



Forskning och
Utveckling

FOU 2002:74

NULÄGE VÄRMEGLES FJÄRRVÄRME

Lennart Larsson, FVB Fjärrvärmebyrån AB

Sofie Andersson, FVB Fjärrvärmebyrån AB

Sven Werner, FVB Fjärrvärmebyrån AB



NULÄGE VÄRMEGLES FJÄRRVÄRME

Lennart Larsson, FVB Fjärrvärmebyrån AB
Sofie Andersson, FVB Fjärrvärmebyrån AB
Sven Werner, FVB Fjärrvärmebyrån AB

I rapportserien publicerar projektledaren resultaten från sitt projekt. Publiceringen innebär inte att Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB tagit ställning till slutsatserna och resultaten.

Sammanfattning

Utbyggnaden av fjärrvärme till värmeglesa områden, speciellt villabebyggelse, i Sverige har ökat på senare år. I och med detta har Svenska Fjärrvärmeföreningen beslutat satsa på forskning och utveckling om värmegles fjärrvärme. Denna studie syftar till att definiera utgångsläget genom att summera känd kunskap och kända metoder.

Underlaget till studien är insamlat med utgångspunkt från de redovisningar av antalet anslutningar av småhus som årligen kommer Svenska Fjärrvärmeföreningen tillhanda. Sammanlagt ingår 29 olika områden med sammanlagt 2220 småhus i 18 fjärrvärmeföretag i studien.

Av de data som samlats in dominerar fristående hus i befintligt byggnadsbestånd. Anslutningarna sker i samlade utbyggnadsprojekt i väl avgränsade områden. Anslutningsgraden varierar mellan 40 och 100 % i respektive område. Förtätning, d v s anslutning av ytterligare enstaka hus i ett sedan tidigare etablerat fjärrvärmeområde, behandlas inte i denna rapport.

Den teknik som används för anslutning av småhus till fjärrvärme bygger på en extrapolering av samma teknik som används för anslutning av flerbostadshus och lokaler. Undersökningen visar att primär parallell anslutning är helt dominerande. I fråga om material används konventionell, PEH-mantlad ledning där fördelningen mellan stål och koppar som mediarör är ungefär lika. I huvudsak utförs anläggningen av nya fjärrvärmeanslutningar som delad entreprenad.

Med utgångspunkt från insamlade data har de redovisade systemens värmeförluster beräknats. Resultaten visar på relativt stora förluster, 10-45 % med ett genomsnitt på 21 % av tillfört värme. De materialval som gjorts för fjärrvärmerören, speciellt i fråga om isoleringsklass, antyder att inga särskilda överväganden har gjorts med avseende på värmeförluster från systemet.

Linjetätheten varierar i de studerade områdena mellan 0,33 och 1,38 MWh/m. Medelvärdet uppgår till 0,65 MWh/m och de flesta områden har en linjetäthet under 0,8 MWh/m.

I undersökningen har parametern "effektiv bredd" studerats särskilt. Den effektiva bredden, som erhålls genom att dividera områdets linjetäthet [kWh/m] med dess värmetäthet [kWh/m²], är ett mått på hur väl man lyckats med ledningsförläggningen i det aktuella området. De undersökta områdena visar på stor variation i effektiv bredd (15-72 m med ett medel på 35 m) framförallt beroende på vilken typ av hus som anslutits. Effektiv bredd kan med fördel användas vid betraktelser av alternativa ledningsdragningar i ett område som ska anslutas till fjärrvärme.

Studien visar på en väldig variation i anläggningskostnaderna för fjärrvärmeanläggningarna, trots att vare sig metod eller materialval varierar i någon större omfattning. För att skapa en tydighet kring vilka kostnader som uppstår och hur dessa redovisas behövs en samsyn och en redovisningsmodell som gör att ekonomin i olika projekt presenteras utifrån samma grundförutsättningar oberoende av var i landet utbyggnaden genomförts.

Nyckelord: fjärrvärme, småhus, värmeförluster, linjetäthet, effektiv bredd, kostnader

Summary

The expansion of district heating in areas with low energy density especially clusters of small, one family houses, has been increasing over the last couple of years. This has led to a desire to broaden the base of knowledge on this subject. This report, induced by the Swedish District Heating Association, aims on defining the initial position by summarizing know-how, methods and materials.

Facts for this study was collected based on the annual statistics reported to the Swedish District Heating Association. The study contains information from 18 district heating companies, 29 different local projects with altogether 2220 houses.

In the data reported to this study there is a domination of detached, one family houses situated in existing groups. Connection to the district heating system is implemented in well-defined projects among houses within a limited area. The number of connected buildings among the present projects varies from 40 to 100 %. Densification of district heating areas is not examined in this study.

Methods used for connection of smaller houses to the district heating system are an extrapolation of the techniques used for connection of larger apartment or office buildings. The study shows that primary, parallel connection has become the house rule. The district heating pipes used among the examined projects is standard PEH-jacket, PUR-insulated construction with an inner pipe of steel or copper equally shared among the projects. The construction of the systems is mostly carried out as shared contracts.

Based on data collected, a calculation of the heat loss from the systems is preformed. Results indicate a relatively high rate of loss to the environment. There are no indications that special concern neither to material nor techniques is taken to minimize heat loss.

In this study the parameter "effective width" is taken into special consideration. Effective width [m] is an abstract figure calculated by dividing line density [kWh/m] with the density of heat load [kWh/m²]. This quota represents the rate of efficiency in the layout of the district heating system within a specified area. The rate of effective width varies depending on the type of buildings connected. Terrace houses connected to district heating represents a higher effective width than detached houses with the same area. Effective width proves to be a useful key figure when comparing alternate pipe layouts within a specified area

The cost for the construction of the various systems varies a lot despite the fact that the same material and methods are used. To be able to draw the right conclusions and make the investments comparable there is a need for a consistent and open account of the costs associated with the connection of small houses to the district heating system.

Keywords: District heating, detached houses, heat loss, line density, effective width, costs

SAMMANFATTNING	I
SUMMARY	II
1 INLEDNING	1
1.1 Problembeskrivning.....	1
1.2 Kunskapsläge.....	1
1.3 Syfte och målsättning.....	2
1.4 Metod.....	2
2 BAKGRUND	3
3 INDATA	5
4 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH SYSTEMLÖSNINGAR	7
4.1 Områdestyp.....	7
4.2 Husetyp.....	7
4.3 Anslutningsår.....	8
4.4 Storlek per småhusområde.....	8
4.5 Anslutningsgrad.....	8
4.6 Anslutningsprincip.....	9
4.7 Material i mediarör.....	10
4.8 Isoleringsmaterial.....	11
4.9 Entreprenadform.....	11
4.10 Slutsatser om förutsättningar och systemlösningar.....	11
5 VÄRMEFÖRLUSTER	13
5.1 Medeldiametrar.....	13
5.2 Linjefäthet.....	13
5.3 Isoleringsstandard.....	15
5.4 Beräkning av värmeförluster.....	15
5.5 Slutsatser om värmeförluster.....	16
6 EFFEKTIV BREDD	18
6.1 Värmetäthet.....	18
6.2 Effektiv bredd.....	19
6.3 Slutsatser om effektiv bredd.....	22
7 ANLÄGGNINGSKOSTNADER	23
7.1 Kalkylvförutsättningar.....	23
7.2 Kapitalkostnader för fjärrvärmeledningar.....	23
7.3 Anläggningskostnader för nät.....	23
7.4 Installationskostnader för fjärrvärmecentraler.....	27
7.5 Slutsatser om anläggningskostnader.....	27
8 SLUTSATSER	28
9 REFERENSER	29
BILAGA 1	A
BILAGA 2	B

1 Inledning

Svenska Fjärrvärmeföreningen har givit FVB Fjärrvärmebyrån i uppdrag att sammanställa nuläget för värmegles fjärrvärme. Detta görs genom en analys av indata från 29 projekt där småhusområden anslutits till fjärrvärme de senaste 10 åren.

Nulägesanalysen syftar till att definiera utgångsläget genom att summera känd kunskap och kända metoder. Genom en omfattande verksamhet de senaste åren har många småhusområden anslutits till fjärrvärme. Erfarenheterna från några av dessa projekt sammanställs i denna rapport och utgör avstampet inför den fortsatta forskningen kring värmegles fjärrvärme.

1.1 Problembeskrivning

Fjärrvärmeföretagen har högre kostnader för distribution av värme till värmeglesa områden jämfört med normal centralortsbebyggelse. Historiskt har det varit svårt för fjärrvärmeleverantören att rymma alla kostnader inom ramen för möjliga täckningsbidrag. Konkurrensläget har varit hårt, dels genom att kundernas alternativkostnad har varit relativt låg, t ex genom billig el. Dels har det varit relativt dyrt att bygga fjärrvärme till småhus, då det är fråga om värmegles bebyggelse. Det har helt enkelt inte funnits plats för alla kostnadselement mellan kundens alternativkostnad och den kortsiktiga marginalkostnaden för ytterligare värmeproduktion.

Dagens teknik för anslutning av småhus till fjärrvärme bygger på en extrapolering av den teknik som används för anslutning av flerbostadshus och lokaler. För att kunna klara anslutning av småhus till rimliga kostnader krävs en teknik som utgår från vad det får kosta. Exempelvis kan man utgå från att varje anslutning ska ta maximalt 2 timmar och sedan tillverka erforderliga produkter och anpassa arbetsorganisation så att denna tidsgräns uppnås. En stor andel av kostnaderna för anslutning av småhus konsumeras nämligen i arbetstid på plats vid själva anslutningen.

Ur ekonomisk synvinkel har främst de höga distributionskostnaderna varit till nackdel för fjärrvärme till småhus. Dessutom har det av energiekonomiska skäl varit svårt att motivera de betydligt högre värmeförlusterna i småhusområden. Detta är de främsta förklaringarna till att dagens marknadsandel för fjärrvärme till småhus endast är 8 procent.

Det finns dock en stor spännvidd mellan de bästa och sämsta värmeglesa områdena som hittills anslutits. Det är därför av stor vikt för framtida fjärrvärmeanslutningar att erfarenheter från de bästa områdena kommer fram så att byggnationer av värmeglesa områden sker på ett kvalitetsmässigt riktigt sätt samt att priset för fjärrvärme kan konkurrera med alternativa uppvärmningsformer.

1.2 Kunskapsläge

De småhus som idag är anslutna till fjärrvärme anslöts huvudsakligen som nybyggnadsobjekt under 70- och 80-talen. Lågt nybyggande av småhus under början av 90-talet medförde också att få småhus anslöts till fjärrvärme. Under de senaste åren har anslutningen av befintliga småhus ökat starkt, se Figur 3 sidan 4. Den ökade anslutningen kan förklaras med att många fjärrvärmeföretag var för sig undersöker möjligheterna och förutsättningarna för anslutning av småhus till fjärrvärme genom olika projekt. Det finns alltså idag en relativt stor erfarenhet från anslutning av värmeglesa områden men det har hittills saknats en samlad redovisning av kunskapsläget.

Att diskussionen om anslutning av småhus varken är något nytt fenomen eller ett svenskt sådant visar artiklar och konferensdokumentation från 1970-talets mitt och 1980-talets början (*Kallio m fl 1982, Lind 1973, Mortensen 1980, Netzler 1975*).

Ett stort utrednings- och produktutvecklingsarbete som behandlar alternativa material för fjärrvärmeledningar, de så kallade GRUDIS projekten strävar till att öka fjärrvärmens konkurrenskraft i värmeglesa områden. Merparten av GRUDIS-projekten genomfördes under mitten av 1980-talet. Resultaten finns väl sammanfattade i *Blomqvist 1987* och *Eriksson 1993*.

Den senaste större, samlade undersökningen rörande anslutning av fjärrvärme till småhus, "Fjärrvärme i småhusområden" (*Isaksson, Nordström m fl 1984*), behandlar bl a värmeförluster och sammanlagring. Rapporten redovisar data om 529 hus fördelade på 11 områden och gav nyckeldata som ej fanns tillgängligt tidigare. Data från 1984 års rapport har i många stycken kunnat användas som referens och ger ett bra historiskt perspektiv till den nu aktuella situationen på småhusfronten.

När det gäller effektiv bredd så har begreppet tidigare använts vid en jämförelse av fyra småhusområden, bl a två i Enköping och Landskrona där man konverterade småhus med direktel till fjärrvärme. Den effektiva bredden var då av storleksordningen 20-35 m, med ett medelvärde på 26 m (*Werner 1997*).

1.3 Syfte och målsättning

Projektet syftar till att samla in och analysera karakteristiska data för fjärrvärme i värmeglesa områden som byggts under perioden 1991-2001, för att erhålla en översikt av det som hittills byggts. Det yttersta syftet är att hitta och presentera lyckade projekt i värmeglesa områden.

De nyckeltal som används för utvärdering av värmeglesa områden är först och främst:

1. Beskrivning av vald teknisk lösning. Exempelvis val av rörmaterial och rörantal, anslutningsprincip av området, princip för varmvattenberedning.
2. Värmeförluster från fjärrvärmenätet kopplat till isoleringsförmåga, vald temperaturnivå i området, ledningsdimensioner på nätet och linjetäthet i området.
3. Effektiv bredd för att analysera olika nätdelar som byggts i värmeglesa områden. Förhoppningen är att olika strategier ska kunna identifieras för att erhålla stora "effektiva bredder".
4. Ekonomiska utfall med avseende på kapitalkostnader för kund och leverantör, drift- och underhållskostnad samt energikostnad.

Jämförelse görs även med insamlade data i byggforskningsprojektet "Fjärrvärme i småhusområden" (*Isaksson, Nordström m fl 1984*).

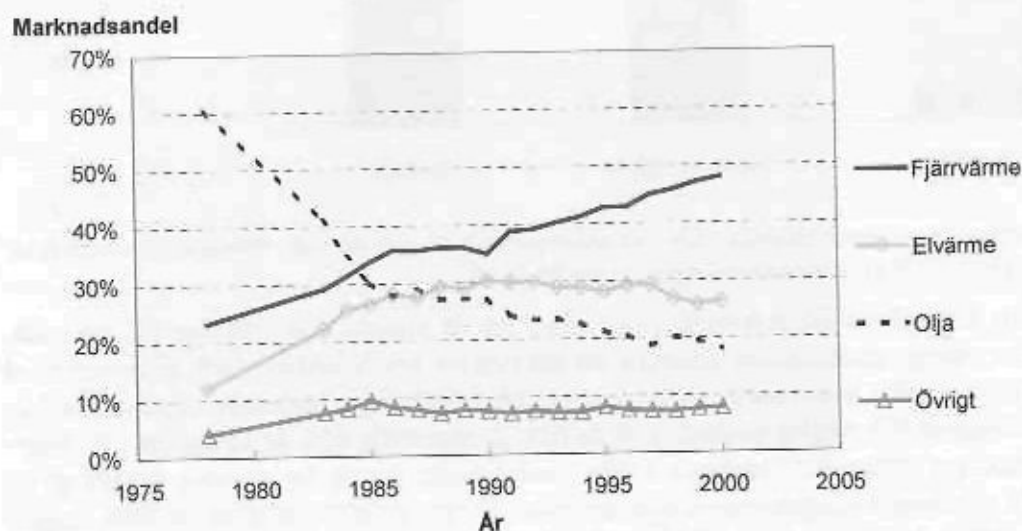
1.4 Metod

Med utgångspunkt från Svenska Fjärrvärmeföreningens statistik över utvecklingen av svensk fjärrvärme har de företag som varit mest aktiva i utbyggnaden av fjärrvärme till småhus de senaste åren valts ut. Efter en inledande telefonkontakt distribuerades en enkät (bilaga 1) till 29 företag. Svaren har sedan, efter kompletterande frågor, sammanställts och analyserats.

2 Bakgrund

I dag upplever många fjärrvärmeföretag att fjärrvärmens i stort sett är färdigutbyggd. Det som finns kvar att ansluta är småhus. Argumenten för att ansluta småhus är antingen att det finns tillgång till ett billigt bränsle (läs spillvärme) eller att det någonstans finns en policy, exempelvis att kommunen har en miljöprofil som framhåller fjärrvärme med bibränsle som det primära uppvärmningsalternativet även för småhus. Fjärrvärme till småhus har dessutom, åtminstone i områden där fjärrvärmens sedan tidigare är etablerad, blivit en efterfrågad produkt, speciellt då villaägaren står inför ett investeringsbeslut om ny uppvärmningsanläggning.

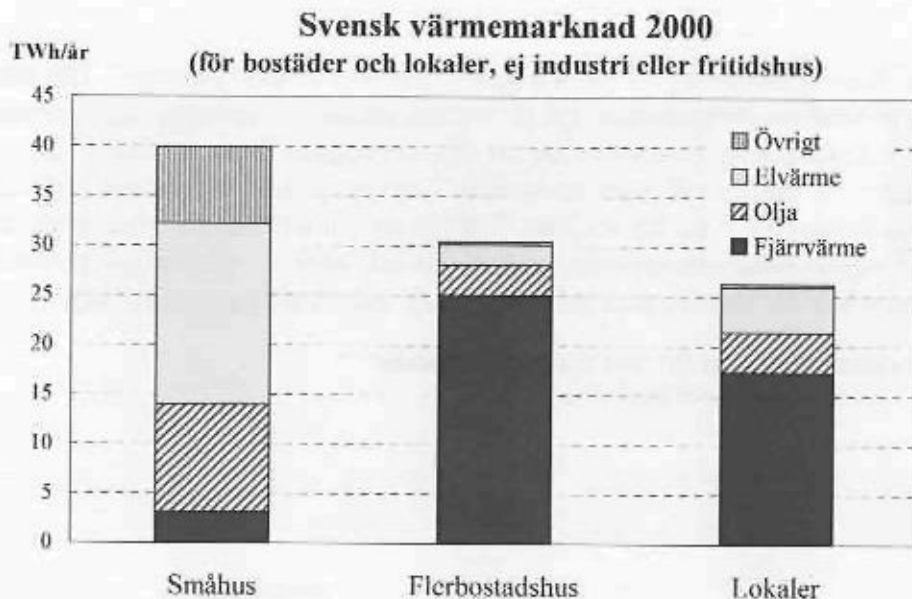
Sveriges värmemarknad för bostäder och lokaler (ej industri eller fritidshus)



Figur 1 Utveckling av marknadsandelarna för olika tillförselsätt på den svenska värmemarknaden (exkl. industri och fritidshus) 1978-2000.

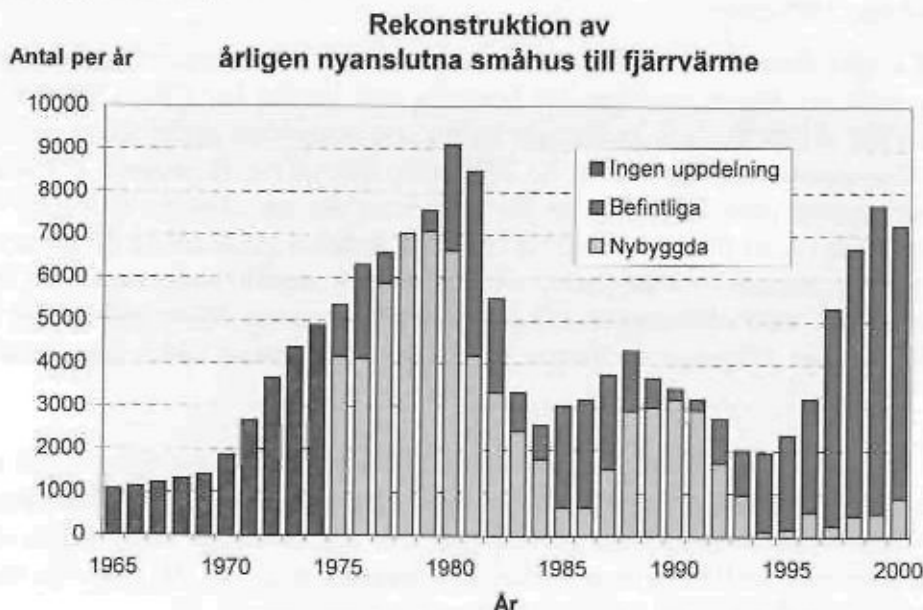
Figur 1 beskriver bl a fjärrvärmens utveckling på den svenska värmemarknaden under drygt 20 år. Fjärrvärmens andel av uppvärmningen för bostäder och lokaler har ökat i jämn takt under hela perioden 1978 till 2000, med undantaget av en viss stagnation under slutet av 80-talet beroende på litet byggande och lågt elpris. År 2000 hade fjärrvärme 48 procent av marknaden. Elvärme ökade snabbt fram till mitten av 80-talet. Efter det har elvärme haft runt 30 procent av värmemarknaden fram tills för ett par år sedan då andelen sjönk till ca 25 procent. Oljan hade 1978 drygt 60 procent av marknaden. Andelen sjönk snabbt under slutet av 70- och början av 80-talet i och med oljekriserna och har fortsatt att sjunka i jämn takt. Idag är oljans marknadsandel knappt 20 procent. Övriga tillförselsätt har sedan 1985 legat stabilt kring 8 procent.

Fjärrvärme står för 80 procent av värmeleveranserna till flerbostadshus samt 65 procent av leveranserna till lokaler år 2000 enligt Figur 2. För småhus ligger däremot andelen fjärrvärme kring 8 procent. De flesta svenska småhusen, ca 45 procent, är eluppvärmda. Oljan svarar för 25 procent av värmeleveranserna till småhus. SCB:s småhusstatistik (SCB 2001) ger en mer detaljerad beskrivning av hur de svenska småhusen värms upp.



Figur 2 Fördelning av normalårskorrigerade värmeleveranser på den svenska värmemarknaden (exkl industri och fritidshus) till olika marknadssegment under 2000.

De senaste åren har många fjärrvärmeföretag satsat på att ansluta just småhus till sina nät. Figur 3 visar hur många småhus som anslutits till fjärrvärme per år sedan 1965. Från och med 1975 är det totala antalet nyanslutna småhus uppdelat i befintliga respektive nybyggda hus (SCB 2001). Eftersom tillgänglig statistik inte är helt kontinuerlig alla år så har en viss bearbetning fått göras (se bilaga 2). Staplarna bildar medelvärden av tre års statistik för att ge en mer rättvis bild av antalet årligen nyanslutna småhus. Totala antalet anslutna småhus uppgår enligt den bearbetade versionen till 143 412 st år 2000 (143 273 st enligt Fjärrvärmeföreningens årliga statistik).



Figur 3 Antal småhus som anslutits till fjärrvärme per år 1965-2000, enligt bearbetad statistik från Svenska Fjärrvärmeföreningen. Åren 1975-2000 redovisas de nyanslutna småhusen uppdelade i befintliga respektive nybyggda småhus (SCB 2001).

3 Indata

Statistik från Svenska fjärrvärmeföreningen över antal anslutna småhus i respektive fjärrvärmesystem har sammanställts för att få kännedom om vilka företag som byggt mycket fjärrvärme till småhus de sista åren. Företag som anslutit många småhus under de senaste åren, såväl stora och sedan länge etablerade som mindre, nystartade fjärrvärmeföretag, har valts ut utifrån de kriterier (volym, utbyggnadstakt, erfarenhet etc) som ställts upp för projektet. Efter telefonsamtal till de utvalda företagen skickades ett frågeformulär ut. I de flesta fall följdes det utskickade formuläret av ytterligare ett antal telefonsamtal och i några fall besöktes företagen för att den efterfrågade indatan skulle kunna göras tillgänglig för projektets genomförande. De insamlade uppgifterna har sammanställts i en databas som utgör underlag för figurer och analyser och presenteras i denna rapport.

Inför studien tillfrågades 29 fjärrvärmeföretag, av dessa har 18 svarat. Flera företag har lämnat uppgifter om fler än ett område. Totalt ingår i studien uppgifter om 29 olika områden med sammanlagt 2220 småhus.

I studien ingår uteslutande områden där fjärrvärmeföretaget gjort en samlad satsning på anslutning av småhus till fjärrvärmenätet. Förtätningar behandlas inte. Anledningen till detta är att de synergieffekter som uppstår då ett större antal hus i samma område ansluts under en relativt kort tidsperiod inte gör sig gällande vid enstaka anslutningar i befintliga nät.

Följande data har helt eller delvis redovisats för respektive område:

- Nytt eller befintligt område
- Hustyp (grupphus eller enskilda hus)
- Byggår (anslutningsår)
- Områdestyp (befintligt område eller exploatering)
- Områdesyta
- Primär- sekundärsystem
- Isoleringsserie, typ av isolering, ledningstyp (t ex tvillingrör)
- Områdets värmeleverans (in i området – förluster)
- Ledningslängd per diameter
- Kopplingstyp
- Sammanlagd uppvärmd yta i området
- Entreprenadform
- Investering i fjärrvärmenät och fjärrvärmecentraler för respektive utbyggnad.

Tabell 1 Översiktlig information om insamlade data.

	Totalt	Enhet	Per hus	Enhet
Antal företag som tillfrågats	29	st		
Antal företag som lämnat information	20	st		
Antal småhusområden (projekt)	29	st		
Antal hus totalt	2220	st		
Antal hus per område (medel)	77	st		
Byggnadsyta	299503	m ²	135	m ² /hus
Värmeleverans totalt	49,5	GWh	22	MWh/hus
			165	kWh/m ²
Ledningslängd	84	km	38	m/hus
Investeringar i nät (18 uppg.)	108	Mkr	49392	kr/hus
Investeringar i fjärrvärmecentraler (16 uppg.)	53	Mkr	26087	kr/hus

I denna undersökning ingår 8 % (1750 st av 21 635) av de småhus som anslöts till fjärrvärme under åren 1998-2000. Detta kan jämföras med den senaste samlade undersökningen rörande anslutning av fjärrvärme till småhus, "Fjärrvärme i småhusområden" (Isaksson, Nordström m fl 1984) där 529 hus ingår.

4 Förutsättningar och systemlösningar

Studien ska spegla de förhållanden som har gällt för utbyggnad av fjärrvärme till småhus under de senaste åren. Till övervägande del har indata redovisat utfallet för fjärrvärmeanslutningar i befintlig bebyggelse. Den främsta anledningen till detta är att nybyggandet av småhus varit lågt den senaste femårsperioden. De småhus som ändå byggts är ofta utrustade med uppvärmningssystem från husfabrikanten. På senare tid har värmepumpar ofta installerats som "standarduppvärmning". Värmepumpsproducenterna har med aggressiv och framgångsrik marknadsföring lyckats etablera denna uppvärmningsform som ett av de alternativ som kommer i första hand vid val av uppvärmningsform i småhus. Leverantörer av fjärrvärme har inte samma möjligheter som tillverkare av alternativa uppvärmningssystem att påverka husfabrikanterna att välja just deras produkt. Ofta ligger exploateringsområden för småhusbebyggelse relativt långt från centrum och fjärrvärmenätet vilket ökar anläggningskostnaderna. Dessutom kan utbyggnaden, på grund av låg efterfrågan, ta lång tid i anspråk vilket innebär att fjärrvärmeföretaget blir fast i en situation där det bara finns någon enstaka kund långt ut i ett system med bristande leverans kvalitet på grund av värmeförluster som följd.

Den systemlösning som tillämpats för de undersökta småhusområdena är nästan uteslutande primär parallell inkoppling och flexibel fjärrvärmeledning som servisledning. Ett system avviker både i anslutningstyp och materialval, parallell sekundäranslutning med PEX-ledning.

4.1 Områdestyp

Av de områden som undersökts är övervägande delen anslutning av fjärrvärme i befintlig bebyggelse. Vid utbyggnad av fjärrvärme till exploateringsområden är förutsättningarna att bedriva anläggandet rationellt och till låg kostnad större än vid anslutningar till befintlig bebyggelse. Tre exploateringsområden finns med i studien.

Tabell 2 Antal projekt per områdestyp.

Hustyp	Antal projekt
Befintligt	26
Exploatering	3

4.2 Hustyp

Anläggningskostnaderna för fjärrvärme har bättre förutsättningar att bli låga om det är tätt mellan husen i området. I radhusbebyggelse finns möjligheten att ansluta fjärrvärme via en ledning som löper inomhus mellan lägenheterna eller i vindsutrymmet. Det finns även exempel på anslutningar där fjärrvärmeledningen hängts upp på husfasaden. För kedjehus kan byggnaden mellan bostadshusen användas för fjärrvärmecentralsinstallationen vilket också kan sänka anläggningskostnaden. Lösningen bör dock alltid vara långsiktigt riktig. I denna studie dominerar fristående hus.

Tabell 3 Antal projekt per hustyp.

Hustyp	Antal projekt
Fristående	22
Kedjehus	2
Radhus	2
Blandat	3

4.3 Anslutningsår

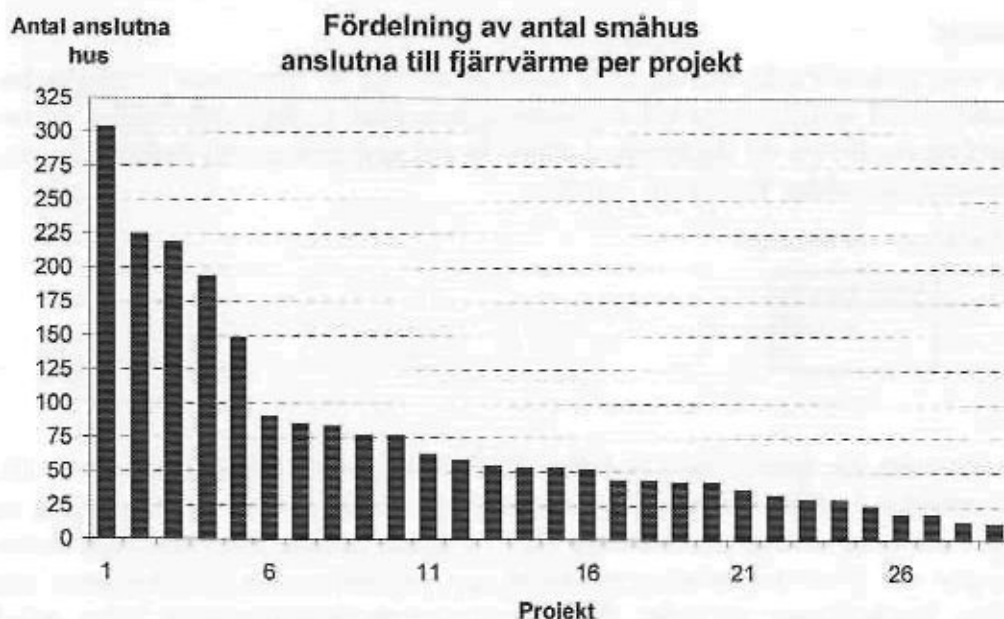
Studien har begränsats till att omfatta anslutningar som utförts under de senaste åren. Data som samlats in som behandlar äldre arbeten i småhusområden har inte tagits med. De flesta projekten är utförda under åren 1999 och 2000 vilket får anses vara representativt för tiden.

Tabell 4 Antal projekt och anslutna småhus redovisade efter anslutningsår.

Byggår	Antal projekt	Antal anslutna hus
1991	1	76
1994	1	225
1996	1	44
1997	2	56
1998	2	309
1999	11	759
2000	8	682
2001	3	69

4.4 Storlek per småhusområde

Antalet hus som kan anslutas i varje utbyggnadsetapp har betydelse för den totala kostnaden per ansluten enhet. Entreprenörens etablerings- och avvecklingskostnad är ungefär lika stor oavsett antalet enheter som ska anslutas. Bedrivs verksamheten i många små etapper ställs stora krav på organisationen så att inte onödiga transporter och väntetider uppstår.



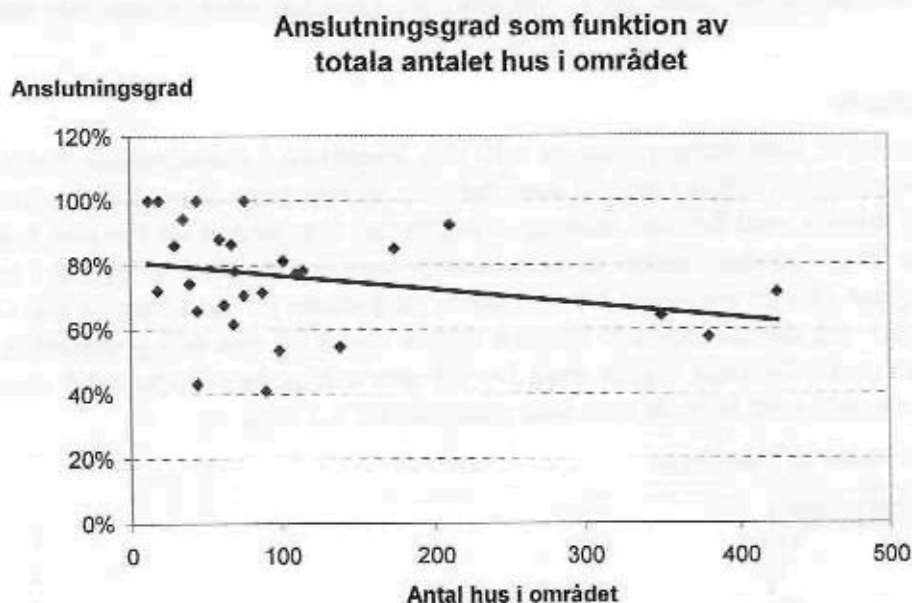
Figur 4 Fördelning av antal småhus anslutna till fjärrvärme per projekt.

Figur 4 visar hur många småhus som anslutits i de 29 områden som ligger till grund för rapporten. Antal anslutna småhus varierar mellan 303 och 12 stycken med ett medel på 77 hus per område.

4.5 Anslutningsgrad

Anslutningsgrad innebär antal hus som ansluts delat på totala antalet hus i området. Erfarenhetsmässigt påbörjas inte någon utbyggnad förrän intresset i ett område uppgår till ca 50 procent av de presumtiva kunderna (*Fjärrvärmeföreningens småhusdagar, Växjö 2001*). I samband med att arbetet med fjärrvärmeanslutningarna kommer igång ökar intresset bland gran-

nar och det är vanligt att några ytterligare anslutningar tillkommer. Genomsnittlig anslutningsgrad i de studerade områdena varierar mellan 40 och 100 procent.



Figur 5 Anslutningsgrad som funktion av totala antalet hus som finns i området.

För att öka anslutningsgraden marknadsförs fjärrvärme tillsammans med andra system, t ex bredband (*Fjärrvärmeföreningens småhusdagar, Växjö 2001*). Man har även i vissa enstaka fall haft möjligheten att ha en s k vilande anslutning, vilket innebär att förberedelser görs så att det bara är att koppla ihop servis och installera en fjärrvärmecentral vid ett senare tillfälle. Ofta är dock inte kostnaden så mycket större om en anslutning görs i ett senare skede och dessutom undviks risken för onödiga rundgångar med förhöjda returtemperaturer och ökade värmeförluster i ledningsnätet som följd.

4.6 Anslutningsprincip

Primär parallellkoppling används genomgående i moderna småhusanslutningar. När man jämför data från 1984 års "Fjärrvärme i småhusområden" kan man konstatera att det skett ett tekniskifte. Andelen sekundäranslutningar vid nyanslutning av småhus är numera nästan obefintlig. De alternativ och fördelar som sekundär anslutning kan erbjuda, t ex andra typer av ledning och tekniska lösningar såsom PEX rör, system för distribution av tappvarmvatten med en liten värmeväxlare för radiatorkretsen i varje hus s k GRUDIS-teknik etc, verkar inte ha fått något stort genomslag i branschen. De fördelar som PEX-ledningen traditionellt har haft jämfört med konventionell stål- eller kopparrörsledning, framförallt böjlighet och låg vikt, är inte tillräckligt stora för att uppväga nackdelarna med dyra och komplicerade skarvkopplingar och risken för syresättning av vattnet i systemet genom diffusion. Sekundära system har dessutom rykte om sig att vara svåra att göra effektiva bl a med risk för att få höga returtemperaturer i det primära fjärrvärmesystemet.

Tabell 5 Antal projekt per kopplingstyp.

Kopplingstyp	Antal projekt
Primär, parallell	28
Sekundär, parallell	1

I de fall där fjärrvärmecentralen specificerats dominerar prefabricerade centraler totalt. På marknaden finns ett antal tillverkare av fjärrvärmecentraler som utvecklat den prefabricerade

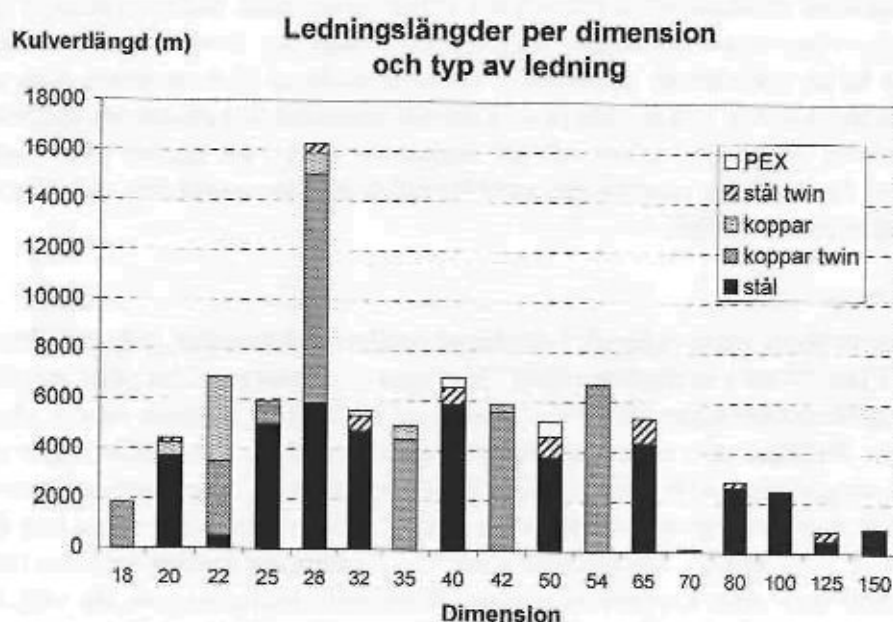
villacentralen så att installationen blir både utrymmessnål och enkel att utföra. Den P-märkning som de flesta tillverkare av fjärrvärmecentraler låter genomföra innebär att kunden, fjärrvärmeföretaget eller fastighetsägaren, får en väl definierad produkt med relativt hög minimistandard.

4.7 Material i mediarör

I de undersökta systemen är fördelningen mellan stål- och kopparrör i det närmaste 50/50. Vilka överväganden som avgjort vilket material som har valts är inte känt. Servisledningarna är till övervägande del utförda med flexibel ledning. Allmänt kan konstateras att flexibel ledning av koppar funnits längre på marknaden än motsvarande produkt av stål. Mediaröret i en flexibel stålörledning har klenare godstjocklek och annan stålqualität än motsvarande rårör med samma dimensioner. Ett standardrör DN 25 med måtten $D_y=33,7$ mm och godstjockleken 2,6 mm motsvaras av ett flexibelt stålör med $D_y=28$ mm och godstjockleken 2,0 mm. För kopparrör är motsvarande mått $D_y=28$ mm med godstjocklek 1,2 mm.

Tabell 6 Antal projekt per material i mediarör.

Mediarör	Antal projekt
Koppar	11
PEX	1
Stål	10
Blandat	7



Figur 6 Ledningslängd per dimension och typ av ledning.

Fördelningen mellan stål och koppar i de rördimensioner som används för servisledningar (dimensioner mindre än 32 mm) är också i stort sett jämn, 45 procent stål och 55 procent koppar (rörmeter). För grövre rördimensioner används i huvudsak stålör. Direktapplicerad fjärrvärmeledning av koppar tillverkas vanligtvis inte i dimensioner större än 88,9 mm på mediaröret. Tvillingrör av koppar finns i dimensioner upp till 2 x 54 mm mediarör. PEX-rör finns redovisat i det sekundärsystem som ingår i studien. De temperatur- och tryckbegränsningar som gäller för PEX-system (10 bar/95°C) gör att de inte används i primära fjärrvärmesystem.

4.8 Isoleringsmaterial

Polyuretanskum (PUR) dominerar som isoleringsmaterial oberoende av ledningsfabrikat och mediarörstyp. Möjligheterna att välja isoleringsmaterial är i stort sett obefintliga på grund av att de flesta tillverkare av fjärrvärmerör inte erbjuder några alternativ. Som blåsmedel används antingen cyklopentan eller koldioxid. Mineralull används uteslutande tillsammans med kopparrör och är fabrikspecifikt. Det isoleringsmaterial som benämns "Wirsbo" är förnäat polyetskum som används som isolering till PEX-rör.

Tabell 7 Antal projekt per valt isoleringsmaterial.

Isoleringsmaterial	Antal projekt
Mineralull	2
PUR	23
"Wirsbo"	1
Blandat	3

4.9 Entreprenadform

Delad entreprenad är den entreprenadform som används mest. I de fall där anledningen till att fjärrvärmeföretaget valt en viss entreprenadform redovisats uppges att delad entreprenad ger fjärrvärmeföretaget bättre kontroll över genomförandet av entreprenaden, materialval, kundkontakter etc.

Tabell 8 Antal projekt per entreprenadform.

Entreprenadform	Antal projekt
Delad entreprenad	23
Generalentreprenad	2
Totalentreprenad	4

4.10 Slutsatser om förutsättningar och systemlösningar

Då fjärrvärmeföretaget bestämt att gå in och erbjuda fjärrvärmeanslutning har man konsekvent arbetat med specifika, väl avgränsade områden. Detta arbetssätt är en förutsättning för att arbetet ska kunna bedrivas rationellt.

De undersökta småhusområdena är sinsemellan olika men respektive område är ganska homogent med avseende på hustyp, byggår etc. I de anslutna husen har uppvärmningssystemet varit vattenburet med undantag för två områden. Utan säkert statistiskt underlag antas typhuset för fjärrvärmeanslutning i befintlig bebyggelse vara uppfört under 1960-talet och från början utrustat med oljepannvärmning. Ofta har oljepannan kompletterats eller ersatts med elpatroner.

I vissa avseenden har en standard för småhusanslutningar utvecklats, parallellkoppling är t ex helt dominerande. Till serviser används genomgående flexibel ledning men valet av material varierar. Den flexibla ledningen har stora fördelar då ledningsdragningen sker i uppväxta villaträdgårdar. Systemet med leverans av flexibel ledning på "rulle", med en relativt lång ledning utan skarvar, gör dessutom att hanteringen blir rationell.

Då entreprenadformerna general- eller totalentreprenad tillämpas kan farhågor resas för entreprenörens förmåga att detaljstyra och bedöma kvaliteten på alla ingående moment i underentreprenaderna. En markentreprenör har i allmänhet liten erfarenhet av fjärrvärmerörmontage. Brister av denna art kan hanteras då beställaren själv har, eller kan skaffa, en god entreprenadkontrollfunktion. Övriga invändningar mot total- och generalentreprenader som anförts, exempelvis att kortsiktiga lönsamhetskrav inverkar menligt på anläggningens kvalitet, kräver

att underlagen för upphandling är noggrant utformade så priset inte blir det helt avgörande urvalskriteriet vid upphandling. Det finns exempel på entreprenadavtal som innebär att beställare och utförare delar på skillnaden mellan budgeterad och verklig kostnad efter utfört arbete. Eventuell vinst liksom eventuell förlust delas så att varken beställare eller entreprenör får hela vinsten eller får stå för hela förlusten efter genomförd entreprenad.



Tabell 1.1. Exempel på fördelning av vinst och förlust mellan beställare och utförare.

Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 120 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent högre än den budgeterade kostnaden. Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 80 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent lägre än den budgeterade kostnaden.



Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 120 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent högre än den budgeterade kostnaden. Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 80 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent lägre än den budgeterade kostnaden.

Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 120 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent högre än den budgeterade kostnaden. Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 80 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent lägre än den budgeterade kostnaden.

Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 120 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent högre än den budgeterade kostnaden. Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 80 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent lägre än den budgeterade kostnaden.

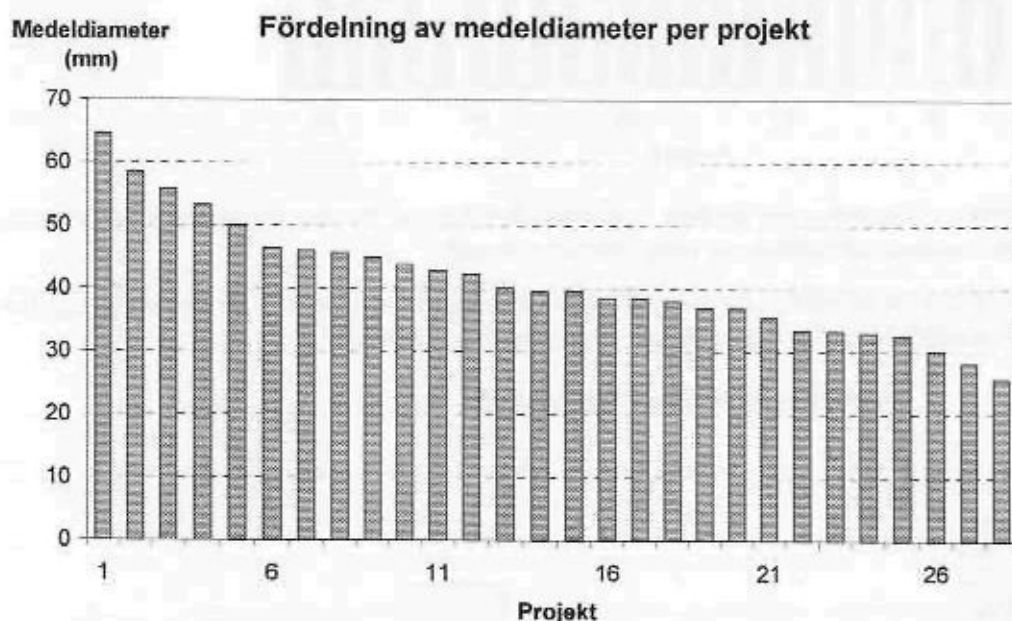
Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 120 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent högre än den budgeterade kostnaden. Om den budgeterade kostnaden för ett arbete är 100 000 kr och den verkliga kostnaden blir 80 000 kr, innebär det att den verkliga kostnaden är 20 procent lägre än den budgeterade kostnaden.

5 Värmeförluster

Värmeförluster beror av fyra parametrar, nämligen isoleringsgrad, temperaturnivå, ledningsgeometri och linjetäthet (Werner 1997). Det är lätt att få höga förluster i ett småhusområde genom en ofördelaktig kombination av de fyra parametrarna. Framtida förluster från nya anslutningar av småhusområden kan hållas nere med bättre isoleringsgrader genom användning av tvillingrör, lägre temperaturnivåer samt genom att undvika småhusområden med låga linjetätheter.

5.1 Medeldiametrar

Medeldiameter motsvaras av summan av rördimension gånger längd delat på total rörlängd i området.



Figur 7 Fördelning av medeldiameter per projekt.

Medeldiametern i de undersökta småhusområdena varierar mellan 26 och 65 mm med ett genomsnitt på 41 mm.

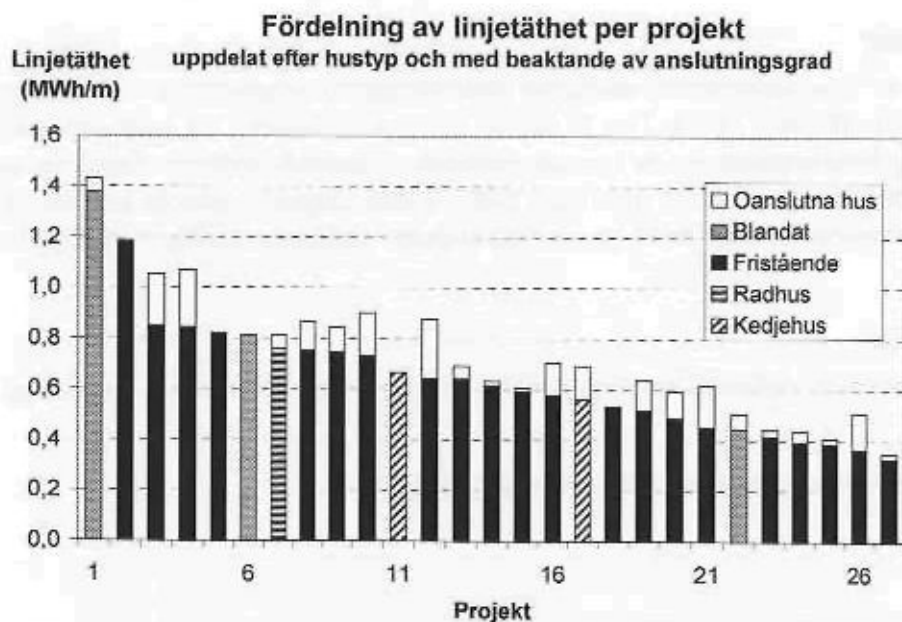
5.2 Linjetäthet

Med linjetäthet menas hur mycket värme som levereras per ledningslängd. Linjetätheten varierar i de studerade områdena mellan 0,33 och 1,38 MWh/m vilket stämmer väl överens med tidigare iakttagelser (Fjärrvärmeföreningen 1997). De högsta värdena uppnås i radhusbebyggelse. Medelvärde på linjetätheten för de undersökta systemen är 0,65 MWh/m och enligt Figur 8 är det få områden som har en linjetäthet över 0,8 MWh/m.

Om däremot anslutningsgraden hade varit 100 % i området, så skulle linjetätheten ha varierat enligt de vita staplarna i Figur 8. Den "potentiella linjetätheten" är beräknad enligt:

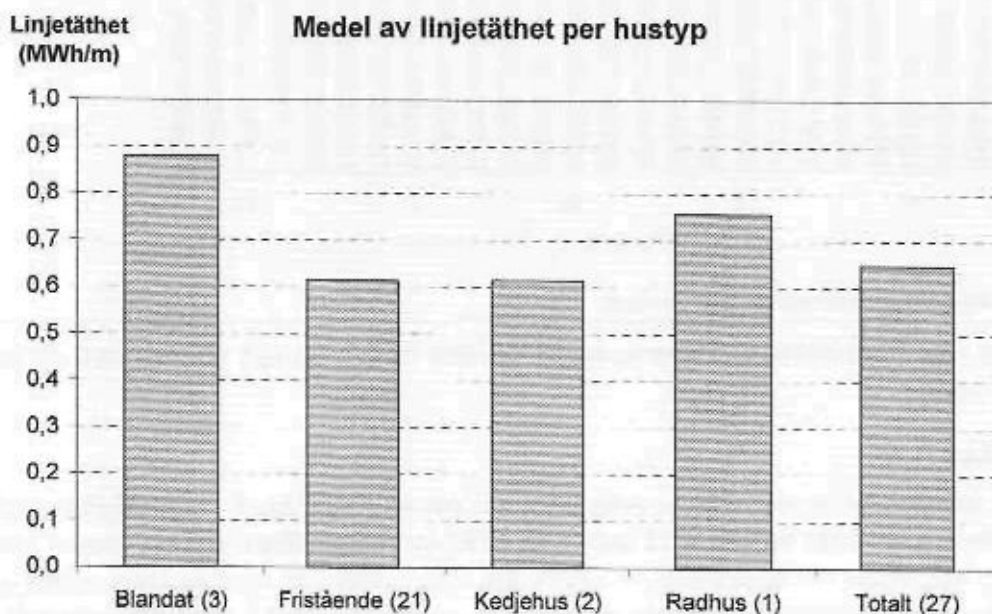
$$\text{Linjetäthet}_{\text{potentiell}} = \frac{\text{Värmeleverans} / \text{ansl.grad}}{\text{längd}_{\text{maturledn.}} + \frac{\text{längd}_{\text{servisledn.}}}{\text{ansl.grad}}}$$

Den "potentiella linjetätheten" ger en medelvärde på 0,73 MWh/m. Figur 3 visar att det tidigare var nybyggda småhus som anslöts till fjärrvärme. Detta gav en högre anslutningsgrad och därmed en högre linjetäthet i projekten, se även Figur 10.



Figur 8 Fördelning av linjetäthet per projekt, uppdelat efter hustyp. De vita staplarna visar linjetätthetens storlek om anslutningsgraden hade varit 100 % i området.

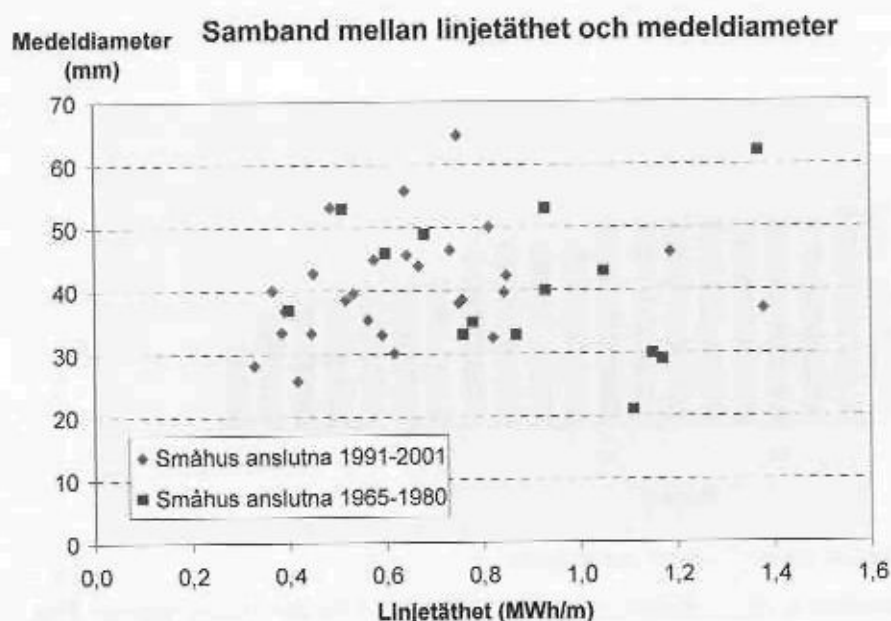
I Figur 9 nedan visas medelvärdet av linjetättheten för olika hustyper. Av 27 poster är 21 fristående hus och medelvärdet för denna grupp ligger på 0,61 MWh/m.



Figur 9 Medelvärdet av linjetättheten för olika hustyper.

Sambandet mellan linjetäthet och medeldiameter visas i Figur 10. Det finns endast ett svagt samband mellan dessa båda parametrar i just detta fall. För större rördimensioner fås ett logaritmiskt samband. Förutom indata för de projekt som ingår i denna studie så har punkter lagts in för 14 småhusområden som byggts mellan åren 1965-1980. De två decennier som gått mellan de båda serierna av indata har inte gett några tydliga förändringar av sambanden mellan linjetäthet och medeldiameter i småhusområden. Däremot är medelvärdet på linjetättheten högre för de områden som anslöts som nybyggnadsobjekt 1965-1980 jämfört med de småhus som anslutits 1991-2001, 0,88 respektive 0,65 MWh/m. Detta beror till stor del på det som

tidigare nämnts i samband med Figur 8, att förr var det i första hand nybyggda småhus som anslöts jämfört med befintliga hus idag. Dessutom är det ju de "bästa" områdena som ansluts först.



Figur 10 Samband mellan linjetäthet och medeldiameter för 27 områden. Jämförelse görs även med insamlade data i byggforskningsprojektet "Fjärrvärme i småhusområden" (Isaksson, Nordström m fl 1984).

5.3 Isoleringsstandard

Isoleringsklass "serie 2" har blivit defacto-standard i fjärrvärmebranschen i Sverige. Detta beror på att rör med denna isoleringsklass lagerhålls av tillverkarna. Andra isoleringsklasser måste tillverkas efter särskild beställning vilket leder till längre leveranstider. Isoleringsklassningen är inte helt relevant då fjärrvärmeledningen är utförd med dubbelrör (twinledning). Denna konstruktion är bättre ur värmeförlustsynpunkt än motsvarande enkelrörsledning. De flexibla ledningskonstruktionerna har något sämre isoleringsegenskaper än stela rör med samma dimensioner. Den sämre isolerförmågan beror på att PUR-skummet har ett högre värmeledningstal (ca 0,004 W/m²K) och att yttermanteln är tunnare för att bättre kunna följa med då ledningen böjs vid förläggningen.

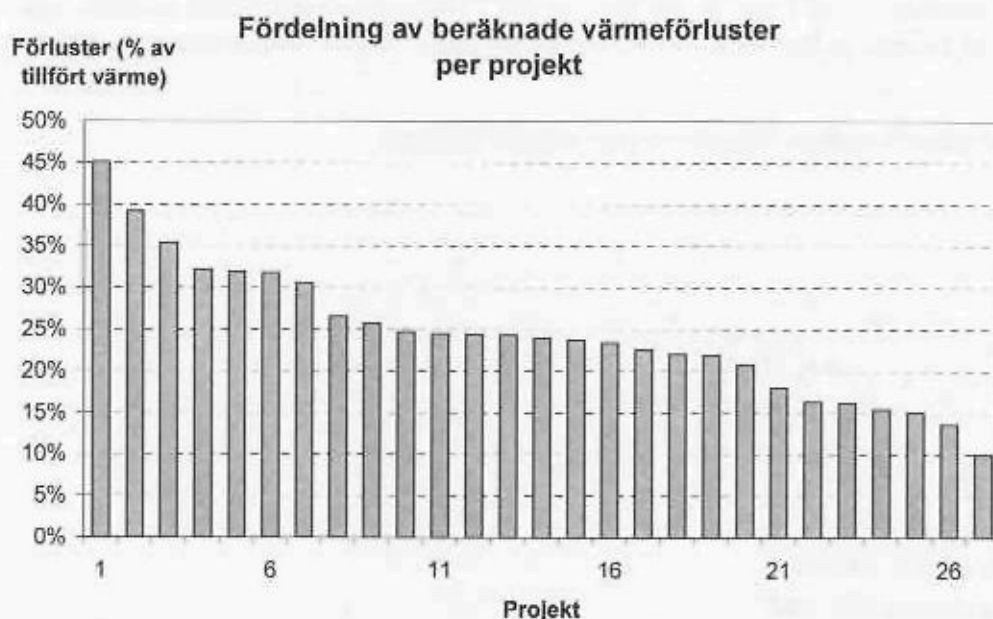
Tabell 9 Antal projekt per isoleringsstandard.

Isoleringsklass	Antal projekt
Serie 1	1
Serie 2	11
Twin	7
Twin + serie 2	10

Inte i något av de projekt som ingår i studien används serie 3, som är en gångbar väg att minska värmeförluster. Däremot används till viss del flexrör som har en "sämre" isoleringstjocklek än serie 2. Detta särredovisas dock inte i Tabell 9.

5.4 Beräkning av värmeförluster

Med utgångspunkt från den formel för värmeförlustberäkning som finns redovisad i rapporten "Fjärrvärme till småhus" (Werner 1997) har förlusterna i de redovisade systemen beräknats.



Figur 11 Fördelning av beräknade värmeförluster per projekt.

Beräkningarna visar en variation i värmeförluster mellan 10 och 45 % av tillfört värme. Det effektiva genomsnittet blir 21 % vilket totalt för dessa projekt motsvarar 12,7 GWh i förluster enligt gjorda beräkningar. Tidigare redovisade mätningar på värmeförluster i småhusområden uppvisar värden mellan 6 och 31 % (Isaksson, Nordström m fl 1984).

Med utgångspunkt från redovisade data på levererad energi, linjetäthet, isoleringsgrad och isolationsklass kan konstateras att de system som har låga förluster har bättre isoleringsklass och/eller högre linjetätheter än de system som har höga förluster. Fjärrvärmesystemets gradtidtal har också relativt stor inverkan på förlustsiffrorna. I beräkningarna har använts de senast redovisade gradtidtalen för respektive system (FVB-projekt). För de system där uppgifter på gradtidtal saknas har medelvärdet för Sverige använts (520 000 °Ch). Ett effektivt fjärrvärmesystem med låga temperaturnivåer och därmed lågt gradtidtal inverkar naturligtvis positivt på förlustsiffrorna förutsatt att kvaliteten på framledningstemperaturen till kunderna kan upprätthållas för att motsvara komfortkravet på varmvatten under sommaren då temperaturfallet blir stort.

Om värmeförlusterna i system med de nu aktuella förutsättningarna kan sänkas med en fjärdedel, d v s knappt 3,2 GWh, vilket är fullt möjligt med känd teknik, innebär det att med ett medelpris på 250 kr per producerad MWh ges utrymme för att investera ca 13,5 Mkr (4 % realränta och 30 års ekonomisk livslängd) i bättre teknik ur värmeförlustsynpunkt utan att total-kalkylen för projekten förändras i stort.

5.5 Slutsatser om värmeförluster

De höga värmeförlusterna och svårigheterna att få rätt kvalitet på framledningstvattnet sommartid i kombination med höga anläggningskostnader har varit de primära argumenten för att inte ansluta småhus till fjärrvärme. Då det under senare tid skett en ökning i antalet småhusanslutningar har valet av ledningstyp och förläggningssätt styrts med hänsyn till värmeförluster. För att minimera förlusterna med tillgänglig teknik är dubbelrörsledning (twinrör) att föredra framför enkelrör. Antalet områden med twinrör som servisledningar är 12 av 29 undersökta områden. De flexibla servisledningarna är som tidigare konstaterats sämre ur isolc-

ringssynpunkt på g a tunn isolering. Relativt sämre värmeomgångstal och ur isoleringssynpunkt ofördelaktig geometri medverkar till ökade värmeförluster (Werner 1997).

Beträffande linjetätheten är det troligen andra ekonomiska avväganden än en betraktelse av värmeförlusterna i systemet som avgör om området ska anslutas eller inte. När det gäller de uppgifter om tillförd energi som finns i studien så har inget av de primärt anslutna områdena mätt upp den tillförda energin. De uppgifter som finns redovisade är uppskattade utifrån schablonmässiga beräkningar med hela fjärrvärmenätets värmeförlust som bas.

Ytterligare en förklaring till att den delade entreprenaden används i så stor grad kan vara att det är lättare att väga in långsiktiga ekonomiska konsekvenser, som t ex värmeförlustens storlek. För en total- eller generalentreprenad spelar det större roll att själva anläggningen blir kostnadseffektiv än att systemet i det långa loppet får små värmeförluster.

6 Effektiv bredd

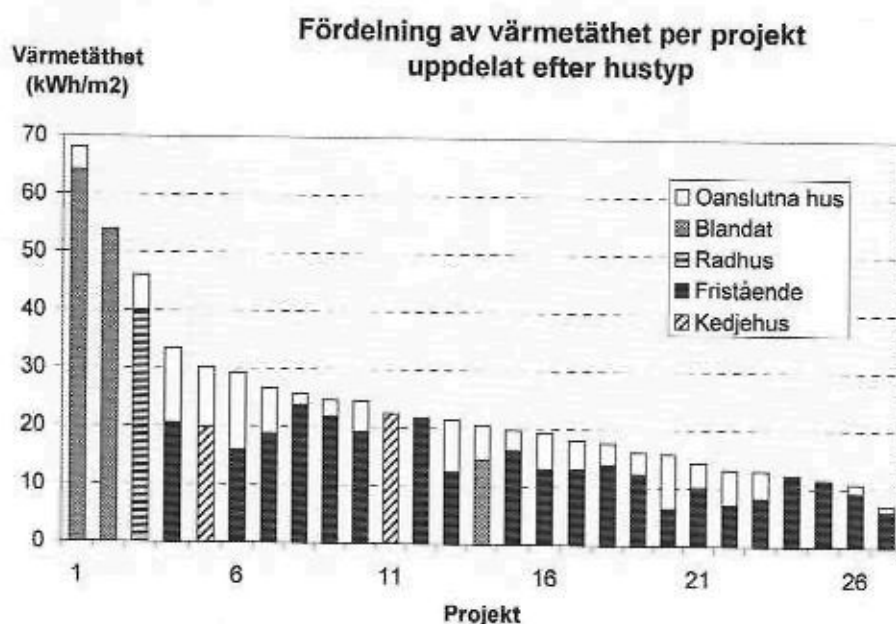
För att fjärrvärme ska vara en lönsam affär ställs krav på hur mycket värme som levereras per ledningslängd samt värmeleverans per områdesyta. Begreppet "effektiv bredd" är ett mått på hur väl fjärrvärmeledningar täcker ett givet område. För att erhålla linjetätheten för ett område krävs att ledningssträckningen definieras. I planeringsstadiet av ett anslutningsprojekt har man ofta bara tillgång till värmetätheter i kWh per m² markyta. Sambandet mellan linje- och värmetäthet är:

$$\text{Linjetäthet} = \text{Effektiv bredd} * \text{Värmetäthet}$$

Den effektiva bredden är ett abstrakt mått som kan symboliseras med en rektangel. Höjden av rektangeln utgörs av den samlade längden av fjärrvärmeledningar, medan basen utgörs av den effektiva bredden (Werner 1997).

6.1 Värmetäthet

Ett områdes värmetäthet motsvaras av värmeförbrukning per markyta och är ett traditionellt planeringsinstrument inom fjärrvärmebranschen. Ett område med hög värmetäthet är attraktivt att ansluta till fjärrvärme. De färgade staplarna i Figur 12 visar värmetätheten för de hus i området som anslutits till fjärrvärme, medan hela stapeln visar områdets faktiska värmetäthet enligt definitionen.



Figur 12 Fördelning av värmetäthet per projekt.

De 26 områden som presenteras i Figur 12 har en värmetäthet som varierar mellan 68 och 7 kWh/m². Skillnaden är alltså nästan tio gånger mellan det område som har högst respektive lägst värmetäthet. Med tanke på att det är områden med blandad bebyggelse som har ojämförligt högst värden skulle det kunna vara så att ett större hus har letat sig in mellan småhusen och därmed ger en högre leverans av värme på samma yta. De områden som har höga värmetätheter har många småhus på en liten yta, vilket ju är förnuftigt ur fjärrvärmesynpunkt då ledningarna även bör bli korta och därmed ge en hög linjetäthet.

6.2 Effektiv bredd

Effektiv bredd är ett mått på hela områdets förmåga att jobba och definieras som ett områdes värmtäthet delat med "potentiell linjetäthet", d v s en anslutningsgrad på 100 % förutsätts. Dessutom görs antagandet att det endast är längden på servisledning som ökar vid en högre anslutningsgrad i ett område. Den effektiva bredden kan då uttryckas som:

$$B = \frac{A}{l_m + \frac{l_s}{a}}$$

B - effektiv bredd

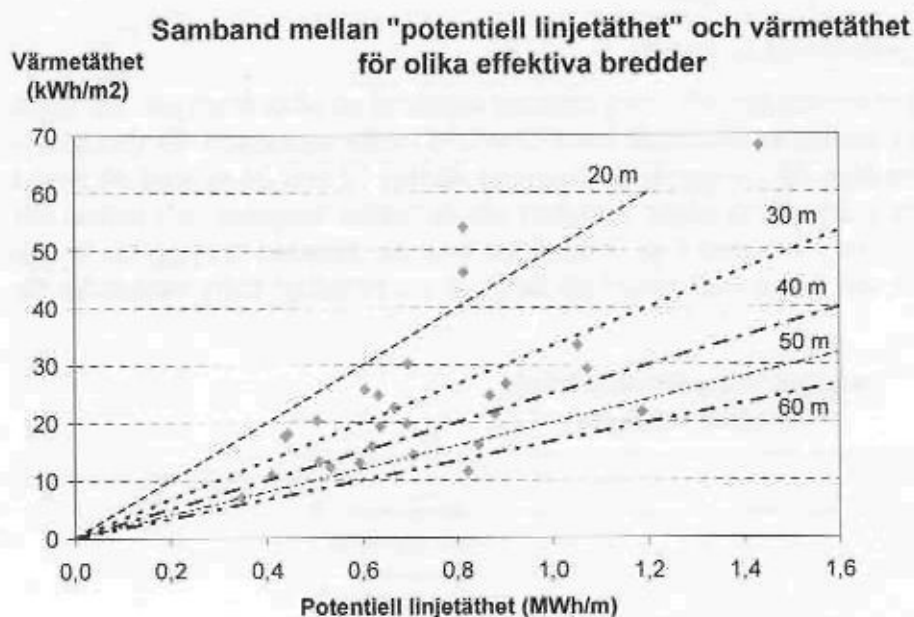
A - områdesarea

l_m - längd matarledning

l_s - längd servisledning

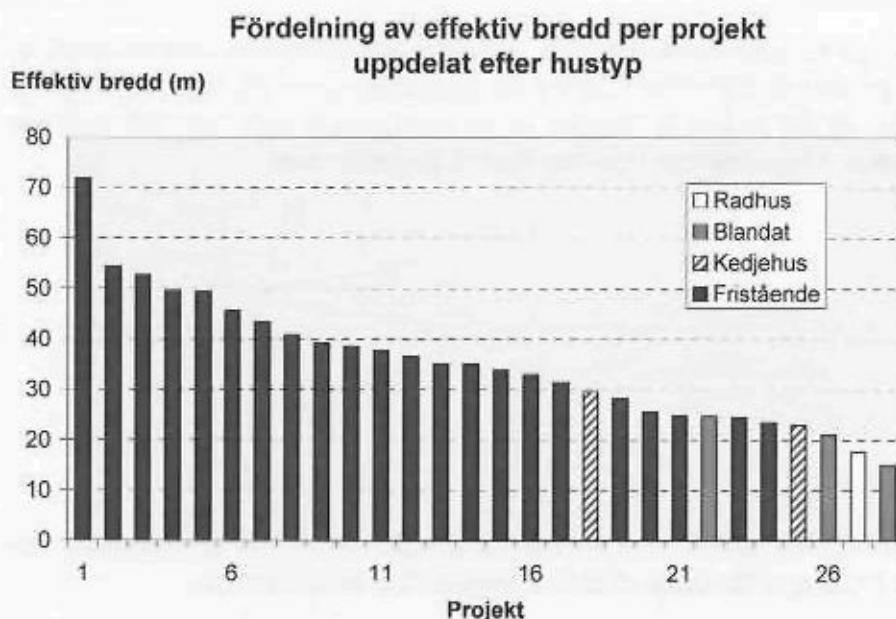
a - anslutningsgrad

Sambandet mellan "potentiell linjetäthet" och faktisk värmtäthet hos 27 av de studerade områdena redovisas i Figur 13. Linjer för olika effektiva bredder har även lagts in.



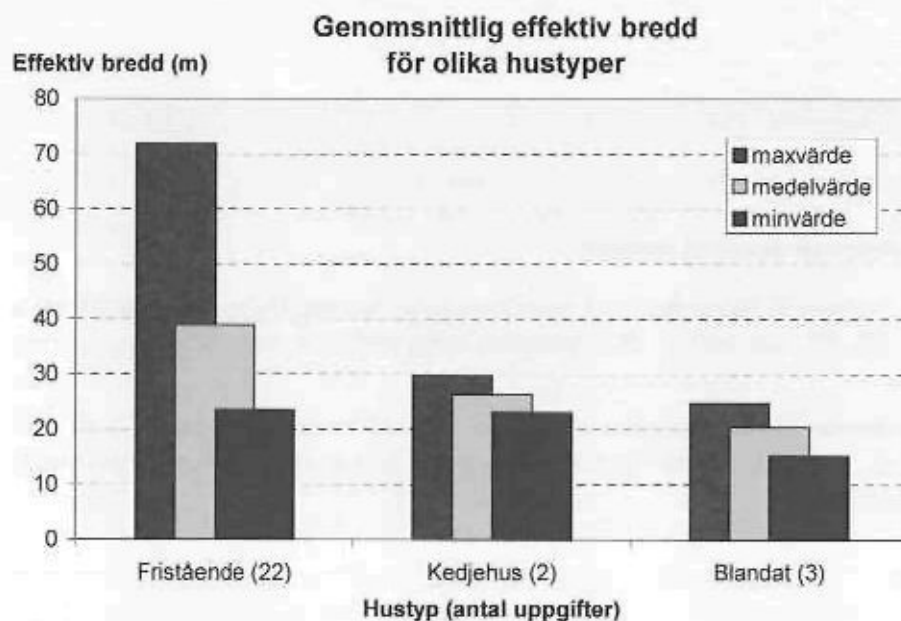
Figur 13 Samband mellan "potentiell linjetäthet" och faktisk värmtäthet med linjer för olika effektiva bredder inlagda (20, 30, 40, 50 och 60 m). Den potentiella linjetätheten motsvaras av en 100-procentig anslutningsgrad.

Den effektiva bredden varierar för 27 områden mellan 72 och 15 m enligt Figur 14 och medelvärdet uppgår till 35 m. Om det högsta värdet undantas så är variationen i effektiv bredd ganska jämn för övriga områden.



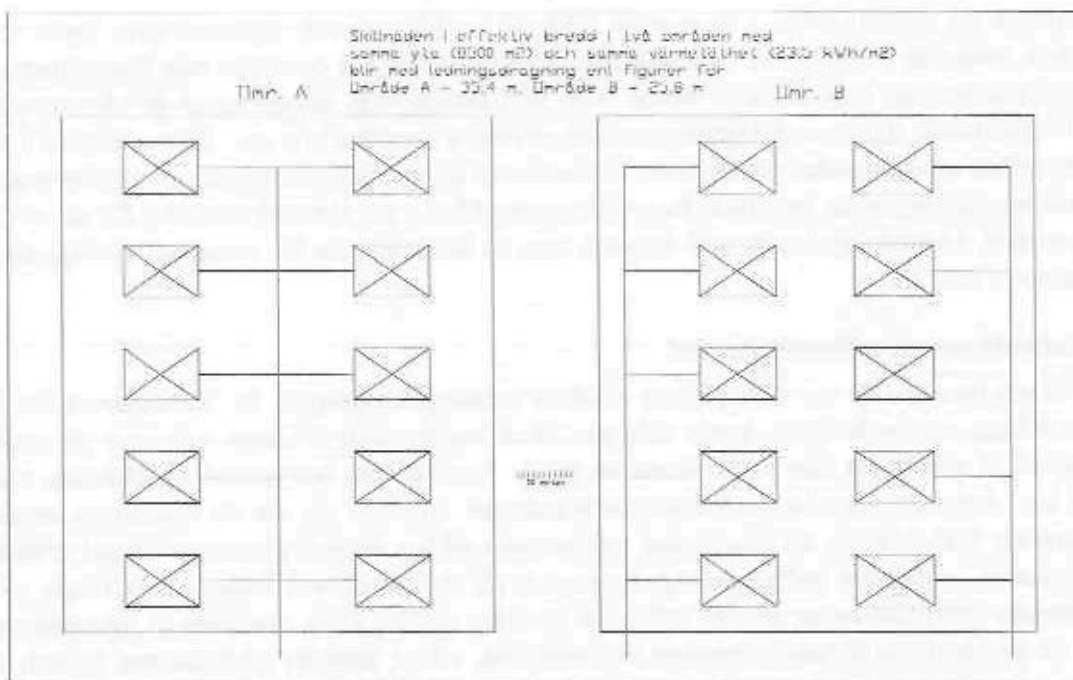
Figur 14 Fördelning av effektiv bredd per projekt.

I Figur 14 och Figur 15 redovisas den effektiva bredden uppdelad på olika hustyper. De flesta av områdena som ingår i studien är fristående hus (22 av 29) varför underlaget för den hustypen är gott. Effektiva bredden för fristående hus varierar mellan 72 och 24 m med ett medel på 39 m. Däremot är det svårt att dra några slutsatser när det gäller kedjehus och radhus där det endast finns 2 respektive 1 område. I de 3 områden som har blandad bebyggelse är den effektiva bredden 25, 21 och 15 m med medel på 20 m, d v s betydligt lägre värden än för fristående hus.



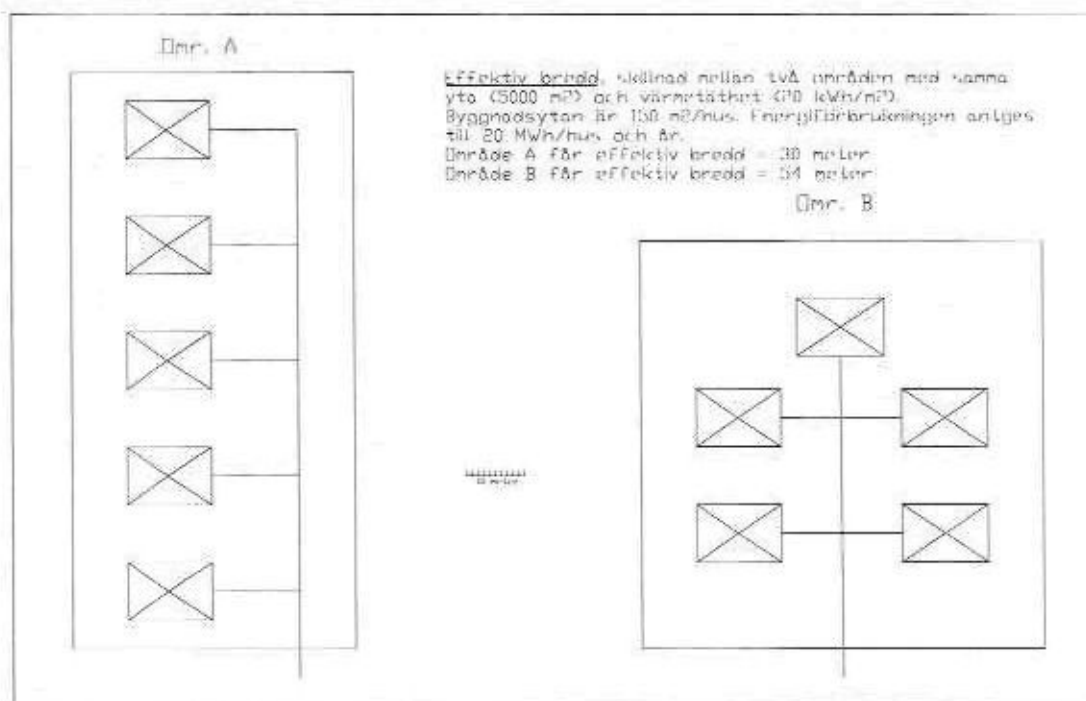
Figur 15 Genomsnittlig effektiv bredd för olika hustyper.

Figur 16 illustrerar storleksordningen på skillnaden i effektiv bredd mellan två i övrigt identiska områden där man i område B inte kunnat utnyttja dubbelsidig anslutning utan fått förlägga två distributionsledningar.



Figur 16 Skillnad i effektiv bredd beroende på ledningsdragning i två i övrigt identiska områden.

Det är alltså områdets geografiska utbredning och hur fjärrvärmeledningarna till och inom respektive fastighetsbestånd är förlagda som tillsammans med anslutningsgraden avgör den effektiva bredden. Figur 17 illustrerar hur den effektiva bredden varierar för områden med samma värmetäthet men olika utseende.



Figur 17 Variation hos effektiv bredd i områden med olika geografiskt utseende.

Ledningsdragningen i område A kallas ibland "kamförläggning", med serviser enbart på ena sidan. Förläggningen enligt område B kan då betecknas som "trädförläggning".

Det är viktigt att notera att de i begreppet effektiv bredd ingående parametrarna linje- och värmtäthet inbördes förhållande är avgörande. Hög värmtäthet och/eller hög linjetäthet innebär inte automatiskt hög effektiv bredd. Det är i system där linjetätheten är så stor som möjligt i förhållande till värmtätheten som den effektiva bredden blir stor. Detta innebär i sin tur att det alltid, oavsett andra parametrar, är motiverat att vid projekteringen av anslutningarna i fjärrvärmeutbyggnaden betrakta den effektiva bredden i det aktuella området för att ordna så att systemet används optimalt och därmed minska kostnaderna för material, förläggning, värmeförluster etc.

6.3 Slutsatser om effektiv bredd

Den effektiva bredden är ett mått på hur effektiv ledningsdragningen är. Variationen för de småhusområden som redovisats beror dels på vilken hustyp som anslutits och dels på områdets geografi. I allmänhet kan konstateras att av de företag som har redovisat underlag med kartor så har den som projekterat ledningssträckningen vinnlagt sig om att minimera antalet ledningsmeter. Det tål dock att ytterligare understryka vikten av god planering för att effektivisera systemet, minimera ledningsdragningen och på så sätt få ned både investerings- och driftskostnader. En jämförelse av den effektiva bredden mellan olika områden är inte relevant utom då de geografiska förutsättningarna är exakt lika, vilket framgår av figurerna 16 och 17 ovan. De i denna studie redovisade uppgifterna kan användas för att få en uppfattning om vilken storleksordning den effektiva bredden kan ha. Nyckeltalet effektiv bredd används sedan för att jämföra alternativa ledningsdragningar inom samma område.

7 Anläggningskostnader

Vad kostar det då att ansluta ett småhus till fjärrvärme? De uppgifter som redovisas i denna studie inbegriper fjärrvärmeföretagets kostnad för att anlägga nät och kostnader för installation av fjärrvärmecentraler.

7.1 Kalkylförutsättningar

De förutsättningar som ligger bakom investeringarna i fjärrvärmeanslutningar till småhus varierar naturligtvis mellan fjärrvärmeföretagen. Denna studie har inte ställt frågan om vilka bevekelsegrunder som ligger bakom investeringarna. Det finns ett antal skäl att erbjuda fjärrvärmeanslutning, exempelvis en från ägarna uttalad miljöprofil där en produktionsanläggning med ett mer miljövänligt bränsle kan användas. Ett relativt lågt produktionspris för energin som kan ge kunden en lägre total energikostnad än de alternativa uppvärmningsformerna men ändå generera överskott i produktionsledet är ett annat incitament för anslutning i värmeglesa områden. Det finns även fall där produktionsapparaten utnyttjar spillvärme och man tidvis har ett överskott i produktionen som annars måste kylas bort på annat vis.

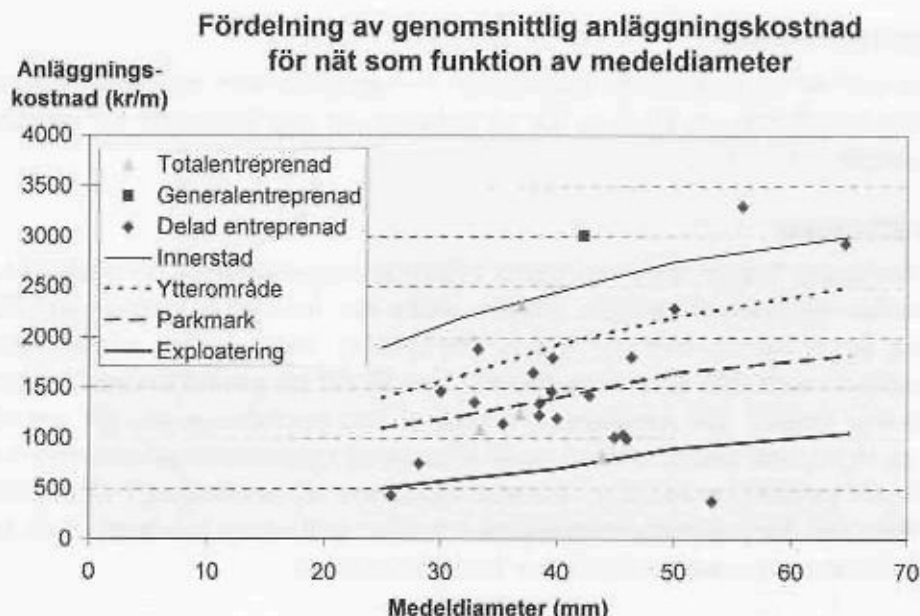
7.2 Kapitalkostnader för fjärrvärmeledningar

Kapitalkostnaden för fjärrvärmeledningar kan hållas nere genom låga anläggningskostnader samt höga linjetätheter, som dels erhålls genom en effektiv ledningsdragning och dels genom anslutning av områden med höga värmtätheter. Såväl värmeförluster som kapitalkostnaden för distributionsnätet beror av linjetätheten (Werner 1997).

7.3 Anläggningskostnader för nät

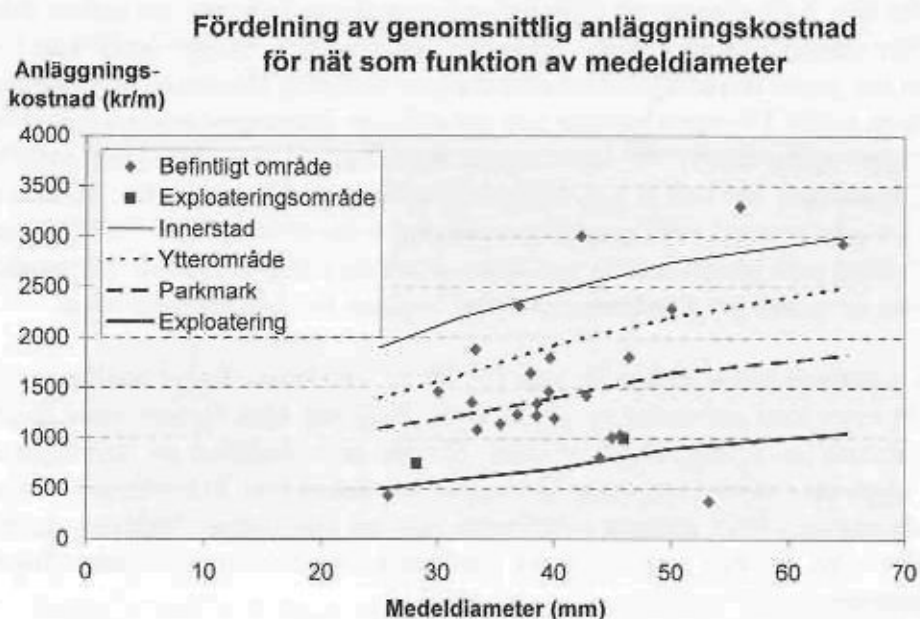
De avtal som småhuskunden erbjudits varierar från ort till ort. Denna studie har inte omfattat variationer i avtal, det bör dock noteras att anläggningskostnaderna kommer att variera kraftigt beroende på vilka alternativ som kunden erbjudits och utnyttjat. Skillnaderna kan t ex bestå av erbjudanden om gratis utrivning och bortforsling av befintlig oljepanna och oljetank, anslutning av bredband, kabel-TV, egna insatser t ex grävning av ledningsschakt på egen tomt etc som minskar anläggningskostnaden för fjärrvärmeanläggningen. Logistiken kring utförandet av fjärrvärmeanläggningen har också betydelse för kostnaderna för projektet. Studier av enskilda utbyggnadsprojekt visar på möjligheten att reducera transporter med 30 % (Hanna 1999). En brännande fråga som påverkar anläggningskostnaderna i hög grad är de kommunala reglerna för asfaltering där priset per kvadratmeter asfalt i många fall blir orimligt höga.

Den genomsnittliga anläggningskostnaden för nät för 26 av områdena ligger mellan extremerna 3 300 och 370 kr/m med ett medel på 1 500 kr/m. Följande fyra figurer visar fördelningen av den genomsnittliga anläggningskostnaden för nät som funktion av ledningarnas medeldiameter och uppdelat i olika kategorier. Dessutom är värden från Fjärrvärmeföreningens "Kulvertkostnads katalog 1997" inlagda i figurerna som en jämförelse. Studeras de fyra figurerna rent allmänt syns en viss ansamling av punkter kring kulvertkostnads katalogens kostnadslinje för parkmark.



Figur 18 Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät (kr/m) som funktion av medeldiameter (mm) och uppdelat i entreprenadform. Dessutom har kostnader för anläggning i olika typer av områden lagts in i figuren (Fjärrvärmeföreningen 1997).

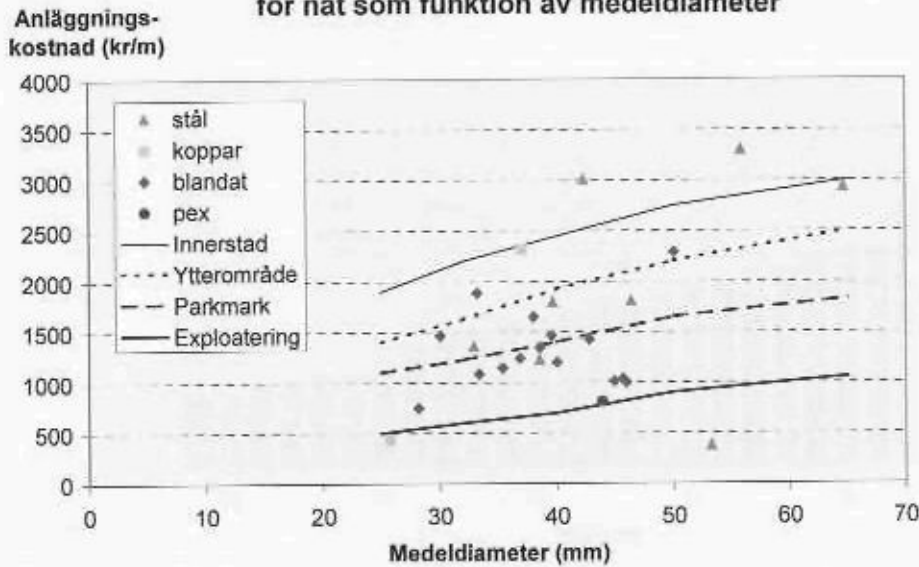
Som tidigare nämnts har företagen använt sig av delad entreprenad i de flesta av projekten. Det är också den delade entreprenaden som har både högst och lägst anläggningskostnader räknat i kr/m. Det projekt som använt sig av generalentreprenad och redovisat sina kostnader för nätet har näst högst anläggningskostnad.



Figur 19 Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät som funktion av medeldiameter och uppdelat i befintligt eller exploateringsområde. Dessutom har kostnader för anläggning i olika typer av områden lagts in i figuren (Fjärrvärmeföreningen 1997).

De två exploateringsområden som ingår i denna studie återfinns i Figur 19 bland de områden som har lägst genomsnittlig anläggningskostnad i kr/m, vilket inte är särskilt överraskande.

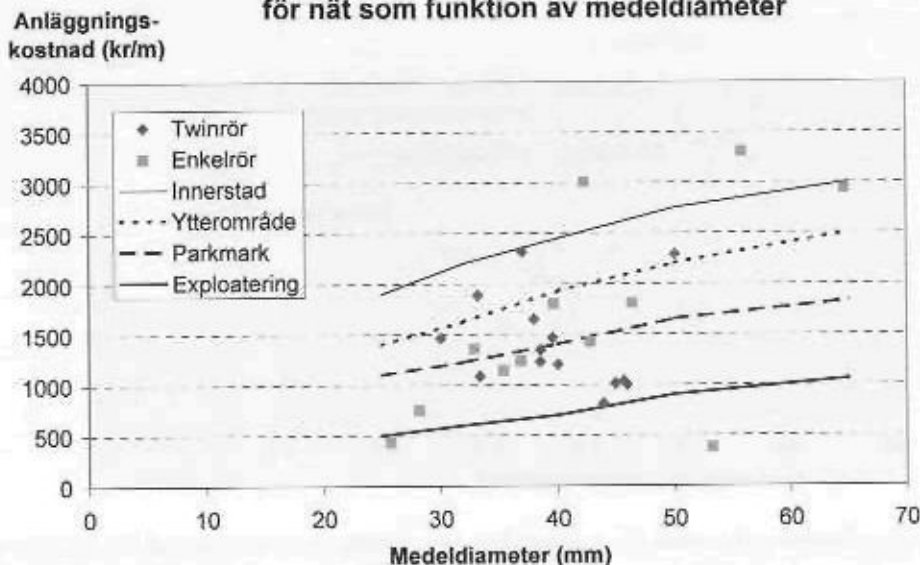
Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät som funktion av medeldiameter



Figur 20 Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät som funktion av medeldiameter och uppdelat i använda rörmaterial. Dessutom har kostnader för anläggning i olika typer av områden lagts in i figuren (Fjärrvärmeföreningen 1997).

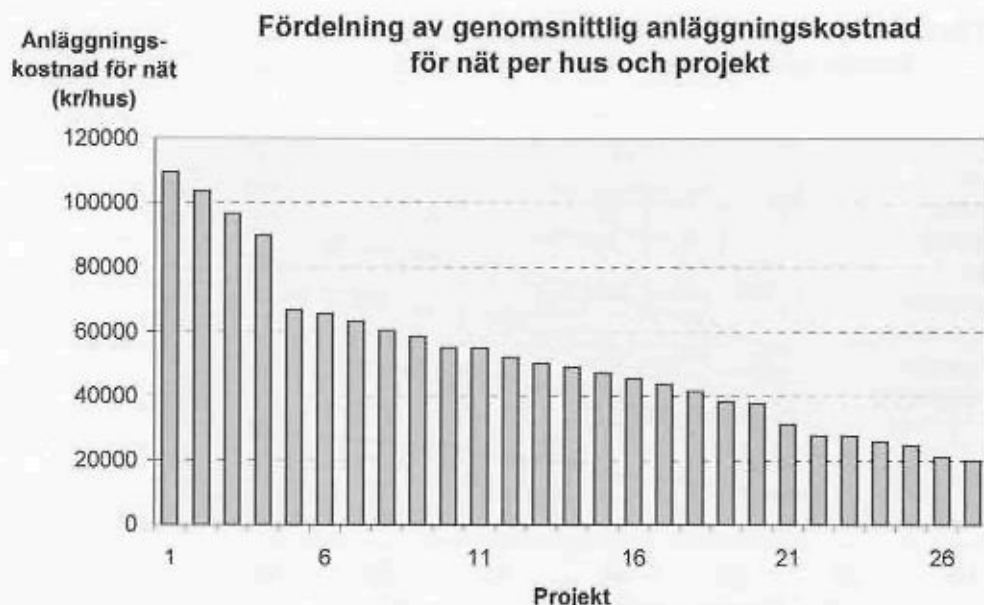
De tre projekt som har högst kostnader för nätet har alla använt sig av stålrör och enkla sådana enligt Figur 20 och Figur 21. Studeras även tidigare figurer ses att det handlar om anslutning av befintliga områden medan däremot typen av entreprenad skiljer sig åt. Dessutom är det område som har uppgett lägst kostnad per meter ledning av samma slag.

Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät som funktion av medeldiameter



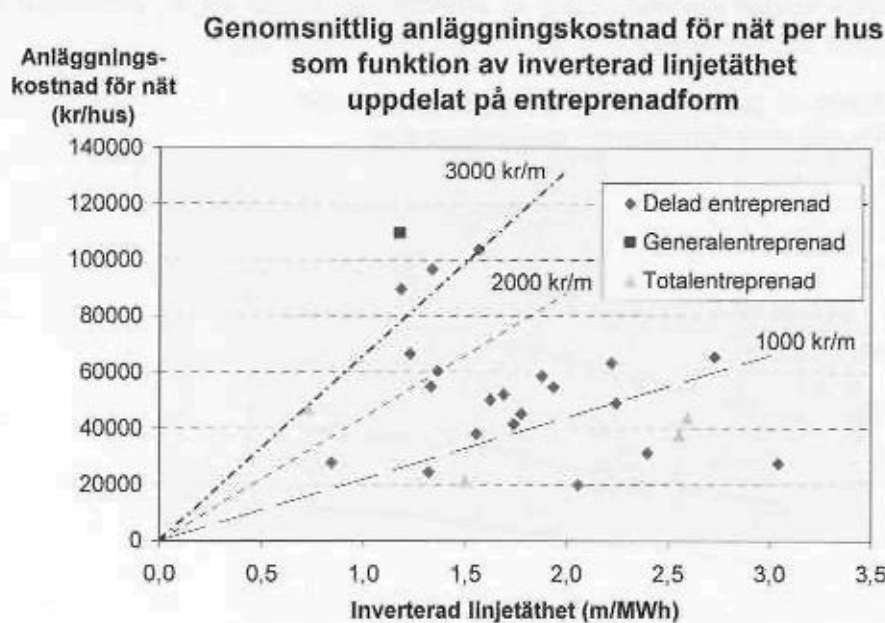
Figur 21 Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät som funktion av medeldiameter och uppdelat efter om twinrör har använts eller inte. Dessutom har kostnader för anläggning i olika typer av områden lagts in i figuren (Fjärrvärmeföreningen 1997).

De projekt som använt enbart enkelrör är de projekt som haft både högst och lägst anläggningskostnad enligt Figur 21.



Figur 22 Fördelning av genomsnittlig anläggningskostnad för nät per hus och projekt.

Anläggningskostnad för nät uppdelat efter antalet anslutna hus per projekt ligger mellan 110 000–20 000 kr/hus med medel på 52 000 kr/hus. Spridningen är väldigt stor och förklaras med skillnaden i redovisningsteknik för de olika företagen. Här kunde kanske det utskickade frågeformuläret varit tydligare för att uppnå ett mer likformigt sätt att redovisa kostnaderna.

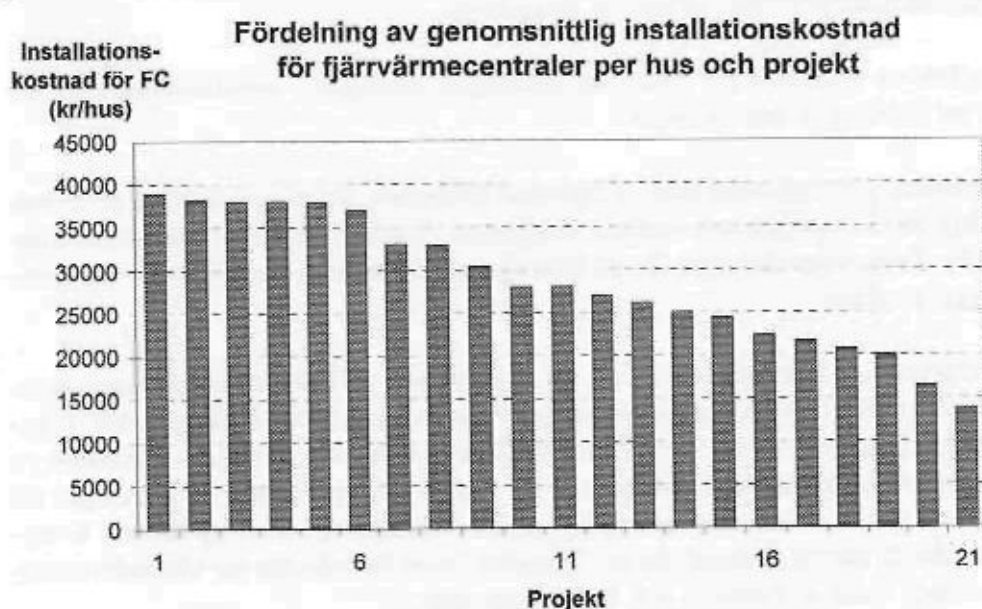


Figur 23 Genomsnittlig anläggningskostnad för nät per hus som funktion av inverterad linjetäthet och uppdelat på entreprenadform. Linjer har även lagts in för att tydliggöra motsvarande kostnad per meter. Medelvärden för energiförbrukning (22 MWh/hus) samt ledningslängd (38 m/hus) har då använts.

De flesta projekten har utförts som delad entreprenad, vilket nämns i kapitel 4.9. Argumentet för denna entreprenadform har varit att fjärrvärmeföretaget vill ha större möjligheter att påverka exempelvis utförande och olika detaljlösningar under byggprocessen.

7.4 Installationskostnader för fjärrvärmecentraler

I de uppgifter som redovisats angående investeringskostnaden för fjärrvärmecentraler känns materialet osäkert. Kostnader för fjärrvärmecentralen har redovisats i 21 av de 29 indataprojekten och i vissa fall sätts likhetstecken mellan den anslutningsavgift som kunden fått betala för sin fjärrvärmeanslutning och anläggningskostnaden för samma central. Osäkerheten i data kan bero på att kostnaderna redovisas i olika delar av organisationen. Ägarförhållandet i fjärrvärmecentralen och entreprenadformen påverkar naturligtvis också hur kostnaderna redovisas. I denna studie har inte närmare utretts vilka förhållanden som gäller för de redovisade uppgifterna.



Figur 24 Fördelning av genomsnittlig installationskostnad för fjärrvärmecentraler per hus och projekt.

Den genomsnittliga installationskostnaden för fjärrvärmecentraler varierar mellan 38 850 och 13 800 kr/hus med ett medelvärde på 28 450 kr/hus, baserat på uppgifter från 21 projekt.

7.5 Slutsatser om anläggningskostnader

I de inlämnade uppgifterna finns en osäkerhet i hur de olika delkostnaderna för respektive projekt redovisas. Av naturliga orsaker varierar naturligtvis redovisningen från företag till företag. Olika organisation, entreprenadform och mängd av eget arbete skapar skillnader i hur utfallet presenteras. Mest vildvuxen är redovisningen av kostnader för fjärrvärmecentralerna. Där utbyggnaden genomförts som total- eller generalentreprenader har inte heller entreprenören någon speciell anledning att särredovisa olika kostnader. Om branschen upplever ett behov av att få ett verktyg för att direkt kunna jämföra anläggningskostnaderna mellan de olika företagen bör man skapa en redovisningsmall så att de kostnader som ingår i projekten redovisas på samma sätt i hela landet.

8 Slutsatser

Denna studie är den första samlade betraktelsen av vilka tekniker och material som används för anslutning av fjärrvärme i värmeglesa områden som utförts sedan mitten på 1980-talet. I studien ingår ett stort urval av de fastigheter som anslutits under de senaste åren.

Förutsättningen för att arbetet med nyanslutning av värmeglesa områden ska kunna bedrivas rationellt är att man arbetar med specifika, väl avgränsade områden och att anslutningsgraden närmar sig 50 %. De undersökta småhusområdena är sinsemellan olika men respektive område är ganska homogent med avseende på hustyp, byggår etc.

I vissa avseenden har en standard för småhusanslutningar utvecklats, parallellkoppling och serviser med flexibel ledning är dominerande.

Då entreprenadformerna general- eller totalentreprenad tillämpas, finns tveksamhet inför entreprenörens förmåga att detaljstyra och bedöma kvaliteten på alla ingående moment i underentreprenaderna. Det finns även farhågor för att kortsiktiga lönsamhetskrav ska inverka negativt på anläggningens kvalitet.

De höga värmeförlusterna och svårigheterna att få rätt kvalitet på framledningsvattnet samtidigt i kombination med höga anläggningskostnader har historiskt varit de primära argumenten för att inte ansluta småhus till fjärrvärme. Miljöargument, den rådande prisbildningen på energi och de övriga erbjudanden som villaägaren får har ökat efterfrågan på fjärrvärme till småhus. Beräkningar visar att värmeförlusterna i systemet fortfarande, trots ny teknik, är stora. Studien visar att det är andra ekonomiska avväganden än en betraktelse av värmeförlusterna i systemet som avgör valet av material och förläggningssätt.

Ytterligare en förklaring till att den delade entreprenaden används i så stor grad kan vara att det är lättare att väga in långsiktiga ekonomiska konsekvenser, som t ex värmeförlustens storlek. För en total- eller generalentreprenad spelar det större roll att själva anläggningen blir kostnadseffektiv än att systemet i det långa loppet får små värmeförluster.

Redovisningen av de olika delkostnaderna för respektive projekt är ostrukturerad. Det uppstår naturligtvis variationer i redovisningen från företag till företag men för att kunna jämföra och dra relevanta slutsatser av den ekonomiska redovisningen behövs ett verktyg så att kostnaderna i projekten redovisas på likartat sätt.

Anläggningarnas effektiva bredd visar också en stor spridning. Effektiv bredd är ett mått som med fördel kan användas för att värdera olika ledningsdragningar i samma område. De geografiska förutsättningarna är helt avgörande för vilken storlek den effektiva bredden får.

Det insamlade materialet ger en bra översikt över nuläget för fjärrvärme till värmeglesa områden men ger samtidigt indikationer på att ytterligare forskningsinsatser är nödvändiga.

9 Referenser

- Andersson S, Werner S, *Svensk fjärrvärme – ägare, priser och lönsamhet*, Institutionen för energiteknik, Avdelningen för energisystemteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg 2001, ISRN: CTH-EST-R-01/3-SE, Report 2001:3.
- Blomqvist P-A, *GRUDIS gruppcentraldistribution. En handbok för system och komponentutformning*, Rapport BFR T2:1987, Byggeforskningsrådet
- Energimyndigheten, *Energimyndighetens arbete med omställningen av energisystemet*, ER 17:1999.
- Energimyndigheten, *Utvärdering av demonstrationsanläggningar avseende konvertering av direktvärmda småhus till fjärrvärme*, ER 3:1998.
- Eriksson L, *Plaströrskulvert för värme och varmvatten*, Rapport BFR T24:1993 Byggeforskningsrådet
- Frederiksen S, Werner S, *Fjärrvärme -teori, teknik och funktion*, Studentlitteratur 1993.
- Fjärrvärmeföreningen, *Fjärrvärme till småhus, Primär eller sekundäranslutning?*, FVF 1998:9, juni 1998.
- Fjärrvärmeföreningen, *Konvertering av direktel till fjärrvärme, Förstudie Munksundet, Enköping*, november 1996.
- Fjärrvärmeföreningen, *Kulvertkostnadskatalog 1997*, FVF 1997:10, september 1997.
- Fjärrvärmeföreningen, *Temadagar Anslutning av småhus*, 21-22 november 2001, Växjö.
- Hanna M, *Miljöutredning för nyanslutning av villa till befintligt fjärrvärmenät*, Examensarbete Miljöteknik Nr: E 1557 Mi, Högskolan Dalarna 1999-05-25.
- Isaksson T, Nordström H, m fl, *Fjärrvärme i småhusområden*, Rapport R47:1984, Byggeforskningsrådet.
- Jonson E, *Värmeförluster från fjärrvärmenät i småhusområden – Inverkan av rörgeometri och dimensioneringskriterier*, Licentiatavhandling, Avdelningen för Energihushållning, Institutionen för Värme- och Kraftteknik, Lunds Tekniska Högskola 2001, ISRN/LUTMDN/TMVK – 7046 – SE.
- Kallio M, Jauhainen I, *Beispiele für die Wärmeversorgung von Einfamilienhausgebieten in Finnland*, Fernwärme international 11 (1982): 4, 236-240.
- Lind C-E, *Fjärrvärme i villa?* Teknisk tidskrift 103 (1973): 14, 25-26, 47 samt : 17, 7 & 39.
- Mortensen HC, *Erfahrungen mit fernwärmeversorgten Gebieten niedriger Wärmedichte*, Fernwärme international 9 (1980): 4, 286-288.
- Netzler L, *Fernwärme für Kleinhäuser*, 17th (1st open) Congress of Unichal, Paris 1975.
- SCB, *Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2001*, Statistiska centralbyrån, ISSN 0349-4713, ISBN 91-618-1081-9.
- Werner S, *Fjärrvärme till småhus Värmeförluster och distributionskostnader*, Fjärrvärmeföreningen, FVF 1997:11, november 1997.

Bilaga 1

Frågeformulär

Med anledning av utredningen angående Nuläget för fjärrvärmeanslutna småhus som FVB Fjärrvärmebyrån fått i uppdrag att utföra för Svenska Fjärrvärmeföreningens räkning uppskattar vi att ni fyller i följande frågeformulär! Projektet syftar till att samla in och analysera karakteristiska data för fjärrvärme i värmeglesa områden för att erhålla en översikt av det som hittills byggts. Om ni har en karta över det aktuella området så skicka gärna med den (cv i AutoCAD-format). Vi vill ha era svar snarast. Tack på förhand!

Områdesdata

Områdets namn:

Byggår:

Områdets typ (nybygge eller befintligt):

Områdets yta (total area m²):

Antal fastigheter (totalt antal i området respektive antal anslutna fastigheter):

Hustyp (t ex fristående, parhus, kedjehus, radhus):

Total boyta (summan av alla anslutna fastigheters boyta):

Energiförbrukning/år (MWh för hela området):

Tillförd energi/år (MWh för hela området):

Övriga driftdata som beskriver området:

Teknik

Kopplingstyp (t ex primär; parallell eller tvåstegs, sekundär; parallell eller gradis värme respektive varmvatten):

Mediarör (t ex stål, koppar, PEX):

Isoleringstyp (t ex PUR, mineralull):

Isoleringsklass (1,2 eller 3):

Ledningslängd per dimension (ledningslängd för respektive använd rördimension):

Entreprenadform (total-, general- eller delad entreprenad):

Investering nät (kr):

Investering fjärrvärmecentraler (kr):

Bilaga 2

Antal hus anslutna till fjärrvärme åren 1965 till 2000 enligt dels Fjärrvärmeföreningens årliga statistik och dels en alternativ analys med indata från SCB och en korrigering av Fjärrvärmeföreningens statistik.

År	Antal småhus anslutna enligt FVF Statistik	Utbyggnad per år enligt FVF Statistik	Antal anslutna småhus enligt SCB	Korrekitioner av FVB för 1993-2000	Utbyggnad per år efter korrekitioner enligt föregående två kolumner	Utbyggnad per år, löpande medelvärde för 3 år för korrigerade värden	Antal nybyggda småhus nyanslutna till fjärrvärme enligt SCB	Antal befintliga småhus nyanslutna till fjärrvärme (skillnad mellan föregående två kolumner)
1964	3178							
1965	4080	902			902	1065		
1966	5308	1228			1228	1118		
1967	6532	1224			1224	1221		
1968	7744	1211			1211	1309		
1969	9235	1491			1491	1398		
1970	10726	1491			1491	1846		
1971	13280	2555			2555	2660		
1972	17213	3933			3933	3857		
1973	21698	4485			4485	4380		
1974	25866	4168	26420		4722	4887		
1975	32537	6671	31875		5455	5354	4162	1192
1976	37572	5036	37759		5884	6291	4103	2188
1977	42757	5185	45293		7534	6588	5860	728
1978	50495	7738	51839		6346	7030	7030	0
1979	58994	8499	58850		7211	7562	7080	481
1980	67488	8494	67978		9128	9107	6618	2489
1981	77000	9513	78960		10982	8491	4180	4310
1982	83000	6000	84322		5362	5506	3327	2180
1983	89000	6000	84497		175	3346	2430	916
1984	94800	5800	88999		4502	2569	1775	794
1985	97100	2300	92029		3030	3032	676	2357
1986	99500	2400	93594		1565	3174	658	2516
1987	101000	1500	98521		4927	3783	1564	2199
1988	101700	700	103318		4797	4315	2923	1391
1989	106100	4400	106538		3220	3682	3008	674
1990	107200	1100	109567		3029	3436	3179	257
1991	113500	6300	113626		4059	3193	2935	258
1992	113500	0	116118		2492	2734	1700	1034
1993	111000	-2500	117768	108781	1650	2008	969	1039
1994	113996	2996		110863	1882	1956	125	1830
1995	116400	2404		112998	2335	2362	165	2197
1996	116964	564		115887	2869	3208	579	2629
1997	123300	6336		120288	4421	5314	261	5053
1998	130273	6973		128939	8652	6690	486	6204
1999	134392	4119		135938	6999	7708	552	7156
2000	143273	8881		143412	7474	7237	911	8326

Rapportförteckning

Samtliga rapporter kan beställas hos Fjärrvärmeföreningens Förlagsservice.
Telefon: 026 - 24 90 24, Telefax: 026 - 24 90 10, www.fjarrvarme.org

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
FORSKNING OCH UTVECKLING - RAPPORTER			
1	Inventering av skador på befintliga skarvar med CFC-blåsta respektive CFC-fria fogskum	Hans Torstensson	maj-96
2	Tryckväxlare - Status hösten 1995	Bror-Arne Gustafson Lena Olsson	maj-96
3	Bevakning av internationell fjärrvärmeforskning	Sture Andersson Gunnar Nilsson	maj-96
4	Epoxirelining av fjärrvärmerör	Jarl Nilsson	sep-96
5	Effektivisering av konventionella fjärrvärmecentraler (abonmentcentraler)	Lena Råberger Håkan Walleton	okt-96
6	Auktorisation av montörer för montage av skarvhylsor och isolering Former och utvärdering	Lars-Åke Cronholm	okt-96
7	Direkt markförlagda böjar i fjärrvärmeledningar	Jan Molin Gunnar Bergström	dec-96
8	Medicrör av plast i fjärrvärmesystem	Håkan Walleton Heimo Zinko	dec-96
9	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	dec-96
10	Dynamiska värmelaster från fiktiva värmebehov	Sven Werner	mars-97
11	Torkning av tvätt i fastighetstvättstugor med fjärrvärme	H. Andersson J. Ahlgren	maj-99
12	Omgivningsförhållandenas betydelse vid val av strategi för ombyggnad och underhåll av fjärrvärmenät. Insamlingsfasen	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-97
13	Svensk statlig fjärrvärmeforskning 1981-1996	Mikael Henriksson Sven Werner	dec-97
14	Korrosionsrisker vid användning av stål- och plaströr i fjärrvärmesystem - en litteraturstudie	Peter Tarkpea	dec-97
15	Värme- och masstransport i mantelrör till ledningar för fjärrkyla och fjärrvärme	Daniel Eriksson Bengt Sundén	dec-97
16	Utvärdering av fuktinträning och gasdiffusion hos gamla kulvertor "Hisings-Backa"	Ulf Jarfelt	dec-97
17	Kulvertförläggning med befintliga massor	Jan Molin Gunnar Bergström Stefan Nilsson	dec-97
18	Värmeåtervinning och produktion av friskyla - två sätt att öka marknaden för fjärrvärmedrivna absorptionskylmaskiner	Peter Margen	dec-97
19	Projekt och Resultat 1994-1997	Anders Tvärne	mars-98

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
20	Analys av befintliga fjärrkylakunders kylbehov	Stefan Aronsson Per-Erik Nilsson	mars-98
21	Statusrapport Trycklösa Hetvattenackumulatorer	Mats Lindberg Leif Breitholtz	maj-98
22	Round Robin test av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ulf Jarfelt	maj-98
23	Mätvärdesinsamling från inspektionsbrunnar i fjärrvärmesystem	Håkan Walletun	juni-98
24	Fjärrvärmerörens isolertekniska långtidsegenskaper	Ulf Jarfelt Olle Ramnäs	juni-98
25	Termisk undersökning av koppling av köldbärarkretsar till fjärrkylanät	Erik Jonson	juni-98
26	Reparation utan uppgrävning av skarvar på fjärrvärmerör	Jarl Nilsson Tommy Gudmundson	juni-98
27	Effektivisering av fjärrvärmecentraler – metodik, nyckeltal och användning av driftövervakningssystem	Håkan Walletun	apr-99
28	Fjärrkyla. Teknik och kunskapsläge 1998	Paul Westin	juli-98
29	Fjärrkyla – systemstudie	Martin Forsén Per-Åke Franck Mari Gustafsson Per-Erik Nilsson	juli-98
30	Nya material för fjärrvärmerör. Förstudie/litteraturstudie	Jan Ahlgren Linda Berlin Morgan Fröling Magdalena Svanström	dec-98
31	Optimalt val av värmemätarens flödesgivare	Janusz Wollerstrand	maj-99
32	Miljöanpassning/återanvändning av polyuretanisolerade fjärrvärmerör	Morgan Fröling	dec-98
33	Övervakning av fjärrvärmenät med fiberoptik	Marja Englund	maj-99
34	Undersökning av golvvärmesystem med PLX-rör	Lars Ehrlén	apr-99
35	Undersökning av funktionen hos tillsatser för fjärrvärmevatten	Tuija Kaunisto Leena Carpén	maj-99
36	Kartläggning av utvecklingsläget för ultraljudsflödesmätare	Jerker Delsing	nov-99
37	Förbättring av fjärrvärmecentraler med sekundärnät	Lennart Eriksson Håkan Walletun	maj-99
38	Ändgavlar på fjärrvärmerör	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	sept-99
39	Användning av lågtemperaturfjärrvärme	Lennart Eriksson Jochen Dahm Heimo Zinko	sept-99
40	Tätning av skarvar i fjärrvärmerör med hjälp av material som sväller i kontakt med vatten	Rolf Sjöblom Henrik Bjurström Lars-Åke Cronholm	nov-99

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
41	Underlag för riskbedömning och val av strategi för underhåll och förnyelse av fjärrvärmeledningar	Sture Andersson Jan Molin Carmen Pletikos	dec-99
42	Metoder att nå lägre returtemperatur med värmeväxlardimensionering och injusteringsmetoder. Tillämpning på två fastigheter i Borås.	Stefan Petersson	mars-00
43	Vidhäftning mellan PUR-isolering och medierör. Har blåstring av medieröret någon effekt?	Ulf Jarfelt	juni-00
44	Mindre lokala produktionsecentraler för kyla med optimal värmeåtervinningsgrad i fjärrvärmesystemen	Peter Margen	juni-00
45	Fullskaleförsök med friktionsminskande additiv i Herning, Danmark	Flemming Hammer Martin Hellsten	feb-01
46	Nedbrytningen av syrereducerande medel i fjärrvärmenät	Henrik Bjurström	okt-00
47	Energimarknad i förändring Utveckling, aktörer och strategier	Fredrik Lagergren	nov-00
48	Strömförsörjning till värmemätare	Henrik Bjurström	nov-00
49	Tensider i fjärrkylennät - Förstudie	Marcus Lager	nov-00
50	Svensk sammanfattning av AGFWs slutrapport "Neuartige Wärmeverteilung"	Heimo Zinko	jan-01
51	Vattenläckage genom otät mantelrörsskarv	Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
52	Direktförlagda böjar i fjärrvärmeledningar Påkänningar och skadegränser	Sven-Erik Sällberg Gunnar Bergström Stefan Nilsson	jan-01
53	Korrosionsmätningar i PLEX-system i Landskrona och Enköping	Anders Thorén	feb-01
54	Sammanlagring och värmeförluster i närvärmenät	Jochen Dahm Jan-Olof Dalenbäck	feb-01
55	Tryckväxlare för fjärrkyla	Lars Eliasson	mars-01
56	Beslutsunderlag i svenska energiföretag	Peter Svahn	sept-01
57	Skarvtätning baserad på svällande material	Henrik Bjurström Pal Kalbantner	okt-01
58	Täthet hos skarvar vid återfyllning med befintliga massor	Lars-Åke Cronholm Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	okt-01
59	Analys av treörssystem för kombinerad distribution av fjärrvärme och fjärrkyla	Guaxiao Yao	dec-01
60	Miljöbelastning från läggning av fjärrvärmerör	Morgan Fröling Magdalena Svanström	jan-02
61	Korrosionsskydd av en trycklös varmvattenackumulator med kvävgasteknik - fjärrvärmeverket i Falkenberg	Leif Nilsson	jan-02
62	Tappvarmvattenreglering i P-märkta fjärrvärmecentraler för villor - Utvärdering och förslag till förbättring	Tommy Persson	jan-02

<i>Nr</i>	<i>Titel</i>	<i>Författare</i>	<i>Publicerad</i>
63	Experimentell undersökning av böjar vid kallförläggning av fjärrvärmerör	Sture Andersson Nils Olsson	jan-02
64	Förändring av fjärrvärmenäts flödesbehov	Håkan Walleton Daniel Lundh	jan-02
65	Framtemperatur vid värmegles fjärrvärme	Tord Sivertsson Sven Werner	mars-02
66	Fjärravläsning med signaler genom rörnät – förstudie	Lars Ljung Rolf Sjöblom	mars-02
67	Fukttransport i skarvskum	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	april-02
68	Round Robin test II av isolerförmågan hos fjärrvärmerör	Ture Nordenswan	april-02
69	EkoDim – beräkningsprogram	Ulf Jarfelt	juni-02
70	Felidentifiering i FC med ”flygfoton” – förstudie	Patrik Selinder Håkan Walleton	juni-02
71	Digitala läckdetekteringssystem	Jan Andersson	aug-02
72	Utvändigt skydd hos fjärrvärmerörsskarvar	Gunnar Bergström Stefan Nilsson Sven-Erik Sällberg	sept-02
73	Fuktdiffusion i plaströrssystem	Heimo Zinko Gunnar Bergström Stefan Nilsson Ulf Jarfelt	sept-02
74	Nuläge värmegles fjärrvärme	Lennart Larsson Sofie Andersson Sven Werner	sept-02
75	Tappvarmvattensystem – egenskaper, dimensionering och komfort	Janusz Wollerstrand	sept-02

FORSKNING OCH UTVECKLING – ORIENTERING

1	Fjärrkyla: Behov av forskning och utveckling	Sven Werner	jan-98
2	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för perioden 23/5 – 30/9 1996.	Lars Lindgren Conny Nikolaisen	jan-98
3	Symposium om Fjärrvärmeforskning på Ullinge Wårdshus i Eksjö kommun, 10-11 december 1996	Lennart Thörnqvist	jan-98
4	Utvärdering av fjärrkyla i Västerås. Uppföljning av Värmeforsk rapport nr 534. Mätvärdesinsamling för period 2. 1/1 – 31/12 1997.	Conny Nikolaisen	juli-98
5	Metodutveckling för mätning av värmekonduktiviteten i kulvertisolering av polyuretanskum	Lars-Åke Cronholm Hans Torstensson	sept-99

Svenska Fjärrvärmeföreningens Service AB och Statens Energi-
myndighet bedriver forskningsprogram inom området fjärrvärme
hetvattenteknik och fjärrkyla.

SVENSKA FJÄRRVÄRMEFÖRENINGENS SERVICE AB

101 53 STOCKHOLM

Besöksadress: Olof Palmes gata 31, 6 tr

Telefon 08 - 677 25 50, Telefax 08 - 677 25 55

Förlagsservice, beställning av trycksaker:

Telefon 026 - 24 90 24, Telefax 026 - 24 90 10