



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

R129:1983

Handlingsfrihet vid val av värmeförsörjning för etapp- utbyggd bebyggelse

Metodstudie

Stig Brozén m fl

K
A/W

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac Ser

Byggtforskningsrådet

R129:1983

HANDLINGSFRIHET VID VAL AV VÄRMEFÖRSÖRJNING
FÖR ETAPPUTBYGGD BEBYGGELSE

Metodstudie

Stig Brozén
Karin Bäcker
Leif H Gustafson
Bengt-Olof Hecktor

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
801016-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Kommunstyrelsen i Borås.

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

R129:1983

ISBN 91-540-4036-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 BAKGRUND OCH SYFTE	6
2 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR KRÅKHULT	7
2.1 Gällande stadsplan för Kråkhult	7
2.2 Områdets förutsättningar	7
2.3 Planerad bebyggelse	8
2.4 Värmebehov och värmtäthet	8
3 LOKALA ENERGIKÄLLOR - KARTLÄGGNING AV RESURSER	10
3.1 Sjövatten	10
3.2 Avloppsvatten	10
3.3 Grundvatten och kommunalt tappvatten	11
3.4 Markvärme	11
3.5 Skogsenergi	12
3.6 Torv	12
3.7 Bearbetade bränslen	12
3.8 Solenergi och uteluft	13
3.9 Sammanställning av lokala energikällor	13
4 MÖJLIGA ALTERNATIV FÖR VÄRMEFÖRSÖRJNING	15
4.1 Individuella system	15
4.2 Gruppcentraler	17
4.3 Utvecklingsläge för små fastbränsleeldade pannor	20
5 BESKRIVNING AV OLIKA VÄRMEFÖRSÖRJNINGSLTERNATIV	22
5.1 Generella förutsättningar	22
5.2 Centralt fjärrvärmesystem	23
5.3 Gruppcentraler	27
5.4 Kombinerat värme- och tappvarmvattensystem	31
5.5 Värmepumpar med sjövattnet som värmekälla	39
5.6 Värmepumpar med tappvattnet som värmekälla	45
5.7 Individuell elpanna	49
6 ANALYS AV FÖRESLAGNA ALTERNATIV	51
6.1 Teknik	51
6.2 Ekonomi	52
6.3 Konverterbarhet	55
6.4 Flexibilitet	56
6.5 Driftsäkerhet	57
6.6 Miljöpåverkan	57

7	HUVUDMANNASKAP FÖR CENTRALISERAT VÄRMESYSTEM	59
	REFERENSER	64
	BILAGOR.	65

SAMMANFATTNING

I ett stort antal tätorter i Sverige finns planområden för något hundratal lägenheter. I mindre och medelstora orter kommer utbyggnadstakten att vara relativt låg, troligen 20-30 lägenheter per år. Detta innebär att utbyggnaden kommer att ske under en lång period. Förutsättningarna är därför små att med rimlig ekonomi kunna bygga ut ett centraliserat värmeförsörjningssystem innan området är färdigbyggt.

I Kråkhult vid Dalsjöfors i Borås kommun planeras utbyggnad av ett område med cirka 130 grupp- och cirka 55 friliggande hus. Vid stadsplanearbetet har energiaspekterna fått stor vikt redan från början. En grundläggande tanke i stadsplanearbetet har varit att införande av ett gemensamt värmeförsörjningssystem skall underlättas. Eftersom det inte finns ekonomiska förutsättningar att redan från början bygga ut ett sådant system skall i stället olika förberedelser vidtas. Rent praktiskt har detta resulterat i att utrymme reserverats för en gemensam panncentral för hela området, för gruppcentraler för delområden samt för en gemensam solvärmecentral. Vidare har bebyggelsen koncentrerats så att grupp- och friliggande husen i väl avgränsade områden, medan de friliggande husen uppförs i även mera perifera delar av planområdet.

I denna studie har det förutsatts att ett vattenburet värmesystem skall installeras i varje hus. Som referensalternativ antas att värmeproduktionen sker med individuell elpanna.

Utöver referensalternativet har fem olika alternativ undersökts samt ett antal olika varianter. Beroende på vilken typ av system som studerats har även omfattningen varierats. Exempelvis har i vissa fall endast grupp- och friliggande hus ingått, i andra fall såväl grupp- och friliggande hus. I en tredje variant studeras i något fall endast de friliggande husen.

De fem värmeförsörjningssystemen är centraliserad fjärrvärme, gruppcentraler, fjärrvärme med kombinerat värme- och tappvarmvattensystem, distribution av sjövattnet till egna värmepumpar samt användning av kommunala tappvattnet i egna värmepumpar. För dessa system samt referensalternativet individuell elpanna har den tekniska utformningen beskrivits. Vidare har förutsättningarna för konverterbarhet och flexibilitet analyserats. Slutligen har även ekonomin undersökts med hänsyn till investeringar, energikostnader samt total värmeförbrukning. Kalkylerna visar totala investeringar för den berörda bebyggelsen, totala årskostnaden, värmekostnad per hus samt specifik värmekostnad per kWh.

Slutligen behandlas frågan om huvudmannaskap för en centraliserad värmeförsörjning. Fem olika former diskuteras när det gäller för- och nackdelar.

BAKGRUND OCH SYFTE

I Borås har sedan några år ett flertal projekt bedrivits inom området energihushållning. Projekten har till stor del finansierats med anslag från BFR. Möjligheterna att beakta energiaspekterna redan i stadsplanearbetet har belysts i projektet "Energihushållning i stadsplanen" (Ref. 1). Detta projekt redovisades ursprungligen av BFR i rapport T36:1979. Studien avsåg de båda planerade bostadsområdena Öndered och Kråkhult i Borås kommun. I planeringsarbetet för dessa områden har olika hypoteser och förslag till genomförandeåtgärder ställts upp. Bland annat har olika planskisser prövats, alternativa uppvärmningssystem har undersökts och teoretiska och praktiska klimatstudier har genomförts. I projektrapporten redovisas ett planförslag för respektive område. En grundläggande filosofi i planförslagen har varit att försöka tillämpa s k "lågenergiteknik" och att främja framtida handlingsfrihet.

För området Kråkhult har planeringsarbetet fortsatt. Resultaten har redovisats i en serie BFR-rapporter, bl a "Lokalklimatologiska studier" (Ref 2), "Planstudier" (Ref 3), "Teknisk-Ekonomisk analys" (Ref 4). Ett stadsplaneförslag har redovisats i rapporten "Energihushållning i stadsplanen" (Ref 5).

Den för Kråkhult aktuella utbyggnadstakten om 20-30 lägenheter per år torde vara vanligt för nybyggnadsområden i många kommuner. Även den slutliga områdestorleken i fullt utbyggt skick (cirka 200 hus) får anses vara vanligt förekommande. Det är därför av mycket stor betydelse för landets ekonomi att finna en god lösning på energiförsörjningsfrågorna för denna typ av bebyggelse.

Den långa utbyggnadstiden (cirka 10 år) samt osäkerhet om i vilken turordning olika områden och hustyper skall byggas medför att gemensamma värmeförsörjningssystem ej kan tillgripas från början. Det är däremot mycket angeläget att man på sikt kan utnyttja ett centraliserat system. Detta kan bestå av gruppcentraler för delområden eller en gemensam värmeförsörjningscentral för hela bebyggelsen. För värmeproduktionen kan solvärme tänkas komma till användning men även andra alternativ, t ex inhemska bränslen, värmepumpar baserade på lokala energikällor osv.

Syftet med projektet är därför att utarbeta riktlinjer för hur energitillförseln såväl under utbyggnadstiden som efter full utbyggnad skall kunna ske på ett tekniskt och ekonomiskt riktigt sätt. I studien berörs främst områden med måttlig utbyggnadstakt och med begränsad storlek.

I projektet ingår även att utreda lämpliga former för huvudmannaskap och administration av energiförsörjningen såväl under utbyggnadstid som vid fullt utbyggt system.

2 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR KRÅKHULT

2.1 Gällande stadsplan för Kråkhult

I den stadsplan som antagits för Kråkhultsområdet har målsättningen varit att uppnå en god energihushållning. Särskilt har man studerat förutsättningarna att i framtiden utnyttja solenergi för uppvärmning både individuellt och i gruppbebyggelse.

Frågor som berör byggnadernas orientering och placering i terrängen har därför fått en framträdande plats liksom markreservationer för placering av solanläggningar samt restriktioner för markens användning. Problem som bör uppmärksammas när en stadsplan arbetas fram har redovisats i skriften "Energihushållning i stadsplanen", (Ref 5).

Stadsplaneområdet omfattar totalt cirka 300 000 m² (30 ha). Området sträcker sig i öst-västlig riktning och är cirka 1 km långt. I norr gränsar det till dels befintlig villabebyggelse och dels till ett område med en befintlig vårdcentral. I nordväst avgränsas området av en större väg och i öster av Stora Dalsjön. Avståndet till sjön är cirka 100 m. I söder finns oexploaterad mark.

2.2 Områdets förutsättningar

Idag finns det främst barrskog inom det aktuella planområdet. En mindre del består dock av åkermark. Inom området finns det också några mossar. Man har inventerat vegetationen samt undersökt möjligheterna att behålla nuvarande vegetation för vindhämmande ridåer (Ref 5).

Terrängen inom området är småbruten med inslag av platta partier. I norr finns en söderslutning. Höjdskillnaden i området är ca 20 m. Södra delen av planområdet består av en dalgång i öst-västlig riktning.

Man har studerat klimatet i Kråkhult under en vintersäsong med speciell tanke på framtida bebyggelse. Då området ligger högt utsätts det för starka nordostliga vindar under vinterhalvåret. Sjöar av kall luft har konstaterats under klara, lugna och kalla vinternätter.

Temperaturvariationer upp till 5°C har registrerats mellan olika platser i området.

Man bedömer att det finns mycket gynnsamma förutsättningar att skapa vindreducerande skärmar med hjälp av vegetationen. Den kvarvarande delen av befintlig skog anses kunna klara den förändring i livsbetingelserna som den kommande byggnationen innebär. Möjlighet finns att vid behov komplettera vegetationen och på detta sätt skapa önskvärda vindskärmar.

2.3 Planerad bebyggelse

Målsättningen i stadsplanen när det gäller husutformning har varit att skapa möjlighet att uppföra hus av olika typ samt att sträva efter en inriktning på markbostäder. Detta tillsammans med energihushållningsaspekten samt områdets övriga förutsättningar och plankrav (t ex orientering, utbyggnadstakt, befintliga matargator) har i stor utsträckning styrt planeringen.

Totalt i området planeras cirka 185 lägenheter varav cirka 130 i gruppbebyggelse (radhus eller kedjehus) och cirka 55 lägenheter i friliggande enbostadshus. I bostadsbyggnadsprogrammet föreskriver man en utbyggnadstakt på cirka 20 lägenheter per år. Detta innebär att utbyggnaden av området kan komma att ske under en 10-årsperiod med början vid 1980-talets mitt.

I stadsplanen finns en etappindelning skissad med hänsyn till tänkbar efterfrågan på olika bostadstyper, områdets förutsättningar samt önskemål och krav när det gäller framtida värmeförsörjning. En central idé har dock varit att stadsplanen skall vara flexibel så tillvida att man skall undvika låsningar som försvårar en framtida anpassning till de villkor som kan komma att gälla för denna typ av bebyggelse.

2.4 Värmebehov och värmtäthet

Då endast allmänt hållna beslut har tagits om vilken typ av hus som kommer att byggas inom området måste vissa antaganden göras inför de fortsatta studierna. En grundläggande filosofi är att ett centraliserat uppvärmningssystem på sikt skall införas. I utbyggnadsskedet leder detta till att frågan om konverterbarhet blir dominerande.

Med de regler och planeringsvillkor som idag råder, kan man ej förvänta att småhusbebyggelse under 1980-talet kan förses med ett centraliserat uppvärmningssystem om rimlig boendekostnad skall eftersträvas. Här antas därför att husen värms upp med ett vattenburet system dimensionerat för lågtemperatur enligt de förslag till regler från Statens planverk som för närvarande har publicerats. Förslaget innebär en högsta framledningstemperatur på 55°C och en högsta medeltemperatur över en radiator på 50°C (Ref 6). För tappvarmvatten gäller enligt SBN 80 att lägsta temperaturen vid förbrukningsstället skall vara 45°C, men en lägre temperaturgräns diskuteras (38°C).

För de fortsatta studierna har följande antaganden gjorts. Under utbyggnadsskedet förutsätts att uppvärmningen sker med vattenburen elvärme. Det antas att värmebehovet för uppvärmning av tappvarmvatten och byggnad uppgår till 15 000 kWh/år och lägenhet. Då storleken på framtida hus ännu är okänd skall detta betraktas som ett medelvärde för hela beståndet. Med en uppvärmd bostadsyta på 150 m² motsvarar

den antagna totala förbrukningen ett specifikt värmebehov på 100 kWh/m², år. I praktiken torde avvikelser förekomma som främst leder till en högre total förbrukning för de friliggande husen, eftersom dessa kan förväntas vara större än medelhuset. För de gruppbyggda husen, och då främst för radhusen, torde förbrukningen däremot bli lägre än medelvärdet.

Eftersom elvärme förutsätts vara referensalternativet, och i varje fall kommer att användas i ett utbyggnadsskede, blir även förbrukningen av hushållsel av intresse. För att kunna bedöma den totala eltillförseln till planområdet och dess olika delar har ett antagande om förbrukningen av el till hushållsändamål och liknande gjorts. Här förutsätts en genomsnittlig förbrukning på 5 000 kWh/år och lägenhet. För en bostadsyta på 150 m² motsvarar detta 33 kWh/m², år.

Med ledning av antaganden om värmebehov samt med stadsplanen som grund kan värmätätheter beräknas för hela planområdet samt dess olika delar. I följande tabell visas etappindelning, areal för respektive område och fördelning på hustyp enligt stadsplanen samt värmebehov och specifik värmätäthet uttryckt som värmebehov per områdesarea (kWh/m², år).

Etapp Nr	Hustyp frilig- gande resp grupp	Antal hus st	Områdes- area m ²	Värme- behov MWh/år	Värme- täthet kWh/m ² , år
1	fr	10	13 000	150	12
1	gr	30	15 000	450	30
2	gr	40	17 000	600	35
3	fr	25	24 000	375	15
4	fr	10	10 000	150	15
4	gr	40	20 000	600	30
5	fr	10	10 000	150	15
5	gr	20	10 000	300	30
Summa delomr.	fr	55	57 000	825	14
Summa delomr.	gr	130	62 000	1 950	31
Totalt inkl gräns- områden		185	300 000	2 800	9

3 LOKALA ENERGIKÄLLOR - KARTLÄGGNING AV RESURSER

Den planerade utbyggnaden i Kråkhult kommer att ske i anslutning till en befintlig tätort. Bebyggelsens karaktär är dock sådan att en gemensam värmeförsörjning för tillkommande byggnader och befintliga byggnader ej är sannolik. Däremot torde det finnas goda förutsättningar för samordning av eventuell bränsleförsörjning till regionen.

Utöver olika bränslen kan ytterligare några lokala energitillgångar bli aktuella i Kråkhult. Främst torde det bli aktuellt att undersöka möjligheterna att utnyttja energi från sjövattnen, avloppsvattnen, grundvattnen eller det kommunala vattenledningsnätet. I det följande berörs några olika alternativa energikällor översiktligt.

3.1 Sjövattnen

På kort avstånd från den planerade bebyggelsen finns Stora Dalsjön. Denna sjö ingår i ett biflöde till Viskans avrinningsområde. Sjöns areal är $0,6 \text{ km}^2$ och tillrinningsområdet $6,5 \text{ km}^2$. Vattenföringen är drygt $3 \text{ milj m}^3/\text{år}$. Om det teoretiskt vore möjligt att sänka vattentemperaturen 10°C skulle detta motsvara ett värmeuttag på i medeltal cirka 400 kW . Med en värmefaktor på $2,5$ skulle producerad värmeeffekt kunna uppgå till 650 kW .

Väsentliga data om sjön för att säkert bedöma dess förutsättningar som energikälla saknas dock. Bland annat är temperaturvariationen över året okänd liksom sjöbottens användbarhet för värmelagring o s v. En sammanställning över tillgängliga data om Stora Dalsjön framgår av bilaga 1.

3.2 Avloppsvattnen

Det kommunala avloppsvattnet från Dalsjöfors tätort pumpas till reningsverket i Borås. Avståndet från ledningen till områdesgränsen för den planerade bebyggelsen i Kråkhult är cirka 500 meter. En pumpstation finns i höjd med Kråkhult. Från delar av den planerade bebyggelsen kommer avloppet att ledas till denna pumpstation. Flödet uppgår normalt till 20 à 30 liter/s och minimiflödet är cirka 10 liter/s (Ref 7). Om full utbyggnad kommer till stånd i Kråkhult kan maximiflödet komma att öka med cirka 5 liter/s.

Avloppsvattnet är en värmekälla som endast kan utnyttjas i värmepumpar. Värmeproduktionens storlek beror på vattenflödet och temperaturen. Under förutsättning att temperaturnivån på det producerade fjärrvärmevattnet ej behöver bli alltför hög (cirka 70°C) kan en värmefaktor på $3,0$ uppnås. Värmeuttaget

från avloppsvatten med 5°C temperatursänkning skulle då kunna uppgå till cirka 200 kW och angiven värmeeffekt från pumpen till cirka 300 kW.

Avloppsvattnet från Dalsjöfors kommer att blandas med annat avloppsvatten innan det skall renas. Därför bör man kunna förutsätta att det, i varje fall tidvis, blir möjligt att sänka avloppsvattnets temperatur mer än 5°C. Om man dimensionerar värmepumpen för ett större flöde på avloppssidan, t ex motsvarande medelflödet, kan värmeuttages ökas. Vid de tillfällen flödet är lägre än det dimensionerade kan återcirkulation ske. Därvid sänkes temperaturen mer.

Om värmepumpen dimensioneras för ett vattenflöde nära medelflödet (cirka 20 liter/s) och viss återcirkulation tillåts vid låga flöden kan värmeuttaget uppgå till 400 kW. Värmepumpens produktion blir då cirka 600 kW. Lägre avgiven effekt kommer att inträffa vintertid.

Ett stort värmeuttag vid Kråkhult kan eventuellt medföra problem vid reningsverket. Eftersom totala avloppsflödet är betydligt större torde dock risken för störning i reningsverket i Borås på grund av temperatursänkningen vara liten.

3.3 Grundvatten och kommunalt tappvatten

Nivån på grundvattnet inom det område där bebyggelse planeras ligger högt (Ref 7). Några säkra data om grundvattnet finns dock ej när det gäller tillgångar, kvalitet eller temperatur. Värmeförsörjning baserad på värmeuttag från grundvattnet har därför ej undersökts närmare. Detta betyder inte att grundvattnet är ointressant som värmekälla. Främsta betydelsen torde dock grundvattnet få vid uppvärmning av enstaka hus eller ett begränsat antal.

Ett alternativ till att lokalt använda grundvattnet som värmekälla är att i stället utnyttja det kommunala vattenledningsnätet. Produktionskostnaden för det kommunala vattnet är dock hög i Boråsregionen. Detta kan bero på dålig tillgång på vatten av hög kvalitet. Förutsättningarna att erbjuda kommunalt vatten för uppvärmningsändamål till konkurrenskraftig kostnad bedöms därför som mycket små.

3.4 Markvärme

Då den planerade bebyggelsen är relativt tät och en stor del av vegetationen skall bevaras är förutsättningarna för arealkrävande energisystem små. Främsta möjligheten för att utnyttja markvärme torde finnas via värmepumpar baserade på ytjordvärme. Kravet på tillräcklig yta samt lämplig mark för värmeupptagande ledningar kan dock vålla problem, eftersom terrängen är varierande. Den möjliga potentialen för att utnyttja markvärme är därför sannolikt liten.

3.5 Skogsenergi

Tillgången på skogsenergi har undersökts och utvärderats av länsstyrelsen 1981 (Ref 8). För hela Borås kommun bedömer man att tillgången är 100 GWh/år. Man har då förutsatt att det sortiment som normalt används som gagnvirke eller massaved ej skall utnyttjas för bränsleändamål. Den lokala tillgången per kommunedel inom Boråsregionen har beräknats av Energiverket (Ref 9). För Dalsjöfors kommunedel beräknas den lokala tillgången på skogsenergi vara nära 20 GWh/år. I länsstyrelsens utredning har man bedömt att halva tillgången kan komma att användas för enskild förbrukning. Förutsättningarna för att utnyttja lokala tillgångar av skogsenergi i en central anläggning är därför svår att bedöma, men kan uppskattningsvis uppgå till högst 10 å 20 GWh/år.

3.6 Torv

Uppskattningarna av de torvtillgångar som är användbara för bränsleproduktion varierar kraftigt. Länsstyrelsen har låtit SGU (Ref 10) beräkna potentialen samt bedöma vilka restriktioner eller andra hinder som kan finnas på olika torvmossar. Inom Dalsjöfors kommunedel finns två mossar som eventuellt kan komma ifråga för produktion av bränntorv. Storleken på det årliga energibidraget har bedömts till mellan 20 och 55 GWh/år. Beräkningarna av tillgångarna avser frästorv eller maskintorv från mossar större än 50 hektar. Annan produktionsteknik eller förädling av bränsleråvaran kan påverka potentialen betydligt.

3.7 Bearbetade bränslen

Genom förädling av olika bränsleråvaror förbättras förutsättningarna för en rationell och effektiv användning. Med förädlade bränslen torde det vara möjligt att använda inhemska bränslen även i mindre värmeanläggningar och i vissa fall även vid individuell eldning.

De bränslevarianter som närmast torde bli aktuella vid bearbetning och förädling är pellets, briketter eller pulver. Genom förädlingen ökar de ekonomiskt försvarbara transportavstånden varför en bränslefabrik ej behöver vara lokaliserad så nära förbrukarna. Av ekonomiska skäl måste dock kapaciteten vid en bränslefabrik vara hög och motsvara minst 20 000 till 30 000 m³ olja per år.

I länet finns en träpulverfabrik i drift med kapacitetem 60 000 ton träpulver per år. Detta motsvarar cirka 30 000 ton olja. Planer på att bygga fler anläggningar finns i den mån en marknad kan skapas.

Gemensamt för samtliga produktionsanläggningar för förädlad bränsle, som för närvarande är i drift, tycks dock vara att man möter mycket stora svårigheter

ter att få avsättning för sin produktion. Orsaken bedöms främst vara att det saknas pannor för fasta bränslen.

3.8 Solenergi och uteluft

I det stadsplaneförslag som finns för Kråkhult har man försökt att via planeringen åstadkomma så gynnsamma förutsättningar som möjligt för utnyttjande av solenergi. Detta har bl a tagit sig uttryck i att man orienterat de friliggande husen så att solinstrålningen skall kunna bli stor samt att eventuella solfångare skall kunna placeras på taken. För de gruppbyggda husen finns i vissa fall möjlighet att utnyttja taken, i andra fall finns utrymme för en central anläggning reserverad. Potentialen för solenergis andel av totala uppvärmningen är svår att bedöma, bl a beroende på att husens energistatus ej har fastställts. Om stor omsorg kommer att läggas på att bygga energisnålt minskar solenergis relativa andel. Än större betydelse har valet av utrustning för t ex värmeåtervinning eller liknande apparatur för individuell uppvärmning. Med värmeåtervinning ur frånluft eller ur husens eget avloppsvatten har de ekonomiska förutsättningarna för solvärme minskat påtagligt.

Om man avser att utnyttja uteluften som värmekälla är största svårigheten att täcka värmebehovet under den kallaste perioden på året. Av ekonomiska skäl kan en värmepump med uteluft som värmekälla ej dimensioneras för hela värmebehovet. Då kapaciteten dessutom minskar vid låga lufttemperaturer är det helt nödvändigt med någon form av tillsatsenergi.

Om värmepumpen ingår i ett system där tillsatsvärmeproduceras i t ex en oljepanna kan värmepumpens andel uppgå till 70 à 90% av totala värmeproduktionen. Avgörande är vilken typ av värmepump som valts. Med en värmefaktor av storleksordningen 2,2 blir uteluftens andel av totala värmebehovet 40 à 50%, medan 30 à 40% är elenergi.

Om värmeförsörjningen sker med individuella värmepumpar och med elenergi som tillsats kan uteluftens andel i bästa fall bli 50% av totala värmebehovet. Med hänsyn till belastningen på elnätet är värmepumpar med uteluft som värmekälla ej särskilt attraktiva som enda värmeanläggning i en byggnad.

3.9 Sammanställning av lokala energikällor

Vissa av de ovan redovisade alternativen har väsentligt olika förutsättningar när det gäller möjligt energibidrag. Några alternativ lämpar sig bäst i ett gemensamt värmeförsörjningssystem medan andra är begränsade till individuella anläggningar. En annan skillnad är att vissa energikällor främst kan användas i en grundlastanläggning medan andra lämpar sig för en anläggning för hela värmebehovet. Nedan redo-

visas översiktligt vilken potential som finns i form av effekt och värmeenergi samt huruvida en resurs lämpar sig för individuell eller gemensam anläggning.

<u>Energikälla</u>	<u>Värmeeffekt</u>	<u>Värmeenergi</u>	<u>Anläggning</u>
Sjövatten	650 kW	5 000 MWh/år	Värmepump i större system
Avloppsvatten	300-600 kW	5 000 MWh/år	Värmepump i större system
Grundvatten	Okänd	Liten	Värmepump; individuell
Kommunalt vatten	Okänd	Liten	Värmepump; individuell
Markvärme	Okänd	Liten	Värmepump; individuell
Skogsenergi	Ingen gräns	20 000 MWh/år	Större system eller individuellt
Torv	Ingen gräns	20 000-50 000 MWh/år	Större system
Bearbetade bränslen	Ingen gräns	Okänd	Större system eller individuellt
Solenergi	Okänd	10-50% av behovet	Individuellt
Uteluft	Okänd	40-50% av behovet	Värmepump med tillsatsvärme

4 MÖJLIGA ALTERNATIV FÖR VÄRMEFÖRSÖRJNING

I det följande beskrivs kortfattat ett antal olika värmeförsörjningsalternativ som kan anses vara åtminstone teoretiskt möjliga att införa. De olika alternativen har delats in i individuella system och gruppcentraler (för ett begränsat homogent område). En grundläggande förutsättning är att i samtliga fall skall ett gemensamt centraliserat uppvärmningssystem på sikt kunna införas för all gruppbebyggelse.

4.1 Individuella system

Elpanna

Med elvärme kan en byggnads hela värmebehov integreras med elbehovet för hushållsel m m. Detta innebär en samordningsvinst såtillvida att totala effektbehovet för uppvärmning och hushållsel sammanlagras och därmed kan begränsas. Elpanna inklusive varmvattenberedare kräver liten plats i huset och kan placeras i t ex tvättstuga eller badrum. Om övergång till centraliserad värmeförsörjning skall ske kan normalt samma utrymme användas för en värmeväxlare. Skall däremot en eldningsanläggning ersätta elpannan ställs betydligt större krav. Livslängden för elpatronerna kan beräknas till cirka 10 år och för resten av anläggningen till cirka 20 år.

Oljepanna

Oljepannan tillgodoser husets hela värmebehov för all uppvärmning. Då en oljebrännare av drifttekniska skäl ej kan tillverkas för så låg effekt som ett småhus egentligen behöver, får en oljepanna kort drifttid och som en följd härav relativt stora förluster. Oljepannan kan placeras i t ex tvättstuga eller grovkök. Numera krävs dock att en oljepanna även skall kunna eldas med inhemskt fast bränsle, varför kravet på skorsten och pannrum blivit större. En oljepanna kan enkelt ersättas med värmeleverans från ett centraliserat system. Livslängden på en oljepanna är cirka 15 år.

Fastbränslepanna

En panna för fast bränsle kan vara utrustad med viss automatik för bränsletillförseln eller för enbart manuell eldning. Bränslet kan vara helved, flis, kol, pellets eller briketter. Utöver utrymme för själva pannan och anordningar för bränsletillförseln krävs plats för bränslelager samt åtkomlighet för transport och lossning av bränslet. Transport av flis torde behöva ske som bulkvara, medan kol, pellets och briketter kan tänkas bli distribuerade i någon form av förpackning.

Om utrustning för ackumulering installeras finns möjlighet till satseldning. Härigenom kan man uppnå att automatik ej behöver införskaffas. I gengäld krävs då manuell hantering och eldning. Lämpligt bränsle i detta fall torde vara helved. Tillgängligt utrymme samt storleken på ackumulatortanken blir avgörande för hur ofta eldning måste ske. Ett riktvärde kan vara en gång per dygn under kallaste perioden.

Pannrummet för en fastbränslepanna bör vara avskilt från övriga bostaden och torde endast ha begränsad annan användning så länge fastbränslepannan svarar för husets uppvärmning. Vid övergång till ett centraliserat värmesystem frigörs utrymme men en stor del av installationerna är fasta och torde sakna alternativ användning. Kraven på bränslet är höga om säker drift skall kunna uppnås och problem med damm, mögel m m skall kunna undvikas. Livslängden på en fastbränslepanna är cirka 20 år medan övrig utrustning torde ha klart längre livslängd.

Pulverpanna

Användning av pulverpanna förutsätter att något fast bränsle (t ex kol, torv, skogsenergi e dyl) har förädlats när det gäller fukthalt, föroreningar och partikelstorlek. Vidare krävs automatik för bränsletillförseln från husets lager till pannan. I övrigt torde samma krav gälla för en pulverpanna som för en fastbränslepanna, t ex för pannrum, distribution, konverterbarhet och livslängd.

Värmepumpar för luft

Värmepump med luft som värmekälla kan tillgodose behovet av värme för tappvarmvatten och rumsuppvärmning. Om luftvärmepumpen skall svara för hela värmebehovet även vintertid krävs dock en onödigt stor anläggning. Av tekniska och ekonomiska skäl bör därför värmepumpen dimensioneras för endast en del av värmebehovet (cirka halva effekten) och eventuellt vara helt avstängd vintertid när utetemperaturen sjunker under en viss nivå. Vanligen drivs värmepumpen av en elmotor. Det är då enkelt om tillskottsvärmen produceras med elenergi. För att hålla anläggningens kostnaden nere, men också för att underlätta service på utrustningen, måste installationerna vara lättåtkomliga. Därför ställs krav vid planeringen om såväl uteluft som frånluft skall vara värmekälla. En värmepumpanläggning kan orsaka bullerstörningar dels från pumpaggregatet och dels från luftbatteriet. Livslängden på pumpen kan uppskattas till cirka 10 år och på övrig utrustning sannolikt mer än 20 år.

Värmepumpar för ytjordvärme

Jämfört med luftvärmepump dimensioneras en ytjordvärmepump normalt för hela effektbehovet i ett småhus. Värmeupptagningen sker från marken med hjälp av plaströr i vilka en blandning av vatten och glykol (brinevätska) cirkulerar. Normalt krävs en yta på cirka 500 m² per småhus för värmeupptagningen. Bullerstörningar kan uppstå från pumpaggregatet men i övrigt kan anläggningen placeras i t ex tvättstuga eller grovkök. Livslängden på pumpen är cirka 10 år. För de nedgrävda plaströren saknas mångårig erfarenhet men livslängden bör kunna överstiga 10 år.

Värmepumpar för ytvatten

En värmepumpanläggning med ytvatten som värmekälla kan utföras på i princip två olika sätt. Ena alternativet är att pumpa vattnet (värmekällan) till anläggningen. Det andra alternativet är att installera en brine-krets, som tar upp värmets från värmekällan, t ex en sjö, och transporterar det till värmepumpen. För ett småhus där värmepumpen svarar för hela effektbehovet behövs storleksordningen 300 m plastslang utlagd på sjöbotten. När det gäller utrymme, bullerstörningar och livslängd torde en ytvattenvärmepump ställa samma krav som en värmepump med ytjord som värmekälla. En skillnad kan i stället livslängden på plastslangarna bli, eftersom risken för yttre skador är större om slangen ligger på en sjöbotten i stället för i mark.

4.2 Gruppcentraler

Med gruppcentral menas i detta sammanhang en produktionsanläggning som försör storleksordningen 20-200 småhus med värme. Effektbehovet i dessa gruppcentraler kan uppgå från ca 150 kW till ca 1 000 kW. För distributionen finns ett kulvertsystem som kan vara utfört efter två olika principer. En variant är ett 2-rörssystem för hetvatten med vilket tappvarmvatten och värmeledningsvatten genereras i respektive byggnad. Den andra varianten är ett 4-rörssystem, där såväl tappvarmvatten och värmeledningsvatten distribueras. En alternativ lösning kan vara att det distribuerade vattnet används både som tappvarmvatten och värmeledningsvatten.

Till skillnad från individuell anläggning innebär en gruppcentral att distributionsförluster uppkommer. Hur stora dessa förluster blir beror på vilken isolerstandard värmekulverten har utrustats med, samt för vilken temperaturnivå man har dimensionerat distributionssystemet. Fördelen med gruppcentralteknik är att effektivare värmeproduktion kan erhållas jämfört med individuella anläggningar, samt att lägre specifik investering kan uppnås.

Elpanna

Fördelen med elpannor i en gruppcentral kan vara att lokaliseringen är relativt enkel eftersom anläggningen kräver liten plats samt att inga störningar i form av buller eller utsläpp behöver ske. En nackdel är i stället att man är helt bunden till elenergi. Det är dock enkelt att kombinera elpannan med andra produktionsanläggningar. Härigenom uppnår man t ex att hög verkningsgrad på värmeproduktionen kan erhållas under sommarperioden när förbränningsanläggningar i allmänhet har sämst effektivitet. En fördel med elpannor är också att de kan utnyttjas under ett utbyggnadsskede, när andra anläggningar är för stora. Allt eftersom utbyggnaden sker kan systemet kompletteras med annan värmeproduktion t ex fastbränslepannor eller värmepumpar.

Oljepanna

Att använda oljepannor i gruppcentraler är en känd teknik där mycket stor erfarenhet finns. Anläggningarna är billiga i investering och har små krav när det gäller drift och underhåll. Om centralen är utrustad med flera pannenheter kan man uppnå relativt hög verkningsgrad även under låglastperioder. Nackdelen med oljepannorna är i allmänhet endast det höga bränslepriset samt att man är beroende av ett importbränsle.

Fastbränslepanna

Om en fastbränslepanna skall tillgodose värmebehovet i bebyggelse ansluten till en gruppcentral förutsätts att driften kan ske helt automatiskt. Av ekonomiska skäl torde personal endast finnas tillgänglig för daglig tillsyn eller smärre kontroll. Eftersom maximala effektbehovet vid en gruppcentral för aktuell bebyggelse kan uppgå till 150 å 1 000 kW bör en fastbränslepanna vara av storleksordningen 75 till 500 kW. Härigenom kan någorlunda effektiv drift förväntas. Som komplement till fastbränslepannan bör en anläggning med låga investeringskostnader vara aktuell, t ex en elpanna eller en oljepanna. Den kompletterande enheten skall kunna användas vid låg värmebelastning samt som reserv.

Eftersom en gruppcentral med hänsyn till ekonomin måste vara placerad nära eller mycket nära bostadsbebyggelsen, krävs en ren hantering av bränsle och avfall (t ex aska och stoft) samt att utsläppen via rökgaserna är små. Detta medför att bränsle av hög kvalitet måste förutsättas. Vidare skall det vara lämpat för långt driven automatik. Användning av pellets eller briketter kan bli nödvändig eller också en sluten hantering av t ex flis eller stycketorv. Transporten av bränslet till gruppcentralen får förutsättas ske med någon form av containersystem, t ex växelflak.

Pulverpanna

En pulverpanna för gruppcentral torde ställa i princip samma krav som vid placering för individuell eldning. En skillnad jämfört med individuell anläggning är att gruppcentralens pulverpanna bör vara dimensionerad för en del av totala effektbehovet. Kompletterande produktionsanläggning måste därför finnas. I övrigt torde samma villkor gälla för pulvereldning som för en fastbränslepanna när det gäller utsläpp, utrymme för bränsletransporter o s v.

Värmepumpar för luft

En värmepump med uteluft som värmekälla bör dimensioneras för en del av maximala effektbehovet. För topplast samt som reserv skall annan anläggning finnas. Huruvida värmepumpen skall vara i drift under den kallaste delen av året blir beroende av dels kostnaden för den kompletterande anläggningen och dels driftkostnaden för värmepumpen, d v s främst elkostnaden vintertid.

Beroende på gruppcentralens storlek och val av aggregatstorlek kan man tänka sig att värmepumpanläggningen består av en eller flera enheter. Investeringskostnaden stiger vid flera enheter, men driftkostnaden blir lägre om värmepumparna kan utnyttjas med högre effektivitet. Dessutom ökar totala driftsäkerheten för anläggningen.

Eftersom korta kulvertledningar eftersträvas bör målsättningen vara att gruppcentralen placeras så nära bostadshusen som möjligt. Detta kan komma i konflikt med eventuella bullerstörningar från pumpaggregaten men framför allt från luftbatterierna.

Värmepumpar för ytvatten eller grundvatten

Med grundvatten eller ytvatten som värmekälla kan i princip hela värmebehovet tillgodoses om erforderlig kapacitet finns. Av ekonomiska skäl kan dock en kompletterande anläggning för topplastbehovet vara lämplig. Så länge värmekällans temperatur överstiger 2 å 3 °C kan värme teoretiskt utvinnas. Erforderligt flöde ökar dock varför totala ekonomin kan bli sämre.

Förutsättningarna för ytvatten eller grundvattenvärmepumpar beror också på de lokala förhållandena, t ex avståndet från vattenuttaget till gruppcentralen samt till utsläppspunkten.

Liksom för värmepumpar med uteluft som värmekälla kan det vara fördelaktigt att mer än ett aggregat finns installerat i gruppcentralen. Värmesystemets totala omfattning blir då avgörande om det är ekonomiskt möjligt med fler aggregat.

En variant av konventionell gruppcentralteknik är att distribuera "värmekällan" till respektive byggnad. Detta innebär individuella värmeanläggningar i varje byggnad. Av ekonomiska skäl torde det vara nödvändigt att värmepumparna klarar hela värmebehovet i respektive hus. I de fall tillsatsvärme behövs torde detta få genereras centralt. I praktiken kan detta ske genom att distributionsvattnet värms så mycket att värmepumparna kan tillgodose verkligt värmebehov. Problemet kan vara att komma ner i tillräckligt låga värmeförluster i ledningarna.

Ett system med distribution av vatten till värmepumparna kan även bli användbart vid framtida solvärmeutnyttjande. För att solenergi skall kunna komma till användning i större skala krävs någon form av säsongslagring. Kombinationen med solenergi och värmepumpar medför att temperaturnivån på den lagrade värmen kan hållas nere. Härigenom ökar förutsättningarna för solvärmen.

4.3 Utvecklingsläge för små fastbränsleeldade pannor

Ett stort antal utvecklingsprojekt av olika karaktär pågår eller har genomförts för att öka kunnandet om mindre fastbränslepannor. I förhållande till tidigare eldningstraditioner ställs numera krav att anläggningarna skall vara utrustade med ganska omfattande automatik. Eldningen skall i princip kunna ske utan tillsyn. Dessutom har kraven när det gäller rökgasutsläpp till luften skärpts väsentligt. Detta medför att nya konstruktioner krävs om individuella fastbränslepannor skall kunna komma till användning även i tätare bebyggelse.

Naturvårdsverket har sedan ett antal år arbetat med rekommendationer och riktlinjer. Man har hittills endast lämnat förslag som avser större pannor (mer än 10 MW bränsleeffekt, Ref 11). Avsaknaden av klara besked om framtida krav när det gäller miljöaspekter torde ha verkat kraftigt hämmande på allt utvecklingsarbete.

En annan svårighet för teknikutvecklingen beror på att nya bränsle typ pellets och briketter ej är standardiserade eller kan definieras enhetligt. Detta gäller såväl bränslets storlek som bränslevärde, sammansättning av olika råvaror, mekanisk hållfasthet, askhalt o s v. Detta leder till att brännare och pannor lämpade för pellets i små anläggningar saknas eller finns på försöksstadiet (Ref 12). Vid eldningsförsök som utförts med maskintorv i olika träbränslepannor har man konstaterat att befintliga pannkonstruktioner ej uppfyller de krav man måste ställa för att undgå problem med driftavbrott och dålig förbränning. De tekniska problemen bedömer man dock går att lösa även om insatser av ren forskningskaraktär måste ske. Speciellt gäller detta förbränningstekniska åtgärder för att minska emissionerna (Ref 13).

Flera undersökningar av de ekonomiska förutsättningarna att använda träbränsle för individuell eldning har genomförts. I en rapport från NE, "Bränsle från egen skog" (Ref 14), redovisas bl a en jämförelse mellan flis och helved samt träpellets som bränsle i villor. Bland resultaten framhålls vikten av att man uppnår en rationell hantering för hela kedjan från stubbe till förbränning. För villorna blir slutsatsen att med idag (1981) känd teknik finns ingen lönsamhet med eldning av träpellets jämfört med oljeeldning. Bland de krav som måste uppfyllas för att nå rimlig ekonomi nämns: högre verkningsgrader, låga merinvesteringar i eldningsanläggningar och lager, momsbefrielse, pelleteringsanläggningar med mycket energisnål teknik, utveckling av rationella distributionssystem m m.

5 BESKRIVNING AV OLIKA VÄRMEFÖRSÖRJNINGSSALTERNATIV

5.1 Generella förutsättningar

I det följande redovisas ett antal alternativ för gemensam värmeförsörjning. För flera av alternativen finns olika varianter där hänsyn tas till bl a de lokala förutsättningarna. Exempel på detta är fördelningen på grupphusbebyggelse respektive individuell bebyggelse samt de olika grupphusområdenas storlek. Eftersom de olika alternativen är mer eller mindre lämpade för en viss typ av bebyggelse skiljer sig ibland antalet varianter. Följande uppvärmningsalternativ har undersökts och redovisas i detta avsnitt:

- Ett centralt värmesystem för samtliga grupphus.
- Centrala värmesystem för respektive grupphusområde.
- Centralt värme- och tappvarmvattensystem för grupphusbebyggelse respektive all bebyggelse.
- Centralt system för distribution av sjövattnen till individuella värmepumpar i grupphus respektive all bebyggelse.
- Kommunalt tappvatten som värmekälla för individuella värmepumpar i friliggande hus.
- Individuell elpanna.

Enligt de förutsättningar som gäller för Kråkhult planeras den totala bostadsbebyggelsen att omfatta cirka 185 bostäder. Av dessa avses 130 att byggas i fyra grupphusområden medan övriga 55 hus byggs individuellt i den takt efterfrågan finns.

För de tekniska och ekonomiska beräkningarna har följande förutsättningar antagits:

Kalkylränta:	5%
Avskrivningstid:	Kulvert 30 år Övrigt 15 år
Bränslekostnad:	100 kr/MWh fast bränsle 150 kr/MWh tjockolja 200 kr/MWh el, stor förbrukning 250 kr/MWh el, individuell förbrukning 4 kr/m ³ vatten
Bottenlast:	75% av producerad värmemängd
Topplast:	25% av producerad värmemängd

Värmefaktor:	2,5 (medeltal)
Pannverkningsgrad:	90% olja 80% fast bränsle
Drift, underhåll:	1% av invest för kulvert 3% av invest för övrigt
Personalkostnad	0,5 x 150 000 kr/år
Kulvertförlust:	Beror av kulverttypen
Värmebehov:	15 000 kWh/hus, år
Effektbehov:	7 kW/hus

5.2 Centralt fjärrvärmesystem

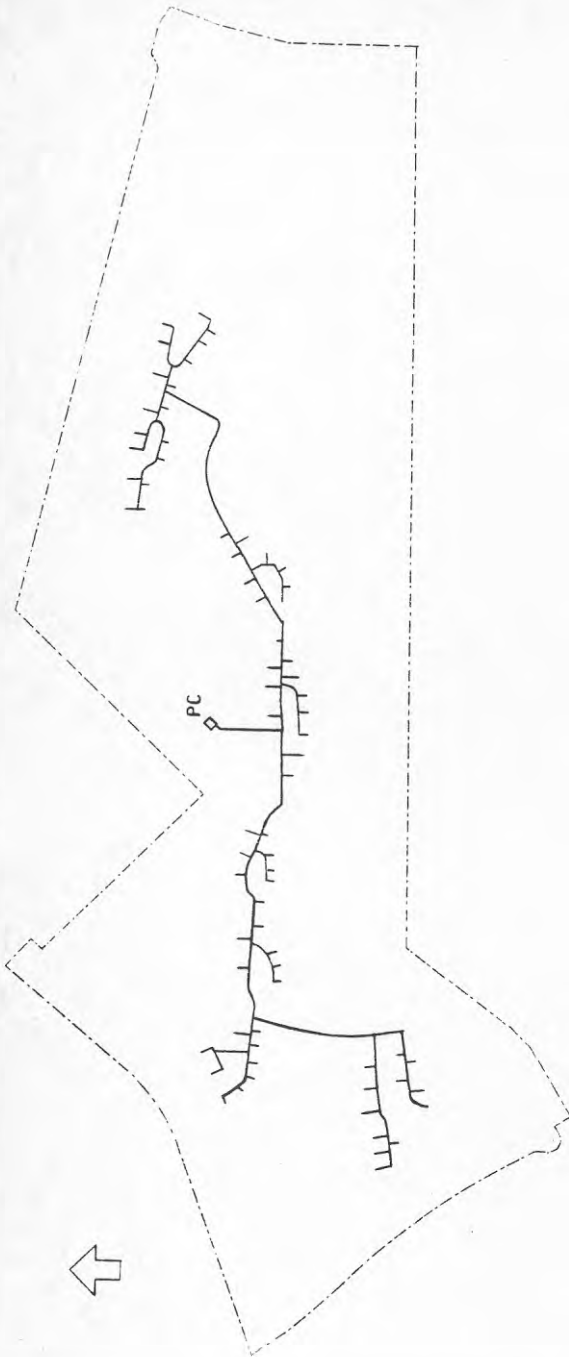
Förutsättningar

Varje hus i gruppbebyggelsen har förberetts för att på sikt kunna anslutas till ett gemensamt fjärrvärmesystem för hela området. Utbyggnaden sker när tillräcklig omfattning på systemet kan uppnås. Utbredningen på det totala kulvertnätet framgår av figur 1. Kulvertdragningen förbereds redan under byggskedet så att markarbeten på tomtmark skall kunna undvikas senare. Exempelvis kan tomrör läggas ut som senare skall användas som skyddsror för värmekulverten. Värmeinstallationerna i husen utförs så att en konvertering till central uppvärmning från ett fjärrvärmesystem enkelt kan genomföras.

Abonnentcentralen kan bestå av en värmeväxlare som utrustats med inbyggd elpatron. Härigenom kan en ekonomisk uppvärmning ske under ett övergångsskede. När övergång till det centrala systemet äger rum har erforderliga förberedelser redan gjorts. Eftersom det centrala systemet blir av begränsad storlek kan det förutsättas att tryckklassen NT 6 är tillräcklig. Högre isolerstandard än normalt förutsätts för att minska värmeförlusterna från kulvertnätet.

Skulle ett centralt värmesystem ej komma till stånd finns flera valmöjligheter:

- behålla uppvärmning med elpatron
- komplettera med ackumulatorer för uppvärmning under natten eller med separat elpanna och låta den befintliga abonnentcentralen vara ackumulator.
- komplettera med värmepump eller fastbränslepanna och utnyttja abonnentcentralen som ackumulator.



Figur 1: Utbredning av centralt fjärrvärmesystem

Data om värmesystemet

Antal hus	130 st
Totalt effektbehov (sammanlagring 0,9)	820 kW
Totalt värmebehov	1 950 MWh/år
Total kulvertlängd	2 400 m
Värmeförlust i kulvert (20 W/m)	420 MWh/år
Produktionsanläggning	
- grundlast (400 kW)	fastbränsle eller värmepump
- topplasten och reserv (2 x 400 kW)	olja

Investeringar

Abonnentcentraler (18 000 kr/st)	2 340 kkr
Mätare (1 000 kr/st)	130 kkr
Värmekulvert (800 kr/m)	1 920 kkr

Produktionsanläggning
alternativ 1:

- fastbränslepanna (2 500 kr/kW)	1 000 kkr
- oljepannor (500 kr/kW)	400 kkr
Summa investering	5 800 kkr

alternativ 2:

- värmepump (3 000 kr/kW)	1 200 kkr
- oljepannor (500 kr/kW)	400 kkr
Summa investering	6 000 kkr

Årskostnader, alternativ 1

Fasta kostnader:

Kulvert	$0,065 \times 1\ 900$	125 kkr
Övrigt	$0,096 \times 3\ 900$	<u>375 kkr</u>
		500 kkr

Rörliga kostnader:

Bränsle, grund- last	$\frac{2\ 370 \times 0,75 \times 100}{0,8}$	225 kkr
Bränsle, topp- last	$\frac{2\ 370 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>100 kkr</u>
		325 kkr

Underhållskostnad:

1% av 1 900		19 kkr
3% av 3 900		<u>117 kkr</u>
		136 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr		75 kkr
---------------	--	--------

Total årskostnad: 1 036 kkr

Årskostnad per hus: 7 950 kr/år

Specifik värmekostnad: 53 öre/kWh

Årskostnader, alternativ 2

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 1 900	125 kkr
Övrigt	0,096 x 4 100	<u>395 kkr</u>
		520 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi, grund- last	$\frac{2\ 370 \times 0,75 \times 200}{2,5}$	142 kkr
Bränsle, topp- last	$\frac{2\ 370 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>100 kkr</u>
		242 kkr

Underhållskostnad:

1% av 1 900	19 kkr
3% av 4 100	<u>123 kkr</u>
	142 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr	75 kkr
---------------	--------

Total årskostnad: 979 kkr

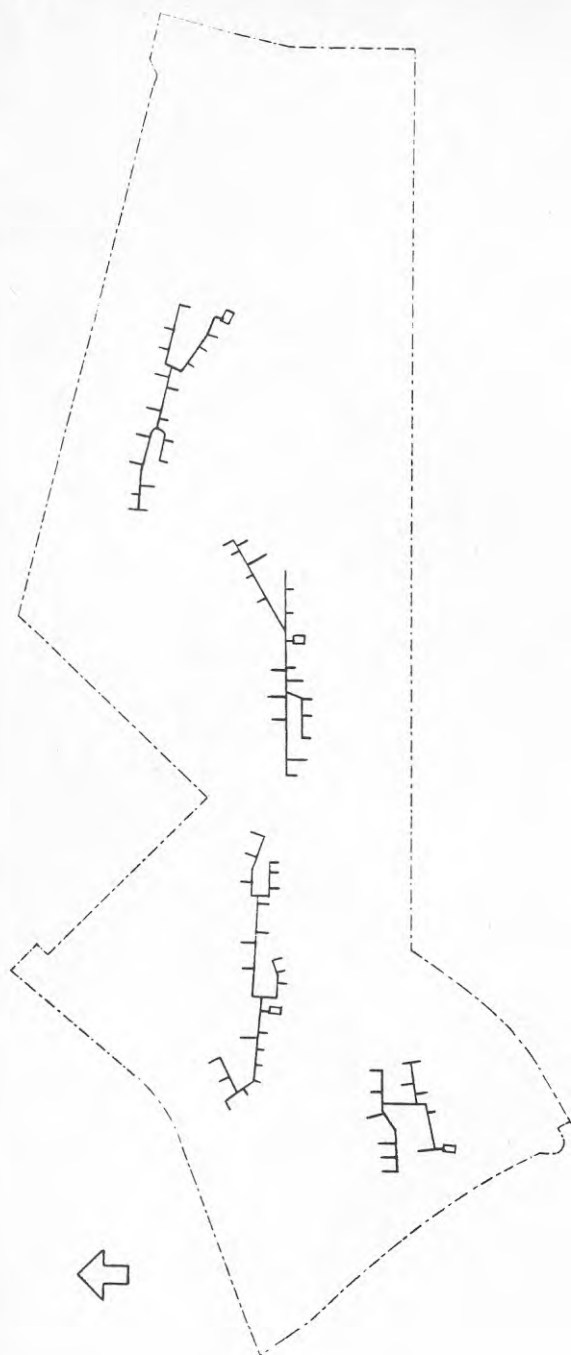
Årskostnad per hus: 7 500 kr/år

Specifik värmekostnad: 50 öre/kWh

5.3 Gruppcentraler

Förutsättningar

Varje hus i grupphusbebyggelsen utförs så att det omedelbart eller med något års fördröjning kan anslutas till ett för respektive delområde gemensamt värmesystem. Kulvertnätet byggs ut samtidigt som husen byggs, men gruppcentralen färdigställs ej förrän tillräcklig omfattning på värmeleveransen uppnåtts. Utbredningen av respektive kulvertnät framgår av figur 2. Under en övergångstid kan en provisorisk uppvärmning användas med elpatron inbyggd i abonnentcentralen. Alla förberedelser för anslutning till gruppcentralens värmesystem skall göras när husen byggs. Trycket i det gemensamma värmesystemet förutsätts bli begränsat till NT 6. Distributionstemperaturen i värmekulverten dimensioneras så att värmeproduktion med värmepumpar underlättas. Lägre temperaturdifferens mellan fram- och returledning väljs



Figur 2: Utbredning av fjärrvärmesystem för gruppcentraler

jämfört med konventionell fjärrvärmeutbyggnad. För att hålla nere värmeförlusterna från kulvertnätet väljs hög isolerstandard.

För värmeförsörjningen gäller att:

- man har kvar valfrihet när det gäller produktionsanläggning vid varje gruppcentral
- man kan avbryta utbyggnaden av gruppcentraler efter varje delområde
- om gruppcentraltekniken ej blir ekonomiskt intressant att genomföra kan man låta varje hus behålla sin individuella uppvärmning eller bygga ut kulvertnätet till ett centralt system

Data om värmesystemet

Antal hus	130 st
Antal delområden	4 st
Totalt effektbehov	910 kW
Effektbehov per område	140-280 kW
Totalt värmebehov	1 950 MWh/år
Total kulvertlängd	2 100 m
Värmeförlust i kulvert (20 W/m)	370 MWh/år

Produktionsanläggningar

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| - grundlast (50% av maxeffekt) | värmepump eller fastbränsle |
| - topplast (50% av maxeffekt) | olja |

Investeringar

Abonnentcentraler (18 000 kr/st)	2 340 kkr
Mätare (1 000 kr/st)	130 kkr
Värmekulvert (800 kr/m)	1 680 kkr

Produktionsanläggning

alternativ 1:

- fastbränslepanna (3 000 kr/W)	1 350 kkr
- oljepanna (500 kr/kW)	<u>225 kkr</u>
Summa investering (full utbyggnad)	5 700 kkr

Alternativ 2:

- värmepump (3 500 kr/kW)	1 600 kkr
- oljepanna (500 kr/kW)	<u>225 kkr</u>
Summa investering (full utbyggnad)	6 000 kkr

Årskostnader, alternativ 1

Fasta kostnader:

Kulvert	$0,065 \times 1\ 700$	111 kkr
Övrigt	$0,096 \times 4\ 000$	<u>384 kkr</u>
		495 kkr

Rörliga kostnader:

Bränsle, grundlast	$\frac{2\ 320 \times 0,75 \times 100}{0,8}$	218 kkr
Bränsle, topplast	$\frac{2\ 320 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>97 kkr</u>
		315 kkr

Underhållskostnad:

1% av 1 700	17 kkr
3% av 4 000	<u>120 kkr</u>
	137 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr	75 kkr
---------------	--------

Total årskostnad:	1 022 kkr
-------------------	-----------

Årskostnad per hus:	7 850 kr/år
---------------------	-------------

Specifik värmekostnad:	52 öre/kWh
------------------------	------------

Årskostnader, alternativ 2

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 1 700	111 kkr
Övrigt	0,096 x 4 300	<u>413 kkr</u>
		524 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi, grund- last	$\frac{2\ 320 \times 0,75 \times 200}{2,5}$	139 kkr
Bränsle, topp- last	$\frac{2\ 320 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>97 kkr</u>
		236 kkr

Underhållskostnad:

1% av 1 700	17 kkr
3% av 4 300	<u>129 kkr</u>
	146 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr	75 kkr
---------------	--------

Total årskostnad: 981 kkr

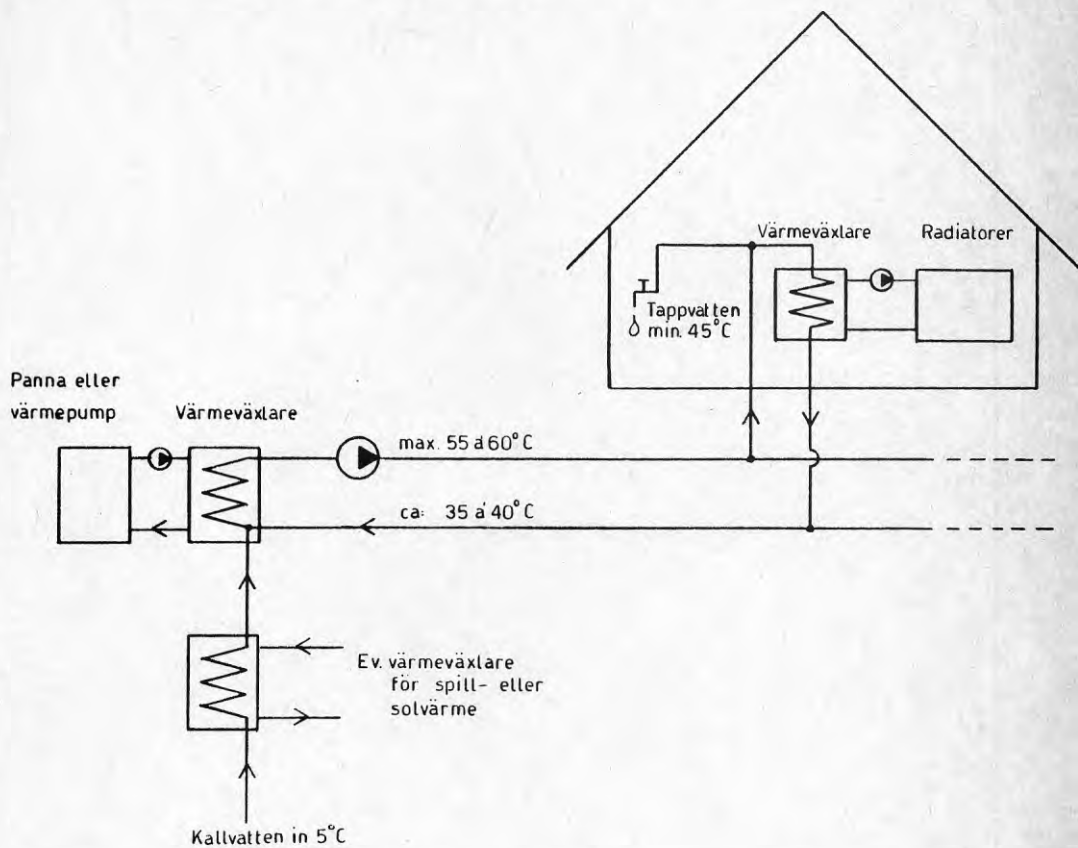
Årskostnad per hus: 7 550 kr/år

Specifik värmekostnad: 50 öre/kWh

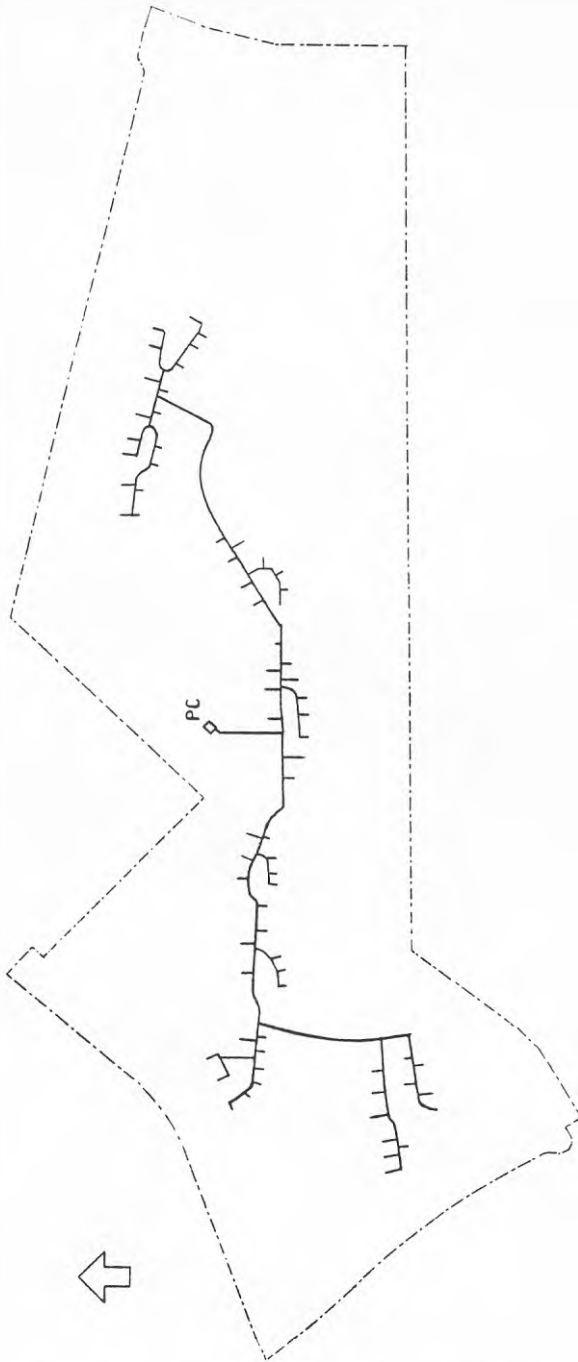
5.4 Kombinerat värme- och tappvarmvattensystem

Förutsättningar

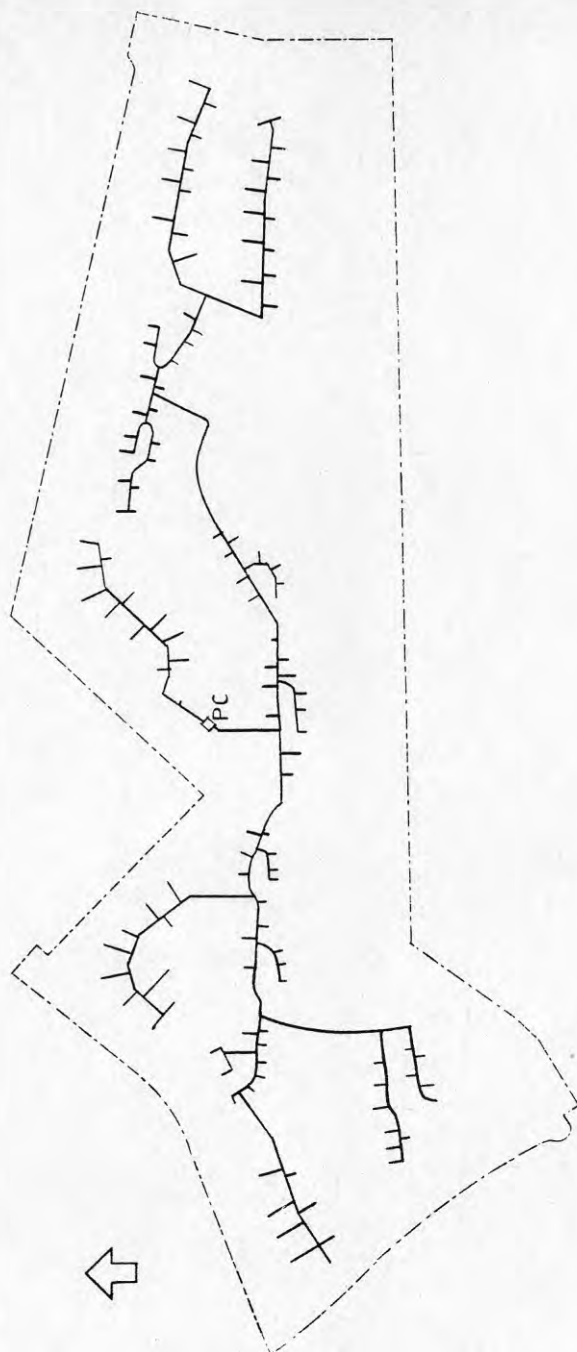
Varje hus i gruppbebyggelsen förbereds så att det på sikt kan anslutas till ett gemensamt centraliserat värmeförsörjningssystem. Distributionen av värme för byggnadsuppvärmning samt tappvarmvatten sker i en gemensam ledning. Kravet på tappvarmvattnet (45°C vid tappstället) bestämmer temperaturnivån i systemet. Distributionstemperaturen uppgår maximalt till 55 à 60°C i framledning och temperaturdifferensen mellan fram- och returledning kan vara cirka 20°C vid dimensionerande lastfall. Som värmeförande medium används vanligt tappvatten, d v s syresatt, varför speciella krav ställs på kopplingar, ledningar, väx-lare o dyl. Eftersom vattentemperaturen är begränsad till 55 à 60°C och trycket kan begränsas till NT 6



Figur 3: Principutförande för ett kombinerat värme- och tappvarmvattensystem



Figur 4: Utbredning av det kombinerade värme- och tappvarmvattensystemet till grupphusområden



Figur 5: Utbredning av kombinerat värme- och
tappvarmvattensystem för all bebyggelse

Investeringar

Abbonnentcentraler (10 000 kr/st)	1 300 kkr	1 850 kkr
Mätare (1 000 kr/st)	130 kkr	185 kkr
Värmekulvert (400 kr/m, se bilaga 2)	960 kkr	1 700 kkr

Produktionsanläggning

alternativ 1:

fastbränslepanna (2 500 kr/kW)	900 kkr	1 300 kkr
olja (500 kr/kW)	<u>360 kkr</u>	<u>520 kkr</u>
Summa investering	3 700 kkr	5 600 kkr

alternativ 2:

värmepump (3 000 kr/kW)	1 080 kkr	1 560 kkr
olja (500 kr/kW)	<u>360 kkr</u>	<u>520 kkr</u>
Summa investering	3 900 kkr	5 800 kkr

Årskostnader, alternativ 1, mindre omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 960	62 kkr
Övrigt	0,096 x 2 740	<u>263 kkr</u>
		325 kkr

Rörliga kostnader:

Bränsle, grund- last	$\frac{2\,370 \times 0,75 \times 100}{0,8}$	222 kkr
Bränsle, topp- last	$\frac{2\,370 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>99 kr</u>
		321 kkr

Underhållskostnad:

1% av 960		10 kkr
3% av 2 740		<u>82 kkr</u>
		92 kkr

Personalkostnad:		
0,5 x 150 kkr		75 kkr
Total årskostnad:		813 kkr
Årskostnad per hus:		6 250 kr/år
Specifik värmekostnad:		42 öre/kWh

Årskostnader, alternativ 1, större omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 1 700	111 kkr
Övrigt	0,096 x 3 900	<u>374 kkr</u>
		485 kkr

Rörliga kostnader:

Bränsle, grund- last	$\frac{3\ 540 \times 0,75 \times 100}{0,8}$	332 kkr
Bränsle, topp- last	$\frac{3\ 540 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>148 kkr</u>
		480 kkr

Underhållskostnad:

1% av 1 700		17 kkr
3% av 3 900		<u>117 kkr</u>
		134 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr		75 kkr
Total årskostnad:		1 174 kkr
Årskostnad per hus:		6 350 kr/år
Specifik värmekostnad		42 öre/kWh

Årskostnader, alternativ 2, mindre omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	$0,065 \times 960$	62 kkr
Övrigt	$0,096 \times 2\ 940$	<u>282 kkr</u>
		344 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi, grundlast	$\frac{2\ 370 \times 0,75 \times 200}{2,5}$	142 kkr
Bränsle, topplast	$\frac{2\ 370 \times 0,25 \times 150}{0,9}$	<u>99 kkr</u>
		241 kkr

Underhållskostnad:

1% av 960		10 kkr
3% av 2 940		<u>88 kkr</u>
		98 kkr

Personalkostnad:

$0,5 \times 150$ kkr		75 kkr
----------------------	--	--------

Total årskostnad: 758 kkr

Årskostnad per hus: 5 850 kr/år

Specifik värmekostnad: 39 öre/kWh

Årskostnader, alternativ 2, större omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	$0,065 \times 1\ 700$	111 kkr
Övrigt	$0,096 \times 4\ 100$	<u>394 kkr</u>
		505 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi, grundlast	$\frac{3\ 540 \times 0,75 \times 200}{2,5}$	212 kkr
Bränsle, topplast	$\frac{3\ 540 \times 0,75 \times 200}{0,9}$	<u>148 kkr</u>
		360 kkr

Underhållskostnad:

1% av 1 700	17 kkr
3% av 4 100	<u>123 kkr</u>
	140 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 000	75 kkr
---------------	--------

Total årskostnad:	1 080 kkr
-------------------	-----------

Årskostnad per hus:	5 850 kr/år
---------------------	-------------

Specifik värmekostnad:	39 öre/kWh
------------------------	------------

5.5 Värmepumpar med sjövattnen som värmekälla

Förutsättningar

I varje hus installeras en värmepump där sjövattnen utgör värmekälla. Eftersom värmepumpen är den största delen av totala investeringen för uppvärmningen kommer utbyggnadstakten för bebyggelsen att direkt påverka tidpunkten för huvuddelen av investeringarna.

Sjövattnet pumpas från Stora Dalsjön. Uppgifter om sjön framgår av bifogat datablad (bilaga 1). Temperaturmätningar saknas dock varför data om vattentemperaturer tagits från Öresjö, figur 6.

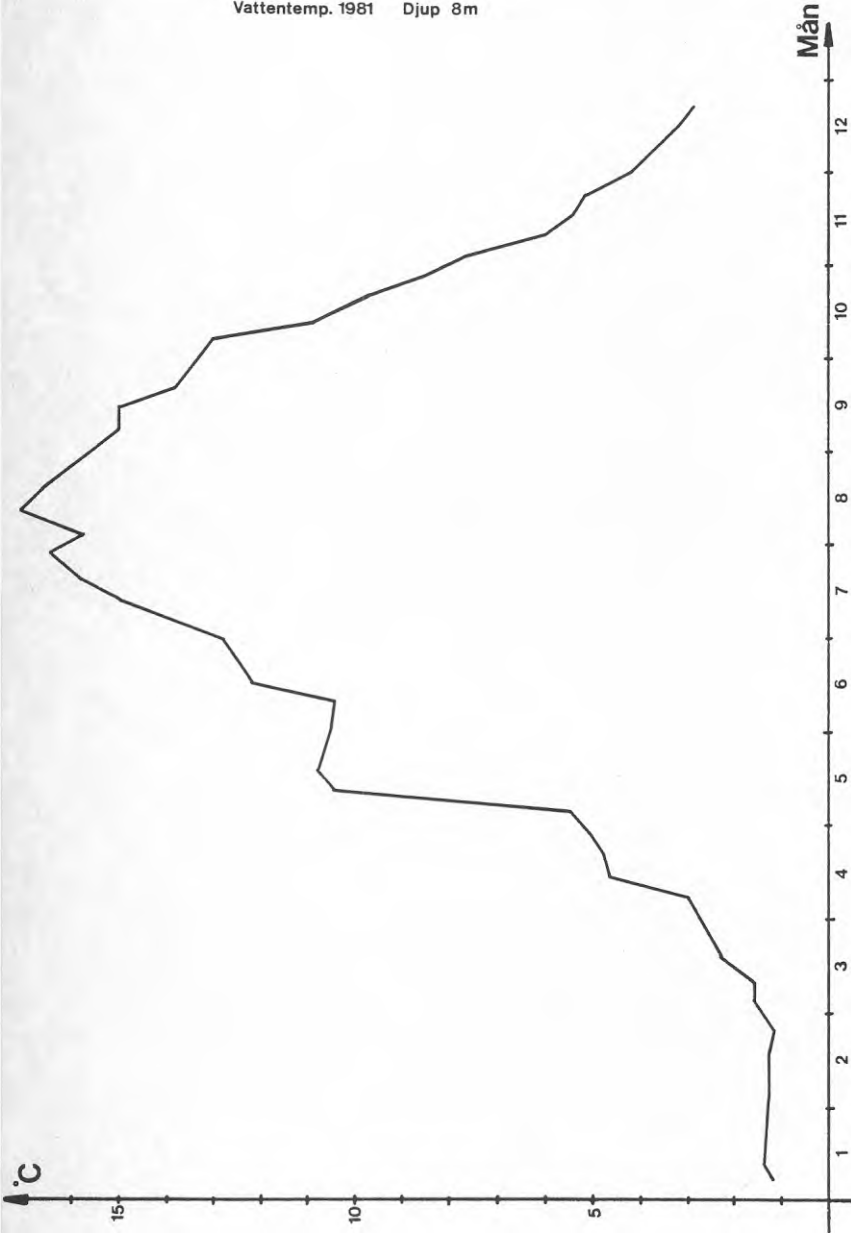
Avgörande vid beräkning av möjligt värmeuttag från sjövattnet är temperaturkravet efter värmepumpens förångare. Två alternativ har beräknats, dels + 1°C och dels + 2°C. Ett schematiskt diagram hur detta påverkar driften av värmepumpen visas i figur 7. För att uppnå en stor andel värme från sjövattnet antas att temperaturdifferensen över förångaren är 1°C.

Under den del av året när sjövattnet ej kan tillgodose hela behovet antas att tillsatsvärme produceras centralt i en fastbränslepanna eller oljeeldad panna.

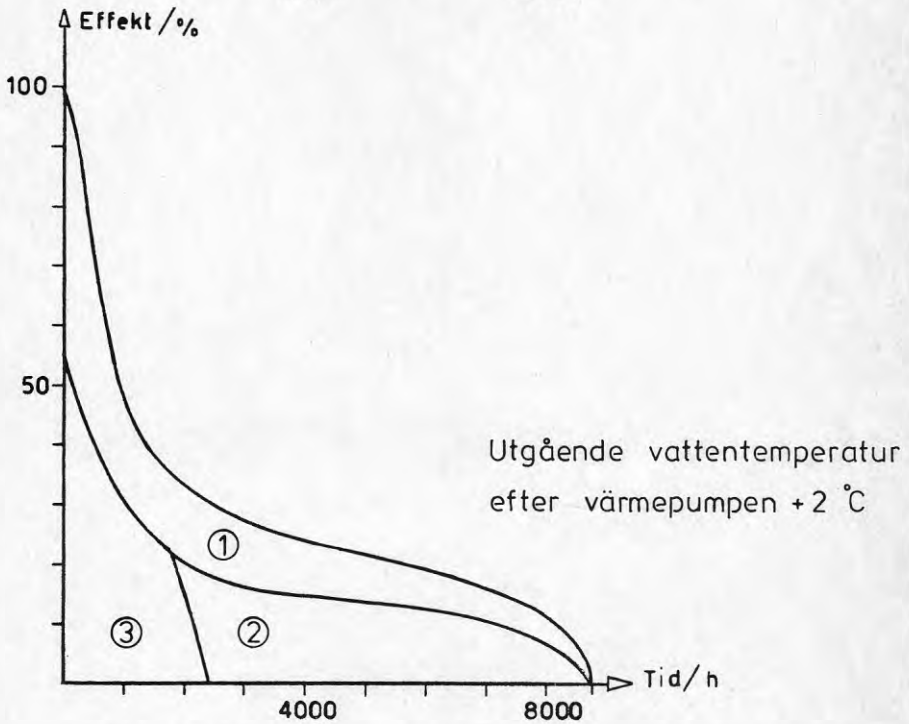
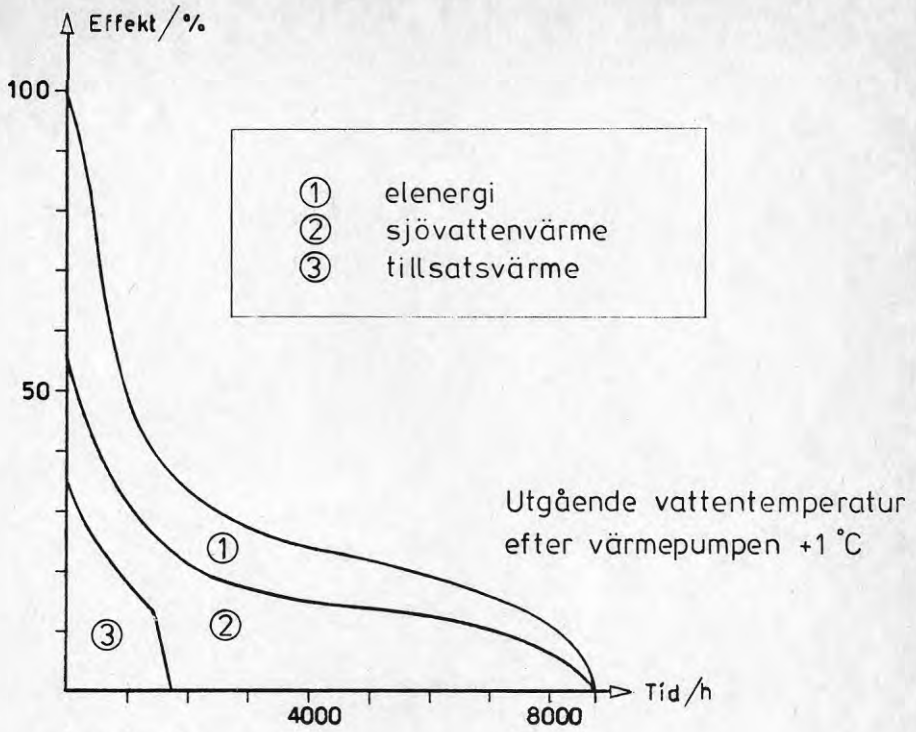
Det undersökta värmesystemet kan försörja en valfri del av bebyggelsen. Här har all bebyggelse respektive enbart grupphusdelen antagits ingå i det gemensamma systemet.

Öresjö

Vattentemp. 1981 Djup 8 m



Figur 6: Vattentemperaturens variation över året



Figur 7: Fördelning av värmeförsörjning vid olika vattentemperaturer

Data om värmesystemet

Antal hus	130 st	185 st
Totalt effektbehov (sammanlagring 0,9)	820 kW	1 165 kW
Tillsatseffekt:		
Vid + 2°C	450 kW	650 kW
Vid + 1°C	300 kW	430 kW
Totalt värmebehov	1 950 MWh/år	2 800 MWh/år
varav el till värmepump	750 MWh/år	1 100 MWh/år
energi från värmekällan	1 200 MWh/år	1 700 MWh/år

Fördelning av värmeförseln:

Vid + 2°C efter förångaren:	elenergi:	40%
	sjövatten:	35%
	tillsats:	25%
Vid + 1°C efter förångaren:	elenergi	40%
	sjövatten:	45%
	tillsats:	15%

Drifftider: (se figur 7)

Vid + 2°C	
enbart tillsats:	upp till 1 800 tim/år
delvis tillsats:	från 1 800 till 2 500 tim/år
utan tillsats:	resten av året

Vid + 1°C	
delvis tillsats:	upp till 1 800 tim/år
utan tillsats:	resten av året

Ledningslängder

- huvudledningar	1 800 m	2 750 m
- serviceledningar	900 m	1 750 m

Investeringar

Antal hus	130 st	185 st
Värmepumpar (30 000 kr/ hus)	3 900 kkr	5 600 st
Huvudledning (180 kr/m)	330 kkr	500 kkr
Servisledningar (100 kr/m)	90 kkr	180 kkr

Pumpar, ventiler m m	100 kkr	120 kkr
Övrigt	530 kkr	700 kkr

Tillsatseffekt

alternativ 1: fastbränsle (2 500 kr/kW)	<u>750 kkr</u>	<u>1 100 kkr</u>
Summa investering alt 1	5 700 kkr	8 200 kkr

alternativ 2: olja (500 kr/kW)	<u>150 kkr</u>	<u>200 kkr</u>
Summa investering alt 2	5 100	7 300 kkr

Årskostnader, alternativ 1, mindre omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 420	27 kkr
Övrigt	0,096 x 5 280	<u>507 kkr</u>
		534 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi	0,4 x 1 950 x 250	195 kkr
Bränsle, till- sats	<u>0,15 x 1 950 x 100</u> 0,8	<u>37 kkr</u>
		232 kr

Underhållskostnad:

1% av 420	4 kkr
3% av 5 280	<u>158 kkr</u>
	162 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr	75 kkr
---------------	--------

Total årskostnad: 1 003 kkr

Årskostnad per hus: 7 700 kr/år

Specifik värmekostnad: 51 öre/kWh

Årskostnader, alternativ 2, mindre omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 420	27 kkr
Övrigt	0,096 x 4 680	<u>449 kkr</u>
		476 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi	0,4 x 1 950 x 250	195 kkr
Bränsle till- sats	<u>0,15 x 1 950 x 150</u> 0,9	<u>49 kkr</u>
		244 kkr

Underhållskostnad:

1% av 420		4 kkr
3% av 4 680		<u>140 kkr</u>
		144 kkr

Personalkostnad

0,5 x 150 kkr		75 kkr
---------------	--	--------

Total årskostnad: 939 kkr

Årskostnad per hus: 7 200 kr/år

Specifik värmekostnad: 48 öre/kWh

Årskostnader, alternativ 2, större omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 680	44 kkr
Övrigt	0,096 x 6 620	<u>635 kkr</u>
		679 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi	0,4 x 2 800 x 250	280 kkr
Bränsle, till- sats	<u>0,15 x 2 800 x 150</u> 0,9	<u>70 kkr</u>
		350 kkr

Underhållskostnad:

1% av 680	7 kkr
3% av 6 620	<u>199 kkr</u>
	206 kkr

Personalkostnad:

0,5 x 150 kkr	75 kkr
---------------	--------

Total årskostnad: 1 310 kkr

Årskostnad per hus: 7 100 kr/år

Specifik värmekostnad: 47 öre/kWh

5.6 Värmepumpar med tappvatten som värmekälla

Förutsättningar

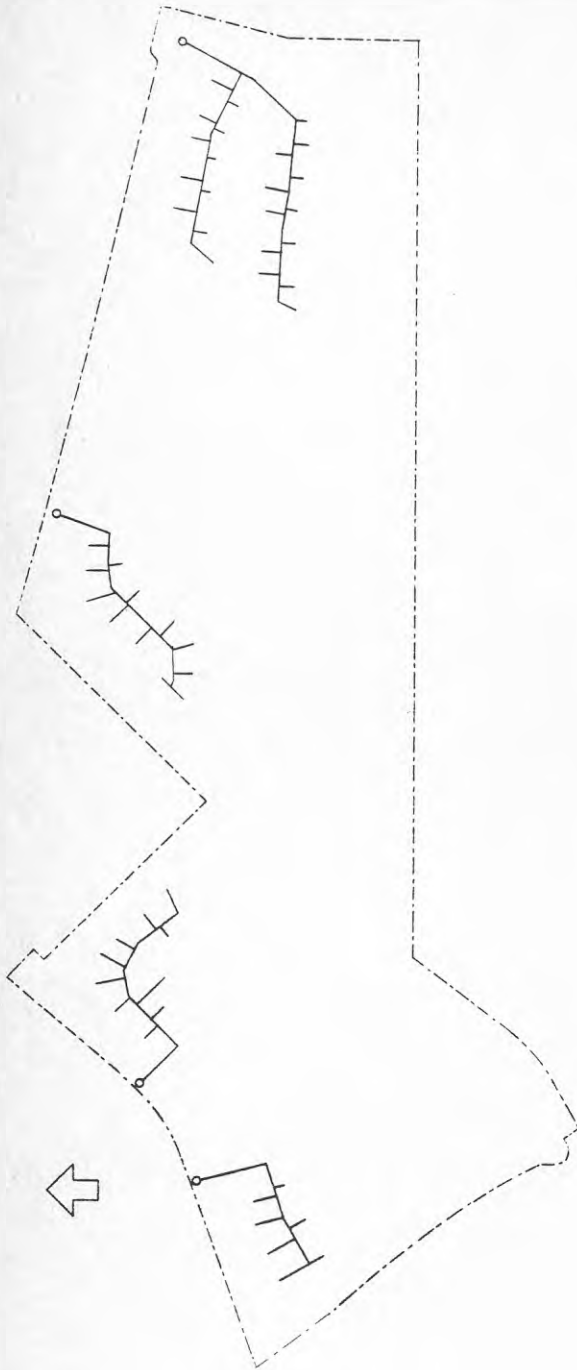
I varje hus installeras en värmepump som skall kunna tillgodose hela husets värmebehov. Som värmekälla används tappkallvatten. Ledningar för tappvatten och dagvatten dimensioneras för att kunna klara såväl de normala behoven som det extra flödet till följd av värmeförsörjningen. Vid normala dimensioneringskriterier har serviceledningarna tillräcklig kapacitet att klara det extra flöde som detta alternativ innebär. Samma förhållande gäller för dagvattenledningarna. Däremot måste vattenledningsnätet dimensioneras upp när det gäller fördelnings- och huvudledningar.

Värmepumparna installeras samtidigt som husen byggs, varför investeringarna i huvudsak sker i samma takt som husen uppförs.

Man kan särskilja tre alternativ när det gäller omfattningen av systemet. En variant är att låta den friliggande bebyggelsen ingå i värmeförsörjningssystemet, dvs de cirka 55 hus där de ekonomiska förutsättningarna för centraliserad värmeförsörjning med konventionell distribution är sämst. Omfattningen på detta system framgår av figur 8 där de fyra områdena med friliggande hus tänks inkopplade på kommunala vattennätet.

En annan variant är att låta grupphusbebyggelsen ingå i systemet. Ett tredje förslag är att ta med all bebyggelse. För fördel med kommunalt vatten som värmekälla är att man kan kombinera detta system med andra värmeförsörjningssystem, t ex tappkallvatten för den friliggande bebyggelsen och centraliserat värmesystem för grupphuset.

Vattenkostnaden har mycket stor inverkan på totalkostnaden. Om kostnadsnivån är hög (4 kr/m³) svarar vattnet för merparten av specifika uppvärmningskost-



Figur 8: Distributionsnät för kommunalt tappvatten till värmepumpar

naden. I orter med mycket god tillgång på tappvatten bör det finnas förutsättningar för låga vattentaxor (ca 1 kr/m³). I Boråsregionen är däremot tillgången dålig varför vattenkostnaden blir mycket hög (6 kr/m³).

Data om värmesystemet

Temperatursänkning på vattnet	5°C		
Maximalt flöde per hus	0,2 liter/s		
Vattenförbrukning per hus	1 500 m ³ /år		
Värmefaktor	2,5		
Antal hus	55 st	130 st	185 st
Totalt effekt-behov	385 kW	910 kW	1 285 kW
Totalt värme-behov	825 MWh/år	1 950 MWh/år	2 800 MWh/år
varav el till värmepumpar	330 MWh/år	750 MWh/år	1 100 MWh/år
Ledningslängder för vattenledningar (ej huvudledningar)	700 m	1 500 m	2 200 m

Investeringar

Antal hus	55 st	130 st	185 st
Värmepumpar (30 000 kr/hus)	1 650 kkr	3 900 kkr	5 550 kkr
Uppdimensionering av ledningar (30, 60 resp 140 kr/m)	20 kkr	90 kkr	310 kkr
Övrigt	130 kkr	310 kkr	440 kkr
Summa investering	1 800 kkr	4 300 kkr	6 300 kkr

Årskostnader, mindre omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 20	1 kkr
Övrigt	0,096 x 1 780	<u>171 kkr</u>
		172 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi	0,4 x 825 x 250	83 kkr
Tappvatten	1 500 x 55 x 4	<u>330 kkr</u>
		413 kkr

Underhållskostnad:

1% av 20	0 kkr
3% av 1 780	<u>53 kkr</u>
	53 kkr

Total årskostnad:	638 kkr
Årskostnad per hus:	11 600 kr/år
Specifik värmekostnad:	77 öre/kWh

Anm: Om vattenkostnaden kan begränsas till 1 kr/m³
blir totala uppvärmningskostnaden per hus 7 100
kr/år och specifika värmekostnaden 47 öre/kWh.

Årskostnader, större omfattning

Fasta kostnader:

Kulvert	0,065 x 310	20 kkr
Övrigt	0,096 x 6 000	<u>575 kkr</u>
		595 kkr

Rörliga kostnader:

Elenergi	0,4 x 2 800 x 250	280 kkr
Tappvatten	1 500 x 185 x 4	<u>1 110 kkr</u>
		1 390 kkr

Underhållskostnad:

1% av 300		3 kkr
3% av 6 000		<u>180 kkr</u>
		183 kkr

Total årskostnad: 2 168 kkr

Årskostnad per hus 11 700 kr/år

Specifik värmekostnad: 78 öre/kWh

5.7 Individuell elpanna

Förutsättningar

Värmeproduktionen för uppvärmning och generering av tappvarmvatten sker individuellt i varje hus med elpanna. Utrymmen för värmepump, abonnentcentral eller egen fastbränslepanna reserveras. Rökkanal (skorsten eller likvärdig anordning) för fastbränsleeldning skall vara möjligt att installera utan alltför omfattande ombyggnader.

Elförsörjningen i området byggs ut med hänsyn till att erforderlig kapacitet skall finnas för uppvärmning med elpannor. Den merinvestering som uppkommer jämfört med ett elnät dimensionerat enbart för normal hushållsförbrukning beaktas som en årlig fastkostnad. Storleken på den årliga merkostnaden beräknas motsvara skillnaden mellan en elvärmeabonnents fasta årsavgift och en normal hushållsabonnents.

Data om värmesystemet

Installerad effekt per hus	7 kW
Värmebehov	15 MWh/år
Verkningsgrad på elpannan	95%
Investering för elpannan	12 000 kr
Underhållskostnad	2%/år
Merkostnad för eldistributionen	800 kr/år

Årskostnader per hus

Fasta kostnader:

Kapitalkostnad $0,096 \times 12\ 000$	1 150 kr
Merkostnad för elnätet	<u>800 kr</u>
	1 950 kr

Rörliga kostnader:

Elenergi	$\frac{15 \times 250}{0,95}$	3 950 kr
----------	------------------------------	----------

Underhållskostnad:

2% av 12 000	240 kr
--------------	--------

Total årskostnad per hus: 6 140 kr/år

Specifik värmekostnad: 41 öre/kWh

6 ANALYS AV FÖRESLAGNA ALTERNATIV

6.1 Teknik

De värmeförsörjningsalternativ som tidigare redovisats representerar olika stadier av teknisk utveckling. Grovt kan man från teknisk synvinkel dela in alternativen i:

- etablerad och väl beprövad teknik
- gammal teknik i nya systemlösningar
- relativt ny teknik
- utvecklingsprojekt

Av olika alternativ eller dellösningar som undersökts utgör värmeförsörjning med individuell elpanna eller värmedistribution med värmekulvert en etablerad teknik. Mångårig erfarenhet finns från olika tillämpningar även om teknikutvecklingen mot allt driftsäkrare och mindre kapitalkrävande lösningar fortsätter.

Exempel på gammal teknik men där helt nya varianter eller system blir aktuella är dels gruppcentralteknik och dels olika varianter av fastbränsleeldning. När det gäller fasta bränsle i mindre gemensamma anläggningar (säg 0,2-1 MW) torde kraven numera innebära bl a automatisk drift med minimala personalinsatser. För att uppnå en hög driftsäkerhet ställs därför stora krav både på pannan och på bränslet och dess tillförselsystem.

Olika varianter på värmepumpar representerar ny teknik i olika utvecklingsskeden. Lång erfarenhet av hela system saknas oftast, även om enskilda komponenter eller delar av anläggningar anses vara väl beprövade. Här aktuella värmepumpar kan i princip komma att utnyttja ett flertal olika värmekällor t ex sjövattnen (direkt eller via cirkulation av brinelösningar), avloppsvatten, uteluft, ackumulerat solvärmvattnen, kommunalt tappvatten eller grundvatten. För flera av dessa värmekällor finns anläggningar i drift men mångårig erfarenhet av t ex olika komponenters livslängd saknas oftast.

Helt ny teknik för det externa värmedistributionssystemet förutsätts vid alternativet med kombinerat värme- och tappvarmvattensystem. Här erfordras praktiska prov när det gäller material, underhållsbehov, dimensionering av distributionssystem och anönnentanläggning.

För de behandlade alternativen visar följande tablå teknisk status:

System- lösning	Etablerad teknik	Nygammal teknik	Ny teknik	Utveck- lingssta- diat
Centralt fjärr- värmesystem				
- fastbränsle- eldning		X		
- värmepumpar			X	
- distribution	X			
Gruppcentraler				
- fastbränsle- eldning		X		
- värmepumpar			X	
- distribution		X		
Fjärrvärme med kombinerat vär- me- och tapp- varmvatten				
- fastbränsle- eldning		X		
- värmepumpar			X	
- distribution				X
- abonnentan- läggning				X
Sjövattenvärme				
- värmepumpar			X	
- tillsatsvärme				X
- distribution		X		
Tappvatten				
- värmepumpar		X		
- distribution	X			
Individuell el- panna				
	X			

6.2 Ekonomi

För sex olika huvudalternativ samt ett antal varianter på dessa har den totala uppvärmningskostnaden beräknats. Tidigare har investeringen samt fasta respektive rörliga årskostnader redovisats. Därutöver har den specifika värmekostnaden beräknats. I följande

de tabell sammanställs resultaten för respektive alternativ samt vissa varianter när det gäller värme- produktion eller systemets omfattning. I tabellen visas kapitalkostnaden, underhållskostnaden och bränslekostnaden (bränsle och elenergi) samt totala specifika värmekostnaden uttryckt i öre/kWh.

Fördelning av kostnader (öre/kWh)

Alternativ	Kapital	Underhåll	"Bränsle"	Summa
Fjärrvärme, fast bränsle	25	11	17	53
Fjärrvärme, värmepump	27	11	12	50
Gruppcentraler, fast bränsle	25	11	16	52
Gruppcentraler, värmepump	27	11	12	50
Kombinerat vär- me och tappvarm- vatten, fast bränsle, grupphus	17	9	16	42
Dito, hela om- rådet	17	8	17	42
Dito, värme- pump, grupphus	18	9	12	39
Dito, hela om- rådet	18	8	13	39
Individuell värmepump med sjövattnen	24	11	13	48
Individuell värmepump med tappvattnen	21	6	50	77
Individuell elpanna	13	2	26	41

Av tabellen framgår att den lägsta specifika värme- kostnaden uppnår man med ett kombinerat centraliserat värmeförsörjningssystem eller med vattenburen elvär-

me. Fördelen med elvärmen är främst att den är flexibel när det gäller tidsförskjutningar i utbyggnaden. I det centraliserade systemet svarar produktionsanläggningen för en förhållandevis stor andel av kostnaderna. Förändringar i utbyggnadstakten påverkar därför totalkostnaden för ett gemensamt värmesystem mera jämfört med individuellt system.

För centraliserade värmesystem uppgår kapitalkostnaden till 45 à 50% av totala värmekostnaden. Bränslekostnaden är cirka 30%.

Med individuella anläggningar, t ex elpanna, blir energikostnaden den dominerande posten. Cirka 65% av totalkostnaden är då rörlig energikostnad. Detta alternativ blir därför känsligare för prisökningar på energin.

Även för alterantivet med individuella värmepumpar och där kommunalt tappvatten är värmekälla blir rörliga kostnaden mycket hög (cirka 65%). Orsaken är i detta fall den höga vattenkostnaden i Boråsregionen.

I stora drag kan tre tekniker särskiljas med hänsyn till värmekostnaderna. Följande stapeldiagram visar kostnadsrelationerna översiktligt (den streckade delen är rörlig energikostnad):



Om totala värmeförbrukningen i husen förändras påverkas givetvis specifika kostnaderna. I samtliga beräkningsfall har värmeförbrukningen antagits vara 15 000 kWh/år. Skulle förbrukningen i stället vara 10 000 respektive 20 000 kWh/år påverkar detta specifika värmekostnaden mycket kraftigt. Om det förutsätts att "bränsle"-delen i värmekostnaden endast påverkas marginellt i öre/kWh och att hela förändringen beror på kapital- och underhållskostnader får ovannämnda förbrukningsnivåer följande inverkan på specifika värmekostnaden:

En ökad förbrukning med 5 000 kWh/år medför att kapital- och underhållskostnaden minskar med 25% uttryckt i öre/kWh.

En minskad förbrukning med 5 000 kWh/år medför att kapital- och underhållskostnaden ökar 50% relativt sett.

För de olika alternativen blir påverkan följande (öre/kWh):

Alternativ	10 MWh/år	15 MWh/år	20 MWh/år
Fjärrvärme	69	50	41
Gruppcentraler	69	50	41
Fjärrvärme med kombinerat värme- och tappvarmvatten	52	39	32
Sjövattenvärepump	66	48	39
Tappvatten, värmepump	91	77	70
Individuell elpanna	49	41	37

6.3 Konverterbarhet

Eftersom centraliserad värmeförsörjning av ekonomiska skäl ej kan genomföras redan i utbyggnadsskedet för nya bostadsområden måste andra lösningar tillgripas. Målsättningen att på sikt kunna basera värmeförsörjningen på lokala inhemska energitillgångar leder dock till att någon form av centraliserade system bör komma ifråga. Kravet på konverterbarhet blir därför väsentligt.

Samtidigt som det finns ett önskemål om ett centraliserat system på sikt, kan det inte uteslutas att byggnationen får mindre omfattning än man från början planerat. I detta läge uppkommer frågan huruvida man skall behålla det värmesystem som installerats från början eller om något annat individuellt system skall tillgripas t ex individuell fastbränsleledning.

Följande punkter bör beaktas vid planering, projektering och byggande för att konverterbarhet skall finnas i ett senare skede:

- förberedelser gjorda för anslutning till någon form av centraliserad värmeförsörjning, bl a för att åstadkomma kort och enkel ledningsdragning
- utrymme skall finnas för kompletterande installationer i husen, t ex för värmepump
- kompletterande utrustning skall vara möjlig att installera, t ex skorsten och egen fastbränslepanna
- befintlig utrustning som installeras vid byggnationen skall i princip kunna tillgodose husets värmebehov under mycket lång tid, dvs inga kortvariga provisorier inne i husen

- investeringarna för förberedande åtgärder får ej vara för stora
- det skall vara såväl ekonomiskt som försörjningsmässigt intressant att tillämpa nyutvecklade teknik
- i stadsplanen gjorda markreservationer för alternativa lösningar på värmeförsörjningen skall behållas intakta.

6.4 Flexibilitet

Med flexibla lösningar av värmeförsörjningen kan man bl a avse att driften skall på ett ekonomiskt sätt snabbt och enkelt kunna anpassas till rådande förutsättningar. Exempel på faktorer som bör få påverka driftstrategin är priset på olika energiråvaror, tillgången om t ex brist skulle finnas, särskilda krav på driften som en långsam utbyggnadstakt kan ställa osv. Flexibiliteten kan tas tillvara dels när det gäller hela värmeförsörjningssystemet och dels för olika individuella installationer. I de studerade uppvärmningsalternativen finns tre system som förutsätter centraliserad värmeproduktion (i gruppcentral eller gemensam panncentral) och två system med individuell värmegenerering samt ett individuellt system med vissa gemensamma anläggningar.

För de centraliserade systemen kan flexibiliteten på sikt öka om det slutliga valet av produktionsanläggning skjuts fram i tiden. Härigenom har man ej bundit sig för en viss lösning förrän man får bättre kunskap om hur omfattande bebyggelsen till slut blir. Värmeproduktionen kan då ske med fastbränslepanna eller värmepump och valet av aggregatstorlek bestäms av verkliga värmebehovet vid beslutstillfället. En väsentlig faktor blir möjligheten att utnyttja olika bränslen eller värmekällor.

För värmedistributionen gäller att dimensioneringstemperaturen skall tillgodose de krav en värmepump har. Därjämte skall valfrihet finnas att låta värmeförsörjningen ske från ett antal gruppcentraler eller kopplas samman till ett centralt nät.

För en fastbränsleanläggning torde den väsentligaste faktorn för flexibiliteten vara att kunna utnyttja olika slags bränslen t ex flis, torv, pellets eller briketter. Detta leder dock till att den tekniska utrustningen för bränslehanteringen blir relativt komplicerad. Pannan blir dessutom sannolikt dyrare om bränslen av olika typ skall kunna användas och verkningsgraden för pannan blir troligen lägre än om den konstrueras för ett visst slags bränsle med väldefinierade data. Långt driven flexibilitet leder således till högre investering och lägre pannverkningsgrad. Detta skall vägas mot möjligheten att använda billigare bränslen när dessa står till buds samt ökad försörjningstrygghet om brist eller störning skulle uppkomma för tillförseln av visst slags bränsle.

För en värmepumpänläggning kan flexibiliteten främjas om det blir möjligt att utnyttja olika värmekällor, t ex att under året koppla över till för stunden mest lämpad värmekälla. Utöver de "rena" alternativen, dvs att endast utnyttja en värmekälla (grundvatten, sjö- vatten, uteluft) bör kombinationsdrift eftersträvas där det är möjligt. Exempel på sådana varianter är att skifta mellan sjövattnen och grundvattnen eller sjövattnen och uteluft. Ytterligare varianter är att kombinera t ex avloppsvattnen, eventuell spillvärme eller lagrad solenergi med någon annan värmekälla bl a sjövattnen.

6.5 Driftsäkerhet

Vid utbyggnad av centraliserad värmeförsörjning i mindre tätorter där fjärrvärmeverksamhet tidigare ej funnits ställs speciella krav. Ett första problem är frågan om huvudmannaskap för verksamheten. Oavsett om man kan samordna den praktiska driften för anläggningen ifråga med annan verksamhet eller ej, torde måttlig personalinsats samt robusta installationer vara väsentliga för driftsäkerheten.

Av de undersökta uppvärmningsalternativen förutsätts att produktionsreserv skall finnas i några fall. Men för alternativen med individuell värmeproduktion, t ex värmepump eller egen elpanna, saknas reservmöjligheter. För dessa alterantiv är det nödvändigt att driftsäkerheten ej avviker från andra lösningar för värmeförsörjningen. I de fall någon form av gemensam värmeproduktion skall utnyttjas bör stor omsorg läggas på möjligheterna till minimala personalinsatser för driften men också på att inga kvalificerade insatser skall krävas. Främst bör personalens uppgift vara tillsyn av anläggningen. För att kunna uppnå detta ställs krav på automatik och enkla beprövade lösningar. En förutsättning för hög driftsäkerhet torde vara att mer än ett aggregat finns installerat oavsett om värmedistributionen sker från ett enda centralt system eller från ett antal gruppcentraler.

6.6 Miljöpåverkan

Anläggningar för värmeförsörjningen kan påverka miljön dels lokalt och dels regionalt. Vid planering av nybyggnationsområden typ Kråkhult har man försökt att beakta en lång rad faktorer av betydelse för områdets värmeförsörjning. Till slut måste en avvägning göras mellan kraven på resurssnål bebyggelse, attraktiva bostäder och låga bygg-respektive boendekostnader. Miljöpåverkan är då en faktor som kan tilldelas större eller mindre vikt vid den slutliga bedömningen. Bland olika aspekter på miljöpåverkan kan nämnas anläggningarnas lokalisering i området, transporter, buller, avgaser samt temperaturpåverkan.

Anläggningarnas placering måste beaktas i ett tidigt skede. God energihushållning ställer krav på att en gemensam värmeproduktion skall ske så nära förbrukarna som möjligt. Eftersom en central anläggning inte byggs förrän i ett sent skede måste tillräckliga ytor reserveras.

Särskilt markant blir kravet på utrymme om man senare väljer något alternativ med fastbränsleeldning. Ytor måste finnas för transporter till anläggningen och för bränsle- och askhanteringen.

En lokal miljöpåverkan uppkommer även genom buller från anläggningen eller verksamheten kring denna. Närheten till bostäderna gör att kraven blir hårda oavsett om det är fråga om värmepumpar eller fastbränslepannor.

Med värmepumpar kan även en lokal temperaturpåverkan uppkomma. Detta gäller de varianter där uteluft, mark (ytjord) eller sjövattnen används som värmekälla. Eftersom värmeanläggningarna är relativt små torde dock totala påverkan vara begränsad.

Från främst regional synvinkel, men kanske även lokal, kan utsläppen via rökgaserna ha en påverkan. Eftersom inhemska och lokala bränslen har förutsatts blir utsläppet av svaveldioxid mycket litet medan däremot stoftutsläppen eventuellt kan bli besvärande.

7 HUVUDMANNASKAP FÖR CENTRALISERAT VÄRMESYSTEM

För utbyggnad och drift av ett gemensamt centraliserat uppvärmningssystem kan ett flertal alternativ till huvudmannaskap vara tänkbara. I befintlig bebyggelse med ett stort antal fastighetsägare är vanligen kommunen huvudman genom någon förvaltning. I de flesta fall är det energiverket eller motsvarande som ansvarar för de centraliserade värmesystemen, men även andra förvaltningar kan vara huvudman. Vid ny bebyggelse, och särskilt när den tillkommande bebyggelsen skall värmeförsörjas med ett separat system, är det inte alltid lika klart att kommunen är den bäst lämpade huvudmannen för värmeförsörjningen. Flera varianter kan då bli aktuella. I det följande behandlas ett antal tänkbara huvudmän för utbyggnad och drift av ett centraliserat värmesystem i en mindre tätort (alternativ A-E).

A. Kommunen

Omfattning

Planerar, bygger och svarar för drift och underhåll av såväl produktions- som distributionsanläggningen.

Fördelar

- Man är väl insatt i den erforderliga beslutsgången (om liknande verksamhet redan förekommer) eller kan snabbt skapa rutiner.
- Tillståndsbehandlingen förenklas t ex när det gäller ledningsdragning m m.
- Samordning med andra berörda parter vid utbyggnaden av kulvert och produktionsanläggning förenklas.
- Kommunen arbetar med "självkostnadsprincip".
- Tillfälliga underskott i utbyggnadsskedet kan i allmänhet täckas. Om verksamheten skall bedrivas av ett etablerat kommunalt energiverk torde det utökade ekonomiska åtagander vara relativt marginellt. Underskott i början av verksamheten bör därför kunna finansieras med hjälp av den normala driftbudgeten. Det är dock väsentligt att värmeförsörjningen på sikt kan bära sina egna kostnader.
- Inom kommunen finns ett tekniskt kunnande och god lokalkännedom.

Nackdelar

- Beslutsgången kan kräva lång tid.
- Investeringar för utbyggnad av anläggningar skall ingå i budgetbehandlingen.

- Finansieringen kan bli svår att ordna eftersom lån till utbyggnaden kan ta en del av kommunens totala låneutrymme i anspråk. Möjlighet att erhålla fjärrvärmelån finns och kan underlätta finansieringen.
- Personalbehovet kan bli svårlöst och dyrbart i mindre kommuner om verksamheten totalt sett har liten omfattning (kvalificerad personal samt jourtjänst behövs oavsett verksamhetens storlek).

B. Separat värmeproducent

Omfattning

Huvudmannen ombesörjer en samordnad och tillräcklig bränsleförsörjning. Anpassar värmeproduktionsanläggningen till den bränslekvalitet som kan tillhandahållas. Svarar för drift och underhåll av produktionsanläggningen. Kan eventuellt också svara för utbyggnad, drift och underhåll av distributionssystemet.

Fördelar

- Behärskar erforderlig samordning för produktion och transport av bränslet till pannanläggningen.
- Har kunskap om pannanläggningen och dess krav när det gäller bränslekvalitet m m för att möjliggöra en säker drift.
- Har kunnande och erforderlig personal för drift och underhåll av anläggningarna.
- Kan åta sig finansieringen av anläggningarna.
- Har möjlighet att fatta snabba interna beslut.
- Har erforderligt rörelsekapital för driften.

Nackdelar

- Totala beslutsgången vid utbyggnad (inklusive erforderliga tillstånd) kan bli längre.
- Har dålig kunskap om lokala förhållanden i planeringsskedet (har troligen ej deltagit i ursprungliga planeringen).
- Verksamheten kommer att drivas med bestämda vinstkrav varför konsumenternas kostnader kan bli högre, framförallt i initialskedet.
- Man är beroende av att finna en seriös och tillräckligt kapitalstark värmeproducent. För att verksamheten skall lyckas torde det krävas relativt många anläggningar.

- Ett privat företag kan komma i ekonomiska svårigheter, vilket kan äventyra värmeleveranserna.

C. Eldistributören (ej kommunen)

Omfattning

Planerar, bygger och svarar för drift och underhåll av såväl produktion- som distributionsanläggningen.

Fördelar

- Har god lokalkännedom.
- Kontaktvägar med den kommunala förvaltningen finns redan.
- Organisation finns som kan kompletteras med erforderlig personal för värmeförsörjningen.
- Lokal driftpersonal finns för övervakning och jour.

Nackdelar

- Totala beslutsgången vid utbyggnad kan bli längre.
- Produktion och distribution av värme har hittills varit en främmande verksamhet varför kunnande oftast saknas.
- Finansieringen kan bli svår.
- Verksamheten måste ge en skälig avkastning varför konsumenternas kostnader kan bli högre.
- Om man begränsar sitt åtagande till drift och underhåll måste planering och byggande av anläggningarna ombesörjas av någon annan.

D. Råkraftleverantören

Omfattning

Planerar, bygger och svarar för drift och underhåll av såväl produktions- som distributionsanläggningen.

Fördelar

- Organisation finns som kan kompletteras med erforderlig personal för värmeförsörjningen.
- Kunnande om värmeförsörjning kan byggas upp.
- Finansieringen kan ofta underlättas genom att kraftföretaget kan ta upp långfristiga lån.

Nackdelar

- Saknar lokal förankring i den kommunala förvaltningen.
- Saknar lokalkännedom.
- Organisationen i första hand inriktad på produktion och distribution av råkraft.
- Totala beslutsgången vid utbyggnad kan bli längre.
- Produktion och distribution av värme kan även i fortsättningen bli en främmande verksamhet varför rationell drift aldrig uppnås.
- Lokal driftpersonal för övervakning och drift saknas oftast i den ordinarie verksamheten.
- Verksamheten måste ge vinst varför konsumenternas kostnader blir högre.

E. SamfällighetOmfattning

Svarar för drift och underhåll av produktions- och distributionsanläggning.

Fördelar

- Närhet till beslut som rör verksamheten.
- Naturliga kontaktvägar med den kommunala förvaltningen kan skapas.
- Egna personella insatser för driften kan hålla nere kostnaderna.
- Självkostnadsprincip för prissättningen ger låga värmekostnader.

Nackdelar

- Teknisk kompetens saknas eller finns endast hos ett fåtal boende.
- Driften kräver personligt engagemang från de boende (många eldsjälar med stort kunnande måste finnas).
- Man blir beroende av någon eller några boende.
- Planering och utbyggnad av anläggningarna har oftast skötts av andra, varför den eller de som skall svara för driften i allmänhet har dålig kännedom om anläggningarna.
- Finansieringen av utbyggnaden kan bli svår.

- Det kan vara svårt att få tillräckliga ekonomiska resurser till driftkostnaderna.
- Oförutsedda underhållskostnader är ofta svåra att klara ekonomiskt.

REFERENSER

1. Energihushållning i stadsplanen. Rapport T36:1979. Statens råd för byggnadsforskning.
2. Lokalklimatologiska studier. Rapport T6:1980. Statens råd för byggnadsforskning.
3. Planstudier. Rapport T16:1980. Statens råd för byggnadsforskning.
4. Teknisk-ekonomisk analys. Rapport T30:1980. Statens råd för byggnadsforskning.
5. Energihushållning i stadsplanen. Rapport G25:1980. Statens råd för byggnadsforskning.
6. Supplement till SBN 80. Förslag 1982-03-01. Statens planverk.
7. Uppgift från Borås kommun, gatukontoret.
8. Alternativa bränslen i Älvsborgs län. Länsstyrelsen i Älvsborgs län. 1981.
9. Uppgift från Borås kommun, energiverket.
10. Torvmarksinventering i Älvsborgs län. SGU 1980.
11. Riktlinjer för utsläpp av luft- och vattenföroreningar samt hantering av bränslen och aska vid fastbränsleeldade anläggningar större än 10 MW tillförd effekt samt fastbränsleeldade anläggningar inom förprövningspliktig verksamhet. Statens naturvårdsverk 1982.
12. Pelletbränsle. Konferens. Svenska Bioenergiföreningen, 1982.
13. Maskintorv som bränsle. NE-projekt 136047. NE/SBT 82/8. 1982.
14. Bränsle från egen skog. NE-projekt 306552. NE 1982:1.

Datablad för Stora Dalsjön

Kommun nr Varnr Borås Viskan

Nr Sjönamn Stora Dalsjön

Koordinater : Nr. Huvudbiflödes namn

Tillrinningsområde km² Årsnederbörd mm Nederbördsstation

Områdets typ	sjö	myr	skog	åker	övr.
%	17				

Tillrinning (Qm) · 10⁶m²/år

Vattenstånd, M V Y + m HHVY + m LLVY + m

Sänkt m år Reglerad år Regleringshöjd m

Regleringsvolym · 10⁶m³ Dygnsreglering Veckoreglering Årsreglering

Areal (A) km², därav makrofytvegetation (vassar + flytblad) %

Strandlinjens längd (L) km, utveckling $\frac{L}{2\sqrt{JA}}$

Volym (V) · 10⁶m³ Maxdjup (zm) m Medeldjup (\bar{z}) m

Relativa djupet $\left(\frac{50zm\sqrt{JA}}{VA10^6}\right)$ Teoretiska utbyttestiden $\left(\frac{V \cdot 12}{Q}\right)$ mån

SJÖN UTNYTJAS FÖR:

X för närvarande planerat

friluftsbad vattenförsörjning vattning och bevattning

fiske kraftändamål recipientändamål förordnande enl. NVL

vetenskapliga obs

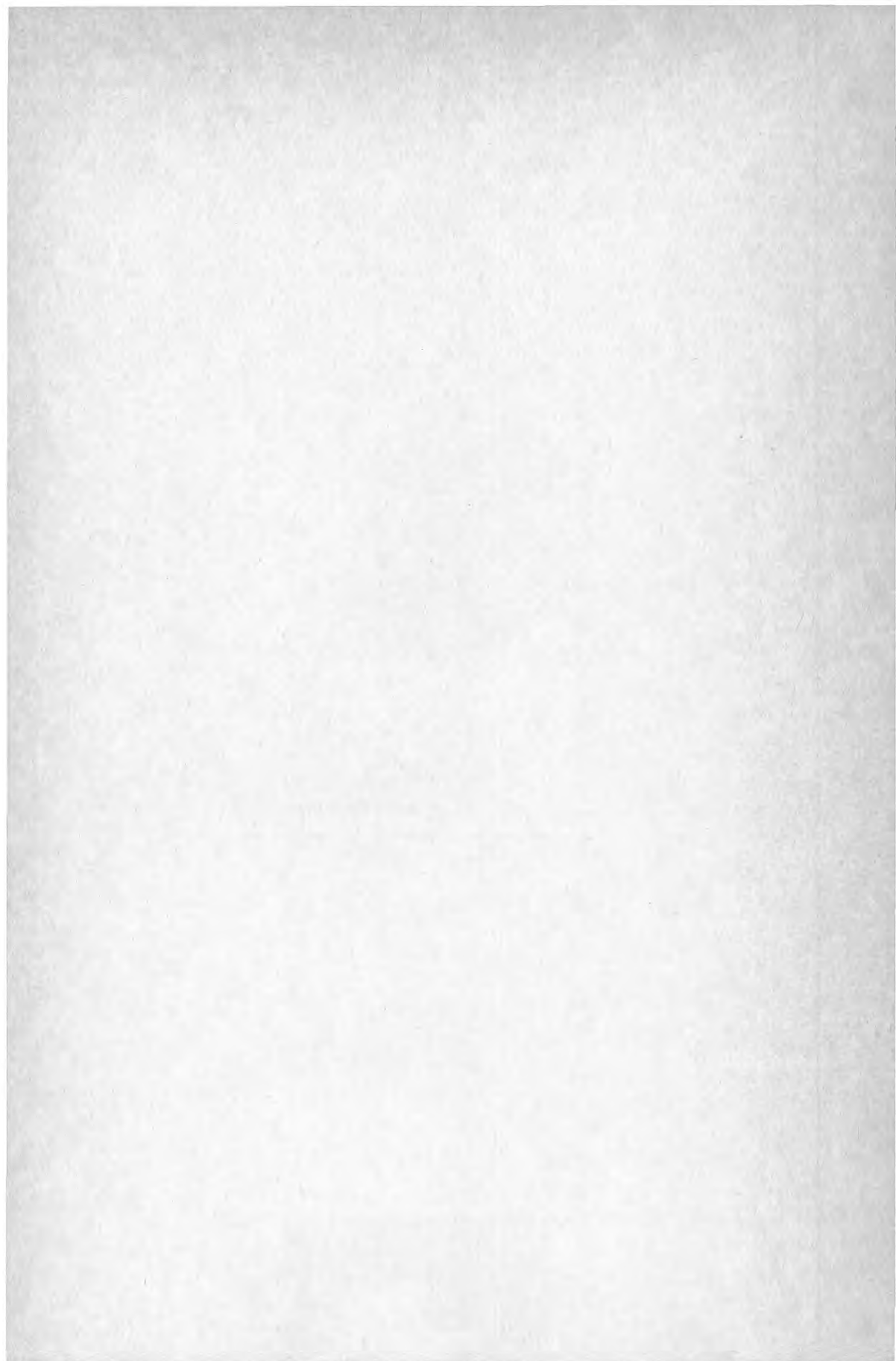
Kombinerat värme- och tappvarmvattensystemBedömning av kulvertkostnadenMaterial: PEH PN6 Ø110Kostnadsexempel: Område med 40 småhus, 600 m kulvertRör, material:

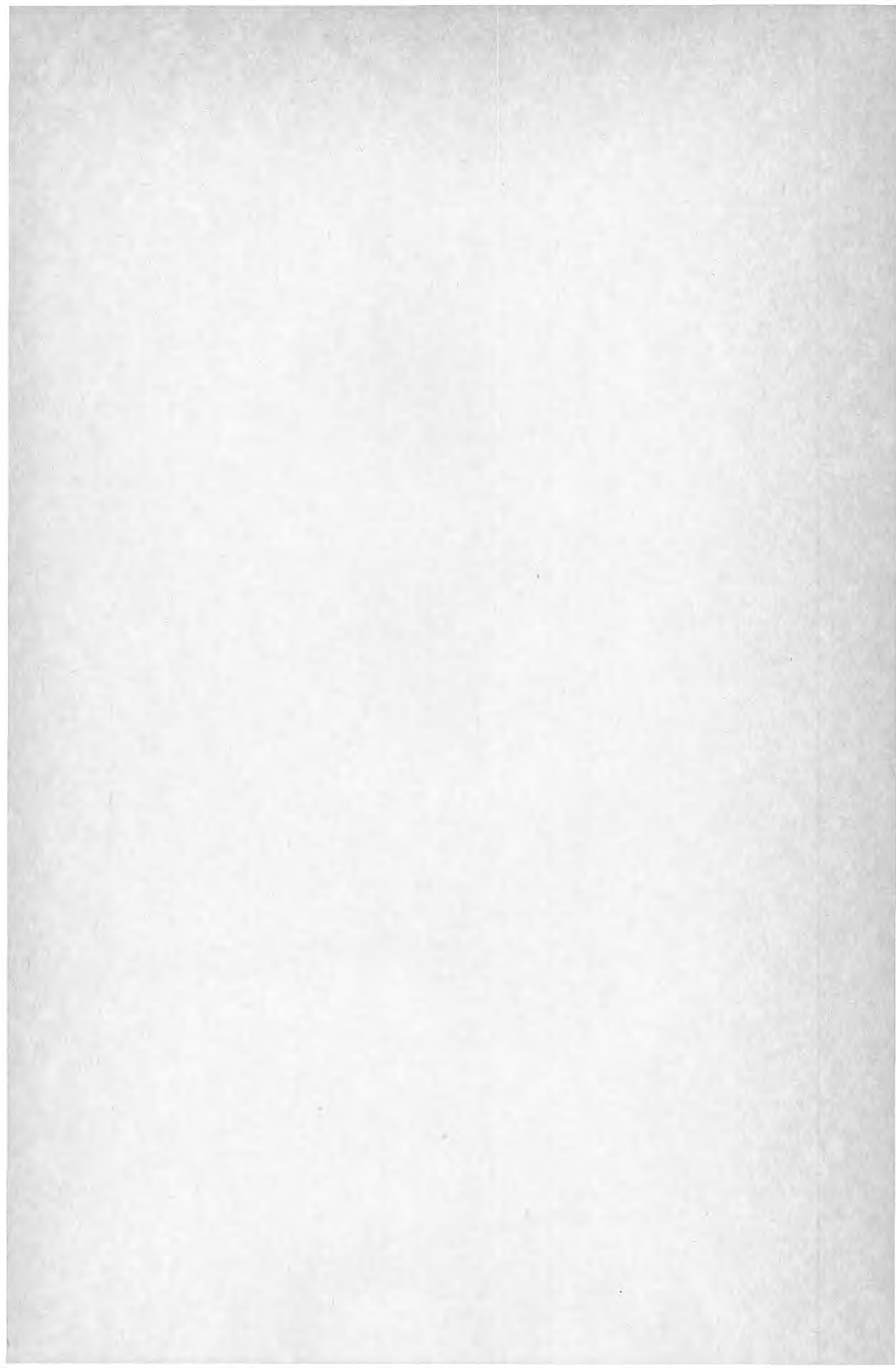
Rörledningar	600 m à 43 kr/m	26 000:-
T-rör	ca 50 m à 320 kr/st	16 000:-
Muffar	ca 60 m à 170 kr/st	10 000:-
Vinklar	ca 50 m à 200 kr/st	<u>10 000:-</u>
		60 000:-

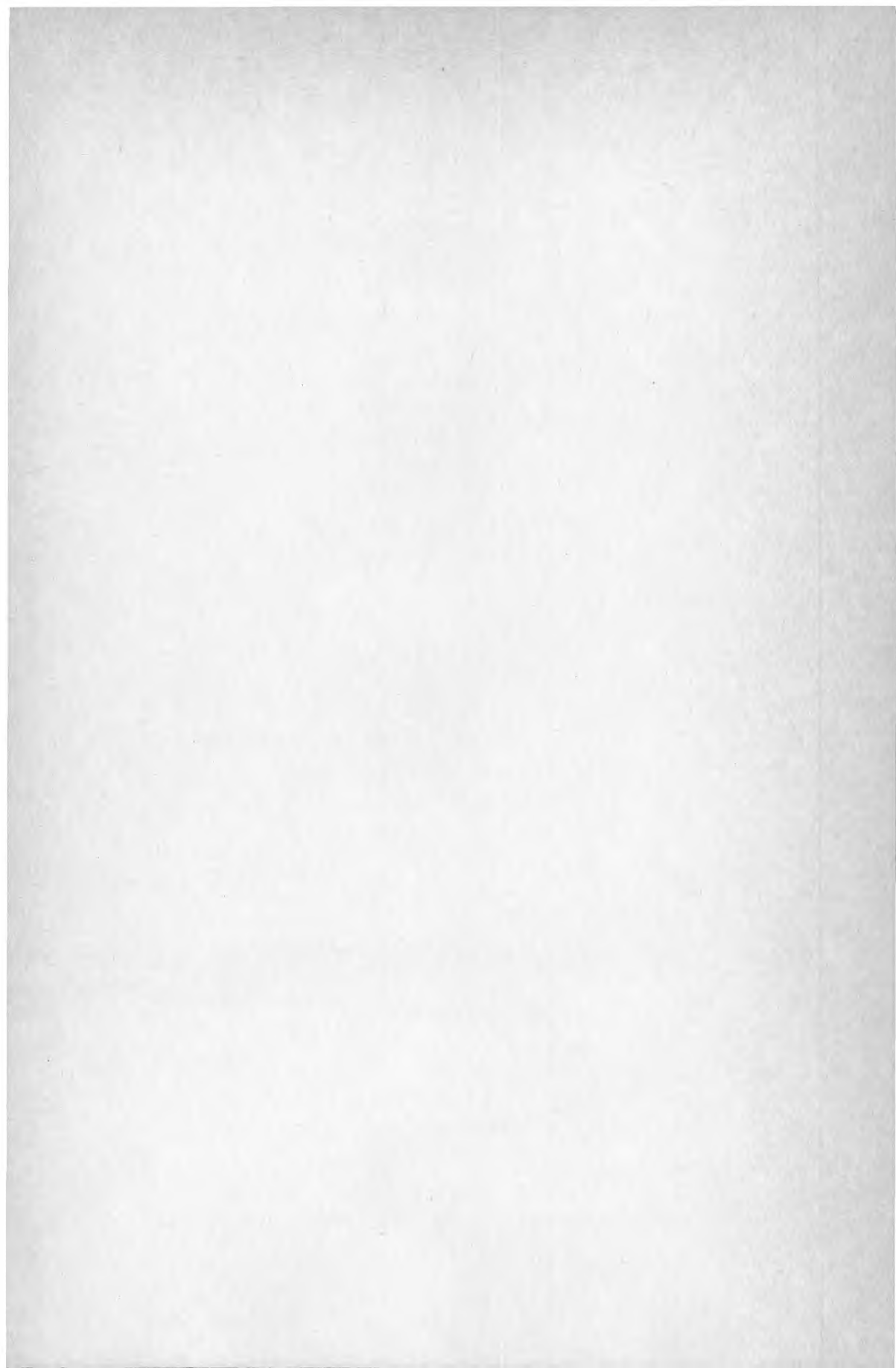
Per meter dubbelledning 200 kr/m

Isolering: 50 kr/m dubbelledningSchakt, läggning,
kontroll m m 100-150 kr/m dubbelledning

Total kulvertkostnad 400 kr/m dubbelledning







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
801016-3 från Statens råd för byggnadsforskning
till Kommunstyrelsen i Borås.**

R129: 1983

ISBN 91-540-4036-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700829

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms