



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

R96:1986

Kallfjärrvärme för Djurås centrum, Gagnef

Förprojektering

Kjell Norbäck

REGISTRATET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	Ser

K/A

Byggforskningsrådet

R96:1986

KALLFJÄRRVÄRME FÖR DJURÅS CENTRUM, GAGNEF

Förprojektering

Kjell Norbäck

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840039-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Gagnef kommun,
Tekniska avdelningen, Gagnef.

REFERAT

Syftet med projektet har varit att studera de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för att ta tillvara värme ur en grundvattenförekomst och täcka en del av ett bostadsområdes energibehov. Studieobjektet har utgjorts av två närliggande bostadsområden i Djurås, Gagnefs kommun.

De båda bostadsområdena utgörs till stor del av småhusbyggelse. Totalt innefattar områdena 81 st friliggande småhus. Till det ena bostadsområdet hör även 3 st större fastigheter; kommunalhuset, bostadsstiftelsens hyreshus och Djurås skola.

Två alternativa förslag studerades.

Alternativ 1: Endast de tre större byggnaderna förses med grundvattenvärme.

Alternativ 2: Förutom byggnaderna i alternativ 1 ansluts även småhusen till systemet.

Grundvattnet avsågs att pumpas via ett ledningssystem till de olika abonnenterna för värmeavgivning. Efter värmeavgivning i resp fastighets värmepump avleds det avkylda grundvattnet via ledningssystemets returledning till Österdalälven. Med ett temperaturuttag om 3°C ur grundvattnet beräknas ledningssystemets dimensionerande flöde uppgå till ca 83 m³/h resp till ca 255 m³/h. Under de ogynnsammaste villkoren beräknas temperaturförlusten i framledningen till maximalt ca 0.4°C för båda alternativen.

Beroende på alternativ kompletteras fastigheternas värmeförsörjningssystem med värmepumpsanläggningar om totalt ca 450 kW resp ca 1250 kW värme. Andelen värmeenergi som värmepumpsystemen täcker beräknas uppgå till totalt ca 83,5% resp ca 87%. När effektbehovet för anslutningarna överstiger 450 kW resp 1250 kW och värmepumpsystemen ej räcker till, kompletteras de befintliga värmeproduktionsanläggningarna.

När systemet omfattar enbart de kommunala byggnaderna beräknas investeringskostnaden till ca 3300 kkr, medan kostnaden för ett system omfattande samtliga byggnader beräknas bli ca 7950 kkr. Driftskostnadsbesparingen för systemförslaget med enbart kommunala byggnader blir ca 338 kkr/år och alternativet med samtliga ca 698 kkr/år. Pay-off tiden för de båda alternativen kommer därmed att uppgå till ca 9,8 resp ca 11,4 år. Beräknat enligt nuvärdesmetoden kommer båda systemförslagen att ge positiva nuvärden under den tekniska/ekonomiska livslängden 15 år, ca 833 kkr resp 600 kkr. De räntesatser som har utnyttjats i nuvärdesmetoden är lånat kapital 13%, inflation 9% och energiprisökning utöver inflation 2%.

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

R96:1986

ISBN 91-540-4621-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986

	SAMMANFATTNING.....	4
1.	ALLMÄNT OM PROJEKTET.....	6
1.1	Bakgrund.....	6
1.2	Problem.....	6
1.3	Projektet.....	7
2.	VÄRMEBEHOV.....	8
2.1	Området.....	8
2.2	Kommunala byggnaderna.....	9
2.2.1	Kommunalhus.....	9
2.2.2	Hyreshusen.....	10
2.2.3	Djurås skola.....	11
2.2.4	Effekt och energibehov.....	13
2.3	Villaområden.....	13
2.3.1	Objekten.....	13
2.3.2	Värmesystem och värmebehov.....	14
3.	GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN.....	16
3.1	Områdets hydrogeologi.....	16
3.2	Uttagbara grundvattenmängder.....	17
3.3	Möjliga vattentäktslägen.....	18
4.	MODIFIERAT SYSTEM.....	19
4.1	Allmänt om värmepumpen	19
4.2	Värmepumpsstorlek.....	19
4.2.1	Kommunala fastigheterna.....	19
4.2.2	Småhusen.....	22
4.3	Temperaturkrav.....	22
4.3.1	Kommunala fastigheterna.....	22
4.3.2	Småhuse.....	24
4.4	Teknisk lösning.....	25
4.4.1	Grundvattenuttaget och distributionsledning.....	25
4.4.2	Inkoppling av värmepumparna.....	26
4.4.3	Temperaturförluster.....	30
4.5	Fördelning av energiförbrukningar på energislag.....	32
5.	EKONOMI.....	35
5.1	Investeringar.....	35
5.2	Driftskostnader	36
5.3	Lönsamhet.....	37
6.	REFERENSLISTA.....	40

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Syftet med projektet har varit att studera de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för att ta tillvara värme ur en grundvattenförekomst och täcka en del av ett bostadsområdes energibehov. Studieobjektet har utgjorts av två näraliggande bostadsområden i Djurås, Gagnefs kommun.

De båda bostadsområdena utgörs till stor del av småhusbebyggelse. Totalt innefattar områdena 81 st friliggande småhus. Till det ena bostadsområdet hör även 3 st större fastigheter, kommunalhuset, bostadsstiftelsens hyreshus och Djurås skola.

Två alternativa förslag studeras.

Alternativ 1: Endast de tre större byggnaderna förses med grundvattenvärme.

Alternativ 2: Förutom byggnaderna i alternativ 1 ansluts även småhusen till systemet.

En övervägande andel av fastigheterna inom båda områdena uppvärms med vattenburet värmesystem. För merparten av fastigheterna är värmesystemen dimensionerade som 80/60°C-system. Installerad panneffekt i de tre större fastigheterna uppgår till totalt 1850 kW, och beräknad panneffekt för småhusen med vattenburet värmesystem uppgår till totalt ca 1050 kW.

Värmekällan

Vid Djurås är Badelundaåsen belägen strax väster om Österdalälven. Inom det intressanta området består åsen av ett sandigt grusigt isälvsmaterial med en mäktighet större än 27 m. Grundvattenflödet i åsdelen kan uppskattas till ca 100 l/s med riktningen från norr mot söder. Vid tidigare borrningar i åsen har grundvattentemperaturen uppmätts till ca +6-+7°C.

Distributionssystem

Grundvattnet avses att pumpas via ett ledningssystem till de olika abonnenterna för värmeavgivning. Två alternativa ledningssystem har studerats; enbart de större fastigheterna och samtliga fastigheter med vattenburet värmesystem. Efter värmeavgivning i resp fastighets värmepump avleds det avkylda grundvattnet via ledningssystemets returledning till Österdalälven. Med ett temperaturuttag om 3°C ur grundvattnet beräknas ledningssystemets dimensionerande flöde uppgå till ca 83 m³/h eller till ca 255 m³/h. Under de ogynnsammaste villkoren beräknas temperaturförlusten i framledningen till maximalt ca 0.4°C för båda alternativen.

Modifierade värmesystem

Beroende på alternativ kompletteras fastigheternas värmeförsörjningssystem med värmepumpsanläggningar om totalt ca 450 kW värme respektive totalt ca 1250 kW värme. Andelen värmeenergi som värmepumpsystemen täcker beräknas uppgå till totalt ca 83.5% respektive ca 87%. När effektbehovet för anslutningarna överstiger 450 kW respektive 1250 kW och värmepumpsystemen ej räcker till, kompletteras de befintliga värmeproduktionsanläggningarna.

Lönsamhet

För drift av värmepumpsystemet har endast elmotordrift studerats. Värmepumpsystemet har jämförts ekonomiskt med de befintliga värmeanläggningarna.

När systemet omfattar enbart de kommunala byggnaderna beräknas investeringskostnaden till ca 3300 kkr, medan kostnaden för ett system omfattande samtliga byggnader beräknas bli ca 7950 kkr. Driftskostnadsbesparingen för systemförslaget med enbart kommunala byggnader blir ca 338 kkr/år och alternativet med samtliga ca 698 kkr/år. Pay-off tiden för de båda alternativen kommer därmed att uppgå till ca 9.8 år resp ca 11.4 år. Beräknat enligt nuvärdesmetoden kommer båda systemförslagen att ge positiva nuvärden under den tekniska/ekonomiska livslängden 15 år, ca 833 kkr resp 600 kkr. De räntesatser som har utnyttjats i nuvärdesmetoden är lånat kapital 13%, inflation 9% och energiprisökning utöver inflation 2%.

1. ALLMÄNT OM PROJEKTET

1.1 Bakgrund

Osäkerheten för den framtida energiförsörjningen har medfört ett ökat intresse för att utnyttja mera okonventionella energikällor. Värmepumpen har härvid kommit att inta en central roll när det gäller att tillvarata de mera lågtempererade energikällorna.

Först på senare tid har således värmepumpen utnyttjats i någon större omfattning inom uppvärmningstekniken. Tidigare förknippades värmepumpen med framför allt kylalstring, då konstruktionen nyttjas huvudsakligen såsom kylmaskin sedan slutet av 1800-talet. Följaktligen är dess konstruktion och driftsätt väl beprövad. De idag installerade värmepumpsaggregaten i värmesystemen rör sig inom storleksområdet, några fåtal kilowatt till ett tiotal megawatt värme per enhet.

I värmepumpsammanhang hör grundvatten till en av de mest intressantaste värmekällorna. Till grundvattnets fördel är dess höga och jämna temperatur. Vidare kan framhållas dess förnyelsebarhet, dvs grundvattnet nybildas och omsätts i den hydrologiska cykeln.

Till grundvattnets nackdel hör att uttagsmöjligheterna varierar stort mellan olika områden beroende av de hydrogeologiska förhållandena.

Före ett utnyttjande är det således i högsta grad väsentligt att noggrant studera grundvattentillgångens för- och nackdelar som påtänkt värmekälla. Även sådana aspekter som andras utnyttjande av grundvattenresursen bör vägas in i bedömningen innan idén förverkligas.

1.2 Problem

De värmepumpar som för närvarande finns för kommersiellt bruk levererar vanligen inte ett värmevatten med en högre temperatur än max $+70^{\circ}\text{C}$. Även om det är möjligt att överstiga denna temperatur blir det ekonomiskt ofördelaktigt då andelen tillförd energi för att driva processen ökar med en stigande värmebärartemperatur.

Vid nyprojektering och nyproduktion kan man redan från början anpassa värmesystem för en värmepumpsanslutning i värmesystemen medan för de flesta befintliga värmesystemen, som ur värmesynpunkt är dimensionerade med höga drifttemperaturer, måste ett flertal faktorer tas i beaktande vid en värmepumpskomplettering.

Den för energiutvinning avsedda värmekällans kvalitet och energiinnehåll, avståndet värmekälla - uppvärmningsobjekt är andra faktorer som måste studeras vid en värmepumpskomplettering.

Denna rapport behandlar i huvudsak de frågeställningar som uppkommer när ett befintligt bostadsområde skall utnyttja en avsidig belägen grundvattentillgång som energikälla för uppvärmning.

De faktorer som i första hand har studerats är följande:

- anpassning av befintliga värmesystem för en värmepumpsanslutning
- lämpligt distributionssystem av grundvattnet
- temperaturförluster i distributionssystemet
- investerings- och lönsamhetskalkyler

1.3 Projektet

Bostadsområdet i Djurås, Gagnefs kommun, som studerats består totalt av 84 st fastigheter. Antalet småhus inom området uppgår till 81 st och antalet större fastigheter till 3 st. Värmeeffektbehovet för området beräknas till ca 2900 kW varav ca 1700 kW är värmeeffektbehovet för de tre större fastigheterna.

Med tanke på det relativt korta avståndet från bostadsområdet till grundvattentillgången ca 700 m, faller det sig naturligt att undersöka de tekniska och ekonomiska möjligheterna för att utnyttja grundvattentillgången som energikälla för uppvärmning av bostadsområdet.

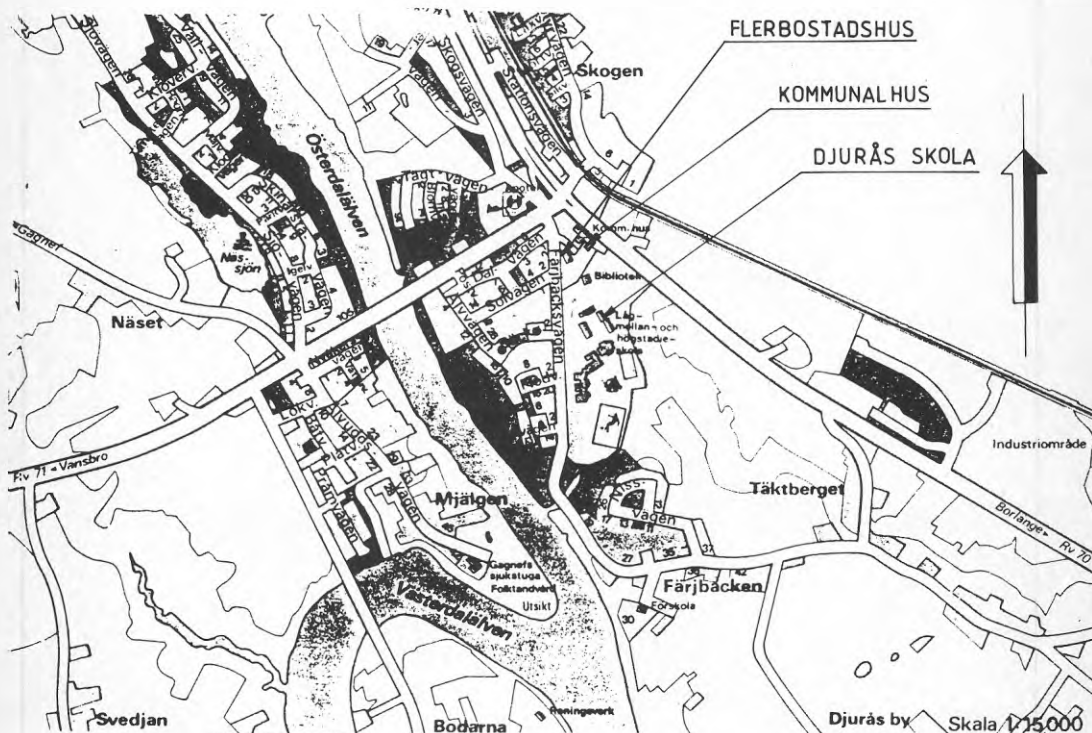
För ett praktiskt genomförande av projektet spelar här distributionssystemets kvalitet en avgörande roll, varför detta beaktas med prioritet i utredningsarbetet i form av temperaturförlustberäkningar.

Vidare har studerats styrning och samkörning mellan värmepumpanläggning och befintligt värmesystem. I övrigt har sedvanliga systemprinciper, inkluderat ledningsförläggning, placering av värmepump etc utnyttjats. Stor vikt har lagts vid arbetet med beräkning av investeringskostnader och lönsamhetskriterier.

2. VÄRMEBEHOV

2.1 Området

I omgivningen av Öster- och Västerdalälvens förening ligger Djurås i Gagnefs kommun. Vid korsningen av riksvägarna 70 och 71, nordost om älvarnas förening, ligger de centrala delarna av Djurås, se fig 1. Norr om riksväg 71 avgränsas området av ett köpcentrum och i öster av riksväg 70.



FIGUR 1. KARTA ÖVER DJURÅS

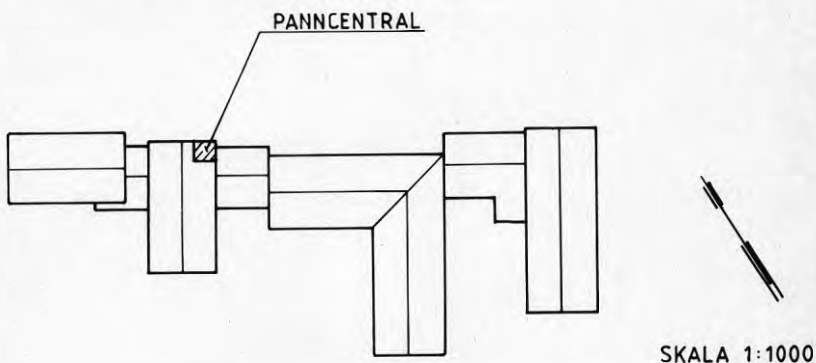
Området som har uppförts i etapper under 60- och 70-talen består till största delen av småhusbebyggelse. Väster om riksväg 70 finns dock tre större fastigheter: kommunalhus, bostadsstiftelsens flerbostadshus och Djurås skola, se fig 1.

Söder om centrumområdet ligger ett mindre småhusområde som också är av intresse i projektet. Bebyggelsen har nyligen uppförts och angränsar till ett betydligt äldre område med jordbruksfastigheter.

2.2 Kommunala byggnaderna

2.2.1 Kommunarhus

Ursprungligen bestod kommunarhuset i Djurås av en mindre 2-vånings byggnad. På senare tid har dock byggnaden tillbyggts i två etapper och en fortsatt utbyggnad är under uppförande. Med den senaste tillbyggnaden består kommunarhuset av fyra sammanbyggda byggnader, se fig 2. Inräknat den senaste tillbyggnaden uppgår fastighetens lokalyta till ca 2700 m².



FIGUR 2. PRINCIPSKISS ÖVER KOMMUNALHUSET

Fastighetens värmeproduktionsanläggning består av två stycken oljeeldade varmvattenpannor om ca 230 kW och ca 160 kW värme. Värmesystemet för de tre äldre byggnaderna är dimensionerade som 80/60 °C-system, medan systemet för den senaste byggnaden är dimensionerat som 57/47.5 °C-system. Värmeanläggningen för samtliga byggnader består av radiatorer och ventilationsaggregat. I ett arkiv förekommer dock rörslingor i golv.

Till följd av den successiva tillbyggnaden utgör varje enskild byggnad en radiatorkrets där varje krets styrs via utomhusgivare. För de äldre fastigheterna är styrkurvan som reglerenheterna följer inställd så att tilloppstemperaturen är ca +65 °C vid dimensionerande utomhustemperatur (-26 °C).

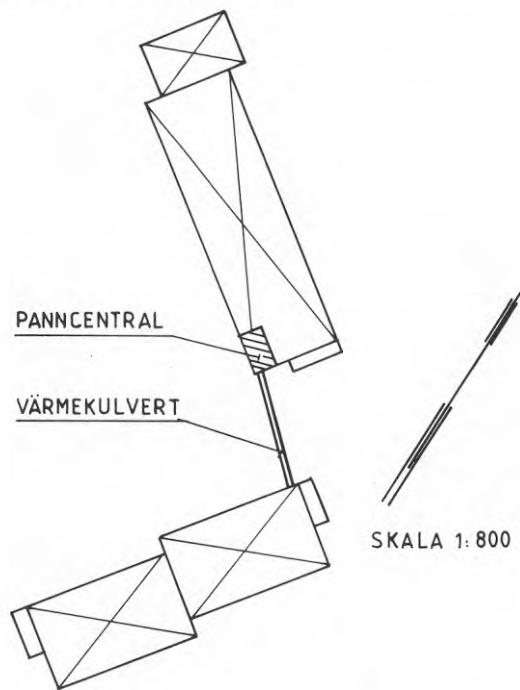
Med den snart färdigställda tillbyggnaden ventileras fastigheten av 5 st ventilationsaggregat som samtliga är inkopplade via regleranordning till värmesystemets primärkrets. Endast två av aggregaten är utrustade med anordning för värmeåtervinning, återluftföring eller värmeväxling.

Reglerenheterna för värmeutrustningen är samtliga utrustade med dag- och veckokort. För radiatorkretsarnas vidkommande utnyttjas s k nattsänkning, d v s lägre framledningstemperatur nattetid.

Generering av förbrukningsvarmvatten sker för närvarande i en äldre beredare av förrådstyp med förrådsvolymen 600 l, placerad i panncentralen.

2.2.2 Hyreshusen

Bredvid kommunalhuset ligger två av bostadsstiftelsens hyreshus, se fig 3. Fastigheterna uppfördes 1964 och 1969 och omfattar båda källarplan och två plan ovan mark. Totalt består fastigheterna av 24 st lägenheter med en sammanlagd lokalyta på ca 2 900 m². Utöver bostadssdelen tillkommer en kontorsdel, se fig 3, vars lokalyta är ca 85 m².



FIGUR 3. PRINCIPSKISS ÖVER FLERBOSTADSHUSEN

Värmeproduktionsanläggningen för båda fastigheterna består av 2 st identiska oljeeldade varmvattenpannor om ca 150 kW värme vardera. Via en kulvertledning distribueras värme-, kall- och förbrukningsvarmvatten till den andra fastigheten, se fig 3. Värmesystemet för de båda fastigheterna är dimensionerade som 80/60 °C-system. Värmeanläggningen består av radiatorer samt ett ventilationsaggregat.

Varje fastighet utgör en separat radiatorkrets. Reglering av tillloppstemperaturen styrs via utomhusgivare. För närvarande är styrkurvan för båda reglerenheterna inställda så att tillloppstemperaturen är ca $+70^{\circ}\text{C}$ vid dimensionerande utomhustemperatur. Båda reglerenheterna är utrustade med dagkort för nattsänkning av framledningstemperaturen.

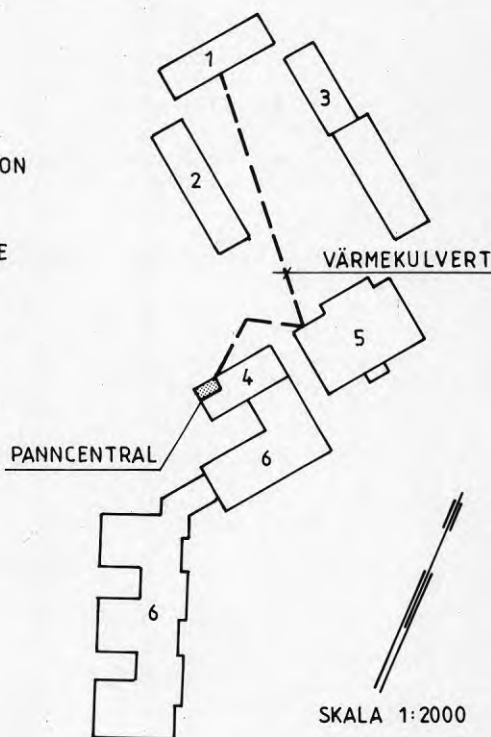
Ventilationsaggregatet betjänar en samlingssal och är inkopplat via regleranordning till värmesystemets primärkrets. För ventilation av lägenheterna utnyttjas självdreg och för kontorsdelen frånluftsfläkt.

Beredning av förbrukningsvarmvatten för samtliga tappställen sker i två identiska batteriberedare av genomströmningstyp placerade i panncentralen. Beredaryolymen är på primärsidan 530 l vardera.

2.2.3 Djurås skola

Djurås skola som ligger strax söder om kommunalhuset består av fem fristående byggnader, se fig 4. Inräknat samtliga byggnader uppgår lokalytan för skolan till totalt ca 5 900 m².

1. ADMINISTRATION
2. LÅGSTADIE
3. MELLANSTADIE
4. MATSAL
5. GYMNASAIK
6. HÖGSTADIE



FIGUR 4. PRINCIPSKISS ÖVER DJURÅS SKOLA.

Skolans värmeproduktionsanläggning utgörs av 2 st oljeeldade varmvattenpannor om ca 580 kW värme värdera. Distributionen av primärt varmvatten till låg- och mellanstadiedelen ombesörjs av ett kulvertsystem via gymnastikbyggnaden, se fig 4. För samtliga byggnader är värmesystemen dimensionerade som 80/60 °C-system. Värmeanläggningen utgörs av radiatorer, ventilationsaggregat och luftvärmare.

Radiatorsystemet i skolan är uppdelat på 7 st radiatorkretsar, var och en med reglering via utomhusgivare. Radiatorkretsarnas lokalisering och dess reglerade framledningstemperatur vid dimensionerande utomhustemperatur framgår av nedanstående tabell:

Radiatorkrets nr	Placering	Temp
Radiatorkrets nr 1	Matsalsbyggnad	ca 70°C
"- 2	Gymnastikbyggnad	ca 75°C
"- 3	Adm. låg-mellanstadie	ca 75°C
"- 4	Högstadie åk 7	ca 75°C
"- 5	" 8	ca 75°C
"- 6	" 9	ca 70°C
"- 7	" Fy-Kemi	ca 65°C

För ventilation av skolans lokaler utnyttjas 10 st ventilationsaggregat, som samtliga är kopplade via regleranordning till värmesystemets primärkrets. För närvarande är endast ventilationsaggregaten i högstadiedelen (4 st) utrustade med anordning för värmeåtervinning; värmeväxling.

Till värmeanläggningen för högstadiedelen hör även 3 st luftvärmare, placerade vid respektive årskurs utgång.

Vid fyra olika platser inom skolan bereds förbrukningsvarmvatten; matsals-, gymnastik-, administrations- och högstadiebyggnaden. För beredning utnyttjas vid samtliga platser dubbelmantlade förrådsberedare. Beredarvolymen är 500 l för tre av dem och 700 l för den fjärde. Vid gymnastik- och matsalsbyggnaden sker uppvärmning med varmvattnet via värmeväxlare, vilket medför att beredarna utnyttjas enbart till varmvattenförråd.

2.2.4 Effekt och energibehov

För de tre kommunala byggnaderna är det beräknade värmeeffektbehovet totalt 1 695 kW. Behovet för varje enskilt objekt fördelat efter användningssätt, framgår av nedanstående tabell:

	<u>Kommunal- hus</u>	<u>Fler- bostadshus</u>	<u>Djurås skola</u>
Värme	ca 150 kW	ca 200 kW	400 kW
Ventilation	" 125 kW	" 25 kW	570 kW
Varmvatten- beredning	" 20 kW	" 40 kW	150 kW
Torkanläggning		" 15 kW	
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Totalt	295 kW	280 kW	1120 kW

Med ledning av ovanstående effektuppgifter och uppgivna drifttider kan årsenergiförbrukningen beräknas. I nedanstående tabell åskådliggörs årsenergiförbrukningen för varje objekt:

	<u>Kommunal- hus</u>	<u>Fler- bostadshus</u>	<u>Djuårs skola</u>
Värme	ca 300 MWh	ca 395 MWh	ca 780 MWh
Ventilation	" 110 MWh	" 15 MWh	ca 360 MWh
Varmvatten- beredning	" 25 MWh	" 100 MWh	ca 150 MWh
Torkanläggning	"	" 20 MWh	
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Totalt	435 MWh	530 MWh	1290 MWh

2.3 Villaområdena

2.3.1 Objekten

Bebyggelsen väster om de kommunala fastigheterna uppfördes till största delen under 60- och 70-talen. Vid riksväg 71 ligger bebyggelsens äldsta del och längst söderut dess yngsta del. Merparten av bebyggelsen är friliggande enfamiljshus. Inom bostadsområdet finns totalt 65 st enfamiljshus, fördelat på 45 st 1-planshus och 20 st 1 1/2-planshus. Antalet enfamiljshus med källarutrymmen uppgår till totalt 52 st inom området.

Småhusbebyggelsen söder om centrumområdet uppfördes under första hälften av 70-talet. Bostadsområdet består av 16 st friliggande enfamiljshus, fördelat på 11 st 1-planshus och 5 st 1 1/2-planshus. Antalet enfamiljshus med källarutrymmen uppgår till totalt 7 st.

Till södra bostadsområdet kan även inräknas en trädgårdsodling med växthus. Nödvändigt värmebehov o dyl för växthusen är under utredningsarbetet dock oklart då en större utbyggnad är planerad i framtiden.

2.3.2 Värmesystem och värmebehov

Med hjälp av ett utskickat frågeformulär har uppgifter inhämtats angående fastigheternas uppvärmning. Av de erhållna svaren framgår att en övervägande andel av fastigheterna uppvärms med vattenburet värmesystem. I nedanstående tabell framgår fastigheternas fördelning mellan el- och vattenburet värmesystem:

	Vatten	El
Centrumområdet	58 st	7 st
Södra området	10 st	6 st
	<hr/>	<hr/>
Totalt	68 st	13 st

Granskning av den enskilda fastighetens energistatus har ej företagits i studien. För effekt- och energi-behov utnyttjas i stället nedanstående värden:

1-planshus utan källare	12 kW	22	MWh
1-planshus med källare	15 kW	27	MWh
1 1/2-planshus utan källare	15 kW	27	MWh
1 1/2-planshus med källare	18 kW	32.5	MWh

Utifrån hustypernas fördelning och ovanstående värden kan värmebehoven skattas för respektive bostadsområde. Eftersom värmepumpsinstallation förutsätter vattenburet värmesystem har behoven enbart beräknats för de fastigheter som har detta värmesystem.

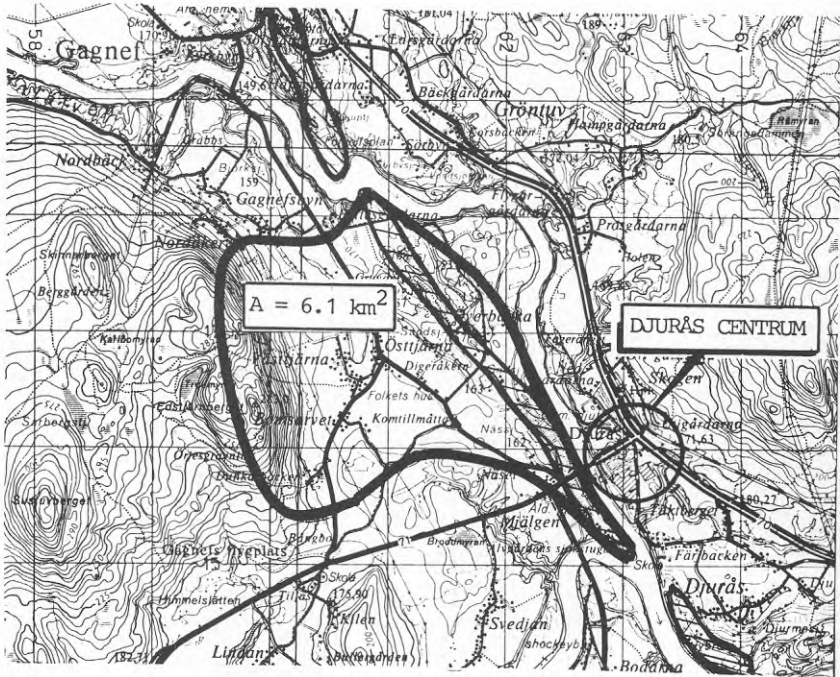
<u>Centrumområdet:</u>	<u>Antal</u>	<u>Effekt</u>	<u>Energi</u>
1-planshus utan källare	9	110 kW	200 MWh
1-planshus med källare	29	435 kW	780 MWh
1 1/2-planshus utan källare	1	15 kW	27 MWh
1 1/2-planshus med källare	19	340 kW	618 MWh
Totalt	<hr/> 58	<hr/> 900 kW	<hr/> 1625 MWh

<u>Södra området:</u>	<u>Antal</u>	<u>Effekt</u>	<u>Energi</u>
1-planshus utan källare	1	12 kW	22 MWh
1-planshus med källare	5	75 kW	135 MWh
1 1/2-planshus utan källare	4	60 kW	108 MWh
1 1/2-planshus med källare	0		
Totalt	10	147 kW	265 MWh

3. GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN

3.1 Områdets hydrogeologi

Inom Gagnefsslätten är Bådejundaåsen mestadels nedbäddad i finsediment. Åsens sträckning antyds dock genom de åsgravssjöar som förekommer. Se figur 5.



Figur 5 Schematiserad åssträckning genom Djuråsområdet.

Det genomsläppliga jordmaterialet i åsen gör att denna dränerar de omgivande finsedimentområdena. Det naturliga grundvattenflödet i åsen inom området väster om Djurås är riktat från norr mot söder.

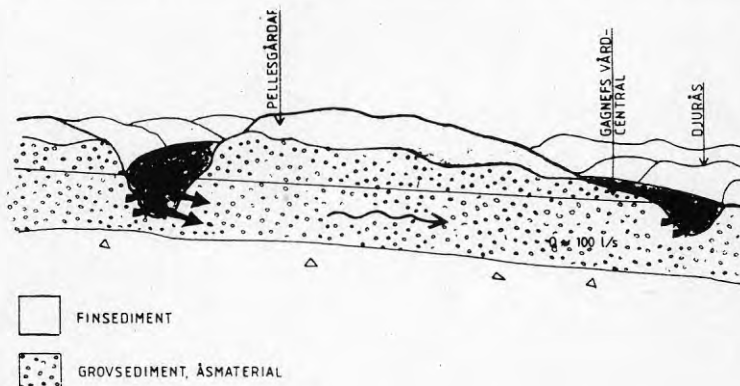
De borrhningar som utförts enligt referenserna 1 och 3 påvisar ett sandigt grusigt isälvsmaterial med större djup än 27 m vid vårdcentralen. Vid kommunens vattentäkt i Kyrkbyn, belägen ca 5 km norrut, har åsens mäktighet bestämts till ca 70 m.

Den enligt referens 2 utförda korttidspumpningen vid vårdcentralen visar att åsen har mycket hög genomsläpplighet inom området. Transmissiviteten (TB) har beräknats till ca $50\text{m}^3/\text{sek}$.

3.2 Uttagbara grundvattenmängder

Nybildning av grundvatten genom markinfiltration är beroende av jordarten, topografi, markförhållanden och grundvattennivåer. Inom tillrinningsområdet, som enligt figur 5 uppskattas till ca 6,1 km², bildar en stor del av nettonederbörden grundvatten eftersom området saknar ytvattendrag.

Enligt SMHI uppgår årsmedelnederbörden inom området till ca 700 mm och avdunstningen till ca 350 mm/år, vilket ger en nettonederbörd av 350 mm/år. Grundvattenbildningen kan högt räknat uppgå till 200 mm/år, vilket motsvarar ca 39 l/sek inom området. Vid Pellesgårdarna, där åsen korsar älven, sker sannolikt en betydande botten- och strandinfiltration genom att grundvattennivån i åsen är lägre än älvens yta. Detta har dock inte bekräftats genom borrhningar och grundvattennivåobservationer. Ett grundvattentillskott från åsdelen norr om Dalälven sker sannolikt eftersom åsen ej är helt avskuren vid älvkorset. Se figur 6.



Figur 6

Med kännedom om transmissiviteten (T), sektionsbredden (B) och grundvattnets gradient kan grundvattenflödet beräknas genom formeln $Q = T \times B \times i$. I samband med borrhningar 1961 (se referens 1) uppmättes en gradient mot söder inom området på ca 5 cm på 24 m, dvs 0,0021.

Sektionsbredden kan uppskattas till ca 350 m och transmissiviteten har beräknats till 0,14 m²/sek (dvs $TB = 50 \text{ m}^3/\text{sek}$). Det naturliga grundvattenflödet genom området kan därför uppskattas till ca 100 l/sek. Med hänvisning till vad som sagts ovan om nybildning av grundvatten genom nederbördsinfiltration, får det anses troligt att strand- och botteninfiltration sker vid Pellesgårdarna.

En säkrare bestämning av åspartiets grundvattentillgång kan göras efter kompletterande rörborrhningar.

3.3 Möjliga vattentäktslägen

Innan rekognoseringsborrningar utförts kan följande bedömning göras av möjliga vattentäktslägen:

- I anslutning till vårdcentralen
- Inom området omedelbart väster om Djuråsbron
- Färjbacken (östra sidan av älven vid älvötet)
- Inom området omedelbart öster om Djuråsbron

Förutsättningarna för att erhålla erforderliga grundvattenmängder bedöms på förhand vara störst i det första alternativet och sedan successivt mindre.

4. MODIFIERAT SYSTEM

4.1 Allmänt om värmepumpen

Värmepumpar har förmåga att uppta energi vid en låg temperaturnivå och med hjälp av tillsatt drivenergi, vanligen el, avge den vid en betydligt högre temperaturnivå. Den värmeenergi som med detta förfarande kan utnyttjas för exempelvis bostadsuppvärmning består av den ur grundvattnet upptagna energin samt den till värmepumpen tillförda drivenergin. Detta medför att värmepumpen avger mer energi än vad som har "upptogs" för att driva systemet.

Kvoten mellan avgiven värmeenergi och tillförd drivenergi kallas vanligtvis värmepumpens värmefaktor. Storleken på värmefaktorn och därmed andelen drivenergi är främst beroende av temperaturskillnaden mellan nyttjad energikälla och från värmepumpen avgivet värmevatten. Värmefaktorn sjunker vid ökande temperaturskillnad mellan värmevatten och energikälla. Normala värden för värmefaktorn ligger i intervallet 2,0 - 3,5 beroende på vilka värmekällor som utnyttjas och vilken temperaturnivå anslutet värmesystem kräver.

Den värmepumpskonstruktion som har beaktats i denna utredning är den s k kompressordrivna värmepumpen. Detta beroende på dess goda verkningsgrad samt de gedigna drifterfarenheter man har med denna konstruktion.

För att en värmepumpinstallation skall vara motiverad från ekonomisk synpunkt måste vissa villkor vara helt eller delvis uppfyllda. De viktigaste är:

- lång årlig utnyttjandetid
- värmebehov med ej för högt temperaturkrav
- bra, näraliggande värmekälla
- tillgång till ej för dyr drivenergi




4.2 Värmepumpstorlek

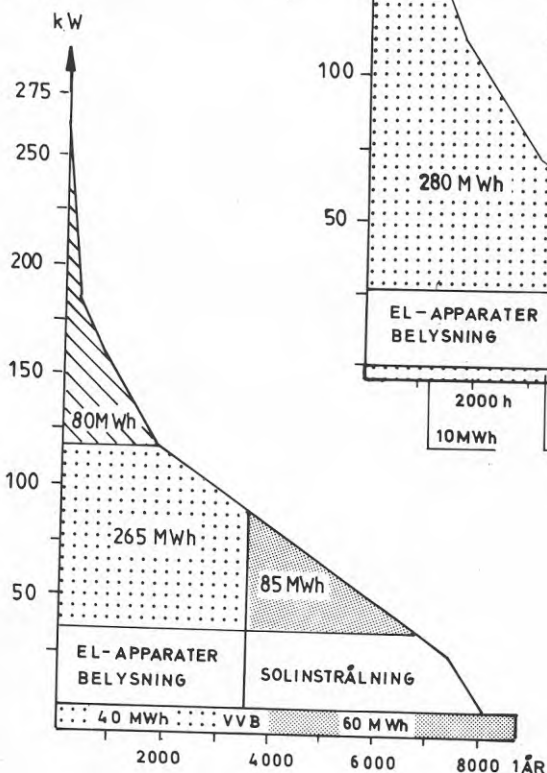
4.2.1 Kommunala fastigheterna

Om tillgången på lågvärdig energi är ej begränsad så bör en värmepump dimensioneras så att lägsta årskostnad erhålls. Med antagande om ett rätlinjigt samband mellan värmepumpstorlek och anläggningskostnad kan s k varaktighetsdiagram utnyttjas som underlag vid dimensioneringen. Utifrån varaktighetsdiagrammen är det möjligt att finna optimala förhållanden för sådana väsentliga faktorer som nyttjandetid, effekt- och energitäckning.




I figur 7a, b framgår de sammanlagrade varaktighetsdiagrammen för de tre kommunala fastigheterna. Från diagrammen kan lämpliga värmepumpstorlekar uttas till ca 100 kW värme för kommunalhuset, ca 80 kW värme för hyreshuset och ca 270 kW värme för skolan.

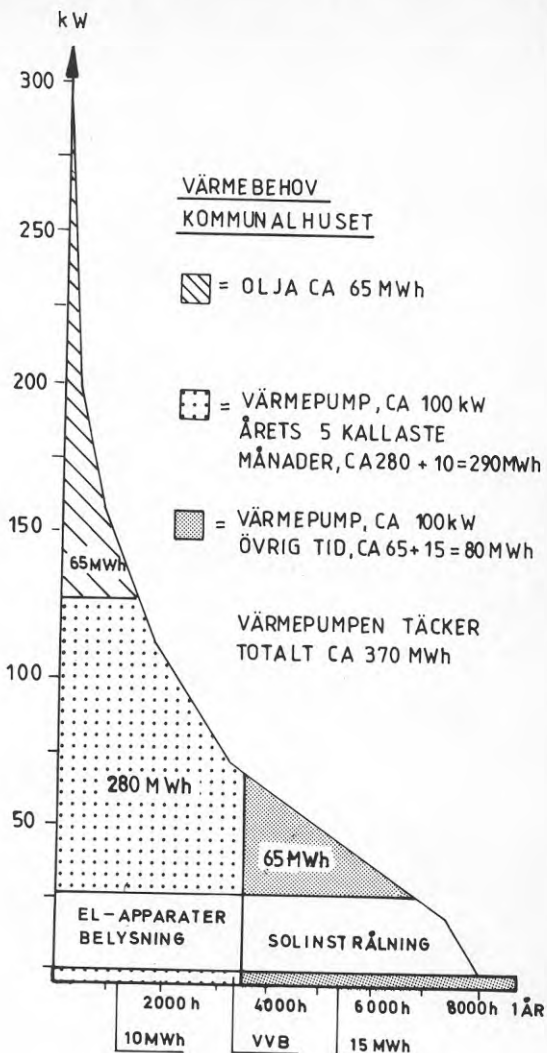
VÄRMEBEHOV
HYRESFASTIGHETERNA

-  = OLJA CA 80 MWh
 -  = VÄRMEPUMP, CA 80 kW
ÅRETS 5 KALLASTE MÅNADER,
CA 265 + 40 = 305 MWh
 -  = VÄRMEPUMP, CA 80 kW, ÖVRIG TID,
CA 85 + 60 = 145 MWh
- VÄRMEPUMPEN TÄCKER TOTALT
450 MWh

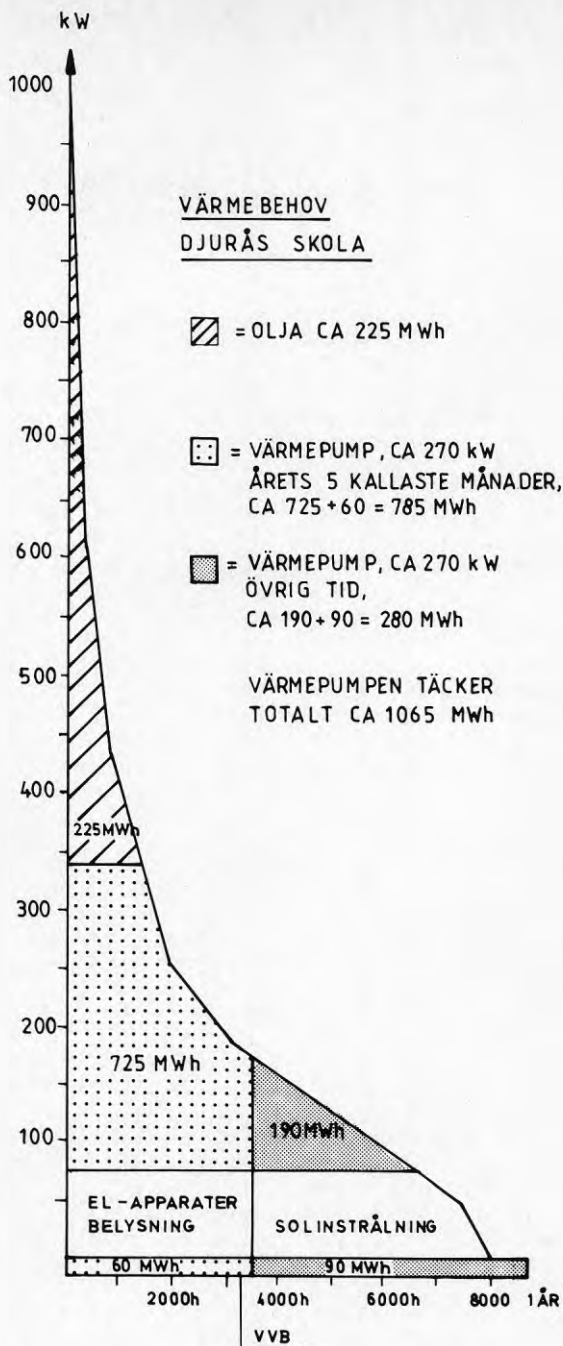


VÄRMEBEHOV
KOMMUNALHUSET

-  = OLJA CA 65 MWh
-  = VÄRMEPUMP, CA 100 kW
ÅRETS 5 KALLASTE
MÅNADER, CA 280 + 10 = 290 MWh
-  = VÄRMEPUMP, CA 100 kW
ÖVRIG TID, CA 65 + 15 = 80 MWh



FIGUR 7a. SAMMANLAGRADE VARAKTIGHETSDIAGRAM FÖR KOMMUNALHUSET OCH HYRESHUSEN.



FIGUR 7b. SAMMANLAGRAT VARAKTIGHETSDIAGRAM FÖR DJURÅS SKOLA.

Med ett värmeuttag på 3°C ur grundvattnet och en värmefaktor på 2.8 vid maximal värmepumpseffekt kommer grundvattenbehovet att uppgå till totalt ca $83 \text{ m}^3/\text{h}$. Grundvattenbehovets fördelning mellan de tre objekten är då ca $18 \text{ m}^3/\text{h}$ kommunalhuset, ca $15 \text{ m}^3/\text{h}$ hyreshusen och ca $50 \text{ m}^3/\text{h}$ Djurås skola.

4.2.2 Småhusen

För småhusen är givetvis dimensionering av lämplig värmepumpstorlek lika betydelsefull som för de tre större objekten. Dessvärre är dock storleksområdet begränsat för de mindre värmepumpsaggregaten, varför någon omfattande dimensioneringsarbete har ej utförts. Lämplig värmepumpstorlek baseras istället enbart på hustypen. För samtliga 1-planshus väljs aggregatstorleken 10 kW värme och för samtliga 1 1/2-planshus väljs aggregatstorleken 15 kW värme. Med en fullständig anslutningsgrad kommer därmed värmepumpseffekten att uppgå till totalt 680 kW värme för centrumområdet och totalt 120 kW för s dra områ. Till södra området kan även påräknas ca 100 kW för växthusen.

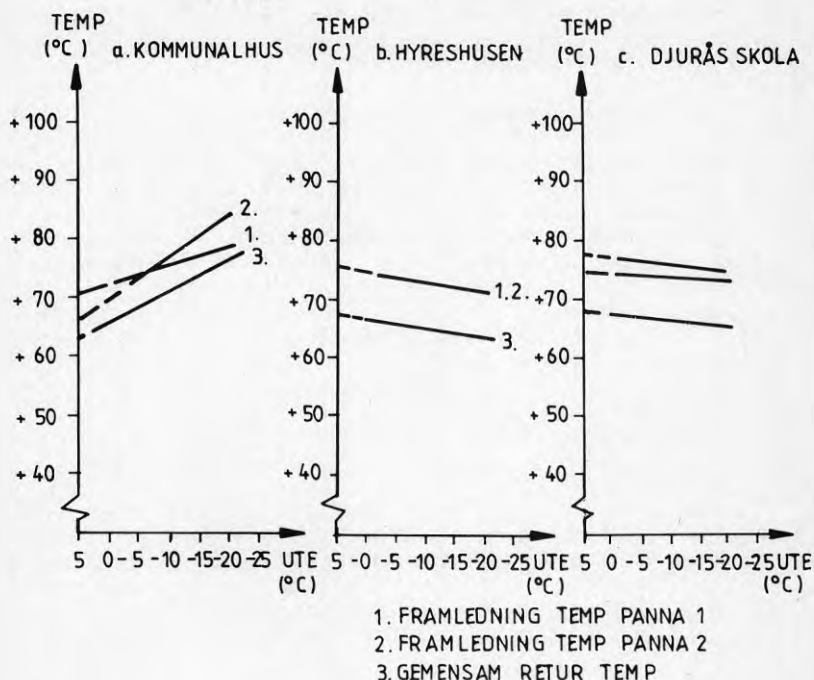
Med ett värmeuttag på 3°C ur grundvattnet och en värmefaktor på 2.9 vid maximieffekten, kommer grundvattenbehovet att uppgå till ca $128 \text{ m}^3/\text{h}$ för småhusbebyggelsen inom centrumområdet och till ca $23 \text{ m}^3/\text{h}$ för södra området utan växthus eller ca $45 \text{ m}^3/\text{h}$ med växthus. (Växthusen; vatten - luftvärmepump värmefaktor ca 4).

4.3 Temperaturkrav

4.3.1 Kommunala fastigheterna

Värmepumpskonvertering medför så gott som alltid ändrade temperaturkrav på värmesystemet. Vid en värmepumpskonvertering bör värmevattentemperaturen hållas så låg som möjligt. Värmevattentemperaturen skall dock vara så hög att den är brukbar till uppvärmning och tappvarmvattengenerering.

För de tre kommunala fastigheternas vidkommande maximeras värmepumpens brukbara värmevattentemperaturen till ca $+70^{\circ}\text{C}$. Även om det är möjligt att överstiga denna temperatur är det inte önskvärt då andelen tillförd energi för drift av värmepumpsystemet ökar med stigande värmevattentemperatur. Med anledning av härav har värmevattentemperaturen i de tre värmesystemen registrerats. Syftet med registreringen har varit att klarlägga vilka temperaturområden som värmesystemen utnyttjas med under nuvarande förhållanden. I nedanstående figur framgår primärsystemens tolkade fram- och returtemperatur som funktion av utomhustemperaturen.



FIGUR 8. VÄRMESYSTEMENS TOLKADE FRAM- OCH RETURTEMPERATURER SOM FUNKTION AV UTMHUSTEMPERATUREN.

För en värmepump som ansluts till värmesystemets returledning, dvs tillskottsenergi måste tillföras, är önskan om att erhålla så låga returtemperaturer som möjligt det primära. Men som framgår av figur 8 är returtemperaturen ofta högre än vad som är gynnsamt för värmepumpsdrift.

För de tre värmesystemens vidkommande styrs avgiven värme via reglering av värmevattentemperaturen. Någon reglering av värmevattenflödet förekommer således ej. Med nuvarande reglerförfarande är returtemperaturen i systemen oftast helt okontrollerad. En åtgärd för att få bättre kontroll av returtemperaturen och samtidigt större temperaturuttag ur värmevattnet är att ersätta ventilationsaggregatens 3-vägsventiler med 2-vägsventiler. Vidare måste styr- och reglerutrustning anordnas för drift av värmepump och oljepanna i sekvens. Med styr- och reglerutrustningen styrs fram-

ledningstemperaturen efter inställd kurva beroende på utetemperatur. Värmepump och oljepanna styrs i sekvens så att vid ökande värmebehov skall värmepumpen utnyttjas till max kapacitet. Om värmepumpen ej förmår hålla önskad framledningstemperatur skall oljepannan träda in i drift.

Enligt ovan kommer värmepumparna att utnyttjas utan hjälp av övrig värmeanläggning under en stor del av året. Under denna period kommer således framlednings-temperaturen i värmesystemen att motsvara värmepumpens möjliga temperatur. Detta kan dock medföra vissa problem för varmvattenberedningen, varför följande åtgärder bör vidtas för respektive objekt:

Kommunalhuset: Förrådsberedaren kompletteras med en värmeväxlare. Eventuellt kan det bli nödvändigt att öka förådsvolymen.

Hyreshusen: De båda beredarna av genomströmningstyp ersätts med beredare av förrådstyp. För att säkerställa temperaturnivån på förbrukningsvarmvattnet utnyttjas uppvärmning med varmvatten via värmeväxlare. Erforderlig förrådsvolym är ca 1 200 l, fördelat på två beredare.

Djurås skola: I skolan utnyttjas enbart dubbelmantlade förrådsberedare. För att säkerställa temperaturnivån på förbrukningsvarmvattnet bör värmeväxlare anslutas till de båda beredarna som saknar detta. Eventuellt kan det bli nödvändigt att öka förådsvolymen för beredningen i matsalsbyggnaden och gymnastikbyggnaden.

Samtliga: Eventuellt måste beredningen vid vissa platser kompletteras med eluppvärmning.

4.3.2 Småhusen

För de mindre värmepumpsaggregaten är oftast temperaturkraven betydligt strängare än för de större aggregaten. Brukbar värmevattentemperatur är vanligtvis maximerad till ca +55°C. I regel medför detta krav inga större problem för uppvärmningen, då värmesystemen oftast är kraftigt överdimensionerade.

Om enbart de kommunala fastigheterna skall försörjas kan en stamledning (fram- och returledning) lämpligen förläggas längs Färjebacksvägen. Från älvkanten och upp mot centrumområdet kan ledningen förläggas väster om vägen och resterande del öster om vägen, se fig 10. Med denna ledningsdragning kommer merparten av ledningen att förläggas i grönområde.

Från stamledningen dras fördelningledningar till respektive värmepump, (fram och returledning). Fördelningsledningen för hyreshusen och kommunalhuset kan lämpligen vara gemensam till hyreshusen.

Med de båda småhusområdena inkopplade till grundvattnensystemet utökas systemet kraftigt. Stamledningens förläggning för centrumområdet ändras ej, dock måste ett antal fördelningsledningar förläggas till respektive delområde, se figur 11. Av utrymmesskäl måste fördelningsledningarna förläggas i gatumark.

För det södra småhusområdet förläggs en stamledning (fram-och returledning), uppför slänten direkt mot området, se figur 11. Vissa partier av slänten lutar kraftigt, varför ledningsgraven till vissa delar troligen måste handgrävas. Inom bostadsområdet kan stam- och fördelningsledning förläggas i vändzonens grönområde.

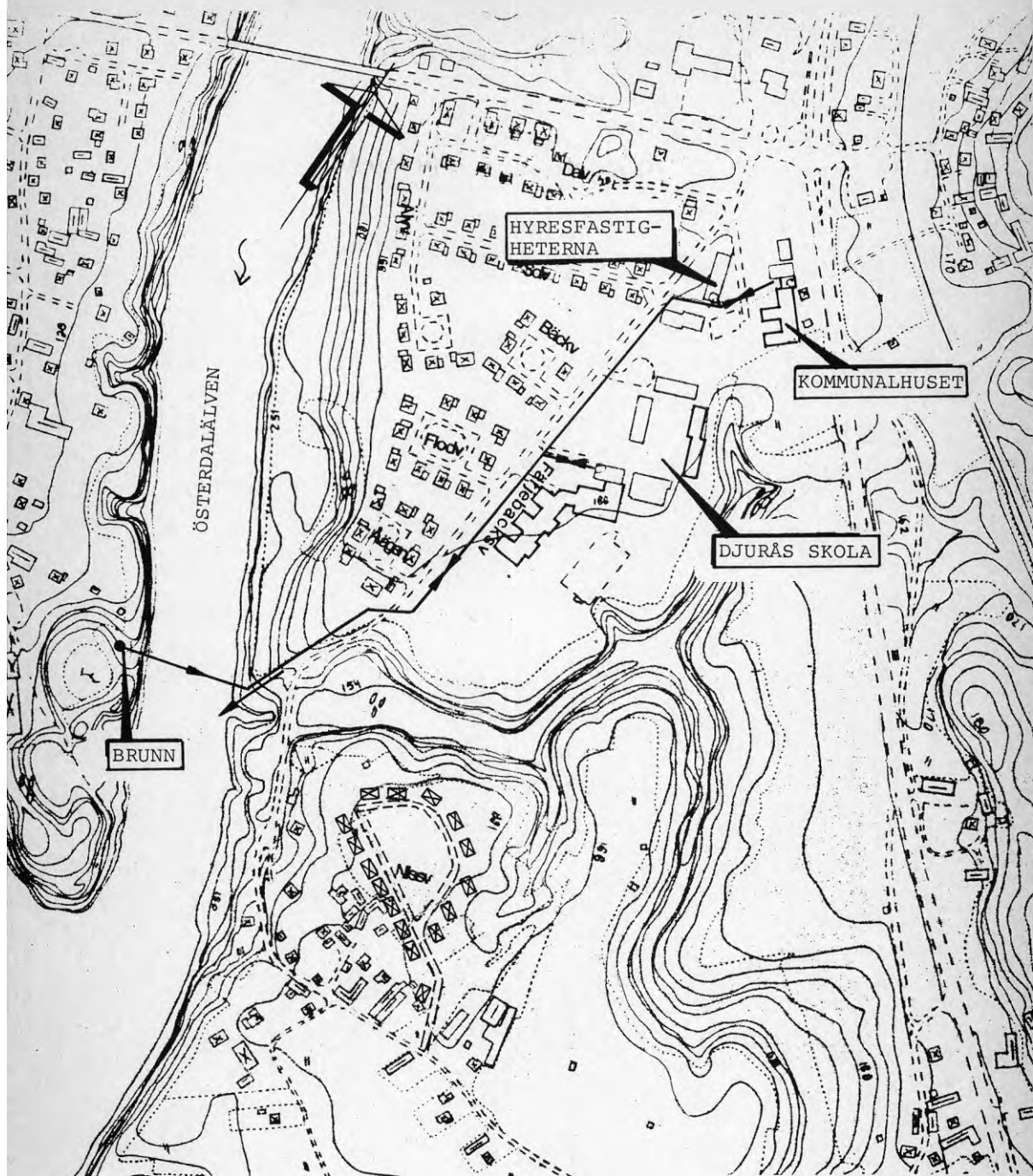
Returledningens utlopp för båda alternativen placeras i älvfåran. Det avkylda grundvattnet bortförs således från området med hjälp av älven.

4.4.2 Inkoppling av värmepumparna

Värmepumparna för de tre kommunala objekten placeras företrädesvis i pannrummen och ansluts till värmesystemens primära returledningar. Utrymmet i panncentralen för kommunalhuset är begränsat, varför värmepumpen som alternativ kan placeras i soprummet strax intill.

Storleken på de tre aggregaten är som tidigare nämnts 100 kW värme kommunalhus, 80 kW värme hyreshusen och 270 kW värme Djurås skola. Principen för värmepumparnas inkoppling framgår av figur 12.

Principen för värmepumpsinkopplingen i småhusen; se figur 9.



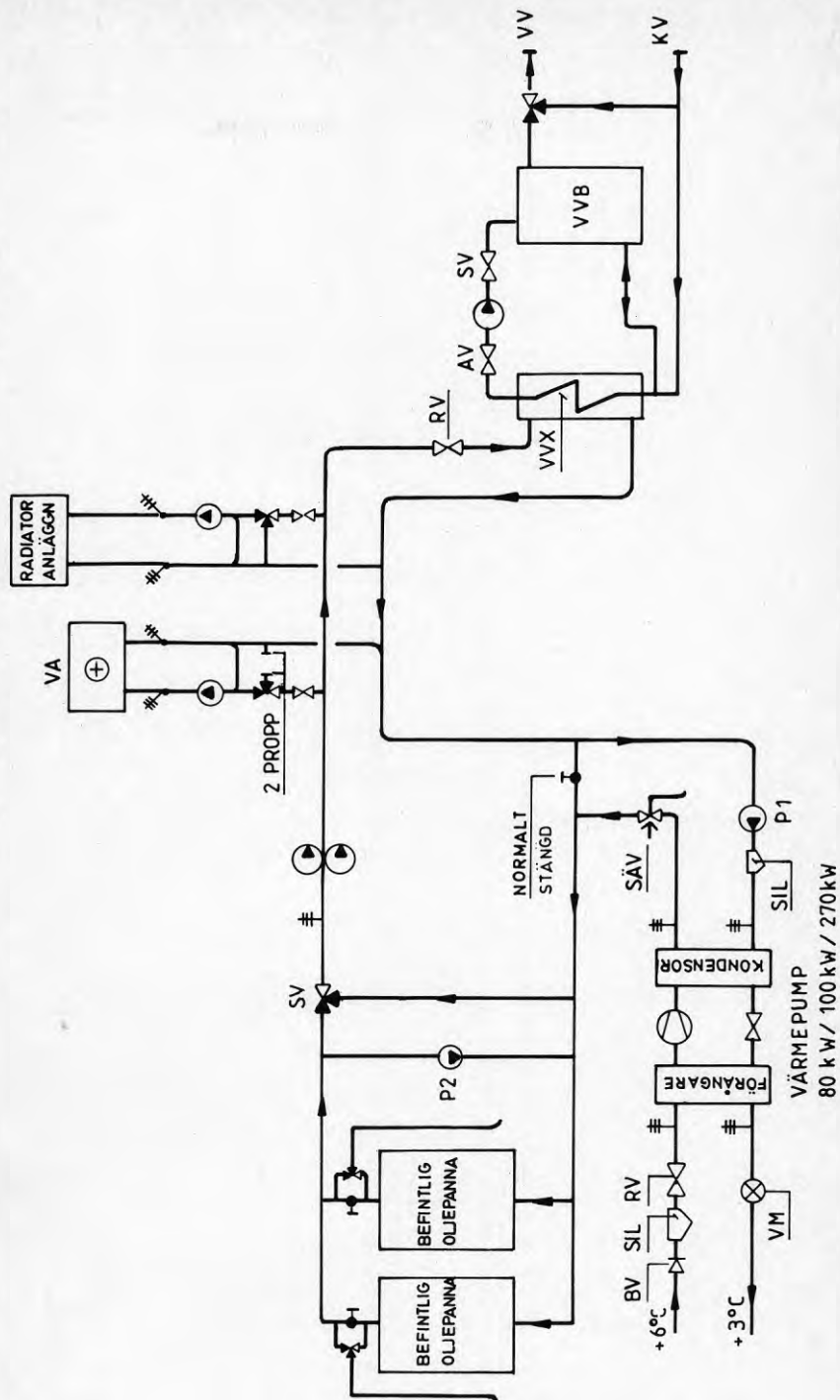
Skala 1:5000

Figur 10. Principskiss över ledningsdragningen när de tre kommunala fastigheterna ingår i ledningsnätet.



Skala 1:5000

Figur 11. Principskiss över ledningsdragningen när samtliga fastigheter ingår i systemet.



FIGUR 12. PRINCIPSCHEMA ÖVER VÄRMEPUMPSINKOPPLINGEN I DE TRE KOMMUNALA FASTIGHETERNA.

4.4.3 Temperaturförluster

Ur temperaturförlustsynpunkt framstår ledningsträckan över Österdalälven som den mest kritiska delen av nätet. Stor kylverkan kan erhållas om älvvattnet får strömma fritt på ledningen.

För en ledning som förutsätts ligga fritt i vattnet kan värmeförlusten beräknas med nedanstående ekvation (ref 4) (stationärt tillstånd):

$$q = \frac{\pi \cdot (T_g - T_\infty)}{\frac{1}{\alpha_i \cdot d_i} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_v} \ln \frac{d_y}{d_i} + \frac{1}{\alpha_y \cdot d_y}}$$

där

- q är värmeflödet från ledningen per m ledning (W/m)
 T_g är grundvattnets temperatur ($^{\circ}\text{C}$), (ca 6.5°C)
 T_∞ är älvvattnets temperatur ($^{\circ}\text{C}$), (ca 0°C)
 α_i är värmeövergångstalet mellan grundvattnet och rörvägg (W/m 2 °C)
 α_y är värmeövergångstalet mellan älvvattnet och rörvägg (W/m 2 °C)
 λ_v är värmeledningstalet för rörväggen (W/m°C)
 d_i är rörets inre diameter (m)
 d_y är rörets yttre diameter (m)

De båda värmeövergångstalen i föregående ekvation kan bestämmas med hjälp av nedanstående ekvationer (ref 4).

Turbulent rörströmning:

$$\alpha_i = 0.023 \cdot \left(\frac{w_g}{\nu_g}\right)^{0.8} \cdot \left(\frac{1}{d_i}\right)^{0.2} \cdot (\mu_g \cdot c_p)^{0.4} \cdot \lambda_g^{0.6}$$

Strömning vinkelrätt mot cylindrar

$$\alpha_y = 1.11 \cdot C \cdot \left(\frac{w_\infty}{\nu_\infty}\right)^n \cdot \left(\frac{1}{d_y}\right)^{1-n} \cdot (\mu_\infty \cdot c_p)^{0.3} \cdot \lambda_\infty^{0.7}$$

där

- w_g är grundvattnets hastighet i ledningen (m/s)
 ν_g är grundvattnets kin. viskositet (m 2 /s)
 μ_g är grundvattnets dyn. viskositet (kg/ms)
 λ_g är grundvattnets värmeledningstal (W/m°C)
 w_∞ är älvvattnets ostörda hastighet (m/s)
 ν_∞ är älvvattnets kin. viskositet (m 2 /s)
 μ_∞ är älvvattnets dyn. viskositet (kg/ms)
 λ_∞ är älvvattnets värmeledningstal (W/m°C)

- c_p är spec. värmen för grundvattnet eller älvvattnet ($J/kg^{\circ}C$)
 C är en variabel konstant, detta fall 0.174
 n är en variabel exponent, detta fall 0.618

Under vinterhalvåret varierar vattenföringen i Österdalälven från ca $100 m^3/s$ till ca $180 m^3/s$ (ref 5). Med ledning av vattenföringen kan älvdelens maximala vattenhastighet vintertid kalkyleras till ca $0.2 m/s (W_{\infty})$. Under de ogynnsammaste villkoren kan då värmeutbytet med älven beräknas till ca $80 W/m$ för båda flödesalternativen, $83 m^3/h$: \varnothing 225 PEH-ledning och $255 m^3/h$: \varnothing 355 PEH-ledning. För en ledning med längden ca $150 m$ medför värmeutbytet ett maximalt temperaturfall om ca $0.15^{\circ}C$ för det mindre flödesalternativet och om ca $0.1^{\circ}C$ för det större alternativet.

Med basis av ovan kan ledningssträckan över Österdalälvens förläggas utan någon värmeisolerande åtgärd. Ur temperaturförlustsynpunkt är förläggning på sedvanligtvis med punktvis förankring i älvbotten fullt tillfyllest.

För en oisolerad markledning* kan temperaturutbytet med marken beräknas enligt nedanstående ekvation (ref 6):

$$t_e = t_m + e^{-K} \cdot (t_f - t_m)$$

$$K = \frac{6.3 \cdot 10^{-3} \cdot \lambda \cdot L}{c_p \cdot Q \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot h}{r}\right)}$$

där

- t_f är vattentemperaturen före ledningssträckan ($^{\circ}C$), ca $6.0 - 6.5^{\circ}C$
 t_e är vattentemperaturen efter ledningssträckan ($^{\circ}C$)
 t_m är marktemperaturen på ledningens nivå på stort avstånd från ledningen ($^{\circ}C$), ca $+1^{\circ}C$
 λ är markens värmeledningstal ($W/m^{\circ}C$), silt = $1.38 W/m^{\circ}C$
 L är ledningssträckans längd (m)
 c_p är spec. värmen för ledningsvattnet ($J/kg^{\circ}C$)
 h är läggningens djupet räknat till rörcentrum (m), ca $1.8 m$
 r är rørets utvändiga radie (m)
 Q är vattenflödet i ledningen (m^3/s)

Med hjälp av de angivna värdena kan temperaturförlusten bestämmas för de mest utsatta markledningssträckorna:

Enbart de kommunala fastigheterna:

Sträckan; Färjebacksvägen - kommunalhuset: ca 0.25°C

Samtliga fastigheter:

Sträckan; Färjebacksvägen - Solvägen - Älrvägen ca 0.3°C .

Innefattande båda förlusterna kommer ledningsnätets maximala temperaturförlust att uppgå till ca 0.4°C för båda alternativen. Möjligt värmeuttag om ca 3°C ur grundvattnet utan frysrisk är därmed fullt möjligt för samtliga anslutningar.

* Med oisolerade ledningar avses ledningar med försumbart värmemotstånd i rörväggen, ex Gjutjärnsrör, stålrör, betongrör m fl

Till isolerade ledningar hör plaströr, (PVC-, PEH-rör), varför förlusten till marken blir något mindre om de utnyttjas i ledningsnätet.

4.5 Fördelning av energiförbrukningar på energislag

Energiförbrukningen för de tre kommunala objekten beräknas uppgå till totalt ca 2255 MWh/år. Genom att installera värmepumpsaggregat om totalt ca 450 kW värme ersätts ca 83.5% eller ca 1885 MWh/år av energiförbrukningen med energi från värmepumpsaggregaten. Resterande ca 16.5% eller ca 370 MWh/år får som förut produceras av de befintliga värmeproduktionsenheterna.

Inberäknat de båda småhusområdena uppgår energiförbrukningen till totalt ca 4145 MWh/år. Med en fullständig anslutningsgrad ersätts ca 3590 MWh/år av energiförbrukningen med energi från värmepumpsaggregaten. Resterande ca 555 MWh/år får sålunda produceras av de befintliga värmeproduktionsenheterna.

I nedanstående tabeller redovisas i detalj fördelningen av energislagen före samt efter värmepumpinstallation. Vid värmepumpskomplettering tillkommer förutom elenergibehov för värmepumpsaggregaten även elenergibehov för grundvattensystemet och för värmevattencirkulationen genom värmepumpskondensor.

a) Enbart de kommunala fastigheterna

	<u>Bef system</u>	<u>Nytt system</u>
Kommunalhus:		
Olja	435 MWh	65 MWh
El till värmepump		140 MWh
Grundvatten		230 MWh
Flerbostadshus:		
Olja	530 MWh	80 MWh
El till värmepump		170 MWh
Grundvatten		280 MWh
Djurås skola:		
Olja	1290 MWh	225 MWh
El till värmepump		400 MWh
Grundvatten		665 MWh
El till grundvatten (totalt):		90 MWh
	<hr/>	<hr/>
Totalt/år	2255 MWh	2345 MWh

b) Samtliga fastigheter

	<u>Bef system</u>	<u>Nytt system</u>
Kommunala fastigheter:		
Olja	2255	370 MWh
El till värmepump		710 MWh
Grundvatten		1175 MWh
Centrumområdet:		
Olja	1625 MWh	160 MWh
El till värmepump		560 MWh
Grundvatten		905 MWh
Södra området**:		
Olja	265 MWh	25 MWh
El till värmepump		90 MWh
Grundvatten		150 MWh
El till grundvattensystem totalt	<hr/>	<hr/> 310 MWh
Totalt/år	4145 MWh	4455 MWh

c) <u>Ex småhus</u>		
Olja	27 MWh	2.7 MWh***
El		9.4 MWh
Grundvatten	_____	<u>14.9 MWh</u>
Totalt/år	27 MWh	27 MWh

** Värmebehovet för de tidigare nämnda växthusen är ej medtagna, då underlag saknas.

*** Om pannutrustningen ersättes helt övergår kvarstående oljeförbrukning till elförbrukning.

EKONOMI

5.1 Investeringar

Nedanstående kostnader för de båda alternativen har beräknats i prisnivå, juni 1984. Alla kostnader är angivna exklusive mervärdeskatt.

Enbart de kommunala byggnaderna:

1a	Värmepump, tot ca 450 kW	800 kkr
1b	Byggnadsarbeten	80 kkr
1c	Elutrustning, elmontage och anslutningsavg	300 kkr
1d	Komplettering av bef värmesystem	450 kkr
2a	Uttagsbrunn inkl pump och överbyggnad	100 kkr
2b	Elutrustning, elmontage och anslutningsavg	50 kkr
2c	Ledningsnät	700 kkr
3a	Förundersökningar grundvatten	150 kkr
3b	Projektering	250 kkr
3c	Allmänna byggherrekostnader	50 kkr
3d	Byggledning, kontroll	70 kkr
4	Diverse + oförutsett	<u>300 kkr</u>

Totalt 3.300 kkr

Samtliga byggnader:

1a	Värmepump, tot ca 450 kW	800 kkr
1b	Byggnadsarbeten	80 kkr
1c	Elutrustning, elmontage och anslutningsavg	300 kkr
1d	Komplettering av bef värmesystem	450 kkr
2a	Värmepump, småhus tot ca 800 kW	1.900 kkr
2b	Byggnadsarbeten	270 kkr
2c	Elutrustning, elmontage och anslutningsavg	300 kkr
2d	Komplettering av bef värmesystem	600 kkr
3a	Förundersökningar grundvatten	150 kkr
3b	Uttagsbrunn inkl pump och överbyggnad	200 kkr
3c	Elutrustning, elmontage och anslutningsavg	50 kkr
3d	Ledningsnät	1.650 kkr
4a	Projektering	400 kkr
4b	Allmänna byggherrekostnader	100 kkr
4c	Byggledning och kontroll	200 kkr
5	Diverse + oförutsett	<u>500 kkr</u>

Totalt 7.950 kkr

Ex småhus

Värmepump, 10 kW eller 15 kW	27 kkr
Byggnadsarbeten	4 kkr
Elutrustning, elmontage och anslutningsavg	4 kkr
Komplettering av bef värmesystem	<u>10 kkr</u>

Totalt ca 40-45 kkr

5.2 Driftskostnader/år

För att kunna jämföra de befintliga värmeförsörjningssystemen med de värmepumpskompletterade har följande kostnader utnyttjats

Oljekostnad: Kommun, 2425kr/m³ Eol, 75% verkningsgrad ger ca 32.5 öre/kWh
 Småhusen, 2711 kr/m³ Eol, 70% verkningsgrad ger ca 38.8 öre/kWh

Elkostnad: Gällande elavgifter vid detaljdistribution, Gagnefs Elverk AB

Uttagsbrunn, enbart de kommunala byggnaderna ny ab.avgift 2820 kr/år
 Energiavgift 19.5 öre/kWh

Uttagsbrunn, samtliga byggnader ny ab.avgift 8220 kr/år
 Energiavgift 19.5 öre/år

Värmepump, kommunalhus
 ökad ab.avgift 13380 kr/år
 Energiavgift 19.5 öre/kWh

Värmepump, hyreshusen
 ökad ab.avgift 10.800 kr/kWh
 Energiavgift 19.5 öre/kWh

Värmepump, Djuråsskolan
 ökad ab.avgift 13800 kr/år
 Energiavgift 24 öre/kWh

Värmepump småhusen
 ökad ab.avg 450 kr/år
 Energiavgift 24 öre/kWh

Elskatt 5.2 öre/kWh

Underhållskostnader

Villavärmepump 300 kr/st, år
 Värmepump > 80 kW 6.500 kr/st, år

Enbart för de kommunala byggnaderna:

Energikostnader	Bef system	Nytt system
Olja	733 kkr/år	120 kkr/år
El		255 kkr/år
Utökad servicebehov		<u>20 kkr/år</u>
Totalt/år	733 kkr/år	395 kkr/år

Samtliga byggnader:

Energikostnader	Bef system	Nytt system
Olja	1466 kkr/år	192 kkr/år
El		536 kkr/år
Utökad servicebehov		<u>40 kkr/år</u>
Totalt/år	1466 kkr/år	768 kkr/år

Ex småhus:

Energikostnader	Bef system	Nytt system
Olja	10.5 kkr/år	1.1 kkr/år
El		3.2 kkr/år
Utökad servicebehov		<u>0.3 kkr/år</u>
Totalt/år	10.5 kkr/år	4.6 kkr/år

Vid en värmepumpskomplettering om ca 450 kW värme eller om ca 1250 kW i Djurås erhålls således driftskostnadsbesparingar på ca 338 kkr/år eller ca 698 kkr/år. Ej inräknat ev abonnemangavgifter för systemanslutningen och ev vattenavgifter erhålls för den enskilda småhusägaren driftskostnadsbesparingar på ca 5.5 - 6.0 kkr/år.

5.3 Lönsamhet

Nedanstående lönsamhetsberäkningar har utförts enligt två metoder. Första metoden avser den ofta redovisade pay-off tiden, beräknad enligt:

Pay-off tid = investeringar/driftskostnadsbesparing år
1.

Denna metod är relativt primitiv eftersom man inte tar hänsyn till räntor, inflation etc.

Den andra redovisade beräkningsmetoden är den s k nuvärdesmetoden. Genom att hänföra alla in- och utbetalningar till en och samma tidpunkt tas hänsyn till prisutvecklingen. Metoden beaktar dessutom den räntekostnad som den kapitalbindande investeringen förorsakar. Om nuvärdet är positivt är åtgärden lönsam och bör i princip genomföras, förutsatt att det finns tillgängligt investeringskapital.

Metod 1: Pay-off tid

	Enbart de kommunala byggnaderna	Samtliga byggnader
Investering	3300 kkr	7950 kkr
Driftskostnadsbesparing	338 kkr	698 kkr
Pay-off tid	9.8 år	11.4 år

Metod 2: Nuvärdesmetod

Beräkningen har skett med variabel livslängd men utan hänsyn till restvärde. Anläggningens beräknade tekniska ekonomiska medellivslängd är 15 år.

Ränta på lånat kapital:	13.0%
Inflation:	9.0%
Energiprisökning utöver inflation:	2.0%
Kostnader för underhåll av underhållskrävande utrustning:	2.0%

Investeringens nuvärde:	Enbart de kommunala byggnaderna	Samtliga byggnaderna
År	kkkr	kkkr
1	-2988	-7304
2	-2682	-6670
3	-2381	-6047
4	-2085	-5435
5	-1795	-4835
6	-1510	-4245
8	- 955	-3098
10	- 420	-1992
12	+ 95	- 926
15	+ 833	+ 600

Med de räntesatser som angivits ovan är de båda alternativen återbetalda efter 15 år, dvs efter tekniska-ekonomiska livslängden. Fördelaktigast av de två är dock det mindre systemförslaget med ca 833 kkr i överskott efter 15 år.

Utredningen har ej behandlat den ekonomiska fördelningen mellan kommunen och småhusen i aktuellt alternativ. Två alternativa finansieringsprinciper kan dock urskiljas.

Alternativ 1:

Småhusägaren bekostar själv värmepumpen med dess inkoppling. Till kommunen betalar ägaren en årlig abonnemangavgift och en avgift för det förbrukade grundvattnet.

Alternativ 2

Kommunen bekostar hela systemet. Till kommunen betalar småhusägaren en årlig avgift efter förbrukad värme. Avgiften skall följa en fastställd värmeskatte med anslutningsavgift och förbrukningsavgift.

Vilket av de två alternativen som är det gynnsammaste för båda parterna är för närvarande ej klarlagt.

6. REFERENSLISTA

- Referens 1 LBF 1961. Gagnefs kommun PM angående grundvattensondering i Djuråsområdet Falun 1961-05-30.
- Referens 2 VIAK AB 1981. Landstinget i Kopparbergs län , Vårdcentralen i Gagnef. Grundvattenvärme -rapport 5711.8106. Falun 1981-11-16.
- Referens 3 VBB 1953. Gagnefs kommun Djurås vattenförsörjning och avlopp. Stockholm 1953-11-24.
- Referens 4 B Pierre
Mekanisk Värmeteori.
Fortsättningskurs del 1
Inst för Mek Värmeteori och Kylteknik
KTH
- Referens 5 Dalälven: Rapport över 1972-73 års vattenundersökning
Naturvårdsenheten N 1974:4
Länsstyrelsen i Kopparbergs län
- Referens 6 Läggningsdjup för VA-ledningar i jord med hänsyn till tjäle.
Svenska vatten- avloppsverksföreningen.
VAV.P14

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840039-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Gagnef kommun,
Tekniska avdelningen Gagnef.

NOU: 1200 KANINGAVÄRME IUT DJURAS CENTRUM, GAGNEF A. NOTDACK

R96: 1986

ISBN 91-540-4621-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6706096

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 30 kr exkl moms