



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

R186:1984

# Frånluftvärmepumpar inom fjärrvärmeområden

Fallstudier och ekonomi

Sören Persson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	ser

R  
AM

Byggeforskningsrådet

R186:1984

FRÅNLUFTVÄRMEPUMPAR INOM FJÄRRVÄRMEOMRÅDEN  
Fallstudier och ekonomi

Sören Persson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
830525-4 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Studsvik Energiteknik AB, Nyköping

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

R186:1984

ISBN 91-540-4279-8  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck Stockholm 1984



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. INLEDNING	13
1.1 Problemet	13
1.2 Syfte	19
1.3 Metod och avgränsningar	20
2. FRÅNLUFTVÄRMEPUMPAR	26
2.1 Förutsättningar	26
2.2 Riksbyggen i Stockholm - en fallstudie	26
2.2.1 Energibehov	27
2.2.2 Ventilationsbehov	28
2.3 Val av frånluftvärmepumpsystem	30
2.3.1 Investeringskostnader	33
2.4 Jämförelsealternativ	38
3. FJÄRRVÄRME	40
3.1 Olika jämförelsesituationer	40
3.2 Fjärrvärmens kostnader	45
3.2.1 Produktionsanläggningar	45
3.2.2 Distributionskostnader	51
3.2.3 Abonnentanläggningar	56
4. ENERGIPRISER	58
5. SAMHÄLLSEKONOMISKA KALKYLER	62
5.1 Förutsättningar	62
5.2 Fjärrvärmeanslutna fastigheter	63
5.3 Fastigheter som planeras för ny fjärrvärme	70
5.4 Fastigheter som planeras att anslutas till befintlig fjärrvärme	75
5.5 Känslighetsanalys	80

5.5.1	Kalkylränta och investeringskostnader	80
5.5.2	Energipriser	84
5.5.3	Årsvärmefaktorer och verkningsgrader	86
6.	FASTIGHETSEKONOMISKA KALKYLER	87
6.1	Fjärrvärmepriser	87
6.1.1	Befintlig fjärrvärme	90
6.1.2	Ny fjärrvärme	94
6.1.3	Fastighet som planeras att anslutas till ett befintligt fjärrvärme-system	101
6.2	Jämförande fastighetsekonomiska kalkyler	102
6.2.1	Fjärrvärmeanslutna fastigheter	104
6.2.2	Fastighet inom potentiella fjärrvärmeområden	106
7.	KONSEKVENSER FÖR KOMMUNALA VÄRMEVERK/ ENERGIBOLAG	113
8.	EFFEKTER PÅ KRAFTVÄRMEPOTENTIALEN	116
9.	SLUTSATSER	120
	LITTERATUR	125

## FÖRORD

Undertecknad har på uppdrag av Statens Råd för Byggforskning studerat det samhälls- och företagsekonomiska konkurrensförhållandet mellan ett antal representativa fjärrvärme- och frånluftvärmepumpalternativ.

Arbetet har genomförts vid Studsvik Energiteknik AB. Bakgrundsmaterialet till kapitel 2 har utarbetats av Baltzar Hanssons Ingenjörbyrå. Under studiens gång har värdefull information och möjligheter till diskussioner erhållits från många personer. Bland dem vill jag särskilt nämna Hans Gransell, Tomas Nordström, Bo Töcksberg, Baltzar Hansson, Henrik Enström och Patric Jansson.

Sören Persson



## SAMMANFATTNING

Syftet med studien är bl a att göra en samhälls-ekonomisk jämförelse mellan ett antal representativa fjärrvärmealternativ och frånluftvärmepumpsystem (FVP). En sådan jämförelse görs utan hänsyn till skatter och statliga subventioner.

Dessutom genomförs en fastighetsekonomisk kalkyl för att se hur de nuvarande skatterna och bidragsformerna slår i förhållande till det samhällsekonomiska kalkylresultatet.

Studien tar också upp de företagsekonomiska effekterna för de kommunala värmeverken av en introduktion av FVP i fjärrvärmeområden. Dessutom diskuteras konkurrensförhållandet mellan kraftvärme och FVP.

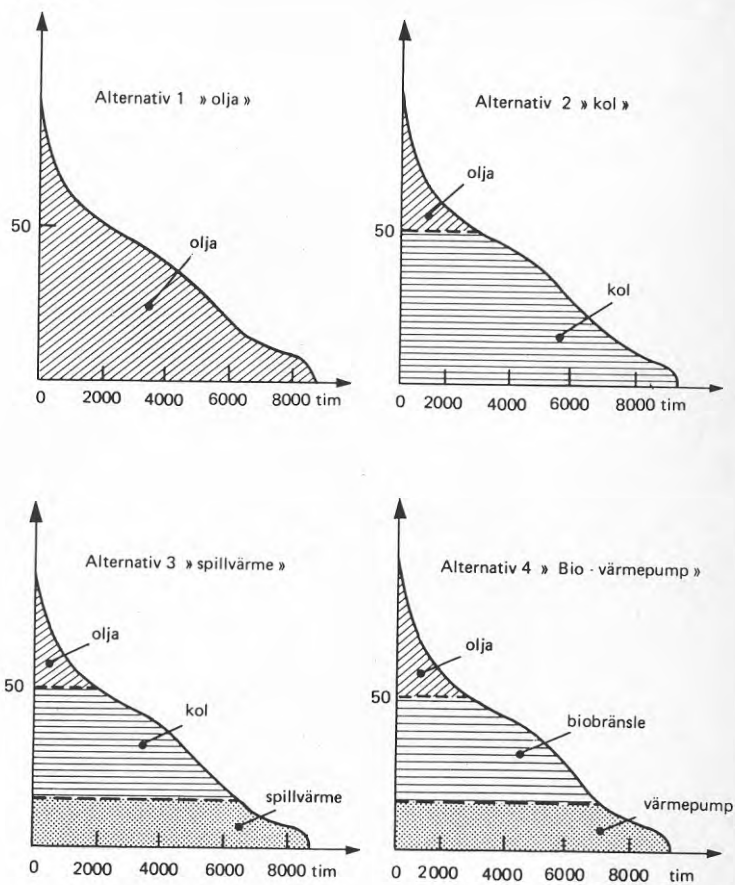
Två FVP-systemstorlekar med olika prestanda har studerats. Skillnaden mellan systemen är att de dimensionerats för olika frånluftsavkyllning,  $\Delta t$   $15^{\circ}\text{C}$  respektive  $\Delta t$   $25^{\circ}\text{C}$ . En sänkning av frånluftstemperaturen med  $15^{\circ}\text{C}$  representerar en vanlig dimensionering idag. För att utnyttja innehållet i ventilationsluften maximalt är det möjligt att sänka frånluftstemperaturen ytterligare så att påfrysning sker ( $\Delta t$   $25^{\circ}\text{C}$ ). Detta medför att värmeavgivningen från FVP-systemet ökar väsentligt.

För att på ett åskådligt sätt beskriva förutsättningarna för de studerade FVP-tillämpningarna har en fallstudie genomförts för det bostadsbestånd som idag förvaltas av Riksbyggen i Stockholm.

Utifrån den utveckling som idag pågår inom fjärrvärmesektorn har fyra "typiska" fjärrvärmealternativ studerats. Värmekostnaden till abon-

ment från dessa fjärrvärmesystem har jämförts med värmeproduktionskostnaden i FVP-systemen.

Kapacitet (%)



Kalkylförutsättningarna skiljer sig avsevärt beroende på, om de studerade fastigheterna redan är anslutna till fjärrvärme eller om de ligger inom område/ort, som planeras för fjärrvärme. För det sistnämnda fallet är förutsättningarna olika om tätorten redan har ett fjärrvärmesystem eller om det endast finns planer på en fjärrvärmeutbyggnad.

Utifrån detta har tre konkurrenssituationer mellan fjärrvärme och FVP studerats:

1. fjärrvärmeansluten fastighet
2. fastighet inom potentiella fjärrvärmeområden/orter
  - a. fjärrvärme finns ej på orten men planer på utbyggnad finns
  - b. fjärrvärme finns etablerat på orten.

#### Slutsatser

Fjärrvärmeansluten fastighet (jämförelsesituation 1)

Med givna förutsättningar visar kalkylresultaten att det inte är samhällsekonomiskt riktigt att installera FVP i fastigheter som redan är anslutna till fastbränslebaserade fjärrvärmesystem eller andra fjärrvärmesystem med låga rörliga kostnader (spillvärme, värmepumpar). Orsaken är till stor del att fjärrvärmens kapitalkostnader betraktas som "sunk costs" och därför inte belastar kalkylerna. Däremot är det optimalt med FVP-installationer inom befintliga oljebaserade system. Detta gäller även om fjärrvärmeanläggningen planeras att konverteras från olja till fastbränsle. Kapitalkostnaden för baslastpannan gör att alternativet blir något ogynnsammare än FVP-systemen. Skillnaden mellan alternativen är dock liten.

Den fastighetsekonomiska årskostnadskalkylen, baserad på kommunförbundets rekommenderade avskrivningsmetod, visar ungefär lika årskostnad för FVP-systemen och fastbränslebaserad fjärrvärme för en fjärrvärmeansluten fastighet. Men eftersom fastighetsägaren normalt riktar störst intresse mot investeringens finansiella



effekter de första åren har de statliga subventionerna stor betydelse för FVP-systemens konkurrenskraft. Räntesubventionerna första året (med givna förutsättningar) motsvarar 6.5 öre/kWh för de tidigare gällande energilånen och 4 öre/kWh för det nuvarande räntestödet (SFS 1983:974) i förhållande till finansiering med vanliga banklån. De förändrade bidragsreglerna leder således till en försämrad konkurrenskraft för FVP.

FVP-finansiering med det nya räntestödet ger lägre utgifter de första åren än för oljebaserad fjärrvärme, men något högre än för fastbränslebaserad fjärrvärme.

Om räntebidragen helt tas bort försämras FVPs konkurrenskraft, vilket innebär att FVP-systemen definitivt blir ekonomiskt ointressanta i fastigheter som försörjs av fastbränslebaserad fjärrvärme eller andra fjärrvärmesystem med låga rörliga kostnader. Möjligen kan konkurrenskraften finnas kvar för FVP-systemen gentemot oljebaserad fjärrvärme. Dessa slutsatser gäller under förutsättning att fjärrvärmepriset sätts efter en kostnadsriktig taxa baserad på kortsiktig marginalkostnad.

Fastighet som planeras att anslutas till nyetablerad fjärrvärme (jämförelsesituation 2a)-----

De samhällsekonomiska kalkylerna visar att FVP-alternativen generellt sett ger lika eller lägre årskostnader än ny fastbränslebaserad fjärrvärme. Däremot kan ett fjärrvärmesystem med spillvärme under vissa omständigheter ge lägre kostnader.

Det är emellertid viktigt att komma ihåg att fjärrvärmens till sin karaktär är ett heltäckande

uppvärmningssystem som kan ge god totalekonomisk effekt för en ort. FVP-systemen är däremot bara en partiell lösning på ortens (den koncentrerade stadsbebyggelsen) uppvärmning. De måste alltså kombineras med andra uppvärmningssystem för att som helhet kunna konkurrera med fjärrvärme.

Den fastighetsekonomiska kalkylen ger ett likartat resultat gentemot den samhällsekonomiska kalkylen. För fastigheter som ansluts till en nyetablerad fjärrvärmerörelse tillämpas ofta alternativkostnadsprissättning på fjärrvärmen. På sikt, när flera abonnenter anslutit sig och systemet är fullt utbyggt ska man skifta över till en s k självkostnadsanpassad taxa. Om man tillämpar alternativkostnadsprissättning enligt nuvarande principer blir fjärrvärmekostnaden betydligt högre än för de studerade FVP-alternativen.

Den självkostnadsanpassade taxan ger ungefär lika värmekostnader under kalkylperioden som FVP-systemen men eftersom det ofta dröjer flera år innan denna taxa kan börja tillämpas blir FVP-alternativen avsevärt attraktivare än anslutning till en fjärrvärme beroende på kostnadsskillnader de första åren. Om inte initialkostnaderna för fjärrvärme reduceras kan stora problem uppkomma för den framtida utbyggnaden av ny fjärrvärme.

Det statliga räntebidraget (enligt förordningen om räntestöd till förbättring av bostadshus SFS 1983:974) till fastighetsägare är ungefär lika stort för anslutning till fjärrvärme som till installation av FVP. Om bidrag av någon anledning ensidigt inte ges till installation av FVP-system försämras naturligtvis konkurrenskraften men

sannolikt ger FVP-system trots detta lägre uppvärmningskostnader är nyetablerad fjärrvärme.

Fastighet som planeras att anslutas till ett befintligt fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2b)

-----  
Det är generellt sett inte samhällsekonomiskt motiverat att expandera oljebaserade fjärrvärmesystem. Om fjärrvärmeleverantören däremot redan investerat i nya fastbränslepannor, som har kapacitet att försörja de områden som planeras att anslutas till nätet kan värmeproduktion för den marginella utökningen av fjärrvärmenätet ge lägre kostnader än för samtliga FVP-system.

Däremot är den samhällsekonomiska lönsamheten mer tveksam och man står inför en konvertering av ett oljebaserat system till ett fastbränslebaserat system. Den marginella utbyggnadskostnaden för de nya områdena måste då även inkludera kostnaden för fastbränsleeldade baslastpannor, (50% av kapaciteten i anläggningen) vilket gör att FVP-systemen kan konkurrera.

Det går däremot inte att dra några generella fastighetsekonomiska slutsatser för denna jämförelsesituation beroende på de mycket varierande taxenivåer som erbjuds vid de kommunala värmeverken. En studie av taxenivåer i åtta mellansvenska etablerade värmeverk visar stor spridning av fjärrvärmekostnaden. Vissa fjärrvärmeörelser erbjuder lägre kostnader än FVP-system medan andra ligger avsevärt högre än FVP-system.

En generell slutsats som kan dras av de samhälls- och företagsekonomiska kalkylerna är att det system som först installeras i en fastighet får avsevärda konkurrensfördelar i förhållande till alternativa lösningar.

Det beror på att både fastbränslebaserade fjärrvärmesystem och FVP-system är kapitalintensiva system med låga rörliga kostnader. Eftersom man för ett konkurrerande alternativ måste ta hänsyn till de totala uppvärmningskostnaderna (kapital, bränsle, drift- och underhållskostnad) medan man för det etablerade systemet principiellt endast behöver ta hänsyn till de rörliga kostnaderna, är det svårt för ett nytt system att konkurrera ut ett etablerat. Detta gäller både fjärrvärme- och FVP-alternativen. Man kan därför befara en hårdnande konkurrenssituation i de områden som idag ligger inom potentiella fjärrvärmeområden (jämförelsesituation 2a och 2b). Installeras FVP-system i dessa områden/orter kan fjärrvärmen inte inom överskådlig tid konkurrera ut dessa.

Dessutom kan man från kalkylresultaten dra följande slutsatser:

- Eftersom installationsvolymen av FVP sannolikt blir mycket begränsad i fastbränslebaserade fjärrvärmesystem vid kostnadsriktig taxesättning borde kommunala värmeverk med sådan värmeproduktion inte vidkännas några negativa ekonomiska effekter
- De värmeverk som helt baserar sin värmeproduktion på olja kan få konkurrens av FVP om dessa tillåts att installeras inom fjärrvärmeområdet
- Konkurrenssituationen för kraftvärme och FVP ligger ca 10-15 år framåt i tiden och att förhållandena då bör avgöra vilket system som bör väljas. Det är möjligt att en kombination av kondensproducerad el och värmepumpar kommer att konkurrera med kraftvärme
- Säsongsdifferentierade fjärrvärmesatser i flerbränslesystem baserade på kortsiktig marginalkostnad normalt leder till konkurrensmässiga fördelar för FVP

- att de säsongsdifferentierade eltaxorna innebär en relativ elprishöjning för FVP på ca 10%.

Ovanstående slutsatser gäller endast för en jämförelse mellan fjärrvärme och FVP. Andra energialternativ kan i det enskilda fallet vara fördelaktigare. Hänsyn till miljö-, sysselsättnings- och leveransstörningseffekter har inte tagits i kalkylerna.

## 1. INLEDNING

### 1.1 Problemet

Energidebatten i tekniska tidskrifter och dagspress har under den senaste tiden handlat om fjärrvärmens ekonomi och frågor rörande energihushållning i fjärrvärmeområden. Diskussionen har framför allt berört frågan om fastighetsanknutna värmepumpars roll i fjärrvärmesystem.

Bakgrunden till debatten är den omfattande fjärrvärmeutbyggnaden som pågår på många orter i landet samt de ambitiösa planer som finns för en ytterligare expansion inom den närmaste 10-årsperioden. Fjärrvärmens har prioriterats av statmakerna de senaste åren genom bidrag och förmånliga lånevillkor till produktions-, distributions- och abonnentanläggningar. Motivet för den statliga satsningen på fjärrvärme har framför allt varit möjligheten till snabb oljeersättning och behov av mottrycksunderlag för framtida kraftvärmeproduktion.

Fjärrvärmens har också tillsammans med naturgas-system givits en särställning i det svenska energisystemet genom lagen om allmänna energisystem. Den ger möjlighet till tvångsanslutning av abonnenter i likhet med VA-lagstiftningen. Motivet bakom lagen är bl a att tillförsäkra det kollektiva systemet ett tillräckligt värmeunderlag. Lagen har emellertid aldrig tillämpats.

Samtidigt som man prioriterat fjärrvärme har staten också satsat på energihushållning och ny energiteknik, vilket också tagit sig uttryck i förmånliga bidrag och lån. Dessa satsningar har



bl a medverkat till värmepumpsteknikens snabba utveckling.

Eftersom fjärrvärme och energisparåtgärder/värmepumpar konkurrerar med varandra i vissa tätortsområden har konfliktsituationer uppstått.

När det gäller rena sparåtgärder har i regel fjärrvärmeleverantören accepterat den minskning av värmeunderlaget som åtgärden medfört. Däremot har man mer aktivt motarbetat installation av värmepumpar eftersom de leder till en avsevärd energibesparing/substitution som vid en omfattande introduktion kan medföra en kraftig reduktion av värmeunderlaget för befintliga och planerade fjärrvärmeanläggningar.

De värmekällor som generellt finns tillgängliga inom tätorter där konkurrens mellan fjärrvärme och värmepumpar kan uppstå, är uteluft och ventilationsluft. Andra värmepumptillämpningar såsom ytjordvärme, bergvärme, grundvatten och sjövattnen kräver mer specifika förutsättningar som normalt endast finns i begränsad omfattning inom tätbebyggelse. En kombination av goda driftsresultat och en allmänt tillgänglig värmekälla har gjort att det största intresset riktats mot s k frånluftvärmepumpar. Studien har därför koncentrerats på att beskriva konkurrensförhållandet mellan frånluftvärmepumpar och fjärrvärme.

Beteckningen frånluftvärmepump (FVP) grundar sig på det faktum att fastigheten måste ha ett mekaniskt frånluftssystem för att ventilationsluften ska kunna utnyttjas som värmekälla. Det innebär inte att fastigheter med självdragsystem är ointressanta eftersom dessa kan byggas om till frånluftsystem.



Ett FVP-system kan ta tillvara den lågvärdiga ventilationsvärmern och producera tappvarmvatten och radiatorvärme. Det har tidigare varit vanligt att FVP-system endast dimensionerats för att täcka varmvattenbehovet men för att erhålla ekonomiskt mer intressanta lösningar har man på senare tid byggt anläggningar som också täcker en del av uppvärmningsbehovet. Det innebär att dagens FVP-system täcker en stor del av en fastighets energibehov. Studerar man gjorda installationer visar det sig att ett betydande antal FVP installerats i fjärrvärmeanslutna fastigheter och i fastigheter som ligger inom planerade fjärrvärmeområden. Detta ger en indikation på att FVP med dagens förutsättningar är fastighetsekonomiskt konkurrenskraftiga gentemot fjärrvärme.

Denna situation har gjort att de kommunala värmeverken framfört kritiska synpunkter på FVP-anläggningar inom fjärrvärmeområden. Kritiken har framför allt riktats mot de finansieringsformer som idag gäller för FVP. Man menar att det är samhällsekonomiskt tvivelaktigt att ge räntesubventionerade energilån till FVP-installationer inom befintliga fjärrvärmeområden. Man hävdar också att finansieringsförutsättningarna vid utbyggnad av fjärrvärme är avsevärt sämre än för FVP-anläggningar. Därför har man ställt krav på en mer "konkurrensneutral" finansiering mellan de båda systemen.

Ett annat sätt att begränsa installationen av FVP i fjärrvärmeområden har hittills varit att vägra elleveranser för drift av FVP. Detta har skett med motivering till den lydelse i ellagen som säger att eldistributionsskyldighet inte föreligger om strömmen är avsedd att användas för

uppvärmning inom ett område där fjärrvärme distribueras eller avses att distribueras.

Fjärrvärmekritikerna har å sin sida uttryckt farhågor för att de kapitaltunga fjärrvärmeinvesteringarna kan äventyra energihushållningen och introduktionen av värmepumpar i byggnadsbeståndet. De fastbränsleanläggningar, som byggs idag, leder till en kostnadsförskjutning från rörlig till fast kostnad som kommer att återspegla sig på fjärrvärmesatsen, vilket i sin tur medför att energisparande och ny energiteknik får svårare att konkurrera. En stor fjärrvärmesatsning skulle på sikt leda till ett samhällsekonomiskt inoptimalt energisystem, menar man.

Uppenbarligen är meningarna delade om vilket uppvärmningsalternativ som ger den samhällsekonomiskt gynnsammaste lösningen. Liksom om det statliga energibidragssystemet leder till en samhällsekonomisk riktig lösning.

#### Nya bestämmelser

Riksdagen har nyligen beslutat om nya bidrag på energiområdet.

De kommunala värmeverken har fått gehör för sina krav i den nya förordningen (SFS 1983:1108) om stöd till energitillförselåtgärder. Där sägs att stödet inte ska omfatta värmepumpar i fastigheter inom fjärrvärme- och naturgasförsörjda områden. FVP ges överhuvudtaget inget stöd med motiveringen att de även utan bidrag kan uppvisa god konkurrenskraft gentemot andra system.

Dessutom innebär den nya förordningen (1983:974) om statligt räntestöd vid förbättring av bostadshus att det totala stödet till värmepumpar inom

bostadsdepartementets verksamhetsområde kommer att minska.

Förordningen innebär bl a att energilånen ersätts av ett något mindre förmånligt räntestöd. Enligt förordningen kan räntebidrag principiellt utgå till FVP. Räntebidraget beräknas på grundval av ett räntebidragsunderlag (högst 6 000 kr/lägenhet för FVP) och en räntesats som är 1.5 procentenheter högre än den räntesats (statslåneräntan) som tillämpas vid upplåning för statens räkning. Idag är statslåneräntan 11.5%, vilket innebär att räntesatsen blir 13%. Räntebidrag lämnas med ett belopp som motsvarar produkten av räntebidragsunderlaget och halva räntesatsen (6.5%). Detta gäller för de allmännyttiga bostadsbolagen och bostadsrättsföreningar. För enskilda fastighetsägare är bidraget 2 procentenheter lägre (4.5%).

En förutsättning för att räntebidrag ska utgå är emellertid enligt paragraf 10 i ovanstående förordning att åtgärden är förenlig med översiktliga ställningstaganden av kommunfullmäktige beträffande energiplanering. Avsteg från regeln kan endast göras om det finns särskilda skäl. Vidare sägs att lämplighetsprövningen bör ankomma på kommunen, vilket i realiteten innebär att om åtgärden strider mot fjärrvärmeplaneringen kan kommunen anse att hinder mot räntestöd föreligger. Vilket i sin tur innebär att FVP kan vägras räntestöd inom befintliga och planerade fjärrvärmeområden.

När det gäller distributionsskyldighet av el för drift av värmepumpar inom befintliga respektive planerade fjärrvärmeområden har Statens Energiverk i en precisering till den nuvarande lagstiftningen låtit förstå att sådan skyldighet ska anses föreligga. Distributionsskyldigheten skulle

omfatta såväl frånluftvärmepumpar som värmepumpar som utnyttjar extern värmekälla.

Motivet för verkets generella ställningstagande har varit statsmakternas tidigare mycket positiva inställning till användning av värmepumpar, som bl a tagit sig uttryck i generösa stödformer. Dessutom menar man att det finns andra instrument för styrning av installation av värmepumpar i fjärrvärmeområden.

Man avser då kommunens inflytande över den statliga stödgivningen till installation av värmepumpar. Dessutom pekar man på möjligheten för fjärrvärmeleverantörer att utforma taxesättningen så att denna i större utsträckning speglar de faktiska produktionskostnaderna, vilket skulle öka fjärrvärmens konkurrenskraft gentemot värmepumpar i de enskilda fastigheterna.

Regeringen har emellertid efter ett antal överklaganden av Statens Energiverks generella beslut, gjort en annan tolkning av ellagens bestämmelser om distributionsskyldighet: "Eldistributör har inte någon generell skyldighet att leverera el till värmepumpar inom fjärrvärmeområden." Regeringens tolkning innebär att värmepumpar inte utan vidare får installeras inom områden för fjärrvärme. Frågan om distributionskyldighet av el avsedd för värmepumpar får därför prövas i varje enskilt fall på samma sätt som andra former för uppvärmning med el. Tolkningen medför att värmepumpar jämföras med annan elvärme, vilket innebär att eldistributör principiellt kan vägra elleveranser för drift av värmepumpar enligt ellagens bestämmelser.

Sammanfattningsvis innebär det nya statliga regelverket inom det aktuella området att:

- det nya stödet till energitillförselåtgärder 1984 inte omfattar värmepumpsinstallationer i fjärrvärmeområden. Oklarhet råder om tillämpningen inom planerade fjärrvärmeområden. FVP ges inget stöd alls. Däremot ges stöd till produktionsanläggningar i fjärrvärmesystem baserade på fasta inhemska bränslen och värmepumpar. Dessutom ges ett anslutningsbidrag på 135 kr/kW till värmeverket för att kompensera bidrag till enskilda fastigheter.
- det totala räntestödet till värmepumpar och abonnentanläggningar för fjärrvärme kommer att minska något. Det är osäkert hur FVP-installationer inom fjärrvärmeområden kommer att behandlas. Kommunen kommer fortfarande att ha inflytande över bidragsgivningen, vilket innebär att man den vägen kan påverka FVP-installationer inom fjärrvärmeområden.
- eldistributörer kan sannolikt, enligt regeringens tolkning av ellagen, i fortsättningen vägra elleveranser till värmepumpar inom fjärrvärmeområden.

Dessa nya regler kommer sannolikt att påverka konkurrensförhållandet mellan FVP och fjärrvärme. Andra faktorer som påverkar lönsamheten för de båda systemen är den snabba konverteringen till fastbränsle, som sker i befintliga fjärrvärmesystem liksom utvecklingen mot att FVP-systemen dimensioneras för att täcka en successivt större del av fastigheternas energibehov. Båda dessa utvecklingar leder till bättre konkurrenskraft för respektive system.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna studie är bl a att göra en samhällsekonomisk jämförelse mellan fjärrvärme och FVP. En sådan jämförelse görs utan hänsyn till skatter och energibidrag.

Därefter görs en fastighetsekonomisk kalkyl för att se hur de olika skatte- och bidragsformerna

slår i förhållande till den samhällsekonomiskt optimala lösningen.

Studien tar också upp de företagsekonomiska effekterna för de kommunala värmeverken av en introduktion av FVP i fjärrvärmeområden.

Konkurrens mellan fjärrvärme och FVP finns inte bara inom befintliga fjärrvärmeområden. Konkurrens förekommer även i bostadsområden som planeras att anslutas till etablerad fjärrvärme och inom orter som helt saknar fjärrvärme men där sådan planeras att byggas ut. Kalkylförutsättningarna i dessa tre jämförelsesituationer skiljer sig avsevärt och kan påverka kalkylresultatet. Därför omfattar studien kalkyler för var och en av dessa konkurrenssituationer.

### 1.3 Metod och avgränsningar

Syftet med studien är att genomföra samhälls- och företagsekonomiska kalkyler för några fjärrvärme- och FVP-alternativ. Förutsättningarna är olika för kalkylerna men själva beräkningen kan göras enligt samma metod.

Lönsamhetsberäkningar kan ha flera syften, men i regel söker man värdet av en investering för att kunna jämföra den med alternativa investeringar.

En investering förorsakar både kostnader och intäkter. Men eftersom både fjärrvärme- och FVP-systemen förutsätts producera värme av samma kvalitet är det enklast att se jämförelsen som ett kostnadsminimeringsproblem, dvs vilket system producerar värme till lägst kostnad.

Eftersom kostnadsposterna faller ut vid olika tidpunkter under kalkylperioden måste de göras



jämförbara med varandra. För beräkningar av detta slag är nuvärde- eller annuitetsmetoden att föredra. Genom dessa metoder görs kostnader, som uppkommer vid olika tidpunkter, jämförbara genom utnyttjandet av ränteberäkningar.

Vid nuvärdesberäkningar räknas framtida kostnader och intäkter (periodiserade in- och utbetalningar) om till ett nuvärde med hjälp av diskonteringsräntan (kalkylräntan). Är nuvärdet av intäktsöverskotten (intäkt - kostnad) större än investeringsbeloppet är investeringen lönsam. Annuitetsmetoden innebär istället det omvända: att man dels fördelar investeringskostnaden över kalkylperioden med hjälp av annuitetsfaktorn, dels nuvärdesberäknas de framtida drifts- och underhållskostnaderna för att sedan också fördela dessa över kalkylperioden med annuitetsfaktorn. I princip är dessa två kalkylmetoder varianter på samma grundläggande ränteberäkningar. I det ena fallet presenteras resultaten som nuvärden, i det andra som genomsnittliga årskostnader. Metoderna ger vid lika livslängd och kalkylränta samma inbördes rangordning mellan konkurrerande projekt.

För att få mer lättförståeliga kalkylresultat baseras kalkylerna på annuitetsmetoden. Kostnaden för respektive system presenteras då som en årlig specifik genomsnittskostnad för värmeproduktionen (öre/kWh), vilket lättare kan relateras till dagens värmekostnader än enbart nuvärdesberäknade kostnader.

För att kunna genomföra beräkningarna måste man bestämma kalkylräntan. Den är ett uttryck för det avkastningskrav som ställs på investeringen. Samhällets avkastningskrav kan härvidlag skilja sig från ett företags. Dessutom måste man bestämma kalkylperiodens längd och känna till



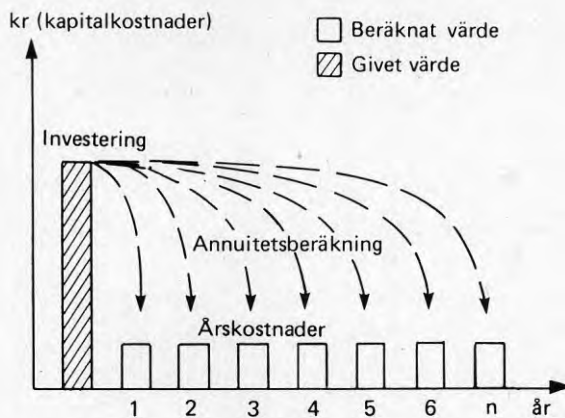
anläggningens ekonomiska livslängd. Om kalkylperioden är kortare än livslängden uppkommer ett restvärde, dvs värdet av ej förbrukade anläggningar vid kalkylperiodens slut.

Kostnadsposterna för respektive system kan delas upp på:

- investeringskostnader
- drift- och underhållskostnader
- bränsle/drivenergikostnader.

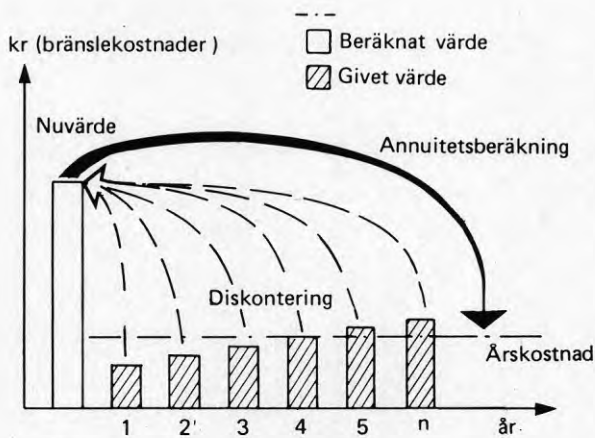
Kostnaden för grundinvesteringen slås ut på anläggningens livslängd med hjälp av annuitetsfaktorn, som bestäms utifrån kalkylräntan och livslängden. Om drifts-, underhålls- och bränslekostnaderna är olika, nuvärdesberäknas de först för att sedan slås ut över kalkylperioden med annuitetsfaktorn.

Är de årliga kostnaderna lika stora behövs ingen omräkning via nuvärde utan årskostnaden adderas till den årliga annuiteten för grundinvesteringen.



Figur 1

Schematisk beskrivning av behandling av grundinvesteringen.



Figur 2

Schematisk beskrivning av behandling av bränslekostnader.

Genom detta förfarande erhåller man ett s k diskonterat medelvärde (genomsnittlig årskostnad) för respektive alternativ. Om ett system ger lägre genomsnittliga årskostnader än ett annat system är anläggningen optimal över hela livslängden. Den fastighetsekonomiska bedömningen kompletteras med utgiftskalkyler. Basår för kalkylerna är 1983.

Eftersom kalkylförutsättningarna varierar beroende på fjärrvärmens utbyggnad och produktionsstruktur har ett antal typfall upprättats som sammanlagt ger ett antal tillförselsituationer för fjärrvärme. Likaså varierar förutsättningarna för FVP-installationer i dagens fastighetsbestånd, därför har två olika värmepumpstorlekar med varierande prestanda studerats.

Det innebär att kalkyler genomförs för flera jämförelsesituationer under den aktuella tidsperioden. Avsikten är att presentera så generella slutsatser som möjligt men att samtidigt redovisa de undantag och tendenser som pekar i motsatt riktning. För att pröva resultatens giltighet har känslighetsanalyser genomförts med avseende på några osäkra förutsättningar.

Studien behandlar endast förhållandena i flerbostadshusbeståndet, vilket innebär att berörda småhus och lokaler ej omfattas av resultaten. Dessutom behandlas inte konkurrerande uppvärmnings- och sparalternativ till fjärrvärme och FVP. De slutsatser som presenteras i rapporten gäller således bara jämförelsen mellan fjärrvärme och FVP. Andra alternativ kan i det enskilda fallet vara fördelaktigare.

Syftet med en samhällsekonomisk kalkyl är att försöka få med alla ekonomiska effekter som

påverkar organisationer och individer i samhället. Det gäller bl a miljö-, sysselsättnings- och leveransstörningseffekter. Det har inte varit möjligt att utreda dessa effekter närmare inom ramen för studien. Både fjärrvärmeproduktion och elproduktion (drivenergi till FVP) ger exempelvis mycket svåranalyserade miljöeffekter eftersom produktionsapparaten för fjärrvärme och el är diversifierad. Samma svårigheter gäller för sysselsättnings- och leveransstörningseffekter.

## 2. FRÅNLUFTVÄRMEPUMPAR

### 2.1 Förutsättningar

Den grundläggande förutsättningen för att utnyttja ventilationsluften som värmekälla för värmepumpar är att fastigheten har ett mekaniskt frånluftssystem (f-system). Idag har ca 850 000 - 900 000 lägenheter i flerbostadshus f-system av totalt 2.0 milj lägenheter.

Potentialen för frånluftvärmepumpar (FVP) kan ökas genom att hus med självdragsystem (s-system) byggs om till f-system. I betänkandet "Bättre bostäder", som utgör ett bostadsförbättringsprogram (ROT-programmet) för perioden 1984-93, uppskattar man att ca 230 000 lägenheter med s-system kommer att åtgärdas. Om dessa byggs om till f-system ökar potentialen för FVP med ca 20 000 - 25 000 lägenheter per år under perioden. Detta innebär således att FVP i princip kan installeras i alla hustyper i det befintliga bostadsbeståndet.

### 2.2 Riksbyggen i Stockholm - en fallstudie

För att på ett mer åskådligt sätt beskriva de FVP-tillämpningar som studerats har en fallstudie genomförts för det bostadsbestånd som förvaltas av Riksbyggen i Stockholm.

Beståndet omfattar ca 8 300 lägenheter med hyresrätt och 8 700 lägenheter med bostadsrätt. Lägenheterna är belägna i storstockholmsområdet fördelat på 62 områden.

Med avseende på energiförbrukning och ventilationsstandard kan det undersökta lägenhetsbeståndet anses representativt för landets totala bostadsbestånd.

Eftersom det krävs kännedom om bostädernas nuvarande varmvatten- och värmebehov samt frånluftsmängden för att dimensionera ett FVP-system följer en redovisning av detta nedan.

### 2.2.1 Energibehov

Uppgifter om energiförbrukning är hämtade ur Riksbyggens månadsvisa bränslerapporter för respektive områden för perioden 1981-10-01--1982-09-30. Samtliga förbrukningar anges per m<sup>2</sup> lägenhetsyta.

Enligt SMHI var värmebehovet sammanräknat månad för månad under undersökningsperioden 107.4% av normalåret. Alla förbrukningar är omräknade till normalförbrukningar.

Varmvattenförbrukningen beräknas vara lika stor per lägenhet i alla hus, 160 liter/lägenhet och dygn.

Energi till varmvattenberedning:

Temperaturen på utgående varmvatten uppskattas till +52°C, inkommande kallvatten till +8°C och VVC-förlusterna sätts till 20%. Detta ger ett energibehov för varmvatten motsvarande 3 700 kWh/år och ett genomsnittligt effektbehov på 0.43 kW/lägenhet. Varmvattenförbrukningen är lägre sommartid, vilket medför att det genomsnittliga effektbehovet sjunker till 0.26 kWh/lägenhet. Motsvarande effektbehov under höst, vinter och vår uppskattas till 0.49 kW/lägenhet.

För att studera energiförbrukningens variation med avseende på byggnadens ålder har beståndet grupperats i klasser. Utifrån detta material kan bostadsbeståndet delas in i tre ur energiförbruk-

ningssynpunkt representativa tidsperioder. Följande indelning av bostadsbeståndet har gjorts:

- 40-tal före 1950
- 60-tal 1951-1974
- 80-tal 1975-

Tabell 1

Genomsnittlig energiförbrukning per lägenhet och lägenhetsyta för de representativa åldersklasserna 40-tal, 60-tal och 80-tal.

Åldersklass	Bruttoförbrukning		Nettoförbrukning	Genomsnittsyta (m <sup>2</sup> )	Bruttoförbrukning		Nettoförbrukning	
	lit olja/ m <sup>2</sup> ly	kWh/m <sup>2</sup> ly			kWh/m <sup>2</sup> ly <sup>1)</sup>	kWh/lgh	kWh/lgh	
40-tal	31.9	342	274	50.5	17 254	13 803		
60-tal	23.9	256	205	68.3	17 631	14 105		
80-tal	<u>18.8</u>	<u>202</u>	<u>161</u>	<u>77.9</u>	<u>15 707</u>	<u>12 566</u>		
Totalt	25.1	270	216	64.8	16 864	13 490		

1) Genomsnittlig verkningsgrad 0.80.

Som framgår av tabellen ovan varierar nettoförbrukningen per lägenhet måttligt för de olika åldersklasserna.

### 2.2.2 Ventileringsbehov

SBN-80 allmänna krav på ventilation av bostäder föreskriver en kontinuerlig luftväxling av lägst 0.35 l/s m<sup>2</sup> för en lägenhet i dess helhet. Omräknat motsvarar detta 0.5 omsättningar per timme.

För SBN-75 var motsvarande minimikrav 80 m<sup>3</sup>/h för kök, 60 m<sup>3</sup>/h för badrum och 30 m<sup>3</sup>/h för separat toalett. Normerna ger om dessa tillämpas följande



minimiluftmängder i lägenheter med kök och bad i 40-, 60- och 80-tals lägenheter enligt ovan. Den genomsnittliga takhöjden är 2.5 m.

Byggnads- period	Genom- snittsarea m <sup>2</sup>	Minimiluftmängder	
		SBN-80 m <sup>3</sup> /h	SBN-75 m <sup>3</sup> /h
40-tal	50.5	63	60+80=140
60-tal	68.8	86	"
80-tal	77.9	97	"

Vid jämförelser mellan normerna framgår att SBN-80 ger otillfredsställande ventilation enligt SBN-75 normerna. Luftflödet räcker knappast till kök. För 40-talslägenheter blir ventilationen helt undermålig och kan inte nå upp till kraven i SBN-80 kap 36:11.

Inte heller de större lägenheterna i 60- och 80-talshusen når upp till kraven. Luftomsättningar med de äldre kraven ger följande värden:

Byggnadsperiod	Luftomsättningar/h
40-tal	1.1
60-tal	0.81
80-tal	0.72

Trots dessa högre luftomsättningar har det i 60- och 80-talshusen uppstått fukt- och mögelproblem som accentueras då man för att spara energi minskat luftflödena genom neddragning av varvtalen på frånluftfläktarna. Starkt bidragande orsaker till problemen är de numer allt tätare

ytterväggskonstruktionerna som inte släpper igenom luft samt att de boende i allt större utsträckning använder badrummet som tvättstuga. Fukt- och mögelskador uppträder oftast i badrum.

Att dra ner ventilationen till 0.5 luftväxlingar enligt SBN-80s minimikrav i samband med installation av FVP kan således ge mycket dålig ventilation med ytterligare mögelskador som följd. Utredningen granskar därför FVP-installationer vid något högre luftomsättningar än SBN-80 minimikrav. De antagna värdena är 1.0 oms/h för 40-talshus och 0.75 oms/h för 60- och 80-talshus.

### 2.3 Val av frånluftvärmepumpsystem

Utifrån dessa förutsättningar för ventilation och energibehov har några olika FVP-system studerats. Den vanligaste systemtypen är där kylbatterierna placeras i ventilationsutsläpp på vind eller tak och där den frigjorda värmeenergin överförs via en brineledning till förångare och värmepump i panncentral/undercentral eller annan plats i källaren. Via kondensator och värmväxlare överförs värmeenergin till husets sekundärsida för värme och varmvatten. Andra systemlösningar är tänkbara men eftersom dessa ger ungefär samma prestanda påverkas inte kalkylerna av systemvalet.

En temperatursänkning av frånluften med 15°C representerar en vanlig dimensionering idag. Det innebär att värmepumpen både försörjer del av fastighetens varmvatten- och värmebehov. För att utnyttja energiinnehållet i ventilationsluften maximalt är det möjligt att sänka frånluftstemperaturen ytterligare så att påfrysning sker. Genom att på detta sätt öka värmepumpsystemets storlek täcks en större del av fastighetens energibehov. Den frost som bildas kan avlägsnas

genom automatisk avfrostning. Lämpligen kan den utformas så att värmepumpen stängs av med jämna intervall varvid den varma ventilationsluften

smälter frosten på kylbatteriet. Detta ger ett marginellt försämrat driftresultat. Än så länge har man inte provat denna driftsform för FVP. Det är sannolikt en driftstrategi som kommer att utvecklas inom de närmaste åren.

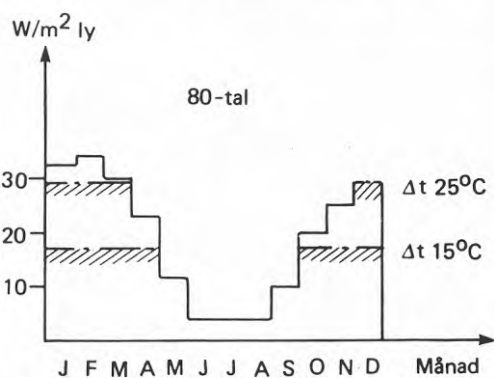
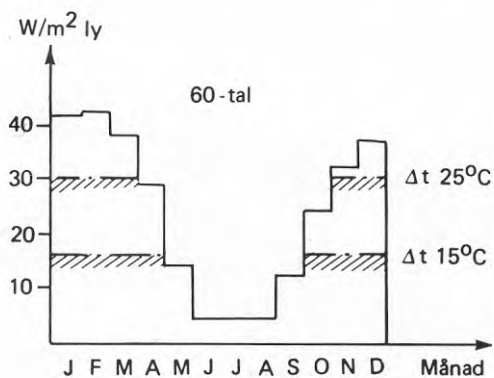
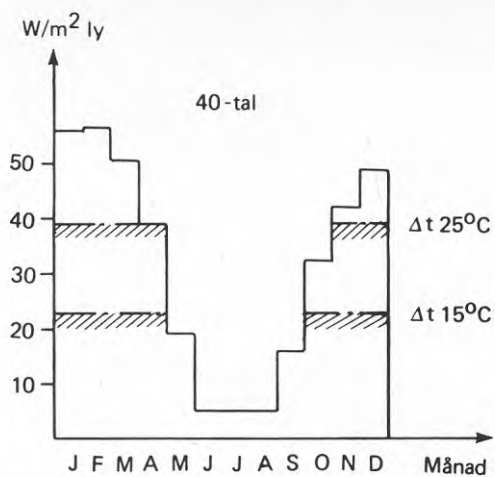
För att studera effekterna vid olika dimensionering av värmepumpen har två olika system studerats baserade på en sänkning av frånluftstemperaturen med 15°C respektive 25°C.

Tabell 2

Årlig värmeavgivning, årsvärmefaktorer, elförbrukning samt energitäckning av lägenhetens totala energibehov för olika FVP-systemstorlekar.

	40-tal		60-tal		80-tal	
	$\Delta t_{15^{\circ}\text{C}}$	$\Delta t_{25^{\circ}\text{C}}$	$\Delta t_{15^{\circ}\text{C}}$	$\Delta t_{25^{\circ}\text{C}}$	$\Delta t_{15^{\circ}\text{C}}$	$\Delta t_{25^{\circ}\text{C}}$
Värmeavgivning kWh/år	7 610	11 700	7 890	12 250	8 620	12 370
Korrektion för avfrostning <sup>1)</sup> kWh/år	0	690	0	710	0	760
Summa kWh/år	7 610	11 070	7 890	11 540	8 620	11 610
Årsvärmefaktor	3.4	3.0	3.2	2.8	3.2	2.8
Elförbrukning kWh/år	2 240	3 690	2 470	4 120	2 650	4 150
Energitäckning av lägenhetens totala energibehov %	55.2	80.2	55.9	81.8	68.6	92.4

1) Ca 6% av den årliga värmeavgivningen.



Figur 3

Genomsnittligt effektbehov per månad för lägenheter från de olika tidsperioderna 40-, 60- och 80-tal samt värmeavgivning från FVP ( $\Delta t 15^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta t 25^{\circ}\text{C}$ ).

### 2.3.1 Investeringskostnader

Trots att FVP installerats i ett flertal fastigheter är det svårt att få fram uppgifter beträffande investeringskostnader. Inom ramen för utredningen redovisas endast investeringskostnader för ett mindre antal existerande anläggningar nedan. De flesta av dessa har dimensionerats för att täcka tappvarmvattenbehovet samt del av uppvärmningsbehovet. En vanlig dimensionering idag är en frånluftavkylning på 15°C. Några större pumpar med en dimensionerande frånluftavkylning på >15°C finns ännu inte i drift.

Tabell 3

Investeringskostnader för gjorda FVP-installationer (1983 års priser).

Objekt	Installationsår	Hustyp, ålder	Antal lgh	Avgiven värmeeffekt från FVP (kW)	Dim sänkn av från lufts-temp $\Delta t^{\circ}\text{C}$	Totalinvest kostn kr	Invest kostn kr/lgh
Kyrkbyn <sup>1)</sup> Göteborg	79	Punkthus, 8 vån 1951-52	30	16	10	236 000	7 890
Biskops- gården <sup>1)</sup> Göteborg	79	Punkthus, 8 vån 1960	38	30	10	243 000	6 390
Biskops- gården <sup>1)</sup> Göteborg	79	Punkthus, 10 vån 1960	48	40	15	347 000	7 200
Inlandsg <sup>1)</sup> Göteborg	82	Smalhus, 3 vån 1940	21	18	15	153 500	7 310
Gull- heden <sup>1)</sup> Göteborg	4)	Punkthus, 8 vån 1949	38	30	15	271 000	7 140
Norrby <sup>2)</sup> Järfälla	83	Låghus, 3 vån 1968	60	55	16	355 000	5 920
Norrby <sup>2)</sup> Järfälla	83	Punkthus, 7 vån 1961	28	28	14	205 000	7 320
Magnusv <sup>2)</sup> Järfälla	83	Punkthus, 7 vån 1961	30	33	15	200 000	7 320
Folkunga- vägen 10 <sup>2)</sup> Järfälla	83	Punkthus, 10 vån 1961	56	45	15	390 000	6 960
Folkunga- vägen 12 <sup>2)</sup> Järfälla	83	Punkthus, 10 vån 1961	56	45	15	390 000	6 960
BRF Lansen <sup>2)</sup> Järfälla	82	Lamellhus, 8 vån 1960	57	50	12	210 000	3 680
Fittja <sup>2)</sup>	83	Lamellhus, 8 vån 1970	62	65	10	270 000	4 350
Hässelby <sup>2) 5)</sup>		Lamellhus	60 250	300	15	2 000 000	8 000

1) Ägs av Göteborgs stads bostadsbolag

2) Projekterat av K-konsult, Stockholm

3) Endast varmvatten

4) Endast offert

5) Under projektering

De kostnadsbedömningar som gjorts inom ramen för studien har baserats på ett FVP-system med en dimensionerande frånluftsavkylning på 15°C. För den större pumpstorleken  $\Delta t$  25°C ökar kostnaden med ca 1 000 - 1 500 kr/lägenhet.<sup>1)</sup>

En fastighetsinventering för det aktuella beståndet med avseende på viktiga installationsförutsättningar har legat till grund för kostnadsuppskattningarna. Följande förutsättningar har studerats:

- hustyp (blockhus, lamell, smalhus m m)
- våningsantal
- antal lägenheter per hus
- antal lägenheter per undercentral
- förekomst av källare och vind
- kulverttyper och kulvertlängder
- byggnadsålder
- energiförbrukning
- ventilationssystem
- frånluftmängder
- värmesystem.

I princip har kostnadsuppskattningar utförts för samtliga fastigheter i det undersökta bostadsbeståndet. Då dessa bedömningar uppvisat stora variationer beroende på olika installationsförutsättningar är det lämpligast att redovisa kostnadsintervall.

Kostnadsgrupp 1 (6 000 - 9 000 kr/lägenhet).

Denna grupp omfattar typiska smalhus från 30- och 40-talen med smålägenheter.

---

1) Enligt "Potential för frånluftsvärmepumpar inom STOSEB-området" AIB.



Förutom värmepumpssystemet tillkommer fläkt, trummor från ventilationsskorstenar och värmeväxlare för överföring av värme till husets radiator- och varmvattensystem. FVP medger att blockcentral och kulvertsystem kan hållas avstängda en stor del av året med minskade värmeförluster som följd.

Denna grupp ligger inom ROT-programmet. Eftersom man får förutsätta att FVP-installationen görs i samband med övrig ombyggnad blir merkostnaden måttlig då huset enligt SBN-80 ändå måste utrustas med fläktstyrd ventilation och någon form av värmeåtervinning.

Kostnadsgrupp 2 (5 000 - 8 000 kr/lägenhet). Denna grupp omfattar 40- och 50-talshus, trevånings smalhus i gårdsbildningar, med möjlighet att dra samman brineledning från flera hus. I övrigt lika som föregående grupp.

Kostnadsgrupp 3 (4 000 - 7 000 kr/lägenhet). Denna grupp omfattar större trevåningshus i gårdsbildningar blandade med höghus i vilka finns värmeundercentraler.

Kostnadsgrupp 4 (4 000 - 6 000 kr/lägenhet). Höga punkt- eller skivhus byggda under 60- och 70-talen.

Samtliga ovan beskrivna hustyper har källare och vind alternativt fläktkammare på tak.

Kostnadsgrupp 5 (7 000 - 10 000 kr/lägenhet). Denna grupp omfattar vinds- och källarlösa 2- och 3-våningshus med fläkt i varje trapphus och med kulvert som tillåter dragning av brineledningar till undercentral eller blockcentral.

Kostnadsspridningen ger en klar bild av svårigheterna att ge en generell bedömning av kostnader inom respektive husgrupp. Den lägre delen av kostnadsintervallet för respektive husgrupp kan uppnås vid gynnsamma förutsättningar och vid långa serier av likartade FVP-system. Anläggningar som utförs idag är än så länge styckprodukter utförda efter mer eller mindre väl genomförda projekteringar. En försiktig bedömning idag bör därför luta åt den högre delen av kostnadsintervallet. En sammanställning av kostnadsbedömningarna ger följande genomsnittskostnadsintervall för de representativa byggnadsperioderna.

Tabell 4

Investeringskostnader för FVP (kr/lägenhet).

Byggnadsperiod	FVP-system
	$\Delta t$ 15°C
40-tal	5 500 - 9 500
60-tal	4 000 - 7 000
80-tal	4 000 - 7 000

De investeringskostnader som utnyttjas i beräkningarna ligger mitt i kostnadsintervallet. Dessa kostnader är något lägre än dagens erfarenhetsvärden, men med en större installationsvolym beräknas kostnaderna sjunka något. Drift- och underhållskostnad sätts till 2 % av investeringskostnaden.

Investeringskostnaderna har inte belastats av någon förstärkning av elnätet. Ingenjörfirman Bergman & Co AB har i den sk "mellanstadsutred-

ningen"<sup>2)</sup> konstaterat följande: "Normalt bör befintliga elnätet tekniskt klara belastningen av frånluftvärmepumpar. Någon kostnad för förstärkning av det lokala nätet torde ej behövas. Vid omfattande användning av värmepumpar kan dock förstärkning av högspänningsnätet och utökning av transformeringskapaciteten behövas." Några sådana kostnader har emellertid inte tagits med i kalkylerna.

#### 2.4 Jämförelsealternativ

För att underlätta jämförelsen mellan fjärrvärme- och FVP-alternativen är det lämpligt att reducera antalet FVP-alternativ för vilka kalkyler kommer att upprättas. Man får förutsätta att FVP-installationer först kommer att göras i de fastigheter som har fläktstyrd ventilation.

#### Tabell 5

Ventilationsstandard för landets totala lägenhetsbestånd i flerbostadshus 1980<sup>1)</sup> (1 000-tal).

Byggnadsperiod	Typ av ventilation						Totalt
	S	%	F	%	FT	%	
40-tal (-1950)	590	89	73	11	3	0	666
60-tal (1951-74)	515	40	721	57	40	3	1 276
80-tal (1975-)	<u>13</u>	<u>19</u>	<u>51</u>	<u>73</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>70</u>
Totalt	1 118	56	845	42	49	2	2 012

1) FOB 1980.

2) Swedegas AB, 1983.

Tabell 6

Ventilationsstandard för det undersökta lägenhetsbeståndet 1983.

Byggnadsperiod	Typ av ventilation				Totalt antal
	S		F (FT)		
	antal	%	antal	%	
40-tal	3 363	85	590	15	3 953
60-tal	4 120	31	8 531	69	12 651
80-tal	-	-	466	100	466
Totalt	7 483	44	9 587	56	17 070

Av tabellerna framgår att huvuddelen av lägenhetsbeståndet med fläktstyrd ventilation byggdes under perioden 1951-74. Eftersom dimensioneringsfaktorerna, frånluftmängd och energibehov skiljer sig så litet åt mellan lägenheterna från de olika åldersklasserna (40-, 60- och 80-tal) blir värmeavgivningen från FVP-systemen ungefär lika stor oberoende av när fastigheten är byggd (se Tabell 2).

Det enda som påverkar kalkylresultatet i nämnvärd utsträckning är skillnader i installationsförutsättningar och därmed investeringskostnader mellan de olika byggnadsperioderna.

Det är därför lämpligast att endast redovisa kalkylresultaten för FVP-anläggningar installerade i fastigheter byggda 1951-74 (60-tal). Kalkylresultaten för fastigheterna inom åldersklassen 40-tal kan approximativt beräknas genom att variera investeringskostnaden för FVP-anläggningarna i 60-talshusen. Detta görs i känslighetsanalysen, kapitel 5.5 (se Figur 13).

Investeringskostnaden för åldersklassen 80-tal är ungefär lika som för 60-tal.

### 3. FJÄRRVÄRME

#### 3.1 Olika jämförelsesituationer

För att få en nyanserad bedömning av det samhälls- och fastighetsekonomiska konkurrensförhållandet mellan fjärrvärme och FVP-system måste kalkyler upprättas för flera jämförelsesituationer relaterade till fjärrvärmens utbyggnadsläge på olika orter.

Kalkylförutsättningarna skiljer sig avsevärt beroende på, om de studerade fastigheterna redan är anslutna till fjärrvärme eller om de ligger inom område/ort, som planeras för fjärrvärme. För det sistnämnda fallet är förutsättningarna olika om tätorten redan har ett fjärrvärmesystem eller om det endast finns planer på en fjärrvärmeutbyggnad.

Utifrån detta kan tre jämförelsesituationer identifieras:

1. fjärrvärmeansluten fastighet
2. fastighet inom potentiella fjärrvärmeområden/orter
  - a. fjärrvärme finns ej på orten men planer på utbyggnad finns
  - b. fjärrvärme finns etablerat på orten.

#### Jämförelsesituation 1:

Fjärrvärme finns idag etablerad på ca 100 orter och svarar för ca 25% av värmebehovet för landets bebyggelse. Ungefär 50% av alla flerbostadslägenheter var 1982 anslutna till fjärrvärme. Fjärrvärmerna har framför allt byggts ut på större orter där förutsättningarna varit gynnsammast. Som

framgick av kapitel 2 byggdes merparten av lägenhetsbeståndet med fläktstyrd ventilation under miljonprogrammet på 60- och 70-talet.

Eftersom den övervägande delen av detta bostadsbestånd byggdes i större orter är det inte förvånande att ca 50% av flerbostadslägenheterna med f-ventilation redan är anslutna till fjärrvärme.

#### Tabell 7

Antal fjärrvärmeanslutna lägenheter efter ortstorlek och ventilationstyp 1980, jämförelsesituation 1 (1000-tal)<sup>1)</sup>.

Ortstorlek	Ventilationstyp			Totalt
	S	F	FT	
>100 000	172	215	21	408
99 999 - 40 000	150	154	7	311
39 999 - 20 000	20	30	1	51
19 999 - 5 000	32	37	1	70
<5 000	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>9</u>
	378	441	30	849

1) FOB-80

#### Jämförelsesituation 2a:

Bostadsbeståndet i denna kategori finns på orter som ännu inte har fjärrvärme men där sådan planeras eller förutsätts aktualiseras. Om man studerar fjärrvärmens hittillsvarande utbyggnad på olika orter tycks en ortstorlek på 5 000 invånare, med få undantag, utgöra en undre gräns för fjärrvärmens konkurrenskraft. Detta får naturligtvis inte ses alltför statistiskt eftersom ett flertal orter avsevärt större än 5 000

invånare inte planerar för fjärrvärme, på samma sätt som flera orter under denna gräns förbereder en utbyggnad. Den kan trots detta vara giltig som en schablon för att definiera konkurrensområdet mellan fjärrvärme och FVP.



Tabell 8

Antal lägenheter på potentiella fjärrvärmeorter (>5 000 inv) efter ortstorlek och ventilations-  
typ, jämförelsesituation 2a (1000-tal)<sup>1)</sup>.

Ortsstorlek	Ventilationstyp			Totalt
	S	F	FT	
>100 000				
99 999 - 40 000	27	21	3	51
39 999 - 70 000	43	33	1	77
19 999 - 5 000	<u>145</u>	<u>94</u>	<u>4</u>	<u>243</u>
	215	148	8	371

1) FOB-80

#### Jämförelsesituation 2b:

Som framgår av Tabell 9 nedan är långt ifrån alla flerbostadslägenheter på befintliga fjärrvärmeorter anslutna till fjärrvärmenätet. Orsaken till detta kan vara att fjärrvärmen inte kunnat konkurrera med andra uppvärmningsformer beroende på en kombination av dyrt bränsle i produktionsanläggningen (olja) och låg värmeförbrukning i de aktuella områdena. Eftersom fjärrvärmeutbyggnaden i landet just nu är inne i ett intensivt skede är det så att utbyggnaden på vissa orter ännu inte genomförts enligt befintliga planer.

I det läget är det intressant att studera FVPs konkurrenskraft mot en sådan marginell utbyggnad av ett befintligt fjärrvärmesystem.

Tabell 9

Antal ej fjärrvärmeanslutna lägenheter på fjärrvärmeorter efter ortstorlek och ventilationstyp, jämförelsesituation 2b (1000-tal)<sup>1)</sup>.

Ortstorlek	Ventilationstyp			Totalt
	S	F	FT	
>100 000	240	127	4	371
99 999 - 40 000	70	32	2	104
39 999 - 20 000	42	26	2	70
19 999 - 5 000	43	22	1	66
<5 000	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>8</u>
	398	212	9	619

1) FOB-80

Tabell 10

Antal lägenheter ej aktuella för fjärrvärme i mindre tätorter (<5 000 inv.) och glesbygd efter ventilationstyp (1000-tal)<sup>1)</sup>.

	Ventilationstyp			Totalt
	S	F	FT	
	127	42	2	171

1) FOB-80

Sammanfattningsvis fördelar sig landets totala lägenhetsbestånd i flerbostadshus på de olika jämförelsesituationerna enligt följande (1000-tal lägenheter).

	Ventilationstyp			Totalt	
	S	F	FT		
Jämförelsesituation 1	378	441	30	849	
"	2a	215	148	8	371
"	2b	<u>398</u>	<u>212</u>	<u>9</u>	<u>619</u>
		999	801	47	1 839

Eftersom statistiken hänför sig till förhållandena 1980 har lägenhetsbeståndet i grupp 2a och 2b reducerats med ca 100 000 - 150 000 lägenheter till följd av de senaste tre årens snabba fjärrvärmeutbyggnad.

### 3.2 Fjärrvärmens kostnader

Fjärrvärme innebär att värme produceras i hetvattencentral eller kraftvärmeverk för att sedan distribueras via stamledningsnät och lokala detaljdistributionsnät till abonnentanläggning.

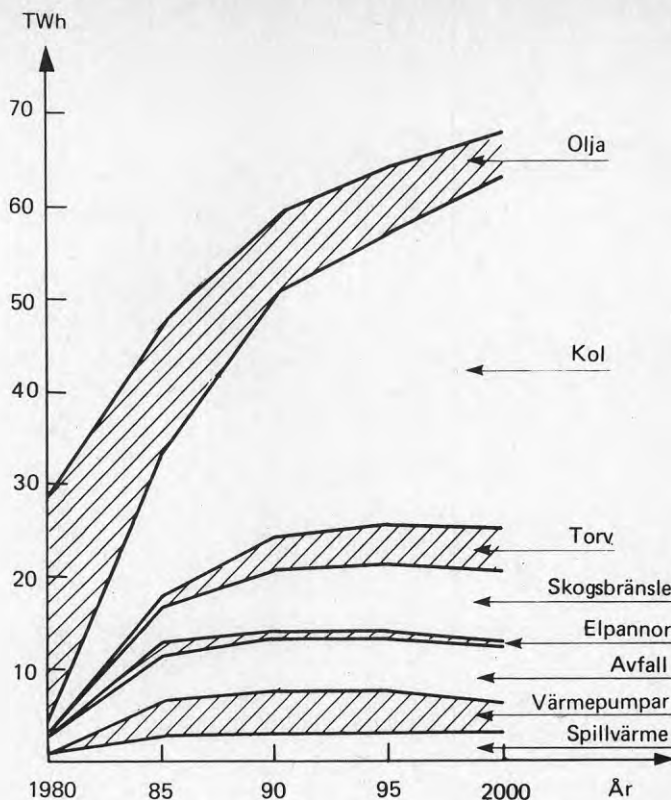
En fullständig kostnadsberäkning för en ny fjärrvärmeanläggning bör således innehålla investeringskostnader för produktionsanläggning, distributionsnät och abonnentcentral. Bränslekostnader inklusive pannverkningsgrader och förluster i distributions- och abonnentanläggningar ska tas med. Dessutom ska drift- och underhållskostnader uppskattas för de olika delarna i systemet.

#### 3.2.1 Produktionsanläggningar

Studien går ut på att genomföra kostnadsjämförelser mellan fjärrvärme och FVP. Fjärrvärme är emellertid lika litet som FVP-system ett enhetligt begrepp. Som beskrevs i föregående avsnitt befinner sig utbyggnaden av fjärrvärme på olika stadier på olika orter. Detta måste man beakta

vid kostnadsjämförelser, likaså måste man ta hänsyn till att produktionsanläggningarna i fjärrvärmesystemen varierar mellan olika orter. Värmeproduktion baserad på fasta bränslen istället för olja ger en avsevärt annorlunda kostnadsbild. Eftersom värmeproduktionskostnaderna varierar för olika fjärrvärmesystem bör man välja ut ett antal representativa produktionssystem för att få en korrekt jämförelse. Därför är det viktigt att se vilken utveckling som förutses för bränsleanvändningen inom fjärrvärmesektorn.

Under den närmaste femårsperioden planeras en snabb oljeersättning inom de befintliga fjärrvärmesystemen. Enligt värmeverksföreningens (VVF) "Fjärrvärmeplan 83" kommer oljeandelen att minska snabbt de närmaste åren. År 1985 och 1990 beräknas oljan endast stå för 30% respektive 18% av den totala energitillförseln. Detta ska ses mot bakgrund av att fjärrvärmeleveranserna planeras att öka till det dubbla fram till 1990. Det innebär att den huvudsakliga oljereduktionen inom fjärrvärmesektorn kommer att ske under 1980-talet. Under 1990-talet förutsätts endast marginella minskningar. Om utvecklingen följer "Fjärrvärmeplan 83" kommer oljans roll i fjärrvärmeproduktionen på 1990-talet att ha reducerats till ett spetslastbränsle.



Figur 4

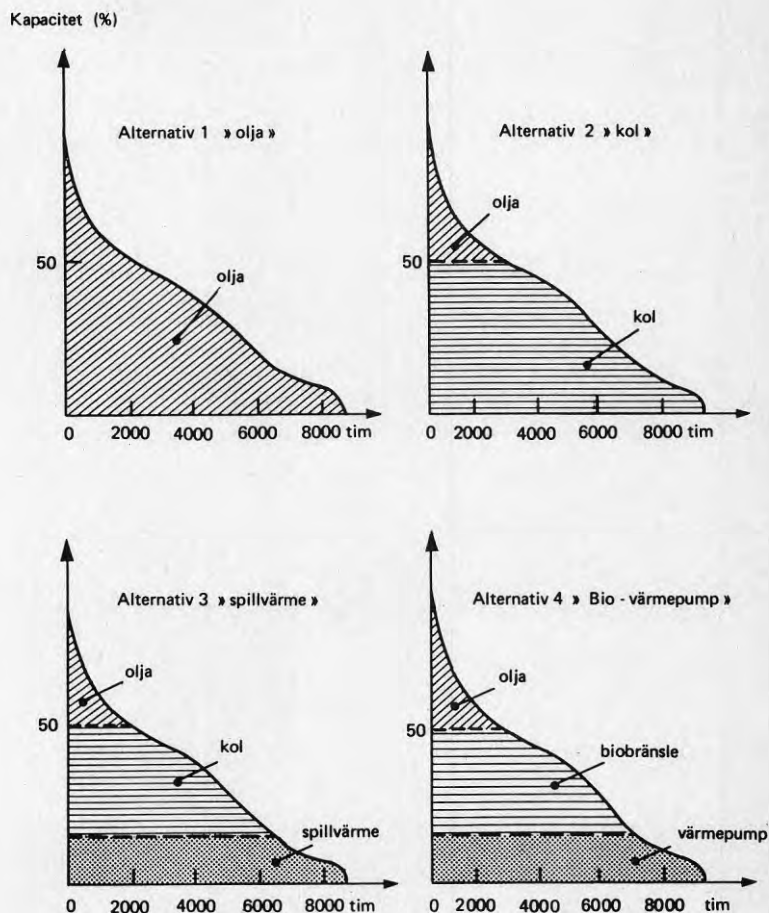
Bränsleförbrukning inom fjärrvärmesektorn enligt "Fjärrvärmeplan 83" (TWh).

Som framgår av Figur 4 ovan beräknas kol bli det dominerande bränslet inom fjärrvärmesektorn efter 1985. Kolanvändningen 1982 var dock endast 2.1 TWh men beräknas stiga till 15.6 TWh redan 1985. Kol kommer enligt "Fjärrvärmeplan 83" att utnyttjas främst i stora anläggningar på större orter. År 1982 fanns kolanläggningar på 8 orter men inom en femårsperiod beräknas ytterligare ett 20-tal orter introducera kol i sina fjärrvärmenät. I dessa anläggningar kommer kol att vara det huvudsakliga bränslet med olja som spetslast. På vissa av dessa orter finns dessutom möjlighet att utnyttja spillvärme och avfall samt lågvärdiga värmekällor för värmepumpstillämpningar.

I några få större städer samt på mindre och medelstora orter i inlandet kommer man företrädesvis att utnyttja inhemska bränslen. Idag utnyttjas endast blygsamma mängder i ett 20-tal mindre anläggningar, men ett stort antal enheter beräknas tillkomma under den närmaste femårsperioden. Troligtvis kommer vissa av dessa anläggningar, om förutsättningar finns, att kombineras med avfallsförbränning, spillvärme och värmepumpar.

Med tanke på den nuvarande elproduktionskapaciteten i landet har inte något kraftvärmealternativ studerats. Det är för närvarande osannolikt att kraftvärme kommer att utnyttjas mer än marginellt i kraftsystemet förrän i slutet av 1990-talet när kärnkrafts-avvecklingen ska inledas (se vidare kapitel 8).

Med detta som utgångspunkt kommer fyra olika fjärrvärmealternativ att studeras.



Figur 5

Varaktighetsdiagram för mellansvensk stad för de studerade fjärrvärmealternativen.

Det är svårt att ange några generella anläggningskostnader för hetvattencentraler beroende på olika ortspecifika förutsättningar. Dock är kostnadsskillnaderna för helt kompletta anläggningar relativt små. För pannor som kompletterar redan existerande produktionsanläggningar ökar



dock osäkerheten beroende på olika förutsättningar att passa in den nytillkommande enheten i den befintliga anläggningen.

Den nedan angivna verkningsgraden antas bero av bränsleval och effektstorlek. Intervallet nedan representerar effektstorlekar på ca 20-60 MW. I kalkylerna kapitel 5 och 6 utnyttjas ett genomsnittligt värde mellan ytterlighetsgränserna.

Tabell 11

Anläggningskostnader och verkningsgrader för hetvattencentraler.

Anläggning	Kostnad <sup>1)</sup> kr/kW	Verkningsgrad <sup>2)</sup>	
		%	Antaget värde %
Olja	600	92-94	(93)
Kol	1 900	85-92	(88)
Skogsbränsle	1 800	84-91	(87)
Torv	1 800	84-91	(87)
Värmepumpar	1 900	3.0 <sup>3)</sup>	3.0 <sup>3)</sup>

1) Edor Andersson (VVF), föredrag Svebio 83

2) "Fjärrvärmeplan 83" (VVF)

3) Årsvärmefaktor

Orsaken till att kostnaden för kolanläggningar är högre än för inhemska bränslen är att utrustning för rökgasrening inkluderats. Normalt sett är anläggningar för inhemska bränslen dyrare än för kol beroende på en mer komplicerad bränslehantering. Det är f n osäkert om det kommer att ställas krav på rökgasavsvavling för mindre kolanläggningar.

Den årliga drift- och underhållskostnaden sätts till 5%<sup>3)</sup> av investeringskostnaden för den kompletta hetvattencentralen.

### 3.2.2 Distributionskostnader

När det gäller utbyggnad av fjärrvärme finns principiellt två situationer, dels anläggande av ett helt nytt fjärrvärmesystem, dels utbyggnad av ett befintligt fjärrvärmenät (se jämförelsesituation 2a och 2b). Anslutningskostnaderna och förlusterna kan vara väsentligt annorlunda för de båda alternativen.

Distributionskostnaderna varierar normalt med de olika bebyggelseområdenas värmetetthet, markbeskaffenhet och terrängförhållanden. Kostnadskillnaderna för tät centrumbebyggelse med höga exploateringsstal och perifera villaområden är betydande.

Exempel på värmetettheter i olika typhusområden kWh/m<sup>2</sup> kvartersyta och år.

---

#### Typhusområde

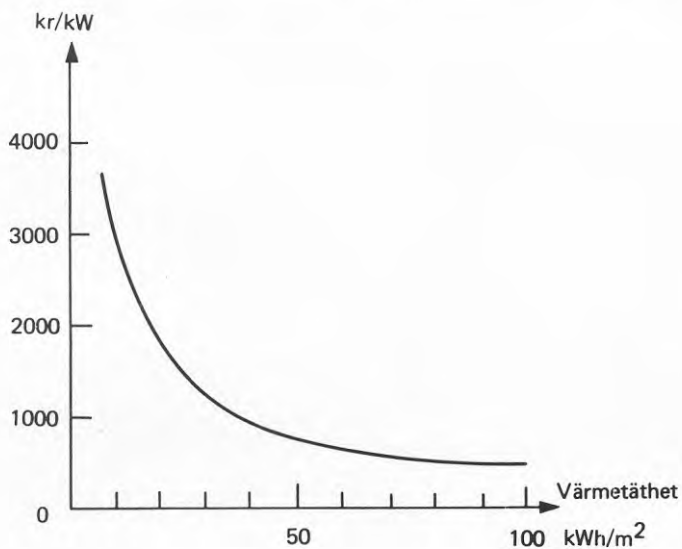
---

Friliggande småhus	15-20
Kedjehus	20-30
Radhus	25-35
Lamellhus i öppen stadsplan	45-55
Bostadsöar	60-100
Centrumbebyggelse i slutna kvarter	100-200

---

3) EK81, DsI 1983:15 (inkl arbetskraftskostnader).

I studien "Så ska vi värma Sverige"<sup>4)</sup> inom ramen för EK:81 redovisas följande samband mellan värmtäthet och kostnader för detaljdistribution samt för värmtäthet och distributionsförluster.



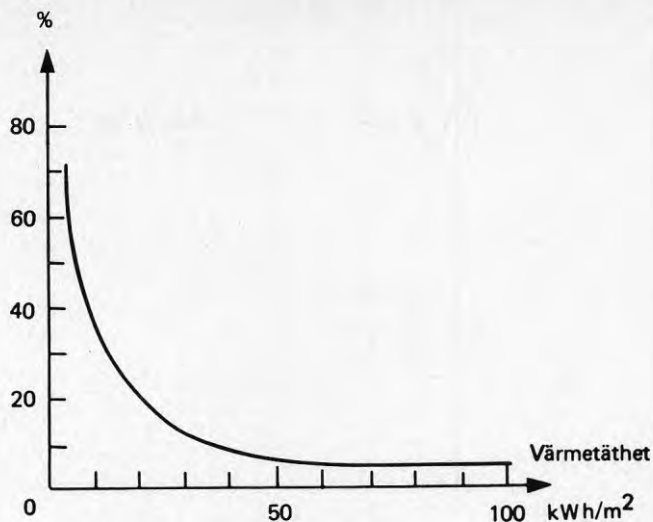
Figur 6

Investeringskostnader kr/kW ansluten effekt för detaljdistribution av fjärrvärme.

---

4)

DSI 1983:15



Figur 7

Förluster vid detaljdistribution av fjärrvärme.

Man kan konstatera att både anläggningskostnader och värmeförluster ökar dramatiskt vid värmetätheter under 40-50 kWh/m<sup>2</sup> (kvartersyta).

Inom ramen för ovan nämnda studie har man också jämfört fjärrvärmens lönsamhet i förhållande till andra konkurrerande uppvärmningsystem i olika typhusområden. Studien visar att man normalt inte bör ansluta bostadsområden med lägre värmetätheter än 35-40 kWh/m<sup>2</sup> till fjärrvärmesystem.

Om man först studerar anläggande av helt nya fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2a) kan man konstatera följande: att man generellt sett byggt ut fjärrvärmematen där betingelserna varit gynnsammast. Det vill säga i de värmetäta delarna i större orter. Eftersom förutsättningarna i allmänhet är sämre för de orter som idag planerar för fjärrvärme bör distributionskostnaderna generellt sett bli högre än för befintliga system. Vissa faktorer pekar emellertid i motsatt

riktning. Det gäller framför allt förhållandet att man idag dimensionerar för lägre anslutnings-effekter än tidigare och utvecklingen mot billigare material och anläggningstekniker.

Utifrån kulvertstatistik avseende längder, dimensioner och material för dagens totala fjärrvärmenät kan man bestämma den genomsnittliga distributionskostnaden för de befintliga fjärrvärmesystemen. Om man räknar upp priserna till dagens penningvärde blir den totala distributionskostnaden ca 500 kr/kW (inkl stamkulvertar).

För att få en uppfattning om distributionskostnaderna för helt nya system har vi tittat på 6` projekteringar<sup>5)</sup> för mindre och medelstora orter.

Ort	Kostnad kr/kW (1983 års priser)
Arvika	586
Lindesberg	529
Rättvik	631
Ludvika	466
Leksand	807
Gnesta	636

Som framgår av tabellen varierar kostnaderna beroende på ortspecifika förutsättningar. Den genomsnittliga anslutningskostnaden för dessa objekt är drygt 600 kr/kW, vilket ligger i linje med ovanstående resonemang, dvs kostnaden är

5) Uppgifter från Fjärrvärmebyrån AB, Västerås.

något högre än för det befintliga fjärrvärme-systemet.

När det gäller utbyggnad av befintliga fjärrvärmenät är det svårare att ange några generella kostnadsuppskattningar beroende på de mycket olika förutsättningarna.

De faktorer som har störst betydelse för kostnaden är om fjärrvärmekulvert finns framdragen till området eller ej och om området redan tidigare, genom egen blockcentral, har ett användbart sekundärnät.

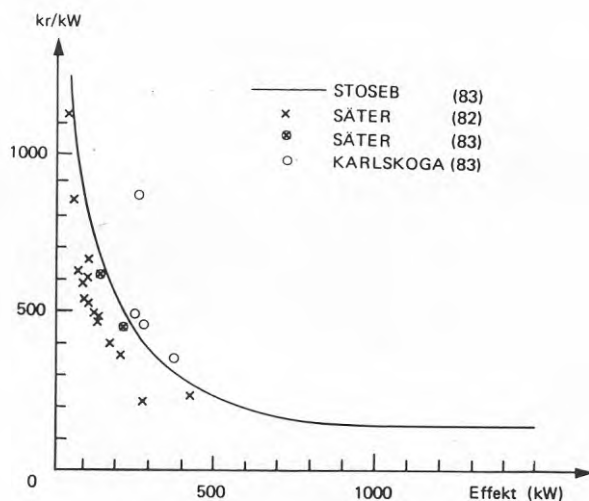
Den bebyggelse, som planeras att anslutas till befintliga fjärrvärmesystem, ligger generellt sett utanför stadskärnan i mer perifera randområden eller i s k bostadsöar. En mycket stor del av dessa perifera randområden utgörs av småhusbebyggelse, som normalt är ointressant att ansluta. Den viktigaste och största gruppen som återstår att ansluta utgörs av s k bostadsöar belägna mer eller mindre långt från den koncentrerade stadsbebyggelsen.

Att en stor del av dessa områden ännu inte är anslutna till fjärrvärme indikerar att man tidigare inte klarat av konkurrensen gentemot de befintliga blockcentralerna. Orsaken till detta är att kostnadsbesparingen för bränslet (E05 gentemot E01, E03 eller E04) inte kunnat motivera de ökade distributionskostnaderna i form av högre investeringar och högre värmeförluster. Slutsatsen av ovanstående resonemang blir att distributionskostnaden till dessa områden generellt sett överstiger kostnaderna för den redan anslutna bebyggelsen, dvs >500 kr/kW.

Drift- och underhållskostnaderna för distributionssystemet sätts erfarenhetsmässigt till 2% av investeringskostnaden.

### 3.2.3 Abonnanteranläggningar

Kostnaden för abonnentanläggningar varierar framför allt med effektbehovet. Ju högre effektbehov desto lägre specifik kostnad.



Figur 8

Kostnader för abonnentanläggningar i befintliga fastigheter.

Som framgår av figuren ovan ligger de vanligaste effektstorlekarna mellan 100-300 kW i undersökningsmaterialet. Det genomsnittliga effektbehovet för Riksbyggens bestånd (se kapitel 2), byggt 1951-75, ligger på ca 300 kW per fastighet, vilket enligt figuren ovan ger en kostnad på ca 400 kr/kW.



Drift- och underhållskostnaderna uppskattas till  
1% av investeringskostnaden.

#### 4. ENERGIPRISER

En stor svårighet vid kostnadsjämförelsen mellan fjärrvärme och FVP utgör prognostisering av bränsle och elprisutvecklingen. Vad avser olja föreligger ett stort antal bedömningar av den framtida utvecklingen. Detta till skillnad från kolmarknaden där egentliga prisprognoser är mycket få.

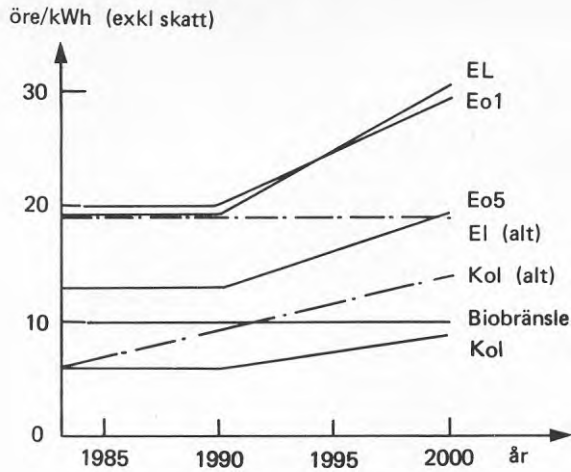
Med hänsyn till svårigheterna att bedöma framför allt bränsleprisutvecklingen samt att få jämförbarhet med andra studier har i huvudalternativet antagits samma energiprisutvecklingar som alternativ 1 i studien "Så ska vi värma Sverige?". Det innebär oförändrade olje- och kolpriser under 1980-talet. Därefter kommer olje- och kolpriserna att utvecklas i samma takt. Priserna antas fördubblas till 2010, vilket innebär en årlig ökningstakt på 3.5%.

Vidare antas att elpriset förblir oförändrat fram till 1990 för att därefter stiga med totalt 60% i jämn takt fram till år 2000. Ökningstakten baseras på ökade kostnader för elproduktion i de anläggningar som successivt antas tas i drift under 1990-talet. För att erhålla en samhällsekonomisk riktig prissättning av elenergin antas också en differentiering av elpriset över året i enlighet med ovanstående studie:

- Vinterperiod, främst dagtid. Totalt 2 000 timmar per år - medelpris x 1.5.
- Mellanperiod, vår och höst samt vissa nätter samt helger. Totalt ca 4 000 timmar per år = medelpris.
- Sommarperiod, högsommar och vissa nätter samt helger. Totalt ca 2 760 timmar per år = medelpris x 0.6.

Historiskt sett uppvisar prisutvecklingen för kol en större tröghet än utvecklingen av oljepriset. Dessutom uppvisar dagens kolproduktion mindre lönsamhet än oljeproduktionen. Det är därför inte osannolikt att kolpriserna kommer att stiga mot en från energisynpunkt likvärdig prisnivå gentemot olja, dvs att kolpriset mätt per energienhet ungefär motsvarar 60-70% av oljepriset. För att pröva kalkylernas känslighet för kolprisförändringar antas att denna relativa kolprisökning i förhållande till andra energislag inträffar mellan 1984-90.

I känslighetsanalysen kapitel 5 studeras också en alternativ elprisutveckling som innebär en reellt oförändrad elprisnivå under hela kalkylperioden. Med tanke på överkapaciteten i elproduktionssystemet är det nämligen svårt att förutse när dyrare produktionsanläggningar måste tas i drift. Det är mycket troligt att elprishöjningarna kommer senare beroende på den stora elproduktionskapaciteten. Det är inte otroligt att man fram till 1990 t o m måste sänka den reala prisnivån på el för att kunna utnyttja hela produktionskapaciteten.



Figur 9

Reala energiprisutvecklingar under kalkylperioden 1984-98 (öre/kWh).

Tabell

Energipriser, 1983 års prisnivå (exkl skatter).

Energislag		Öre/kWh
EO5	1 400 kr/m <sup>3</sup>	13
EO1	2 000 kr/m <sup>3</sup>	20
Kol	460 kr/ton	6
Torv och skogsbränsle		10
El		19 <sup>1)</sup>

1) Små förbrukare.

När det gäller priser på torv och skogsenergi är prisbilden splittrad. Priset ovan får ses som ett genomsnittspris för de båda bränslena där torven normalt sett ligger lägre och skogsbränsle högre än genomsnittsvärdet. Kolpriset ovan representerar

rar priser till större kustförlagda anläggningar och är därför för låg för anläggningar i inlandet.

I den fastighetsekonomiska kalkylen (kapitel 6) ingår även energiskatter med följande belopp.

---

Energislag	Skatt
Olja	519 kr/m <sup>3</sup>
Kol	97 kr/ton <sup>1)</sup>
El	5.2 öre/kWh
Torv	0
Skogsenergi	0

---

1) Höjs till 140 kr/ton 1985-01-01.

## 5. SAMHÄLLSEKONOMISKA KALKYLER

### 5.1 Förutsättningar

Eftersom förutsättningarna för en jämförelse mellan fjärrvärme och FVP skiljer sig avsevärt åt mellan olika kommuner och olika bebyggelsetyper har i kapitel 2 och 3 redovisats ett antal alternativ som är representativa för bostadsbebyggelsen och olika förekommande fjärrvärmesystem.

Utvärderingen går ut på att söka det alternativ som ger den lägsta samhällsekonomiska kostnaden för värmeleveranser till brukarna. Genom att utnyttja ränteberäkningar sökes den genomsnittliga årskostnaden (annuiteten) som belastar respektive alternativ under kalkylperioden. Årskostnaden slås sedan ut per nyttiggjord kWh (öre/kWh).

Kalkylperioden sätts till 15 år, vilket antas motsvara FVPs ekonomiska livslängd. När det gäller kalkylräntan vid samhällsekonomiska lönsamhetsbedömningar har man för energisektorn tidigare räknat med 4%. Exempel på detta är Energikommissionens och Konsekvensutredningens betänkanden. I utredningar av senare datum har man emellertid räknat med något högre kalkylräntor. Det finns naturligtvis olika argument för att utnyttja den ena eller den andra räntesatsen. För att belysa kalkylräntans betydelse används 6% i huvudkalkylerna, sedan görs en känslighetsanalys för 4% respektive 8% kalkylränta.

Energiskatter exkluderas i kalkylerna eftersom de inte motsvaras av någon reell samhällsekonomisk resursupoffring. Energiprisutvecklingen framgår av kapitel 4.

Den samhällsekonomiska kalkylen går ut på att värdera jämförelsealternativens totala konsekvenser för samhället. Därvid är det exempelvis viktigt att skilja mellan anläggningar som redan är byggda och sådana som endast finns på ritbordet. Det är nämligen så att när en anläggning väl är uppförd går resurserna i mycket liten utsträckning att frigöra för andra ändamål. Vid en samhällsekonomisk bedömning ska därför dessa redan ianspråktaga resurser ("sunk costs") inte tas med.

Därför avser kalkylerna två typsituationer (se kapitel 3).

1. redan fjärrvärmeanslutna fastigheter
2. fastigheter som planeras att anslutas till fjärrvärme.

Vidare bör framhållas att den samhällsekonomiska bränslekostnaden vid utnyttjande av spillvärme är noll om alternativanvändning av spillvärmen saknas. Detta gäller alldeles oavsett vilka betalningar som eventuellt sker till spillvärmelieferantören.

Kostnadskalkylerna gäller för beslutstidpunkten 1984, några kalkyler för en senare investering har inte gjorts. Med givna förutsättningar gäller sannolikt kalkylresultaten även för något senare investeringstidpunkter.

#### 5.2 Fjärrvärmeanslutna fastigheter (jämförelsesituation 1)

I detta avsnitt görs kostnadskalkyler för FVP-installationer i redan fjärrvärmeanslutna fastigheter. Man jämför således värmeproduktionskost-



naden (investerings- och driftkostnader) för FVP, med värdet på den av FVP inbesparade fjärrvärmens.

Detta värde bestäms av antingen fjärrvärmens värde i bästa alternativa användning, eller - om sådan saknas - av ianspråktaga produktionsresurserns värde i bästa alternativa användning.

Alternativ användning av sparad fjärrvärme saknas om fjärrvärmenätet är fullt utbyggt till alla ekonomiskt intressanta fastigheter eller om produktions- och distributionssystemet har överkapacitet. I ett sådant fall är den av FVP friställda effekten värdelös eftersom några nya abonnenter inte kan anslutas. Värdet av sparad fjärrvärme ska då jämföras med kortsiktig marginalkostnad. Kalkylen ska därför endast inkludera den marginella bränslekostnaden med beaktande av pannverkningsgraden, marginella ledningsförluster och övriga marginella driftskostnader.

Om däremot den frigjorda effekten kan utnyttjas för att ansluta nya abonnenter har fjärrvärmens en alternativ användning. Då ska fjärrvärmens värde räknas med utgångspunkt av de anslutna konsumenternas alternativa uppvärmningskostnad. Det senare fallet är emellertid inte tillämpligt på energibesparingar/substitution med FVP. Visserligen ersätter FVP en stor del av fastighetens energibehov men effekttäckningen är liten och dessutom krävs full effektreserv för FVP. Därför frigörs i princip ingen effekt till nya abonnenter.

Fjärrvärmevärdet i kalkylerna bör därför baseras på den kortsiktiga marginalkostnaden för respektive alternativ.

Eftersom de studerade värmepumparna levererar värme till fastighetens radiatorsystem under uppvärmningssäsongen blir den marginella oljeinbesparingen (spetslastbesparing) i de olika fjärrvärmealternativen stor.

Kalkylresultatet är endast giltigt för marginella förändringar av bränsleförbrukningen i fjärrvärmesystemet. Vid en större förskjutning i bränslemixen kommer produktionsanläggningen att köras på annat sätt.

När det gäller värmekostnader för FVP inkluderas både kapital- och driftskostnader. I kalkylerna har de differentierade eltaxorna enligt kapitel 4 beaktats.

Kostnadskalkyler har gjorts för två olika FVP-systemstorlekar för flerbostadshus byggda 1951-74 (60-tal). De har dimensionerats för en sänkning av frånluftstemperaturen med  $\Delta t$  15°C som representerar dagens tillämpningar och  $\Delta t$  25°C som motsvarar en vidare utveckling av dagens system.

Tabell 12

Samhällsekonomisk kostnadskalkyl, värmeproduktionskostnader för FVP i fjärrvärmeansluten fastighet under kalkylperioden 1984-98 (kr/lägenhet, öre/kWh).

Byggnadstyp	Kostnadslag		Värmepumpsalternativ				
			$\Delta t 15^{\circ}\text{C}$		$\Delta t 25^{\circ}\text{C}$		
			kr/lgh	öre/kWh	kr/lgh	öre/kWh	
60-tal (1951-74)	Kapital- kostnader	5 500 <sup>1)</sup>	566	7.2	6 500 <sup>1)</sup>	669	5.8
	Drift- och underhålls- kostnader <sup>3)</sup>		110	1.4		130	1.1
	Elenergi- kostnader <sup>4)</sup>		515	6.5		892	7.7
	Summa	7 890 <sup>2)</sup>	1 191	15.1	11 540 <sup>2)</sup>	1 691	14.6

1) Investeringskostnader, se sid 37

2) Avgiven värmeenergi, se sid 31

3) Se sid 37

4) Se kapitel 4.

Den specifika värmeproduktionskostnaden varierar endast litet mellan de två olika FVP-storlekarna beroende på att de ökande kapital- och elenergi-kostnaderna för de större värmepumparna kompenseras av större värmeavgivning.

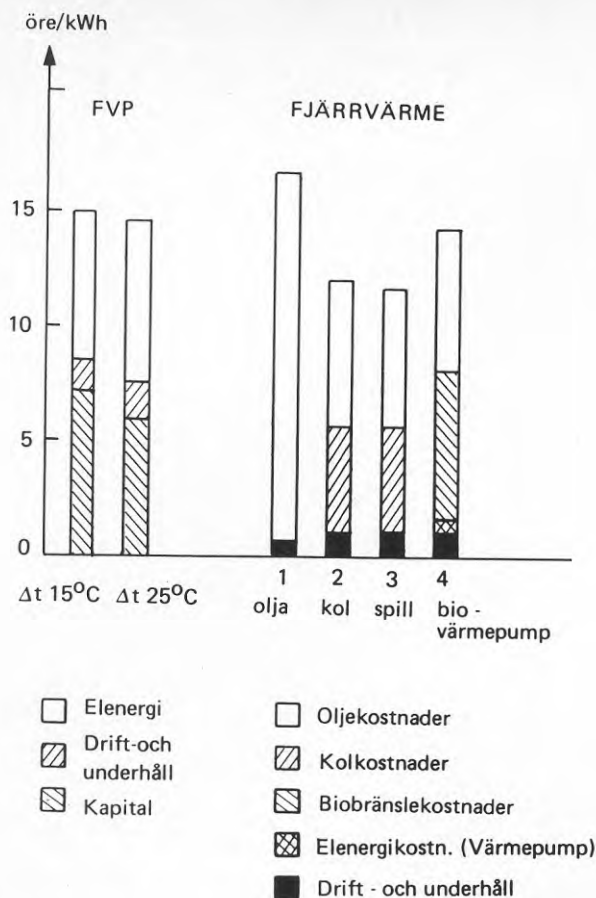
Det differentierade elpriset enligt kapitel 4 leder till en ökning av medelpriset på el med ca 2 öre/kWh för FVP, beroende på relativt större elförbrukning under dyr taxetid. Kostnaden för den levererade värmen med hänsyn taget till årsvärmefaktorn stiger till följd av detta i genomsnitt med ca 0.5-0.75 öre/kWh.

Tabell 13

Samhällsekonomisk kostnadskalkyl, marginella värmeproduktionskostnader för fjärrvärme under kalkylperioden 1984-98 (öre/kWh).

	Alternativ 1 "olja"	Alternativ 2 "kol"		Alternativ 3 "spillvärme"			Alternativ 4 "bio-värmepump"		
Produktions- anläggning (effekt %)	olja 100	olja 50	kol 50	olja 50	kol 35	spill- värme 15	olja 50	bio- energi 35	värme- pump 15
Marginell bränsle- åtgång %	100	39-45	61-55	39-45	59-52	2-3	39-45	59-52	2-3
Bränslekostn öre/kWh <sup>1)</sup>	14.0	14.0	6.5	14.0	6.5	0	14.0	10	
Verknings- grad % <sup>2)</sup>	93	93	88	93	88	-	93	87	3.0 <sup>4)</sup>
Rörlig pro- duktions- kostnad exkl bränsle öre/kWh	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0
Distribu- tionsför- luster % <sup>3)</sup>	8	8			8			8	
Specifik årskostnad öre/kWh	16.6	12.0-12.5		11.6-12.1			14.5-14.8		

- 1) Genomsnittlig årskostnad  
 2) Se sid 50  
 3) Se sid 53  
 4) Årsvärmefaktor



Figur 10

Samhällsekonomiskt beräknade värmekostnader för FVP- och fjärrvärmealternativen för fjärrvärmeansluten fastighet.

Den marginella värmeproduktionskostnaden för befintliga fjärrvärmesystem framgår av Tabell 13. Eftersom värmepumpsystemen har olika kapacitet ( $\Delta t$  15°C,  $\Delta t$  25°C) blir den marginella bränsleinsparingen olika. De större pumparna levererar mer värme till radiatorsystemet och ersätter därmed proportionellt sett mer dyr spetslast i fjärrvärmesystemet än de mindre värmepumparna.

Kalkylresultaten visar enligt Tabell 12 och 13 att marginalkostnaden för fjärrvärmeleveranser baserade på fasta bränslen är lägre än för

FVP-systemen. Däremot uppvisar FVP-tillämpningarna lägre specifika kostnader än oljebaserad fjärrvärme.

Således är det samhällsekonomiskt optimalt att installera FVP i fjärrvärmesystem som kommer att baseras på olja under hela kalkylperioden. Men den oljebaserade fjärrvärmens kommer enligt gällande planer att ersättas med fastbränslepannor under 80-talet. Endast marginella kvantiteter olja kommer att utnyttjas som baslast under 90-talet. Frågan är då vilket alternativ som samhällsekonomiskt är att föredra för de studerade fastigheterna: fastbränslekonvertering av befintligt oljebaserat fjärrvärmesystem eller installation av FVP. Om man adderar kapitalkostnaden (baslastpanna för kol, 50% av totalkapaciteten, se sid 67) till värmeproduktionskostnaden i Tabell 13, blir kolbaserad fjärrvärme samhällsekonomiskt ogynnsammare än FVP-alternativen. Skillanden mellan alternativen är dock marginell. För fastigheter med f-ventilation är det således samhällsekonomiskt mer gynnsamt att installera FVP-system än att konvertera oljebaserad fjärrvärme till fastbränsle.

Sammanfattningsvis kan konstateras:

- att FVP-system generellt sett inte bör installeras i fastigheter som försörjs av fastbränslebaserad fjärrvärme
- att FVP-system bör sättas in i f-ventilerade fastigheter som är anslutna till fjärrvärmesystem som baseras på olja
- att man vid en konvertering av ett oljebaserat fjärrvärmesystem till fastbränsle bör undanta f-ventilerade bostadsbestånd och därmed minska investeringen i baslasteffekt.

### 5.3 Fastigheter som planeras för ny fjärrvärme (jämförelsesituation 2a)

Denna jämförelsesituation gäller för fastigheter som ligger på orter som planeras för ny fjärrvärme.

Det innebär således att två kompletta uppvärmningssystem ska studeras. För FVP-alternativen betyder detta att man också måste ta hänsyn till kostnaden för spetslast. Spetslasten förutsätts utgöras av EO1 i befintlig oljepanna. Kostnaden för spetslast varierar naturligtvis för olika fastigheter. I vissa anläggningar är det vanligt att man använder EO3-4, vilket ger lägre kostnader för FVP-alternativen. Vidare kan oljepannan vara mogen för utbyte, vilket ger motsatt kostnadseffekt.

Kostnadskalkylerna för fjärrvärme baseras på de investeringskostnader som finns angivna i kapitel 3. De är att betrakta som genomsnittskostnader och bör därför behandlas som sådana. Man kan således inte tillämpa dessa kostnader för en specifik ort utan att undersöka dess speciella förutsättningar. Däremot kan de ligga till grund för en generell bedömning av fjärrvärmens konkurrenskraft gentemot andra alternativ.

Eftersom den ekonomiska livslängden för produktions- och distributionsanläggningen är längre än kalkylperioden uppkommer ett restvärde. Detta har nuvärdeberäknats och dragits ifrån investeringskostnaden.

Bränslekostnaden har beräknats utifrån den totala bränsleanvändningen för respektive fjärrvärmealternativ och inte utifrån den marginella bränsleåtgången.



Tabell 14

Samhällsekonomisk kostnadskalkyl, kostnader för värmeproduktion baserad på FVP och befintlig oljepanna under kalkylperioden 1984-98 (kr/lgh, öre/kWh).

Bebyggelse typ	Kostnadsslag	Värmepumpsalternativ			
		$\Delta t$ 15°C		$\Delta t$ 25°C	
		kr/lgh	öre/kWh	kr/lgh	öre/kWh
60-tal (1951-74)	FVP-kostnader <sup>1)</sup>	1 191	8.4	1 756	12.4
	Oljekostnader <sup>2)</sup>	1 661	11.8	685	4.9
	Drift- och underhållskostnader (olja)	100	0.7	100	0.7
	Summa	14 105 <sup>3)</sup>	20.9	2 541	18.0

1) FVP-kostnader enligt Tabell 12.

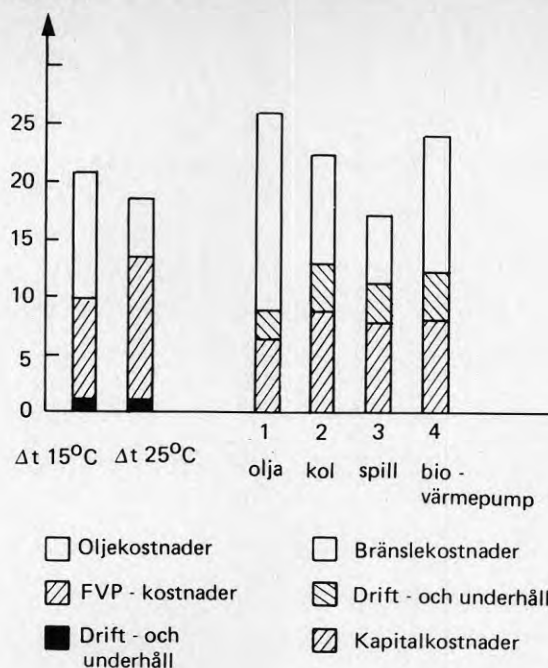
2) Baserad på oljeförbrukning (total förbrukning per lgh - värmeavgivning FVP) verkningsgrad 0.80.

3) Nettoenergiförbrukning per lgh (se kapitel 2).

Tabell 15

Samhällsekonomisk kostnadskalkyl, värmeproduktionskostnader för ny fjärrvärme, årskostnader kr/kWh och specifika kostnader öre/kWh under kalkylperioden 1984-98.

Kostnadsslag	Alternativ 1		Alternativ 2		Alternativ 3		Alternativ 4		
	Invest kr/kWh produktions-nivå	Invest kr/kWh konsumt-nivå	Arskostnader (diskonterat medelvärde)	Invest kr/kWh produktions-nivå	Invest kr/kWh konsumt-nivå	Arskostnader (diskonterat medelvärde)	Invest kr/kWh produktions-nivå	Invest kr/kWh konsumt-nivå	Arskostnader (diskonterat medelvärde)
Produktionsanl	900	660		olja(100%) kol ( 35% ) 600		olja(100%) kol ( 15% ) 600		olja(100%) bioenergi(35%) värmepump(15%) 600	
Restvärde		67.6	116.5	950	1 130	665	923	630	1 110
		- 7.0	-12.1					285	
		60.6	104.3						
Drift- och underhållskostn, 5% av invest		32.8	56.6						
Bränslekostn inkl förluster i produktionsanläggning samt övriga förlösta driftkostn		365.2	213.3						
Distributionskostn. Restvärde	600		61.8		600		600		61.8
			-12.9						-12.9
Drift- och underhållskostn, 2% av investering		48.9	48.9						48.9
		12.0	12.0						12.0
Ökade anlägg-, drift- och underhållskostn till följd av förluster i distr systemet (8%)		12.3	17.8						17.5
Abonnentcentral	400		41.2		400		400		41.2
Drift- och underhållskostn, 1% av invest		4.0	4.0						4.0
SUMMA		577.0	498.1						528.1
Specifika kostnader öre/kWh		26.2	22.6						24.0



Figur 11

Samhällsekonomiskt beräknade värmekostnader för FVP-alternativen (inkl oljespets) och för fjärrvärmealternativen (ny fjärrvärme).

När det gäller fastigheter på orter där man planerar för ny fjärrvärme ger kalkylerna ett annat resultat gentemot föregående jämförelsesituation. Här jämförs två kompletta alternativ som förutsättes ömsesidigt uteslutande.

Generellt framstår dagens FVP-system ( $\Delta t$  15°C) som konkurrenskraftiga med nya fastbränsleeldade fjärrvärmesystem. FVP-system med en frånluftavkylning på 25°C ger högre värmeavgivning och därmed lägre oljeförbrukning än det mindre systemet ( $\Delta t$  15°C). Detta medför i sin tur att alternativet ger lägre kostnader än fastbränsleeldad fjärrvärme.

Eftersom spillvärme förutsätts sakna alternativ användning sätts "bränslekostnaden" till noll i kalkylerna, vilket medför att detta fjärrvärme-

alternativ genomgående ger lägre kostnader än samtliga FVP-tillämpningar.

Kostnads kalkylerna gäller endast under förutsättning att jämförelsealternativen tas i drift samtidigt och att detta sker i början av kalkylperioden. Det medför indirekt att en senareläggning av ett alternativ i förhållande till det konkurrerande alternativet leder till ökade kostnader därför att övergången från de dyrare befintliga anläggningarna fördröjs.

Både fjärrvärmeutbyggnaden och FVP-installationerna kommer att ske successivt beroende på organisatoriska och kapacitetsmässiga trögheter. Fjärrvärmens utbyggnadstider kan således jämföras med den beslutströghet som sannolikt finns bland den stora gruppen fastighetsägare inför beslut om att installera FVP. Men detta gäller bara för de fastigheter där FVP kan installeras. Den stora skillnaden mellan alternativen är att fjärrvärmens i stort sett kommer att försörja hela den värmetäta bebyggelsen för den aktuella tätorten, medan FVP, med rimliga antaganden, endast kommer att installeras i en del av bebyggelsen. Enligt kalkylen är visserligen värmekostnaderna för FVP lägre än fjärrvärme i fastigheter med fläktstyrd ventilation men frågan är om detta system kan kompletteras med andra uppvärmningssystem i de resterande fastigheterna så att lika bra eller bättre totalekonomi än fjärrvärme kan uppnås för orten som helhet.

Det kan därför vara rimligt att tänka sig en kombination av fjärrvärme, FVP och andra uppvärmningssystem för att skapa ett totalekonomiskt gynnsamt alternativ för en ort.

Om man utgår från hur tätorterna expanderat finner man att bostadsområdena från 60- och 70-talen generellt sett ligger perifert runt en gammal stadskärna. De flesta av dessa perifera områden har fläktstyrd ventilation och lämpar sig därför för FVP, medan den äldre bebyggelsen i de centrala delarna i regel har självdragssystem. Det innebär att den värmetäta stadskärnan kan reserveras för fjärrvärme medan de perifera randområdena skulle kunna försörjas av FVP och andra alternativa uppvärmningssystem.

Situationen är emellertid mer komplicerad på de orter som idag planeras för fjärrvärme. Där ligger ofta de större bostadsområdena med fläktstyrd ventilation i nära anslutning till själva stadsbebyggelsen, vilket gör dem attraktiva att ansluta till fjärrvärme, mycket beroende på hög värmetäthet och att området ofta lätt kan anslutas vid en befintlig blockcentral. Att ta bort dessa områden kan innebära en försämring av fjärrvärmens konkurrenskraft för den resterande bebyggelsen.

#### 5.4 Fastigheter som planeras att anslutas till befintlig fjärrvärme (jämförelsesituation 2b)

Efter ovanstående resonemang kommer man osökt in på nästa jämförelsesituation: vad kostar det att ansluta nya abonnenter till ett befintligt fjärrvärmesystem? På fjärrvärmeorter är det oftast så att de centrala delarna av orten har fjärrvärme medan de perifera randområdena ännu inte anslutits.

Eftersom fjärrvärmesystemens kapacitet och utformning samt bostadsområdenas belägenhet i förhållande till det befintliga distributions-

systemet varierar mellan olika orter, är det svårt att göra generella bedömningar om fjärrvärmealternativens konkurrenskraft.

Idag har de flesta fjärrvärmesystem överkapacitet på både produktions- och distributionssidan. Orsaken till detta är dels VVS-normerna, som lett till för höga anslutningseffekter, dels att man planerat för en expansion som uteblivit. Dessutom har de senaste årens energisparande lett till ett minskat effektbehov. Detta förhållande gäller inte bara äldre oljeeldade anläggningar utan även nyare fastbränsleanläggningar. När så är fallet bör man vid en samhällsekonomisk kostnadsuppskattning för de befintliga fjärrvärmeanläggningarna exkludera kostnaden för produktionsanläggningen.

I de oljebaserade systemen där man överväger att introducera fastbränsle ska den marginella utbyggnadskostnaden för produktionsanläggningen tas med i kalkylerna, dvs den kostnad som kan hänföras till de fastigheter som planeras att anslutas till fjärrvärmesystemet.

När det gäller den marginella distributionskostnaden för att ansluta nya fastigheter är det rimligt att anta att de överensstämmer med den genomsnittliga distributionskostnaden för nya system (jmf avsnitt 3.2). Antagandet bygger på att de perifera områdena dels har lägre värmetäthet än de redan anslutna centrala delarna, dels att dessa randområden/bostadsöar också kräver utbyggnad är överföringskapacitet i form av stamledningar till själva området. Dessa högre kostnader i förhållande till den genomsnittliga distributionskostnaden uppvägs av att området kommer i åtnjutande av det befintliga stamledningsnätet utan att man kostnadsmässigt belastas av detta.

Förutom marginella utbyggnadskostnader för produktions- och distributionssystem måste kalkylerna för fjärrvärme också belastas med investeringskostnader för abonnentcentral samt marginella bränsle-, drift- och underhållskostnader.

Med ovanstående antaganden kan man upprätta kostnadskalkyler för en marginell utbyggnad av ett befintligt system för att ansluta nya abonnenter. Kalkylerna avser tre fall:

- befintligt oljebaserat fjärrvärmesystem med överkapacitet i produktionsanläggningen
- befintligt oljebaserat fjärrvärmesystem som planeras att konverteras till kol
- befintligt kolbaserat fjärrvärmesystem med överkapacitet i produktionsanläggning.



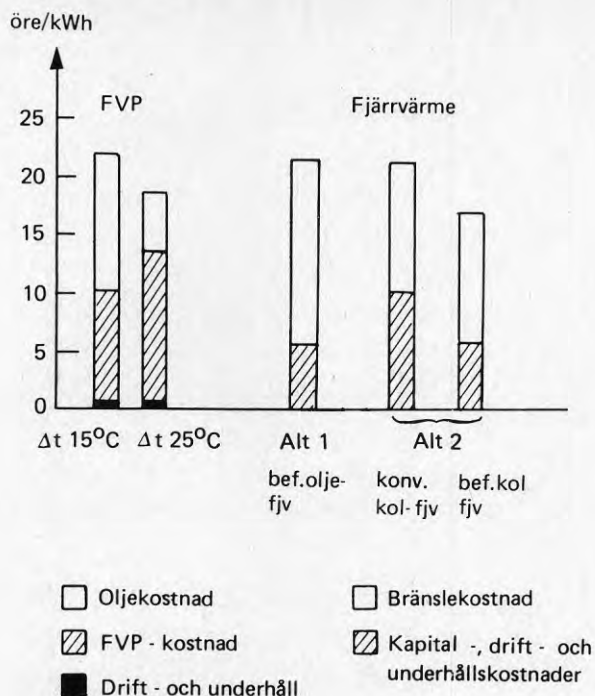
Tabell 16

Samhällsekonomisk kalkyl, marginella värmeproduktionskostnader för befintlig fjärrvärme vid anslutning av ny abonnent, årskostnader kr/kW och specifika kostnader öre/kWh.

Kostnadsslag	Alt 1		Alt 2		Alt 2	
	Befintlig olja		Ny baslast-anläggning för kol		Befintlig baslast-anläggning för kol	
	Inv kr/kW förbrukar-nivå	Års-kostn kr/kW	Inv kr/kW förbrukar-nivå	Års-kostn kr/kW	Inv kr/kW förbrukar-nivå	Årskostn kr/kW
Produktionsanl			694 <sup>1)</sup>	71.4		
Restvärde				-7.0		
				64.4		
Drift- och underhålls-kostnad 5% av invest				34.7		
Marginella bränslekostn inkl förluster i produktionsanl samt övriga rörl drifts-kostn		365.2		248.6		248.6
Distributions-kostnader	600	61.8	600	61.8	600	61.3
Restvärde		-12.9		-12.9		12.9
		48.9		48.9		48.9
Drift- och underhålls-kostn 2% av invest		12.0		12.0		12.0
Ökade anl-,drift- och underhålls-kostn pga förluster i distr syst 8%		4.9		12.8		4.9
Abonnentcentral	400	41.2	400	41.2	400	41.2
Drifts- och underhålls-kostn 1% av invest		4.0		4.0		4.0
Summa		476.2		466.6		358.8
Spec kostn öre/kWh		21.6		21.2		16.3

1) 50% av totalkapaciteten, sammanlagringsfaktor 0.72.

2) Utnyttjningstid 2200 tim.



Figur 12

Samhällsekonomiskt beräknade värmekostnader för FVP-alternativen (inkl oljespets) och för fjärrvärmealternativen (anslutning av ny abonnent på fjärrvärmeort).

Kostnader för FVP-alternativen i denna jämförelsesituation överensstämmer med de som finns angivna i Tabell 14.

Kalkylerna visar att ett befintligt kolbaserat fjärrvärmesystem med överkapacitet har förutsättningar att ge lägre kostnader än FVP-alternativen. Om man däremot står inför en nyinstallation av en kolpanna i ett oljebaserat system blir den sammanlagda marginella värmeproduktionskostnaden ungefär densamma eller något högre än för dagens FVP-tillämpningar ( $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$ ). En utbyggnad av ett befintligt oljebaserat fjärrvärmesystem ger endast marginellt högre kostnader än konverte-

ringsalternativet. De större värmepumparna ( $\Delta t = 25^{\circ}\text{C}$ ) ger lägre kostnader än de sistnämnda fjärrvärmealternativen.

Eftersom anslutningskostnaden varierar för olika områden har kalkylresultatens känslighet för olika distributionskostnader studerats (se avsnitt 5.6).

### 5.5 Känslighetsanalys

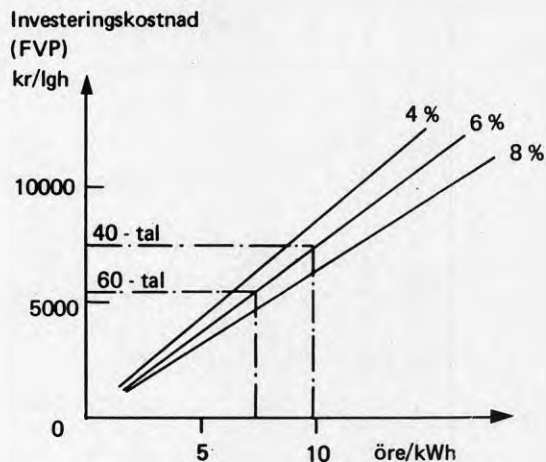
Eftersom kalkylerna bygger på ett antal osäkra förutsättningar finns anledning att pröva resultatens känslighet för variationer i dessa.

#### 5.5.1 Kalkylränta och investeringskostnader

Kalkylräntans betydelse för kostnaderna i respektive alternativ är i princip proportionell mot investeringens storlek. Variationer i de övriga kostnadsposterna spelar en mycket liten roll för resultatens känslighet för kalkylränteförändringar.

Jämförelsesituation 1 (se avsnitt 5.2):

Vid denna jämförelsesituation belastas inte fjärrvärmealternativen av några investeringskostnader, vilket innebär att resultatet inte ändras vid kalkylränteförändringar. Däremot utgör investeringskostnaden för FVP-alternativen en väsentlig del av årskostnaden.



Figur 13

FVP-alternativens känslighet för kalkylränteförändringar och investeringskostnad.

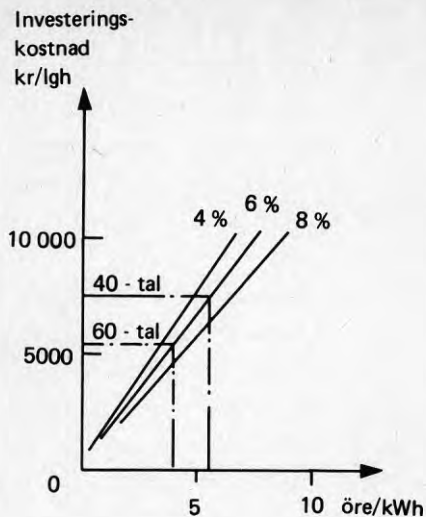
Eftersom FVP-alternativen ger högre kostnader än fastbränslebaserad fjärrvärme vid denna jämförelsesituation bör man i första hand studera vilken kalkylränta respektive investeringskostnad som krävs för att FVP- och fjärrvärmealternativen ska bli likvärdiga, samt bedöma om dessa förändringar är realistiska. Som framgår av figuren ovan medför en kalkylräntesänkning med 2% en minskning av värmekostnaderna för FVP-alternativet med 1 öre/kWh. Alltså måste kalkylräntan sänkas avsevärt mer för att konkurrenskraft ska uppnås gentemot kolfjärrvärme (alternativ 2) och kol/spillfjärrvärme (alternativ 3), vilket inte kan anses realistiskt. Däremot kan FVP vid 4% kalkylränta konkurrera med biobränslebaserad fjärrvärme (alternativ 4).

Dessutom visar figuren att investeringskostnaden för FVP måste sänkas med 2000-2500 kr/lägenhet (30-50%) för att alternativet ska bli konkurrenskraftigt med befintlig kolfjärrvärme. Detta kan knappast uppnås även om man räknar med serietillverkning för FVP-systemen. FVP-installationer i åldersklassen 40-talshus är inte konkurrenskraftiga.

Generellt står således kalkylresultaten fast för FVP och kol/spillfjärrvärme, däremot kan FVP-systemen ge lika kostnader som biobränslebaserad fjärrvärme vid låga kalkylräntor och investeringskostnader.

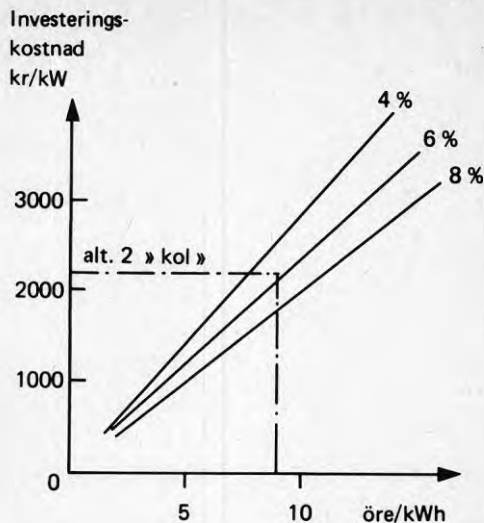
Jämförelsesituation 2a och 2b:

Vid dessa jämförelser belastas både FVP- och fjärrvärmealternativen av investeringskostnader och är därmed också känsliga för kalkylränteförändringar.



Figur 14

FVP-alternativens känslighet för kalkylränteförändringar och investeringskostnader.



Figur 15

Fjärrvärmealternativens känslighet för kalkylränteförändringar och investeringskostnader.

Eftersom man i dessa jämförelsesituationer jämför två kompletta system måste FVP-systemen belastas av kostnader för oljespets. Det innebär samtidigt att den relativa betydelsen av investeringskostnad och kalkylränta minskar gentemot jämförelsesituation 1. Fjärrvärmens belastas av fulla investeringskostnader i jämförelssituation 2a (ny fjärrvärme). Däremot varierar investeringen vid en marginell utbyggnad av systemet (2b) beroende på olika ort- och områdesspecifika förutsättningar.

För jämförelsesituation 2a (se avsnitt 5.3) medför en kalkylräntesänkning med 2% en minskning av FVP-kostnaderna med ca 0.5 öre/kWh och 1.5 öre/kWh för fjärrvärmealternativen, vilket inte påverkar kalkylresultaten för de större värmepumparna ( $\Delta t$  25°C). Däremot uppnås lika kostnad för dagens FVP-system  $\Delta t$  15°C och kolfjärrvärme.

Om ny kolfjärrvärme ska kunna konkurrera med FVP-alternativen  $\Delta t$  15°C och  $\Delta t$  25°C måste den totala investeringskostnaden för systemet sänkas med 200 kr/kW respektive 800 kr/kW.

För jämförelsesituation 2b (se avsnitt 5.4) är det framför allt intressant att studera hur känsligt kalkylresultatet är för varierande utbyggnadskostnader för distributionsnätet. Av Figur 15 framgår att en halvering av den i avsnitt 5.4 antagna distributionskostnaden på 600 kr/kW till 300 kr/kW innebär en sänkning av fjärrvärmens totala kostnader med ca 2 öre/kWh. Detta innebär att en marginell utbyggnad av ett befintligt oljebaserat fjärrvärmesystem eller ett system som konverteras till kol är konkurrenskraftigt med dagens FVP-tillämpningar.

#### 5.5.2 Energipriser

För att pröva kalkylernas känslighet för variationer i energiprisutvecklingar har två alternativ studerats. Det ena avser elprisutvecklingar och påverkar framför allt FVP-alternativen, den andra kolpriserna, vilket får effekt på kolfjärrvärme (alternativ 2).

#### Elprisutvecklingen

Det råder idag enighet om att de reala priserna på el kommer att öka under 1990-talet. Frågan är när ökningen inleds och hur stor den kommer att bli. I huvudkalkylerna förutsattes en årlig real ökningstakt på 4.8% under hela 1990-talet. En annan tänkbar utveckling är att elpriserna hålls nere under en längre period beroende på överkapacitet i elproduktionssystemet. Detta kan resultera i ett reellt oförändrat elpris under hela kalkylperioden. Trots denna relativt stora förändring gentemot huvudkalkylerna påverkas



kostnaderna för FVP-alternativen endast måttligt beroende dels på att kostnadsminskningen ligger långt fram i tiden, dels på den låga elförbrukningen i förhållande till värmeavgivningen (årsvärmefaktor ca 3.0). Totalkostnaden minskar endast med mellan 0.5-0.75 öre/kWh i de olika FVP-tillämpningarna.

#### Kolprisutvecklingen

I huvudkalkylerna förutsätts en reall oförändrad prisutveckling på kol och olja fram till 1990 och därefter en årlig ökningstakt på 3.5% för båda bränslena. Det innebär att dagens prisrelation mellan olja och kol kommer att bestå under hela kalkylperioden. En annan tänkbar utveckling är enligt kapitel 4 att prisskillnaden gentemot olja kommer att minska från 50-60% till 30-40% fram till 1990. Detta skulle innebära en årlig ökningstakt med ca 3.5% under resten av 1980-talet medan oljepriserna skulle vara reallt sett oförändrade. En sådan prisutveckling skulle leda till en ökning av fjärrvärmepriset i alternativ 2 (kolalternativet) med ca 1-1.5 öre/kWh beroende på om priset baseras på den marginella eller genomsnittliga bränsleåtgången.

Som synes ger dessa båda alternativa antaganden mycket liten effekt på kalkylresultatet trots att de skiljer sig avsevärt från huvudkalkylerna.

### 5.5.3 Årsvärmefaktorer och verkningsgrader

Som framhållits i kapitel 2 har de studerade FVP-systemen baserats på relativt gynnsamma men fullt realistiska förutsättningar vad avser årsvärmefaktor. Vid en mer pessimistisk bedömning av årsvärmefaktorn till följd av bl a sämre verkningsgrad för värmepumpen ökar kostnaden något för FVP-systemen.

En förändring av årsvärmefaktorn från 3.2 till 2.6 vid  $\Delta t$  15°C och 2.8 till 2.2 vid  $\Delta t$  25°C leder till en fördyring på ca 1.0-1.5 öre/kWh.

Detta gäller emellertid bara FVP-installationer i redan fjärrvärmeanslutna fastigheter. När man jämför fastigheter som inte har fjärrvärme spelar årsvärmefaktorn mindre roll. Detta beror på att det större systemet ( $\Delta t$  25°C), med sämre årsvärmefaktor vid oförändrade luftmängder, ger större värmeavgivning och minskar därmed behovet av dyr spetslast.

När det gäller antaganden om verkningsgrader i produktions- och distributionsanläggningar för fjärrvärme studeras effekterna vid varierande antaganden för kolfjärrvärmealternativet (alternativ 2):

	<u>låg-hög %</u>
Verkningsgrasintervall för kolpannan	85-92
Distributionsförsluter	5-11

Verkningsgradsintervallet ger kostnadsförändringar på ca  $\pm 0.2$  öre/kWh och  $\pm 0.5$  öre/kWh för distributionsförlusterna, vilket inte påverkar kalkylresultatets generella giltighet.

## 6. FASTIGHETSEKONOMISKA KALKYLER

Syftet med studien är dels att göra en samhälls-ekonomisk jämförelse mellan ett antal fjärrvärme- och FVP-alternativ, dels att studera hur väl en ren fastighetsekonomisk kalkyl för samma alternativ, med beaktande av energiskatter, avgifter och finansiella subventioner, överensstämmer med det samhällsekonomiska resultatet. Den fastighetsekonomiska bedömningen görs bl a för att få en uppfattning om hur mycket de statliga styrmedlen påverkar kalkylerna och om de medverkar till en samhällsekonomisk riktig resursanvändning.

Kalkylerna är uppdelade i två moment. Först görs en uppskattning av fjärrvärmepriser för de olika fjärrvärmealternativen. Sedan upprättas jämförande fastighetsekonomiska kalkyler mellan fjärrvärme och FVP, som baseras på det framräknade fjärrvärmepriset. Precis som i den samhällsekonomiska kalkylen studeras tre jämförelsesituationer:

- Situation 1: "Fjärrvärmeansluten fastighet" (befintlig fjärrvärme)
- Situation 2: a: "Fastighet inom ort som planerar för ny fjärrvärme" (ny fjärrvärme)
- b: "Fastighet som planeras att anslutas till befintligt fjärrvärmesystem"

### 6.1 Fjärrvärmepriser

Som underlag för en uppskattning av fjärrvärmepriser i de olika jämförelsesituationerna utnyttjas de taxepprinciper, som finns uppställda i Svenska Värmeverksföreningens (VVF) rapport "Fjärrvärmemetaxor" (sid 16). Där sägs att följande taxepprinciper bör gälla:

- "ett nystartat verk bör använda en alternativtaxa, representerad av VVFs riktpriiser
- så snart som möjligt bör energiavgiften anpassas till kortsiktig marginalkostnad, medan taxenivån fortfarande bestäms av alternativa kostnaden
- det etablerade verket bör bestämma taxenivån efter långsiktig medelkostnad (självkostnad) om detta ger lägre nivå än alternativkostnaden och energiavgiften efter kortsiktig marginalkostnad".

För att förklara dessa principer bör man först skilja mellan självkostnadsanpassad taxa och alternativtaxa. Den prissättning, som tillämpas av kommunala verk och bolag, ska principiellt vara kostnadsriktig, dvs spegla rörelsens självkostnader.

Denna princip finns inskriven i kommunallagen. Rent praktiskt innebär det att totalnivån på fjärrvärmestaxan bestäms utifrån verksamhetens intäktsbehov under en flerårsperiod.

Samtidigt måste man också ta hänsyn till att abonnenterna inte ska få betala mer för fjärrvärme än för bästa alternativa uppvärmningssätt, vilket innebär att fjärrvärmestaxan vid alla tidpunkter måste vara konkurrenskraftig gentemot andra alternativ under fjärrvärmerörelsens verksamhetsperiod.

Den självkostnadsanpassade taxan klarar normalt inte denna restriktion under ett uppbyggnadsskede med koncentrerade investeringar och små värmeleveranser. Skulle dessa höga initialkostnader belasta nytillkommande abonnenter skulle sannolikt mycket få ansluta sig.

För att klara detta utnyttjar man alternativkostnadsprissättning som taxealternativ. Avgiftsuttaget i en sådan taxa bestäms av kostnaden för konkurrerande alternativ.

Denna taxepincip innebär att fjärrvärmerörelsen normalt inte får täckning för sina kostnader i introduktionsskedet. Avgiftsuttaget enligt alternativtaxan får naturligtvis inte understiga självkostnaden i det färdigutbyggda fjärrvärmesystemet. Då har man valt fel uppvärmningsalternativ, eller feldimensionerat anläggningen.

För att klara investeringarna i uppbyggnadsskedet måste anläggningarna i regel lånefinansieras. För att minska det finansiella underskottet under introduktionsfasen eftersträvar man ett så högt avgiftsuttag som möjligt - men med bibehållen konkurrenskraft gentemot andra alternativ. Av den anledningen har VVF rekommenderat vissa riktpriiser som ska spegla den högsta avgift som konsumenterna kan acceptera. Hyresmarknadens organisationer har accepterat dessa riktpriiser som en övre gräns för vad fjärrvärmens får kosta. Idag bestäms riktpriiserna utifrån kostnaderna för oljeuppvärmning.

Efterhand som flera abonnenter tillkommer sjunker kostnaden per abonnent. Därmed kan man successivt gå över till den självkostnadsanpassade taxan vars totalnivå fastställs utifrån den långsiktiga medelkostnaden (intäktsbehovet under en flerårsperiod). Taxan kan generellt sett uppdelas i tre delar:

Energiavgift. Taxans energiavgift bestäms utifrån den kortsiktiga marginalkostnaden för värmeproduktion. Den baseras på marginell bränsleåtgång,

pannverkningsgrader, nätförluster och övriga marginella driftskostnader.

Fast avgift och effektavgift. Den fasta avgiften i taxan utgörs av årliga avgifter som är oberoende av energi- och effektbehov. Effektavgiften baseras på den abonnerade effekten. Vanligtvis varierar effektavgiften med abonnentens relativa effektstorlek. Ju större effektbehov desto lägre specifik effektkostnad. Det totala intäcksbehovet från dessa avgifter ska enligt VVFs modell baseras på skillnaden mellan den totala taxenivån och de intäkter som erhålls via energiavgiften, dvs som en restpost.

Anslutningsavgift. Den uttas som ett engångsbelopp när abonnenten ansluts till fjärrvärmenätet och den är avsedd att bidra till fjärrvärmens finansiering. Idag står anslutningsavgiften för ca 20% av fjärrvärmens finanseringsbehov.

Motivet för denna taxekonstruktion är att abonnenterna ska få information om fjärrvärmens kostnadsstruktur så att en korrekt samhällsekonomisk avvägning kan ske mellan energihushållningsåtgärder i fastigheten och fjärrvärmens tillförselkostnader. En prissättning enligt denna metod ger i ett flerbränslesystem säsongsdifferentierade energitaxor.

Utifrån dessa grundläggande taxepprinciper ska relevanta fjärrvärmepriser uppskattas för de olika jämförelsesituationerna.

#### 6.1.1 Befintlig fjärrvärme (jämförelsesituation 1)

När det gäller fastigheter, som redan är anslutna till fjärrvärme, ska man vid beräkning av fjärr-



värmekostnader utgå ifrån den del av taxan som kan påverkas vid en FVP-installation. Energiavgiften minskar naturligtvis direkt till följd av den reducerade energiförbrukningen, likaså borde effektagiften minskas proportionellt under förutsättning att den av VVF rekommenderade kategoritalsmetoden används. Den innebär att effektagiften baseras på den faktiska energiförbrukningen dividerat med utnyttjningstiden, vilket medför att den blir direkt proportionell mot energikonsumtionen om inte utnyttjningstiden (kategoritalet) ändras.

Visserligen medför FVP-installationen en avsevärd reduktion av fastighetens värmebehov men effektbehovet minskar inte i motsvarande mån. Mellan 65-80% av fastighetens tidigare effektbehov kvarstår även efter installationen. Dessutom krävs full effektreserv för FVP vid driftavbrott. Detta indikerar att man från värmeverkens sida kommer att inta en restriktiv hållning vad avser effektagiftsreduktioner (se kapitel 7). I studien har därför antagits att effektagiften inte reduceras vid installation av FVP. Om däremot värmeverken går med på att sänka effektagiften proportionellt mot minskningen av effektbehovet ökar FVP-systemens konkurrenskraft. Hänsyn till detta har inte tagits i beräkningarna.

Värmekostnadsminskningen för fastighetsägare vid installation av FVP-system blir då större ju större del av taxan som utgörs av effektagift. I nya fastbränslebaserade verk med höga kapitalkostnader (höga effektagifter) blir kostnadsminskningen proportionellt sett större än i etablerade verk med låga kapitalkostnader. Därför kan man inte generellt beräkna vad en sänkning av effektagiften får för resultat för den totala uppvärmningskostnaden för fastigheten.



Vid bestämning av energiavgiften enligt kortsiktig marginalkostnad ska under perioder, då flera bränslen används samtidigt, avgiftens storlek baseras på det dyraste bränslet.

De studerade fjärrvärmelalternativen (enligt kapitel 3) baseras alla, utom det rena oljealternativet, på två eller flera bränslen. Det innebär att energiavgiften för oljealternativet baseras på oljekostnaden under hela året medan man för de övriga alternativen måste tillgripa en differentierad taxa. Det beror på de stora kostnadsskillnaderna mellan de marginellt utnyttjade bränslena i ett flerbränslesystem.

I praktiken är det emellertid svårt att konstruera en taxa som exakt speglar den kortsiktiga variationen för den marginella bränsleanvändningen. I fjärrvärmealternativ 2, med kol som baslast och olja som spetslast, klarar sannolikt kolpannan effektbehovet under sommarhalvåret och under stora delar av vintern. Oljepannan utnyttjas endast under perioder med kallare väderlek.

VVFs rekommendationer går ut på att man bör konstruera en lättbegriplig taxa, vilket innebär att taxan inte kan tillåtas variera dag från dag utan istället baseras på två prisnivåer för sommar- och vinterperioden. En sådan taxa konstrueras genom att fastställa den kortsiktiga marginalkostnaden för en längre tidsperiod genom att uppskatta de procentuella andelar de olika bränslena används på marginalen. Därefter beräknas ett medelpris för de utnyttjade spetslastbränslena under sommar- och vinterperioden. Dessa perioder är normalt olika långa.

För att förenkla beräkningen i denna utredning grundas den differentierade energiavgiften på

drifftiden för respektive bränsle i de olika fjärrvärmealternativen. Spillvärmealternativet redovisas inte beroende på svårigheter att uppskatta ett pris på värmeleveransen.

En FVP-installation i en fjärrvärmeansluten fastighet kan betraktas som en hushållningsåtgärd, som reducerar behovet av fjärrvärme. Värmeavgivningen från FVP varierar under året till följd av att systemen dimensionerats för att leverera värme till radiatorkretsen under eldningssäsongen. Värmebesparingen blir då totalt sett större på vintern än på sommaren. Värmekostnadsbesparingen påverkas således både av den säsongsdifferentierade energiavgiften och den över året varierande värmebesparingen.

Värmepumpar som är dimensionerade för en frånluftsavkyllning på  $25^{\circ}\text{C}$  levererar mer värme till fastigheten under vintertid än dagens system  $15^{\circ}\text{C}$ . Detta innebär att den proportionellt sett reducerar fjärrvärmeleveranserna mer under dyr taxetid än de mindre värmepumparna, därav kostnadsdifferensen i nedanstående tabell.

Som också framgår av nedanstående tabell utgör differentierade energiavgifter, baserade på kortsiktig marginalkostnad, en avsevärd fördel för FVP i förhållande till genomsnittlig prisättning på fjärrvärmen.

I Figur 18 (sid 95) redovisas de årliga utgifterna för fjärrvärmealternativen jämförda med dagens FVP-system  $\Delta t 15^{\circ}\text{C}$ .

Tabell 17

Maginellt fjärrvärmepris för den av FVP inbesparade fjärrvärmens. Energiavgift baserad på kortsiktig marginalkostnad (öre/kWh).

Fjärrvärmealternativ	1 "olja"	2 "kol"	4 "bioenergi-värmepump"
Bränsle	olja	olja	kol
Drifttid	8 760	2 500	6 260
Taxeperiod	hela året	vinter	sommar
Öre/kWh	22.9	22.9	11.4
			olja
			bioenergi
			värmepump
			2 500
			4 260
			2 000
			vinter
			vår-höst
			sommar
			13.5
			9.7

#### FVP - $\Delta t$ 15°C

Total värmebesparing FVP (kWh)	7 888	3 127	4 214	3 127	4 241	520
Relativ värmebesparing (%)	100	40	60	40	53	7
Specifik fjärrvärme-kostnad baserad på differentierad energiavgift (öre/kWh)	22.9	16.0			17.0	

#### FVP - $\Delta t$ 25°C

Total värmebesparing (kWh)	12 246	5 571	6 675	5 571	6 155	520
Relativ värmebesparing (%)	100	45	55	45	50	5
Specifik fjärrvärme-kostnad baserad på differentierad energiavgift (öre/kWh)	22.9	16.6			17.6	

Genomsnittlig rörlig fjärrvärmekostnad baserad på de totala energileveranserna	22.9	13.2			13.6	
--	------	------	--	--	------	--

#### 6.1.2 Ny fjärrvärme (jämförelsesituation 2a)

Under utbyggnadstiden för nya fjärrvärmesystem utnyttjas normalt alternativkostnadsprissättning enligt VVFs riktpriiser. Bestämmande för dessa priser är som tidigare sagts oljeeldning i pannor av olika storlek. För mindre fastigheter

utgör EO1 referensbränsle och för större värme-  
centraler EO3-4. Dessa riktpriiser utgör den  
högsta kostnad för fjärrvärmens som konsumenterna  
kan acceptera.

Exempel på VVFs riktpriiser (stockholmsregionen  
maj 1983):

Abonmentstorlek kW	Värmepris öre/kWh
100	37.3
200	34.6
400	32.2
3 600	27.6

Detta är ett bruttopris, dvs inkluderar anslut-  
ningsavgift.

När värmeleveranserna ökat till följd av att  
flera abonnenter tillkommit kan en successiv  
övergång till en självkostndsanpassad taxa  
inledas. Ofta utnyttjas alternativtaxekonstruk-  
tionen under en längre period men med successivt  
lägre referenspriser på olja. Hur fort man går  
över till den självkostnadsanpassade taxan  
varierar mellan olika värmeverk.

Självkostnad är långt ifrån ett entydigt begrepp.  
Det beror bl a på att kapitalkostnaderna kan  
beräknas på flera olika sätt.

Den årliga kapitalkostnaden för en viss anlägg-  
ning består av två delar: avskrivningar och  
ränta.

Vid beräkning av avskrivningar fanns tidigare två huvudprinciper med ett flertal mellanformer. Den ena är en nominell metod med linjär avskrivning på ursprunglig investeringskostnad. Avskrivningen påverkas inte av inflationen och kan liknas vid amortering på ett vanligt banklån.

Med den andra principen grundas avskrivningen på återanskaffningsvärdet (nuvärdet), dvs vad det kostar att bygga en ny anläggning vid avskrivningstillfället. Detta värde stiger i takt med inflationen och vanligtvis används konsumentprisindex som ett hjälpmedel vid beräkningen.

Räntekostnadens storlek beror dels på valet av räntesats, dels vilket belopp räntan räknas på, det s k värdeunderlaget. Även värdeunderlaget har beräknats enligt flera principer, antingen bokföringsvärdet eller bruksvärdet. Bokföringsvärdet är lika med den ursprungliga investeringskostnaden minus tidigare gjorda avskrivningar. Bruksvärdet definieras som återanskaffningsvärdet minus värdeminskningen på grund av anläggningens ålder. Enligt den nominella metoden baseras normalt räntan på bokföringsvärdet och för nuvärdemetoden bruksvärdet.

Kommunförbundet rekommenderade tidigare avskrivning enligt nuvärdemetoden men har nyligen förordat en real annuitetsmetod. De årliga annuiteterna beräknas utifrån en real ränta på 4% och på anläggningens ekonomiska livslängd. Annuiteterna justeras årligen upp med konsumentprisindex.

Motivet för en real annuitetsmetod är att kapitalkostnaderna på detta sätt kan fördelas i fast penningvärde under anläggningens livslängd. Investeringskostnaden fördelas på detta sätt

bättre än tidigare efter anläggningens kapacitetsutnyttjande och den rådande prisutvecklingen.

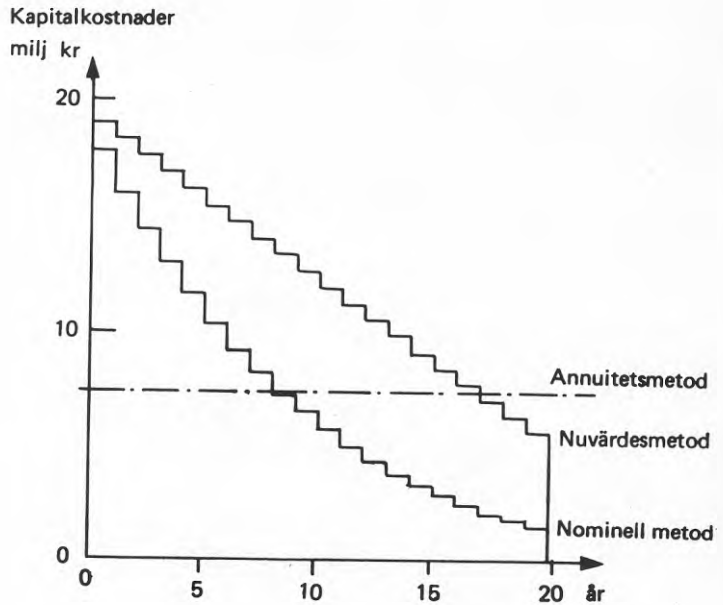
Kapitalkostnaderna speglar en årlig finansiell ersättning mellan kommunens finansförvaltning och värmeverket. Kostnaden är en återbetalning av de resurser finansavdelningen ställer upp med till värmeverkets investeringar. Kapitalkostnaden kan därför ses som en amortering och ränta på ett lån. Detta lån kan både ges internt och externt. Det innebär i princip att även energibolag, som drivs i aktiebolagsform, kan komma i åtnjutande av lån med ovanstående villkor.

Den här metoden innebär i princip att kommunen ställer sina finansiella resurser till förfogande för affärsverken. Annuiteten, som bygger på 4% real ränta, anses motsvara skattebetalarnas avkastningskrav och den ska i princip avspegla den samhällsekonomiska kalkylräntan.

För att illustrera effekterna av denna nya avskrivningsmetod i förhållande till tidigare metoder genomförs ett räkneexempel för en investering i ett fjärrvärmesystem på 100 milj kr. Anläggningen skrivs av på 20 år och räntesatsen sätts till 14%, som motsvarar tidigare rekommendationer från kommunförbundet. Inflationen antas bli 7% per år.

Som framgår av figuren blir kapitalkostnaden mycket olika i de tre metoderna. Nuvärdesmetoden ger mycket höga kostnader eftersom räntekostnaden beräknas på bruksvärdet, som är reellt oförändrat över tiden. Det innebär i praktiken att man får en real ränta. Den nominella metoden ger höga kostnader i början av perioden men å andra sidan snabbt avtagande.





Figur 16

Reala kapitalkostnader enligt olika avskrivningsmetoder.

Genom att gå över till annuitetsmetoden fördelas kostnadsbördan lika över tiden. Metoden innebär att konsumenterna belastas med en lika årskostnad i reallt penningvärde under hela anläggningens livslängd. Tidigare har det varit så att de först anslutna abonnenterna i stor utsträckning betalt kapitalkostnaderna för dem som anslutits senare.

Eftersom den här metoden leder till minskade kostnader de första åren minskar också intäktssbehovet i motsvarande mån, detta skulle i sin tur kunna leda till en lägre utgångsnivå för alternativtaxan och en snabbare övergång till självkostnadsanpassad taxa.



För att få en uppfattning om prisnivån för den självkostnadsanpassade taxan för olika nya fjärrvärmesystem har kalkyler upprättats för ett kommunalt värmeverk baserade på annuitetsmetoden. Kalkylräntan sätts till 4% i överensstämmelse med kommunförbundets rekommendationer.

Det framräknade fjärrvärmepriset i dessa kalkyler ger en genomsnittlig taxenivå i fast penningvärde, som kan uppnås på sikt när systemet är färdigutbyggt. Taxenivån representerar fjärrvärmerörelsens nödvändiga intäktsbehov under anläggningens livslängd.

Dessutom redovisas i Figur 17 de årliga utgifterna för "kolalternativet" vid finansiering med fjärrvärmelån (20-årigt annuitetslån till 13% ränta). Inflationen sätts till 9% och de årliga utgifterna är inflationskorrigerade.

Investeringar som vilar på fastighetsägaren (anslutningsavgift, abonnentanläggningar) exkluderas i kalkylerna. Dessa kostnader inkluderas istället i de jämförande fastighetsekonomiska kalkylerna. Kostnaden för anslutningsavgift och abonnentanläggning baseras på storleken av det låneunderlag (100 kr/BRA (primär bruttoarea)) till vilket subventionerad ränta kan erhållas (idag enligt förordningen om räntestöd 1983:974, tidigare energilåneförordningen). Beräkningarna har utgått från en genomsnittslägenhet från perioden 1951-74 (68.3 m<sup>2</sup>).

Spillvärmealternativet redovisas inte beroende på svårigheter att uppskatta priset på spillvärme.

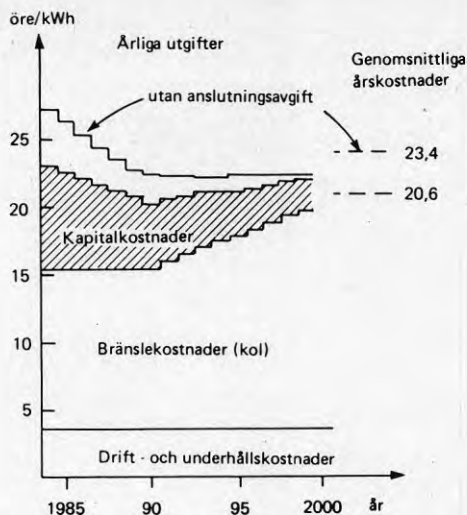
Tabell 18

Fjärrvärmepris enligt självkostnadsanpassad taxa (ny fjärrvärme).

	1 "olja" års- kostnader kr/kW öre/kWh		2 "kol" års- kostnader kr/kW öre/kWh		4 "bio- värmepump" årskostnader kr/kW öre/kWh	
Total invest <sup>1)</sup>	1 773		2 270		2 247	
Abonmentinvest <sup>2)</sup>	-1 093		-1 093		-1 093	
Resterande invest	680		1 177		1 154	
<u>Kapitalkostnad</u>	46.9	2.1	86.6	3.9	85.0	3.9
<u>Drift- och under- hållskostnad</u>						
Produktionsanläggning	32.8		56.6		55.0	
Distributionsanl	12.0		12.0		12.0	
Ökade drifts- och anläggning kostn till följd av nätförluster	<u>3.6</u>		<u>5.5</u>		<u>5.4</u>	
	48.4	2.2	74.1	3.4	72	3.3
<u>Bränslekostnader</u> (inkl verkningsgrad och nätförluster)		22.9		13.3		13.6
Fjärrvärmepris (inkl anslutn avgift)		27.2		20.6		20.8
(exkl anslutn avgift)		29.5		22.9		23.1

1) Total investering (kr/kW, abonnentnivå, sammanlagringsfaktor 0.72) i hela fjärrvärmesystemet från produktionsanläggning till abonnentcentral, 2 200 timmar utnyttjningstid.

2) Abonnentanläggning 400 kr/kW, anslutningsavgift 693 kr/kW.



Figur 17

Årliga utgifter för ny kolbaserad fjärrvärme vid finansiering med fjärrvärmelån. Den övre kurvan motsvarar utgifter om anslutningsavgift inte tas ut. Streckad linje motsvarar årskostnader vid avskrivning enligt annuitetsmetoden (4% realränta, 20 år).

### 6.1.3 Fastighet som planeras att anslutas till ett befintligt fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2b)

För orter med etablerad fjärrvärmerörelse bör taxorna i dessa system överensstämma med priserna i Tabell 18 i föregående avsnitt. Till följd av nyinvesteringar i fastbränslepannor, olika avskrivningsmetoder och andra varierande förutsättningar ligger taxenivån i de etablerade fjärrvärmesystemen generellt sett högre än dessa nivåer. För fastigheter som planeras att anslutas till ett befintligt fjärrvärmesystem kommer således taxenivån att i likhet med det nya systemet ligga mellan VVFs riktlinjer och självkostnadstaxan.

För att få en uppfattning om vilka fjärrvärmetaxor som erbjuds idag har energikostnader för en normalstor flerbostadsfastighet från perioden 1951-74 (300 kW, 660 MWh) beräknats på basis av fjärrvärmetaxor från åtta mellansvenska värmeverk. Dessa priser inkluderar i förekommande fall anslutningsavgifter. Taxorna gäller från 1984-01-01.

Tabell 19

Fjärrvärmetaxor för flerbostadsfastighet (300 kW, 660 MWh/år) för åtta mellansvenska värmeverk.

Värmeverk	Produktionsmix (prod energi %)	Fjärrvärmepris öre/kWh
Sala	65 kol 25 värmepump 5 el 5 olja	22.7
Södertälje	90 kol 10 olja	28.6
Uppsala		25.7
Enköping	50 olja 30 kol 20 bioenergi	31.2
Västerås	90 kol 10 olja	19.3
Växjö	60 flis 40 olja	29.2
Eskilstuna		27.0
Stockholm	50 olja 23 el 12 kol 7 sopor	28.6

## 6.2 Jämförande fastighetsekonomiska kalkyler

I den fastighetsekonomiska kalkylen visas vilket alternativ som ger de lägsta kostnaderna för fastighetsägaren. De tre fjärrvärmealternativen kommer att ställas mot de båda FVP-tillämpningar-

na ( $\Delta t$  15°C,  $\Delta t$  25°C) i de tre jämförelsesituationerna.

Kalkylperioden är 15 år och kalkylräntan sätts till 4%. Räntenivån är låg med tanke på att den samhällsekonomiska kalkylräntan sattes till 6%. Men även här har kommunförbundets rekommendation till kommunerna tillämpats. Eftersom majoriteten av bostadsbeståndet med fläktstyrd ventilation ägs av kommunala stiftelser/bolag eller bostadsrättsföreningar är det rimligt att sätta samma kalkylränta här som för övriga kommunala förvaltningar.

Den ekonomiska livslängden för abonnentanläggningarna och FVP-systemen sätts till 15 år.

För att analysera vilken effekt de statliga räntebidragen har på kalkylerna har årliga utgifter beräknats enligt tidigare gällande energilån, de nya räntebidragen för ombyggnad av bostadshus samt för vanliga banklån. Inflationen sätts till 9%.

Villkor för de tre finansieringsformerna är:

Energilån. Bottenlån 70% av lånebeloppet (12.2% ränta, 15 år rak amortering). Statslån 30% av lånebeloppet (13% ränta, 15 årigt annuitetslån, 3% garanterad ränta första året, därefter +0.25%/-år).

Räntestöd. Lån med rak amontering (15 år) med 13% ränta (räntebidrag 6.5% i 10 år).

Banklån. Lån med rak amortering (15 år) med 13% ränta.

På det sättet kan man se hur de årliga utgifterna påverkas av de gamla energilånen och de nya räntebidragen samt om räntebidragen helt uteblir.

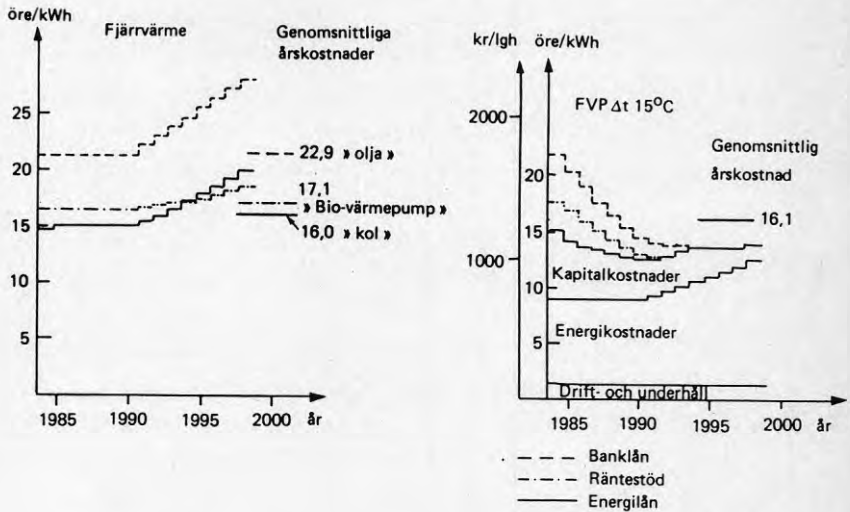
### 6.2.1 Fjärrvärmeanslutna fastigheter (jämför- ----- elsesituation 1)

Nedanstående tabell redovisar årskostnader för FVP- och fjärrvärmealternativ för fjärrvärmeanslutna fastigheter. Beräkning av fjärrvärmekostnaden framgår av avsnitt 6.1.1.

Tabell 20

Fastighetsekonomiska årskostnadskalkyler för FVP och fjärrvärmealternativen.

FVP-kostnader	Alternativ $\Delta t$ 15°C			Alternativ $\Delta t$ 25°C		
	Invest kr/lgh	Årskostn kr/lgh	Specifik årskostn öre/kWh	Invest kr/lgh	Årskostn kr/lgh	Specifik årskostn öre/kWh
Kapitalkostnader	5 500	495	6.3	6 500	585	5.1
Drift- och underhålls- kostnader		110	1.4		130	1.1
Drivenergikostnader (el)		665	8.4		1 200	10.5
Summa		1 270	16.1		1 923	16.7
<u>Fjärrvärmekostnader</u> (se Tabell 16)						
Alternativ 1 "olja"			22.9			22.9
Alternativ 2 "kol"			16.0			16.6
Alternativ 4 "bio-värmepump"			17.0			17.6



Figur 18

Årskostnader för fjärrvärmealternativen (1, 2 och 4) och för FVP-alternativet  $\Delta t$  15°C samt årliga utgifter för FVP-alternativet enligt olika finansieringsvillkor.

Som framgår av Figur 18 speglar den marginella värmeproduktionskostnaden för befintliga fjärrvärmesystem den antagna bränsleprisutvecklingen. Olje- och kolpriset stiger med 3,5% per år efter 1990, vilket återspeglas i olje- och kolalternativen medan årskostnaderna för "bio-värmepump"-alternativet endast ökar i långsam takt p g a reall oförändrade priser på biobränsle under hela perioden.

FVP-systemen visar i princip motsatt utveckling av årskostnaderna beroende på höga kapitalkostnader i början av perioden. Av Figur 18 framgår subventioneringseffekten för de tidigare gällande energilånen och det nuvarande räntestödet jämfört med vanligt banklån.



Om man jämför den genomsnittliga årskostnaden för de konkurrerande alternativen ger den fastighetsekonomiska kalkylen delvis ett motsatt resultat gentemot den samhällsekonomiska bedömningen. Här ligger kostnaden för kolbaserad fjärrvärme i nivå med årskostnaden för FVP-systemen vid avskrivning enligt annuitetsmetoden (4% ränta).

Eftersom fastighetsägare normalt riktar störst intresse mot investeringens effekter de första åren har det statliga räntestödet stor betydelse för FVP-systemens konkurrenskraft. Räntebidraget första året motsvarar 6.5 respektive 4.0 öre/kWh för energilån respektive för det nya räntestödet i förhållande till ett vanligt banklån. Utan räntebidragen enligt de tidigare gällande energilånen skulle sannolikt inte FVP-systemen ha kunnat konkurrera med befintliga fjärrvärmesystem, inte ens de som baseras på olja.

Eftersom energilånen tagits bort och ersatts med ett mindre förmånligt räntestöd har FVP-systemen förlorat i konkurrenskraft. FVP-finansiering med det nya räntestödet ger visserligen lägre utgifter de första åren än för oljebaserad fjärrvärme, men förstaårsutgifterna ligger högre än för kol- och biobränsleeldad fjärrvärme.

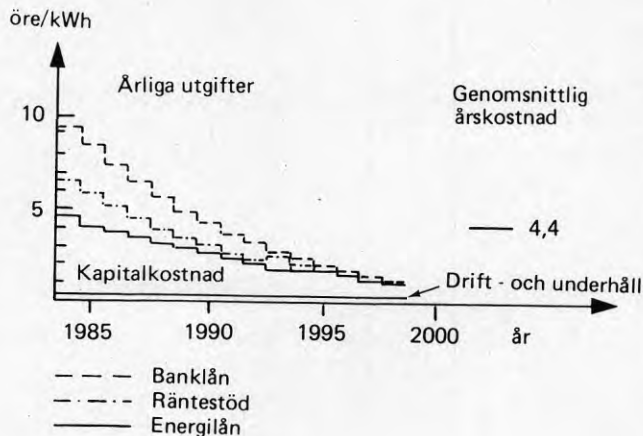
#### 6.2.2 Fastighet inom potentiella fjärrvärme- -----områden (jämförelsesituation 2a och 2b)

Vid dessa jämförelsesituationer försörjs fastigheten antingen med fjärrvärme eller med värme från FVP (inkl oljespets). En fastighetsägare som överväger att ansluta sig till fjärrvärme har dels att ta hänsyn till kostnaden för den köpta värmeenergin (enligt fjärrvärmesystemtaxan), dels egna kostnader för abonnentanläggningar samt eventuell anslutningsavgift. För de sistnämnda investering-

garna kan man erhålla samma statliga räntebidrag som till FVP-installationer.

För helt nya fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2a) utnyttjas ofta VVFs riktpriiser (alternativtaxa) som en övergångstaxa under ett uppbyggnadsskede innan man kan skifta till en mer självkostnadsanpassad taxa. VVFs riktpriiser utgör en bruttotaxa, dvs en taxa som förutsätter att anslutningsavgift inte uttas. För etablerade fjärrvärmeöverlåtelser bör fjärrvärmepriset i princip överensstämma med den självkostnadsanpassade taxan. En undersökning av 8 mellansvenska värmeverk visar dock en mycket splittrad taxebild till följd av olika lokala förutsättningar.

VVFs riktpriiser och uppskattade självkostnadsanpassade taxor för de studerade fjärrvärmealternativen framgår av avsnitt 6.1.2.



Figur 19

Specifika årliga utgifter (öre/kWh) för investeringar som vilar på fjärrvärmeabonnenten (olika finansieringsformer, se sid 93).

Tabell 21

Fastighetsekonomiska kalkyler, fjärrvärmekostnader (jämförelsesituation 2a och 2b).

Abonentkostnader	Investering kr/kW	Årskostnader kr/kW	Specifika värmekostnader öre/kWh
Abonentcentral (300 kW)	400	35.0	1.7
Anslutningsavgift	693	59.9	2.7
<u>Kapitalkostnader</u>	1 093	94.9	4.4
<u>Drifts- och underhålls-</u> <u>kostnader för abonent-</u> <u>central</u>		4.0	0.2
		98.9	4.6

Till denna kostnad kommer kostnad för köpt fjärrvärme enligt nedanstående fjärrvärmetakor. För ny fjärrvärme utnyttjas alternativtaxa, för etablerade verk självkostnadsanpassad taxa (se Tabell 18).

Fjärrvärme- taxa öre/kWh	Alternativ- taxa VVS rikt- priser	Självkostnadsanpassad taxa "olja" "kol" "bio-värme- pump"
Inkl anslut- ningsavgift		27.2 20.6 20.8
Exkl anslut- ningsavgift	32-35	29.5 22.9 23.1

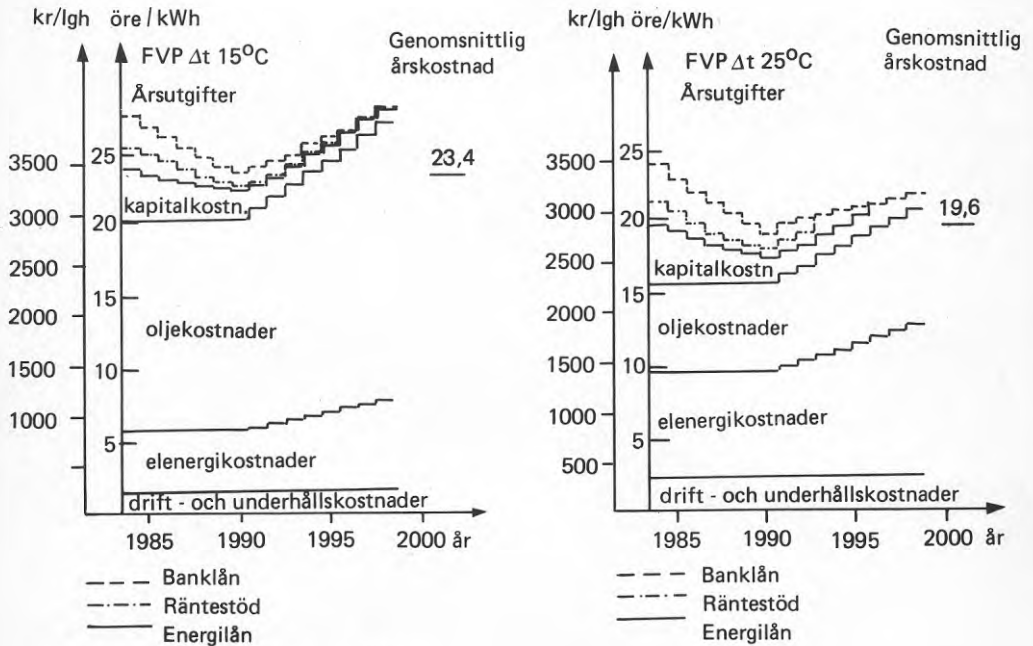
Tabell 22

Fastighetsekonomiska kalkyler, värmekostnader från kompletta FVP-system (jämförelsesituation 2a och 2b).

	$\Delta t$ 15°C		$\Delta t$ 25°C	
	Årskostn kr/lgh	Spec årskostn öre/kWh	Årskostn kr/lgh	Spec årskostn öre/kWh
Investering	5 500		6 500	
<u>Kapitalkostnader</u>	495	3.5	585	4.1
<u>Drift- och underhållskostnader</u>				
FVP	110	0.8	130	1.4
Olja	100	0.7	100	0.7
<u>Bränsle- och drivenergikostnader</u>				
Olja	2 104	14.9	863	6.2
Elenergi	665	4.7	1 203	8.6
	3 474	23.4	2 886	19.6

Som framgår av Figur 19 och 20 är räntesubventionen till fastighetsägaren ungefär lika stor vid anslutning till fjärrvärme som vid installation av FVP. Räntebidragsunderlaget för fjärrvärmeanslutning av befintliga bostadsfastigheter är 100 kr/m BRA, vilket motsvarar ca 6 800 kr/lgh för en genomsnittslägenhet från perioden 1951-74. Motsvarande bidragsunderlag för räntestöd till FVP-installationer uppgår maximalt till 6 000 kr/lgh (BOFS 1983:74, sid 28). Vid en valsituation - anslutning till fjärrvärme eller FVP-installation - favoriserar således inte räntestödet något alternativ. Skillnaden är att fjärrvärmesystemen kräver större investeringar i förhållande till FVP-anläggningarna. Dessa investeringar måste normalt finansieras till marknadsmässig ränta. Under 1984 ges emellertid 25 procentiga bidrag till produktionsanläggningar för fjärrvärme (biobränsle och värmepumpar) samt ett

generellt bidrag till huvudmannen för fjärrvärme-anläggningen på 135 kr/kW, så merinvesteringen behöver således inte fullt ut lånefinansieras. Motsvarande fördelar ges inte till FVP-system.



Figur 20

Årliga utgifter för FVP-alternativen  $\Delta t 15^{\circ}\text{C}$  och  $\Delta t 25^{\circ}\text{C}$  (inkl oljespets) vid olika finansieringsvillkor samt genomsnittliga årskostnader för samma alternativ.

Kalkylresultatet visar att för fastigheter som planeras att anslutas till ny fjärrvärme (jämförelsesituation 2a) måste fjärrvärmens från första året (se Figur 20) konkurrera med följande FVP-kostnader (öre/kWh):

Alternativ		
$\Delta t$ 15°C	$\Delta t$ 25°C	Finansieringsform
27.7	24.2	Banklån
25.3	21.5	Räntestöd
24.0	20.0	Energilån

Den genomsnittliga årskostnaden baserad på avskrivning enligt annuitetsmetoden (4%, 15 år) ger följande resultat: 23.4 öre/kWh ( $\Delta t$  15°C) och 19.6 öre/kWh ( $\Delta t$  25°C).

För nya fjärrvärmesystem tillämpas ofta i ett inledningsskede VVFs riktpriiser. Som framgår av Figur 20 ligger dessa högre än FVP-kostnaderna. Fortsätter man att tillämpa dessa riktpriiser finns ingen konkurrenskraft mot FVP-systemen. Detta gäller även om bidrag inte lämnas till FVP-anläggningarna.

Den självkostnadsanpassade taxan enligt Tabell 18 ger ungefär likartade totalkostnader under kalkylperioden som FVP-systemen men eftersom det ofta dröjer en lång period innan denna taxa kan börja tillämpas blir FVP-alternativen avsevärt attraktivare än anslutning till ny fjärrvärme beroende på kostnadsskillnader de första åren. Om inte initialkostnaderna för fjärrvärme reduceras kan stora problem uppkomma för den framtida utbyggnaden av ny fjärrvärme.

För fastigheter som planeras att anslutas till etablerade fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2b) är kostnadsvariationerna för fjärrvärmeleveranserna stora beroende på olika taxepprinciper och bränsleanvändning.

Av Tabell 19 framgår vilka fjärrvärmepriser som erbjuds till en normalstor fastighet från perioden 1951-74 (300 kW, 660 MWh) vid åtta mellan-svenska värmeverk.

Detta är bruttotaxor, dvs anslutningsavgiften är inräknad i kostnaden. Vissa fjärrvärmeörelser uppvisar konkurrenskraft gentemot FVP-kostnaderna men normalt sett ligger de något över värmeproduktionskostnaden för FVP.



## 7. KONSEKVENSER FÖR KOMMUNALA VÄRMEVERK/ ENERGIBOLAG

Det avgörande problemet för fjärrvärmeleverantörer som kan uppkomma vid introduktion av FVP i fjärrvärmeområden, är att gjorda investeringar inte kan utnyttjas i samma utsträckning som förut.

Det gäller dels omfattande FVP-installationer i befintliga fjärrvärmesystem, dels installationer i planerade fjärrvärmeområden där förberedande investeringar i produktionsanläggningar och framdragning av fjärrvärmekulvert skett.

För att få rätt perspektiv på problemets omfattning är det viktigt att påpeka att förutsättningen för en storskalig FVP-introduktion i befintliga fjärrvärmesystem enligt kapitel 6 är begränsad. Vid kostnadsriktig taxesättning finns inga ekonomiska incitament att installera FVP i fastighet ansluten till fastbränslebaserade fjärrvärmesystem. Däremot kommer sannolikt en del FVP-anläggningar att installeras i fjärrvärmesystem som helt baserar sin värmeproduktion på olja.

Den grundläggande frågan är: hur påverkas fjärrvärmeleverantörens kostnader och intäkter vid introduktion av FVP-system i befintliga fjärrvärmesystem. Eftersom åtgärden minskar behovet av köpt fjärrvärme kommer intäkterna från energileveranserna att minska. Frågan är hur kostnaderna påverkas.

Om fjärrvärmeleverantören förutsätts tillämpa kortsiktig marginalkostnadsprissättning för bestämning av energiavgiften ska den marginella kostnadsminskningen i princip motsvara det marginella intäktbortfallet. Om man däremot

tillämpar någon form av genomsnittsprissättning blir kostnadsbortfallet större än intäktsbortfallet.

Den avgörande frågan är således inte energileveransernas intäkter och kostnader utan hur man ska hantera effektavgiften.

VVF rekommenderar kategoritalsmetoden för beräkning av effektavgiften. Det innebär att fastighetens faktiska energiförbrukning ska ligga till grund för beräkning av avgiften. Rent matematiskt divideras förbrukningen med utnyttjningstiden (kategoritalet) för erhållande av abonnemangseffekt, dvs effektavgiften blir direkt proportionell mot energiförbrukningen.

Problemet med FVP är att åtgärden endast i begränsad omfattning minskar det tidigare effektbehovet (20-35%) medan energibehovet kan reduceras med 55-80%. Kategoritalsmetoden leder i detta fall till en för låg abonnemangsavgift i förhållande till effektbehovet. Från fjärrvärmeleverantörens sida är det alltså inte motiverat att minska effektavgiften mer än den relativa sänkningen av effektbehovet. VVF har i sin rapport "Fjärrvärmesaxor" uttryckt sig så här: "I de fall de energisparande åtgärderna består av installation av värmepump, solfångare eller annan åtgärd som inte reducerar det ursprungliga effektbehovet, måste kategoritalet ändras." Det innebär att kategoritalet höjs, vilket leder till fast avgift.

För att fjärrvärmeleverantören/resterande abonnentkollektiv inte ska få vidkännas något intäktsbortfall/avgiftshöjningar måste nya abonnenter anslutas till en effekt som motsvaras av den minskade fasta avgiften (20-35%). För att fjärr-

värmeleverantören/abbonenterna ska hållas skadeslösa kan man tänka sig en tidsfördröjning för avgiftssänkningen för att nya abonnenter ska hinna anslutas.

I de fall då fjärrvärmeleverantören förberett anslutning av nya områden genom investeringar i överstora produktionsanläggningar, alternativt framdragning av fjärrvärmekulvert och anslutning inte blir av p g a FVP-installationer i områdena, kan intäktsbortfallet medföra höjning av taxenivån för det resterande abonnentkollektivet.

För fjärrvärmesystem med höga taxenivåer kan detta bli ett problem. Fjärrvärmepriset måste vara konkurrenskraftigt med FVP-alternativen för att fastighetsägaren ska ansluta sig.

## 8. EFFEKTER PÅ KRAFTVÄRMEPOTENTIALEN

I kraftvärmeverk produceras el och värme samtidigt. Statsmakterna har bedömt att elproduktion i kraftvärmeverk kommer att spela en väsentlig roll vid kärnkraftsavvecklingen. Fjärrvärmesystemen kommer då i stor utsträckning att tjänstgöra som mottrycksunderlag för elproduktion.

Debatten om frånluftsvärmepumpar har till viss del handlat om i vad mån de kan komma att konkurrera med kraftvärme och på det sättet reducera elproduktionen i framtiden.

Den nuvarande produktionskapaciteten i kraftvärmeverk uppgår till 6-7 TWh el. Beroende på dagens överkapacitet i elproduktionssystemet utnyttjas endast en begränsad del av denna kapacitet (2 TWh 1982). När de två sista kärnkraftreaktorerna tas i drift i mitten på 80-talet kommer behovet av elproduktion i kraftvärmeverk att reduceras ytterligare.

Elmarknaden under 80-talet kommer således att präglas av ett överutbud med låga elpriser som följd. Det är således elefterfrågeutvecklingen på 90-talet som avgör när det återigen kan bli lönsamt att producera kraftvärme i stor skala.

Mycket tyder på att detta inte kommer att inträffa förrän i slutet av decenniet när kärnkraften ska börja avvecklas. Det innebär att den egentliga konkurrenssituationen mellan FVP och kraftvärme ligger ca 15 år framåt i tiden. Konkurrensförhållandena vid den tidpunkten får avgöra om det är lämpligt att fortsätta med FVP eller om man ska bygga ut kraftvärmeproduktionen.

Det kan trots detta vara intressant att se hur stor del av kraftvärmepotentialen som FVP maximalt kan tränga undan och hur konkurrenssituationen ser ut under perioden fram tills dess kraftvärmeproduktion blir ekonomiskt intressant. Det bestämmer installationsvolymen i slutet på 80-talet och i början på 90-talet och påverkar därmed konkurrensförhållandena mellan FVP och kraftvärme i slutet på 90-talet.

EK-81 har uppskattat utbyggnadspotentialen för kraftvärme till ca 6-7 TWh (sammanlagt 12-14 TWh), vilket innebär en kraftig reduktion jämfört med tidigare bedömningar. En stor del av denna potential utgörs av s k bostadsöar utanför de egentliga stadskärnorna, som inte förutsätts bli lönsamma att ansluta till fjärrvärmenäten förrän kraftvärmeproduktionen kommer igång.

Potentialbedömningen grundar sig på en minsta aggregatstorlek på 25 MW<sub>el</sub>. Mindre anläggningar har inte ansetts ekonomiskt realistiska med dagens teknik. Anläggningsstorleken motsvarar ett mottrycksunderlag från en ort på ca 30 000 - 40 000 invånare. Konkurrens mellan FVP och kraftvärme uppkommer således på orter större än 30 000 - 40 000 invånare.

Lägenhetsbeståndet där en konfliktstituation kan uppkomma kan bestämmas utifrån uppgifterna i avsnitt 3.1.

	Antal lägenheter (1000-tal) med f- ventilation (orter >30 000 inv)
Jämförelsesituation 1	380
" 2a	20
" 2b	<u>170</u>
	570

Om FVP installeras i alla dessa lägenheter blir det maximala elproduktionsbortfallet ca 3.2 TWh samtidigt som elanvändningen ökar med ca 1.3 TWh. Hur stor del av denna FVP potential som kommer att förverkligas beror av konkurrenssituationen mellan FVP och fjärrvärme.

Som framgår av kapitel 5 och 6 blir sannolikt den verkliga FVP-installationen avsevärt lägre än totalpotentialen, det gäller framför allt för fastigheter inom befintliga fjärrvärmeområden. För jämförelsesituationerna 2a och 2b kan installationsvolymerna bli större.

I det fastighetsbestånd som installerat FVP under 80- och 90-talet måste i princip ny kraftvärmebaserad fjärrvärme på 90-talet konkurrera mot befintliga FVP-anläggningar, dvs den rörliga kostnaden för dessa system, vilket kan bli besvärligt om inte elpriserna stiger i mycket snabb takt. Det kan innebära att områden som förutsätts bli kraftvärmeunderlag inte blir lönsamma att ansluta.

Principiellt kan det bli en konkurrenssituation mellan å ena sidan kondensproducerad el i kombination med värmepumpar och kraftvärme å andra

sidan. Man kan inte idag avgöra vilket av systemen som kommer att vara gynnsammast.



## 9. SLUTSATSER

Fjärrvärmeansluten fastighet (jämförelsesituation 1) -----

Med givna förutsättningar visar kalkylresultaten att det inte är samhällsekonomiskt riktigt att installera FVP i fastigheter som redan är anslutna till fastbränslebaserade fjärrvärmesystem eller andra fjärrvärmesystem med låga rörliga kostnader (spillvärme, värmepumpar). Orsaken är till stor del att fjärrvärmens kapitalkostnader betraktas som "sunk costs" och därför inte belastar kalkylerna. Däremot är det optimalt med FVP-installationer inom befintliga oljebaserade system. Detta gäller även om fjärrvärmeanläggningen planeras att konverteras från olja till fastbränsle. Kapitalkostnaden för baslastpannan gör att alternativet blir något ogynnsammare än FVP-systemen. Skillnaden mellan alternativen är dock liten.

Den fastighetsekonomiska årskostnadskalkylen, baserad på kommunförbundets rekommenderade avskrivningsmetod, visar ungefär lika årskostnad för FVP-systemen och fastbränslebaserad fjärrvärme för en fjärrvärmeansluten fastighet. Men eftersom fastighetsägaren normalt riktar störst intresse mot investeringens finansiella effekter de första åren har de statliga subventionerna stor betydelse för FVP-systemens konkurrenskraft. Räntesubventionerna första året (med givna förutsättningar) motsvarar 6.5 öre/kWh för de tidigare gällande energilånen och 4 öre/kWh för det nuvarande räntestödet (1983:974) i förhållande till finansiering med vanliga banklån. De förändrade bidragsreglerna leder således till en försämrade konkurrenskraft för FVP.

FVP-finansiering med det nya räntestödet ger lägre utgifter de första åren än för oljebaserad fjärrvärme, men något högre än för fastbränslebaserad fjärrvärme.

Om räntebidragen helt tas bort försämras FVPs konkurrenskraft, vilket innebär att FVP-systemen definitivt blir ekonomiskt ointressanta i fastigheter som försörjs av fastbränslebaserad fjärrvärme eller andra fjärrvärmesystem med låga rörliga kostnader. Möjligen kan konkurrenskraften finnas kvar för FVP-systemen gentemot oljebaserad fjärrvärme. Dessa slutsatser gäller under förutsättning att fjärrvärmepriset sätts efter en kostnadsriktig taxa baserad på kortsiktig marginalkostnad.

Fastighet som planeras att anslutas till nyetablerad fjärrvärme (jämförelsesituation 2a)-----

De samhällsekonomiska kalkylerna visar att FVP-alternativen generellt sett ger lika eller lägre årskostnader än ny fastbränslebaserad fjärrvärme. Däremot kan ett fjärrvärmesystem med spillvärme under vissa omständigheter ge lägre kostnader.

Det är emellertid viktigt att komma ihåg att fjärrvärmen till sin karaktär är ett heltäckande uppvärmningssystem som kan ge god totalekonomisk effekt för en ort. FVP-systemen är däremot bara en partiell lösning på ortens (den koncentrerade stadsbebyggelsen) uppvärmning. De måste alltså kombineras med andra uppvärmningssystem för att som helhet kunna konkurrera med fjärrvärme.

Den fastighetsekonomiska kalkylen ger ett likartat resultat gentemot den samhällsekonomiska kalkylen. För fastigheter som ansluts till en nyetablerad

fjärrvärmerörelse tillämpas ofta alternativkostnadsprissättning på fjärrvärmen. På sikt, när flera abonnenter anslutit sig och systemet är fullt utbyggt ska man skifta över till en s k självkostnadsanpassad taxa. Om man tillämpar alternativkostnadsprissättning enligt nuvarande principer blir fjärrvärmekostnaden betydligt högre än för de studerade FVP-alternativen.

Den självkostnadsanpassade taxan ger ungefär lika värmekostnader under kalkylperioden som FVP-systemen men eftersom det ofta dröjer flera år innan denna taxa kan börja tillämpas blir FVP-alternativen avsevärt attraktivare än anslutning till en fjärrvärme beroende på kostnadsskillnader de första åren. Om inte initialkostnaderna för fjärrvärme reduceras kan stora problem uppkomma för den framtida utbyggnaden av ny fjärrvärme.

Det statliga räntebidraget (enligt förordningen om räntestöd till förbättring av bostadshus SFS 1983:974) till fastighetsägare är ungefär lika stort för anslutning till fjärrvärme som till installation av FVP. Om bidrag av någon anledning ensidigt inte ges till installation av FVP-system försämras naturligtvis konkurrenskraften men sannolikt ger FVP-system trots detta lägre uppvärmningskostnader är nyetablerad fjärrvärme.

Fastighet som planeras att anslutas till ett befintligt fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2b)

-----

Det är generellt sett inte samhällsekoniskt motiverat att expandera oljebaserade fjärrvärme-

system. Om fjärrvärmeleverantören däremot redan investerat i nya fastbränslepannor, som har kapacitet att försörja de områden som planeras att anslutas till nätet kan värmeproduktion för den marginella utökningen av fjärrvärmenätet ge lägre kostnader än för samtliga FVP-system.

Däremot är den samhällsekonomiska lönsamheten mer tveksam och man står inför en konvertering av ett oljebaserat system till ett fastbränslebaserat system. Den marginella utbyggnadskostnaden för de nya områdena måste då även inkludera kostnaden för fastbränsleeldade baslastpannor (50% av kapaciteten i anläggningen), vilket gör att FVP-systemen kan konkurrera.

Det går däremot inte att dra några generella fastighetsekonomiska slutsatser för denna jämförelsesituation beroende på de mycket varierande taxenivåer som erbjuds vid de kommunala värmeverken. En studie av taxenivåer i åtta mellansvenska etablerade värmeverk visar stor spridning av fjärrvärmekostnaden. Vissa fjärrvärmerörelser erbjuder lägre kostnader än FVP-system medan andra ligger avsevärt högre än FVP-system.

En generell slutsats som kan dras av de samhälls- och företagsekonomiska kalkylerna är att det system som först installeras i en fastighet får avsevärda konkurrensfördelar i förhållande till alternativa lösningar.

Det beror på att både fastbränslebaserade fjärrvärmesystem och FVP-system är kapitalintensiva system med låga rörliga kostnader. Eftersom man för ett konkurrerande alternativ måste ta hänsyn till de totala uppvärmningskostnaderna (kapital, bränsle, drift- och underhållskostnad) medan man för det etablerade systemet principiellt endast behöver ta hänsyn till de rörliga kostnaderna, är det svårt för ett nytt system att konkurrera ut

ett etablerat. Detta gäller både fjärrvärme- och FVP-alternativen. Man kan därför befara en hårdnande konkurrenssituation i de områden som idag ligger inom potentiella fjärrvärmeområden (jämförelsesituation 2a och 2b). Installeras FVP-system i dessa områden/orter kan fjärrvärmen inte inom överskådlig tid konkurrera ut dessa.

Dessutom kan man från kalkylresultaten dra följande slutsatser:

- Eftersom installationsvolymen av FVP sannolikt blir mycket begränsad i fastbränslebaserade fjärrvärmesystem vid kostnadsriktig taxesättning borde kommunala värmeverk med sådan värmeproduktion inte vidkännas några negativa ekonomiska effekter
- De värmeverk som helt baserar sin värmeproduktion på olja kan få konkurrens av FVP om dessa tillåts att installeras inom fjärrvärmeområdet
- Konkurrenssituationen för kraftvärme och FVP ligger ca 10-15 år framåt i tiden och att förhållandena då bör avgöra vilket system som bör väljas. Det är möjligt att en kombination av kondenserad el och värmepumpar kommer att konkurrera med kraftvärme
- Säsongsdifferentierade fjärrvärmetaxor i flerbränslesystem baserade på kortsiktig marginalkostnad normalt leder till konkurrensmässiga fördelar för FVP
- att de säsongsdifferentierade eltaxorna innebär en relativ elprishöjning för FVP på ca 10%.

Ovanstående slutsatser gäller endast för en jämförelse mellan fjärrvärme och FVP. Andra energialternativ kan i det enskilda fallet vara fördelaktigare. Hänsyn till miljö-, sysselsättnings- och leveransstörningseffekter har inte tagits i kalkylerna.

## LITTERATUR

Andersson R, Bohm P  
Samhällsekonomisk utvärdering av energiprojekt.  
NE 1981:12.

Bättre Bostäder, DsBo 1983:2.

El till värmepumpar inom fjärrvärme- och naturgasområden. Statens Energiverk 1983.

Enström H  
Frånluft och uteluft - en jämförelse. VVS-Special nr 1, 1983.

Fjärrvärmeplan 1983, Svenska värmeverksföreningen.

Fjärrvärmesaxor 1981, Svenska värmeverksföreningen.

Förordningen (1983:1100) om statligt bidrag till installationer för uppvärmning m m avseende beslut som fattas av länsbostadsnämnder eller kommunalt förmedlingsorgan, Statens Energiverk.

Förordningen (1983:74) om statligt räntestöd vid förbättring av bostadshus, Bostadsstyrelsen.

Gezelius G  
Värmepumpar i befintliga flerbostadshus, BFR T8:1982.

Hakkarainen E  
Att beräkna kostnader och lönsamhet för energiteknik, EFN rapport nr 5.

Kostnader för koleldade hetvattencentraler, Svenska värmeverksföreningen 1981.



Mattsson C

Energibesparande åtgärders inverkan på produktion av energi i fjärrvärmesystem, ÅF energikonstult 1983.

Potential för frånluftsvärmepumpar inom STOSEB-området, Allmänna ingenjörbyrå 1983.

SBN 80, Statens Planverk.

Så ska vi värma Sverige, Industridepartementet  
DsI 1983:15.



## SAMMANFATTNING

Syftet med studien är bl a att göra en samhälls-ekonomisk jämförelse mellan ett antal representativa fjärrvärmealternativ och frånluftvärmepumpsystem (FVP). En sådan jämförelse görs utan hänsyn till skatter och statliga subventioner.

Dessutom genomförs en fastighetsekonomisk kalkyl för att se hur de nuvarande skatterna och bidragsformerna slår i förhållande till det samhällsekonomiska kalkylresultatet.

Studien tar också upp de företagsekonomiska effekterna för de kommunala värmeverken av en introduktion av FVP i fjärrvärmeområden. Dessutom diskuteras konkurrensförhållandet mellan kraftvärme och FVP.

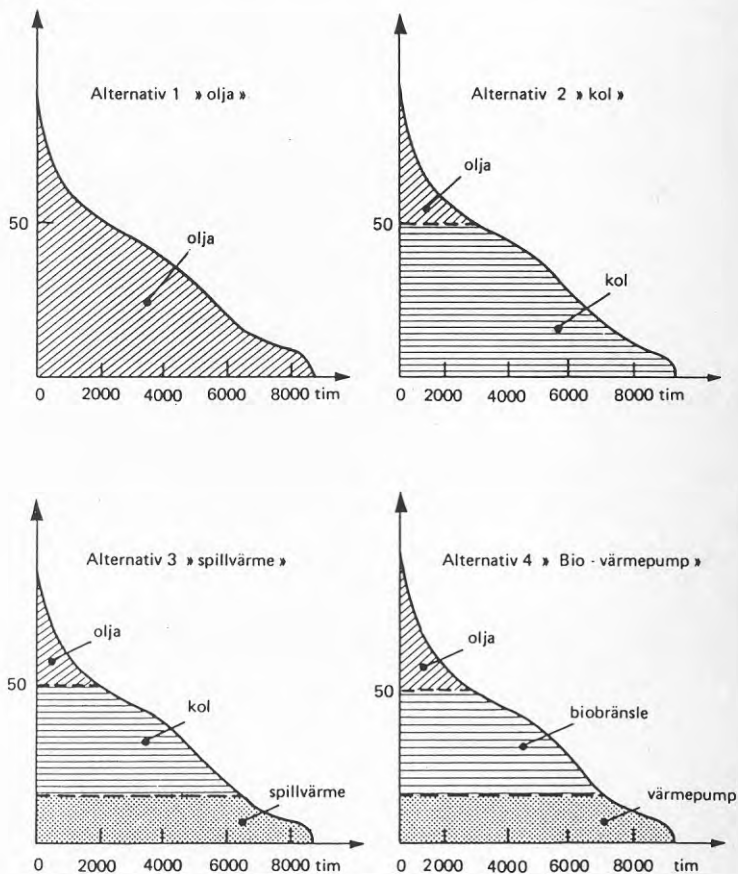
Två FVP-systemstorlekar med olika prestanda har studerats. Skillnaden mellan systemen är att de dimensionerats för olika frånluftsavkylning,  $\Delta t$   $15^{\circ}\text{C}$  respektive  $\Delta t$   $25^{\circ}\text{C}$ . En sänkning av frånluftstemperaturen med  $15^{\circ}\text{C}$  representerar en vanlig dimensionering idag. För att utnyttja innehållet i ventilationsluften maximalt är det möjligt att sänka frånluftstemperaturen ytterligare så att påfrysning sker ( $\Delta t$   $25^{\circ}\text{C}$ ). Detta medför att värmeavgivningen från FVP-systemet ökar väsentligt.

För att på ett åskådligt sätt beskriva förutsättningarna för de studerade FVP-tillämpningarna har en fallstudie genomförts för det bostadsbestånd som idag förvaltas av Riksbyggen i Stockholm.

Utifrån den utveckling som idag pågår inom fjärrvärmesektorn har fyra "typiska" fjärrvärmealternativ studerats. Värmekostnaden till abon-

ment från dessa fjärrvärmesystem har jämförts med värmeproduktionskostnaden i FVP-systemen.

Kapacitet (%)



Kalkylförutsättningarna skiljer sig avsevärt beroende på, om de studerade fastigheterna redan är anslutna till fjärrvärme eller om de ligger inom område/ort, som planeras för fjärrvärme. För det sistnämnda fallet är förutsättningarna olika om tätorten redan har ett fjärrvärmesystem eller om det endast finns planer på en fjärrvärmeutbyggnad.

Utifrån detta har tre konkurrenssituationer mellan fjärrvärme och FVP studerats:

1. fjärrvärmeansluten fastighet
2. fastighet inom potentiella fjärrvärmeområden/orter
  - a. fjärrvärme finns ej på orten men planer på utbyggnad finns
  - b. fjärrvärme finns etablerat på orten.

### Slutsatser

Fjärrvärmeansluten fastighet (jämförelsesituation 1) -----

Med givna förutsättningar visar kalkylresultaten att det inte är samhällsekonomiskt riktigt att installera FVP i fastigheter som redan är anslutna till fastbränslebaserade fjärrvärmesystem eller andra fjärrvärmesystem med låga rörliga kostnader (spillvärme, värmepumpar). Orsaken är till stor del att fjärrvärmens kapitalkostnader betraktas som "sunk costs" och därför inte belastar kalkylerna. Däremot är det optimalt med FVP-installationer inom befintliga oljebaserade system. Detta gäller även om fjärrvärmeanläggningen planeras att konverteras från olja till fastbränsle. Kapitalkostnaden för baslastpannan gör att alternativet blir något ogynnsammare än FVP-systemen. Skillnaden mellan alternativen är dock liten.

Den fastighetsekonomiska årskostnadskalkylen, baserad på kommunförbundets rekommenderade avskrivningsmetod, visar ungefär lika årskostnad för FVP-systemen och fastbränslebaserad fjärrvärme för en fjärrvärmeansluten fastighet. Men eftersom fastighetsägaren normalt riktar störst intresse mot investeringens finansiella

effekter de första åren har de statliga subventionerna stor betydelse för FVP-systemens konkurrenskraft. Räntesubventionerna första året (med givna förutsättningar) motsvarar 6.5 öre/kWh för de tidigare gällande energilånen och 4 öre/kWh för det nuvarande räntestödet (SFS 1983:974) i förhållande till finansiering med vanliga banklån. De förändrade bidragsreglerna leder således till en försämrad konkurrenskraft för FVP.

FVP-finansiering med det nya räntestödet ger lägre utgifter de första åren än för oljebaserad fjärrvärme, men något högre än för fastbränslebaserad fjärrvärme.

Om räntebidragen helt tas bort försämrars FVPs konkurrenskraft, vilket innebär att FVP-systemen definitivt blir ekonomiskt ointressanta i fastigheter som försörjs av fastbränslebaserad fjärrvärme eller andra fjärrvärmesystem med låga rörliga kostnader. Möjligen kan konkurrenskraften finnas kvar för FVP-systemen gentemot oljebaserad fjärrvärme. Dessa slutsatser gäller under förutsättning att fjärrvärmepriset sätts efter en kostnadsriktig taxa baserad på kortsiktig marginalkostnad.

Fastighet som planeras att anslutas till nyetablerad fjärrvärme (jämförelsesituation 2a)-----

De samhällsekonomiska kalkylerna visar att FVP-alternativen generellt sett ger lika eller lägre årskostnader än ny fastbränslebaserad fjärrvärme. Däremot kan ett fjärrvärmesystem med spillvärme under vissa omständigheter ge lägre kostnader.

Det är emellertid viktigt att komma ihåg att fjärrvärmens till sin karaktär är ett heltäckande

uppvärmningssystem som kan ge god totalekonomisk effekt för en ort. FVP-systemen är däremot bara en partiell lösning på ortens (den koncentrerade stadsbebyggelsen) uppvärmning. De måste alltså kombineras med andra uppvärmningssystem för att som helhet kunna konkurrera med fjärrvärme.

Den fastighetsekonomiska kalkylen ger ett likartat resultat gentemot den samhällsekonomiska kalkylen. För fastigheter som ansluts till en nyetablerad fjärrvärmerörelse tillämpas ofta alternativkostnadsprissättning på fjärrvärmen. På sikt, när flera abonnenter anslutit sig och systemet är fullt utbyggt ska man skifta över till en s k självkostnadsanpassad taxa. Om man tillämpar alternativkostnadsprissättning enligt nuvarande principer blir fjärrvärmekostnaden betydligt högre än för de studerade FVP-alternativen.

Den självkostnadsanpassade taxan ger ungefär lika värmekostnader under kalkylperioden som FVP-systemen men eftersom det ofta dröjer flera år innan denna taxa kan börja tillämpas blir FVP-alternativen avsevärt attraktivare än anslutning till en fjärrvärme beroende på kostnadsskillnader de första åren. Om inte initialkostnaderna för fjärrvärme reduceras kan stora problem uppkomma för den framtida utbyggnaden av ny fjärrvärme.

Det statliga räntebidraget (enligt förordningen om räntestöd till förbättring av bostadshus SFS 1983:974) till fastighetsägare är ungefär lika stort för anslutning till fjärrvärme som till installation av FVP. Om bidrag av någon anledning ensidigt inte ges till installation av FVP-system försämras naturligtvis konkurrenskraften men

sannolikt ger FVP-system trots detta lägre uppvärmningskostnader är nyetablerad fjärrvärme.

Fastighet som planeras att anslutas till ett befintligt fjärrvärmesystem (jämförelsesituation 2b) -----

Det är generellt sett inte samhällsekonomiskt motiverat att expandera oljebaserade fjärrvärmesystem. Om fjärrvärmeleverantören däremot redan investerat i nya fastbränslepannor, som har kapacitet att försörja de områden som planeras att anslutas till nätet kan värmeproduktion för den marginella utökningen av fjärrvärmenätet ge lägre kostnader än för samtliga FVP-system.

Däremot är den samhällsekonomiska lönsamheten mer tveksam och man står inför en konvertering av ett oljebaserat system till ett fastbränslebaserat system. Den marginella utbyggnadskostnaden för de nya områdena måste då även inkludera kostnaden för fastbränsleeldade baslastpannor, (50% av kapaciteten i anläggningen) vilket gör att FVP-systemen kan konkurrera.

Det går däremot inte att dra några generella fastighetsekonomiska slutsatser för denna jämförelsesituation beroende på de mycket varierande taxenivåer som erbjuds vid de kommunala värmeverken. En studie av taxenivåer i åtta mellansvenska etablerade värmeverk visar stor spridning av fjärrvärmekostnaden. Vissa fjärrvärmeörelser erbjuder lägre kostnader än FVP-system medan andra ligger avsevärt högre än FVP-system.

En generell slutsats som kan dras av de samhälls- och företagsekonomiska kalkylerna är att det system som först installeras i en fastighet får avsevärda konkurrensfördelar i förhållande till alternativa lösningar.



Det beror på att både fastbränslebaserade fjärrvärmesystem och FVP-system är kapitalintensiva system med låga rörliga kostnader. Eftersom man för ett konkurrerande alternativ måste ta hänsyn till de totala uppvärmningskostnaderna (kapital, bränsle, drift- och underhållskostnad) medan man för det etablerade systemet principiellt endast behöver ta hänsyn till de rörliga kostnaderna, är det svårt för ett nytt system att konkurrera ut ett etablerat. Detta gäller både fjärrvärme- och FVP-alternativen. Man kan därför befara en hårdnande konkurrenssituation i de områden som idag ligger inom potentiella fjärrvärmeområden (jämförelsesituation 2a och 2b). Installeras FVP-system i dessa områden/orter kan fjärrvärmerna inte inom överskådlig tid konkurrera ut dessa.

Dessutom kan man från kalkylresultaten dra följande slutsatser:

- Eftersom installationsvolymen av FVP sannolikt blir mycket begränsad i fastbränslebaserade fjärrvärmesystem vid kostnadsriktig taxesättning borde kommunala värmeverk med sådan värmeproduktion inte vidkännas några negativa ekonomiska effekter
- De värmeverk som helt baserar sin värmeproduktion på olja kan få konkurrens av FVP om dessa tillåts att installeras inom fjärrvärmeområdet
- Konkurrenssituationen för kraftvärme och FVP ligger ca 10-15 år framåt i tiden och att förhållandena då bör avgöra vilket system som bör väljas. Det är möjligt att en kombination av kondensproducerad el och värmepumpar kommer att konkurrera med kraftvärme
- Säsongsdifferentierade fjärrvärmetakor i flerbränslesystem baserade på kortsiktig marginalkostnad normalt leder till konkurrensmässiga fördelar för FVP



- att de säsongsdifferentierade eltaxorna innebär en relativ elprishöjning för FVP på ca 10%.

Ovanstående slutsatser gäller endast för en jämförelse mellan fjärrvärme och FVP. Andra energialternativ kan i det enskilda fallet vara fördelaktigare. Hänsyn till miljö-, sysselsättnings- och leveransstörningseffekter har inte tagits i kalkylerna.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830525-4  
från Statens råd för byggnadsforskning till Studsvik  
Energiteknik AB, Nyköping.**

**R186: 1984**

**ISBN 91-540-4279-8**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6704186**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirkapris: 45 kr exkl moms**