



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

R50:1988

**Kollektiv upphandling av
individuella värmepumpar i
Ekeby, Södertälje**

Gunnar Hanson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	<i>Sibel</i>
Plac	<i>Ser</i>

R/Paw

Byggeforskningsrådet

R50:1988

KOLLEKTIV UPPHANDLING AV
INDIVIDUELLA VÄRMEPUMPAR
I EKEBY, SÖDERTÄLJE

Gunnar Hanson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
861058-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till Telge Energi AB

REFERAT

Projektets avsikt var att undersöka möjligheterna att genomföra en kollektiv upphandling av individuella värmepumpinstallationer i ett befintligt villaområde.

Rapporten beskriver processen att genomföra en sådan upphandling.

Ekeby Villaägareförening i Södertälje har, i samarbete med energirådgivare och Telge Energi AB, upphandlat ett fyrtiotal värmepumpinstallationer från en entreprenör.

Avsikten med rapporten är att underlätta för andra att genomföra liknande projekt.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R50:1988

ISBN 91-540-4895-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1988

INNEHÅLL

	Sid
SAMMANFATTNING	3
Inledning	4
Förutsättningar/villaägarnas situation	4
Projektintroduktion/information	5
Teknik	5
Projektets utveckling	6
Bergteori	6
Ny anläggningstyp	6
Upphandlingsform	7
Val av entreprenör/anläggning	7
Energihushållning	8
Erfarenheter, slutsatser och kommentarer	8
Tidsaspekter	8
Beslutsvändan	9
Energirådgivarens roll	10
Resultat	10
Bilaga 1: Influens mellan borrhål med värmeuttag	11
Bilaga 2: Ramavtal	21
Bilaga 3: Entreprenadkontrakt	25
Bilaga 4: "Den enkla sanningen..." (energisparinformation)	27

SAMMANFATTNING

Kollektiv upphandling av individuella värmepumpar

Rapporten beskriver processen att genomdriva en kollektiv upphandling av individuella värmepumpar i ett villaområde.

Rapporten går inte in på värmepumpsteknik eller detaljerad ekonomisk analys utan försöker översiktligt beskriva det praktiska projektarbetet.

I Ekeby villaområde från mitten av 1960-talet finns ca 180 huvudsakligen styckebyggda villor. De ursprungliga oljepannorna börjar bli dåliga.

Villaägareföreningen i Ekeby undersökte tillsammans med energirådgivningen, Södertälje energiverk, numera Telge Energi AB, möjligheterna till annan uppvärmningsform. Man beslutade sig för att försöka upphandla värmepumpar "med mängdrabatt".

Avsikten med den kollektiva upphandlingen var givetvis att erhålla ett så förmånligt totalpris på hela installationen som möjligt. Fördelarna för entreprenören är uppenbara. Stor försäljningsvolym, möjlighet till rationalisering och begränsad marknadsföring - säljarinsats. Intresset blev också mycket stort och priset bra.

Vägen till färdig installation blev ganska lång och inte så okomplicerad. Rapporten vill hjälpa andra med liknande idéer att genomföra sina projekt med färre omvägar men med samma framgång.

Kollektiv upphandling av individuella värmepumpar i Ekeby, Södertälje

Inledning

Villaägareföreningen i Ekeby tog försommaren 1985 kontakt med Södertälje kommuns energirådgivning. Energirådgivningen var då organiserad under kommunens planeringskontor. Föreningens fråga avsåg möjligheten att med hjälp av värmepump utnyttja sjövattnen från Mälaren för att värma villorna i Ekeby.

Villaområdet, som består av ca 180 villor, uppfördes under åren 1964-66 och utrustades med oljepannor. Under senare år har några bytts mot elpannor, och flera har kompletterats med elpatroner/kassetter.

Vid ett sammanträffande mellan Villaägareföreningen och energirådgivaren under hösten 1985 föreslog denne att utreda möjligheterna till "kallfjärrvärme". Kallfjärrvärme innebär att sjövattnen distribueras till individuella värmepumpar i de olika husen.

Efter ansökan till Byggforskningsrådet beviljades medel till en studie av detta och några andra alternativa uppvärmningsförslag. Studien utfördes med hjälp av konsult i samarbete med energirådgivningen, som från och med 1 januari 1986 var placerad på energiverket i Södertälje. Arbetet rapporterades i R95:1986.

Rapportens resultat redovisades för styrelsen i Ekeby villaägareförening i juni 1986. De presenterade kostnaderna blev höga trots att rapporten utgick från en 100-procentig anslutning.

I stället lanserades då idén att kollektivt försöka upphandla installation av individuella värmepumpar.

Förutsättningar/villaägarnas situation

Oljepannorna i området var nu drygt 20 år. Några var utbytta, många i behov av utbyte och några direkt defekta.

Husen var lika gamla och någon övergripande genomgång av energistatusen var aldrig genomförd.

Intresset för både energihushållningsåtgärder och nyinstallation av värmekälla var alltså stort.

Projektintroduktion/information

I september 1986 hölls ett första informationsmöte för villaägarna i Enhörna Friluftsgård. För att öka intresset kontaktades Länsstidningen i Södertälje, som gjorde ett reportage om projektet. Mötet blev mycket välbesökt. På mötesprogrammet fanns bl a följande punkter:

- Genomgång av "kallfjärrvärmeprojektet"
- Varför spara energi
- Huset som energisystem
- Vad är en värmepump
- Värmepumpen inpassad i det egna huset
- Finansiering
- Utdelning och genomgång av "intresseanmälningsblanketter"

Föredragande på mötet var Villaägareföreningen, energirådgivaren, övrig kompetens från Södertälje Energiverk samt Stadshypotek Södermanland.

Vid informationstillfället var ingen representant från entreprenörsidan närvarande, men en "budgetoffert" från en värmepumpleverantör förelåg. Offerten omfattade nyckelfärdig anläggning och var på strax under 50 000 kronor inklusive moms. Förutsättningar för offerten var att 80 st installationer skulle komma till stånd samt att djupet till berg var högst tre meter. Priset bedömdes ligga minst 20 000 lägre än individuella offerter.

Teknik

Tidigt enades man om att koncentrera intresset till s k "direktexpansionssystem". Direktexpansion innebär att en av två värmeväxlare samt cirkulationspumpen i köldkretsen kan utgå. En nackdel, som under projekttiden livligt debatterades i massmedia, är att systemet kräver större freonmängd än motsvarande brinesystem.

Enligt Svenska Värmepumpsföreningen SVEP, fanns bara två etablerade firmor som marknadsförde systemtypen.

Värmen skulle hämtas ur två svagt divergerande borrhål, om vardera 40-45 meter, i berget. I hålen skulle kollektorn, bestående av kopparrör, installeras. Värmepumpens effekt valdes mot ett "medelhus" och fick härigenom varierande täckningsgrad. Tillskottseffekten - energin skulle levereras av en elpatron på sex kW ovanpå värmepumpens maximala effekt. Villaområdets eldistributionsnät klarar 100 % elleffekt. Entreprenören ålades kontrollera radiatorytor/temperaturer före slutlig kontraktsskrivning.

Projektets utveckling

Kännedom om projektet spreds och flera värmepumpsleverantörer tog kontakt och offererade bl a brinesystem. Dessa kunde dock inte konkurrera prismässigt.

Antalet intresseanmälningar låg strax under 100 st. Vid en av de första sammankomsterna mellan energiverket/rådgivningen och Villaägareföreningens styrelse framhölls för styrelsen att priserna var så förmånliga att utsikterna att genom förhandlingar reducera priset var små. Däremot borde förhandlingarna inriktas mot att erhålla kvalitetsmässigt bästa möjliga installation samt goda garantier för framtiden. Vidare föreslogs att snarast fastlägga bergets verkliga läge. Tyvärr beslutades att detta var en bedömningsfråga för entreprenörerna. Beslutet ledde till ett utdragande av projektet i tiden samt till en viss förvirring bland villaägarna.

Bergteori

Beträffande enstaka borrhål i berg var kunskaperna relativt goda, men vad som händer om varje tomt i Ekeby skulle förses med två värmeuttagande borrhål var osäkert. För att belysa frågeställningen kontaktades Per Eskilsson vid Lunds Tekniska Högskola. Denne gjorde bedömningen att risken för allvarlig influens var liten, men värd att studera.

Vid ett möte hos Byggforskningsrådet framhölls vikten av att genomföra en grundundersökning. Energiverket önskade också genomföra en teoretisk studie av risken för influens mellan borrhål. Efter ansökan och beviljande av anslag beställdes arbetena.

Grundundersökningen, som utfördes första veckan i december 1986, visade att djupet till berg inom större delen av området var större än 10 m.

Per Eskilsson utförde den teoretiska studien som bygger på "Markvärmegruppens" rapporter T16-T18:1985. Studien visar, att vid liten tomtstorlek, stora värmeuttag och stort djup till berg kan problem uppstå. I Ekeby med relativt stora tomter, 800-1000 m², och ca 16 MWh uttag ur berg per fastighet, är influensens inverkan obetydlig. Bilaga 1.

Ny anläggningstyp

Entreprenörerna hade lämnat anbuden vid ett antaget djup till berg av 3 m. Antagandet var baserat på utlåtande från egna anlitade experter.

I och med att bergvärmeanläggningar nu var uteslutna för det stora flertalet, var vi tvungna att "börja om" och lansera och "sälja" ytjordvärme.

Det stora intresset för bergvärme motiverades bl a av de måttliga ingrepp som behövde göras på villatomterna. En ytjordanläggning däremot innebär ett stort ingrepp på de, i det här fallet, just uppvuxna tomterna.

Vid ett nytt informationsmöte i januari 1987 redovisades det nya huvudalternativet.

Det visade sig snart att motståndet mot uppgrävning av den egna tomten var stort, en erfarenhet som entreprenörerna haft sedan tidigare.

Upphandlingsform

Under tiden som Villaägareföreningen försökte övertyga sina medlemmar att acceptera ytjordvärmesystemet, pågick med konsult-hjälp arbete med att formulera ett ramavtal och ett entreprenadkontrakt.

Ramavtalet skulle tecknas mellan föreningen och entreprenören, medan kontrakten skrevs mellan den enskilde köparen och entreprenören.

I ramavtalet, bilaga 2, regleras formerna för upphandlingen, syftet och entreprenörens åtagande klargörs samt ekonomifrågorna belyses. Som bilagor till ramavtalet ingår teknisk beskrivning av anläggningen, grunddata och entreprenadförutsättningar.

I entreprenadkontraktet, bilaga 3, fastställs tider och anläggningskostnad. I princip är priset för installationen fastlagt i ramavtalet, men eventuella tillkommande arbeten anges tillsammans med "normalpriset" i kontraktet.

En slutbesiktning av anläggningarna utförs av energiverket, från och med 1 januari 1988 Telge Energi AB, i Södertälje. Besiktningen avser främst installationens fackmässiga utförande och att anläggningen är utförd i enlighet med avtalen. Telge Energi AB påtar sig inget ansvar för anläggningens funktion eller prestanda.

Val av entreprenör/anläggning

I slutet av 1986 offererades ett direktförågningsssystem av Homax AB i Järna. Orsaken till att företaget ej kontaktats tidigare var att det varken var känt av oss eller medlem i SVEP.

Efter upprepade förhandlingar med fem entreprenörer föreslog slutligen Villaägareföreningens styrelse att anta Homax AB som entreprenör.

I början av april 1987 undertecknade föreningen och Homax AB ramavtalet. Omgående herefter påbörjade entreprenören villa-besiktningar och projektering med efterföljande kontraktsskrivning.

Installationerna utfördes under sommaren och hösten 1987. Slutbesiktningarna utförs efter avrop från entreprenören under vintern 87-88.

Energiushållning

Att nå fram till konsumenten med information om energiushållning är svårt. I samband med Ekebyprojektet erbjöds goda möjligheter att informera i ämnet inför en motiverad publik.

Information om lämpliga åtgärder i villorna sammanställdes och delades ut.

Försättsblad, förord, innehållsförteckning samt sammanfattning bifogas som bilaga 4.

Erfarenheter, slutsatser och kommentarer

Vad har vi lärt oss?

Vi vill framhålla två faktorer som kräver arbete och eftertanke.

Tiden mellan "offentliggjord" idé och färdigställande får inte bli för lång

Beslutsvåndan hos den enskilde villaägaren är stor

Tidsaspekten

Projektet måste vara mycket väl förberett av en liten grupp innan man går ut offentligt och presenterar det. En utdragning i tiden efter en presentation tröttnar alla parter. Både villaägarna och eventuella entreprenörer kan tappa intresset.

Initiativtagaren/-arna bör arbeta länge med hjälp av t ex energirådgivare och andra konsulter (i mån av ekonomi) för att införskaffa all tillgänglig information som kan vara av intresse.

I detta förberedande skede bör bl a följande punkter belysas:

- Antal aktuella villor
- Villornas ålder
- Villornas uppvärmningssystem, energi-, effekt- och temperaturbehov
- Allmänt om utförda energiushållningsåtgärder
- Tomtstorlekar
- Tomternas disposition
- Markbeskaffenhet
- Grävbarhet/framkomlighet i mark
- Avstånd/djup till berg
- Grundvattentillgång
- Närhet till sjö/vattendrag
- Angränsande markområde
- Befintliga kommunala energiplaner
- Områdets elkapacitet
- Finansieringsmöjligheter
- Vilka lokala entreprenörer kan vara intresserade
- Budgetofferter
- Lönsamhetskalkyl
-
-

Naturligtvis kan listan göras längre, och kanske även kortare, men efter en genomgång av frågeställningarna med positivt resultat, bör projektet vara moget för presentation.

Även inför presentationstillfället finns en del att tänka på.

I kallelsen till mötet skall klart framgå målsättningen med såväl mötet som hela projektet. Lönsamhet i projektet skall framhållas i kronor. Avsikten med "kronorpresentationen" är att projekt som inte ger nettobehållning i plånboken är ogenomförbara. En uppmaning till förberedelse genom att studera energiläget i det egna huset är bra.

På mötet delas blankett för intresseanmälan ut och gås igenom. På blanketten skall telefonnummer anges till någon som är beredd att hjälpa till med ifyllandet och andra frågor.

Med intresseanmälningsblanketterna som grund kan sedan en normal upphandling genomföras.

Beslutsvändan

Då det gäller investeringar i den aktuella storleksordningen större än ca 50 000 kronor är det inte lätt att fatta beslut för en enskild person. Att få en större mängd individer att samtidigt fatta ett så stort beslut är svårare.

I ett gammalt uppvuxet område har familjesammansättningarna hunnit bli blandade, vilket innebär att både de ekonomiska förutsättningarna och intresset för stora investeringar är ytterst olika.

När det gäller det enskilda beslutet finns bl a följande frågor att besvara:

- Är befintlig uppvärmningsanordning dålig och/eller osäker?
- Kan "uppgrävning" av tomten accepteras?
- Fungerar värmepumpen som säljaren uppger eller så "som det står i tidningarna"?
- Hur utvecklas energipriserna?
- Är investeringen lönsam?
- Hur klaras finansieringen?

Även om alla svar är positiva för en nyinstallation finns ett inneboende motstånd till förändringar kvar att övervinna.

Här gäller det för "projektledningen" att informera så sakligt och korrekt som det är möjligt. Initiativtagarna bor ju sannolikt i området och risken att bli evigt osams med grannarna, vid en olycklig utgång av projektet, är uppenbar.

Energirådgivarens roll

Energirådgivaren skall i mån av kompetens och tid fungera som rådgivare och katalysator i projektet. Han kan inte påtaga sig ekonomiskt ansvar eller deltaga i beslutsfattandet.

Även om t ex en villaägareförening fattar beslut om avtal och upphandlingsförfarande, måste det slutliga beslutet och ansvaret alltid ligga hos den enskilde.

Resultat

I Ekeby finns, som resultat av projektet, vintern 1987-88 30 st ytjordvärmeanläggningar, 7 luftvärmepumpar samt 4 bergvärmeanläggningar i drift. Alltså ca 40 st anläggningar. Antalet 60-talsvillor i Ekeby är ca 180. Om området legat på berg hade antalet anläggningar troligen blivit det dubbla.

Allmänt kan påpekas att antalet värmepumpar i småhus (exkl frånluftvärmepumpar) i Södertälje är lågt. Tidigare var antalet obetydligt över 100 anläggningar.

Telge Energi

Gunnar Hanson

Blad A visar borrhålsplacering i plan.

Blad B visar en sektion genom borrhål nr 44, 32, 20 och 8. - Min. och max-lutningarna på borrhålen är angivna. Lutning 15° kommer troligen att vara den dominerande.

Blad C anger borrhålens koordinater.

Borrhålslängd från markytan enligt blad **B**.

Borrhålsdiameter: min. 65 mm och max. 100 mm.

λ -värde jord 1,5 W/m, $^\circ\text{C}$.

λ -värde berg 2,5 - 3,0 - 3,5 W/m, $^\circ\text{C}$.

Jordlagrets tjocklek: 3 - 6 - 9 meter.

Värmeuttag (med två borrhålen): 16.000 kWh respektive 12.000 kWh per år.

Månadsvis värmeuttag: januari=15% - Februari=14% - Mars=13%
 April=10% - Maj=5% - Juni=2%
 Juli=1% - Augusti=2% - Sept=5%
 Oktober=8% - November=11% - Dec=14%

Kommentarer

Borrhålslängder

Vid större energiuttag eller när man p.g.a. långt avstånd till berg vill minimera kostnaderna kan det finnas anledning att variera antalet borrhål och/eller borrhåldjup. - 3 st hål på 44 m kan ersättas med 2 st på 65 m eller man kan borra ett hål på 88 meter. - Kan du "leka" med siffrorna och göra generella bedömningar för den praktiska verksamheten?

Borrhålsdiameter

På sikt kommer, enligt uppgift, borrhålsutrustningar som gör det möjligt att borra hål med diametern 65 mm. Detta innebär sänkta kostnader och bör du därför räkna med denna diameter eller kanske ännu bättre 75 mm och sedan kommentera betydelsen vid avvikelser.

λ -värde jord.

Eftersom jordlagrets inverkan vid de tjocklekar vi talar om är marginella förmodar jag att $\lambda = 1,5 \text{ W/m, } ^\circ\text{C}$ är o.k.?

Jordlagret tjocklek

6 meters tjocklek kan vara ett bra beräkningsdjup. Vid större djup, >10 m, kommer varianterna in enligt vad jag skriver om under "Borrhålslängder".
 Kommentarer?

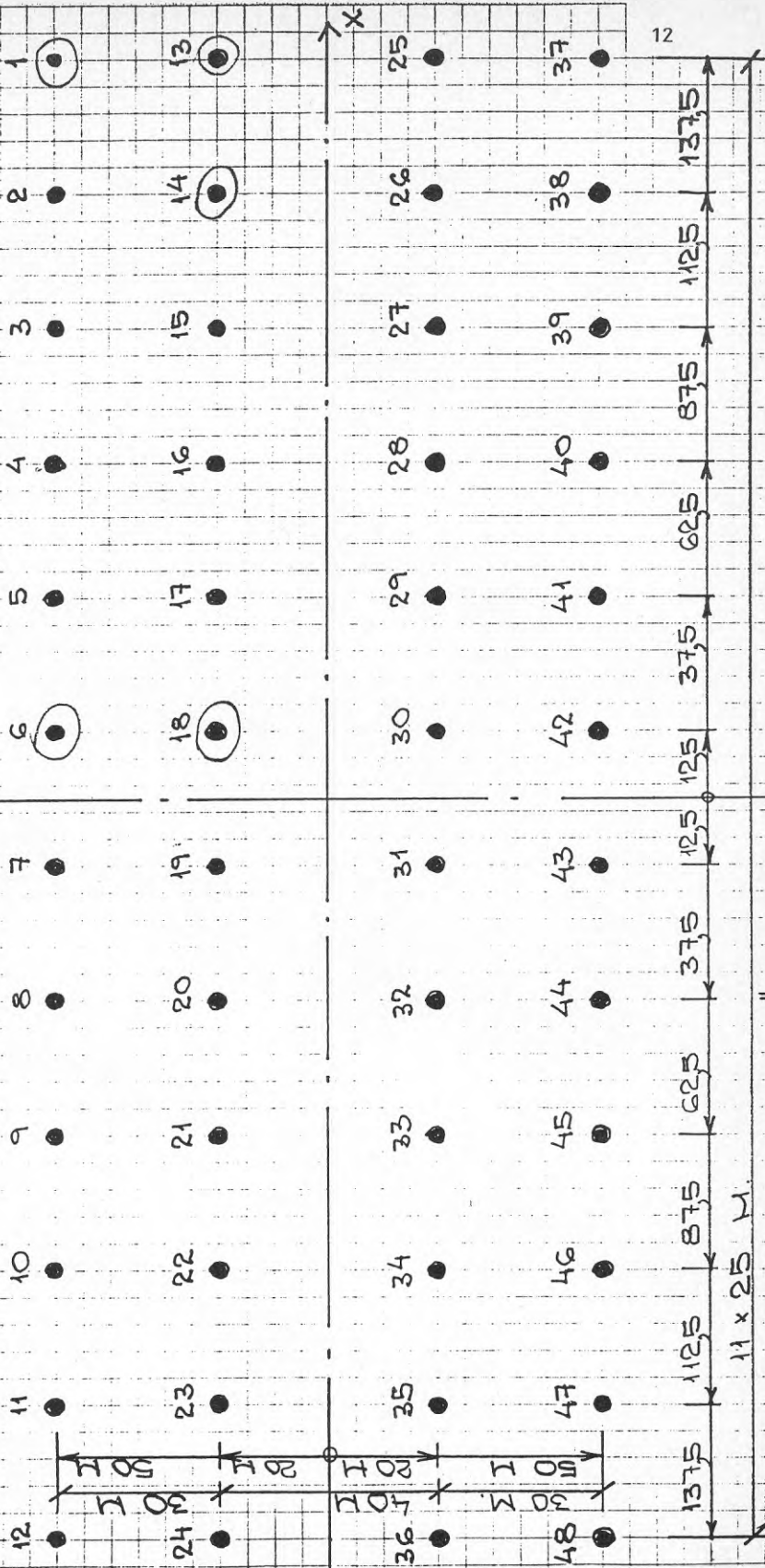
Värmeuttag

16.000 kWh/år respektive 12.000 kWh/år baseras på en tidigare oljeförbrukning på 4 m^3 resp. 3 m^3 olja med en pannverkningsgrad (årsmedel) på 65 %. För värmepumpen är årsmedelvärmefaktorn satt till 2,6.

Fluidtemperaturer kan du kommentera i enlighet med det du sagt tidigare.

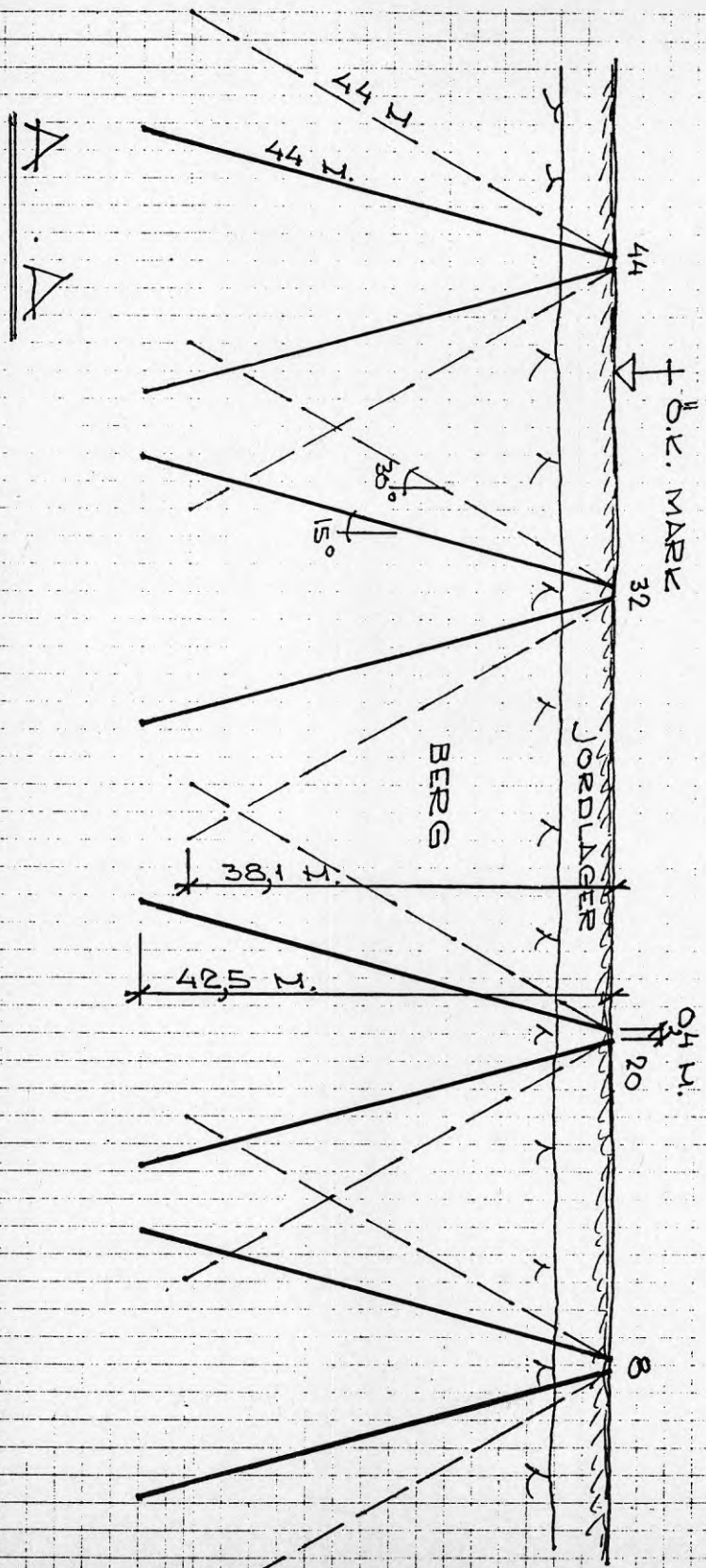
"NYA EKEBY"
SÖDERTÄLJE KOMMUN.

Y



BORRHÅLSPLAN





14

YTKOORDINATER TILL CENTRUM FÖR TVÅ BORRADE HÅL I BERG - LUTNING 15° - 30° .

<u>1:a</u>	Pkt 1	+137,5 / +50 m.	<u>3:e</u>	Pkt 31	-12,5 / -20 m.
	" 2	+125,5 / +50 m.		" 32	-37,5 / -20 m.
	" 3	+87,5 / +50 m.		" 33	-62,5 / -20 m.
	" 4	+62,5 / +50 m.		" 34	-87,5 / -20 m.
	" 5	+37,5 / +50 m.		" 35	-112,5 / -20 m.
	" 6	+12,5 / +50 m.		" 36	-137,5 / -20 m.
	Pkt 13	+137,5 / +20 m.		Pkt 43	-12,5 / -50 m.
	" 14	+112,5 / +20 m.		" 44	-37,5 / -50 m.
	" 15	+87,5 / +20 m.		" 45	-62,5 / -50 m.
	" 16	+62,5 / +20 m.		" 46	-87,5 / -50 m.
" 17	+37,5 / +20 m.	" 47	-112,5 / -50 m.		
" 18	+12,5 / +20 m.	" 48	-137,5 / -50 m.		
<u>2:a</u>	Pkt 7	-12,5 / +50 m.	<u>4:e</u>	Pkt 25	+137,5 / -20 m.
	" 8	-37,5 / +50 m.		" 26	+112,5 / -20 m.
	" 9	-62,5 / +50 m.		" 27	+87,5 / -20 m.
	" 10	-87,5 / +50 m.		" 28	+62,5 / -20 m.
	" 11	-112,5 / +50 m.		" 29	+37,5 / -20 m.
	" 12	-137,5 / +50 m.		" 30	+12,5 / -20 m.
	Pkt 19	-12,5 / +20 m.		Pkt 37	+137,5 / -50 m.
	" 20	-37,5 / +20 m.		" 38	+112,5 / -50 m.
	" 21	-62,5 / +20 m.		" 39	+87,5 / -50 m.
	" 22	-87,5 / +20 m.		" 40	+62,5 / -50 m.
" 23	-112,5 / +20 m.	" 41	+37,5 / -50 m.		
" 24	-137,5 / +20 m.	" 42	+12,5 / -50 m.		

TABLE OF CONTENTS

<u>Section</u>	<u>Page</u>
1 Indata	0
2 Variation av borrhålsradie	2
3 Tempertursänkning in till fluid	2
4 Verklig temperatur vid bergväggen	3
5 GRUNDFALL. Resultat för 12 x 4 par med borrhål med $\lambda=2.79$ W/mK	3
6 Resultat för 12 x 4 enkla vertikala borrhål med längden 87 meter	4
7 Resultat för 24 gradade hålpar + 24 vertikala	4
8 Kommentarer till resultatutskrift från dator	4

1 Indata

Borrhålsdjupet är i grundfallet 44 meter, varav en meter överst betraktas som termiskt isolerad för att undvika termisk kortslutning med markytan. (Två övriga fall studeras då man använder längre borrhål). Aktivt djup i grunfallet är 43 meter. Av dessa 43 meter består 3, 6 eller 9 m av jord. Resterande 40, 37 eller 34 m är berg. Detta berg antas bestå av granit. Jordlagret har värmeledningsförmågan $\lambda=1.5$ W/mK, emedan graniten antas ha en värmeledningsförmåga runt $\lambda=3.0$ W/mK. För säkerhets skull studeras fallet med tre olika värmeledningstal för berget, nämligen 2.5, 3.0 och 3.5 W/mK.

Beräkningsmodellen (SBMB) använder medelvärdet av värmeledningsförmågan över det aktiva borrhålsdjupet, vilket i vårt fall är 43 meter. Med tre olika djup på jordlager och tre olika värden på λ för berget erhålles totalt nio (3 x 3) kombinationer. Dessa ges för vårt grundfall i tabellform nedan.

Tabell 1	$D_{\text{jord}} = 3\text{m}$	6m	9m
$\lambda_{\text{berg}} = 2.5$ W/mK	$\lambda = 2.43$	2.36	2.29
3.0	2.90	2.79	2.69
3.5	3.36	3.22	3.08

Värmeuttaget är 16 MWh/år. Detta är i vårt grundfall fördelat på 2 x 43 meter brunn för varje fastighet. Detta ger i medel 21.2 W/m (Watt per meter brunn). Fördelningen av värmeuttaget under året ges som månadsmedelvärden under årets 12 månader i tabellen nedan, $q(t)$ (W/m). Effekttuttaget är samma för beräkningsfallen i tabell 6 och 7.

Tabell 2

jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
38.2	35.7	33.1	25.5	12.7	5.1	2.5	5.1	12.7	20.4	28.0	35.7

Temperatursänkningen vid borrhålsväggen $T_{\text{om}} - T_{\text{b}}$ (relativt ostörd mark med temperaturen T_{om}) beräknas endast för fallet med $\lambda_{\text{berg}} = 3.0$ W/mK och $D_{\text{jord}} = 6$ meter, vilket enligt tabellen ovan ger λ till 2.79 W/mK. För andra värden på λ gäller med god noggrannhet (ett par procent) omvänd proportionalitet vid beräkning av brunnstemperaturen. Detta innebär att ett sänkning av λ

från 2.79 till 2.36 W/mK ger en temperatursänkning vid bergväggen som är en faktor $\eta=2.79/2.36=1.18$ gånger större (än den som fås då $\lambda=2.79$). För övriga kombinationer av jorddjup och λ_{berg} får följande faktor η .

Tabell 3	$D_{\text{jord}} = 3\text{m}$		
	3m	6m	9m
$\lambda_{\text{berg}} = 2.5 \text{ W/mK}$	$\eta = 1.15$	1.18	1.21
3.0	0.96	1.00	1.04
3.5	0.83	0.87	0.91

Denna faktor kan användas för omräkning av värdena i tabell 5. På motsvarande sätt kan värdena i avsnitt 6 och 7 omräknas för andra effektiva värden på λ , dvs andra jorddjup och λ_{berg} . Eftersom borrhålen i dessa fall är längre, blir våra λ värden något högre än i tabell 1.

Vid sänkning av medeleffektuttaget från 16 till 12 MWh/år gäller direkt proportionalitet exakt. Samtliga värden på temperatursänkning vid bergväggen som är beräknade för 16 MWh/år (i tabell 5-7) skall multipliceras med $12/16=0.75$.

I tabell 5-7 beräknas den största temperatursänkningen under året, dvs i slutet av den kallaste månaden som i vårt fall är januari. Om man i stället vill ha reda på medeleffektuttaget skall temperaturerna i tabell 5 subtraheras med värdena på ΔT i tabell 4 (värdena i tabell 5⁶ och 5⁷ skall dubtraheras med $\Delta T/1.02$ och $\Delta T/1.04$). även för tabell 6 och 7).

Tabell 4	$D_{\text{jord}} = 3\text{m}$		
	3m	6m	9m
$\lambda_{\text{berg}} = 2.5 \text{ W/mK}$	$\Delta T = 5.9^\circ\text{C}$	6.0	6.2
3.0	5.0	5.2	5.4
3.5	4.4	4.6	4.8

Värdena i tabellen ovan är uträknade enligt exemplet i på sidan 10.34 i Markvärmehandboken, med $q_p = Q_p/H = 20 \text{ W/m}$ ($R_p = 0.0325$, $a = \lambda/C$, $\lambda =$ enligt tabell 1, $C = 2.16 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$). Detta är en approximation av amplituden runt medeleffektuttaget då vi tar ut 16MWh/år. (Enligt tabell 2 har vi att amplituden ungefär är $(38.2 + 2.5)/2 \approx 20 \text{ W/m}$). Om vi i stället tar ut 12MWh/år, så skall temperaturerna i tabell 4 multipliceras med $12/16$. Vi har sålunda även här direkt proportionalitet, vilket var att vänta.

2 Variation av borrhålsradie

Vid variation av borrhålsradien gäller följande formel med mycket stor noggrannhet för värmemotståndet över den cirkelring som ges av volymen mellan de två olika brunnsradierna $r_{b,1}$ och $r_{b,2}$:

$$m = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln(r_{b,2}/r_{b,1}) \quad r_{b,2} > r_{b,1}$$

Multiplieras detta värmemotstånd med aktuellt värmeuttag q (W/m) från borrhålet, vilket varierar från månad till månad enligt tabell 2, så erhålles temperaturdifferensen vid bergväggen för två olika borrhålsradier $r_{b,1}$ och $r_{b,2}$ av uttrycket:

$$T_{b,1} - T_{b,2} = m \cdot q \quad \text{eller} \quad T_{b,2} = T_{b,1} - m \cdot q$$

Notera att det λ som användes i formeln för värmemotståndet ovan skall vara medelvärde över borrhålsdjupet enligt tabell 1 ovan. Som tidigare sagts varierar detta medelvärde för de olika nio fallen. Värmeflödet q är lika med det momentana månadsmedelvärdet som anges i tabell 2. Observera att var och ett av dessa 12 värden skall multipliceras med 0.75 då värmeuttaget är 12 MWh/år.

3 Tempertursänkning in till fluid

Mellan bergvägg och värmebärande fluiden/förångade värmebäraren finns ett värmemotstånd m_R . Detta motstånd kan uppskattas med samma formel som användes för motståndet mellan två olika borrhålsradier. Materialet mellan bergvägg och fluidkanal är i vårt fall normalt is med $\lambda_{is} = 2.1$ W/mK. Om U-skänkeln med ytterradien r_p på kopparskänkeln, ej ligger så att uppåt och nedåtgående kanal kortsluter varandra så torde följande approximation ge en rimligt övre uppskattning på motståndet mellan bergvägg och fluid:

$$m_R = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2\pi\lambda_{is}} \ln(r_b/r_p) = 0.038 \cdot \ln(r_b/r_p) \quad r_b > r_p$$

Temperaturdifferensen mellan fluid och bergvägg ges av följande uttryck:

$$T_b - T_f = m_R \cdot q \quad (q = \text{momentana effektuttaget enligt tabell 2})$$

Denna temperaturdifferens ger en övre uppskattning. Ligger skänklarna nära bergväggen så reduceras motståndet till 50 eller till och med 25 %. Detta är under förutsättning att U-skänklen består av koppar med mycket god värmeledningsförmåga. Notera att värmeuttaget q är det momentana månadsmedelvärdet som anges i tabell 2.

4 Verklig temperatur vid bergväggen

Temperaturen vid bergväggen T_b beräknas genom att från ostörd marktemperatur T_{om} subtrahera temperatursänkningen ($T_{om} - T_b$) som anges i tabell 5-7. I Södertälje ligger T_{om} runt 6°C .

5 GRUNDFALL. Resultat för 12 x 4 par med borrhål med $\lambda=2.79 \text{ W/mK}$

Temperatursänkningen $T_{om} - T_b$ vid borrhålsväggen anges nedan för falles då $r_b=0.0325\text{m}$, $H=43\text{m}$, $D_i=1\text{m}$, $\lambda=2.79\text{W/mK}$, $C=\rho c= 2.16 \text{ MJ/m}^3$. Temperatursänkningen anges under den kallaste månaden januari i början av år 6, 11, 16, och år 26 (dvs lite drygt 5, 10, 15 och 25 år). Värmeuttaget är 16 MWh/år per borrhålspar fördelat enligt tabell ovan. Borrhålens gradning är 15° enligt anvisning i figur från Jan Uddbom. Resultat anges för borrhålspar 18, 14, 13, 6 och 1. Temperaturen T_b anger medelvärdet av temperaturen vid bergväggen, dvs variationen i längsled försummas. Denna approximation är rimlig enligt Markvärmehandboken (J. Claesson).

GRUNDFALL

Tabell 5 Temperatursänkning $T_{om} - T_b$ ($^\circ\text{C}$)					
Hålpar	18	14	13	6	1
År 6	13.5	13.5	13.0	13.6	13.2
År 11	14.8	14.7	14.1	14.5	13.8
År 16	15.8	15.5	14.6	15.1	14.3
År 26	16.6	16.3	15.3	15.0	14.3

6 Resultat för 12 x 4 enkla vertikala borrhål med längden 87 meter

(Jag har dragit av en meter på längden för att få samma effektiva borrhålslängd som i ovanstående fall). Alla data samma som ovan med undantag av att varje borrhålspar med aktivt brunnsdjup på 2 x 43 meter har ersatts med ett vertikalt på 86 meter, dvs $H+D_1=86+1=87$ m. Medelvärmeledningstalet blir nu något högre eftersom vi har förhållandevis mer berg. Vi får ett λ på 2.89^{95} W/mK i detta fall (6^6 meter jord med $\lambda_{jord}=1.5$ W/mK, plus 83 meter berg med $\lambda_{berg}=3.0$ W/mK)

Hålpar	18	14	13	6	1
år 6	12.3	12.3	12.1	12.2	12.0
år 11	13.6	13.4	12.9	13.3	12.7
år 16	14.5	14.3	13.6	14.0	13.2
år 26	16.0	15.4	14.4	15.1	13.9

Bäst resultat !

7 Resultat för 24 gradade hålpar + 24 vertikala

Hål 1 - 11 samt 37 - 47 är enkla och vertikala på 86 + 1 meter enligt ovan. Hål 13 - 35 är består av dubbla gradade hålpar på 43 + 1 meter vardera vilket ger en aktiv borrhålslängd på 86 meter. Lutningen på borrhål 13-35 är 15 grader i positiv respektive negativ Y-led.

Hål/Par	18	14	13	6	1
år 6	13.1	13.1	13.0	12.7	12.1
år 11	14.3	14.2	13.6	13.4	12.8
år 16	15.1	14.9	14.1	14.1	13.3
år 26	16.1	15.6	14.7	15.1	13.9

8 Kommentarer till resultatutskrift från dator

Borrhål 18, 17, 16, 15, 14, 13, 6, 5, 4, 3, 2, 1 är i datautskriften numrerade 1, 2, ... 12. Resultatet i tabell 5 ges av medelvärdet av resultaten i körning "Fall 1" och "Fall 2". Resultaten i tabell 5 och 6 ges i körning "Fall 3" respektive "Fall 4".

R A M A V T A L

FÖR VÄRMEPUMPINSTALLATION

1
PARTER

Samordnare: Enhörna villaägareförening i
Södertälje kommun.

Entreprenör:

2
MÅL

Syftet med avtalet är att det skall tjäna som ram
för och bilaga till individuellt entreprenadkontrakt
mellan enskild medlem i föreningen, villaägaren, och
entreprenören. Entreprenadkontraktet kan tecknas
först sedan entreprenören förbesiktigat tomt och
befintlig värmeinstallation i respektive villa och
överenskommit med villaägaren om åtgärd.

3
ENTREPRENÖRENS
ÅTAGANDE

Entreprenören åtager sig att leverera, installera,
idriftsätta och intrimma en komplett värmepump-
läggning med tillsatseffekt för reserv och topplast-
behov enligt teknisk beskrivning.

att anpassa och ansluta installationen till
rådande förhållande i varje enskild fastighet,

att återställa trädgård med undantag för fin-
planering (d v s slutjustering och sådd
för gräsmatta) och återplantering av
flyttade, uppgrävda växter,

att återlaga håltagning och isolering samt att
slutstäda,

att senast vid slutbesiktningen leverera drift-
och skötselinstruktioner samt inmättnings-
ritning över kollektorläge,

att under garantitiden vid två i förväg med
villaägaren planerade servicebesök utföra
erforderlig justering och trimning av anlägg-
ningen.

- 4
TEKNISK BE- ./.
SKRIVNING
- Anläggningen skall utföras enligt bilaga 1 och med de prestanda som anges däri.
- 5
SAMORDNARENS
ÅTAGANDE
- Föreningen åtager sig
- att skapa kontakt mellan villaägare och entreprenör,
- att samordna och medverka till att villaägarna erhåller erforderliga myndighetstillstånd samt
- att medverka i tidplanering av förbesiktning
- Föreningen tar i övrigt inget ansvar ekonomiskt eller på annat sätt, för det entreprenadkontrakt som enligt pkt 2 ovan tecknas mellan villaägaren och entreprenören.
- 6
TIDPLAN
- Entreprenören upprättar i samråd med föreningen tidplan för förbesiktning av villorna samt i samråd med respektive villaägare en tidplan för utförandet.
- Tidplan
- Ramavtal
- | | |
|---------------------------------|------------|
| Sista förbesiktning | 1987-06-01 |
| Sista individuella köpekontrakt | 1987-07-02 |
| Sista igångkörningsdag | 1987-10-16 |
- Gäller för minst 60 st värmepumpanläggningar
- 7
SÄKERHETER
- För sina åtaganden skall entreprenören senast 2 veckor efter entreprenadkontraktets undertecknande lämna säkerhet i form av bankgaranti. Säkerheten skall gälla för ett belopp av 10 % av kontraktssumman intill garantitidens utgång eller till dess att brist eller fel som konstaterats vid garantibesiktning avhjälppts.
- 8
FÖRSÄKRING
- Entreprenören skall under entreprenadtiden ha försäkring tecknad som gäller för brand och annan skada som icke täcks in av vanlig villahemförsäkring.

9
KOSTNADER

Kostnader med hänsyn till ytjordvärme, bergvärme, tomt och installationsåtgärder i hus framgår av bilaga 1. I entreprenadkontraktet skall kontraktssumman anges inklusive eventuella tillkommande och/eller avgående kostnader. Kontraktssumman skall ej indexregleras. Ändringar och tillägg under entreprenadtiden överenskommes skriftligen separat mellan villaägare och entreprenör.

10
BETALNING

Förskott utgår ej.

Entreprenören äger rätt att fakturera 90 % av kontraktssumman vid igångkörning av anläggningen. Återstående 10 % får faktureras efter godkänd slutbesiktning.

Faktura skall betalas inom en månad efter mottagandet. Erläggs icke likvid i rätt tid äger entreprenören tillgodoräkna sig dröjsmålsränta enligt svensk lag.

11
BESIKTNING

Det åligger entreprenören att begära slutbesiktning av sina åtaganden. Slutbesiktning skall äga rum efter färdigställandet och tidigast två veckor efter idriftsättning.

Garantibesiktning äger rum före garantitidens utgång.

Föreningen utser besiktningsförrättare. Om entreprenören ej är nöjd med utlåtandet äger denne begära överbesiktning. Överbesiktning verkställs av föreningen och entreprenören gemensamt utsedd nämnd.

Besiktningsförrättaren kallar parterna till besiktning. Han skall skriftligen inom tre veckor avge utlåtande över besiktningen och vid slutbesiktningen ange om entreprenaden godkänns. I utlåtandet skall förtecknas brister och fel som förefinns. Brister och fel skall avhjälpas av entreprenören.

Ersättning till besiktningsförrättare bekostas av villaägaren. Ersättning till besiktningsnämnd vid överbesiktning bekostas av entreprenören.

12
GARANTI

Entreprenören ansvarar för brist och fel som uppträder under garantitiden = 2 (två) år från godkänd slutbesiktning, dock gäller 10 års fabriksgaranti för kollektor i mark. Dessutom gäller VPG-84 garanti bilaga 2 varvid färdigställandetidpunkt räknas från godkänd slutbesiktning.

13
TVIST

Twist på grund av ramavtalet eller entreprenadkontraktet avgörs i domstol såvida parterna ej överenskommer om annat.

14
GILTIGHET

Detta ramavtal gäller enbart under förutsättning att entreprenadkontrakt på minst 40 st värmepumpinstalleringar med ramavtalet som grund tecknats senast 1987-06-01. Det ankommer på entreprenören att själv bedöma huruvida han vill kvarstå såsom part om ovanstående antal underskrides.

Av detta ramavtal är två likalydande exemplar upprättade och utväxlade.

..... den / 1987

..... den / 1987

FÖR ENHÖRNA VILLAÄGAREFÖRENING:

FÖR ENTREPRENÖREN:

.....

.....

.....

.....

BILAGOR: Bilaga 1: Anbud, daterat

Bilaga 2: VPG-84 garanti

ENTREPRENADKONTRAKT

BESTÄLLARE:.....

ENTREPRENÖR:.....

Mellan beställare och entreprenör är följande kontrakt upprättat:

Omfattning

Entreprenören åtager sig att för beställarens räkning installera värmepumpänläggning i överensstämmelse med nedanstående handlingar:

1. Detta kontrakt
2. Bilagt ramavtal daterat 1987-04-09

Förekommer i handlingarna mot varandra stridande uppgifter gäller de i uppräknad ordning.

Tider

Entreprenören äger påbörja kontraktsarbetena.....

Kontraktsarbetena skall påbörjas på plats senast.....
(om vädret tillåter).

Kontraktsarbetena skall vara färdigställda och anmälda till slutbesiktning senast.....

Vid försening orsakad av entreprenören är beställaren berättigad erhålla vite med ett belopp av 1.000:- kronor per påbörjad vecka varmed färdigställandet fördröjts.

Vid försening orsakad av beställaren är entreprenören berättigad att av beställaren erhålla ersättning för därigenom orsakad kostnad.

Ekonomi

Kontraktssumman är inkl moms
fördelad på:

Kontraktet får ej av någondera part överlåtas på annan.



Av kontraktet är två likalydande exemplar upprättade och utväxlade.

.....
Ort datum

.....
Ort datum

Beställare:

Entreprenör:

.....

.....

.....

.....

DEN
ENKLA
SANNINGEN OM
VILLAÄGARENS
ENERGIKOSTNADS-
PROBLEM

Förord/sammanfattning av informationsmöte 1986-09-18

Det informationsmöte om energihushållning, med tonvikt på värmepumpinstallation, som styrelsen för Enhörna Villaägareförening anordnade den 18 september rönt stort intresse. Initiativtagarna Kjell Cederholm och Sten Benje är värda att uppmärksammas med en stor applåd!

Vi lever i ett informationssamhälle. Vi måste gallra i informationsflödet och få fram sakliga och objektiva uppgifter på de produkter/tjänster vi funderar på att köpa. Det är svårt, det tar tid och fordrar många gånger kunskaper, som vi inte har. Vi måste helt enkelt få hjälp av någon som vi har förtroende för, någon som har satt sig in i vad marknaden bjuder. Det gäller i allra högsta grad nya produkter.

Den värmepumpinstallation som ni erbjuds är av god kvalitet. Den är enkel i sin uppbyggnad. En rätt dimensionerad och utförd anläggning parad med de garantier som lämnas bör övertyga även dem som är tveksamma. Priset på fullt färdig anläggning inkl moms ligger mellan 45- och 55.000 kronor, vilket kan jämföras med priset på en enskilt upphandlad anläggning som kostar mellan 65- och 75.000 kronor!

Anita Alvin och Kurt Carlsson från Stadshypotek Södermanland talade på mötet om att man hade ständig "rea på pengar". Man kan travestera uttalandet och säga att efter en värmepumpinstallation blir det ständig rea på elen - man köper för en krona och får för 2,5 -3,0 kronor. Min förhoppning som kommunal energirådgivare är att du läser följande sidor. Somliga kanske tycker det är elementärt, andra inte. Oavsett hur du uppfattar texten bör du läsa "Sammanfattningen" på sidan 30.

Södertälje den 22 september 1986

Jan Uddbom



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 861058-1
från Statens råd för byggnadsforskning till
Telge Energi AB.

R50: 1988

ISBN 91-540-4895-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708050

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 30 kr exkl moms