



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.



Värmepumpar i befintliga värmecentraler

Förstudie i Kungälv

Ingemar Gunnarsson
Håkan Lundström
Sigvard Olsson

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 81-0653

Plac

See

V
0/0

BYGGDOK

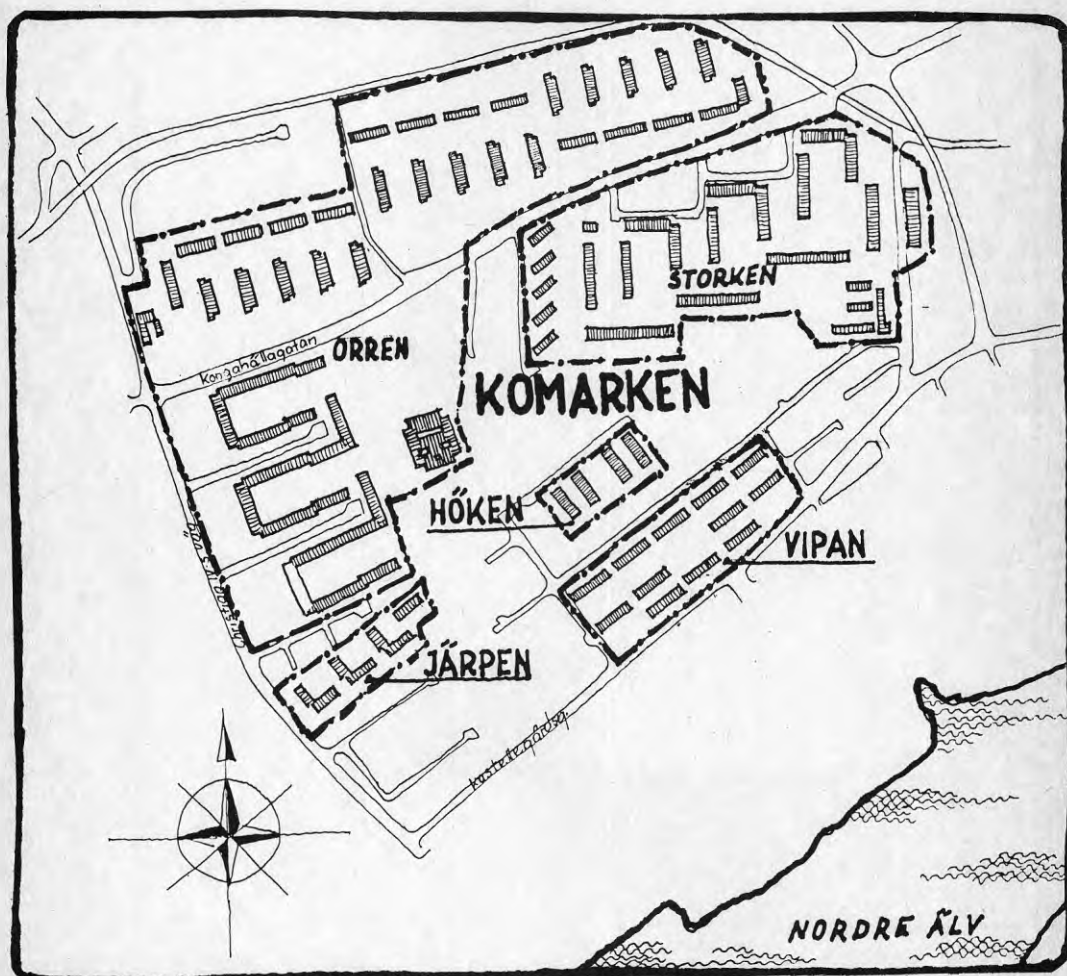
Institutet för byggdokumentation
Hälsingegatan 49
113 31 Stockholm, Sweden
08-34 01 70 Telex 125 63

Byggeforskningsrådet

R34:1981

VÄRMEPUMPAR I BEFINTLIGA VÄRMECENTRALER
Förstudie i Kungälv

Ingemar Gunnarsson
Håkan Lundström
Sigvard Olsson



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800653-2 från Statens råd för byggnadsforskning till Kungälvs kommun.

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

R34:1981

ISBN 91-540-3478-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 152256

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	6
1 INLEDNING	8
1.1 Problem och bakgrund	8
1.2 Objekt	8
1.3 Syfte	9
1.4 Metodik	9
1.5 Nyttiggörande	9
2 VÄRMEPUMPDRIFT - BAKGRUND	11
2.1 Definitioner	11
2.2 Monovalent system	12
2.3 Bivalent system med parallell drift	13
2.4 Bivalent system med alternativ drift	13
2.5 Slutsats	14
3 VAL AV VÄRMEKÄLLA	15
3.1 Värmekälla - definition och krav	15
3.2 Typer av värmekällor	15
3.2.1 Uteluft	15
3.2.2 Grundvatten	16
3.2.3 Ytvatten	16
3.2.4 Jordvärme	17
3.2.5 Direkt solvärme	18
3.2.6 Spillvärme	18
3.3 Slutsatser	19
4 VAL AV DRIVKÄLLA	20
4.1 Energipriset	20
4.2 Investeringskostnad	20
4.3 Belastning på elnätet	20
4.4 Landets oljeberoende	21
4.5 Miljöfaktorer	21
4.6 Slutsatser	21
5 AKTUELLA PANNCENTRALER - BESKRIVNING OCH URVAL	22
5.1 Avsikt	22

5.2	Beskrivning av bostadsområdet Komarken	22
5.2.1	Orientering	22
5.2.2	Bebyggelse	22
5.2.3	Värmeproduktion	23
5.2.4	Värmedistribution - mottagaranläggningar	23
5.3	Energi- och effektbehov	24
5.3.1	Oljeförbrukning	24
5.3.2	Levererad värmemängd	25
5.3.3	Dimensionerande effektbehov	25
5.4	Urvalskriterier metod	26
5.4.1	Faktaunderlag	26
5.4.2	Närhet till lämplig värmekälla	26
5.4.3	Disponibla utrymmen för installation och bygg- nation	27
5.4.4	Värmecentralens status - planerade ombyggnader	27
5.4.5	Distributionssystem temperaturnivå	27
5.4.6	Miljöfaktorer	28
5.4.7	Storlek av värmecentral	29
5.5	Val av värmecentral - motivering	29
5.5.1	Värmepump vid Orren med luft som värmekälla ..	29
5.5.2	Värmepump vid Vipán med Nordre älv som värme- källa	30
6	TEKNISK UTFORMNING AV INTRESSANTA ALTERNATIV .	31
6.1	Orren	31
6.1.1	Dimensionering	31
6.1.2	Värmepumputrustning	33
6.2	Vipán	34
6.2.1	Dimensionering - alternativ 1	34
6.2.2	Värmepumputrustning - alternativ 1	35
6.2.3	Dimensionering - alternativ 2	36
6.2.4	Värmepumputrustning - alternativ 2	37
7	EKONOMISKA KALKYLER FÖR INTRESSANTA ALTERNATIV	38
7.1	Energipriser	38
7.2	Orren	39
7.3	Vipán - alternativ 1	41
7.4	Vipán - alternativ 2	42
8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	45
	REFERENSER	47

BILAGOR

- Bil 1 - Komarken - situationsplan
- " 2 - Fem värmecentraler inom Komarken - sammanställning av data
- " 3 - Ungefärliga framledningstemperaturer inställda på reglercentraler
- " 4 - Uteluftens temperaturvaraktighet
- " 5 - Månadsmedelvärden för luft och vattentemperaturer
- " 6 - Dygnsmedelvärden för luft och vattentemperaturer
- " 7 - Dygnsvariationer i lufttemperaturen
- " 8 - Värmepump med eldrift, principschema
- " 9 - Sankey-diagram för elmotordrift
- " 10 - Värmepump med dieselmotordrift, principschema
- " 11 - Sankey-diagram för dieselmotordrift
- " 12 - System för älvvatten - princip
- " 13 - Förångardel - princip
- " 14 - Optimering av gränstemperatur
- " 15 - Beräkning av dimensionerande effektbehov m h a verklig energiförbrukning
- " 16 - Kostnader för energiproduktion vid oljeeldad panncentral
- " 17 - Situationsplan kv Orren
- " 18 - Inkoppling av värmepump kv Orren

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport behandlar förutsättningarna för installation av värmepumpar i befintliga oljeeldade panncentraler.

De inledande kapitlen belyser metoder för val av

- systemlösning
 - parallell drift
 - alternativ drift

- värmekälla

- drivkälla

Dessa allmänna förutsättningar tillämpas på Komarken, ett bostadsområde i Kungälv kommun.

Inom området undersöks fem oljeeldade blockcentraler med varierande förutsättningar för komplettering med värmepump.

Två av dessa centraler väljs ut för värmepumpinstallation.

Vid detta urval tas bl a hänsyn till

- värmesystemens temperaturkrav
- distributionssystemets uppbyggnad
- pannanläggningarnas status
- platsbehov för värmepumptrustning
- ljudproblem

Orren, den största av de utvalda centralerna, har en installerad panneffekt på 14 MW. Här föreslås att centralen kompletteras med en värmepump med luft som värmekälla.

Värmeväxlarna i undercentralerna måste uppdimensioneras för att kunna begränsa primärvattentemperaturen. Kostnaden för uppdimensioneringen är marginell.

Det andra utvalda objektet, Vipán, är en mindre panncentral med en installerad effekt på 855 kW. Här föreslås att Nordre älv nyttjas som värmekälla. För att kunna nyttja värmepumpen vid låga vattentemperaturer installeras en ismaskin.

Kostnaden fördelar sig enligt nedanstående tabell.

	Orren	Vipán
Investering, milj kr	9	1,1
Värmepumpproducerad energi (öre/kWh)	14,9	23,9
Oljeproducerad energi (öre/kWh)	15,3	23,4
Oljebesparing (m ³ /år)	1 847	116

Skillnaden i kostnad, för den oljeproducerade energin, beror till stor del på att Orren eldas med tjock olja och Vipán med lätt eldningsolja.

För båda de utvalda alternativen har värmepumpen valts att drivas med en elmotor.

För att uppnå bästa driftekonomi och säkerhet körs värmepumpen med en kombination av parallell och alternativ drift. Faktorer som styr driftsättet är bl a

- distributionssystemets temperaturnivå
- värmekällans temperaturnivå
- elnätets belastning

Eftersom installationerna är intressant ur ekonomisk synpunkt, föreslås att båda projekten genomföres.

I syfte att spara olja och att tillämpa känd teknik i stor skala föreslås att värmepumpen vid Orren installeras i första hand.

1 INLEDNING

1.1 Problem och bakgrund

Sveriges stora oljeberoende, kostnadsutvecklingen för olja samt det instabila läget i de oljeproducerande länderna gör det angeläget att försöka minska oljeförbrukningen för bl a bostadsuppvärmningen. Ett sätt att minska denna förbrukning är att installera värmepumpar med värmeupptagning från vatten, luft eller annan värmekälla.

Som drivenergi för värmepumparna kan el eller olja (diesel-drift) användas.

Det torde vara enklast att projektera och installera värmesystem med värmepumpar i samband med nyproduktion av bostadshus. Bl a kan i detta fall värmesystemen dimensioneras för en för värmepumpsystem "optimal" temperaturnivå.

Värmepumpar enbart i nyproducerade bostäder kan först på lång sikt ge marknadsandelar, som får betydelse för landets totala energihushållning.

Eftersträvas snabbare resultat måste värmepumpar anpassas så att de i äldre hus kan komplettera eller ersätta befintliga värmesystem, dvs i allmänhet oljeeldning och vattenburen värme. Eftersom såväl effektkostnaden som verkningsgraden är gynnsammare vid större värmepumpanläggningar bör konvertering till värmepumpdrift i första hand ske i större värmecentraler (blockcentraler och liknande).

Bostadsuppvärmning med värmepumpkompletterade värmecentraler kan därför bli ett ekonomiskt alternativ att reducera Sveriges oljeberoende utan att öka behovet av kärnkraftutbyggnad.

1.2 Objekt

Inom Kungälv's tätort uppvärms större delen av den befintliga bebyggelsen av flerbostadshus via oljeeldade områdescentraler (blockcentraler).

I samband med den energiplanering, som genomförs i Kungälv har möjligheterna att minska oljeberoende genom värmepumpdrift i dessa värmecentraler diskuterats.

I första hand har det ansetts lämpligt att via en förstudie undersöka dessa möjligheter inom Komarken, ett bostadsområde avgränsat från övriga tätorten av motorvägen (E6).

Flerbostadsbebyggelsen inom detta område värmeförsörjs via 5 st oljeeldade blockcentraler.

1.3 Syfte

Syftet med projektet är att via en förstudie undersöka de tekniska och ekonomiska förutsättningarna att komplettera värmecentralerna inom Komarken med värmepumpdrift.

1.4 Metodik

Framtagning av data och kontroll av status för fem värmecentraler inom Komarken.

Kontroll av värmedistributionssystemets dimensionering och eventuell möjlighet till sänkning av temperaturnivåer för anpassning till värmepumpdrift.

Urval av 2 st värmecentraler (områden) där förutsättningarna för värmepumpdrift är störst.

Fastställande av vilken värmekälla som skall användas.

Förprojektering av två anläggningar samt beräkning av anläggnings- och driftkostnader.

1.5 Nyttiggörande

Om resultaten från denna förstudie tyder på att denna värmepumptillämpning är ekonomiskt försvarbar och att finansiering kan ordnas, avser kommunen att projektera och genomföra projekten.

Förstudien kommer även att ge underlag för såväl Kungälvskommun som andra kommuner och bostadsföretag när det gäller att bedöma möjligheterna att med värmepumpdrift minska oljeberoendet.

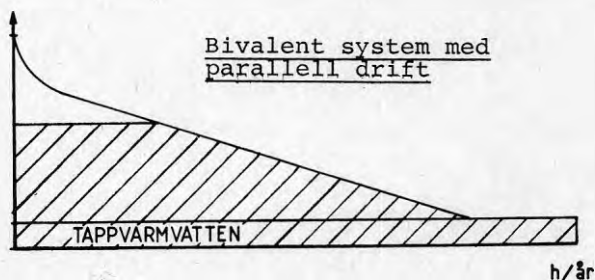
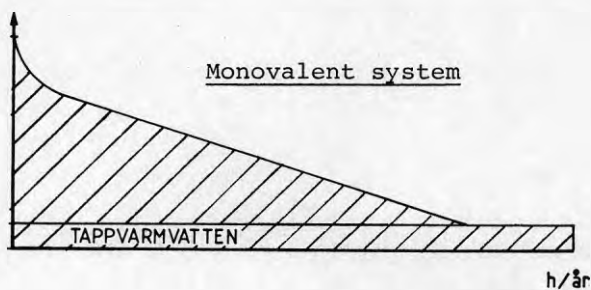
2 VÄRMEPUMPDRIFT - BAKGRUND

2.1 Definitioner

Man kan dela in värmepumpanläggningar i tre huvudgrupper, vilka principiellt skiljer sig åt i driftsätt.

1. Monovalent system (enbart värmepump) där värmepumpen är dimensionerad för totala värmeeffektbehovet.
2. Bivalenta system (värmepump + tillsatsvärme) med parallell drift där värmepumpen är dimensionerad för en viss del av värmeeffektbehovet. Då effektbehovet överstiger värmepumpens kapacitet startas tillsatsvärmen (pannan) och körs parallellt med värmepumpen.
3. Bivalent system med alternativ drift där värmepumpen är dimensionerad för en viss del av värmeeffektbehovet. Då effektbehovet överstiger värmepumpens kapacitet stoppas denna samtidigt som tillsatsvärme startas. Den kompletterande tillsatsvärmen måste i detta fall dimensioneras för hela värmeeffektbehovet.

Ovanstående driftprinciper illustreras i nedanstående figur.



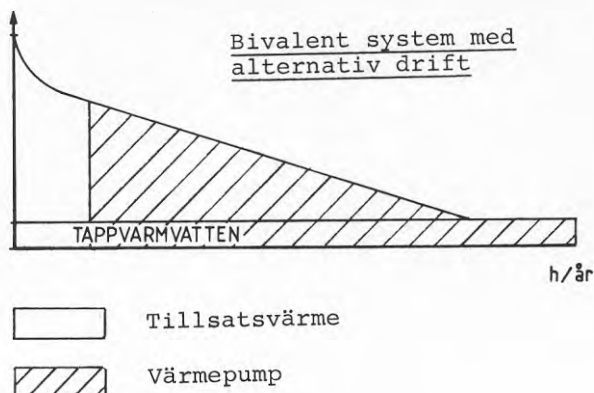


Fig 1 - Olika typer av värmepumpsystem m a p driftsätt

2.2 Monovalent system

Monovalenta värmepumpsystem har installerats i relativt stor omfattning de senaste åren som ett alternativ till konventionella uppvärmningssystem. Framför allt har ytjordvärme använts som värmekälla och kompressorerna har i de flesta fall varit eldrivna. Monovalenta system har följande för- och nackdelar:

Fördel

- Genom att ha endast en värmeproducerande enhet förenklas konstruktion och reglering.

Nackdelar

- Värmepumpen måste dimensioneras för max effektbehov, vilket medför höga investeringskostnader och dålig utnyttjningsgrad.
- Värmepumpen måste dimensioneras för höga framledningstemperaturer.
- Det ställs höga krav på en jämn och relativt hög temperatur hos värmekällan även vintertid, varför luft är olämplig som värmekälla.
- I de fall eldriven kompressor används blir belastningen på elnätet ogynnsam.

2.3 Bivalent system med parallell drift

Bivalent system med parallell drift har följande för- och nackdelar:

Fördelar

- Värmepumpen behöver ej dimensioneras för hela effektbehovet.
- Tillsatsvärmen behöver ej dimensioneras för hela effektbehovet.
- En mycket stor del av den totala energiproduktionen kan produceras via värmepumpen.

Nackdelar

- För att kunna arbeta med acceptabel värmefaktor under hela året måste värmepumpens värmekälla hålla en jämn och relativt hög temperatur.
- Värmepumpen måste leverera höga framledningstemperaturer under den kalla tiden av året.
- Vid eldrift av kompressor belastas elnätet ogynnsamt under den kallaste tiden av året.
- Den dubblerade värmeproduktionsanläggningen innebär ökade kostnader och höga krav på reglering och styrning.

2.4 Bivalent system med alternativ drift

Bivalent system med alternativ drift har följande för- och nackdelar:

Fördelar

- Värmepumpen behöver ej dimensioneras för hela effektbehovet.
- Stor del av det totala energibehovet levereras av värmepumpen.
- Luft kan utnyttjas som värmekälla med acceptabel värmefaktor.

- Värmepumpen behöver ej dimensioneras för maximal framledningstemperatur, varför systemet lämpar sig väl för befintliga anläggningar (utan lågtemperatursystem).
- Vid eldrift av kompressorer belastas el-nätet på ett för eldistributören gynnsamt sätt. Systemet ger en möjlighet att utnyttja elöverskottet sommartid på ett förnuftigt sätt.

Nackdelar

- Tillsatsvärmen måste dimensioneras för hela effektbehovet.
- Den dubblerade värmeproduktionsanläggningen innebär ökade kostnader och höga krav på reglering och styrning.

2.5 Slutsats

Av ovanstående resonemang förstår man att ett bivalent värmepumpsystem med alternativ drift är speciellt lämpligt vid befintliga värmecentraler.

De befintliga pannorna, som är dimensionerade för hela effektbehovet, används som tillsatsvärme medan värmepumpen levererar värme i grundlastområdet. Detta ger en god oljebesparing kombinerad med en hög utnyttjningsgrad för värmepumpen.

För att uppnå maximal oljebesparing bör dock värmepumpen ha så lång drifttid som möjligt. Därför bör parallell drift nyttjas så långt som möjligt. Begränsande faktorer blir:

- distributionssystemets temperaturnivå
- värmekällans temperaturnivå
- elnätets belastning

3 VAL AV VÄRMEKÄLLA

3.1 Värmekälla - definition och krav

Värmekällan i ett värmepumpsystem är det medium varifrån lågvärdig värme (låg temperatur) hämtas av värmepumpen för att omvandlas till värme vid en användbar temperaturnivå. Det är viktigt att värmekällan har lämpliga egenskaper, som passar till det övriga systemet. Rent allmänt kan följande krav ställas:

1. Energitillgången skall vara tillräcklig.
2. Temperaturnivån skall vara jämn och tillräckligt hög.
3. Värmen skall kunna utvinnas till en rimlig kostnad.

3.2 Typer av värmekällor

Med ovanstående allmänna bakgrund beskrivs nedan de flesta tänkbara värmekällor och dess tillämpbarhet i Komarken, Kungälv.

3.2.1 Uteluft

Uteluften har hittills varit den mest använda värmekällan i värmepumpsammanhang. Detta beror på följande fördelar:

- Uteluft är i de flesta fall relativt tillgänglig.
- Närliggande tillämpningar inom kyltekniken har gett möjlighet till väl beprövade lösningar.

Uteluften har framför allt en nackdel, speciellt i uppvärmningssammanhang, nämligen:

- Luftens temperaturvariationer följer av naturliga skäl värmebehovets variationer, dvs när värmebehovet är som störst är värmekällans temperatur som lägst och drift-ekonomi som lägst. Detta gör att luft är olämplig som värmekälla i monovalenta system.

För de undersökta värmecentralerna i Komarken är uteluft-
ten tänkbar i samtliga fall. Detta på grund av kombina-
tionen med befintliga oljeeldade pannor, som gör det möj-
ligt att utnyttja värmepumpen enbart då lufttemperaturen
är tillräckligt hög för en ekonomisk drift. I bilaga 4
redovisas uteluftens temperaturvariationer i ett varak-
tighetsdiagram.

3.2.2 Grundvatten

Grundvatten har på senare tid blivit allt mer diskuterat
som värmekälla. I Tyskland och även i Sverige finns det
redan i dag en hel rad tillämpningar. Detta beror på att
grundvattnet håller en under året ganska jämn temperatur,
4 - 5°C, varför goda värmefaktorer kan uppnås även vid mo-
novalenta system. De tekniska lösningarna är också ganska
enkla och tillämpbara i stor skala.

Problemet är att mark- och grundförhållanden måste vara
lämpliga för att ge en tillräcklig grundvattentillgång.

Komarcken-området ligger på ett tjockt lerlager och har där-
för obefintlig tillgång på grundvatten. Grundvatten är
alltså inte aktuellt som värmekälla i Komarken.

3.2.3 Ytvatten

Sjöar och vattendrag innehåller stora energimängder, som
borde kunna utnyttjas som värmekälla för värmepumpar.
Hittills finns endast enstaka projekt av detta slag i
Sverige. Vid undersökning av temperaturnivåerna i sjöar
har man funnit, att en temperaturskiktning av vattnet
uppstår så att man vid bottenskiktet har +4 - +5°C året
runt.

I vattendrag blir förhållandena något annorlunda på grund
av strömning och omblandning av vattnet. Man kan förvänta
sig att vattendragens temperatur mer anpassar sig efter
den omgivande luften.

Som framgår av situationsplanen är Komarken-området beläget omedelbart norr om Nordre älv - en förgrening av Göta älv med en vattenföring av ca 4 200 m³.

I avsikt att kunna utnyttja älvvattnet som värmekälla har älvvattnets temperaturvariationer undersökts.

SMHI gör mätningar vid Ormo nedströms Komarken. En sammanställning av data från dessa mätningar framgår av bilagorna 5 - 7.

Som framgår av temperaturkurvorna följs vattentemperatur och lufttemperatur mycket väl åt. Vattentemperaturen har en fördröjning av endast någon vecka i förhållande till luften.

5°C i vattentemperatur får anses vara gränsen för direkt utnyttjande i en värmepump. Denna temperatur underskrids av älvvattnet från mitten av november till slutet av april. Under den tid då värmebehovet är som störst saknas alltså möjligheten att utnyttja älven som värmekälla med beprövad teknik.

För att kunna utnyttja älvvattnet även vintertid måste mindre beprövade lösningar utnyttjas som t ex

- värmelagring i lerlager vid älvstranden
- ismaskin - värmepump som utnyttjar älvvattnets isbildningsvärme

3.2.4 Jordvärme

Jordvärme kan indelas i två principiellt olika värmekällor:

- djupjordvärme eller geotermisk energi
- ytjordvärme (solvärme lagrad i markens ytskikt)

Djupjordvärme kan i Sverige endast utnyttjas i vissa delar av Skåne. Ytjordvärme däremot kan i stort sett ut-

nyttjas överallt där marktillgången är tillräcklig. Ett flertal system har installerats, företrädesvis för småhus men även för större värmeförbrukare. Ytbehovet är

ca 200 - 300 m² för en lägenhet
ca 300 - 400 m² för ett småhus

beroende på markförhållanden.

I Komarken och andra ganska högt exploaterade bostadsområden är ytjordvärme ingen lösning helt enkelt på grund av otillräcklig marktillgång.

3.2.5 Direkt solvärme

Ovan har behandlats ett antal värmekällor, som de flesta utgör exempel på indirekt solvärmeutnyttjande.

Direkt solvärmeutnyttjande innebär, att man med solkollektorer samlar in värme för värmepumpsystemet. På grund av soltillgångens variation under dygnet och året måste solkollektorerna kombineras med någon typ av värmelager.

I Sverige pågår i dag ett antal forskningsprojekt på solvärmeområdet. Samstämmiga resultat visar på dålig lönsamhet med dagens teknik och energipriser. Med denna bakgrund bedöms solvärme vara en orealistisk värmekälla för Komarken-området i dagens läge.

I framtiden kan lösningar med värmeackumulering i lerlager bli aktuella. Detta skulle lämpa sig väl för Komarken-området.

3.2.6 Spillvärme

Spillvärme är ett samlande namn för värme som alstras vid olika typer av verksamhet och som i dag släpps ut utan att nyttjas. Spillvärmekällor kan vara industriutsläpp, avlopp, frånluft m m.

Spillvärme har ofta fördelen att hålla en hög och jämn temperatur under året. Tillgången är emellertid begrän-

sad till vissa punkter och kostnaderna att överföra värmen till förbrukarna blir ofta höga.

I direkt anslutning till Komarken finns i dag inga utnyttjningsbara spillvärmekällor. Närmare Kungälv's centrum ligger flera intressanta objekt såsom avloppspumpstation, isbana och diverse industrier, men avståndet till Komarken bedöms vara för stort.

3.3 Slutsatser

De mest lämpliga värmekällorna för Komarken är uteluft och Nordre älv.

Uteluften går att nyttja vid de flesta värmecentraler med relativt känd teknik.

För älvsvattnet blir avståndet till älven en begränsande faktor. Dessutom krävs tekniska lösningar som inte är så beprövade, varför utnyttjande av vatten som värmekälla bör begränsas till en mindre försöksanläggning.

4 VAL AV DRIVKÄLLA

Inom kyltekniken är elmotordriften sedan länge väl beprövad. Något behov av andra drivkällor har inte funnits. I och med att kyltekniken börjat tillämpas i uppvärmningssammanhang har kravet på effektivt energiutnyttjande ökat. Därför har andra drivkällor börjat undersökas.

För drift av värmepumpens kompressor kan man tänka sig en rad drivkällor. Mest realistiskt i dagsläget är dock

- elmotor eller
- dieselmotor

I bilagorna 8 - 11 framgår el- respektive dieselmotordriftens princip samt energiflöden i Sankey-diagram.

4.1 Energipriset

Tas hänsyn till de värmefaktorer, som kan uppnås med el- respektive dieselmotordrift, blir den elmotordrivna värmepumpens avgivna värmeenergi något billigare. Prisförhållandet mellan el- och oljeenergi varierar dock, varför detta inte behöver vara någon avgörande faktor vid val av drivkälla (se även bilagorna 8 - 11).

4.2 Investeringskostnad

Enligt uppgifter från värmepumptillverkare blir den dieseldrivna värmepumpen 10 - 15 % dyrare än den elmotordrivna.

Detta tillsammans med det likvärdiga energipriset gör att dieselalternativet får en något högre årskostnad.

4.3 Belastning på elnätet

Eftersom vi för närvarande har ett elöverskott i Sverige kan det vara lämpligt att använda denna energi för drift av värmepumpar. I detta fall, när vi dessutom har en tillsatsvärmekälla (befintlig oljepanna), som inte belastar elnätet vid dess högbelastningstid, behöver inte elproduktionsapparaten byggas ut.

Dessutom kan kravet på höga framledningstemperaturer under vissa tider av vinterhalvåret innebära att värmepumpen måste stängas av.

4.4 Landets oljeberoende

För närvarande produceras landets elenergi till största delen av vattenkraft och så småningom kärnkraft. Detta innebär att landets oljeberoende kan minskas mer med eldrift än med dieseldrift.

4.5 Miljöfaktorer

Nackdelen med dieseldrift jämfört med eldrift är problemen med luftföroreningar och buller. Utsläppen av kväveoxider, kolmonoxid och kolväten blir större än vid vanlig oljeeldning. Svavel- och koldioxidutsläppen minskar däremot, eftersom värmepumpen i stort sett halverar bränsleförbrukningen. Stora dieselmotorer med låga varvtal förbränner bränslet mer fullständigt jämfört med små och snabba motorer. Ökad förbränning resulterar i mindre föroreningar i avgaserna. Dessutom finns det i dag känd teknik, som skulle kunna reducera föroreningarna i avgaserna, t ex luftöverskott, avgascirkulation och katalytisk efterförbränning.

Bullerproblemen kan ofta begränsas på ett relativt enkelt sätt, t ex med ljuddämpande huvar.

4.6 Slutsatser

Elmotordriften är sedan länge väl beprövad.

Dieselmotordriften är däremot under utveckling.

Avsikten med detta projekt är inte att utveckla ny värmepumpsteknik utan att utnyttja känd teknik i stor skala.

Av denna och tidigare belysta aspekter väljs att driva värmepumpens kompressor med en elmotor.

5 AKTUELLA PANNCENTRALER - BESKRIVNING OCH URVAL

5.1 Avsikt

I detta avsnitt beskrivs bostadsområdet Komarken i Kungälv. Speciell tonvikt läggs vid beskrivningen av värmeproduktions-, distributions- och mottagaranläggningar. Avsikten är att välja ut lämpliga värmecentraler för bivalent drift med värmepump.

Avsnittet är allmängiltigt utformat för att undersökning och urvalsmetod skall kunna tillämpas på andra liknande områden.

5.2 Beskrivning av bostadsområdet Komarken

5.2.1 Orientering

Komarcken är beläget i sydvästra delen av Kungälv tätort. En detaljerad situationsplan i bilaga 1 visar bebyggelsens omfattning. Området avgränsas i norr och öster av livligt trafikerade vägar, i söder av Nordre älv och i väster av ett glesare bebyggt villaområde.

5.2.2 Bebyggelse

Inom Komarken finns olika typer av bostäder, allt från flervåningshyreshus till radhus och enfamiljshus. Dessutom finns skolor, affärer, kyrkor och andra serviceinrättningar.

I bilaga 2 redovisas den del av bebyggelsen som värmeförsörjs med gemensamma värmecentralen, nämligen

Orren
Storcken
Höken
Vipan
Järpen

Av ovanstående områden är samtliga uppförda under 1960-talet. Orren, Storcken, Höken och Vipan ägs och förval-

tas av HSB i Kungälv. Järpen ägs av en samfällighet och förvaltas av Garnisonen i Göteborg.

Som framgår av bilaga 3 skiljer sig områdena mycket i storlek, allt från 32 småhus (Höken) till 1 360 lgh, skola och affär (Orren).

Övrig bebyggelse inom Komarken består av enfamiljs småhus, de flesta belägna i södra delen nära Nordre älv. Dessa har individuell värmeförsörjning.

5.2.3 Värmeproduktion

Som ovan nämnts finns inom området fem värmecentraler av varierande storlek. Samtliga är försedda med oljeeldade pannor och distribution av värme sker via lokala kulvertnät till förbrukarna inom området. Fabrikat, effekt och installationsår för de aktuella pannorna framgår av bilaga 2.

Den totalt installerade effekten för de olika panncentralerna är:

Orren	14,0 MW
Storcken	5,6 "
Höken	0,4 "
Vipan	0,9 "
Järpen	0,6 "

Som synes är det två relativt stora och tre små värmecentraler.

5.2.4 Värmedistribution - mottagaranläggningar

I bilaga 2 redogörs också för värmedistributionssystemens uppbyggnad. Orren och Storcken har system med både primär- och sekundärkulvertar och mellanliggande undercentraler. I primärnätet ligger framledningstemperaturen normalt på 90 - 110°C medan sekundärnätet är ett 80/60-system.

Höken, Vipan och Järpen har ett kulvertsystem, som går direkt ut till abonnenterna utan undercentraler. Även här är systemet dimensionerat för 80/60°C.

I nyligen utförda energisparutredningar har inställningsvärden för framledningstemperatur i respektive kulvertsystem noterats. De på reglercentralerna inställda värdena framgår av bilagor 2 och 3. Man noterar strax att den i verkligheten erforderliga framledningstemperaturen är betydligt lägre än som avsågs vid dimensioneringen. Detta beror säkerligen på en viss överdimensionering av radiatorer, rör m m. Denna överdimensionering är känd från andra liknande anläggningar och är inte alls överraskande.

Vid Orren och Storcken bereds tappvarmvatten med plattvärmväxlare i undercentralerna. Vid Höken, Vippan och Järpen distribueras tappvarmvatten direkt från värmecentralen.

Varmvattnet levereras till samtliga abonnenter vid en temperaturnivå av 55 - 65°C. Enligt energisparutredningen kan temperaturnivån sänkas till 45 - 50°C. Detta är också i överensstämmelse med senaste intentioner från statliga myndigheter. Troligen kommer kravet i de nya normerna att bli +45°C vid tappstället.

5.3 Energi- och effektbehov

5.3.1 Oljeförbrukning

Oljeförbrukningen för de olika panncentralerna är ganska väl dokumenterad. Verklig förbrukning under 1978 och 1979 finns redovisade i bilaga 2. Genom omräkning till normalårsförbrukning fås direkt jämförbara värden för de olika åren. Oljeförbrukningen fördelar sig enligt följande ungefärliga normalårsvärden:

Orren	ca 2 300 m ³	Eo4LS/normalår
Storcken	" 950 "	"-
Höken	" 70 m ³	Eo1/normalår
Vippan	" 130 "	"-
Järpen	" 110 "	"-

Av sammanställningen i bilaga 2 framgår att den specifika oljeförbrukningen (l/m^2 , år) är låg för samtliga områden.

5.3.2 Levererad värmemängd

En uppskattning av den från panncentralen levererade värmemängden redovisas i bilaga 2. Vid beräkningen valdes en årsmedelverkningsgrad av 80 %.

Fördelningen av förbrukningen mellan värme och varmvatten har schablonmässigt beräknats med 70 % respektive 30 %.

5.3.3 Dimensionerande effektbehov

Då man undersöker befintliga anläggningar visar det sig ofta vara svårt att få fram det dimensionerande effektbehovet. De beräkningar, som en gång gjordes, är svåra att få fram eller har blivit föråldrade sedan projekteringen. Att göra nya transmissionsberäkningar m m blir i de flesta fall allt för kostsamt och tidsödande. Då återstår att beräkna effektbehovet med någon överslagsmässig metod eller att göra mätningar vid verkliga driftfall.

I bilaga 2 redovisas resultatet av tre olika beräkningsmetoder, nämligen

1. Ett genomsnittligt effektbehov av 100 W/m^2 uppvärmd yta. Metoden används av Energiverken vid bestämning av anslutningseffekter för fjärrvärme. Den ger troligen ett för högt värde.
2. Den totalt levererade energimängden (MWh/år) divideras med utnyttjningstiden, antalet toppeffekttimmar per år, för värmecentralen, varvid max effektbehov fås. Utnyttjningstiden varierar mellan ganska vida gränser för olika anläggningar (1 500 - 2 500 h/år). Uppskattningen blir därför ganska osäker. I vårt fall har vi valt 2 000 h/år som en genomsnittlig utnyttjningstid.

3. Indirekt beräkning av effektbehovet genom anpassning av levererad energimängd till ett varaktighetsdiagram. En detaljerad beskrivning av beräkningsgången finns redovisad i bilaga 15. Resultatet ger troligen ett något för lågt värde, främst beroende på att man ej tar hänsyn till toppar i varmvattenförbrukningen.

Av bilaga 2 framgår att samtliga värmecentraler har en installerad panneffekt, som klart överstiger det verkliga behovet. Beroende av vilken värmecentral man tittar på och vilken beräkningsmetod som används fås det beräknade effektbehovet till mellan 40 och 80 % av installerad panneffekt. För att öka säkerheten vid bedömning av erforderligt effektbehov vid olika driftfall bör mätningar utföras.

5.4 Urvalskriterier metod

5.4.1 Faktaunderlag

Uppgiften var att bland de ovan beskrivna värmecentralerna välja ut de som är mest lämpade för komplettering med värmepump för bivalent drift. För att kunna göra ett riktigt val erfordras ett visst faktaunderlag, nämligen

- Basdata beträffande värmecentral och byggnadsbestånd
- Typ av distributionssystem och temperaturkrav
- Beräknade och uppmätta effekt- och energibehov
- Uppgifter om närhet till praktisk möjlighet att utnyttja olika typer av värmekällor

Samtliga uppgifter finns sammanställda i bilaga 2.

Nedan beskrivs hur man utnyttjar detta material och vilka faktorer som är styrande.

5.4.2 Närhet till lämplig värmekälla

Valet av värmekälla belyses mer ingående i kap 3. Det är

emellertid viktigt att koppla valet av värmekälla till valet av värmecentral.

Man kan av ekonomiska skäl inte ha för stora avstånd mellan värmekälla och värmecentral.

I vårt fall ligger Höken, Vipán och Järpen väl till för utnyttjande av älvvatten med Orren och Storken har ett relativt stort avstånd till älven. Vid användning av luft saknar avståndet betydelse.

5.4.3 Disponibla utrymmen för installation och byggnation

Komplettering av en panncentral med värmepump kan vara relativt utrymmeskrävande. I vissa fall kan installationerna göras inom befintliga byggnader men vanligtvis måste helt nya byggnader uppföras. Speciellt utrymmeskrävande är luftförångare vid luftvärmepumpar.

Utrymmet inom samtliga fem värmecentraler är mycket begränsat. Orren och Storken är friliggande värmecentraler med disponibla ytor runt omkring. Detta gäller speciellt Orren. Höken, Vipán och Järpen är alla inrymda i någon form av bostadshus, vilket ger mindre möjligheter för tillbyggnad.

5.4.4 Värmecentralens status - planerade ombyggnader

Installation av så pass avancerad teknisk utrustning som värmepumpar bör endast göras vid sådana värmecentraler som redan i dag har en god status och som kan förväntas fungera väl vid bivalent drift. För övrigt är det lämpligt att installation av värmepump sker i samband med utrustning eller eventuell ombyggnad av panncentralen.

Samtliga undersökta värmecentraler visar en god teknisk status.

5.4.5 Distributionssystem temperaturnivå

Som tidigare nämnts är erforderlig temperaturnivå på den

levererade värmen mycket viktig, då en värmepump arbetar bäst vid låga kondenseringstemperaturer.

Följande faktorer måste beaktas:

- Temperaturfall i kulvertsystem
- Undercentralens utformning (shuntning, värmeväxling)
- Typ av tappvarmvattenberedning
- Dimensionering av radiatorsystem

I bilaga 2 kan konstateras, att Höken, Vippan och Järpen endast har primärkulvertsystem (saknar undercentraler), varvid värme och varmvatten från värmepumpen kan distribueras direkt till radiatorer och tappställen utan större temperaturfall.

Storken och Orren har undercentraler, som är utformade med shunt på värmesidan och plattvärmeväxlare på tappvarmvattensidan. Genom omläggning av shuntinställning och utökning av värmeväxlarytan kan relativt låga framledningstemperaturer vara tillräckliga.

5.4.6 Miljöfaktorer

Den miljöpåverkan som kan tänkas vid anläggningar av denna typ är ljud och, i händelse av dieseldrift, avgasutsläpp.

Avgasutsläppen blir totalt sett mindre än för en konventionell oljeeldad värmecentral, men sammansättningen är emellertid en annan. Se avsnitt 4.5.

Ljudproblem kan uppstå, speciellt vid utnyttjande av luftförångare. Problemen går att lösa med lämpligt arrangerade ljudabsorbenter.

För att minska påverkan av den lokala miljön bör installationerna placeras med visst avstånd till närmaste bebyggelse. I detta avseende är Orren mest lämpad.

5.4.7 Storlek av värmecentral

Ävsikten med projektet är att åstadkomma minskad oljeförbrukning vid befintliga anläggningar. Den största spar-effekten åstadkommes givetvis vid stora anläggningar typ Orren och Storcken. Dessutom finns vid dessa värmecentraler driftpersonal för kontinuerlig drift och skötsel av värmepumpanläggning. Detta är önskvärt, speciellt i ett uppstartningsskede.

Stora värmepumpar ger en bättre värmefaktor och en lägre specifik installationskostnad, vilket ger en fördelaktig driftekonomi.

5.5 Val av värmecentral - motivering

5.5.1 Värmepump vid Orren med luft som värmekälla

Efter överväganden enligt ovan nämnda mall har Orren valts som lämplig för värmepumpkomplettering med luft som värmekälla.

Följande faktorer har varit utslagsgivande:

- Vid val av luft som värmekälla saknar placeringen av värmecentralen betydelse
- Det finns tillräckliga områden disponibla runt centralen
- Värmecentralens och bostadsbeståndets energistatus är god med bl a låg specifik energiförbrukning
- Vid en eventuell framtida sammankoppling av Orren och Storcken skall Orren stå för basproduktion av värme
- Med enklare ombyggnader i undercentralerna kan framledningstemperaturen hållas relativt låg
- Möjlighet till avskärmning av ljud
- Värmecentralens storlek ger möjlighet till god oljebesparing samtidigt som man har möjlighet att prova relativt känd värmepumpsteknik i stor skala

5.5.2 Värmepump vid Vipán med Nordre älv som värmekälla
Vipán har valts som lämplig för värmepumpkomplettering med Nordre älv som värmekälla. Följande faktorer har varit utslagsgivande:

- Avståndet till älven är kort
- Ett visst utrymme finns vid värmecentralen, eventuellt lämpligt för byggnation
- Värmecentralens status är god med bl a extremt låg specifik energiförbrukning
- Undercentraler saknas och framledningstemperaturen kan hållas låg
- Centralens storlek gör den lämplig att testa relativt ny teknik i en lagom skala

6 TEKNISK UTFORMNING AV INTRESSANTA ALTERNATIV

6.1 Orren

6.1.1 Dimensionering

Den befintliga anläggningen körs för närvarande med framledningstemperaturer runt 100°C. Returtemperaturen ligger på ca 80°C. Detta gäller för både sommar- och vinterfallet.

Värmebärarpumparna är varvtalsreglerade.

Primärvattnet shuntas i undercentralerna.

Tappvarmvattenberedningen sker i plattvärmeväxlare.

Installeras en värmepump blir dess värmefaktor starkt beroende av den producerade primärvattentemperaturen. För att få en hög värmefaktor måste plattvärmeväxlarna för tappvarmvattenberedningen uppdimensioneras.

För beredning av tappvarmvatten med en temperatur av 50°C har två alternativ undersökts:

- primärvattentemperatur 70°C
- primärvattentemperatur 60°C

Konsekvenserna framgår av nedanstående tabell:

Primärvatten-temperatur	Uppdimensionering av värmeöverföringsytor	Kostnad
70°C	100 %	6 000 kronor/UC
60°C	150 %	8 500 kronor/UC

Tab 1 - Konsekvenser för uppdimensionering av värmeväxlare i undercentraler

Skillnaden mellan de två alternativen blir 2 500 kronor per undercentral eller totalt 45 000 kronor för Orrens 18 st undercentraler.

På grund av värmepumpens högre värmefaktor vid 60°C än vid 70°C på primärvattnet betalar sig denna merkostnad på mindre än 6 månader.

Med ovanstående motivering föreslås att Orren kompletteras med en reglerutrustning, som anpassar primärvattentemperaturen efter utetemperaturen enligt nedanstående figur.

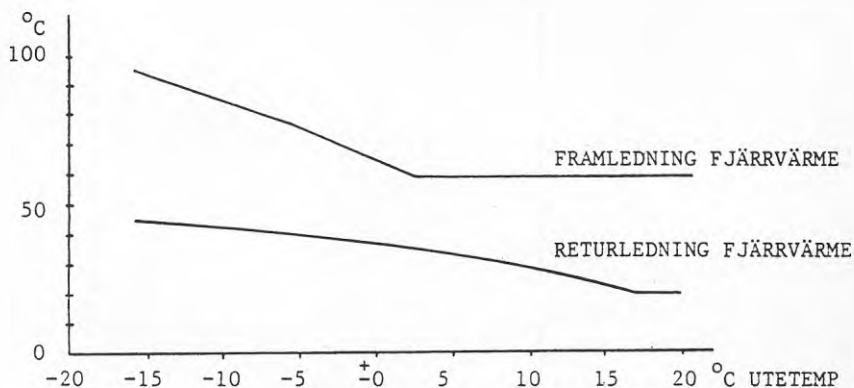


Fig 2 - Fram- och returledningstemperatur som funktion av utetemperaturen

I bilaga 14 finns den ekonomiskt optimala drifttiden för värmepumpens tillsatsvärme framräknad.

Utgående från oljeförbrukningen kan effektbehovet upprättas enligt nedanstående varaktighetsdiagram (jmf bilaga 15).

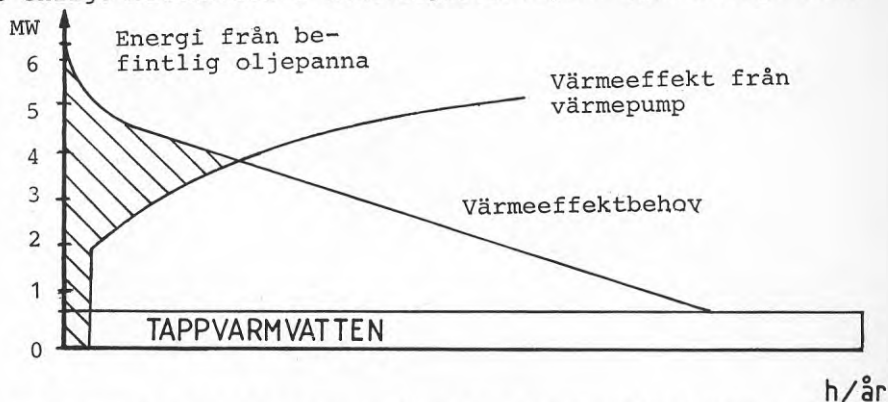


Fig 3 - Varaktighetsdiagram för Orren med luftvärmepump

I diagrammet finns även en kurva för avgiven värmeeffekt från värmepumpen med optimal drifttid för tillsatsvärmen.

Detta betyder att gränstemperaturen blir -1°C och värmepumpens värmeeffekt ca 3,7 MW.

Värmepumpen stoppas vid låga utetemperaturer på grund av kravet på hög framledningstemperatur.

I BFR-rapport R70:1980 "Värmepumpsystem för flerbostadshus med befintlig panncentral" framgår att värmefaktorn för en liknande anläggning blir ca 2,8.

Enligt denna dimensionering täcks ca 80 % av det totala energibehovet med värmepumpen.

6.1.2 Värmepumputrustning

En separat byggnad uppföres för värmepump med kringutrustning.

Byggnaden blir ca 30 m lång, 15 m bred och 10 m hög.

Värmepumpens förångare blir dimensionerande för byggnaden. Ett förslag är att förångarna monteras stående på taket på långsidorna av byggnaden.

I byggnaden placeras kompressorer, kondensorer samt el- och VVS-utrustning.

Hela golvytan under förångarna upptas inte av värmepump-utrustningen. Detta betyder att det finns disponibelt utrymme, som kan nyttjas för andra ändamål. Alternativt behöver inte byggnaden uppta hela markytan under förångarna utan dessa kan monteras på ställningar utanför byggnaden.

Med det ovan skisserade förslaget uppnås en rad fördelar, bl a

- Överskottsvärme från elutrustningen kan värma upp luften som dras genom förångarna. Den uppvärmda luften

kan i vissa fall nyttjas för avfrostning av förångarna. I övrigt sker avfrostningen genom reversering av köldmediesystemet.

- Det tövatten, som bildas vid avfrostningen, är relativt lätt att samla upp och leda bort. Hade förångarna placerats horisontellt stående på marken bildas snart svallis under dessa.
- Buller från förångarfläktarna blir relativt lätt att avskärma med ljuddämpande bafflar runt byggnaden.

Värmepumpen utrustas med 3 st skruvkompressorer för köldmedium R12.

Värmepumpbyggnaden placeras lämpligen mellan Kongahällavägen och Orrrens panncentral. Placeringen framgår av bilaga 18. Med denna placering blir avståndet till närmaste bostadshus ca 50 m.

Inkoppling av värmepumpen på returledningen kan utföras i panncentralen enligt bilaga 19.

För att få så hög värmefaktor som möjligt skall producerad primärvattentemperatur anpassas efter behovet enligt figur 2 på sid 32.

6.2 Vipan

Nedan beskrivs två olika alternativ för värmepumpkomplettering av Vipans panncentral.

Det första, alternativ 1, behandlar det tidigare nämnda förslaget med en ismaskin för värmeproduktion.

Alternativ 2 behandlar säsongslagring av energi i ett lerlager. Lagret laddas sommartid med älvsvatten.

6.2.1 Dimensionering - alternativ 1

För närvarande shuntas värmevattnet utan värmeväxling i panncentralen. Tappvarmvattnet bereds i förrådsberedare.

Värmepumpen dimensioneras, enligt samma princip som för Orren, att täcka effektbehovet vid -1°C .

I ett varaktighetsdiagram får värmeförsörjningen följande utseende

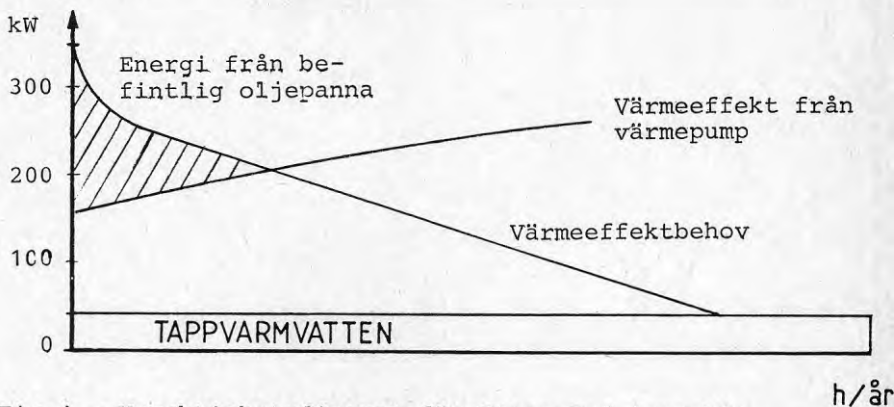


Fig 4 - Varaktighetsdiagram för Vipán med ismaskin

Detta betyder att värmepumpen dimensioneras för 200 kW värmeeffekt.

Med dessa förutsättningar svarar värmepumpen för 85 % av totala värmeenergibehovet.

6.2.2 Värmepumputrustning - alternativ 1

För att kunna nyttja Nordre älv som värmekälla hela året installeras en ismaskin enligt figurer i bilagor 12 och 13.

Värmepumpen placeras antingen på disponibelt utrymme vid älven eller vid panncentralen.

Placeras värmepumpen vid älven dras en relativt dyr värmekulvert upp till panncentralen där inkoppling sker på det befintliga systemet.

Kan värmepumpen däremot placeras vid panncentralen blir kulvertkostnaden avsevärt lägre. Dessutom undviks de kulvertförluster, som uppkommer i det förra fallet. Som de ekonomiska kalkylerna i avsnitt 7.3 visar är placeringen vid panncentralen det intressantaste alternativet.

Efter avfrostning av förångaren pumpas isen uppblandad med vatten åter till älven.

6.2.3 Dimensionering - alternativ 2

För att förbättra värmefaktorn vid låga vattentemperaturer i älven kan älvsvattnet nyttjas för att ladda ett lerlager.

Uppgifterna om lerlagret har inlämnats från Kent Adolfs-son, CTH.

För att kunna lagra energimängden 360 MWh krävs ett lager om 93 000 m³ lera. Lagret kräver en markyta om 9 300 m², vilket innebär ca 100 x 100 m i fyrkant. Höjden på lagret blir 10 m med början 4 m under marknivå.

För detta alternativ dimensioneras anläggningen enligt nedanstående varaktighetsdiagram.

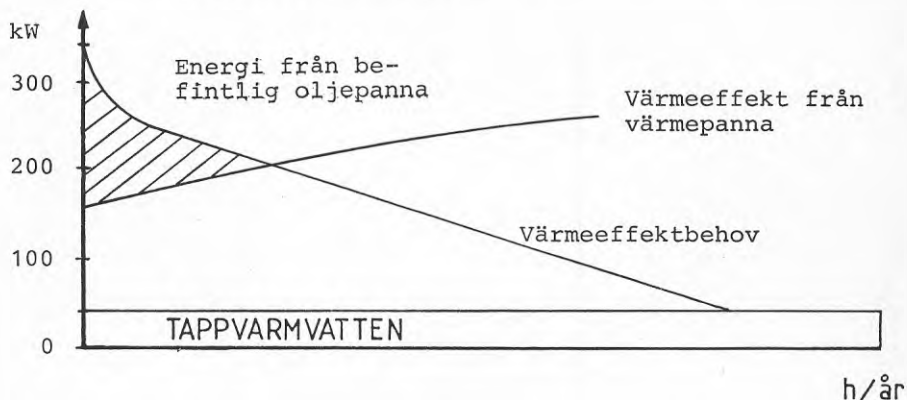


Fig 5 - Varaktighetsdiagram för Vipån med lerlager och värmepump

Detta betyder att värmepumpen utnyttjar älvsvattnet när detta är ca +5°C eller varmare. Vid lägre vattentemperaturer nyttjas lerlagret som värmekälla.

Samtidigt som värmepumpen tar värme ur älvsvattnet laddas lerlagret när vattentemperaturen är högre än lerlagertemperaturen.

Med dessa förutsättningar tas 1/3 av totala värmeeffektbehovet ur lerlagret.

Värmepumpen svarar för 85 % av värmeenergibehovet. 15 % tas från den befintliga oljepannan.

De fördelar, som uppnås med detta system är

- enklare och billigare värmepumptrustning eftersom isbildningsvärmets ej utnyttjas
- årsvärmefaktorn stiger

Nackdelen är den tillkommande kostnaden för värmelagret.

Värmepumpen dimensioneras för gränstemperaturen -1°C , dvs 200 kW. Denna värmeeffekt klaras med en något mindre värmepump än i alternativ 1 på grund av värmekällans högre temperatur.

Chalmers Tekniska Högskola avser att utföra ett fältförsök med lerlager i Kungälv. Resultatet från försöken kan presenteras om 3 år.

6.2.4 Värmepumptrustning - alternativ 2

För detta alternativ utformas värmepumpen som ett konventionellt vattenkylaggregat. Värmepumpen placeras, som beskrivits för alternativ 1, antingen vid älven eller vid panncentralen.

På den disponibla marken vid älven placeras värmelagret.

7 EKONOMISKA KALKYLER FÖR INTRESSANTA ALTERNATIVA

7.1 Energi priser

För att klargöra möjligheterna att utforma eltaxan på ett för alla parter gynnsamt sätt, har inledande kontakter tagits med Kungälv's Elverk.

Eftersom hela värmeeffektbehovet kan täckas med de befintliga oljepannorna finns det möjlighet att stänga av värmepumpen under vissa betingelser. Detta kan utnyttjas för att undvika överbelastning av elnätet.

Avstängning av värmepumpen kan bli aktuell under perioden slutet av november t o m februari och då företrädesvis under begränsad tid under för- och eftermiddag.

Dessutom kan värmepumpen behöva stoppas vid låga utetemperaturer på grund av kravet på höga framledningstemperaturer.

Elverket undersöker för närvarande möjligheterna att leverera lågspänning enligt ett specialavtal.

Tills vidare beräknas eltaxan enligt Vattenfalls tariffer för 1981. Förmodligen kan den slutgiltiga lösningen ge ett något fördelaktigare energipris.

Nedanstående preliminära kostnadsexempel är beräknat för Orrens elförbrukning, med normaltariff 3 (N 3).

Energiförbrukning	5 690 MWh el/år	
Effektanslutning	1 650 kW	
Fast avgift		4 000:-
Abonnemangavgift (35 kr/kW)		
lägst 90 % av 1 650 kW		52 000:-
Högbelastningsavgift (215 kr/ /kW) lägst 25 % av 1 650 kW		89 000:-
Energiavgift		
Maj-augusti 9,9 öre/kWh el		99 000:-
Övrig tid 11,0 "-		<u>516 000:-</u>
		760 000:-

	Transport	760 000:-
Indextillägg 3 %		23 000:-
Energiskatt 4 öre/kWh el		<u>228 000:-</u>
	Summa kronor	1 011 000:-

För årsenergiförbrukningen 5 690 MWh betyder detta ett genomsnittligt elenergipris på ca 17,8 öre/kWh. Detta pris används även i kalkylerna för Vipán.

Oljepriserna sätts enligt nedanstående tabell (energi-
priset beräknat med årsmedelverkningsgraden 80 %).

Eo1	1 400 kr/m ³	17,5 öre/kWh _v
Eo4LS	1 000 "	11,6 "-

7.2 Orren

Erfarenheter om investeringskostnaden för liknande anläggningar är relativt begränsad. Kostnaderna uppskattas enligt nedanstående tabell (1980 års prisnivå). Priset antas ligga inom 20 % felmarginal.

Värmepumpbyggnad

Värmepump	4 500 kkr	
Byggnad	2 250 "	
El	450 "	
VVS	100 "	
Övrigt	<u>200 "</u>	7 500 kkr
Transformatorstation		300 "
Kulvert mellan värmepumpbyggnad och panncentral		100 "
Ombyggnation av undercentraler		200 "
Oförutsett		<u>900 "</u>
	Summa	9 000 kkr

Tab 2 - Investeringskostnad för Orren

Av Orrens totala värmeproduktion på 19 900 MWh_v/år kan ca 80 % (15 920 MWh_v/år) täckas av värmepumpen. För detta åtgår 5 690 MWh el. Värmefaktor 2,8.

I nedanstående tabell visas energiförsörjning och kostnadskonsekvenser vid installation av värmepump.

Total värmeproduktion	19 900 MWh _v	
Från värmepumpen avgiven värmeenergi (80 % av 19 900 MWh _v)	15 920 MWh _v	
Oljebesparing		1 847 m ³ /år
Sparad oljekostnad		1 847 kkr
Värmepumpens elenergiförbrukning (ϕ = 2,8)	5 690 MWh _{el}	1 011 kkr

Tab 3 - Energiförsörjning och kostnadskonsekvenser för Orren

Värmepumpens rörliga energikostnad blir då

$$1\ 011\ 000/15\ 920 = 64\ \text{kr/MWh}_v \text{ eller } 6,4\ \text{öre/kWh}_v$$

Enligt Lars-Olof Glas "Värmepumpboken" kan årlig underhållskostnad uppskattas till 2 % av anläggningskostnaden. Detta betyder 180 kkr/år i underhållskostnad.

Med 15 års genomsnittlig avskrivningstid och 10 % ränta blir kapitaltjänstekostnaden 1 179 kkr/år.

Detta betyder att värmeenergi från värmepumpen kan produceras till en total kostnad av

$$(180 + 1\ 179 + 1\ 011) \cdot 1\ 000/15\ 920 = 149\ \text{kr/MWh}_v \text{ eller } 14,9\ \text{öre/kWh}_v$$

På grund av värmepumpinstallationen kommer oljepannornas drifttid att minska och därmed dess återstående livslängd att förlängas. Detta betyder att kapitalkostnaden

för oljeanläggningen reduceras på ett för värmepumpinstallationen gynnsamt sätt.

Någon uppskattning av förlängd livslängd för de befintliga pannorna och därmed minskad kapitaltjänstekostnad för oljepannorna görs ej inom ramen för denna utredning. Fast plus rörlig kostnad för energi från en oljeeldad värmecentral ligger på ungefär samma nivå som den av värmepumpen producerade energin. Se bilaga 16.

7.3 Vipan - alternativ 1

Placeras värmepumpen vid Nordre älv kan investeringskostnaden uppskattas enligt

Värmepumputrustning	750 000 kr
Byggnad	75 000 "
Kulvert 700 m à 1 125 kr	<u>788 000 "</u>
	1 813 000 kr

Tab 4 - Investeringskostnad för ismaskin vid Vipan med placering vid älven

Kan däremot värmepumpen placeras vid panncentralen blir kostnadsbilden

Värmepumputrustning	750 000 kr
Byggnad	75 000 "
Kulvert 300 m oisolerade avloppsrör à 750 kr	225 000 "
Pumpstation vid älven	<u>50 000 "</u>
	1 100 000 kr

Tab 5 - Investeringskostnad för ismaskin vid Vipan med placering vid panncentralen

I fortsättningen göres de ekonomiska kalkylerna med detta senare alternativ.

Av Vipans totala värmeproduktion på 1 088 MWh_V år kan ca 85 % (925 MWh_V/år) täckas av värmepumpen. För detta åtgår 308 MWh el. Värmefaktor 3,0.

I nedanstående tabell visas energiförsörjning och kostnadskonsekvenser vid installation av värmepump.

Totalvärmeproduktion		1 088 MWh _V
Från värmepumpen avgi- ven värmeenergi (85 % av 1 088 MWh _V)		925 "
Sparad oljekostnad		162 000 kr
Värmepumpens elenergi- förbrukning ($\phi = 3,0$)	308 MWh el	55 000 kr

Tab 6 - Energiförsörjning och kostnadskonsekvenser med ismaskin för Vipán

Rörlig energikostnad blir $55\ 000/925 = 59$ kr/MWh_V eller 5,9 öre/kWh_V.

Underhållskostnaden blir med 2 % av anläggningskostnaden ca 22 000 kr/år.

Med 15 års genomsnittlig avskrivningstid och 10 % ränta blir kapitaltjänstekostnaden 144 000 kronor per år. Detta betyder, att värmeenergi från värmepumpen kan produceras till en totalkostnad av

$(22\ 000 + 144\ 000 + 55\ 000)/925 = 239$ kr/MWh_V eller 23,9 öre/kWh_V

För en oljecentral av denna storlek motsvarar detta ungefär totalkostnaden för oljeproducerad energi. Se bilaga 16.

7.4 Vipán - alternativ 2

Som visats för alternativ 1 blir installationskostnaden betydligt lägre om värmepumpen placeras vid panncentralen än vid älven.

För alternativet med lerlager blir värmepumpen betydligt enklare.

Investeringskostnaden uppskattas enligt:

Värmepump	500 000 kr
Byggnad	75 000 "
Kulvert 300 m oisolerade avlopps- rör à 750 kr	225 000 "
Lerlager	300 000 "
Pumpstation vid älven	50 000 "
	<hr/> 850 000 kr

Tab 7 - Investeringskostnad för alternativet med lerlager för Vipán

På grund av lerlagret fås en något högre årsvärmefaktor än med enbart älven som värmekälla. Värmefaktorn uppskattas till 3,3.

Med detta system kan ca 85 % av Vipans totala värmeproduktion täckas med värmepumpen.

I nedanstående tabell visas energiförsörjning och kostnadskonsekvenser vid installation av värmepump och ackumulering i lerlager:

Total värmeproduktion		1 088 MWh _v
Från värmepumpen avgiven värmeenergi (85 % av 1 088 MWh _v)		925 "
Sparad oljekostnad		162 000 kr
Värmepumpens elenergi- förbrukning ($\phi = 3,3$)	280 MWh _{el}	50 000 kr

Tab 8 - Energiförsörjning och kostnadskonsekvenser för alternativet med lerlager för Vipán

Med 15 års genomsnittlig avskrivningstid och 10 % ränta blir kapitaltjänstekostnaden 111 000 kronor per år.

Underhållskostnaden blir ungefär 17 000 kr/år.

Detta betyder att värmeenergi från värmepumpen kan produceras till en total kostnad av

$$(111\ 000 + 17\ 000 + 50\ 000)/925 = 198 \text{ kr/MWh eller } 19,8 \text{ öre/kWh}$$

Detta alternativ blir alltså något billigare än alternativ 1, med ismaskinen.

Tekniken med lerlagret bör dock utprovas innan den tillämpas i stor skala.

8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Av de fem undersökta blockcentralerna föreslås att Orren och Vipan kompletteras med värmepump. Värmepumpen bör i båda fallen drivas av en elmotor. För Orren väljs uteluft som värmekälla och för Vipan nyttjas Nordre älv.

Förslaget med lerlagret är inte praktiskt utprovat. Av denna anledning föreslås att tekniken inte tillämpas förrän resultaten från planerade fätförsök kan presenteras (tidigast 3 år).

Kostnaderna för värmepumpinstallationen fördelar sig enligt nedanstående tabell.

	Orren	Vipan
Investering (kkkr)	9 000	1 100
Kapitaltjänstekostnad (kkkr/år)	1 179	144
Fast energikostnad (öre/kWh _v) *	7,4	15,6
Oljebesparing (m ³ /år)	1 847	166
Sparad oljekostnad (kkkr/år)	1 847	162
Elkostnad (kkkr/år)	1 011	55
Rörlig energikostnad (öre/kWh _v) **	6,4	5,9
Underhållskostnad (öre/kWh _v)	1,1	2,4
Underhålls- + fast och rörlig energikostnad (öre/kWh _v)	14,9	23,9

Tab 9 - Sammanställning av kostnader

- * Fast energikostnad är kvoten mellan kapitaltjänstekostnaden och av värmepumpen producerad energi
- ** Rörlig energikostnad är kvoten mellan årlig elenergi-kostnad och av värmepumpen producerad energi

Totalkostnaden för värmeproduktion med värmepump är jämförbar med oljeproducerad värme.

Antag att investeringskostnaden för Orren ökar från 9 till 10,8 miljoner kronor, dvs 20 %, innebär detta att totalpriset för energin ökar med 10 % från 14,9 till 16,4 öre/kWh.

I första hand föreslås att installera en värmepump vid Orrens panncentral.

Detta ger den största oljebesparingen. Tillgängligheten på uteluft gör att denna anläggning har de största förutsättningarna att tillämpas vid fler anläggningar runtom i Sverige. Dessutom är värmepumpstekniken med luft som värmekälla mest mogen för tillämpning i stor skala.

REFERENSER

BFR Rapport R70:1980

Värmepumpsystem för flerbostadshus med befintlig panncentral

Förprojektering, Danielsson m fl

Energilagring i djupjordsystem

Förstudie, Kent Adolfsson, CTH

BFR-rapport R94:1980

Dieseldrivna värmepumpar i befintliga hetvattencentraler

Teknisk/ekonomisk förstudie, Karen Munch

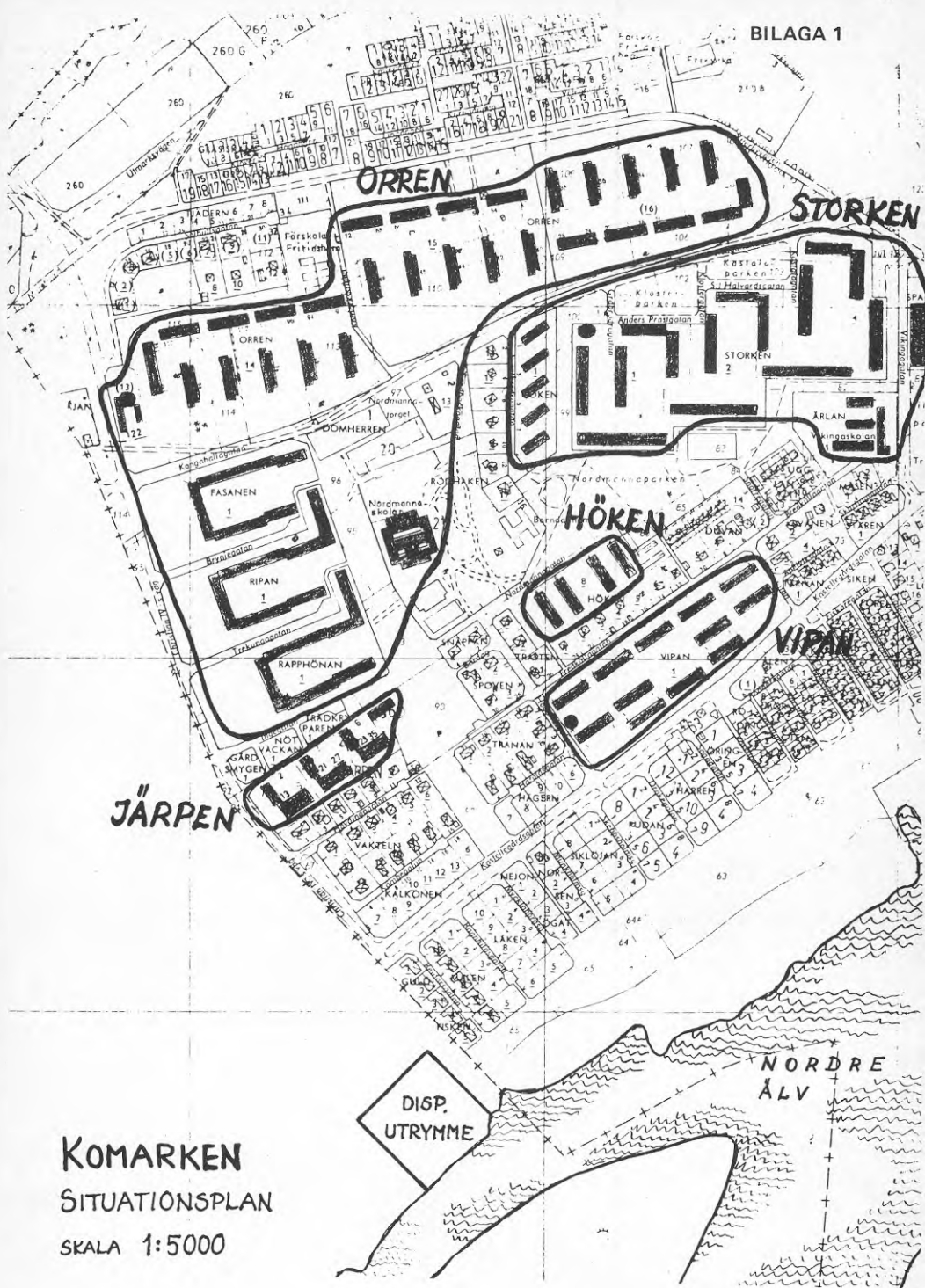
BFR-rapport R81:1980

Värmepumpar för flerbostadshus

Förstudie i 750 lägenheter i Minneberg, Stockholm

Gunnar Berkowicz m fl

Värmepumpboken, Lars-Olof Glas



KOMARKEN
 SITUATIONSPLAN
 SKALA 1:5000

BILAGA 2

FEM VÄRMECENTRALER INOM KOMARKEN - SAMMANSTÄLLNING AV DATA

	ORREN	STORKEN	HÖKEN	VIPAN	JÄRPEN
Ägare/förvaltare	HSB	HSB	HSB	HSB	SAMFÄLLIGHET/GARNISONEN, GBG
Byggnadsår	1967	1961	1965	1964	1967-1968
Antal lgh och lokaler	1 360 lgh 1 skola 1 affär	638 lgh 1 skola 1 affär	32 småhus	214 lgh 41 småhus	42 lgh 21 radhus
Uppvärmad yta (m ²)	99 400	44 600	3 200	6 580	4 455
Installerade pannor					
År	1967	1961	1965	1964	1966
Effekt (kW)	4 650	1 860	215	285	25 m ²
Fabrikat	Parca 65 FV/40	Fjällman F	Gustavsberg E2	ABSO PK III	ABSO PK III
År	1967	1961	1965	1964	1966
Effekt (kW)	4 650	1 860	215	285	25 m ²
Fabrikat	Parca 65 FV/40	Fjällman F	Gustavsberg E2	ABSO PK III	ABSO PK III
År	1967	1961		1980	
Effekt (kW)	4 650	1 860		285	
Fabrikat	Parca 65 FV/40	Fjällman F		Parca N NL2	
Tot inst effekt (MW)	14	5,6	0,43	0,85	0,57
Värmedistr system dimensionering					
Primärnät (°C)	90-100	90-100	--	--	80°C
Sekundärnät (°C)	80/60	80/60	80/60	80/60	80/60
Undercentraler					
Antal	18	14	--	--	3
Utformning	Värme-shuntn VV-platt- VWX	Värme-shuntn VV-platt- VWX	--	--	Värmeväxling Förrådsberedare

	ORREN	STORKEN	HÖKEN	VIPAN	JÄRPEN
Framledningstemperatur (reglercentral)					
$T_{ute} = 0^{\circ}\text{C}$	48 $^{\circ}\text{C}$	53 $^{\circ}\text{C}$ *	45 $^{\circ}\text{C}$	49 $^{\circ}\text{C}$	55 $^{\circ}\text{C}$
$T_{ute} = -20^{\circ}\text{C}$	64 $^{\circ}\text{C}$	75 $^{\circ}\text{C}$ *	67 $^{\circ}\text{C}$	72 $^{\circ}\text{C}$	74 $^{\circ}\text{C}$
Tappvarmvattentemperatur ($^{\circ}\text{C}$)	55-65 **	55-65 **	55-65 ***	55-65 ***	55-65 ***
Oljeförbrukning och oljekvalitet					
$\text{m}^3/\text{år}$	78-2419 79-2362 (Eo4LS)	78-962 (Eo4, Eo1) 79-1090 (Eo4LS)	78-74 79-80 (Eo1)	78-143 79-147 (Eo1)	78-118 79- (Eo1)
$\text{m}^3/\text{normalår}$	78-2304 79-2072	78-916 79-956	78-70,5 79-70,2	78-136 79-129	78-112 79-
Levererad energim $\eta = 80\%$ (MWh/år)					
Totalt	19 900	8 000	560	1 100	900
Värme	13 900	5 600	390	770	630
VV	6 000	2 400	170	330	270
Beräknat effektbehov vid DUT (-16°C)					
Varakt diagram	6,5 (MW)	2,6 (MW)	184 (kW)	355 (kW)	292 (kW)
100 W/m^2	9,9 MW	4,5 MW	320 kW	660 kW	450 kW
Utnyttjningstid 2 000 h/år	10 MW	4 MW	280 kW	550 kW	450 kW
Effektmätning	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas
Månadsvis oljeförbr ($\text{m}^3/\text{mån}$)	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas	Saknas
Spec oljeförbr ($1/\text{m}^2$, år)	24,5	24,9	22,0	21,7	26,5

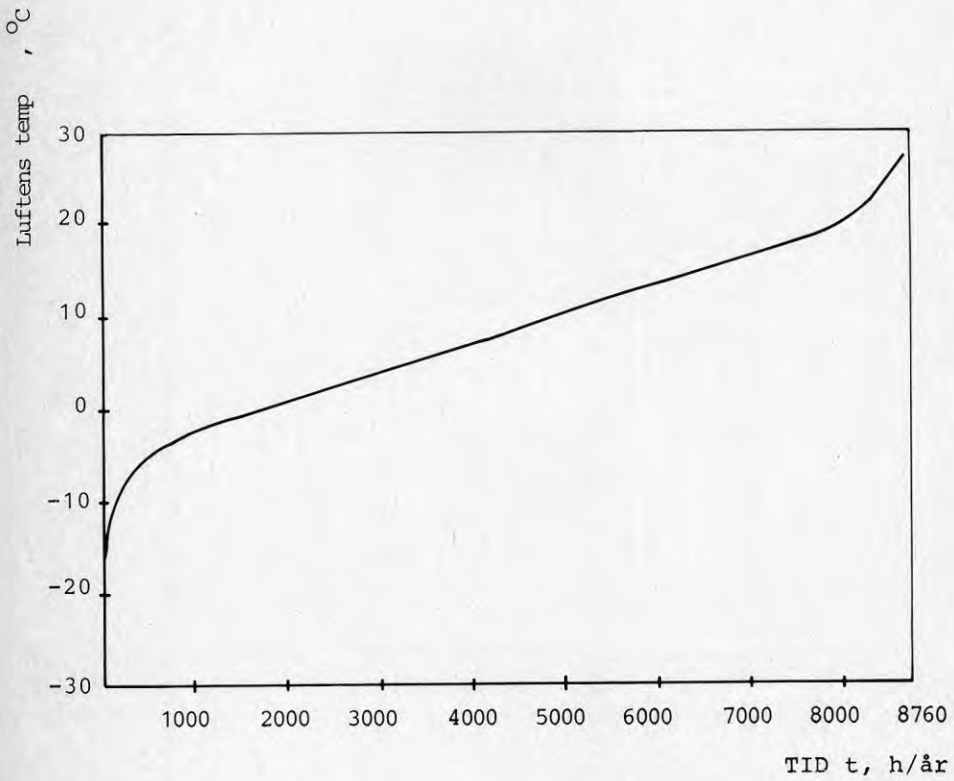
* Kan sänkas efter inreglering

** Sänkning till 50 $^{\circ}\text{C}$ kan göras

*** Sänkning till 45 $^{\circ}\text{C}$ kan göras

	ORREN	STORKEN	HÖKEN	VIPAN	JÄRPEN
Värmecentralens status	God	God	God	God	God
Planerade om- o tillbyggnader	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Disp utrymme inom PC	Inget	Inget	Begr	Inget	Inget
Möjlighet till tillbyggnad	Mycket god	Rel god	Små	Små	Små
Avstånd till Nordre älv					
Kortaste vägen	900 (lätt framkoml)	800 (svår)	500 (svår)	300 (svår)	600 (rel lätt)
Till disp område	900 (lätt framkoml)	1 300	1 000	700	600 (rel lätt)
Möjlighet till avskärmning ljud	Goda	Rel goda	Små	Små	Små

UTELUFTENS TEMPERATURVARIATION



BILAGA 5

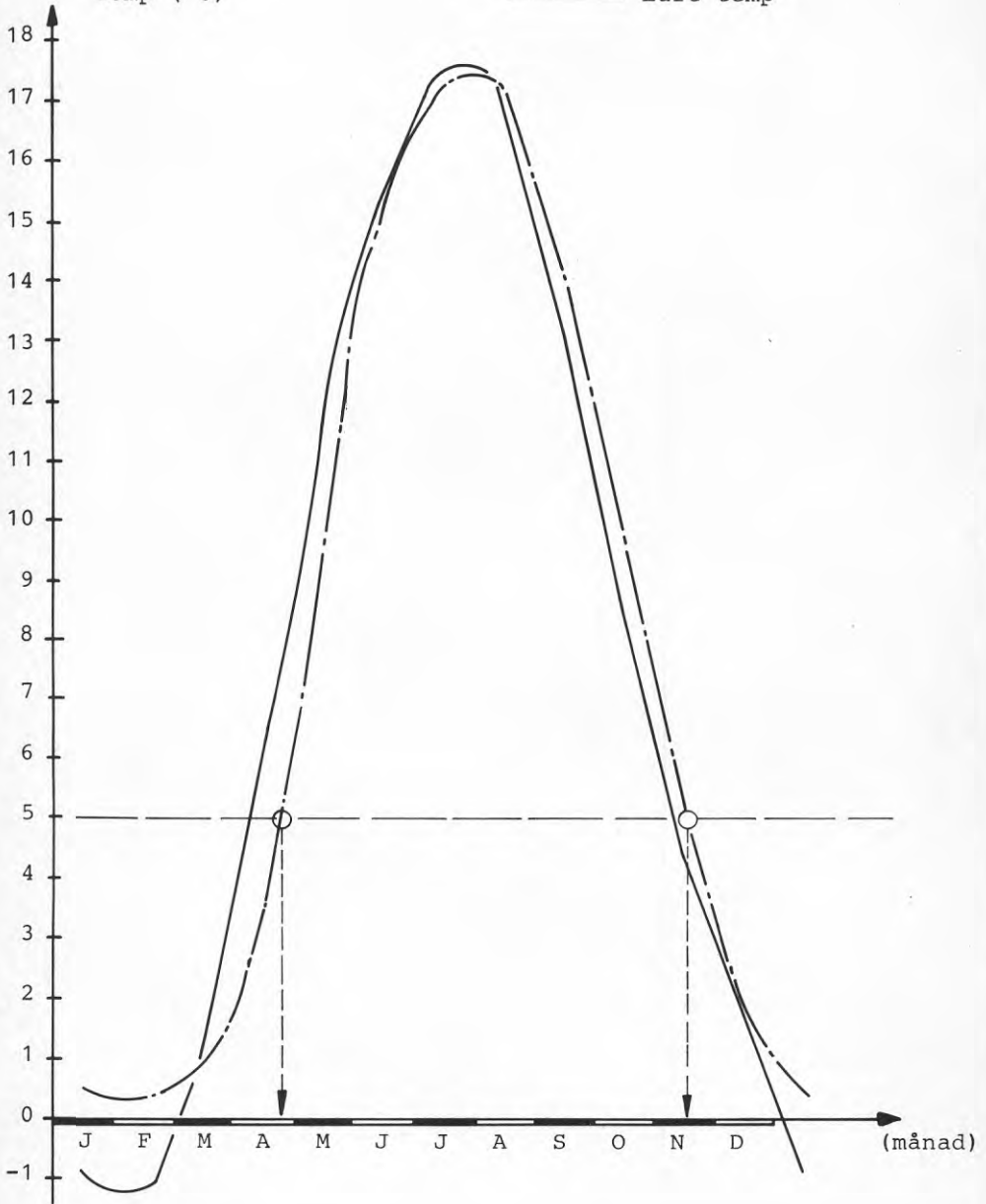
MÅNADSMEDELVÄRDE

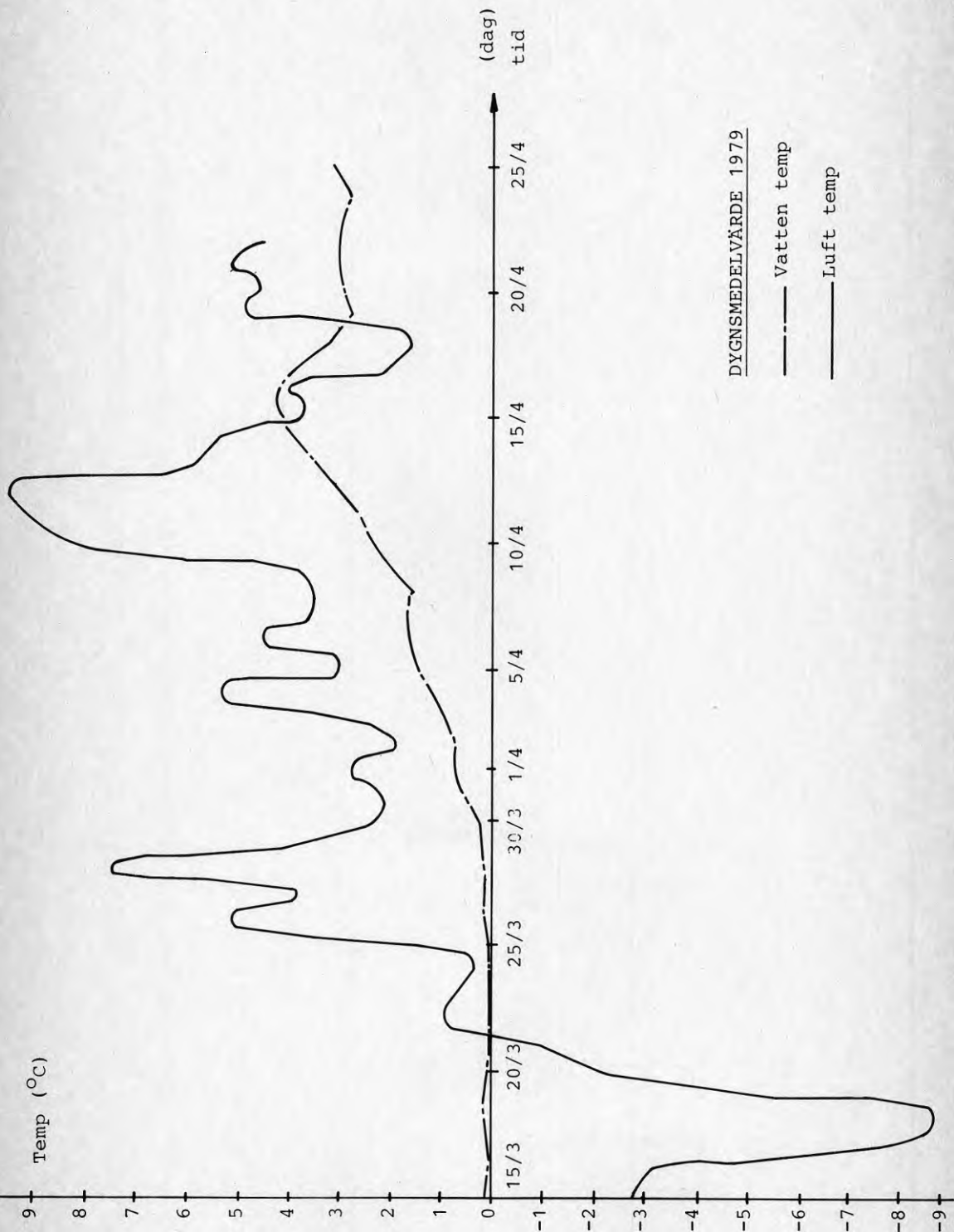
Vatten temp i

Nordre älv

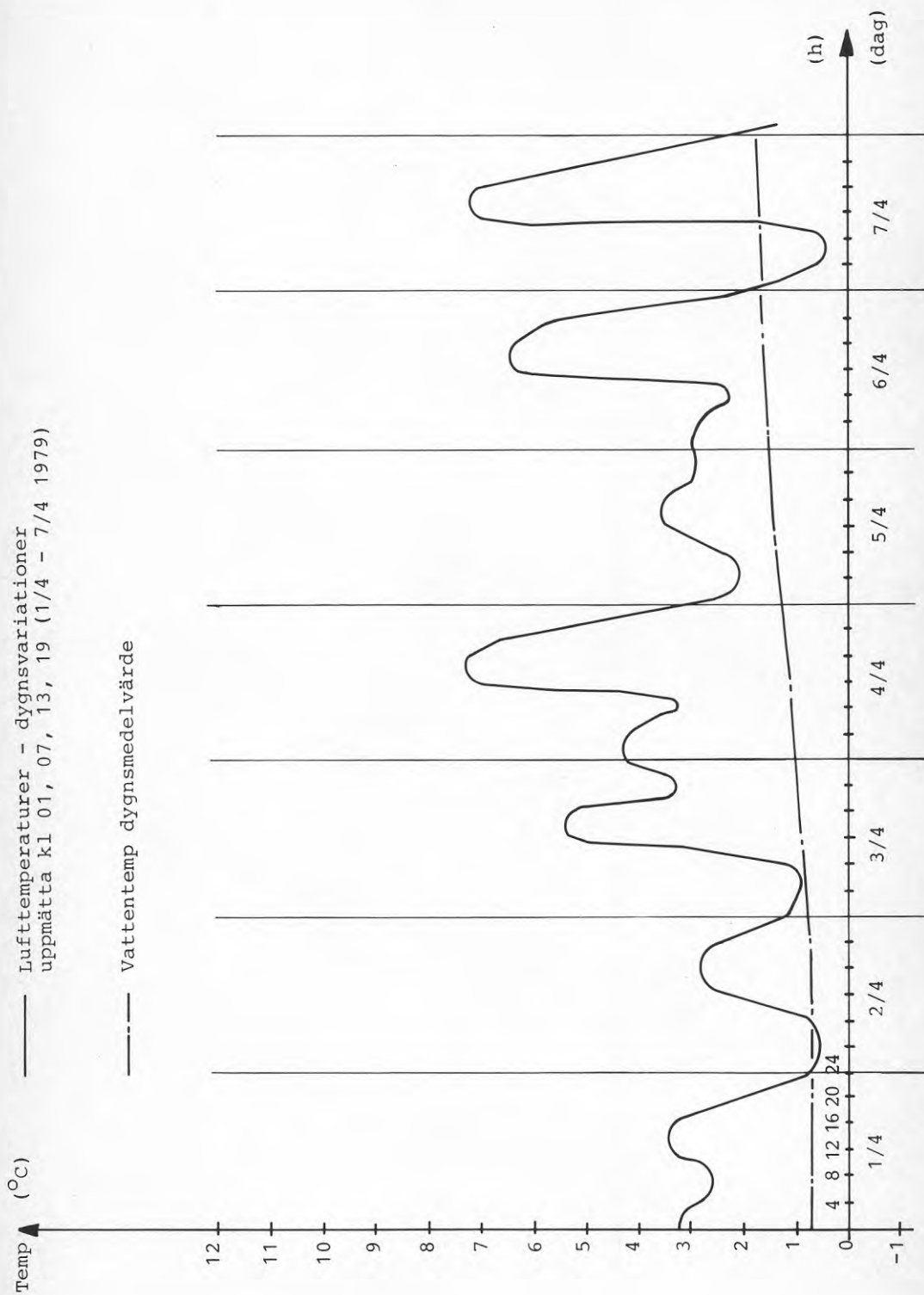
Temp ($^{\circ}\text{C}$)

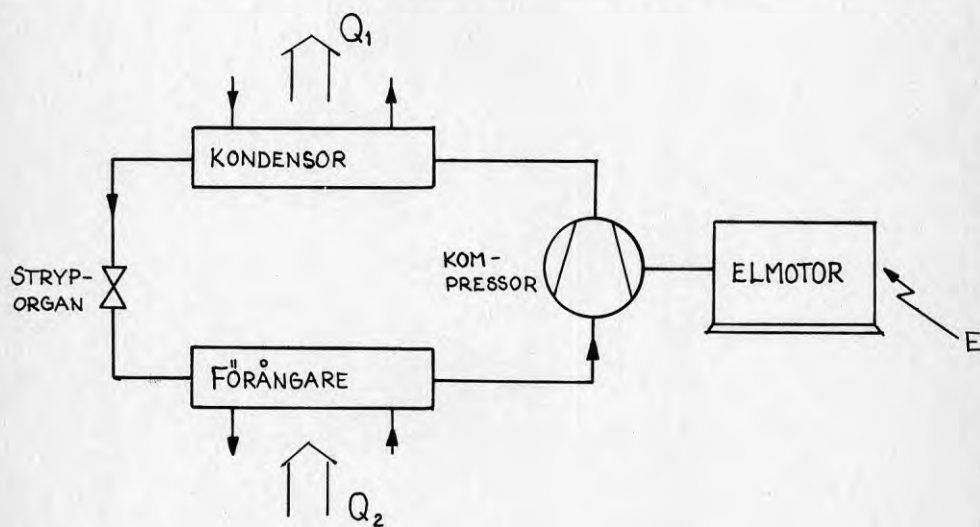
Luft temp



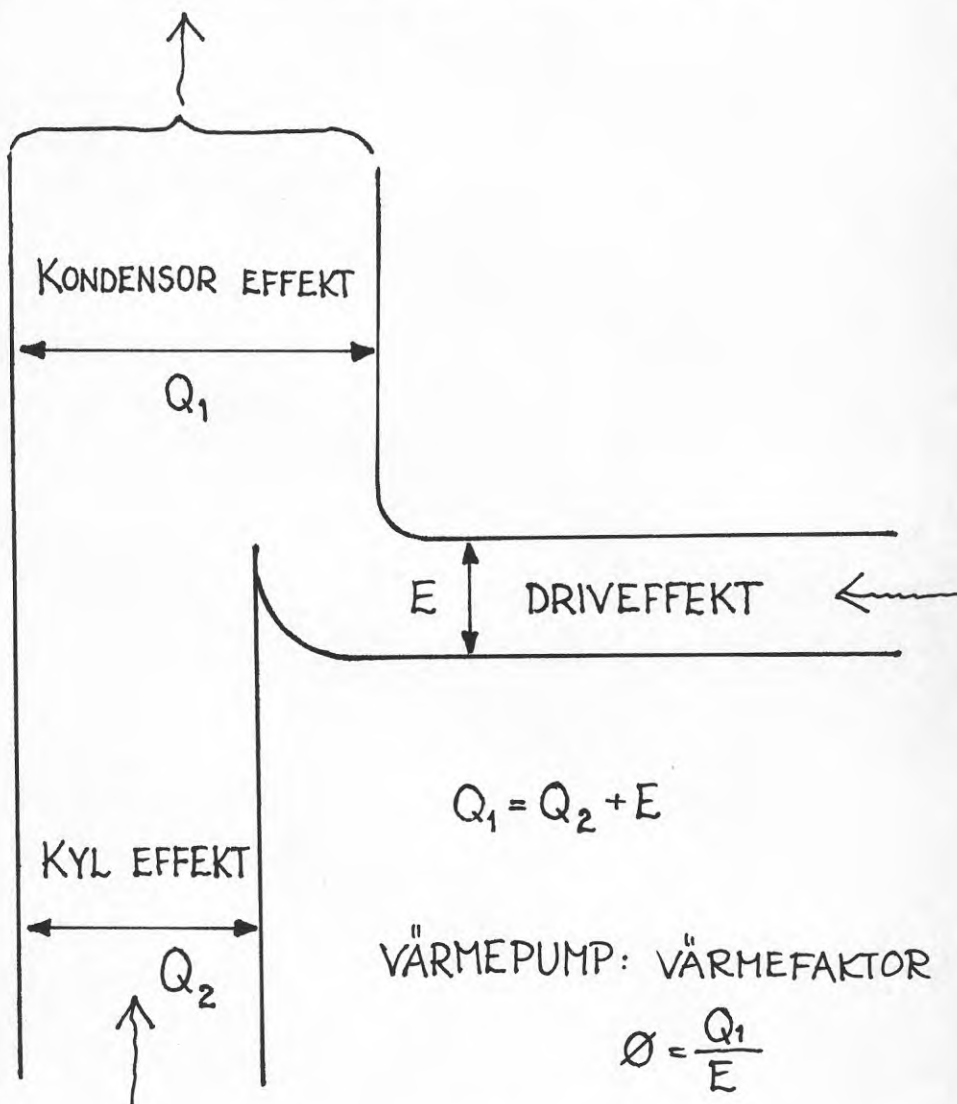


BILAGA 7



VÄRMEPUMP MED ELDRIFT - PRINCIPSCHEMA

SANKEY-DIAGRAM FÖR ELMOTORDRIFT

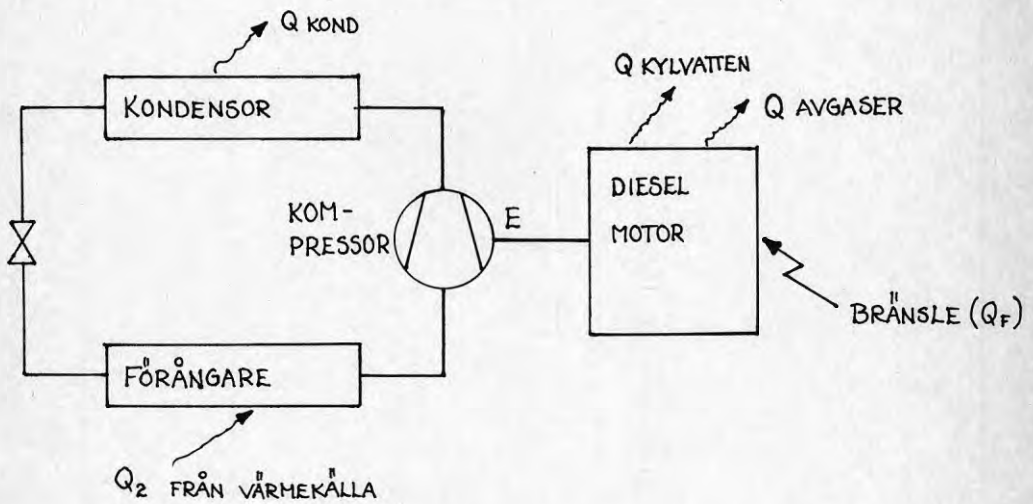


$$Q_1 = Q_2 + E$$

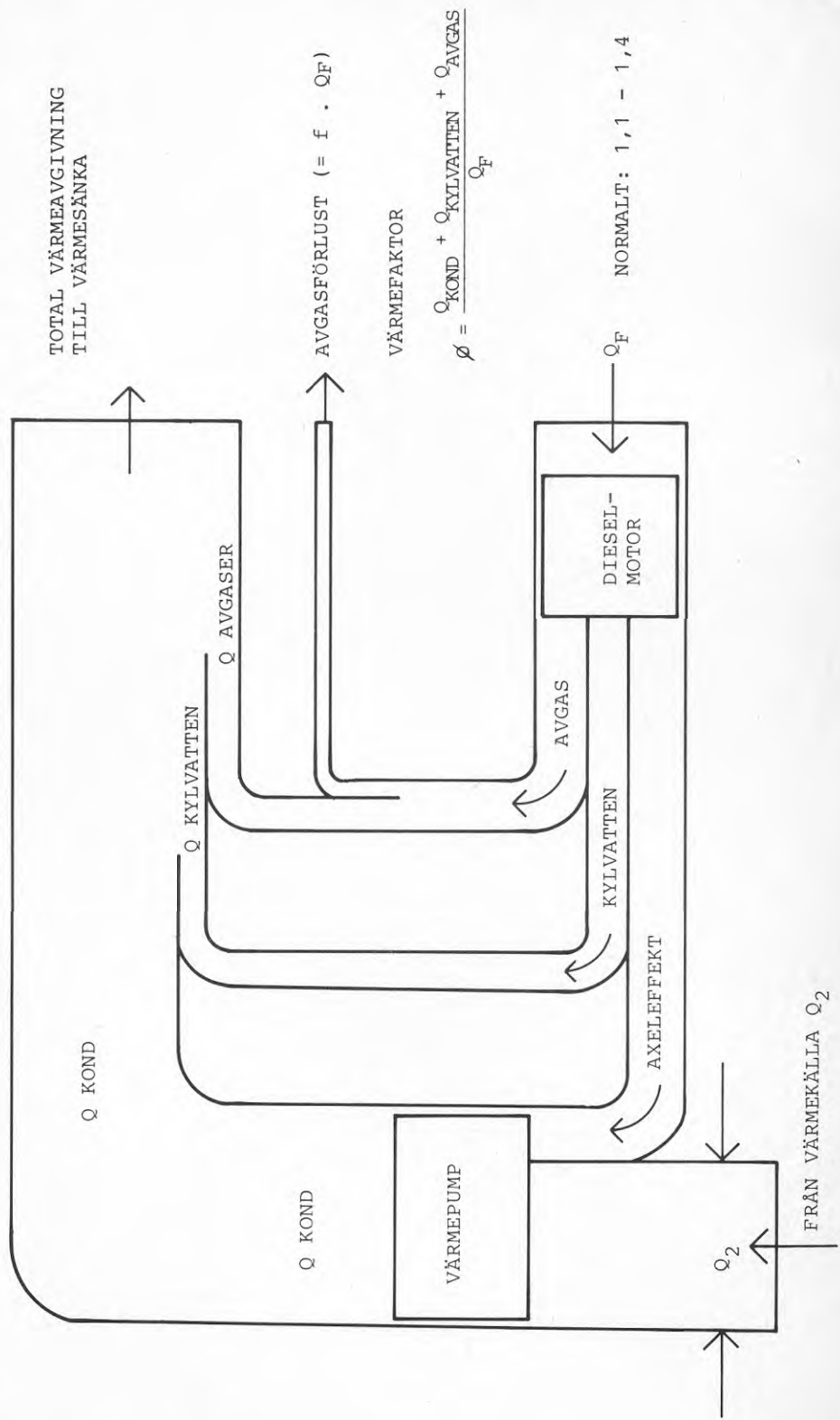
VÄRMEPUMP: VÄRMEFAKTOR

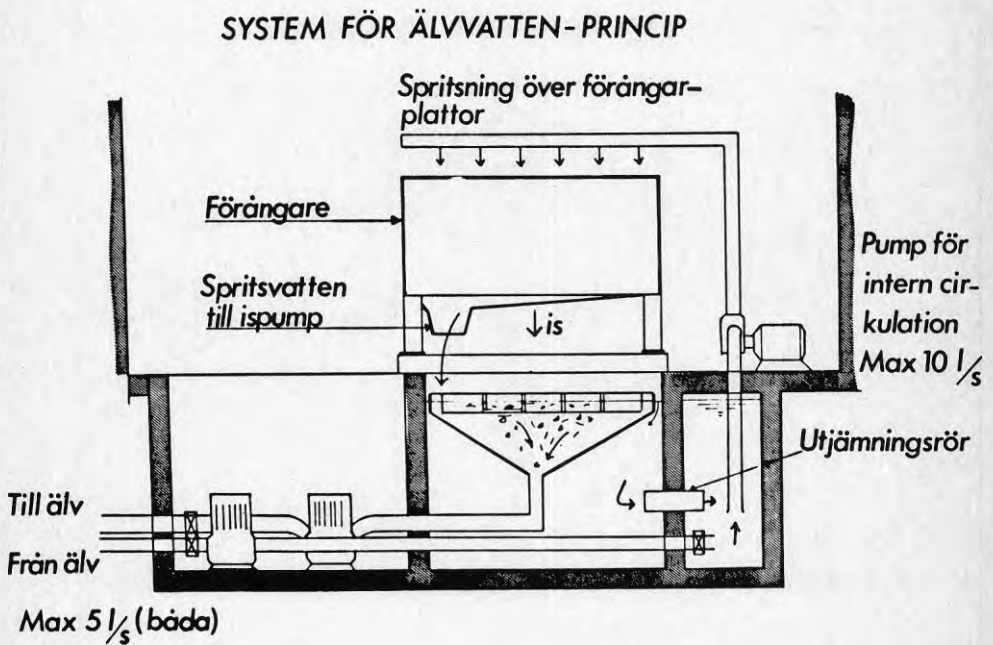
$$\varnothing = \frac{Q_1}{E}$$

NORMALT : 2-3

VÄRMEPUMP MED DIESELMOTORDRIFT - PPINCIPSCHEMA

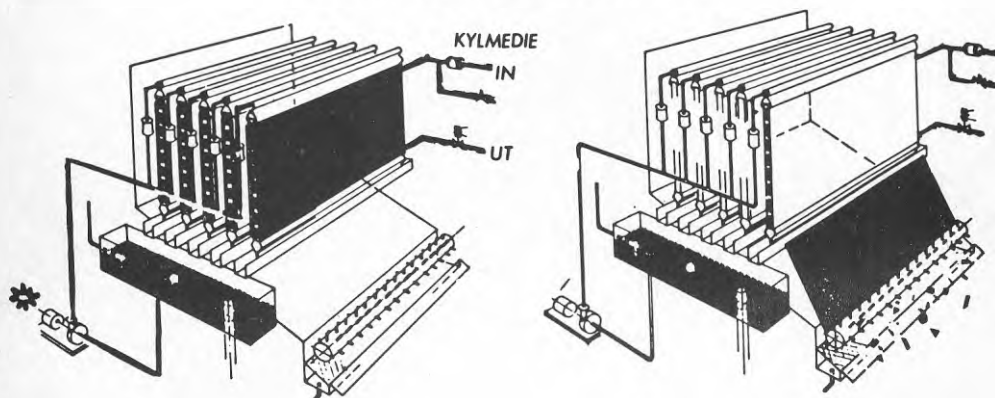
SANKEYDIAGRAM FÖR DIESELMOTORDRIFT





FIGUR FRÅN:
RAPPORTEN OM
STATENS VATTEN-
FALLVERKS
ANLÄGGNING I
ÄLVKARLEBY.

FÖRÅNGARDEL – PRINCIP



1. Isbildning – värme tas från nollgradigt vatten och levereras till labhallarna via aerotemperar.

2. Avisning – värmeflödet vänds kortvarigt, isen mals sönder och pumpas till älven.

☼ Pump för intern cirkulation av älvvatten

FIGUREN SOM
FÖREGÅENDE
BILAGA.

OPTIMERING AV GRÄNSTEMPERATUR

enligt Lars-Olof Glas, "Värmepumpboken"

K_{AV}	Marginell anläggningskostnad för vp (kr/kW)
ϕ_t	Värmepumpens totala årsvärmefaktor
E_V	Effektavgifter för värmepump (kr/kW)
e_v	Energiavgift för värmepump (kr/kWh)
e_T	Energiavgift för tillsatsvärme (kr/kWh)
a_v	Annuitet för avskrivningar
T	Drifftid för tillsatsvärme (timmar)

Optimal drifftid för tillsatsvärme är

$$T = \frac{a_v \cdot K_{AV} + E_V/\phi_t}{e_T - e_v/\phi_t}$$

För anläggningen vid ORREN fås

a_v	= 0,13	E_V	= 90 kr/kW
K_{AV}	= 350 kr/kW	e_v	= 0,148 kr/kWh
ϕ_t	= 2,8	e_T	= 0,116 kr/kWh

$$T = \frac{0,13 \cdot 350 + 90/2,8}{0,116 - 0,148/2,8} = 1\ 230\ \text{h}$$

Detta betyder för Kungälv med medeltemperaturen $7,9^{\circ}\text{C}$ att värmepumpen dimensioneras för -1°C , dvs 3,7 MW värmeeffekt.

Beräkning av dimensionerande effektbehov contra verklig energiförbrukning

Beräkningsgång:

1. Räkna om aktuell oljeförbrukning till normalårsförbrukning.
2. Räkna om normalårsförbrukning till levererad energimängd med en ansatt årsmedelverkningsgrad för pannan.
3. Antag att 30 % av levererad energimängd åtgår för tappvarmvatten jämnt fördelat under året.
4. Återstående energimängd (70 %) avstämmer mot den för orten aktuella varaktighetskurvan till 17°C.

Exempel beräknat för Orren.

Oljeförbrukning 2 419 m³ Eo4LS 1978.

1. Normalårsförbrukning 1978, 105 % av normalår

$$\frac{2\,419}{105} = 2\,304 \text{ m}^3/\text{normalår}$$
2. Levererad energimängd Eo4LS 10,8 MWh/m³
 Årsmedelverkningsgrad 80 %
 Levererad energimängd 2 304 · 10,8 · 0,8 =
 = 19 906 MWh/år
3. Tappvarmvatten 30 % av 19 906 är 5 972 MWh/år
 och för årets 8 760 h fås $\frac{5\,972}{8\,760} = 0,68 \text{ MW}$
4. Värme 70 % av 19 906 är 13 934 MWh/år
5. Antalet gradtimmar för uppvärmning till DIT =
 = 17°C är 83 200 °C h/år
 Då fås $\frac{13\,934}{83\,200} = 0,167 \text{ MW/}^\circ\text{C}$
 och för DIT-DUT = 17-(-16) = 33°C fås
 33 · 0,167 = 5,5 MW

Det totala effektbehovet för värme och tappvarmvatten blir 0,68 + 5,5 = 6,18 MW.

Observera, att det verkliga effektbehovet är något högre på grund av toppar i tappvarmvattenförbrukningen.

Kostnader för energiproduktion vid oljeeldad panncentral

Oljepriserna kalkyleras enligt nedanstående tabell (energi priset beräknat med 80 % årsmedelverkningsgrad).

Eo1	1 400 kr/m ³	17,5 öre/kWh
Eo4LS	1 000 " "	11,6 " "

För en större panncentral, som eldas med tjockolja kan den specifika investeringskostnaden sättas till 300 kr/kW.

Med 15 år avskrivningstid och 10 % ränta blir kapitalkostnaden 39 kr/kW, år. För Orren med en installerad effekt på 14 MW och en producerad energimängd på 19 900 MWh/år fås

$$\frac{39 \cdot 14\ 000}{19\ 900} = 27 \text{ kr/MWh eller } 2,7 \text{ öre/kWh}$$

Underhållskostnaden sätts till 200 000 kr/år eller

$$\frac{200\ 000}{19\ 900} = 10 \text{ kr/MWh eller } 1 \text{ öre/kWh}$$

Den totala kostnaden för energiproduktionen blir då

$$11,6 + 2,7 + 1,0 = \underline{15,3 \text{ öre/kWh}}$$

För Vipan blir motsvarande kalkyl:

Fast kostnad (specifik investeringskostnad 350 kr/kW)

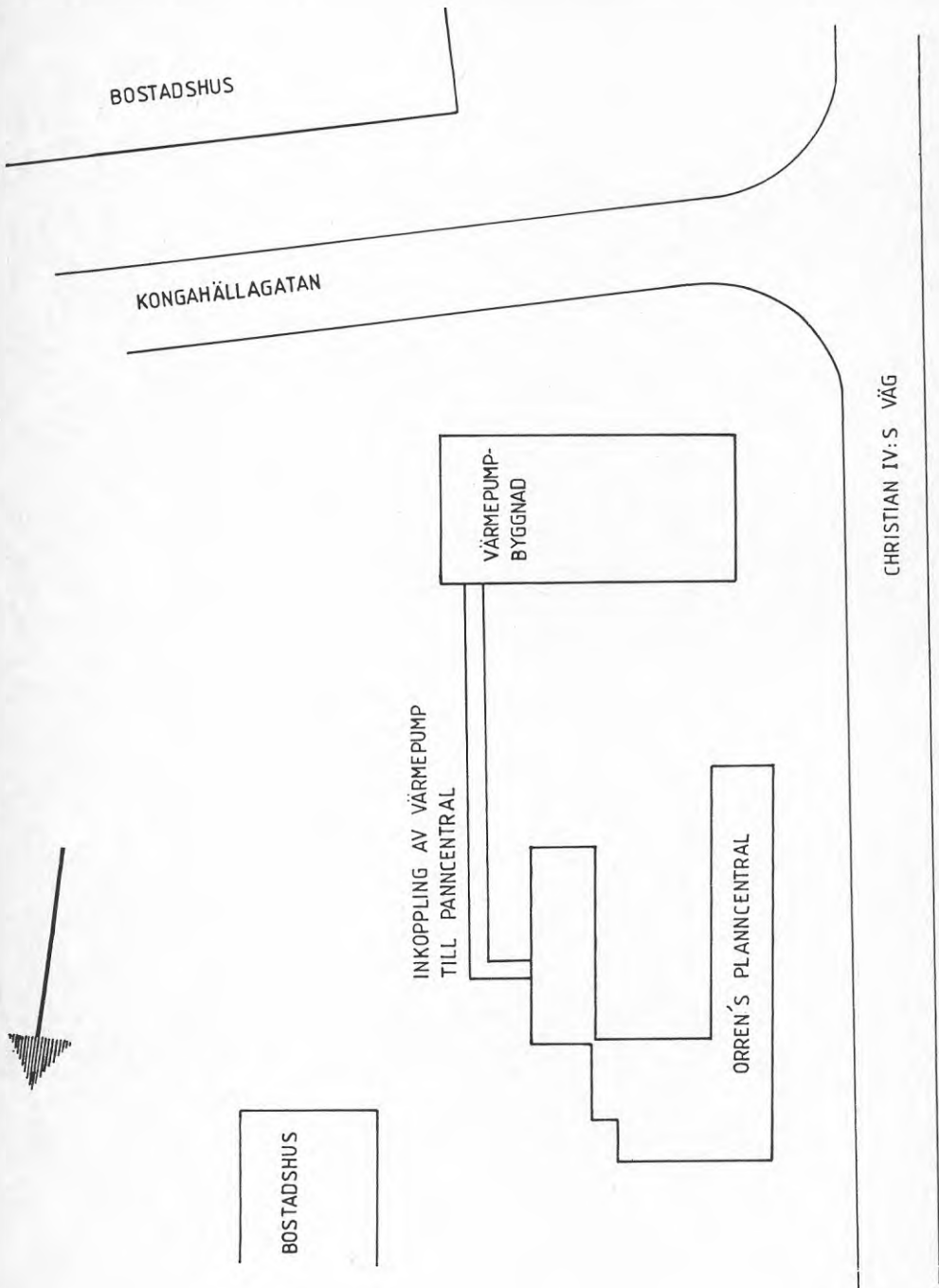
$$\frac{46 \text{ kr/kW, år} \times 855 \text{ kW}}{1\ 088\ 000 \text{ kWh/år}} = 0,036 \text{ kr/kWh}$$

Underhållskostnad (25 000 kr/år)

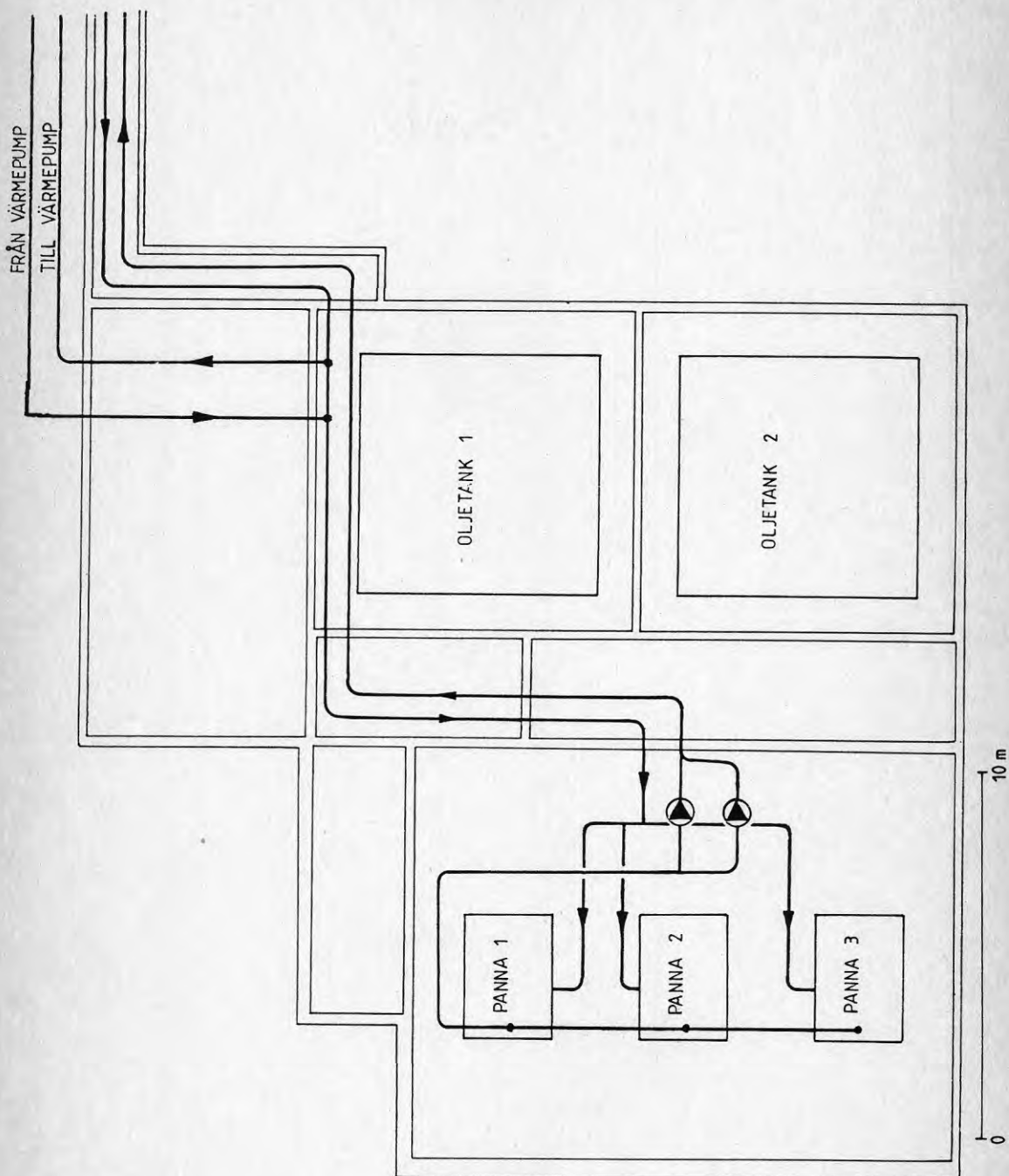
$$\frac{25\ 000 \text{ kr/år}}{1\ 088\ 000 \text{ kWh/år}} = 0,023 \text{ kr/kWh}$$

Energikostnad 0,175 kr/kWh

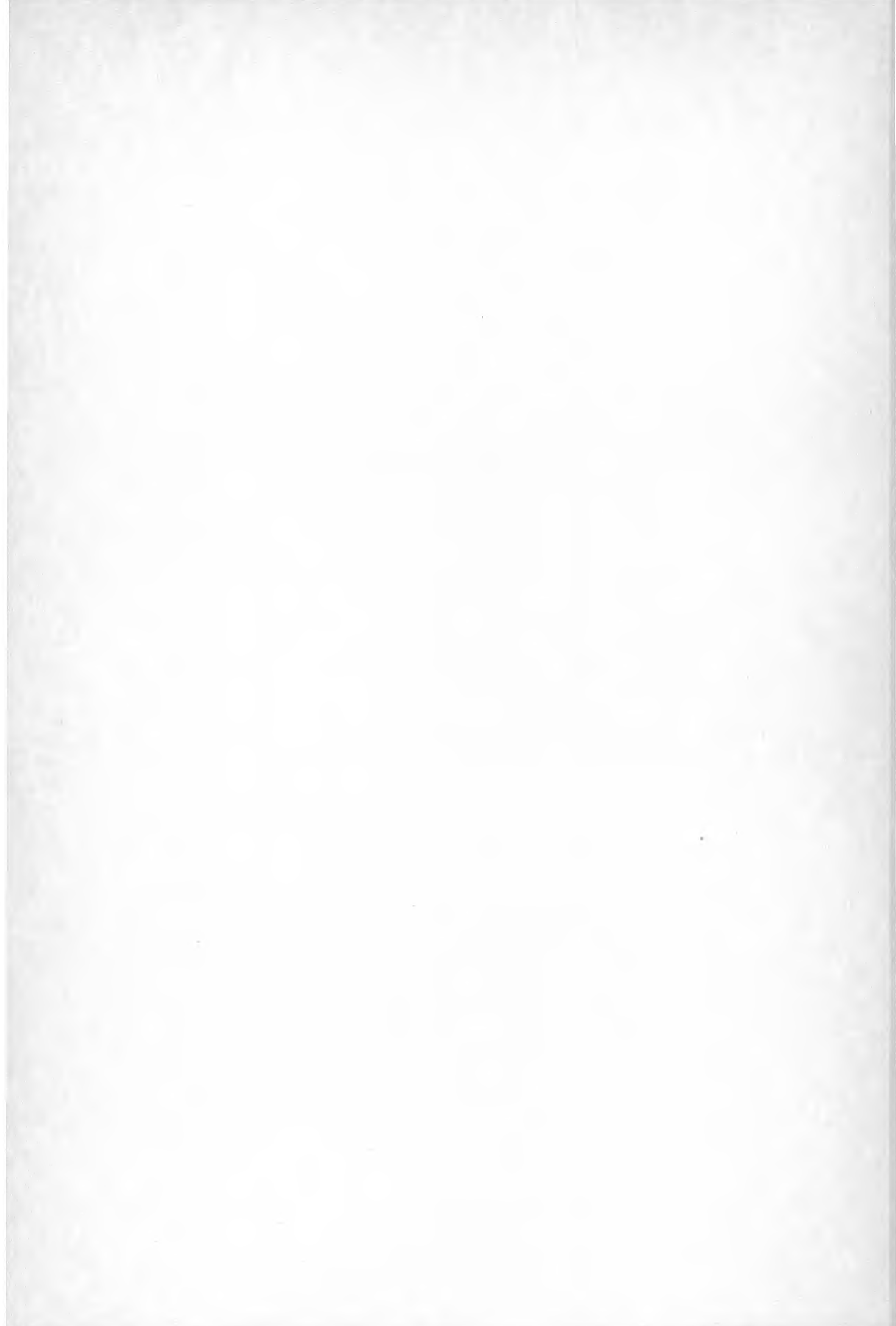
Totalt kostnad 0,234 kr/kWh eller 23,4 öre/kWh



SITUATIONSPLAN KV. ORREN



INKOPPLING AV VÄRMEPUMP KV. ORREN



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800653-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Kungälvskommun.**

R34: 1981

ISBN 91-540-3478-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700334

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms