur uppgick till $+0,5^{\circ}\text{C}$ och största till $+1,6^{\circ}\text{C}$. Medelvärde för mätningarna uppgick till $+0,8^{\circ}\text{C}$

med en standardavvikelse på endast $+0,2^{\circ}\text{C}$. En intressant iakttagelse är att sjövattemperaturen vid novembermätningen, ca $+1^{\circ}\text{C}$, understiger medelvärde för uppmätta glykol-vattemperaturer under samma månad, se tabell 2 och tabell 3. Anledningen till detta är att bottensedimentet, som delvis omger slangarna, håller en högre temperatur än själva sjövattnet ovanför.

Glykol-vattenslangarna har till större delen av sträckningen sjunkit ner i dybotten. Detta har kontrollerats okulärt från båt. Avsikten var att studera isskiktets tjocklek på slangarna på platser där slangarna ej helt försvunnit ned i dyn. Tre platser märktes sålunda ut hösten 1980 med träkäppar. Tyvärr försvann dessa käppar innan kontrollerna av istjocklek skulle ske. Vid liknande kontroller för andra projekt bör dessa platser pejlas med kompass istället.

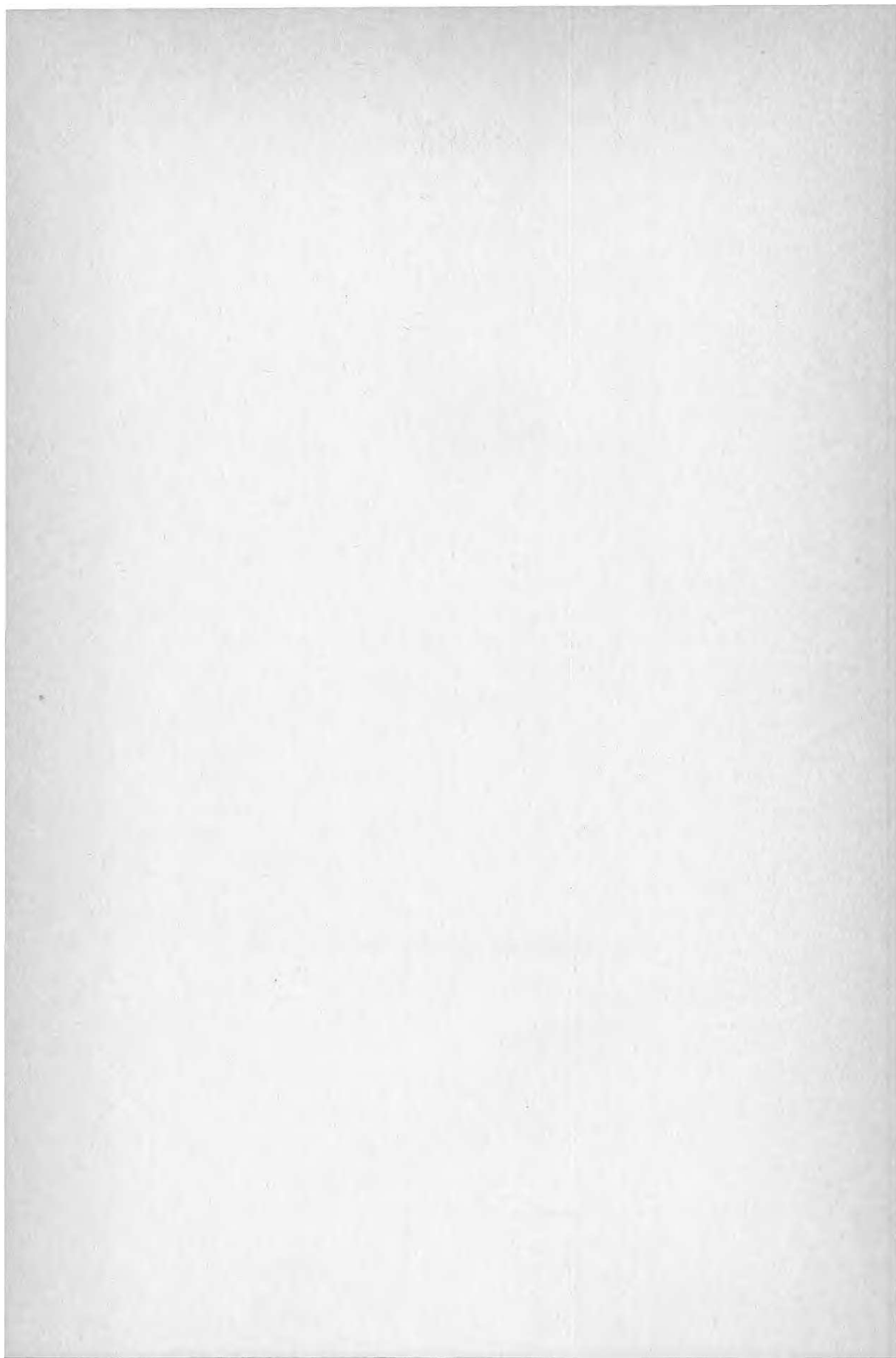
För andra liknande projekt bör även bottenprov undersökas omkring slangarna. Det vore också av intresse att låta värmepumpstillverkaren kritiskt bedöma funktionen hos de enskilda komponenterna.

3.4 Drifterfarenheter

I stort sett har båda villavärmepumparna fungerat utan driftavbrott, så när som på en del inkörningsproblem för värmepumpen i villa A och ett smärre driftstopp för värmepumpen i villa B. Värmepumpen i villa A stoppade 15 - 20 gånger under en kortare period på ca 1 månad. Samtliga fel åtgärdades mycket snabbt varför obehaget för bostadsägarna var obetydligt. Anledningen till avbrotten för villa A var främst:

- a) luftbildning i värmepumpens topp vilket gav överhettning
- b) för snålt ställda motorskydd
- c) slarv vid montage av ett kretskort

Värmepumpen i villa B stoppade i princip bara en gång vilket berodde på inläckande luft i glykol-vattensystemet.



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800046-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till VIAK AB, Falun.

R46: 1982

ISBN 91-540-3694-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700546

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 20 kr exkl moms