



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

R116:1986

Uteluftvärmepump i Norrlands inland

Förstudie

Börje Eriksson
Nils-Gunnar From

| | |
|-------------------------------------|-----|
| INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION | |
| Accnr | |
| Plac | Ser |

v/o
A

Byggeforskningsrådet

R116:1986

UTELUFTVÄRMEPUMP I NORRLANDS INLAND

Förstudie

Börje Eriksson
Nils-Gunnar From

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850992-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Storumans
kommun, Tekniska avdelningen, Storuman.

REFERAT

Att utröna om uteluftvärmepumpar är ett för Norrlands inland realistiskt alternativ i befintliga gruppcentraler samt klargöra vilka tekniska förutsättningar som bör vara uppfyllda för att uteluftvärmepumpar ska bli realistiska.

Undersökning av möjligheter att anpassa undercentraler till lämpliga temperaturnivåer. Kontrollera möjliga drifttider på värmepumpen samt undersöka investeringskostnad och driftkostnad i förhållande till andra alternativ.

Uteluftvärmepump kan vara ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ till fastbränsle. Det förutsätter då att temperaturen i kulvertnäten är låga (eller går att sänka). I jämförelse med ytjordvärmepump så är ytjordvärmepump att föredra ur ekonomisk synvinkel. Dessa slutsatser är dock ej allmängiltiga, lokala förutsättningar påverkar resultaten.

Resultatet avses att kunna användas vid framtida bedömningar av uteluftvärmepumpar som alternativ i gruppcentraler. I första hand bör bostadsstiftelser, kommuner och övriga större fastighetsägare i Norrlands inland kunna ha nytta av resultatet vid egna ombyggnader.

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

R116:1986

ISBN 91-540-4662-9
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | | | |
|-----------|--|-----|----|
| 1. | Inledning | Sid | 1 |
| 2. | Klimatförutsättningar | Sid | 2 |
| 3. | Fastigheternas effekt- och energibehov | Sid | 3 |
| 4. | Värmesystemet | Sid | 5 |
| 4.1 | Kulvertsystemet | Sid | 5 |
| 4.2 | Producerad energi | Sid | 5 |
| 4.3 | Undercentraler | Sid | 5 |
| 5. | Värmepumpen | Sid | 9 |
| 6. | Alternativa lösningar | Sid | 11 |
| 6.1 | Jordvärmepump | Sid | 11 |
| 6.2 | Fastbränsleanläggning | Sid | 11 |
| 7. | Ekonomi | Sid | 12 |
| 7.1 | Kapitalkostnader | Sid | 12 |
| 7.2 | Driftskostnader | Sid | 16 |
| 7.3 | Energikostnad och kapitalflöde | Sid | 16 |
| 8. | Slutsatser | Sid | 22 |
| 9. | Sammanfattning | Sid | 23 |
| 10. | Figur- och diagrambilaga | Sid | 25 |
| Diagram 1 | Temp.varaktighet Stensele | Sid | 26 |
| Diagram 2 | Temperatur och effektkurvor | Sid | 27 |
| Diagram 3 | Varaktighetsdiagram, Stensele | Sid | 28 |
| Figur 2 | Principkoppling uteluftvärmepump | Sid | 29 |
| Figur 3 | Principkoppling jordvärmepump | Sid | 30 |
| Figur 4 | Layp-out fastbränsleanläggning. | Sid | 31 |

1. INLEDNING

Stensele tätort är belägen i Västerbottens läns inland ca 25 mil nordväst Umeå.

Storumans Kommun har i dag en pannanläggning för försörjning av 8 st fastigheter i Stensele tätort.

Pannutrustningen består i dag av:

- spånpanna 200 kW
- oljepanna 500 kW
- elpannekiosk 1300 kW

Oljepannan och spånpannan är i dag ca 20 år gamla och för spånpannan har uppmätts verkningsgraden 50 %.

På grund av ålder och effektivitet är pannorna i behov av utbyte. Panncentralen är placerad i ett servicehus, där lagringsutrymmen för fastbränsle och utrymme för pannor är begränsat. Ett fastbränslealternativ innebär, att en ny panncentral måste byggas.

Eventuellt kan en panncentral av containertyp bli aktuell.

Av dessa anledningar har beslutats att undersöka, om en uteluftvärmepump kan vara ett realistiskt alternativ i Stensele.

Syftet med denna studie är att jämföra uteluftvärmepumpen med andra för Stensele möjliga alternativ.

De alternativ som jämförs är:

- uteluftvärmepump
- jordvärmepump
- fastbränsleanläggning

Både de tekniska och de ekonomiska förutsättningarna kommer då att undersökas.

2. KLIMATFÖRUTSÄTTNINGAR

Stensele tätort ligger som tidigare nämnts i Norrlands inland.

Från SMHI har erhållits klimatdata för Stensele under perioden 1961 - 1980. (Tabell 1).

Tabellen är byggd på uppmätta dygnsmedeltemperaturer och deras frekvens månad för månad samt för hela året. Vidare kan varje månads och årets medeltemperatur avläsas.

Januari, som är årets kallaste månad, har t ex medeltemperaturen -12.6°C . Varmaste månaden juli har medeltemperaturen $+13.4^{\circ}\text{C}$ och årsmedeltemperaturen för Stensele är $+0.4^{\circ}\text{C}$. Lägsta uppmätta dygnsmedeltemperatur ligger i intervallet $-40 - -38.1^{\circ}\text{C}$.

Om dessa data summeras ackumulativt för året kan sedan ett varaktighetsdiagram upprättas för Stensele. Detta får då utseende enligt diagram 1.

Ur detta diagram kan bl a avläsas att utomhustemperaturen understiger -15°C ca 800 h/år, d v s 33 dygn. Som senare ska visas, ligger lägsta gränsen för drift av uteluftvärmepumpen i temperaturområdet -10 till 20°C .

FREKVENSFÖRDELNING AV DYGNSMEDELTEMPERATURER.
Stensele 1961 - 1980

| Intervall Från Till | Jan | Feb | Mar | Apr | Maj | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dec | Hela perioden |
|------------------------|-------|-------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-------|------------------|
| +28.0 +29.9 | | | | | | | | | | | | | |
| +26.0 +27.9 | | | | | | | | | | | | | |
| +24.0 +25.9 | | | | | | | | | | | | | |
| +22.0 +23.9 | | | | | | 3 | 4 | | | | | | 7 |
| +20.0 +21.9 | | | | | | 18 | 11 | 6 | | | | | 35 |
| +18.0 +19.9 | | | | | 1 | 34 | 34 | 18 | | | | | 87 |
| +16.0 +17.9 | | | | | 4 | 48 | 62 | 38 | 1 | | | | 153 |
| +14.0 +15.9 | | | | | 9 | 77 | 132 | 62 | 7 | | | | 287 |
| +12.0 +13.9 | | | | | 31 | 83 | 169 | 143 | 24 | | | | 450 |
| +10.0 +11.9 | | | | | 43 | 153 | 145 | 184 | 78 | 4 | | | 607 |
| +8.0 +9.9 | | | | 1 | 67 | 96 | 57 | 124 | 121 | 28 | 1 | | 495 |
| +6.0 +7.9 | | | | 7 | 123 | 68 | 6 | 39 | 119 | 63 | 1 | 1 | 427 |
| +4.0 +5.9 | 2 | 1 | 5 | 46 | 145 | 14 | | 6 | 129 | 87 | 8 | 3 | 446 |
| +2.0 +3.9 | 13 | 14 | 32 | 117 | 115 | 6 | | | 80 | 119 | 29 | 9 | 534 |
| +0.0 +1.9 | 17 | 26 | 46 | 117 | 63 | | | | 29 | 110 | 68 | 31 | 507 |
| -2.0 -0.1 | 36 | 27 | 83 | 130 | 16 | | | | 12 | 94 | 97 | 57 | 552 |
| -4.0 -2.1 | 50 | 53 | 90 | 94 | 3 | | | | | 53 | 79 | 64 | 487 |
| -6.0 -4.1 | 51 | 42 | 84 | 44 | | | | | | 25 | 53 | 65 | 364 |
| -8.0 -6.1 | 51 | 50 | 70 | 27 | | | | | | 17 | 62 | 59 | 336 |
| -10.0 -8.1 | 49 | 47 | 58 | 13 | | | | | | 7 | 52 | 58 | 284 |
| -12.0 -10.1 | 47 | 48 | 55 | 4 | | | | | | 6 | 41 | 50 | 251 |
| -14.0 -12.1 | 41 | 54 | 38 | | | | | | | 3 | 37 | 46 | 219 |
| -16.0 -14.1 | 45 | 35 | 22 | | | | | | | 2 | 24 | 35 | 163 |
| -18.0 -16.1 | 47 | 45 | 15 | | | | | | | 1 | 19 | 33 | 160 |
| -20.0 -18.1 | 34 | 34 | 10 | | | | | | | | 14 | 24 | 116 |
| -22.0 -20.1 | 31 | 24 | 7 | | | | | | | | 6 | 18 | 86 |
| -24.0 -22.1 | 28 | 27 | 3 | | | | | | | | 5 | 18 | 81 |
| -26.0 -24.1 | 22 | 12 | | | | | | | | | 2 | 11 | 47 |
| -28.1 -26.1 | 27 | 7 | 2 | | | | | | | | 1 | 10 | 47 |
| -30.0 -28.1 | 15 | 8 | | | | | | | | | 1 | 17 | 41 |
| -32.0 -30.1 | 3 | 6 | | | | | | | | | | 8 | 17 |
| -34.0 -32.1 | 9 | 3 | | | | | | | | | | 2 | 14 |
| -36.0 -34.1 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | 3 |
| -38.0 -36.1 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| -40.0 -38.1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| -42.0 -40.1 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| Antal | 620 | 565 | 620 | 600 | 620 | 600 | 620 | 620 | 600 | 620 | 600 | 620 | 7305 |
| Medel | -12.6 | -11.5 | -6.1 | -0.4 | 5.9 | 12.0 | 13.4 | 11.8 | 6.8 | 1.4 | -5.9 | -10.2 | 0.4 |
| Spridn. | 8.8 | 8.2 | 5.8 | 1.6 | 3.7 | 3.9 | 2.9 | 2.9 | 3.3 | 4.4 | 6.4 | 8.3 | 10.7 |

3. FASTIGHETERNAS EFFEKT- OCH ENERGIBEHOV.

Panncentralerna inkopplade på nätet försörjer 8 st fastigheter enligt tabell 2.

Av tabellen framgår förutom fastigheternas beteckning och användning även energiförbrukningen och antalet lägenheter.

Då tillförlitlig statistik för energiförbrukning ej finns, grundar sig energiförbrukningssiffrorna på 1984 och 1985 års förbrukning. Fastigheterna är utspridda över ett stort område och är uppförda företrädesvis under 1950- och 1960-talen, undantaget är hyreshuset Fjärdingsmannen 6, som byggdes under 1920 och som senare renoverats 1960 och 1983.

Totalt försörjs 100 lägenheter och den uppvärmda ytan är 9349 m². Totala energiförbrukningen är 2173 MWh och följaktligen är genomsnittliga energiförbrukningen 232 kWh/m².

Spridningen är emellertid stor och i flera av fastigheterna bör energiförbrukningen vara möjlig att minska.

Någon utredning av dessa energisparmöjligheter har inte gjorts i denna utredning.

Energibehovet för varmvatten bedöms med ledning av ytans fördelning på lägenheter och lokaler till ca 300 MWn/år.

Om effekten för varmvattenberedning beräknas jämnt fördelad över året, uppgår den till 35 kW.

Av tabellen framgår också vilket effektbehov som kan beräknas utifrån den förbrukade energin. Den sammanlagda effekten uppgår till totalt ca 850 kW.

Det genomsnittliga effektbehovet för varmvattenberedning är som synes lågt och hänsyn till den behöver ej tas vid dimensionering av panneffekten.

TABELL 2

| Fastighet | Byggn.-år | Typ | Fastighetsuppgifter | | | | Förbr., kWh/m ² | Ber. Effekt P | Inst. Effekt |
|------------------|-----------|----------------|---------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|
| | | | Yta | Antal lgh | Energi- förbr. (MWh) | Förbr., kWh/m ² | | | |
| Sibyllagården | -65 | Servicehus | 2969 | 21 | 532 | 180 | 200 | 200 | |
| Centrum 17 o. 18 | 56-60 | Lgh | 1922 | 32 | 493 | 256 | 180 | 140 | |
| Posten 1 o. 2 | -68 | Lgh o, lok. | 1598 | 29 + 3 lok | 444 | 277 | 164 | 128 | |
| Luspen 2:25 | -48 Omb. | Lgh | 904 | 9 lgh | 146 | 161 | 55 | 50 | |
| Fjärdingsman. 6 | -63 | Skola | 1203 | .. | 289 | 240 | 140 | 85 | |
| Fjärdingsman. 6 | -20 | Hyreshus | 382 | 5 lgh | 98 | 255 | 40 | 25 | |
| Konsum | -54 | Affär + Lgh | ca 300 | 1 | 121 | .. | 55 | ca 50 | |
| Åkaren 8 | -69 | Hyreshus | 151 | 3 | 50 | 332 | 20 | ca 20 | |
| | | | Summa, 2173 | | | | 854 | 698 | |
| | | | ===== | | | | === | === | |

4. VÄRMESYSTEMET

4.1 Kulvertsystemet

Tidigare har nämnts att de anslutna fastigheterna ligger spridda över ett stort område. Totala kulvertlängden är ca 1250 m. Som ett mått på hur kulverten utnyttjas, kan man använda värmetheten $d v s$ den maximala effekten dividerad med kulvertlängden.

I Stenseles fall är värmetheten 680 W/m, detta kan jämföras med t ex Vilhelmina, som har värmetheten 2100 W/m.

Låg värmethet innebär, att kulvertförlusterna är rätt stora i förhållande till såld energi. En teoretisk beräkning av kulvertförlusterna ger till resultat att effektförlusten är 50 - 60 kW och energiförlusten ca 400 MWh/år. Energiförlusten är alltså närmare 18 % av såld energi och ca 16 % av producerad energi.

4.2 Producerad energi

Produktionsanläggningen består i dag av följande:

- spånpanna 200 kW
- oljepanna 500 kW
- elpannekiosk 1300 kW

Oljepannan och spånpannan är i dag ca 20 år gamla och för spånpannan har uppmätts verkningsgraden 50 %. På grund av ålder och effektivitet är dessa pannor mogna för utbyte. Elpannekiosken är överdimensionerad för behovet.

Förbrukat bränsle under 1985 var:

| | |
|------|---------------------|
| Spån | 2678 m ³ |
| Olja | 6 m ³ |
| El | 1307 MWh |

Mängden producerad energi blir med angivna verkningsgrader:

| | | |
|------|--------------------------------|-----------------|
| Spån | 2698 m ³ (= 60 %) | 1222 MWh |
| Olja | 6 m ³ (= 70 %) | 42 MWh |
| El | 1307 MWh (= 95 %) | <u>1241 MWh</u> |
| | | 2575 MWh |

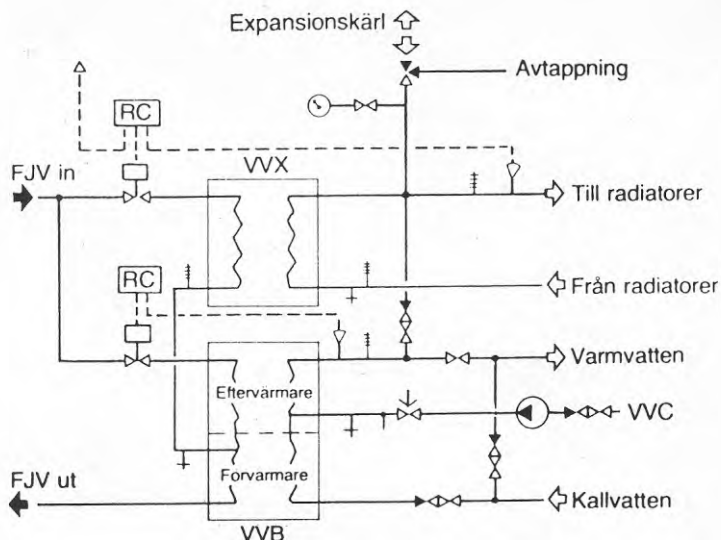
Verkningsgraden för spånpannan har beräknats utifrån såld energi och tidigare beräknade kulvertförluster.

I dag köps spån till ett förhållandevis lågt pris. I framtiden bedöms dock spåntillgången minska och panncentralen konkurrerar också med den på orten belägna spånskivefabriken om tillgången på spån.

4.3 Undercentraler

Undercentralerna är kopplade enligt nedanstående schema (Fig 1).

Undantaget är Sibyllagården, där även en växlare för ventilation är inkopplad.



Värmeväxlarna är prefabricerade fjärrvärmeväxlarenheter av Zander & Ingeströms fabrikat, typ 22 KA.

För att uppnå bästa möjliga driftsförhållanden för en värmepumpanläggning bör värmeväxlarytan utökas så att framlednings- och returtemperaturen kan sänkas. Det är också lätt utförbart med de aktuella värmeväxlartyperna.

Under avsnittet om fastigheternas effekt- och energibehov redovisades dels installerad värmeeffekt och dels beräknat effektbehov (Tabell 2).

Av tabellen framgår att den beräknade effekten är högre än den installerade.

Värmeväxlarna har även i praktiken visat sig något underdimensionerade. Under riktigt kalla vinterdagar (-30° - -35° C) har inte värmeväxlarna gett erforderlig framledningstemperatur.

För att komma till rätta med dessa problem samt även samtidigt sänka framledningstemperaturen har förutsetts, att växlarna byggs ut. Vidare att de befintliga undercentralerna med rörvärmeväxlare (2 st) kompletteras med ackumulatortankar för varmvatten. Kostnaderna för detta har lagts in i båda värmepumps-

alternativen. Dimensionerande värden för värmeväxlare
före och efter ombyggnad framgår av tabell 3.

TABELL 3

| Vvx typ | Dimensionerande data | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|----------------------|--------------|---------|------------|------------|-------------|---------|------------|-----------------|--------------|---------|------------|--------|-------------|---------|------------|
| | Före ombyggnad | | | | Varmvatten | | | | Efter ombyggnad | | | | | | | |
| | Värme | | Temp | | Flöde | Temp | Effekt | Temp | Flöde | Temp | Effekt | Temp | Flöde | Varmvatten | | |
| 22 BO | 200 kW rad | 120-65/60-80 | 1.7 l/s | 75-20/5-55 | 200 kW | 90-55/50-70 | 1.7 l/s | 55-15/5-48 | 150 kW vent | 120-65/60-80 | 1.7 l/s | 75-20/5-55 | 180 kW | 90-55/50-70 | 1.7 l/s | 55-15/5-48 |
| | 140 kW | 120-75/60-80 | | | | | | | | 1.6 l/s | | | | | | |
| 22 KA | 50 kW | 120-65/60-80 | 0.9 l/s | 75-20/5-55 | 55 kW | 90-55/50-70 | 0.9 l/s | 55-15/5-48 | 85 kW | 120-65/60-80 | 1.0 l/s | 75-20/5-55 | 140 kW | 90-55/50-70 | 1.0 l/s | 55-15/5-48 |
| 22 KA | 25 kW | 120-65/60-80 | 0.5 l/s | 75-20/5-55 | 40 kW | 90-55/50-70 | 0.5 l/s | 55-15/5-48 | | | | | | | | |

5. VÄRMEPUMPEN

Kännetecknande för en värmepumpinstallation är:

- hög investering i kr/kW
- låg driftskostnad i kr/MWh

Optimeringen av värmepumpinstallationen är därför en fråga om att välja den värmepumpeffekt där hela effekten ger tillräcklig drifttid för att vara lönsam.

Drifttekniska aspekter t ex beträffande dellastkörning medför att flera mindre värmepumpar ofta är drifttekniskt bättre än en stor. Det som talar emot en lösning med flera värmepumpar är att investeringskostnaden blir något högre. En avvägning får då göras mellan drifttekniska och ekonomiska aspekter.

Typer av värmepump kommer också in i bilden. Skruvkompressorerna har ett flertal fördelar i jämförelse med kolvkompressorerna t ex:

- bättre värmefaktor
- steglös effektstyrning

Med en skruvkompressor kan dessutom värmepumpen utnyttjas med relativt bra värmefaktor ända ned till ca -17°C . Detta innebär för norrlandsförhållanden en väsentlig fördel jämfört med kolvkompressorerna, där gränsen för lägsta utomhustemperatur går vid ca -10°C .

Nätets temperaturer på fram- och returledning tillsammans med värmepumpeffekten avgör vilket köldmedium som ska väljas.

I första hand kommer två stycken värmemedier ifråga, nämligen R 22 och R 12.

Värmemediet R 22 ger i förhållande till R 12 betydligt högre effekt i samma maskin.

$$\frac{Q_{1\text{ R }12}}{Q_{1\text{ R }22}} \approx 0.6$$

Detta betyder, att investeringen blir mindre för samma effekt- och energiutbyte med R 22 som köldmedium.

Begränsningen med mediet är att man kan uppnå högst $+55^{\circ}\text{C}$ och denna temperatur räcker ofta inte till i den typ av nät detta gäller.

Temperaturen på nätet har även betydelse för värmepumpens värmefaktor.

Tidigare har nämnts, att värmeväxlarna har befunnits ge lägre effekt än erforderligt.

Vid en värmepumpinstallation har man ytterligare motiv att bygga ut värmeväxlarna för att möjliggöra lägre framledningstemperaturer samt lägre returtemperaturer.

För de befintliga värmeväxlarna har utbyggbarheten undersökts och i tabell 3 har nuvarande värden och önskade värden angetts.

I investeringskostnaderna för värmepumpen har även inräknats denna utbyggnad av värmeväxlarna. I det här aktuella fallet är det dags att byta ut hela energiproduktionsanläggningen. Värmepumpen är därför inte "bara" till för att spara energi utan den ska också utgöra stommen i den framtida värmeförsörjningen. Värmepumpen bör därför inte väljas för liten av investeringskäl utan den bör vara den dominerande energiproducenten i nätet.

I detta fall har valts två st Stal-Refrigerations typ VRP 53 E, med köldmedium R 12.

I diagram 2 har framledningstemperatur, returtemperatur samt nätets effektbehov inritats. Allt som funktion av utomhustemperaturen.

De fram- och returledningstemperaturer som inritats bygger på att värmeväxlarna byggs ut. Med utgångspunkt från framlednings- och returtemperaturerna har sedan värmepumpeffekten lagts in.

Temperaturskillnaden mellan framledning och returledning är för varje utetemperatur proportionell mot effektbehovet.

Max-temperatur från värmepumpen är, med det valda köldmediet R 12, + 75° C.

Med de förutsättningar som ombyggnaden av undercentralerna ger, kommer temperaturen i nätet inte att medföra någon begränsning av värmepumparnas energiproduktion.

Utifrån detta diagram kan sedan värmepumpeffekten läggas in i ett varaktighetsdiagram, där värmepumpens energitäckningsgrad kan avläsas (Diagram 3).

I diagram 2 framgår, att värmepumpen ger ca 300 kw vid 0° C och täcker hela effektbehovet vid +2° C utomhustemperatur.

I diagram 3 kan sedan avläsas att värmepumpen teoretiskt ger 1615 MWh. Avfrostningsenergin kan sedan enligt erfarenheter från Stal-Refrigeration bedömas till 6 % av producerad energi i temperaturintervallet -5° C - +5° C. Producerad energi blir då 1560 MWh, vilket innebär att energitäckningen blir 61 %.

Service förutsätts ske under sommaren när värmepumparna kan avställas en och en.

Genomsnittlig värmefaktor för värmepumpen blir ca 2.3 och följaktligen blir elenergibehovet 680 MWh. Principkopplingen för värmepumpanläggningen framgår av Fig 2.

Investeringen för anläggningen blir 2.1 milj. kr. I denna kostnad ingår då alla nödvändiga installationer och arbeten för att få en fullt driftfärdig anläggning.

6. ALTERNATIVA LÖSNINGAR

För att jämföra med uteluftvärmepumpen har två ytterligare alternativ undersökts.

Dessa alternativ är:

1. Ytjordvärmepump
2. Fastbränsleanläggning.

6.1 Jordvärmepump

För ytjordvärmepumpen måste finnas markytor av tillräcklig storlek tillgängliga i närheten. I detta fall kan ett myrområde ca 200 m från panncentralen utnyttjas. Värmepumpen ger en kyleffekt på ca 215 kW och ytbehovet är ungefär 14500 m².

I diagram 3 kan avläsas att värmepumpen ger ca 1980 MWh, vilket är 77 % av totala energibehovet. Värmefaktorn blir i genomsnitt 2,55 och tillförd energi till värmepumpen 780 MWh. Investeringen blir 2.15 miljoner. Principkoppling enligt Fig 3.

6.2 Fastbränsleanläggning

För fastbränsleanläggningen har räknats med en containerlösning med en panna på 350 kW. Panncentralen avses att placeras vid befintlig elpannekiosk. Lay-out framgår av fig 4. Pannans energitäckning blir 83 % och energiproduktionen 2120 MWh.

Verkningsgraden för pannan är ca 75 %, vilket medför, med en fukthalt på 50 %, en bränsleförbrukning på 3400 m³ flis/år.

Flis kan i dag köpas till ett pris av ca 110 kr/m³. Investeringen för panncentralen blir 1.65 milj. Någon ombyggnad av undercentralerna har inte medtagits i detta alternativ.

7. EKONOMI

Förutsättningarna för att anläggningen skall vara ekonomiskt bärkraftig beror på:

1. Investeringens storlek
2. Finansiering (avskrivning)
3. Driftskostnad
4. Energipris

Investeringarnas storlek är enligt tidigare

| | |
|-----------------------|---------------|
| Uteluftvärmepump | 2.1 milj. kr |
| Jordvärmepump | 2.15 milj. kr |
| Fastbränsleanläggning | 1.65 milj. kr |

Det kan synas underligt att skillnaden i investering inte är större mellan jordvärmepumpen och uteluftvärmepumpen.

Skillnaden i kollektorkostnad kompenseras av att styr- el- och rörarbeten blir dyrare för uteluftvärmepumpen. Eftersom tidigare konstaterats att jordvärmepumpen ger mer energi samt har en något bättre värmefaktor kan redan här konstateras, att jordvärmepumpen är lönsammare än uteluftvärmepumpen.

7.1 Kapitalkostnader

För att fördela kapitalkostnaderna över avskrivningstiden så att dels kostnaderna inte blir för stora i början och dels så att de minskar mot slutet av avskrivningstiden när underhållskostnaderna kan förväntas öka, har följande amorteringsplan ansatts. Avskrivningstiden sätts till 20 år.

| | | |
|-----------|------------|-------|
| År 1 - 3 | Amortering | 1.5 % |
| År 4 - 6 | Amortering | 3 % |
| År 7 - 9 | Amortering | 5 % |
| År 10 -15 | Amortering | 6 % |
| År 16 -20 | Amortering | 7.1 % |

Med denna amorteringsplan samt räntan 12.5 % erhålls kapitalkostnader för de tre alternativen enligt tabell 4,5,6.

TABELL 4.

KAPITALKOSTNADER
UTELUFTVÄRMEPUMP

Investering 2.100.000 kr
Ränta 12,5 %

| | <u>Amortering</u> | <u>Ränta</u> | <u>Summa kapitalkostn.</u> |
|-------|-------------------|--------------|----------------------------|
| År 1 | 31.500 | 262.500 | 294.000 |
| År 2 | 31.500 | 258.562 | 290.062 |
| År 3 | 31.500 | 254.625 | 286.125 |
| År 4 | 63.000 | 250.687 | 313.687 |
| År 5 | 63.000 | 242.812 | 305.812 |
| År 6 | 63.000 | 234.937 | 297.937 |
| År 7 | 105.000 | 227.062 | 332.062 |
| År 8 | 105.000 | 213.937 | 318.937 |
| År 9 | 105.000 | 200.812 | 305.812 |
| År 10 | 126.000 | 187.687 | 313.687 |
| År 11 | 126.000 | 171.937 | 297.937 |
| År 12 | 126.000 | 156.187 | 282.187 |
| År 13 | 126.000 | 140.437 | 266.437 |
| År 14 | 126.000 | 124.687 | 250.687 |
| År 15 | 126.000 | 108.937 | 234.937 |
| År 16 | 149.100 | 93.187 | 242.287 |
| År 17 | 149.100 | 74.550 | 223.650 |
| År 18 | 149.100 | 55.912 | 205.012 |
| År 19 | 149.100 | 37.275 | 186.375 |
| År 20 | 149.100 | 18.637 | 167.737 |

TABELL 5.

KAPITALKOSTNADER

JORDVÄRMEPUMP

Investering 2.150.000 kr
 Ränta 12.5 %

| | <u>Amortering</u> | <u>Ränta</u> | <u>Summa kapitalkostn.</u> |
|-------|-------------------|--------------|----------------------------|
| År 1 | 32.250 | 268.750 | 301.000 |
| År 2 | 32.250 | 264.718 | 296.968 |
| År 3 | 32.250 | 260.687 | 292.937 |
| År 4 | 64.500 | 256.656 | 321.156 |
| År 5 | 64.500 | 248.593 | 313.093 |
| År 6 | 64.500 | 240.531 | 305.031 |
| År 7 | 107.500 | 232.468 | 339.968 |
| År 8 | 107.500 | 219.031 | 326.531 |
| År 9 | 107.500 | 205.593 | 313.093 |
| År 10 | 129.000 | 192.156 | 321.156 |
| År 11 | 129.000 | 176.031 | 305.031 |
| År 12 | 129.000 | 159.906 | 288.906 |
| År 13 | 129.000 | 143.781 | 272.781 |
| År 14 | 129.000 | 127.656 | 256.656 |
| År 15 | 129.000 | 111.531 | 240.531 |
| År 16 | 152.650 | 95.406 | 248.056 |
| År 17 | 152.650 | 76.325 | 228.975 |
| År 18 | 152.650 | 57.243 | 209.893 |
| År 19 | 152.650 | 38.162 | 190.812 |
| År 20 | 152.650 | 19.081 | 171.731 |

TABELL 6.

KAPITALKOSTNADER

FASTBRÄNSLEANLÄGGNING

Investering 1.650.000 kr
 Ränta 12.5 %

| | <u>Amortering</u> | <u>Ränta</u> | <u>Summa kapitalkostn.</u> |
|-------|-------------------|--------------|----------------------------|
| År 1 | 24.750 | 206.250 | 231.000 |
| År 2 | 24.750 | 203.156 | 227.906 |
| År 3 | 24.750 | 200.062 | 224.812 |
| År 4 | 49.500 | 196.968 | 246.468 |
| År 5 | 49.500 | 190.781 | 240.281 |
| År 6 | 49.500 | 184.593 | 234.093 |
| År 7 | 82.500 | 178.406 | 260.906 |
| År 8 | 82.500 | 168.093 | 250.593 |
| År 9 | 82.500 | 157.781 | 240.281 |
| År 10 | 99.000 | 147.468 | 246.468 |
| År 11 | 99.000 | 135.093 | 234.093 |
| År 12 | 99.000 | 122.718 | 221.718 |
| År 13 | 99.000 | 110.343 | 209.343 |
| År 14 | 99.000 | 97.968 | 196.968 |
| År 15 | 99.000 | 85.593 | 184.593 |
| År 16 | 117.150 | 73.218 | 190.368 |
| År 17 | 117.150 | 58.575 | 175.725 |
| År 18 | 117.150 | 43.931 | 161.081 |
| År 19 | 117.150 | 29.287 | 146.437 |
| År 20 | 117.150 | 14.643 | 131.793 |

7.2 Driftskostnader

I driftskostnaderna ingår:

- elkostnad resp. fliskostnad
- kostnad för spetsenergi
- underhållskostnad, service och reparationer

Underhållskostnaden för i förhållande till dagens kostnader minska betydligt.

Underhållskostnaderna sätts för respektive anläggning till

| | |
|-----------------------|--------------|
| uteluftvärmepump | 35.000 kr/år |
| jordvärmepump | 25.000 kr/år |
| fastbränsleanläggning | 50.000 kr/år |

Spetsenergin är i de jämförda alternativen olja. Oljepriset är för närvarande ca 2.300 kr/m³. Med 75 % årsverkningsgrad ger detta energipriset 298 kr/MWh.

Flispriset är ca 110 kr/m³ och med tidigare angivna förutsättningar blir energipriset med flis 176 kr/MWh.

För jordvärmepumpen blir energipriset per producerad MWh (elpris 240 kr/MWh) 94 kr/MWh och för uteluftvärmepumpen 104 kr/MWh.

Följande sammanställning kan göras för de tre alternativens energiproduktion.

Uteluftvärmepump

| | |
|-------------------|----------|
| Producerad energi | 2575 MWh |
| varav värmepump | 1560 MWh |
| Spetsenergi | 1015 MWh |

Jordvärmepump

| | |
|-------------------|----------|
| Producerad energi | 2575 MWh |
| varav värmepump | 1980 MWh |
| Spetsenergi | 595 MWh |

Fastbränsleanläggning

| | |
|-------------------|----------|
| Producerad energi | 2575 MWh |
| varav fastbränsle | 2120 MWh |
| Spetsvärme | 455 MWh |

7.3 Energikostnad och kapitalflöde

Om kostnaderna sammanställs kan följande tabell uppställas för år 1.

| | (1) | (2) | (3) |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | <u>Uteluft- värmepump</u> | <u>Jordvärme- pump</u> | <u>Fastbränsle- anlägg.</u> |
| Kapitalkostna- der | 294.000 | 301.000 | 231.000 |
| Energikostnad | 162.240 | 186.120 | 373.120 |
| Spetsenergi | 302.470 | 177.310 | 135.590 |
| Underhåll | <u>35.000</u> | <u>25.000</u> | <u>50.000</u> |
| <u>Summa</u> | <u>793.710</u> | <u>689.430</u> | <u>789.710</u> |

Såld energi är ung. 2200 MWh (se tabell 2).

Om energipriserna bestäms utifrån kostnaderna år 1 samt med förutsättningen att kulverten är avskriven fås:

- (1) 361 kr/MWh
- (2) 315,5 kr/MWh
- (3) 359 kr/MWh

Med årliga prisförhöjningar på 6 % för köpt energi, såld energi och underhållskostnader kan tabeller över kapitalflödet år för år ställas upp enligt följande (Tabell 8, 9 och 10.

TABELL 8.

KAPITALFLÖDE
 UTELUFTFÄRMEPUMP

| | <u>Kapital-</u> <u>kostnad</u> | <u>Under-</u> <u>håll</u> | <u>Köpt</u> <u>energi</u> | <u>Såld</u> <u>energi</u> | <u>Vinst</u> |
|-------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| År 1 | 294.000 | 35.000 | 464.710 | 794.200 | 490 |
| År 2 | 290.062 | 37.099 | 492.592 | 841.851 | 22.096 |
| År 3 | 286.125 | 39.325 | 522.148 | 892.363 | 44.763 |
| År 4 | 313.687 | 41.685 | 553.476 | 945.904 | 37.054 |
| År 5 | 305.812 | 44.186 | 586.685 | 1002.659 | 65.974 |
| År 6 | 297.937 | 46.837 | 621.886 | 1062.819 | 96.156 |
| År 7 | 332.062 | 49.648 | 659.199 | 1126.588 | 85.677 |
| År 8 | 318.937 | 52.627 | 698.751 | 1194.183 | 123.866 |
| År 9 | 305.812 | 55.784 | 740.676 | 1265.834 | 163.559 |
| År 10 | 313.687 | 59.131 | 785.117 | 1341.784 | 183.846 |
| År 11 | 297.937 | 62.679 | 832.224 | 1422.290 | 229.448 |
| År 12 | 282.187 | 66.440 | 882.157 | 1507.628 | 276.842 |
| År 13 | 266.437 | 70.426 | 935.087 | 1598.085 | 326.133 |
| År 14 | 250.687 | 74.652 | 991.192 | 1693.970 | 377.438 |
| År 15 | 234.937 | 79.131 | 1050.663 | 1795.609 | 430.875 |
| År 16 | 242.287 | 83.879 | 1113.703 | 1903.345 | 463.474 |
| År 17 | 223.650 | 88.912 | 1180.525 | 2017.546 | 524.457 |
| År 18 | 205.012 | 94.246 | 1251.357 | 2138.598 | 587.981 |
| År 19 | 186.375 | 99.901 | 1326.438 | 2266.914 | 654.198 |
| År 20 | 167.737 | 105.895 | 1406.024 | 2402.929 | 723.270 |

TABELL 9

KAPITALFLÖDE

JORDVÄRMEPUMP

| | | <u>Kapital-</u> <u>kostnad</u> | <u>Under-</u> <u>håll</u> | <u>Köpt</u> <u>energi</u> | <u>Såld</u> <u>energi</u> | <u>Vinst</u> |
|----|----|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| År | 1 | 301.000 | 25.000 | 363.430 | 689.700 | 270 |
| År | 2 | 296.968 | 26.499 | 385.235 | 731.082 | 22.377 |
| År | 3 | 292.937 | 28.089 | 408.349 | 774.946 | 45.569 |
| År | 4 | 321.156 | 29.775 | 432.850 | 821.443 | 37.661 |
| År | 5 | 313.093 | 31.561 | 458.821 | 870.730 | 67.252 |
| År | 6 | 305.031 | 33.455 | 486.351 | 922.973 | 98.135 |
| År | 7 | 339.968 | 35.462 | 515.532 | 978.352 | 87.388 |
| År | 8 | 326.531 | 37.590 | 546.464 | 1037.053 | 126.467 |
| År | 9 | 313.093 | 39.846 | 579.251 | 1099.277 | 167.084 |
| År | 10 | 321.156 | 42.236 | 614.007 | 1165.233 | 187.832 |
| År | 11 | 305.031 | 44.771 | 650.847 | 1235.147 | 234.497 |
| År | 12 | 288.906 | 47.457 | 689.898 | 1309.256 | 282.993 |
| År | 13 | 272.781 | 50.304 | 731.292 | 1387.811 | 333.432 |
| År | 14 | 256.656 | 53.323 | 775.169 | 1471.080 | 385.930 |
| År | 15 | 240.531 | 56.522 | 821.679 | 1559.344 | 440.610 |
| År | 16 | 248.056 | 59.913 | 870.980 | 1652.905 | 473.954 |
| År | 17 | 228.975 | 63.508 | 923.239 | 1752.079 | 536.355 |
| År | 18 | 209.893 | 67.319 | 978.633 | 1857.203 | 601.356 |
| År | 19 | 190.812 | 71.358 | 1037.351 | 1968.636 | 669.113 |
| År | 20 | 171.731 | 75.639 | 1099.592 | 2086.754 | 739.789 |

TABELL 10.

KAPITALFLÖDE
FASTBRÄNSLEANLAGGNING

| | <u>Kapital-</u> <u>kostnad</u> | <u>Under-</u> <u>håll</u> | <u>Köpt</u> <u>energi</u> | <u>Såld</u> <u>energi</u> | <u>Vinst</u> |
|-------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| År 1 | 231.000 | 50.000 | 508.710 | 789.800 | 90 |
| År 2 | 227.906 | 52.999 | 539.232 | 837.188 | 17.049 |
| År 3 | 224.812 | 56.179 | 571.586 | 887.419 | 34.840 |
| År 4 | 246.468 | 59.550 | 605.881 | 940.664 | 28.763 |
| År 5 | 240.281 | 63.123 | 642.234 | 997.104 | 51.464 |
| År 6 | 234.093 | 66.911 | 680.768 | 1056.930 | 75.156 |
| År 7 | 260.906 | 70.925 | 721.614 | 1120.346 | 66.899 |
| År 8 | 250.593 | 75.181 | 764.911 | 1187.567 | 96.880 |
| År 9 | 240.281 | 79.692 | 810.806 | 1258.821 | 128.041 |
| År 10 | 246.468 | 84.473 | 859.454 | 1334.350 | 143.952 |
| År 11 | 234.093 | 89.542 | 911.021 | 1414.411 | 179.753 |
| År 12 | 221.718 | 94.914 | 965.682 | 1499.275 | 216.958 |
| År 13 | 209.343 | 100.609 | 1023.623 | 1589.232 | 255.654 |
| År 14 | 196.968 | 106.646 | 1085.041 | 1684.585 | 295.929 |
| År 15 | 184.593 | 113.045 | 1150.143 | 1785.660 | 337.878 |
| År 16 | 190.368 | 119.827 | 1219.151 | 1892.800 | 363.451 |
| År 17 | 175.725 | 127.017 | 1292.300 | 2006.368 | 411.324 |
| År 18 | 161.081 | 134.638 | 1369.838 | 2126.750 | 461.190 |
| År 19 | 146.437 | 142.716 | 1452.029 | 2254.354 | 513.170 |
| År 20 | 131.793 | 151.279 | 1539.150 | 2389.616 | 567.391 |

I tabellerna kan avläsas att nettot blir ungefär lika för uteluft- och jordvärmepumpen, medan det blir något sämre för fastbränsleanläggningen.

Energipriset är dock lägst för jordvärmepumpen, vilket gör att den investeringen är lönsammast. Om vinsten används till att hålla energipriset på lägsta möjliga nivå, blir prisökningarna i genomsnitt under 20-årsperioden:

| | |
|-----------------------|-------|
| Uteluftvärmepump | 3.8 % |
| Jordvärmepump | 3.4 % |
| Fastbränsleanläggning | 4.2 % |

Skillnaden mellan värmepumparna beror på att i alternativet med uteluftvärmepumpen behövs mer spetsenergi.

Fastbränslepannans högre energiprisökning beror på att där finns ingen gratisenergi att tillgå utan hela den sålda energimängden produceras med köpt bränsle.

8. SLUTSATSER

En sammanställning av fördelar och nackdelar för de tre jämförda alternativen kan göras enligt följande:

| | <u>Uteluft- pump</u> | <u>Jordvärme- pump</u> | <u>Fastbränsle- anläggning.</u> |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Bränslekostnad | Låg | Låg | Hög |
| Tillgänglighet | Låg | Hög | Hög |
| Underhållsbehov | Lågt | Lågt | Högt |
| Känslighet för bränslepris | Låg | Låg | Hög |
| Styrning och reglering | -- | Enkel | -- |
| Investering | Hög | Hög | Låg |
| Tillsats av spetsenergi | Hög | Låg | Låg |

Egenskapernas gradering skall ses i förhållande till de andra alternativen.

Slutsatsen måste bli att jordvärmepumpen är den för Stensele mest fördelaktiga lösningen. Jordvärmepumpen ger den klart lägsta kostnaden för den producerade energin. Den har också den minst komplicerade styrningen och det minsta underhållsbehovet.

Anledningen till att ekonomin för uteluftvärmepumpen inte blir jämförbar med jordvärmepumpens är att stilleståndstiden blir en hel månad.

Hela skillnaden i energiproduktion kan härledas till den kallaste tiden på året. Även jämfört med sydligare delar av landet försämras uteluftvärmepumpens möjligheter på grund av det kalla klimatet och de långa perioderna av driftstopp.

Slutsatsen är dock inte allmängiltig. Förutsättningen är att lämpliga markytor finns tillgängliga. När mark inte finns tillgänglig, kan uteluftvärmepumpen fortfarande vara ett alternativ. Över en längre period ger den lösningen bättre ekonomi än fastbränslealternativet.

Uteluft finns dessutom alltid tillgänglig, vilket inte alltid är fallet med markytor och fastbränsle.

9. SAMMANFATTNING

Storumans Kommun försörjer i Stensele 8 st fastigheter med värme från en gemensam pannanläggning.

Anläggningen är i dag på grund av ålder och funktion mogen för utbyte.

Fastigheterna, som försörjs av anläggningen har en yta på ca 9500 m² och antalet lägenheter är 100 st. Energibehovet har de senaste åren varit ca 2200 MWh och effektbehovet är 850 - 900 kW.

Inför utbyte av pannanläggningen har förutsättningarna för en uteluftvärmepumpanläggning undersökts. Klimatdata för Stensele visar då att värmepumpen på grund av för låga utomhustemperaturer kommer att stå ungefär en månad per år. Vidare bör värmeväxlarna i undercentralerna byggas ut för att sänka framledning- och returtemperaturen.

Om utbyggnaden utförs finns dock inget övrigt tekniskt hinder för att en uteluftvärmepump skall fungera bra i det befintliga nätet.

Värmepumpen beräknas täcka 60 % av värmebehovet och producera ca 1560 MWh.

Investeringen för uteluftvärmepumpanläggningen är beräknad till 2.1 milj. kronor och energipriset blir 359 kr/MWh.

Som jämförelse till uteluftvärmepumpen har två alternativ framtagits, dels en jordvärmepumpanläggning och dels en fastbränsleanläggning.

Fördelarna med båda dessa alternativ i förhållande till uteluftvärmepumpen är framförallt tillgängligheten.

Nackdelarna är för jordvärmepumpen att den kräver lämpliga "yttre omständigheter" i form av tillgänglig markyta.

Mot fastbränsleanläggningen talar framförallt underhållsbehovet samt beroendet av en organisation för bränsleleveranser.

Ekonomiskt ger jordvärmepumpen det bästa utbytet. Den ger lägsta energipriset samt även bästa energitvvecklingen. Energipriserna blir för de tre alternativen:

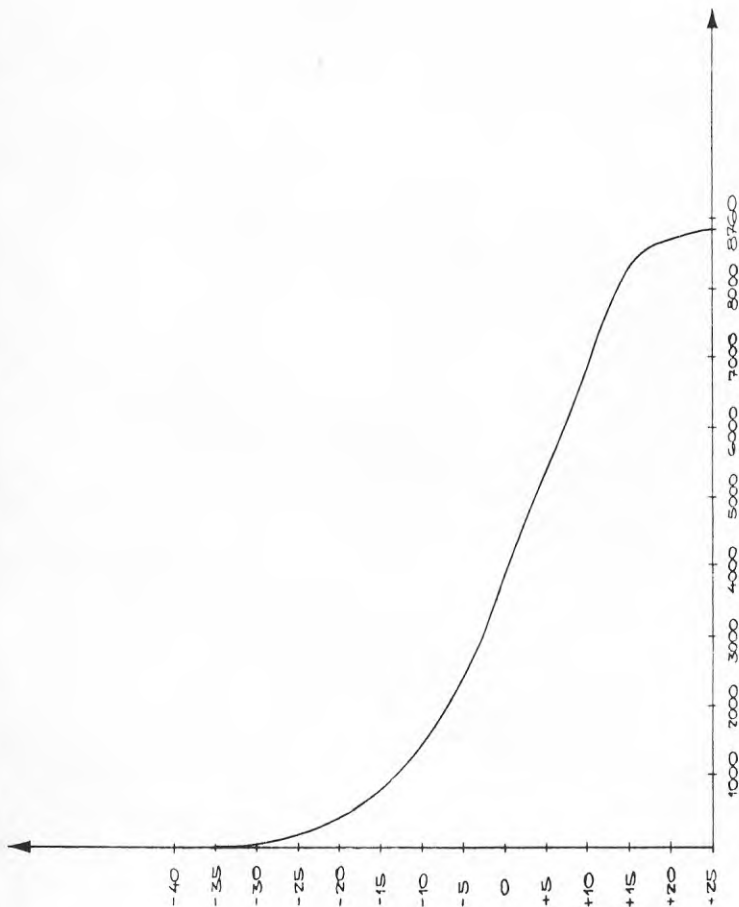
| | | |
|------------------|-------|--------|
| Uteluftvärmepump | 361 | kr/MWh |
| Jordvärmepump | 315.5 | kr/MWh |
| Fastbränsle | 359 | kr/MWh |

Genomsnittliga energiprisutvecklingen blir för de tre alternativen:

| | | |
|------------------|-----|---|
| Uteluftvärmepump | 3.8 | % |
| Jordvärmepump | 3.4 | % |
| Fastbränsle | 4.2 | % |

Uteluftvärmepumpen ger under en längre period bättre ekonomi än fastbränsleanläggningen och i de fall där förutsättningar för jordvärmepump eller liknande kollektorsystem inte finns, kan uteluftvärmepumpen vara ett konkurrenskraftigt alternativ.

För Stensele är dock en jordvärmepump det bästa alternativet.

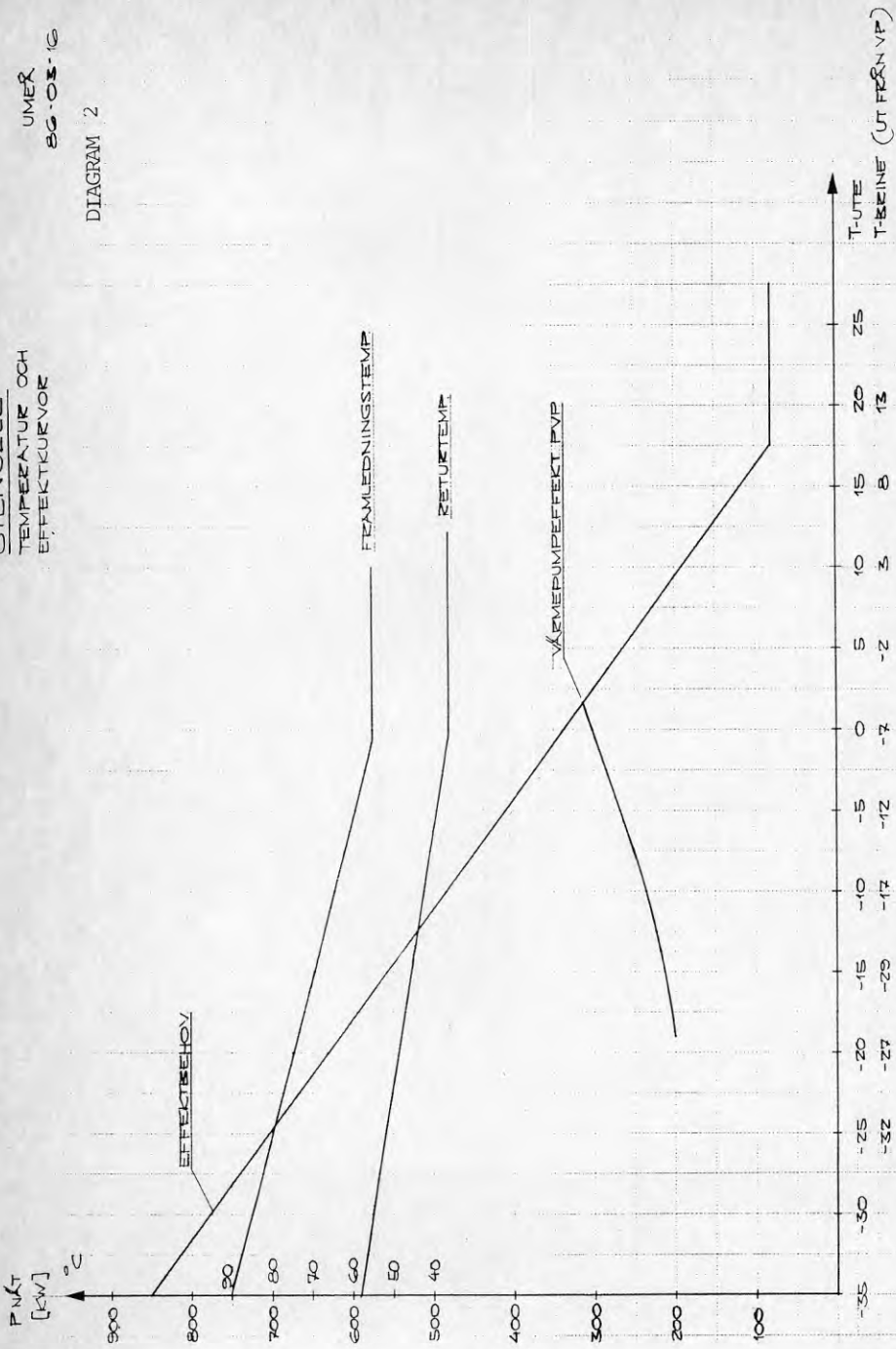


| DTI-NR | ANT | BENÄMNING | MATERIAL | MOD-NR X-MÄTNE DIMENSION | ANNA |
|--------|-----|--|-------------------|-----------------------------|-------|
| | |  Industriavdeln 22, 901 27 Umeå, Tel: 090-118500, 402 Telefax 090-128524 Telefax 54057 CCUMEA S UMEÅ AV LONST, AV GRANSKAD AV | STENSELE | | |
| | | ORT UMEÅ DATUM 86-03-16 | TEMP. VÄRKTIGSHET | | |
| | | | ARBETSNUMMER | RITNINGSDAGAR | SKALA |
| | | | | | BYT |

STENSELE
TEMPERATUR OCH
EFFEKTKURVOR

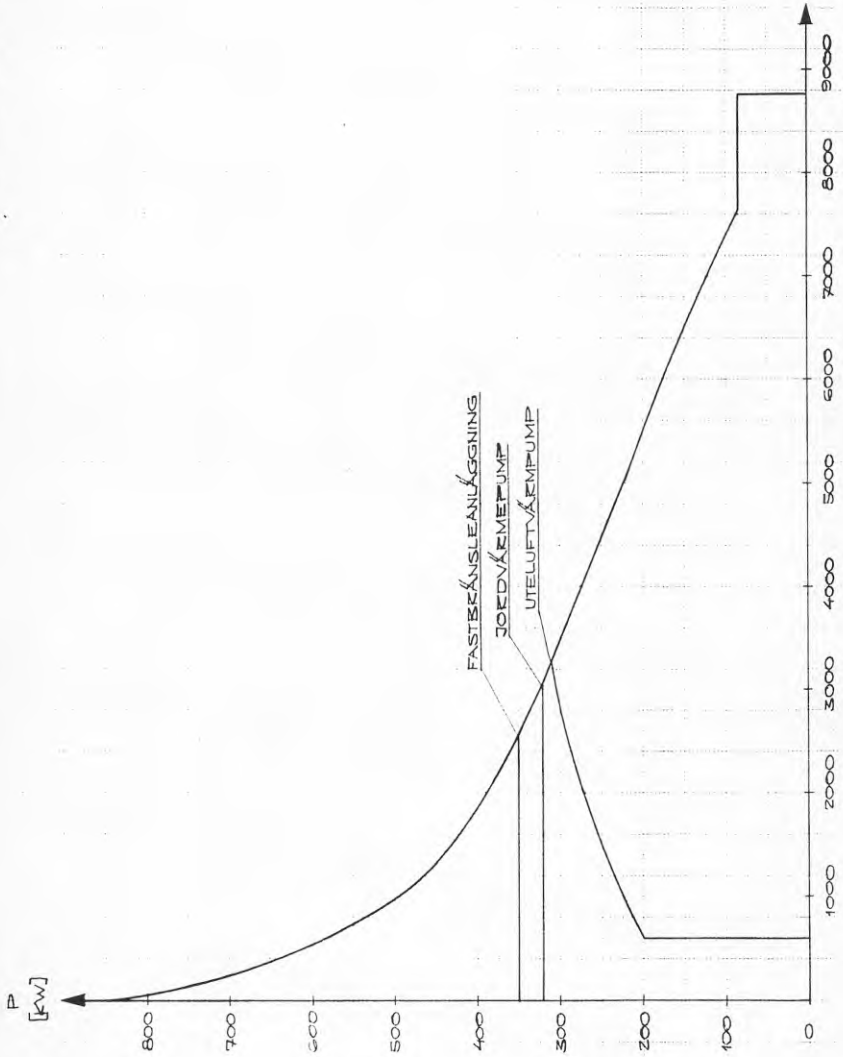
UMER
80-03-16

DIAGRAM 2

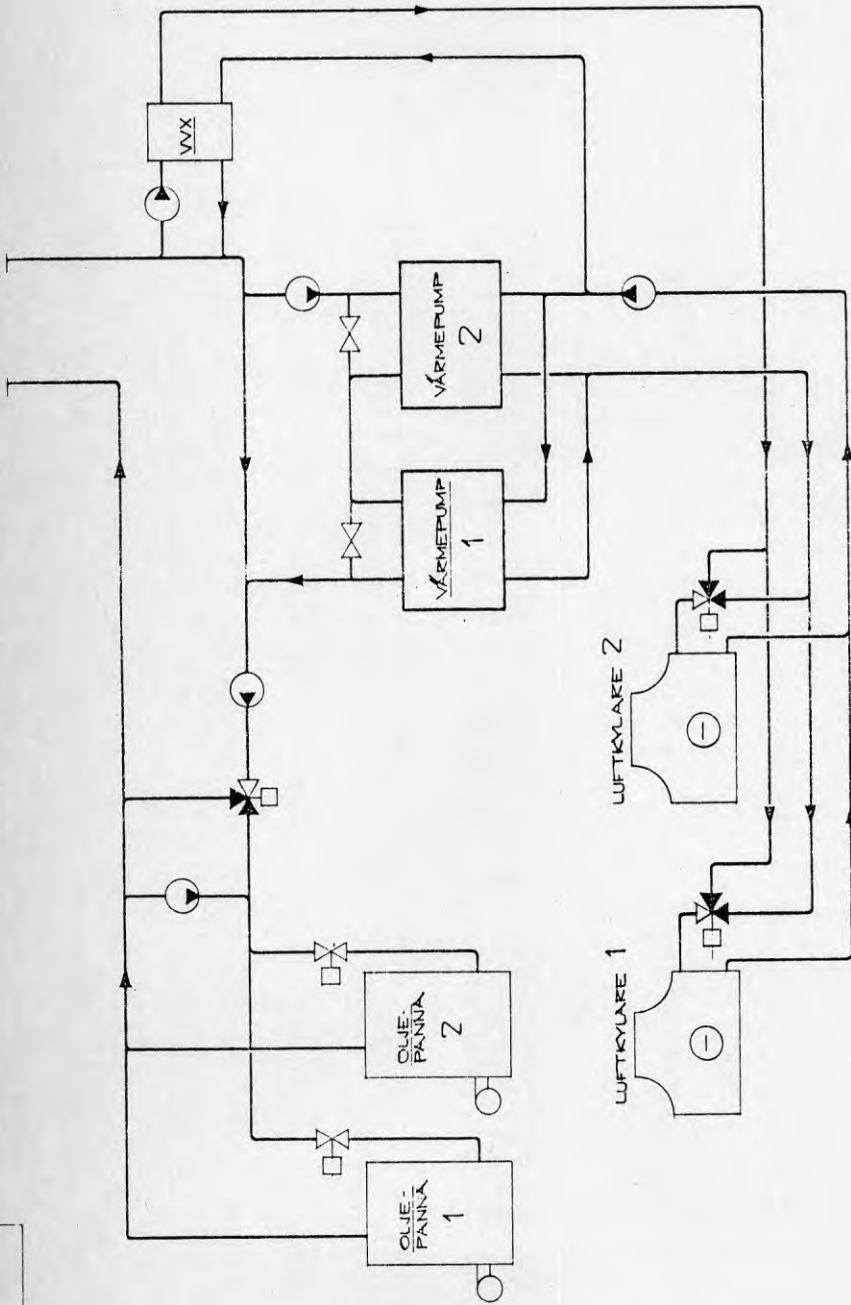


STENSELE
VARAKTIGHETSDIAGRAM

UMEX
86.03.1G
DIAGRAM 3

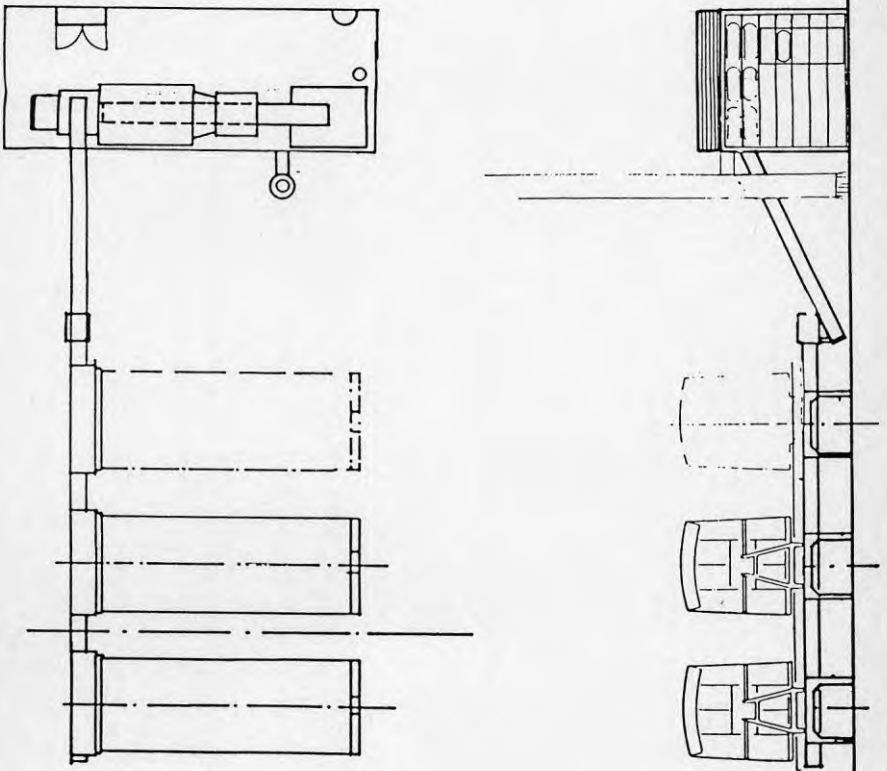


FIGUR 2



| | | | | | | |
|--------|------|--|----------|---|------|------|
| RT.-NR | ANT. | BENÄMNING | MATERIAL | MOD.-NR | ÄNNE | ANM. |
| | | | | | | |
| | | CALOR-CELSUS BYGGBÄNDRING | | STENSELE UTELUFTVÄRMEPUMP | | |
| | | Produktionsår: 20 001 271 Umant. Tel: 090118503 42 Telefon: 090128524. Telex: 54067 CCUMEA S FÖLJ AV: KONSULE AV: GÅRSGÅRD AV: | | ARBETSNUMMER: _____ FÄRDIGGJORD: _____ BEV: _____ | | |
| | | ÖRF: UMEX Datum: 88.03.16 | | | | |

FIGUR 4



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850992-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Storumans
kommun, Tekniska avdelningen, Storuman.

Art.nr: 6706116

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

R116: 1986

ISBN 91-540-4662-9

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 30 kr exkl moms