



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

R69:1977

Byggnadsstatik

(149) 651

Olika uppvärmnings- former i befintlig bebyggelse

Studie över förutsättningar för uppvärmning av befintlig bebyggelse med lednings- bunden energi

**Sven Inge Eriksson
Bengt Landquist**

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄRME OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R69:1977

OLIKA UPPVÄRMNINGSFORMER I BEFINTLIG BEBYGGELSE

Studie över förutsättningar för uppvärmning
av befintlig bebyggelse med ledningsbunden
energi

Sven Inge Eriksson
Bengt Landquist

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760592-1 från
Statens råd för byggnadsforskning till Energiverken i Gävle.

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FÖR VÄG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

Nyckelord:

befintlig bebyggelse
tätortsområden
uppvärmningssystem
kostnader
jämförelser
el
fjärrvärme
värmepumpar

UDK 697.003
697.2/.7

R69:1977

ISBN 91-540-2752-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
LiberTryck Stockholm 1977

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sid.
1	INLEDNING	5.
1.1	Bakgrund	5.
1.2	Syfte	5.
1.3	Mått och termer	5.
1.3.1	Effekt och energi	6.
1.3.2	Multiplar av måttenheter	6.
1.3.3	Använda termer	6.
2	PROJEKTETS OMFATTNING	8.
2.1	Beskrivning av försöksområdena	8.
2.1.1	Bebyggelse	9.
2.1.2	Eldistributionsnät	12.
3	ENERGIFÖRBRUKNING	15.
3.1	Nuläge	15.
3.1.1	Inventering	15.
3.1.2	Beräkningar	15.
3.2	Alternativa energibehov	17.
3.2.1	Energibehov efter förbättring av isolering m.m.	17.
3.2.2	Energibehov efter installation av värmepump	17.
4	BERÄKNINGAR AV DISTRIBUTIONSNET	19.
4.1	Omfattning av dimensionerande beräkningar...	19.
4.2	Beräkningsmetod för elnät	19.
4.3	Beräkningsalternativ för elnät	20.
4.3.1	Elvärme med nuvarande värmebehov	20.
4.3.2	Elvärme efter förbättring av isolering m.m	23.
4.3.3	Värmepump med el som tillsatsvärme	26.
4.3.4	Värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme	29.
4.4	Beräkningsmetod för fjärrvärmenät	32.
4.5	Beräkningsalternativen för fjärrvärmenät	33.
4.5.1	Fjärrvärme med nuvarande värmebehov	33.
4.5.2	Fjärrvärme efter förbättring av isolering m.m.	36.
4.5.3	Värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme	37.
5	INVESTERINGAR	38.
5.1	Underlag för kostnadskalkyler	38.
5.2	Fastighetsinstallationer	38.
5.2.1	Installationer vid elvärme	38.
5.2.2	Installationer vid fjärrvärme	39.
5.2.3	Sammanställning av installationskostnader i fastigheter	39.
5.2.4	Kostnader för energibesparande åtgärder	40.
5.3	Distributionsanläggningar	42.
5.3.1	Investeringar för elnät	42.
5.3.2	Investeringar för fjärrvärme	46.

6	FASTA ÅRSKOSTNADER	48.
6.1	Gemensamma förutsättningar	48.
6.2	Årskostnader för fastighetsägare	48.
6.2.1	Elvärmeinstallation	48.
6.2.2	Fjärrvärmeinstallation	49.
6.2.3	Förbättrad isolering m.m.	50.
6.2.4	Installation av värmepump med el som tillsatsvärme	51.
6.2.5	Installation av värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme	52.
6.3	Årskostnader för distributören	53.
6.3.1	Eldistributör	53.
6.3.2	Fjärrvärmedistributör	54.
7	JÄMFÖRELSE MELLAN ALTERNATIVEN	56.
7.1	Nuvarande energibehov för uppvärmning	56.
7.1.1	Befintliga installationer	56.
7.1.2	Elvärme	56.
7.1.3	Fjärrvärme	58.
7.1.4	Värmepump med eltillsats	59.
7.1.5	Värmepump med fjärrvärmetillsats	60.
7.2	Reducerat energibehov för uppvärmning	62.
7.2.1	Förbättrad isolering m.m.	62.
7.2.2	Elvärme	62.
7.2.3	Fjärrvärme	63.
7.3	Sammanfattande jämförelse	65.
8	PÅVERKANDE FAKTORER	71.
8.1	Värmetäthet	71.
8.2	Räntenivå	73.
8.3	Energipriset	74.
8.4	Alternativa kulvertinvesteringar	79.
9	SAMMANFATTNING OCH REKOMMENDATIONER	80.
9.1	Uppläggning	80.
9.2	Tillämpning av resultaten	80.
9.3	Riktlinjer	81.
9.4	Breddning av underlaget	81.
10	PROJEKTETS ORGANISATION	82.
11	LITTERATUR HÄNVISNINGAR	83.

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Genom beslut av riksmötet våren 1975 har Statens råd för byggnadsforskning (BFR) fått medel till ett projekt benämnt Energi, Prototyper och Demonstrationsobjekt (EPD). Beviljade anslag föreslogs enligt proposition 1975:30 fördelas på fem delaktiviteter. Ett av föreslagna områden var energiplanering i kommun m.m.. BFR uppdrog åt en särskild arbetsgrupp, EPD-kommittén med byråchefen Harry Bernhard som ordförande, att svara för EPD-verksamhetens genomförande.

Efter förberedande undersökningar beslöts att ett flertal utredningar om kommunal energiplanering skulle genomföras inom Gävle kommun. För att under EPD-kommittén leda Gävle-projektet tillsattes Gävle-kommittén med representanter för bl.a. Gävle kommun.

Inom Gävle-projektets ram bedrivs nio olika delprojekt. Denna rapport gäller delprojektet "Olika uppvärmningsformer i befintlig bebyggelse". Beslut om anslag för detta projekt med projektnummer EPD 1976-3:9 fattades av BFR 76 04 20. Lägesrapporter har inlämnats till BFR 76 05 12 och 76 09 24.

1.2 Syfte

Projektet syftar till att genom studium av förhållandena i tre befintliga byggnadsområden söka finna generella regler för val av ledningsbunden uppvärmningsform. I Gävle saknas gasdistribution varför endast alternativen el- och fjärrvärme studerats.

Genom att beräkningsmässigt variera ingående förutsättningar skall olika faktorer inverkan på val av uppvärmningsform be-lysas. Vid beräkningarna skall kostnadsanalyser göras med avseende på totalekonomi, d.v.s hänsyn skall ej tas till lokala taxor. Inte heller har kommunala eller statliga bidrags- eller lånemöjligheter för energibesparande åtgärder beaktats. Den kommunala energiplaneringen har blivit alltmer angelägen och kommer sannolikt att regleras i lag. Ett ingående moment i kommunal energiplanering är att upprätta en värmeplan för kommunen. I de flesta kommuner finns randområden av sådan karaktär att de ekonomiska förutsättningarna för anslutning till el- eller fjärrvärme inte är självklara. Vid tveksamhet utföres idag beräkningar för varje sådant område. Ett syfte med detta projekt är att undersöka om generella anvisningar är möjliga vid val av uppvärmningsform i randområden i olika kommuner.

1.3 Mått och termer

I detta avsnitt ges kortfattade förklaringar till de mått och termer som använts i texten.

1.3.1 Effekt och energi

Energi är arbete. För energi har använts enheten wattimmar (Wh) eller multiplar därav.

Effekt är energi per tidsenhet. Enheten watt (W) eller multiplar därav har använts.

1.3.2 Multiplar av måttenheter

k (kilo)	= 10^3	=	1 000
M (mega)	= 10^6	=	1 000 000
G (giga)	= 10^9	=	1 000 000 000

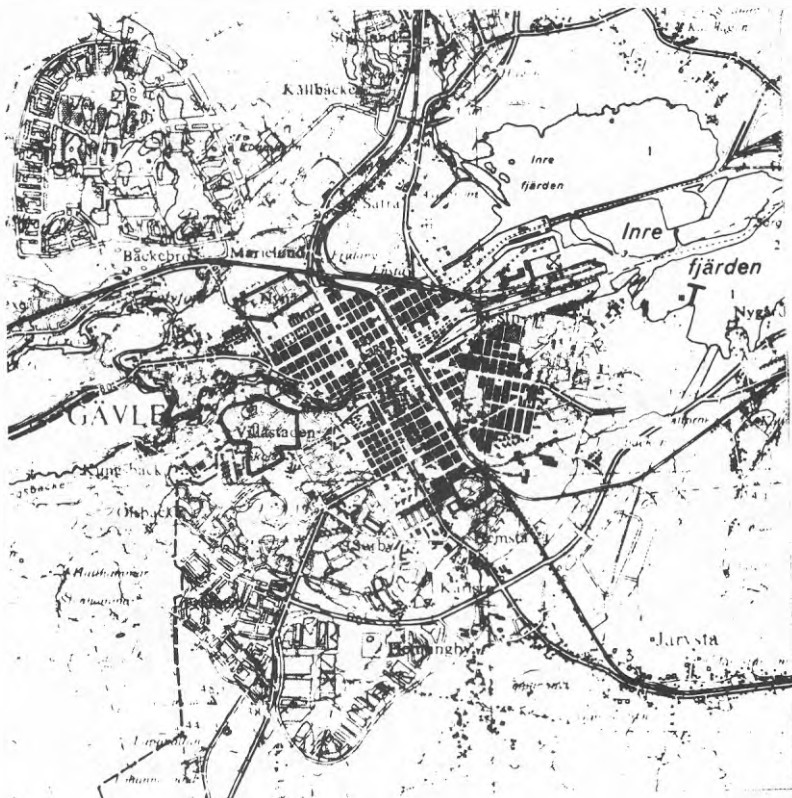
1.3.3 Använda termer

Bostadsyta (by)	Lägenhetsyta i bostadslägenhet inberäknat endast yta i våningsplan men ej källarplan.
Energiförlust	Förlust av energi är fysikaliskt oegentligt. Begreppet har i studien använts för att ange den energikvantitet som ej nyttiggöres vid energiomvandling och energidistribution.
Energikonsumtion eller energiförbrukning	Fysikaliskt kan energi ej konsumeras. Begreppet har i studien använts för att ange den energimängd som levereras till olika förbrukare.
Energiproduktion	I fysikalisk mening produceras inte energi. Begreppet har dock använts för att ange omvandling av en energiform till en annan form som är bättre anpassad till behovet.
Exploateringsstal	Kvoten mellan ett områdes totala bostadsyta och områdets markyta.
Fjärrvärme	Distributionsform för värme med hetvatten. Med fjärrvärme avses i studien vattenburen värme från en central anläggning levererad till olika abonnenter via ett ledningssystem som ej är begränsat till fastighet eller kvarter.
Förbrukningsvarmvatten	Vatten med en temperatur under 100°C som användes för disk, bad etc.
Hetvatten	Vatten som värmes upp i allmänhet till en temperatur över 120°C under så högt tryck att det ej övergår i ångform.

Hetvattencentral	Anläggning för framställning av hetvatten.
Kondenskraftverk	Kraftverk där elgenerator drivs av ångturbin och där ångan kondenseras vid så låg temperatur på kylmediet att kylvattnets värmeinnehåll inte kan tillgodogöras.
Kraftverk	Anläggning som omvandlar primär-energi i någon form till el.
Kraftvärmeverk	Anläggning i vilken el och fjärrvärme produceras samtidigt.
Markyta (my)	Ett områdes totala yta mätt från mitten på de gator som avgränsar området.
Mottrycksverk	Industriellt mottrycksverk där bränslet används för produktion av både el och ånga för industriprocess.
Transformatorstation	Anläggning där elektrisk spänning omvandlas från en nivå till en annan. I de lokala nät som behandlas i denna utredning sker transformering från 10 000 V till 400 V.
Varmvatten	Vattnen med en temperatur av högst 120°C, använt som värmebärare i fjärrvärmenät.
Värmepump	Anläggning som med hjälp av högvärdig "drivenergi" upptar värme vid en viss temperatur och avger motsvarande energimängd vid en högre temperaturnivå.
Värmeverk	Anläggning för produktion av fjärrvärme. Värmeverk kan utgöras av hetvattencentral eller kraftvärmeverk.

2.1 Beskrivning av försöksområdena

De geografiska lägena på de tre försöksområdena som har använts i studien är markerade med heldragna linjer på följande översiktskarta över Gävle.



Dessutom finns de tre områdena markerade på kartor i figurerna 1-3. Arbetsnamnen för de tre områdena har satts till Norrtull, Villastaden och Södertull.

2.1.1 Bebyggelse

Bebyggelsen inom de tre undersökta områdena kan kortfattat beskrivas på följande sätt:

Norrtull: Inom området finns 105 hus. Bebyggelsen består till större delen av trähus uppförda under 1930-talet. Antalet lägenheter per hus varierar mellan 1 och 4. Den totala bostadsytan uppgår till 17 900 m² eller 170 m²/hus. Områdets markyta är 102 250 m² eller 974 m²/hus. Exploateringsstalet är 0,175.

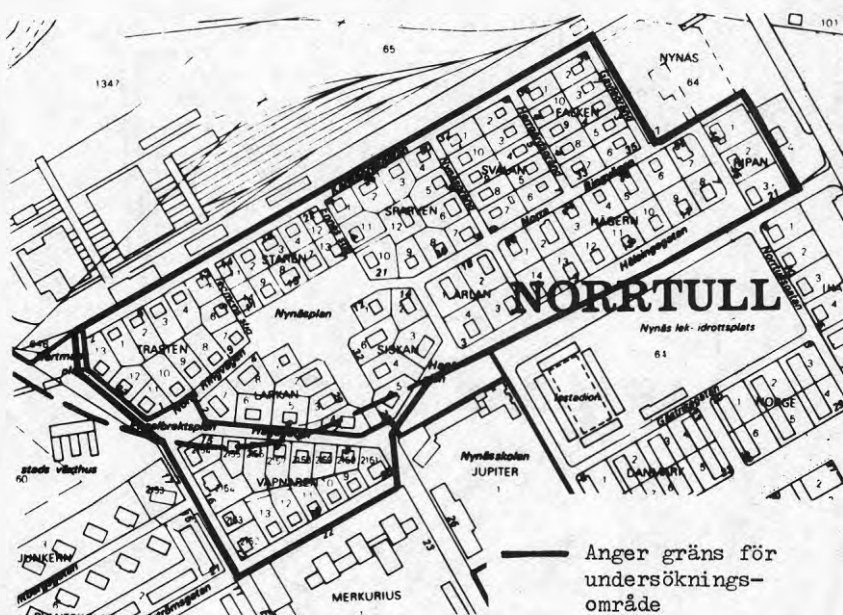


FIG 1 UNDERSÖKNINGSOMRÅDE I NORRTULL

Villastaden:

Totalt finns 130 hus till övervägande delen stora enfamiljshus. Största antalet hus är uppförda före år 1940. Viss komplettering har skett inom området från mitten av 1960-talet. Tomterna är större än normalt.

Den totala bostadsytan är 28 436 m² vilket betyder 219 m²/hus i genomsnitt. Markytan inom området är 238 750 m² eller 1837 m²/hus. Exploateringsstalet är 0,119.



FIG 2 UNDERSÖKNINGSOMRÅDE I VILLASTADEN

2.1.2 Eldistributionsnät

Fjärrvärme saknas inom de tre undersökta områdena. Den enda form av ledningsbunden energi som finns inom områdena är el. Befintliga elnät finns redovisade på figurerna 4-6. De aktuella distributionsnäten utgöres i sin helhet av kabelnät. Norrtullsområdet matas från tre olika transformatorstationer. Samtliga stationer ligger utanför området. Kabelnätet är så uppbyggt att fyra kablar av typ FCJJ 3x185+95 mm² matar in i området. Fördelningen inom området sker med kabel av typ FCJJ 3x95+50 mm².

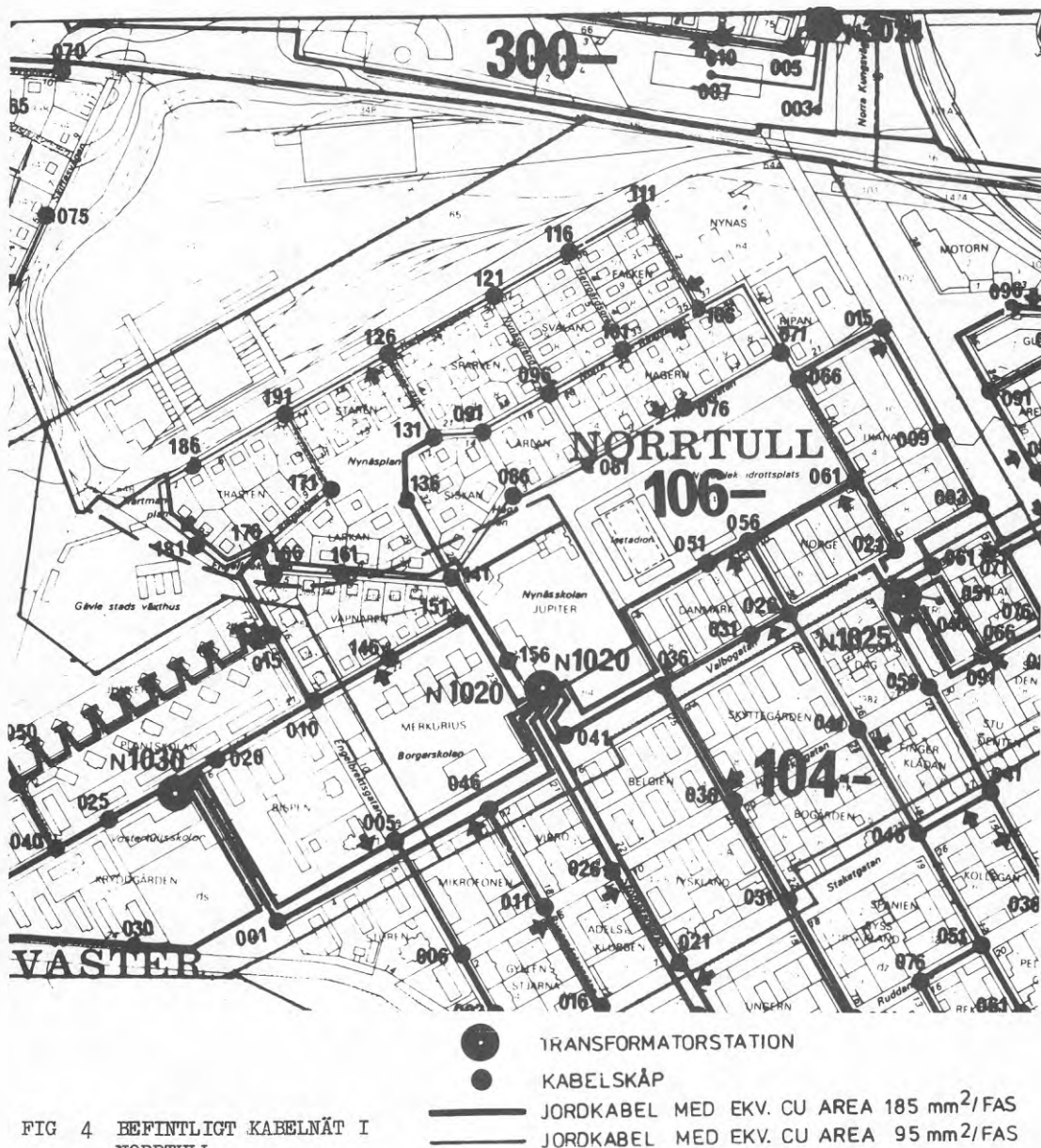


FIG 4 BEFINTLIGT KABELNÄT I NORRTULL

Även Villastaden matas från tre olika transformatorstationer vilka samtliga ligger utanför det undersökta området. Fyra kablar av typ FCJJ 3x185+95 mm² och två av typ FCJJ 3x95+50 mm² matar in till området. Fördelningen inom området sker i huvudsak via kablar av typ FCJJ 3x95+50 mm².

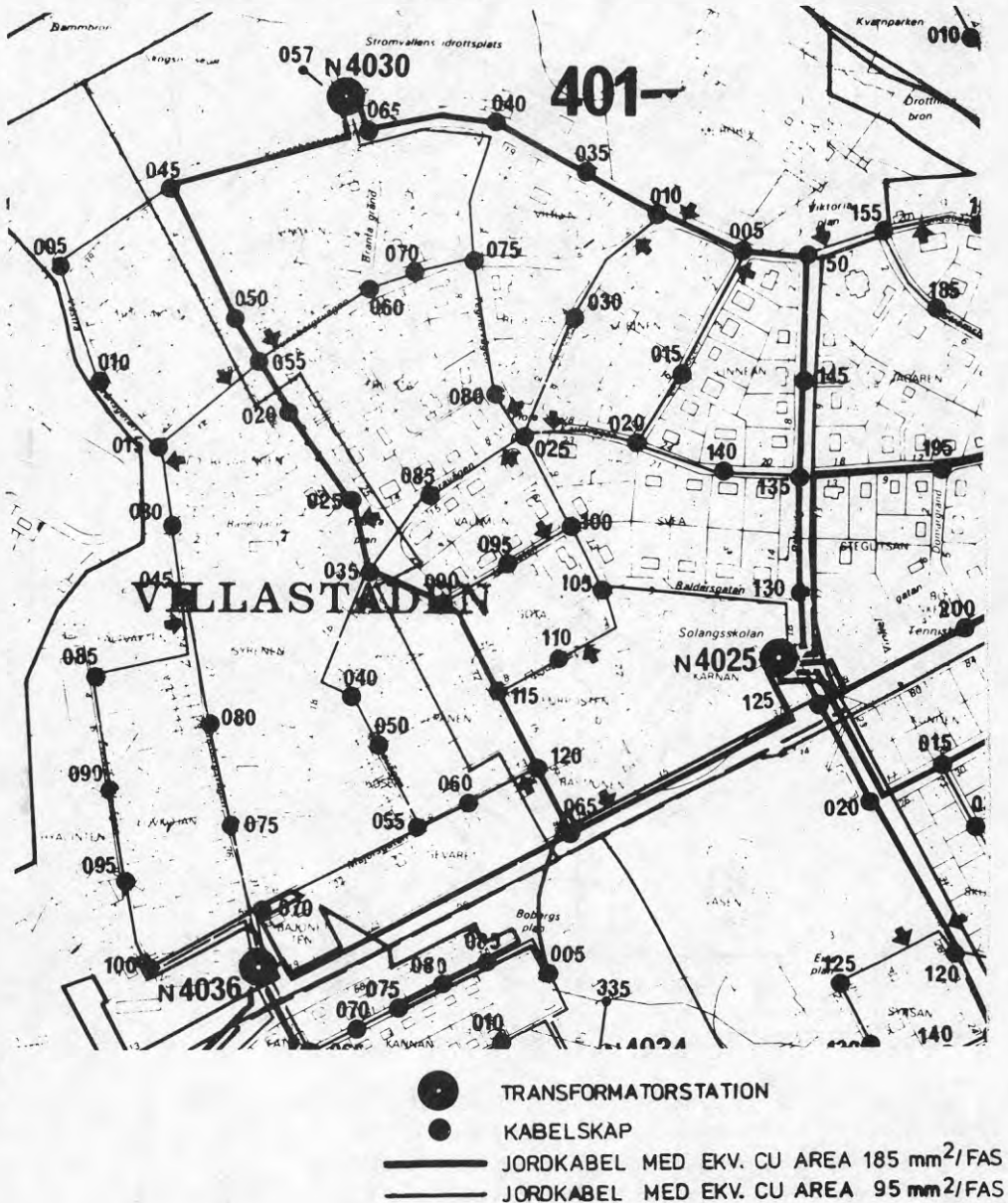


FIG 5 BEFINTLIGT KABELNÄT I VILLASTADEN

Det undersökta området vid Södertull matas från två transformatorstationer belägna utanför området. Kabelnätet består av tre matande kablar av typ FCJJ 3x185+95 mm² varefter fördelningen sker via kablar av typ FCJJ 3x95+50 mm².

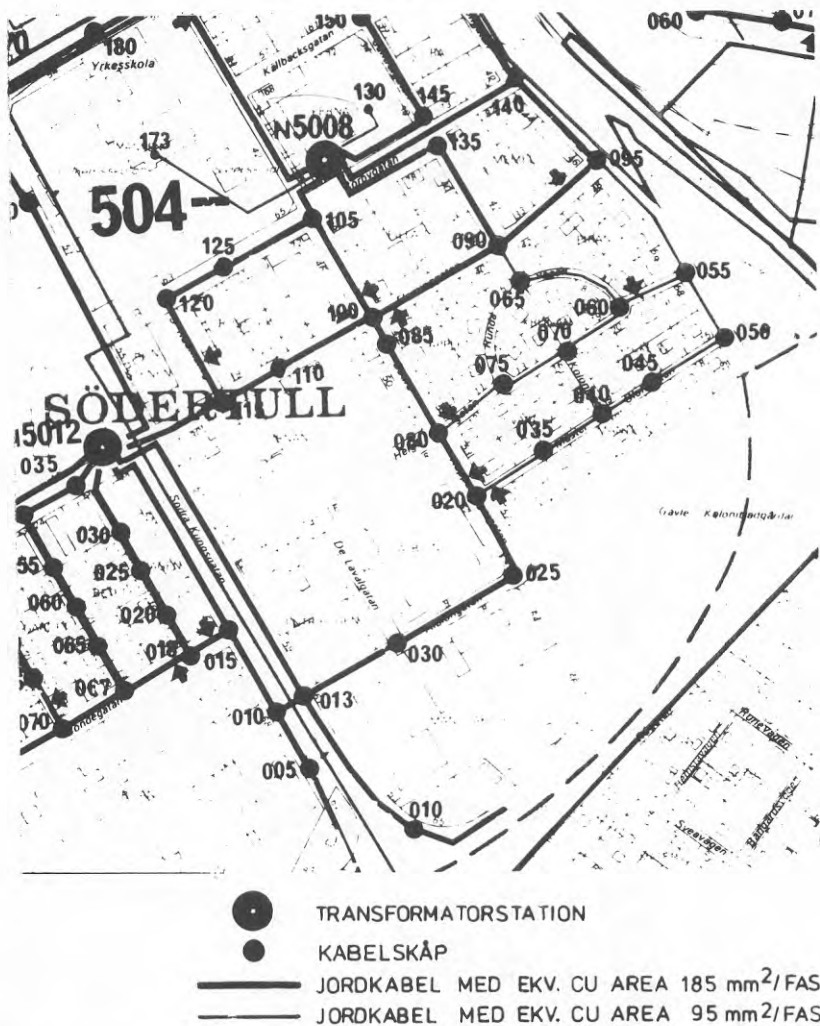


FIG 6 BEFINTLIGT KABELNÄT I SÖDERFULL

Samtliga nät drives radiellt med möjlighet till reservmatning efter manuell omkoppling.

3 ENERGIFÖRBRUKNING

3.1 Nuläge

3.1.1 Inventering

Energiförbrukningen inom de undersökta områdena utgöres dels av energi till uppvärmning dels av el för kraft, belysning och hushållsändamål. Energiförbrukningen för uppvärmning har framtagits genom en enkät till samtliga fastighetsägare inom de tre försöksområdena. Enkäten har genomförts inom ramen för EPD-projektet "Basdatabanken". I enkäten begärdes bland annat uppgift om bränsleförbrukningen under vart och ett av de tre senaste åren. Svarsprocenten uppgick till 75,7 %. Uppgift om bränsleförbrukningen erhöles i 68,3 % av svaren.

Elförbrukningen under år 1975 har för samtliga abonnenter inom områdena hämtats från Energiverkens debiteringsjournaler.

Genom delprojektet "Basdatabanken" har från 1975 års allmänna fastighetstaxering gjorts ett datautdrag varur uppgifter om bostadsytor och ålder för fastigheterna inom de tre undersökta områdena hämtats. De ytuppgifter som finns i fastighetslängden har i projektet "Basdata" jämförts med svar om fastighetsytor i enkäten. Genomgående är ytuppgifterna större i enkäten än i fastighetsregistret. Den genomsnittliga differensen för områdena ligger mellan 11,0 % och 13,8 %.

3.1.2 Beräkningar

De från enkäten erhållna uppgifterna om oljeförbrukning omräknades till normalår utgående från antalet graddagar de tre undersökta åren. Den så erhållna värmeförbrukningen för varje område har därefter dividerats med områdets totala uppvärmda bostadsyta. För de olika försöksområdena erhålles vid 2 250 timmar utnyttningstid följande värmeeffektbehov.

<u>Område</u>	<u>Effektbehov (kW/m²)</u>
Norrtull	0,10
Villastaden	0,12
Södertull	0,09

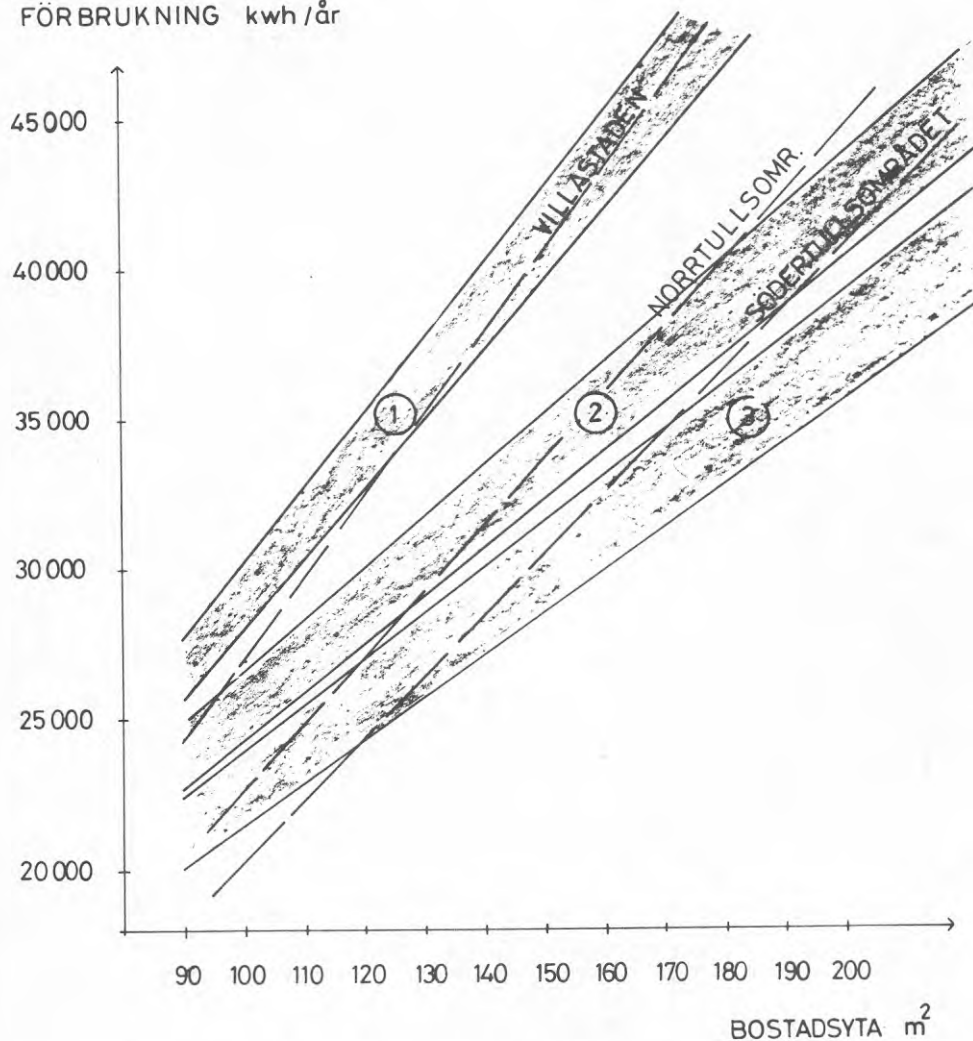
De värden på energiförbrukningen som erhöles ur enkätsvaren måste anses vara ganska osäkra på grund av låg svarsprocent och stor spridning.

Syftet med detta projekt är att belysa förutsättningarna för uppvärmning med olika ledningsbundna energiformer vid olika nivåer av energiförbrukning för uppvärmning. Det föreligger därför inget större krav på exakta förbrukningsvärden i de undersökta områdena.

För att få en bedömning av om de framräknade värdena är av rimlig storleksordning har en jämförelse gjorts med resultat som erhöles vid en undersökning för 5 500 småhus enligt Byggeforskningens Rapport R58:1974 (1). Jämförelsen framgår av figur 7. De för försöksområdena framräknade energivärdena ligger högre än motsvarande värden i rapporten. Detta förhållande

är rimligt med hänsyn till att de i rapporten undersökta husen är relativt nybyggda med god isolering och individuell reglering av värmesystemet.

ÅRLIG
FÖRBRUKNING kwh/år



① 1 PLAN MED KÄLLARE (ENL. R58:1974)

② 2 -"- -"- -"- (-"-)

③ 3 -"- UTAN -"- (-"-)

----- INVENTERADE GENOMSNIITTSVÄRDEN FÖR RESP. OMRÅDE

FIG. 7 ENERGIFÖRBRUKNING PER ÅR SOM FUNKTION AV BOSTADSYTA JÄMFÖRELSE MELLAN INVENTERADE GENOMSNIITTSVÄRDEN I GÄVLE OCH UPPMÄTTA VÄRDEN ENLIGT BYGGNADSFORSKNINGENS RAPPORT R58:1974.

3.2 Alternativa energibehov

Valet av uppvärmningsform kan påverkas om nuvarande energiförbrukning för uppvärmning reduceras. Två alternativa åtgärder har undersökt dels byggnadstekniska förbättringar av isolering och tätning, dels installation av värmepump.

3.2.1 Energibehov efter förbättring av isolering m.m.

Husen i de tre undersökta områdena är till övervägande antalet 30 år eller äldre. Om husen ur isoleringssynpunkt förbättras till en nivå som motsvarar normal standard enligt Svensk byggnorm 1975 supplement 1 (2) torde enligt uppgift från statens planverk energiförbrukningen för uppvärmning kunna sänkas 35-45 %. För beräkningarna i detta projekt har valts siffran 35 %. Det lägre värdet har valts med hänsyn till att ett fullständigt genomförande av de nya kraven sannolikt ej är möjligt på grund av varierande byggnadskonstruktioner. De åtgärder som bedömts realistiska att genomföra i befintliga hus av de typer som förekommer inom försöksområdena är följande:

- Inreglering av värmesystem och byte till termostatventiler.
- Utbyte av fönster till 3-glasfönster samt tätning kring fönster och dörrar.
- Förbättrad isolering i tak och väggar.

3.2.2 Energibehov efter installation av värmepump

Erfarenheterna från utförda värmepumpinstallationer är mycket varierande. Med hänsyn till förväntad utveckling av värmepumpen har det dock bedömts värdefullt att undersöka dess inverkan på distributionsnäten.

Energisamband vid installation av värmepump kan beskrivas enligt följande:

$$W_{\text{värme}} = W_{\text{VP}} + W_{\text{luft}} + W_{\text{tills.}} \text{ där}$$

$W_{\text{värme}}$ betecknar årsförbrukningen av energi för uppvärmning som har beräknats enligt kap. 3.1.2.

W_{VP} betecknar den elenergi per år som erfordras för att driva värmepumpen. Därvid omvandlas energin till kompressionsarbete som i sin tur omvandlas till värme.

W_{luft} betecknar den energimängd per år som värmepumpen upptar från uteluften eller annat medium.

W_{tills} betecknar den energimängd per år som måste tillföras från annan värmekälla då utomhustemperaturen sjunker under värmepumpens funktionsgräns.

Enligt tillverkarna av värmepumpar bör den tillförda erforderliga årsenergin för uppvärmning kunna minskas med 40-50 % och de återstående 60-50 % tas från uteluften, d.v.s W_{luft} . Utförda mätningar i befintliga anläggningar har dock visat att detta är en optimistisk bedömning.

Utgående från vad som framkommit vid litteraturstudier (3,4,5,6) och samtal med värmepumpskonstruktörer har i detta projekt W_{luft} satts till $0,35 W_{\text{värme}}$. Det innebär en försiktig bedömning jämfört med de prestanda som anges i leverantörernas kataloger.

W_{VP} har satts till $0,45 W_{\text{värme}}$. Det relativt höga värdet beror av att de standard värmepumpar som nu finns har en konstant ej reglerbar kompressoreffekt. Med dessa förutsättningar blir erforderlig tillsatsenergi $0,2 W_{\text{värme}}$.

Genom att välja samma energireduktion som vid förbättring av isolering m.m. belyses även de två alternativens olika dimensionerande inverkan på distributionsnäten.

4 BERÄKNINGAR AV DISTRIBUTIONSNET

4.1 Omfattning av dimensionerande beräkningar för distributionsnät

Dimensionerande beräkningar av distributionsnäten för el och fjärrvärme har genomförts med hjälp av dator. Beräkningar har genomförts för vart och ett av de olika energiförbrukningsalternativen. De databeräkningar som utförts kan sammanfattas i följande tabell:

Tabell 1

	Belastningsalternativ	Nätalternativ
El	Nuvarande värmebehov	Beteckning enl. resultatredovisning H20
	Värmebehov efter isolering m.m.	" H40
	Värmebehov vid värmepump med el som tillsatsvärme.	" H30
	Elbehov vid värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme.	" H10
Fjärrvärme	Nuvarande värmebehov	Nätalternativ I
	Värmebehov efter isolering m.m.	Nätalternativ II
	Värmebehov vid värmepump med fjärrvärme som tillsats	Nätalternativ II

4.2 Beräkningsmetod för elnät

Utgångspunkt för varje beräkningsalternativ har varit befintligt elnät. Databeräkningarna har utförts med standardprogram enligt RE systemet.

Indata utgöres av distributionsnätens uppbyggnad samt uppgifter om årsenergiförbrukning i nätens olika knutpunkter. Med Velanders formel omräknas årsenergin till sammanlagrad effekt.

$$P = k_1 W + k_2 \sqrt{W}$$

där P = sammanlagrad effekt kW

$$W = \text{årsenergin kWh}$$

k_1 och k_2 = konstanter som beror av belastningens karaktär.

Av beräkningsresultaten framgår belastningsförhållandena i och utnyttjningsgraden av distributionsnäten. Bland annat kan utläsas spänningsförhållande i varje knutpunkt, belastnings- och kortslutningsström i varje ledning, transformatorernas belastning samt förluster i varje delnät. Dessutom fås en statistik på antal meter kabel av olika typer i varje delnät samt totalt ansluten transformatoreffekt.

4.3 Beräkningsalternativ för elnät

I figurerna 8-16 har numreringarna på kabelskåpen ändrats jämfört med befintligt kabelnät och följande beteckningar använts:

⊙ Transformatorstation

▬ Kabelskåp

— Jordkabel

Vid beräkning av nya nät har endast utnyttjats de standardareor för kabel och de standardeffekter för transformatorer som Energiwerken i övrigt använder. Följden har blivit att de genomräknade näten inte är lika mycket utnyttjade inom alla tre områdena. Avvikelserna är dock inte större än vad som i praktiken förekommer i distributionsnät.

4.3.1 Elvärme med nuvarande värmebehov

Framräknade distributionsnät för de tre områdena redovisas i figurerna 8-10.

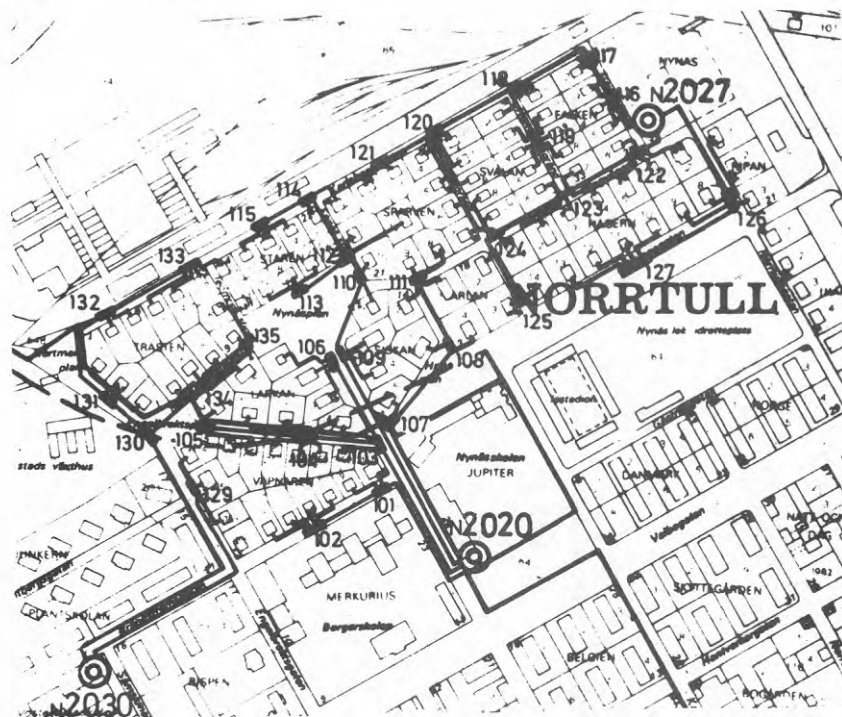


FIG 8 PLANERAT KABELNÄT VID ELVÄRME MED NUVARANDE VÄRMEBEHOV



FIG 9 PLANERAT KABELNÄT VID ELVÄRME MED NUVARANDE VÄRMEBEHOV

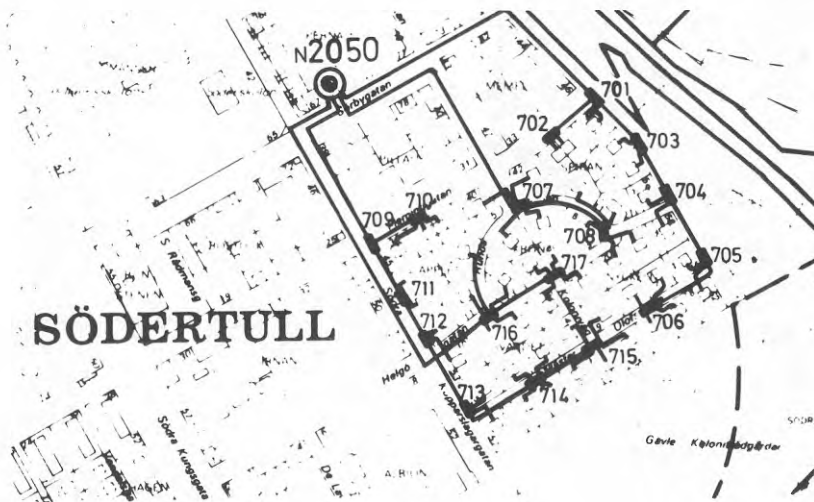


FIG 10 PLANERAT KABELNÄT VID ELVÄRME MED NUVARANDE VÄRMEBEHOV

Inmatade energiförbrukningar utgör för varje hus summan av uppmätt hushållsel och enligt 3.1.2 beräknad energi för uppvärmning med elpanna.

Velanderkonstanterna har i detta beräkningsalternativ valts till $k_1 = 0,00027$

$k_2 = 0,020$

Beräkningsresultatet sammanfattas i tabell 2.

Tabell 2

Resultat från databeräkning av alternativet elvärme med nuvarande värmebehov

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Installerad transformatoreffekt kVA	3 950	4 100	3 000
Högsta relativa last i transformator %	70	97	33
Total kabellängd m	5 517	10 715	2 815
Aktiva förluster			
Effekt kW	37,6	142	20,8
Energi MWh	79,1	284,3	45,3
Största spänningsfall i lågspänningsnätet %	6,7	7,6	5,9
Högsta relativa ström i lågspänningskabel %	78	98	77

Detta är det ur eldistributionssynpunkt svåraste alternativet som kräver omfattande förstärkningar av befintligt distributionsnät.

4.3.2 Elvärme efter förbättring av isolering m.m.

Framräknade distributionsnät för de tre undersökta områdena redovisas i figurerna 11-13.

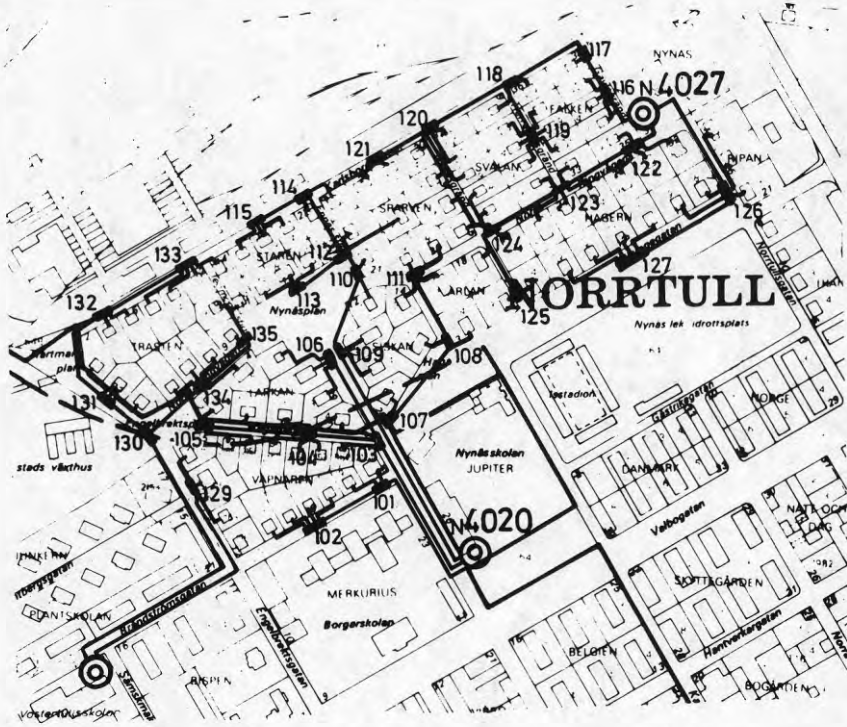


FIG 11 PLANERAT KABELNÄT VID ELVÄRME EFTER FÖRBÄTTRING AV ISOLERING



FIG 12 PLANERAT KABELNÄT VID ELVÄRME EFTER FÖRBÄTTRING AV ISOLERING

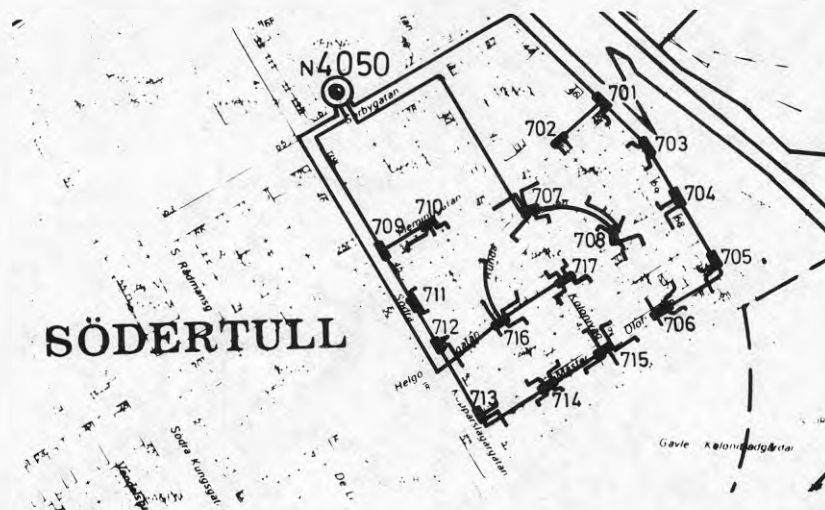


FIG 13 PLANERAT KABELNÄT VID ELVÄRME EFTER FÖRBÄTTRING AV ISOLERING

Innatad energiförbrukning utgör för varje hus summan av uppmätt hushållsel och enligt 3.2.1 beräknad värmeenergi.

Velanderkonstanterna har i detta fall valts till

$$k_1 = 0,000270$$

$$k_2 = 0,020.$$

Beräkningsresultatet sammanfattas i tabell 3.

Tabell 3

Resultat från databeräkning av alternativet elvärme efter förbättring av isolering m.m.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Installerad transformatoreffekt kVA	3 650	4 100	3 000
Högsta relativa last i transformator %	78	69	28
Total kabellängd m	5 517	10 696	2 815
Aktiva förluster			
Effekt kW	29,8	122	16,1
Energi MWh	66,5	267	37,1
Största spänningsfall i lågspänningsnätet %	7,1	7,3	6,8
Högsta relativa ström i lågspänningskabel %	81	98	82

Om husens isolering och värmereglering förbättras kommer både effekt- och energibehov att reduceras betydligt. Därmed minskas behoven av förstärkning av befintliga distributionsnät.

4.3.3 Värmepump med el som tillsatsvärme

Framräknade distributionsnät för de tre undersökta områdena redovisas i figurerna 14-16.

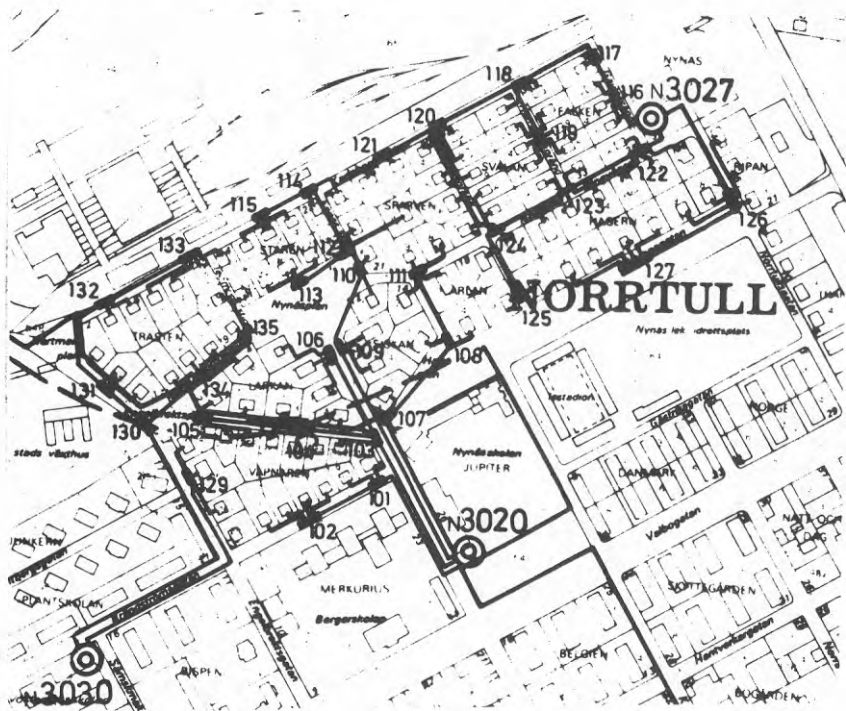


FIG 14 PLANERAT KABELNÄT VID VÄRMEPUMP MED EL SOM TILLSATSÄTTSVÄRME



FIG 15 PLANERAT KABELNÄT VID VÄRMEPUMP MED EL SOM TILLSATSVÄRME

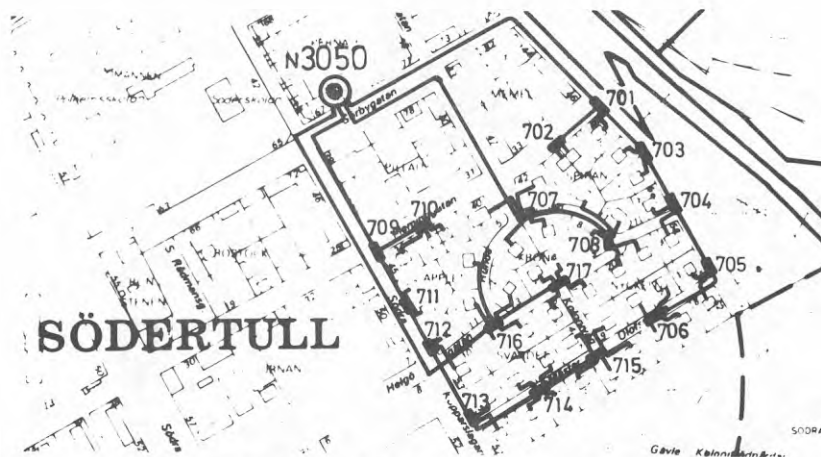


FIG. 16 PLANERAT KABELNÄT VID VÄRMEPUMP MED EL SOM TILLSATSVÄRME

Den inmatade energiförbrukningen utgöres av summan av uppmätt hushållsel och beräknad energi för drift av värmepump, W_{vp} , samt tillsatsenergi, W_{tills} , enligt kapitel 3.2.2.

Velanderkonstanterna har i detta fall valts till

$$k_1 = 0,00039$$

$$k_2 = 0,020.$$

Beräkningsresultatet sammanfattas i tabell 4.

Tabell 4

Resultat från databeräkning av alternativet värmepump med el som tillsatsvärme

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Installerad transformatoreffekt kVA	3 950	4 100	3 000
Högsta relativa last i transformator %	73	65	34
Total kabellängd m	5 517	11 005	2 815
Aktiva förluster			
Effekt kW	44,8	169	23,9
Energi MWh	47,6	163	26,0
Största spänningsfall i lågspänningsnätet %	7,2	7,3	6,6
Högsta relativa ström i lågspänningskabel %	82	88	82

Efter installation av värmepump kommer energibehovet att minska betydligt medan däremot effektbehovet reduceras med endast ca 9 % beroende på tillsatsvärmen. Det betyder att förstärkningar av distributionsnäten erfordras i nästan lika stor omfattning som vid alternativet elvärme med nuvarande värmebehov.

4.3.4 Värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme

Även detta alternativ påverkar distributionsnätet för el på grund av effekten hos anslutna värmepumpars kompressorer. Beräkningarna har genomförts på befintliga distributionsnät efter smärre justeringar enligt figur 17-19.

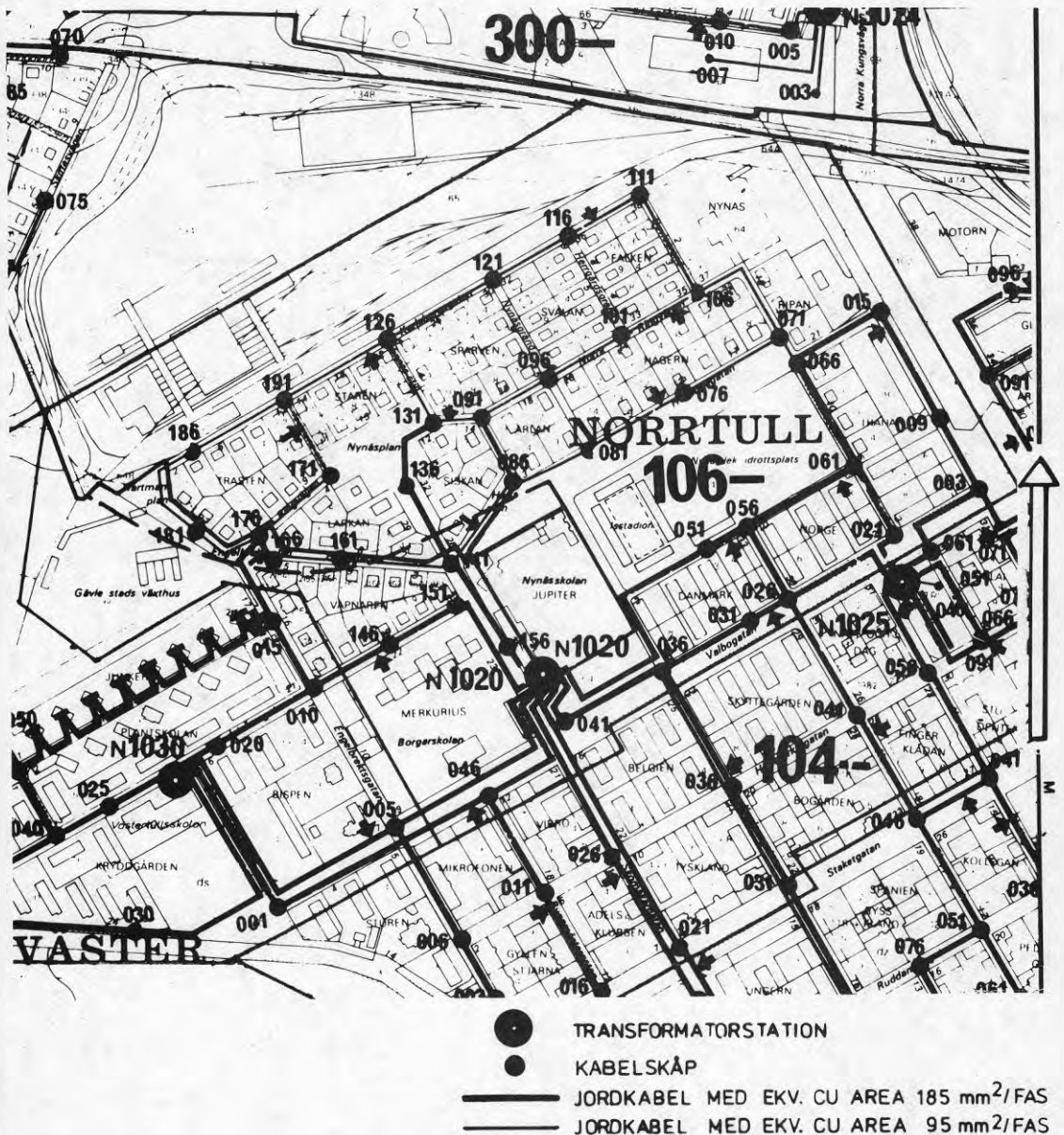


FIG 17 PLANERAT KABELNÄT VID VÄRMEPUMP MED FJÄRRVÄRME SOM TILLSATSVÄRME

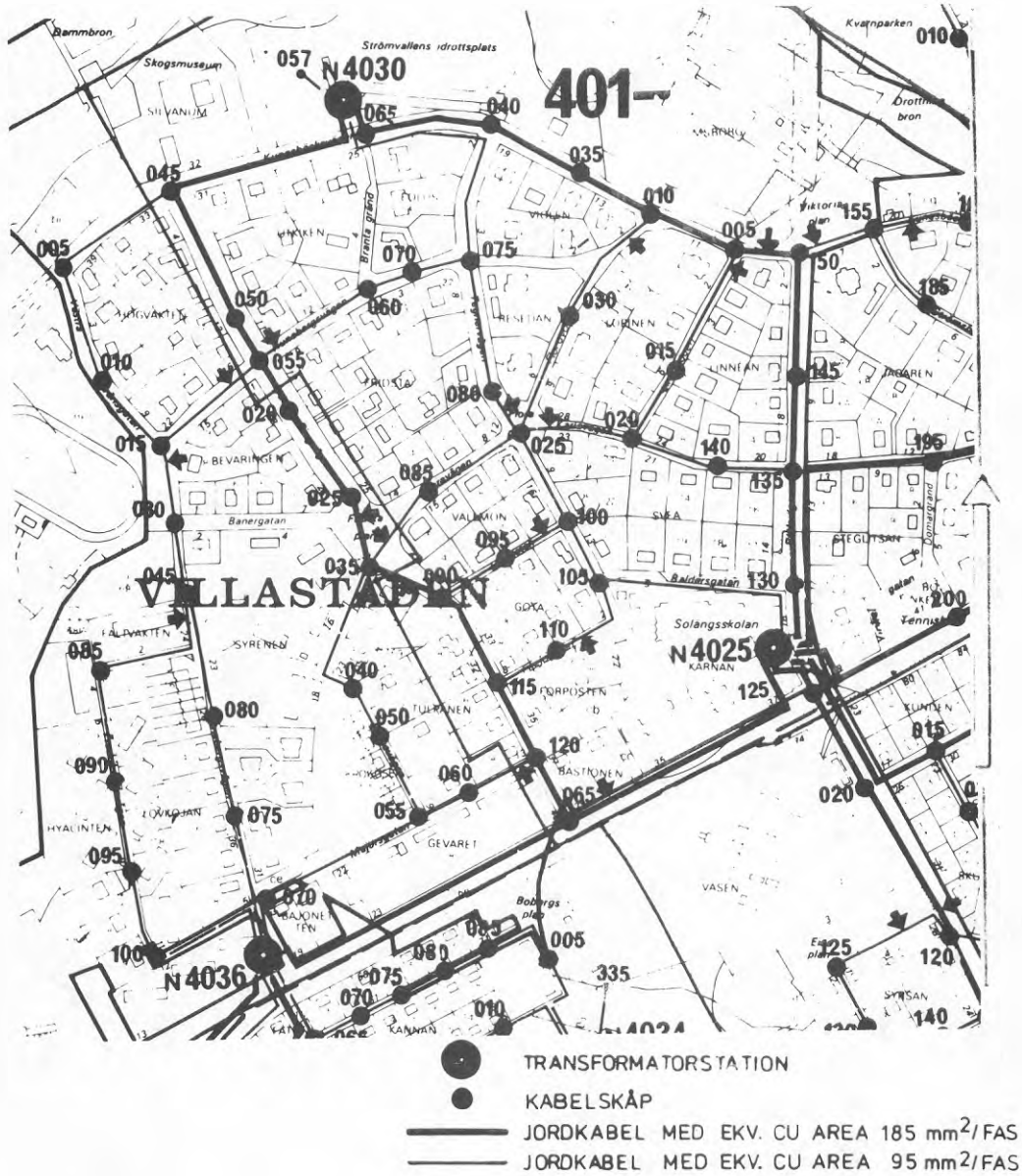


FIG 18 PLANERAT KABELNÄT VID VÄRMEPUMP MED FJÄRRÄRME SOM TILLSATSVÄRME

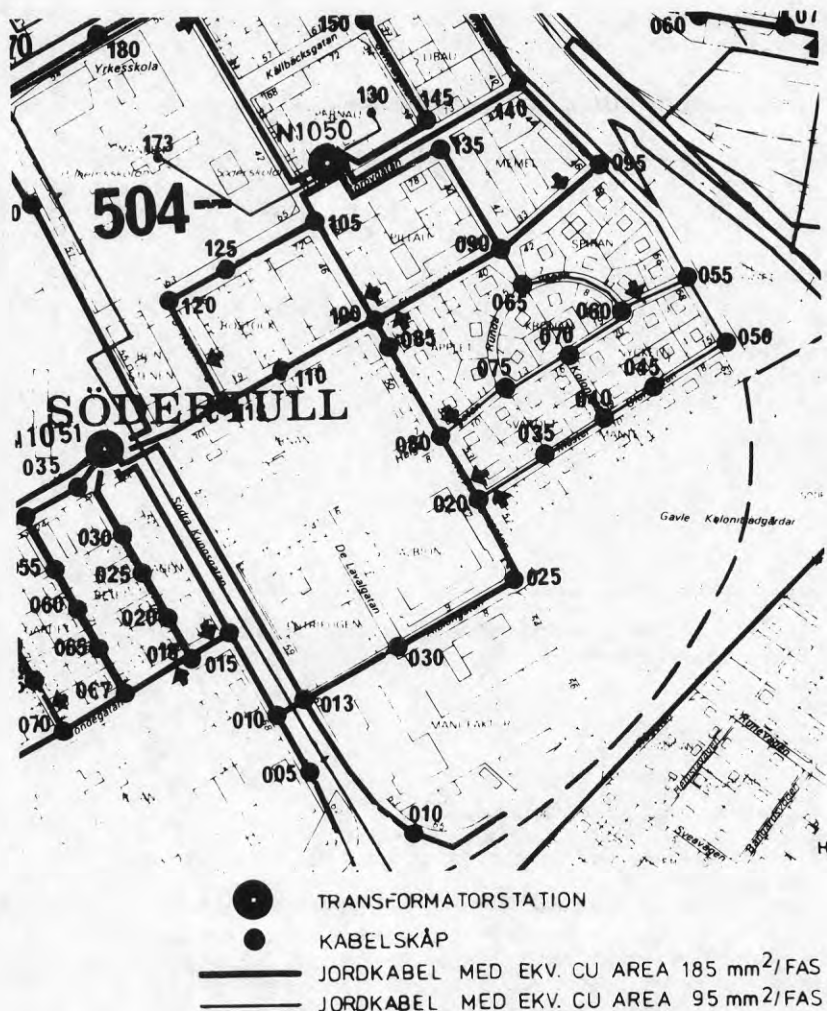


FIG 19 PLANERAT KABELNÄT VID VÄRMEPUMP MED FJÄRRVÄRME SOM TILLSATSVÄRME

Till nuvarande hushållsförbrukning för el har adderats värmepumpens drivenergi beräknad enligt 3.2.2.

Velanderkostnaderna har för detta alternativ valts till

$$k_1 = 0,00022$$

$$k_2 = 0,020$$

Beräkningsresultatet sammanfattas i tabell 5.

Tabell 5
Resultat från databeräkning av alternativet värmepump
med fjärrvärme som tillsatsvärme.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Installerad transformatoreffekt kVA	4 750	4 150	4 500
Högsta relativa last i transformator %	57	49	81
Total kabellängd m	6 558	10 275	3 014
Aktiva förluster			
Effekt kW	27,1	51,8	10,6
Energi MWh	87,4	173	34,7
Största spänningsfall i lågspänningsnätet %	6,7	6,7	5,6
Högsta relativa ström i lågspänningskabel %	64	96	51

I detta alternativ erfordras endast små förstärkningar av det redan befintliga eldistributionsnätet då tillsatsvärmerna utgöres av fjärrvärme.

4.4 Beräkningsmetod för fjärrvärmenät

Beräkningarna har utförts med dataprogram. Programmet redovisar tryckfall och resttryck för varje delsträcka. Strypning och överskottstryck redovisas som resttryck och förinställningsvärde vid varje strypventil. Rörlängder summeras och redovisas **separat för varje dimension. Beräkning av friktions- och stötförluster sker med sedvanlig metod. Vid friktionsberäkningen användes Colebrookes formel. Motståndstal för T-rör och böjar följer diagram och tabeller som publicerats i Byggforskningens informationsblad 1962:39 (7). Beräkning av inställningsvärden följer i stort den metod som beskrivits i Byggforskningens informationsblad 1962:40 (8).**

Med dagens värmeväxlarenheter för villor med indirekt uppvärmning av förbrukningsvarmvatten bedöms inte någon nämnvärd sammanlagring av flödena i områdets kulvertnät uppkomma. Kulvertnäten är därför beräknade utan sammanlagring av flödena. I förhållande till direktväxling av tappvarmvattnet erhålles ett lägre maximalt flöde men en högre returtemperatur. Flödena för respektive hus har beräknats utifrån fabrikanternas uppgifter och mätningsresultat. Tillgängliga tryck är valda efter Gävle Energiverks beräkningar invid respektive område.

Som riktvärden för dataprogrammets dimensionsval har ekonomiska rördimensioner och aktuellt kostnadsläge beräknats med ett annat dataprogram. Det senare programmet grundas delvis på "Ekonomisk dimensionering av pumpvarmvattensystem för värmeanläggningar" av John Rydberg KTH (9).

Programmet beräknar en undre och en övre gräns för det ekonomiska flödet i ett rör på basis av anläggningskostnader, drifttider, elenergipris, verkningsgrad, råhetstal, viskositet, densitet m.m. Indata är valda efter kostnadsuppgifter från Energiverken i Gävle, Vattenfalls normaltaxa samt 70°C på fjärrvärmevatten.

Övre gräns för dimensionerande värde har därefter justerats med hänsyn till tillgängligt tryck i respektive område.

Beräkning av värmeförluster i områdenas kulvertnät har bedömts utifrån tidigare beräkningar med hjälp av dataprogram. Programmet grundas på formel av Rydberg-Huber i "Värmeavgivning från rör i betong eller mark". Värmeförlusterna beräknas i W/m som medelvärde över året och har grundats på en cirkulär enkelkulvert med två värmebärrör.

4.5 Beräkningsalternativen för fjärrvärmenät

4.5.1 Fjärrvärme med nuvarande värmebehov

Beräknade distributionsnät för de tre områdena redovisas i figur 20-22.

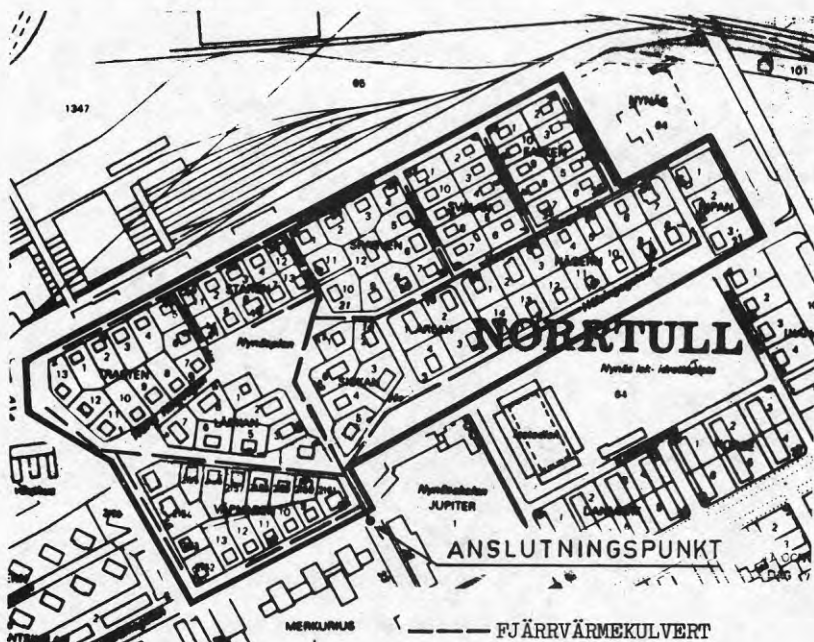


FIG 20 PLANERAT KULVERTNÄT VID FJÄRRVÄRME



FIG 21 PLANERAT KULVERTNÄT VID FJÄRRVÄRME

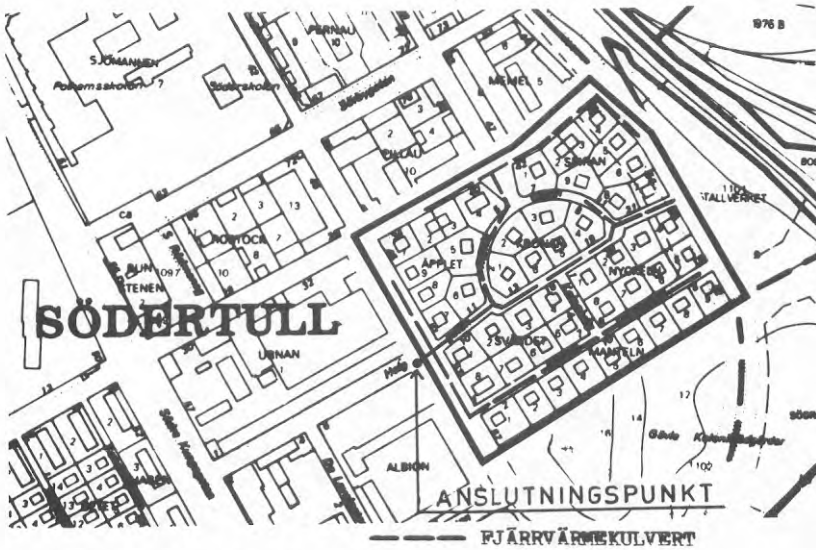


FIG 22 PLANERAT KULVERTNÄT VID FJÄRRVÄRME

Inmatande flöden baseras på de under 3.1.2 nämnda effektbehoven.
Beräkningsresultatet sammanfattas i tabell 6.

Tabell 6 Uppgifter om distributionsnät dimensionerat
för nuvarande effektbehov

	NORRTULL	VILLASTADEN	SÖDERTULL
KULVERTLÄNGD (m)	3127	5398	1592
därav SERVISER (%)	37	45	41
VÄTSKEVOLYM (m ³)	5,5	11,8	1,6
FLÖDE, TOT (m ³ /h)	27	50	12
TRYCKFALL, TOT (mvp)	22	45	46
MAX DIM (Ans1 nr)	80	100	32
MIN DIM (")	15	15	15
FÖRLUSTER (MWh)	741	1278	341

4.5.2 Fjärrvärme efter förbättring av isolering m.m.

Beräknade distributionsnät är desamma som under 4.5.1 och som redovisas i figur 20-22. Inmatade flöden baseras på en reduktion av de under 3.1.2 redovisade effektbehoven med en %-sats som framgår av figur 23.

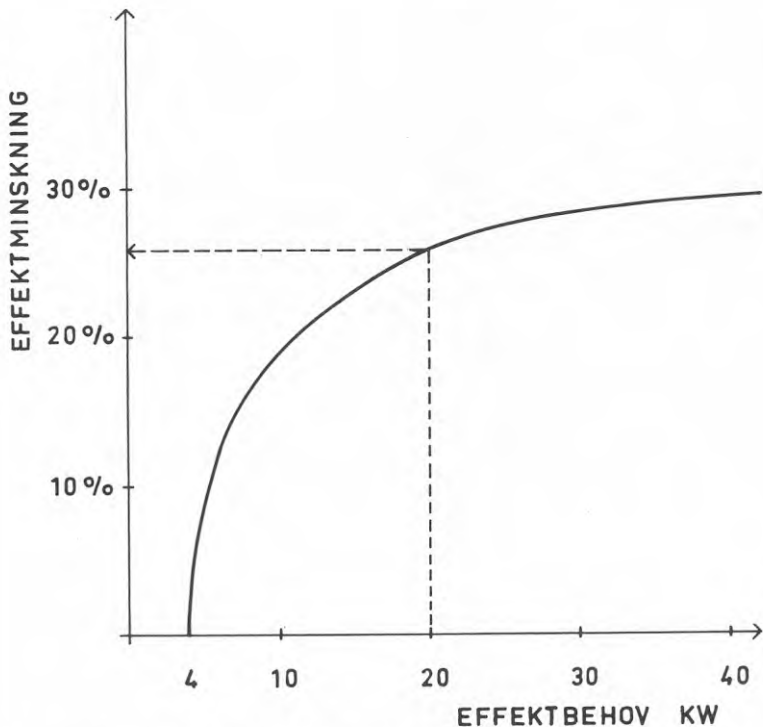


FIG. 23 EFFEKTMINSKNING EFTER FÖRBÄTTRING AV ISOLERING M.M.

Att effektreduktionen inte blir lika med energireduktionen beror på att tappvattenförbrukningen inte påverkas av besparingsåtgärder.

Beräkningsresultatet sammanfattas i tabell 7.

Tabell 7 Uppgifter om distributionsnät dimensionerat för reducerat effektbehov

	NORRTULL	VILLASTADEN	SÖDERTULL
KULVERTLÄNGD (m)	3127	5398	1592
därav SERVISER (%)	37	45	41
VÄTSKEVOLYM (m ³)	4,8	9,5	1,5
FLÖDE, TOT (m ³ /h)	20	37	9
TRYCKFALL TOT (mvp)	26	43	41
MAX DIM (Ansl nr)	65	80	32
MIN DIM (")	15	15	15
FÖRLUSTER (MWh)	724	1230	337

4.5.3 Värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme

Flödena i detta alternativ har efter beräkningar bedömts avvika mycket lite från alternativet enligt 4.5.2 varför samma beräkningsresultat gäller för detta alternativ. Det bör betonas att säkra värden ej finns att få för kombinationen värmepump och fjärrvärme då det ännu ej praktiskt testats.

5 INVESTERINGAR

5.1 Underlag för kostnadskalkyler

Utgångsläget för undersökningen har varit att studera tre befintliga områden. Kostnadskalkylerna omfattar därför endast anläggningar inom försöksområdena. Inverkan av kostnader utanför försöksområdena behandlas i avsnitt 7 i samband med jämförelser av alternativen.

För varje undersökt alternativ har investeringsbehovet, inkluderat material, montage, omkostnader samt moms beräknats för erforderliga anläggningar.

Investeringarna uppdelas i följande två huvuddelar:

- fastighetsinstallationer
- distributionsanläggningar.

Kostnaderna för fastighetsinstallationer har baserats dels på aktuella katalogpriser dels på offerter. Vid beräkning av kostnaderna för elektriska distributionsanläggningar har använts Svenska Elverksföreningens kostnadskatalog för dimensionering av el-distributionssystem i tätorter, reviderad utgåva år 1975 (10). Kostnader för distributionsanläggningar för fjärrvärme baseras på aktuella kostnader för Gävle Energiverks anläggningar.

5.2 Fastighetsinstallationer

Fastigheterna har förutsatts ha ett pumpvarmvattensystem med en mindre oljeeldad panna och där varmvattenberedaren för de flesta fall är inbyggd i pannan. Undantag något större fastigheter där separat beredare förutsatts.

Värmeledningspumpen antas ha en med hänsyn till nyinstallationerna för liten uppfordringshöjd. Oljetanken förutsättes vara i storleksordningen 3-4 m³, avsedd för eldningsolja nr 1 och placerad i eller omedelbart invid pannrummet.

För alternativet gemensamma kostnader är demontering av centrala delar i den redan befintliga anläggningen. I angivna kostnader ingår demontering av oljepanna med brännare, anslutande värme- och vattenledningar, värmeledningspump, oljeledningar, oljetank samt diverse elledningar.

5.2.1 Installationer vid elvärme

Vid övergång till elvärme förutsättes att befintligt radiatorsystem behållas. Befintlig pannanläggning ersättes med elpanna med erforderligt antal värmepatroner. Varmvattenberedaren förutsätts i nyinstallation vara separat.

Kostnader för ny värmeledningspump, rörledningar, armaturer, regler- och säkerhetsutrustning, manöverskåp, kontaktorer och säkringsskåp ingår liksom idrifttagning.

För alternativet med värmepump ansluts pumpen med rörledningar till fastighetens rörsystem samt med ett mindre kanalsystem för uppvärmning av källarlokalerna med en mindre mängd friskluft.

Kostnaderna för värmepumpen har bestämts utifrån priser för på marknaden tillgängliga storlekar. För större storlekar har uppräkningsgjorts med 1 200 kr per tillkommande kW-kompressoreffekt. I övrigt ingår kostnader för rörledningar, kanaler, armaturer och idrifttagning.

5.2.2 Installationer vid fjärrvärme

I hus med värmeeffektbehov under 30 kW förutsättes att en fabriks-tillverkad värmeväxlarenhet med förrådsvarmvattenberedare installeras.

För större fastigheter räknas med en konventionell uppbyggnad av separata enheter för växling av radiatorvärme och tappvarmvatten. I båda fallen ingår kostnader för en ny värmeledningspump, anslutande rörledningar, armaturer, reglerutrustning samt idrifttagning. Värmeleverantören antas avsluta servisledningarna med ventiler direkt innanför grundmur i abonnentcentralen.

För alternativet värmepump med fjärrvärmets tillsats inkopplas den på samma sätt som vid alternativet med elvärmets tillsats. Skillanden ligger i att returvattnet från fjärrvärmenätet ledes som tillsatsvärme till en värmeväxlare i värmepumpen då utomhustemperaturen sjunker under -5°C . Beroende på tillkommande rörledningar och armaturer på fjärrvärmesidan samt en beräknad fördröjning av pumpen, då det i dagens läge inte finns några sådana anläggningar i drift, har kostnaderna räknats upp 4 000 kr jämfört med elvärmets tillsats.

5.2.3. Sammanställning av installationskostnader i fastigheter

De investeringar som erfordras för de olika alternativen finns redovisade i figur 24 för indirekt elvärme och fjärrvärme samt i figur 25 för värmepump med el och fjärrvärme som tillsats.

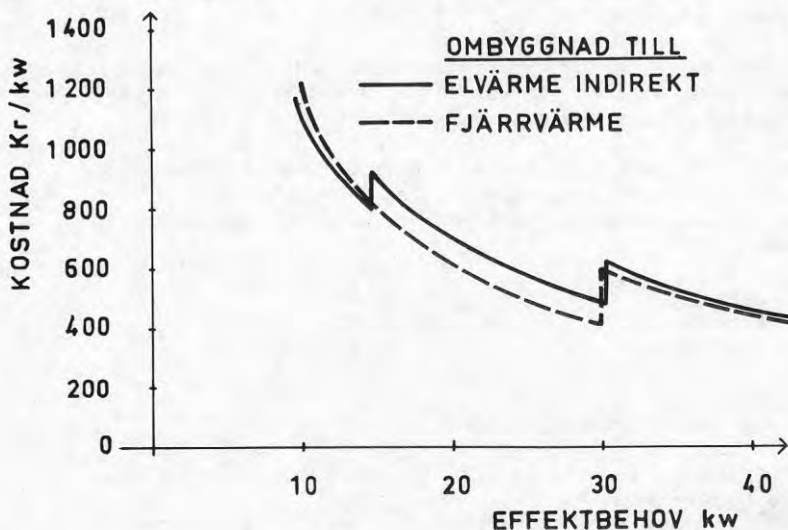


FIG 24 INSTALLATIONSKOSTNADER I FASTIGHETER

De stegvisa kostnadsökningarna i figur 24, vid vissa effektnivåer med indirekt elvärme beror på övergångar till större pannheter. Motsvarande kostnadsökning för fjärrvärme vid en effekt på 30 kW beror på att prefabricerade enheter har valts för effekter under 30 kW.

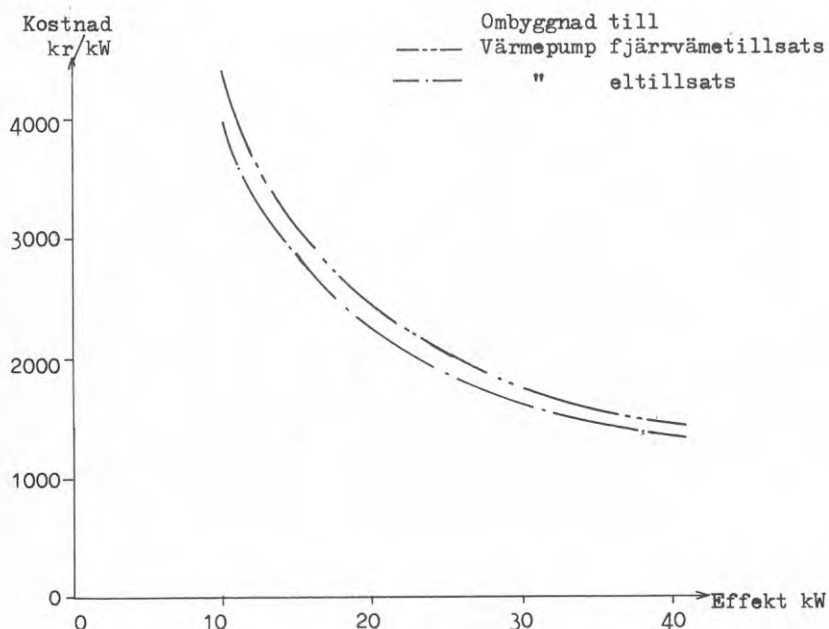


FIG 25 INSTALLATIONSKOSTNADER I FASTIGHETER

Installationskostnaderna för värmepumpalternativen figur 25, är ungefär fyra gånger så höga jämfört med alternativen utan värmepump. Fjärrvämetillsats kostar ungefär 10 % mer än eltillsats.

För en genomsnittslägenhet på 170 m² i Norrtull med nuvarande värmeförbrukning erfordras en effekt på ca 17 kW. Det skulle motsvara en installationskostnad för de olika alternativen enligt följande:

Fjärrvärme	12 300 kr
Elvärme indirekt	14 390 "
Värmepump - eltillsats	43 170 "
" - fjärrvämetillsats	47 170 "

5.2.4 Kostnader för energibesparande åtgärder.

Följande åtgärder har bedömts möjliga att genomföra i befintliga hus i de tre försöksområdena:

- Inreglering av värmesystem och byte till termostatstyrda radiatorventiler.
- Byte till 3-glasfönster samt tätning kring fönster och dörrar.
- Tilläggsisolering av ytterväggar och vindsbjälklag.

Inreglering av värmesystemet har förutsatts ske samtidigt med byte av radiatorventiler. Ventilerna antas ha genomsnittsdimension 15. Vid byte till 3-glasfönster har förutsatts att hela fönstret bytes således inte komplettering av befintliga 2-glasfönster. Antal fönster har förutsatts vara normalt i förhållande till husstorlek.

För tilläggsisolering av ytterväggar har förutsatts att isoleringen sker utvändigt och att ytbeklädnaden utgöres av träpanel. Tilläggsisolering av vindsbjälklag har antagits kunna ske på krypbara vindar.

Kostnaderna har baserats dels på kostnadsuppgifter från entreprenadföretag, dels på katalogpriser och innefattar samtliga kostnader för utförandet. Åtgärderna förutsätts genomförda separat för varje hus.

Kostnader för energibesparande åtgärder

2-planshus ca 170 m² vy

Tilläggsisolering av fasader inkl ytbeklädnad	33 000:-/hus
Tilläggsisolering av krypbarvind	2 700:-/ "
Byte av 2-glasfönster till 3-glas	17 000:-/ "
Byte till termostatventiler	1 800:-/ "
Inreglering av värmesystem	1 300:-/ "
	<hr/>
	55 800:-/hus

2-planshus ca 220 m² vy

Tilläggsisolering av fasader inkl ytbeklädnad	41 000:-/hus
Tilläggsisolering av krypbar vind	3 500:-/ "
Byte av 2-glasfönster till 3-glas	20 000:-/ "
Byte till termostatventiler	2 300:-/ "
Inreglering av värmesystem	1 500:-/ "
	<hr/>
	68 300:-/hus

5.3 Distributionsanläggningar

5.3.1 Investeringar för elnät

Då det redan finns kabelnät i samtliga områden har dessa utnyttjats i möjligaste mån. Av den anledningen erfordras endast ett fåtal förstärkningar vid alternativet värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme. Till skillnad mot alternativet med elvärme med nuvarande värmebehov där omfattande förstärkningar erfordras.

Kablar av typ AKKJ 150 och AKKJ 300 har använts till matarkablar samt FKKJ 25 och FKKJ 50 till serviser. De genomsnittliga servislängder som har använts vid förstärkningar har baserats på respektive områdes totala servislängd och antal hus. För kabelförläggning har i beräknad anläggningskostnad medtagits kostnader för uppbyggnad och återställning av befintliga ytbeläggningar. För nyinstallationer och utbyte av transformatorer har typ ONAN 10,5/0,4 kV valts. Till nya stationer har använts enkla prefabricerade betongstationer innehållande på högspänningssidan tre fack varav 2 med lastfrånskiljare och 1 med lastfrånskiljare och säkringar samt på lågspänningssidan transformatorfack med effektbrytare, sex utgående kabelfack med lastfrånskiljare och ett fack för hjälputrustning.

I tabell 8 anges för de fyra olika alternativen i Norrtullsområdet dels dimensionerande effekt, dels antal meter lågspänning- och serviskabel samt hur mycket som är förstärkningar och därmed svarande investeringar. I tabellen redovisas även investeringar för kabelskåp och transformatorer. Den totala kostnaden är utslagen på ett antal olika parametrar för att möjliggöra jämförelser mellan de olika alternativen och områdena.

Tabell 8
 Investeringar för förstärkningar i Norrtull

	H10	H20	H30	H40
Dimensionerande effekt:				
medel kW/hus	7,86	15,80	15,08	11,51
" W/m ² bostadsyta	46,2	92,9	88,7	67,7
" W/m ² markyta	8,07	16,2	15,5	11,8
Lågspänningskablar:				
totalt m	3 040	3 427	3 427	3 427
medel m/hus	29,0	32,6	32,6	32,0
varav förstärkning m	405	1 605	1 605	1 605
Serviser:				
totalt m	3 518	2 090	2 090	2 090
medel m/hus	33,5	19,9	19,9	19,9
varav förstärkning m	0	40	0	0
Investering för förstärkning kr:				
kablar	42 607	168 072	168 072	141 882
serviser	0	2 934	0	0
skåp	0	11 400	11 400	11 400
transformatorer	0	105 380	105 380	41 800
Investering				
totalt kr:	41 607	287 786	284 852	245 082
medel kr/hus	396	2 741	2 712	2 334
" kr/m ² bostadsyta	2,32	16,1	15,9	13,7
" kr/m ² markyta	0,42	2,81	2,79	2,40
" kr/kW hus	50,4	173	180	203
" kr/m kabel	13,7	84,0	83,1	71,5

Beteckningarna i tabellhuvudet för de olika belastningsalternativen är följande:

- H10 - värmepump med fjärrvärme som tillsats
- H20 - elvärme med nuvarande värmebehov
- H30 - värmepump med el som tillsats
- H40 - elvärme efter isolering m.m.

Motsvarande uppgifter för Villastaden finns i tabell 9 och för Södertull i tabell 10.

Tabell 9
 Investeringar för förstärkningar i Villastaden

	H10	H20	H30	H40
Dimensionerande effekt:				
medel kW/hus	12,20	23,79	22,57	16,95
" W/m ² bostadsyta	55,7	108,6	103,1	77,4
" W/m ² markyta	11,2	21,8	20,7	15,6
Lågspänningskablar:				
totalt m	4 763	6 555	6 845	6 536
medel m/hus	36,6	50,4	52,7	50,3
varav förstärkning m	1 325	3 966	4 111	3 775
Serviser:				
totalt m	5 512	4 160	4 160	4 160
medel m/hus	42,4	32,0	32,0	32,0
varav förstärkning m	43	928	736	160
Investering för förstärkning kr:				
kablar	152 905	437 426	446 869	343 025
serviser	3 866	67 469	55 025	12 256
skåp	0	15 350	13 350	14 850
transformatorer	0	0	108 420	0
Investering				
totalt kr:	156 771	520 245	623 664	370 131
medel kr/hus	1 206	4 002	4 797	2 847
" kr/m ² bostadsyta	5,5	18,3	21,9	13,0
" kr/m ² markyta	1,11	3,57	4,40	2,61
" kr/kW hus	98,9	168	213	168
" kr/m kabel	32,10	79,4	91,1	56,6

Beteckningar i tabellhuvudet för de olika belastningsalternativen är följande:

- H10 - värmepump med fjärrvärme som tillsats
- H20 - elvärme med nuvarande värmebehov
- H30 - värmepump med el som tillsats
- H40 - elvärme efter isolering m.m.

Tabell 10
 Investeringar för förstärkningar i Södertull

	H10	H20	H30	H40
Dimensionerande effekt:				
medel kW/hus	7,45	14,94	14,38	10,99
" W/m ² bostadsyta	42,3	84,9	81,7	6,24
" W/m ² markyta	7,60	15,2	14,7	11,2
Lågspänningskablar:				
totalt m	1 568	1 630	1 630	1 630
medel m/hus	32,0	33,3	33,3	33,3
varav förstärkning m	463	1 027	1 027	1 027
Serviser:				
totalt m	1 446	1 185	1 185	1 185
medel m/hus	29,5	24,2	24,2	24,2
varav förstärkning m	0	0	0	0
Investering för förstärkning kr:				
kablar	53 430	106 906	106 906	90 787
serviser	0	0	0	0
skåp	0	3 500	3 500	3 500
transformatorer	0	0	0	0
Investering				
totalt kr:	53 430	110 406	110 406	94 287
medel kr/hus	1 090	2 253	2 253	1 924
" kr/m ² bostadsyta	6,19	12,80	12,80	10,93
" kr/m ² markyta	1,11	2,30	2,30	1,96
" kr/kW hus	146	151	157	175
" kr/m kabel	34,1	65,6	65,6	55,7

Beteckningarna i tabellhuvudet för de olika belastningsalternativen är följande:

- H10 - värmepump med fjärrvärme som tillsats
- H20 - elvärme med nuvarande värmebehov
- H30 - värmepump med el som tillsats
- H40 - elvärme efter isolering m.m.

5.3.2 Investeringar för fjärrvärme

Kulvertnätens sträckning är desamma i samtliga alternativ. Mellan alternativen varierar dimensioner och omfattning av respektive dimension. Samtliga fördelningsledningar har förutsatts lokaliserade till allmän mark, gator och enbart serviser till tomtmark. Inga servitutsförhållanden har således förutsatts i beräkningarna. Fördelningsledningarna har antagits utförda på konventionellt vis med kulvertkammare i betong eller prefabricerade kulvertelement vid avgreningar, expansionselement, låg-hög punkter etc. Serviserna har med hänsyn till vegetation på tomterna, läggningstid m.m. antagits utförda med en slankare kulvertkonstruktion.

Följande kulvertkostnader har använts

<u>RÖRDIMENSION</u>	<u>KOSTNAD PER KULVERTMETER</u>
15x1,0	240 kr
18x1,0	255 "
22x1,0	267 "
25-32	550 "
40-50	650 "
65	700 "
80	750 "
100	1 100 "

Kostnaderna avser helt färdig kulvert inklusive provisorier, omläggningar, konstruktions- och kontrollarvoden.

Investeringar i distributionsnät anges i tabell 11 vid nuvarande effektbehov samt i tabell 12 vid reducerade effektbehov.

Tabell 11 Nuvarande effektbehov och investeringar i distributionsnät

	NORRTULL	VILLASTADEN	SÖDERTULL
<u>DIM_EFFEKT</u>			
MEDELTAL (kW/hus)	17,1	25,8	16,3
" (W/m ² by)	100	117	93
" (W/m ² my)	17,5	14,0	16,6
<u>KOSTNADER</u>			
TOT KULV KOSTN (TKR)	1418	2409	675
MEDELTAL (KR/hus)	13500	18500	13800
" (KR/m ² by)	79	84	78
" (KR/m ² my)	13,9	10,1	14,1
" (KR/kW)	789	717	846

by = bostadsyta

my = markyta

Tabell 12 Reducerade effektbehov och investeringar
i distributionsnät

	NORRTULL	VILLASTADEN	SÖDERTULL
<u>DIM EFFEKT</u>			
MEDELTAL (kW/hus)	12,6	19,1	12
" (W/m ² by)	74	87	68
" (W/m ² my)	12,9	10,4	12,2
<u>KOSTNADER</u>			
TOT KULV KOSTN (TKR)	1396	2319	675
MEDELTAL (KR/hus)	13300	17840	13800
" (KR/m ² by)	78	81	78
" (KR/m ² my)	13,6	9,7	14,1
" (KR/kW)	1055	934	1150

6 FASTA ÅRSKOSTNADER

6.1 Gemensamma förutsättningar

Samtliga fasta årskostnader har beräknats i fast penningvärde enligt annuitetsmetoden, baserat på anskaffningsvärdet. Två kalkylräntenivåer har beräknats, 9 respektive 11 %. Beräkningarna tar hänsyn enbart till nedlagda kostnader inom områdena. I senare beräkningsexempel kap. 7 belyses distributörens hela kostnadsbild.

6.2 Årskostnader för fastighetsägare

Årskostnaderna för fastighetsägarna baseras på de investeringar för fastighetsinstallationer som beräknats i kapitel 5.2.

6.2.1 Elvärmeinstallation

Vid installation av elpanna har här räknats med en avskrivningstid på 25 år och för drift och underhåll en årlig kostnad motsvarande 2 % av totala investeringen enligt vad som anges i Bygghänsynens Rapport R9:1970 (11). I figur 26 anges fastighetsägarnas årskostnader per kW vid olika effektbehov och räntesatserna 9 och 11 %.

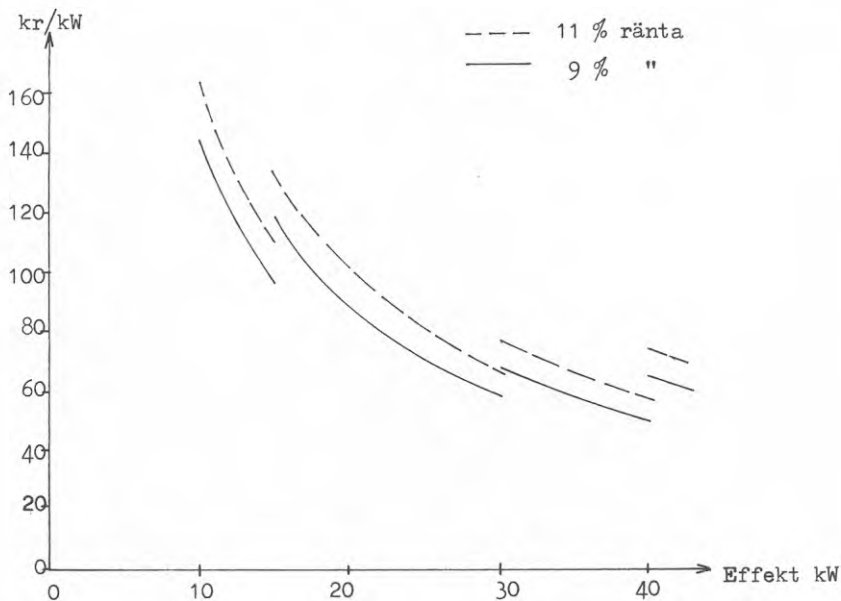


FIG 26 FASTA ÅRSKOSTNADER FÖR FASTIGHETSÄGARE VID ELVÄRMEINSTALLATION

6.2.2 Fjärrvärmeinstallation

På samma sätt som för elvärmeinstallation används värden ur R9:1970. Installationen avskrivs på 15 år och underhållet bedöms till 1,5 % av installationskostnaden. I figur 27 anges fastighetsägarnas årskostnader per kW vid olika effektbehov och räntesatserna 9 och 11 %.

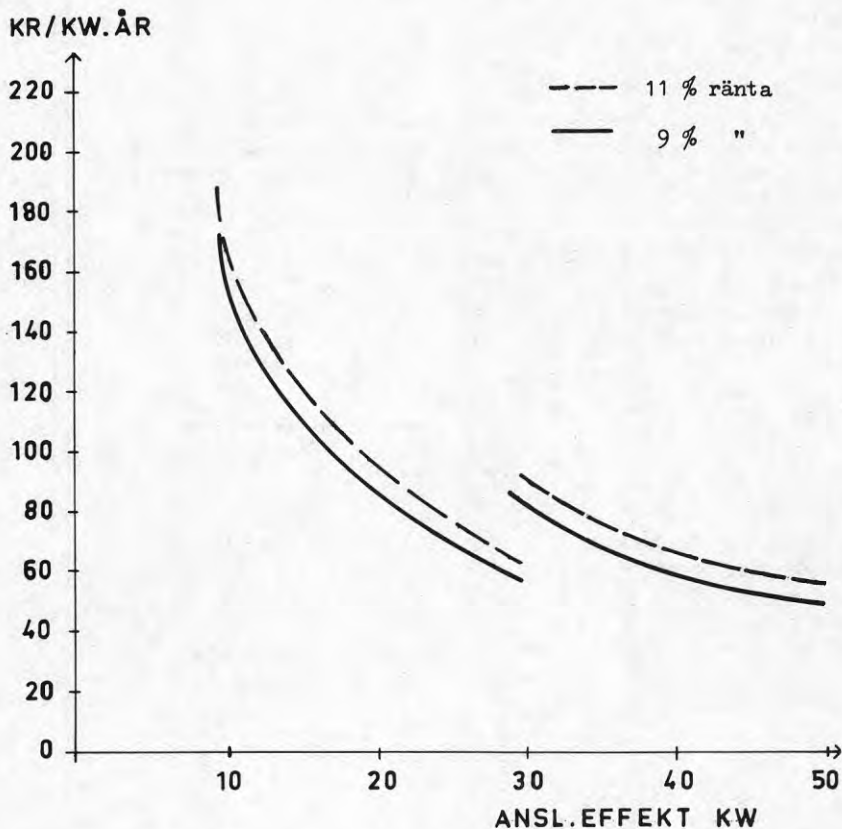


FIG 27 FASTA ÅRSKOSTNADER FÖR FASTIGHETSÄGARE VID FJÄRRVÄRMEINSTALLATION

6.2.3 Förbättrad isolering m.m.

Avskrivningstiderna har bedömts främst med hänsyn till åtgärder-
nas karaktär och med hänsyn till att det är fråga om befintliga
byggnader. Samma avskrivningstid har valts för inreglering och
termostatventiler därför att ett byte av termostatventiler nöd-
vändiggör en ny inreglering.

Följande avskrivningstider har använts:

tilläggsisolering fasader	30 år
" vind	30 år
fönsterbyte	30 år
termostatventiler	10 år
inreglering	10 år

Årskostnadkalkylerna har inte belastats med några underhålls-
kostnader. Motiveringen är att underhållskostnader skulle ha
funnits även om inga åtgärder vidtagits och då troligen varit
högre. Räntenivåerna 9 och 11 % har använts.

Årliga kapitalkostnader i kronor

<u>2-planshus ca 170 m² vy</u>	9%	11%
Tilläggsisolering fasader	3 216	3 799
Tilläggsisolering vind	263	311
Fönsterbyte	1 657	1 957
Termostatventiler	281	306
Inreglering	203	221
Summa	5 620	6 594

2-planshus ca 220 m² vy

Tilläggsisolering fasader	3 996	4 720
Tilläggsisolering vind	341	403
Fönsterbyte	1 949	2 302
Termostatventiler	359	391
Inreglering	234	255
Summa	6 879	8 071

6.2.4 Installation av värmepump med el som tillsatsvärme

För värmepumpanläggningar räknas med en avskrivningstid på 15 år och 2,5 % för drift och underhåll. Anledningen härtill är att drifterfarenheterna är mycket varierande för värmepump i småhus. I figur 28 anges fastighetsägarens årskostnader per kW för olika effektbehov vid 9 och 11 % ränta.

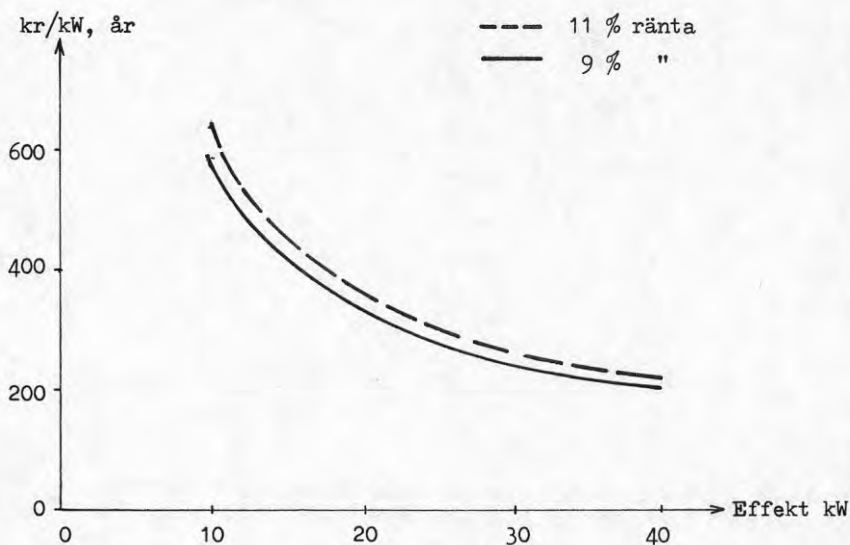


FIG 28 FASTA ÅRSKOSTNADER FÖR FASTIGHETSÄGARE VID VÄRMEPUMP MED MED EL SOM TILLSATSVÄRME

6.2.5 Installation av värmepump med fjärrvärme som tillsatsvärme

Installationskostnaden för värmepumpanläggning avskrivs på 15 år och underhållet bedöms till 2,5 % av kostnaden i likhet med alternativet el som tillsatsvärme. I figur 29 anges fastighetsägarnas årskostnader per kW vid olika effektbehov.

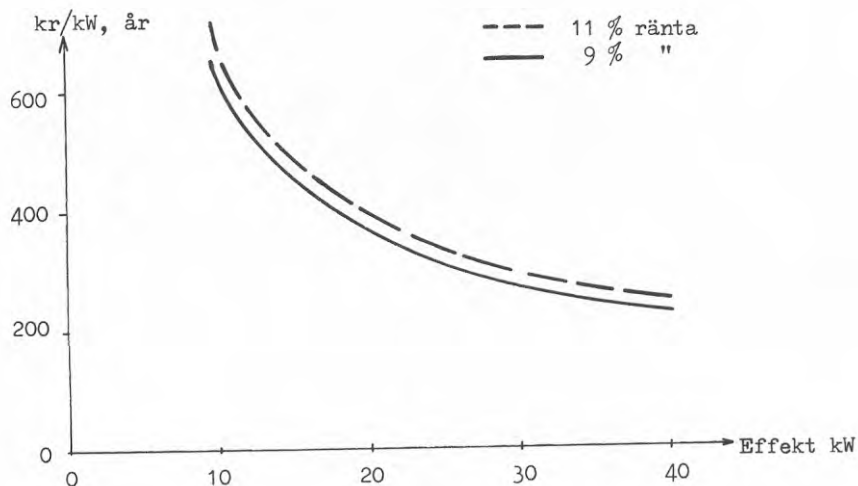


FIG 29 FASTA ÅRSKOSTNADER FÖR FASTIGHETSÄGARE VID VÄRMEPUMP MED FJÄRRVÄRME SOM TILLSATSVÄRME

6.3 Årskostnader för distributören

Årskostnaderna för distributören baseras på de investeringar för distributionsanläggningar som anges i kapitel 5.3.

6.3.1 Eldistributör

Vid beräkning av årskostnader har använts de brukbarhetstider och verksamhetskostnader som anges i Svenska Elverksföreningens kostnads katalog (10).

För framtagande av förlustkostnader har Vattenfalls eltariffer av år 1975 använts. Härvid har beräknats den marginella kostnadsförändringen för högspänningsleveranser i tariffblock 1 exklusive fasta avgiften. Entimmeseffekten erhålles enligt Vattenfalls högspänningstaxor av 1973 (12) genom att dividera den från databeräkningen erhållna maxförlusteffekten för varje delnät med en faktor 1,2. Sextimmarseffekten erhålles genom att multiplicera entimmeseffekten med 1,1 och dividera med 1,2. Energiförbrukningens fördelning mellan maj- augusti och övrig tid erhålles från fjärrvärmeleveranserna år 1975. Härvid har den procentuella fördelningen av totala energiförbrukningen beräknats till 16 % under tiden maj-augusti och 84 % under övriga månader. Motsvarande fördelning har gjorts för förlustenergin som har erhållits från databeräkningarna för varje delområde. I marginalkostnaden ingår elskatt med 2 öre/kWh.

De så erhållna förlustkostnaderna inkluderar även hushållsförbrukningens förlustkostnader. Då dessa också ingår i dagens kostnader med oljepannor har de i de fortsatta beräkningarna subtraherats från respektive områdes totala förlustkostnad.

En sammanfattning av fasta årskostnader finns i tabell 13. För att kunna jämföra de olika alternativen har årskostnaderna fördelats dels per hus dels per m² markyta. Beteckningarna i tabellhuvudet för de olika belastningsalternativen är följande

H 10 - värmepump med fjärrvärme som tillsats

H 20 - elvärme med nuvarande värmebehov

H 30 - värmepump med el som tillsats

H 40 - elvärme efter isolering m.m.

Tabell 13 Fasta årskostnader för eldistributör vid olika belastningsalternativ

	Ränta %	H10	H20	H30	H40
Norrtull:					
totalt kr/år	9	12 300	40 300	38 200	33 600
medel kr/hus, år	9	117	384	364	320
" kr/m ² markyta, år	9	0,12	0,39	0,37	0,33
Villastaden:					
totalt kr/år	9	32 600	90 100	88 900	69 400
medel kr/hus, år	9	251	693	684	534
" kr/m ² markyta, år	9	0,14	0,38	0,37	0,29
Södertull:					
totalt kr/år	9	8 700	16 900	15 700	13 900
medel kr/hus, år	9	177	346	321	284
" kr/m ² markyta, år	9	0,18	0,35	0,33	0,29

	Ränta %	H10	H20	H30	H40
Norrtull:					
totalt kr/år	11	13 100	45 500	43 300	38 000
medel kr/hus, år	11	125	433	412	362
" kr/m ² markyta, år	11	0,13	0,44	0,42	0,37
Villastaden:					
totalt kr/år	11	35 500	100 000	96 500	76 100
medel kr/hus, år	11	273	766	742	586
" kr/m ² markyta, år	11	0,15	0,42	0,40	0,32
Södertull:					
totalt kr/år	11	9 600	19 000	17 700	15 700
medel kr/hus, år	11	197	387	362	320
" kr/m ² markyta, år	11	0,20	0,40	0,37	0,33

6.3.2 Fjärrvärmedistributör

För beräkning av avskrivningar och underhåll har använts värden ur Byggeforskningens rapport R9:1970 (11). Således har kulvertar beräknats avskrivas på 30 år och underhållskostnaden satts till 1,5 % av investeringskostnaden. Kostnader för rundpumpning har beräknats, utifrån Vattenfalls normaltaxa, aktuella flöden och tryckförluster.

Värmeförlusterna som blir relativt sett betydande i denna typ av värmenät har utifrån gjorda databeräkningar och utredningar beräknats till ett genomsnitt på ca 0,20 MWh per meter kulvert och år för aktuella rördimensioner. Vid ett energipris på ca 50 kr/MWh blir kostnaden i genomsnitt ca 10 kr/m, år.

Administrationskostnaderna har beräknats utifrån en marginalkostnadsbedömning. Merkostnaden för anskaffning av ytterligare en fjärrvärmeabonnent har med hänsyn till avläsning, debitering, kreditering m.m. beräknats till 170 kr. Beroende på antal avläsningar, preliminär debitering etc kan denna kostnad variera förhållandevis mycket. Ovanstående uppgift inbegriper avläsning i samma utsträckning som för större abonnenter och måste betraktas som hög.

En sammanfattning av fasta årskostnaderna finns i tabell 14 för nuvarande energiförbrukning och i tabell 15 för reducerad energiförbrukning. Som jämförelse anges årskostnaderna totalt, per hus och per m² markyta. Dessutom anges årskostnaderna per kW, kW och hus samt per kWh då dessa siffror är vanligt förekommande i fjärrvärmesammanhang. Motsvarande medelvärden anges inte för eldistributionen i tabell 13. Anledningen härtill är att de effekt- och energivärden som använts för dimensionering av elnäten även inkluderar hushållsel. Medelvärden per kW och kWh blir därför i detta sammanhang ej jämförbara för el och fjärrvärme.

Tabell 14 Fasta årskostnader för fjärrvärmedistributör
vid nuvarande energiförbrukning

	Ränta %	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt kr/år	9	210 000	352 000	101 000
Medel kr/hus, år	9	1 998	2 704	2 068
" kr/m ² markyta, år	9	2,05	1,47	2,11
" kr/kW, år	9	116	106	127
" kr/kW, hus, år	9	1,10	0,82	2,6
" öre/kWh	9	5,2	4,7	5,6
Totalt kr/år	11	235 000	394 000	113 000
Medel kr/hus, år	11	2 238	3 031	2 306
" kr/m ² markyta, år	11	2,30	1,65	2,35
" kr/kW, år	11	130	119	141
" kr/kW, hus, år	11	1,23	0,91	2,88
" öre/kWh	11	5,8	5,3	6,3

Tabell 15 Fasta årskostnader för fjärrvärmedistributör
vid reducerad energiförbrukning

	Ränta %	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt kr/år	9	207 000	340 000	101 000
Medel kr/hus, år	9	1 973	2 615	2 060
" kr/m ² markyta, år	9	2,03	1,42	2,10
" kr/kW, år	9	156	138	171
" kr/kW, hus, år	9	1,48	1,06	3,49
" öre/kWh	9	6,9	6,1	7,6
Totalt kr/år	11	232 000	381 000	113 000
Medel kr/hus, år	11	2 210	2 939	2 306
" kr/m ² markyta, år	11	2,27	1,60	2,35
" kr/kW, år	11	174	154	191
" kr/kW, hus, år	11	1,66	1,18	3,9
" öre/kWh	11	7,8	6,9	8,5

7 JÄMFÖRELSE MELLAN ALTERNATIVEN

7.1 Nuvarande energibehov för uppvärmning

7.1.1 Befintliga installationer

Nuvarande energibehov per år är beräknade som framgår av kap. 3. Vid en bedömd årsmedelverkningsgrad för befintliga oljeeldade pannanläggningar på 60 % och ett effektivt värmevärde för eldningsolja nr 1 på 9 800 kWh/m³ blir bruttoenergiebehovet per år för områdena enligt tabell 16 nedan.

Tabell 16 Nuvarande bruttoenergiebehov per år.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	6 730	12 580	2 995
Medeltal kWh/hus	64 100	96 800	61 100
" m ³ EO1/hus	6,5	9,8	6,2

7.1.2 Elvärme

Vid övergång från oljeeldad värmepanna till elpanna minskas den till fastigheten tillförda bruttoenergin då verkningsgraden för en elpanna är 100 %. Denna energibesparing reduceras av distributionsförluster i kabelnäten inom de betraktade områdena samt distributions- och produktionsförluster utanför områdena. Inom områdena erhålles ur databeräkningarna distributionsförlusterna för uppvärmning och hushållsförbrukning. Då här endast betraktas energiförbrukningen för uppvärmning har distributionsförlusterna för hushållsförbrukning proportionerats fram och subtraherats från respektive områdes totala distributionsförlust. Utanför områdena är det ej möjligt att exakt ange förlusterna då sammansättningen av matande produktionsanläggningar varierar och större delen av elkraften inköps via till stamlinjenätet anknutna ledningar. Enligt uppgift från kraftverksföreningen uppgick produktionsverkningsgraden för all elproduktion i Sverige år 1975 till ca 80 %. Distributionsförlusterna uppgick enligt SCB 1975 års statistik (13) till 9,2 % fram till leveranspunkten d.v.s inklusive förluster inom området. Då dessa varierar har från 9,2 % subtraherats medelvärdet av distributionsförlusterna inom de tre områdena vilket uppgår till 2,8 %. Alltså har distributionsförlusterna utanför området beräknats till 6,4 %. Energiebehoven med och utan förluster för de olika områdena anges i tabell 17.

Tabell 17 Energibehov per år vid elvärme.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Energibehov för uppvärmning			
totalt MWh	4 038	7 548	1 797
medel kWh/hus	38 500	58 100	36 700
Distributionsförluster inom området.			
totalt MWh	71	258	40
% av totalbehovet	1,7	3,3	2,2
Summa MWh	4 109	7 806	1 837
Produktions- och distributionsförluster utanför området			
totalt MWh	1 474	2 800	659

I jämförelse med de bruttoenergibehov per år som anges i 7.1.1 med nuvarande förbrukning kan energiförbrukningen per år minskas vid övergång till elvärme inklusive distributions- och produktionsförluster enligt tabell 18.

Tabell 18 Minskat energibehov vid elvärme.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	1 147	1 974	499
" %	17,0	15,7	16,7

De investeringar som erfordras i distributionsnät och i fastighetsinstallationer, enligt kap. 5, utslagna per inbesparad kWh blir enligt tabell 19.

Tabell 19 Investeringar per årligen inbesparad kWh

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Distributionsnät			
totalt kr/kWh	0,25	0,26	0,22
Fastigheter			
totalt kr/kWh	1,32	0,95	1,41
Summa	kr/kWh	1,21	1,63

7.1.3 Fjärrvärme

Anslutes områdena till fjärrvärme erhålles en energiförbrukning inom områdena som framgår av tabell 20. Produktionsförlusterna har antagits till 14 % och distributionsförlusterna utanför områdena till 6 % av husens sammanlagda nettoförbrukning.

Tabell 20 Energibehov per år vid fjärrvärme

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Energibehov för uppvärmning			
totalt MWh	4 040	7 540	1 800
medel kWh/hus	38 500	58 100	36 700
Distributionsförluster inom området			
totalt MWh	741	1 278	341
% av totalbehovet	15,5	14,5	15,9
Summa MWh	4 781	8 818	2 140
Produktions- och distributionsförluster utanför området			
totalt MWh	1 010	1 885	450

I förhållande till förbrukningen vid enskilda pannanläggningar (se 7.1.1) kan följande energibesparing per år, enligt tabell 21, erhållas vid övergång till fjärrvärme.

Tabell 21 Minskat energibehov vid fjärrvärme.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	939	1 877	405
" %	14,0	14,9	13,5

Erforderliga investeringar för att göra denna besparing framgår av kap. 5. Utslaget per inbesparad kWh blir investeringarna enligt tabell 22.

Tabell 22 Investeringar per årligen inbesparad kWh

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Distributionsnät			
Totalt kr/kWh	1,50	1,20	1,70
Fastigheter			
totalt kr/kWh	1,40	0,80	1,50
Summa kr/kWh	2,90	2,00	3,20

7.1.4 Värmepump med eltillsats

Vid installation av värmepump har här räknats med en energibesparing på 35 % av nettobehovet för uppvärmning. Härutöver kommer energibesparingen för de tidigare förlusterna i oljepanna. Dessa besparingar reduceras av distributionsförlusterna för el inom områdena samt distributionsförluster utanför områdena. Inom områdena erhålles förlusterna ur databeräkningarna efter reduktion av hushållsförbrukningens inverkan. Enligt 7.1.2 sätts produktionsförlusterna till 20 % och distributionsförlusterna utanför området till 6,4 %. Energibehoven med och utan förluster för de olika områdena anges i tabell 23.

Tabell 23 Energibehov per år vid värmepump med eltillsats

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Energibehov för uppvärmning			
totalt MWh	2 625	4 906	1 168
medel kWh/hus	25 000	37 700	23 800
Distributionsförluster inom området			
totalt MWh	41	141	22
% av totalbehovet	1,5	2,8	1,8
Summa MWh	2 666	5 047	1 190
Produktions- och distributionsförluster utanför området			
totalt MWh	956	1 810	427

I jämförelse med de bruttoenergibehov per år som anges i 7.1.1 kommer förbrukningen per år inklusive distributions- och produktionsförluster att minska vid övergång till värmepump med eltillsats enligt tabell 24.

Tabell 24 Minskat energibehov vid värmepump med eltillsats

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	3 108	5 723	1 378
" %	46,2	45,5	46,0

De investeringar som erfordras i distributionsnät och i fastighetsinstallationer, enligt kapitel 5, utslagna per inbesparad kWh blir enligt tabell 25.

Tabell 25 Investeringar per årligen inbesparad kWh

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Distributionsnät totalt kr/kWh	0,09	0,11	0,08
Fastigheter totalt kr/kWh	1,46	1,08	1,52
Summa kr/kWh	1,55	1,19	1,60

7.1.5 Värmepump med fjärrvärmetsats

Energibesparingen vid installation av värmepump med fjärrvärmetsats blir i likhet med vid eltsats 35 % av nettobehovet för uppvärmning. Härutöver kommer besparingen för de tidigare förlusterna i oljepannan. Distributionsförlusterna för el inom områdena fås ur databeräkningarna enligt 7.1.2. Motsvarande förluster för fjärrvärme har beräknats utifrån totala effektförluster inom områdena och en utnyttningstid på 1 000 timmar per år för tillsatsvärmen. Produktionsförlusterna för el sätts till 20 % och distributionsförlusterna utanför områdena till 6,4 % enligt 7.1.2. För fjärrvärme anges motsvarande förluster till 14 % för produktion och 6 % för distribution utanför områdena enligt 7.1.3. I tabell 26 anges energibehoven med och utan förluster för de olika områdena.

Tabell 26 Energibehov per år vid värmepump med fjärrvärme

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Energibehov för uppvärmning totalt MWh	2 625	4 906	1 168
medel kWh/hus	25 000	37 700	23 800
Distributionsförluster inom området totalt MWh	152	282	66
% av totalbehovet	5,8	5,7	5,6
Summa MWh	2 777	5 188	1 234
Produktions- och distributionsförluster utanför området totalt MWh	879	1 646	390

Jämfört med de bruttoenergibehov per år som anges i 7.1.1 kommer förbrukningen per år inklusive distributions- och omvandlingsförluster att minska enligt tabell 27.

Tabell 27 Minskat energibehov vid värmepump med fjärrvärmets tillsats

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	3 074	5 746	1 371
" %	45,7	45,7	45,8

De investeringar som erfordras i distributionsnät och i fastighetsinstallationer, enligt kapitel 5, utslagna per inbesparad kWh framgår av tabell 28.

Tabell 28 Investeringar per årligen inbesparad kWh

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Distributionsnät totalt kr/kWh	0,47	0,43	0,53
Fastigheter totalt kr/kWh	1,61	1,17	1,67
Summa kr/kWh	2,08	1,60	2,20

7.2 Reducerat energibehov för uppvärmning

7.2.1 Förbättrad isolering m.m.

Efter energibesparande åtgärder har fastigheternas nettoenergi-
behov beräknats sjunka 35 %. Med i övrigt samma förutsättningar
som 7.1.1 erhålles energibehov för respektive område enligt
tabell 29.

Tabell 29 Bruttoenergi- och värmebehov per år efter tilläggsisolering m.m.

	Norrstull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	4 376	8 175	1 947
Medeltal kWh/hus	41 681	62 887	39 731
" m ³ E01/hus	4,2	6,4	4,0

7.2.2 Elvärme

Utgående från bruttoenergi- och värmebehovet efter utförda åtgärder enligt
7.2.1 kommer energiförbrukningen att minska motsvarande förluster
i oljepannan vid övergång till elvärme. Distributions-
förluster inom områdena framtas ur databeräkningarna enligt
7.1.2. Distributionsförlusterna utanför områdena sätts till
6,4 % och produktionsförlusterna till 20 % enligt tidigare
antaganden. Energi- och värmebehoven med och utan förluster anges i
tabell 30.

Tabell 30 Energi- och värmebehov per år vid elvärme

	Norrstull	Villastaden	Södertull
Energi- och värmebehov för uppvärmning			
totalt MWh	2 625	4 906	1 168
medel MWh/hus	25 000	37 700	23 800
Distributionsförluster inom om- rådet			
totalt MWh	57	230	31
% av totalbe- hovet	2,1	4,5	2,6
Summa MWh	2 682	5 136	1 199
Produktions- och distributionsförluster utanför om- rådet			
totalt MWh	962	1 842	430

I jämförelse med de bruttoenergiebehov per år som anges i 7.2.1 kan alltså energiförbrukningen per år inklusive distributions- och produktionsförluster minska vid övergång från oljepanna till elpanna enligt tabell 31.

Tabell 31 Minskat energibehov vid elvärme

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Totalt MWh	730	1 199	318
" %	16,7	14,7	16,3

De investeringar som erfordras i distributionsnät och i fastighetsinstallationer, enligt kapitel 5, beräknade per inbesparad kWh blir enligt tabell 32.

Tabell 32 Investeringar per årligen inbesparad kWh

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Distributionsnät totalt kr/kWh	0,34	0,31	0,30
Fastigheter totalt kr/kWh	1,70	1,56	1,82
Summa kr/kWh	2,04	1,87	2,12

7.2.3 Fjärrvärme

Anslutes områdena till fjärrvärme efter energibesparande åtgärder enligt 7.2.1 erhålles en energiförbrukning som framgår nedan. Produktions- och överföringsförluster utanför området antages till 20 % av husens sammanlagda nettoförbrukning. Energiebehoven med och utan förluster anges i tabell 33.

Tabell 33 Energiebehov per år vid fjärrvärme

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Energiebehov för uppvärmning			
totalt MWh	2 626	4 901	1 170
medeltal kWh/hus	25 025	37 765	23 855
Distributionsförluster inom området			
totalt MWh	724	1 230	337
% av totalbehovet	21,6	20,1	22,3

Fortsättning tabell 33

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Summa	3 350	6 131	1 507
Produktions- och distributionsför- luster utanför om- rådet totalt MWh	656	1 225	292

I förhållande till förbrukningen vid enskilda pannanläggningar (se 7.2.1) kan energibesparing erhållas vid övergång till fjärrvärme enligt tabell 34.

Tabell 34 Minskat energibehov vid fjärrvärme

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Minskad energiför- brukning totalt MWh	370	819	148
" %	8,5	10,0	7,6

Erforderliga investeringar för att göra denna besparing framgår av kapitel 5. Utslaget per inbesparad kWh blir investeringarna enligt tabell 35.

Tabell 35 Investeringar per årligen inbesparad kWh

	Norrtull	Villastaden	Södertull
Distributionsnät totalt kr/kWh	3,8	2,8	4,6
Fastigheter totalt kr/kWh	3,5	2,0	4,1
Summa kr/kWh	7,3	4,8	8,7

7.3 Sammanfattande jämförelse

I figur 30 har en sammanställning gjorts av fasta årskostnader för fastighetsägare, distributör och totalt vid 9 och 11 % ränta för de tre olika områdena. Härvid har endast medräknats kostnader som är direkt hänförliga till respektive område. Produktions- och distributionsförluster för el och fjärrvärme utanför områdena redovisas således ej. Anledningen härtill är att dessa uppgifter ej är direkt knutna till de undersökta områdena utan är antagna genomsnittsvärden. Sammanställningen är gjord i stapelform där höjden är proportionell mot årskostnaden. Varje stapel anger kostnaderna vid både 9 och 11 % ränta. Den vänstra delen av varje stapel avser 9 % och den högra 11 %. Fastighetsägarnas fasta årskostnader inom respektive område anges av den del av stapeln som finns under de streckade linjerna. Därtill har summerats distributörernas fasta årskostnader med en hel-dragen begränsningslinje. Summan blir då totala fasta årskostnaderna.

De olika alternativen har numererats enligt:

1. Elpanna med nuvarande värmebehov.
2. Fjärrvärme med nuvarande värmebehov.
3. Värmepump med eltillsats med nuvarande värmebehov.
4. Värmepump med fjärrvärmets tillsats med nuvarande värmebehov.
5. Elpanna efter tilläggsisolering m.m.
6. Fjärrvärme efter tilläggsisolering m.m.

För alternativen 5 och 6 ingår fastighetsägarens årskostnader för tilläggsisolering m.m.

Av figur 30 kan följande utläsas:

- De olika kostnadsnivåerna mellan de undersökta områdena beror av områdenas olika omfattning.
- Den inbördes kostnadsordningen mellan de olika alternativen är samma i alla områdena.
- Större delen av de fasta årskostnaderna inom områdena hänförs till fastigheterna i samtliga alternativ utom vid fjärrvärme vid nuvarande energibehov.
- Alternativen med värmepump eller tilläggsisolering ger höga totalkostnader beroende på erforderliga höga investeringar i fastighetsinstallationer.

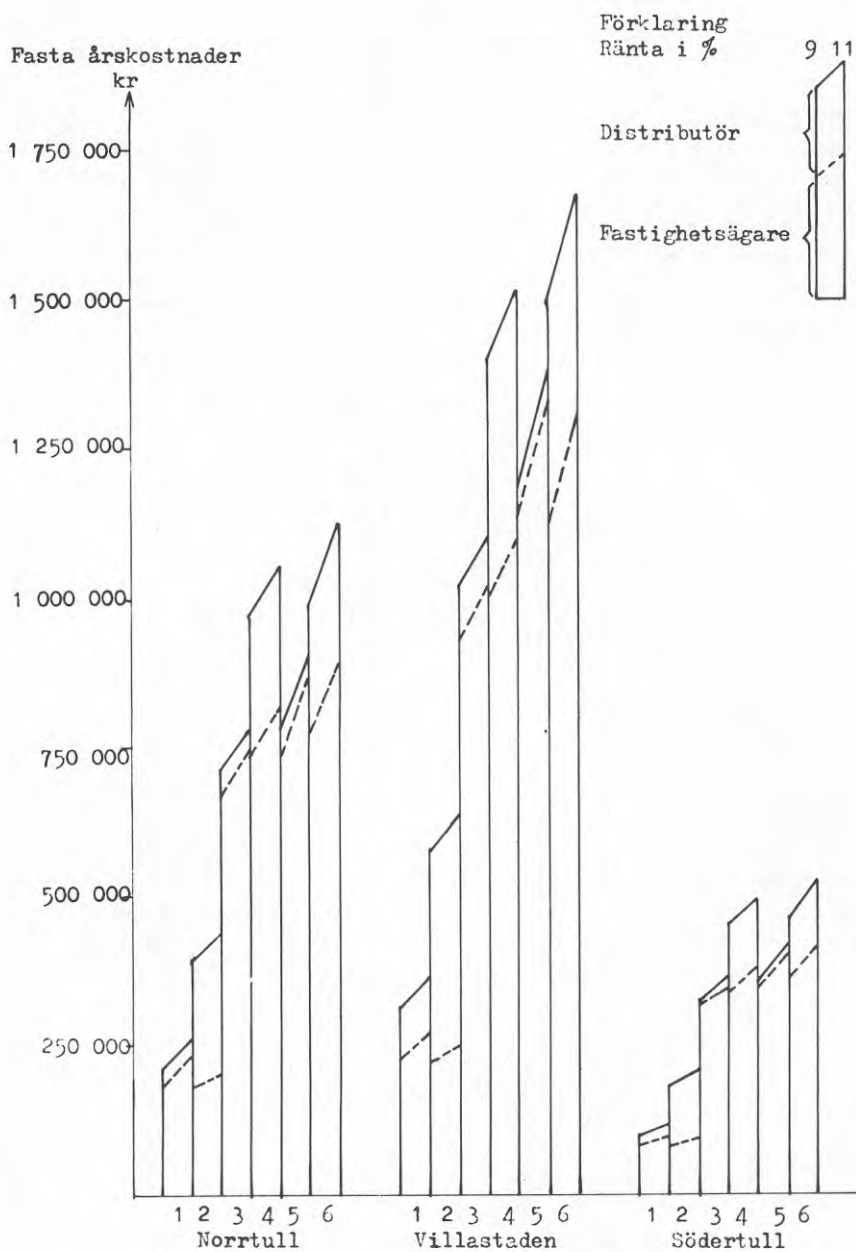


FIG 30 FASTA ÅRSKOSTNADER FÖR FASTIGHETSÄGARE, DISTRIBUTÖR OCH TOTALT VID 9 OCH 11 % RÄNTA

I tabell 36 anges de totala bruttoenergibehoven för de olika områdena. Produktions- och distributionsförluster utanför områdena är härvid medtagna för att en mera rättvis jämförelse med individuell oljepanna skall kunna göras. Att observera är att några distributionsförluster för olja ej är medtagna då uppgifter härom ej finns att få. I tabellen anges även den procentuella energibesparingen för de olika alternativen jämfört med nuvarande oljeförbrukning. Numreringen av alternativen är samma som i figur 30.

Tabell 36 Jämförelse av totala energibehoven för uppvärmning vid olika alternativ

Område	Norrtull		Villastaden		Södertull	
	Energi- behov MWh	Bespa- ring %	Energi- behov MWh	Bespa- ring %	Energi- behov MWh	Bespa- ring %
<u>Nuvarande brutto- energibehov</u>						
Bef. installa- tioner	6 730	0	12 580	0	2 995	0
1. Elvärme	5 583	17,0	10 606	15,7	2 496	16,7
2. Fjärrvärme	5 791	14,0	10 703	14,9	2 580	13,5
3. Värmepump med elvärmetsats	3 622	46,2	6 857	45,5	1 617	46,0
4. Värmepump med fjärrvärmetsats	3 656	45,7	6 834	45,7	1 624	45,8
<u>Reducerat brutto- energibehov</u>						
Bef. installa- tioner	4 376	35,0	8 175	35,0	1 947	35,0
5. Elvärme	3 644	45,8	6 978	44,5	1 629	45,6
6. Fjärrvärme	4 006	40,5	7 356	41,5	1 799	39,9

Beräkningarna visar att med de förutsättningar som använts i utredningen kan väsentliga energibesparingar göras. Procentuellt kan ungefär lika stora besparingar erhållas i alla de tre undersökta områdena. Enbart övergången från individuell uppvärmning till ledningsbunden uppvärmning ger bättre energihushållning.

Nedan jämföres totala årskostnader områdesvis för alternativen sinsemellan. För att kunna ange jämförbara totalvärden har vissa antaganden och generella beräkningar varit erforderliga för anläggningsdelar utanför områdena nämligen följande:

1. Totala produktions- och distributionsförluster har för fjärrvärmen antagits till 20 % av respektive områdes totala nettoförbrukning enligt kapitel 7.1.3. Motsvarande värde för elvärme är 26,4 % av respektive områdes totala bruttoförbrukning enligt kapitel 7.1.2.
2. Vidare förutsättes att produktions- och distributionskostnadsnivån för utanförliggande försörjningsanläggningar inte påverkas av respektive områdes inkoppling.
3. För elförsörjningsalternativen har använts Vattenfalls tariff N3 vid 10 kV, att gälla vid områdesgräns. Taxeavsnittet 10 kV har valts för att även kostnader i elverkens mottagningsstationer och högspänningsfördelning skall täckas in.
4. Vid fjärrvärmealternativen har produktionskostnaderna omfattande kapital, drift, underhåll, administration, personal, oljehantering och oljekostnader, beräknats för tre storlekar på totala fjärrvärmeanläggningarna i kommunen. De valda effekterna är 50, 100 och 250 MW. Avsikten är att visa i vilken mån verkens storlek påverkar kostnadsbilden. Oljepriset, inklusive förluster, har satts till 50 kr/MWh. Vid 9 respektive 11 % kalkylränta har framräknats följande kostnader i öre/kWh:

	9 %	11 %
50 MW-alternativet	7,00	7,12
100 MW- "	6,65	6,73
250 MW- "	6,41	6,49

De genomsnittliga energikostnader i öre/kWh för de olika alternativen som redovisas i figur 31 har beräknats så att de totala årskostnaderna för respektive område dividerats med nettoenergibehovet för uppvärmning inom området. Med nettoenergibehovet menas i samtliga alternativ den värmemängd som erfordras för uppvärmning av fastigheter och förbrukningsvarmvatten vid nuvarande utförande av husen.

De olika alternativen har numrerats enligt:

1. Elpanna med nuvarande värmebehov.
2. Fjärrvärme med nuvarande värmebehov.
3. Värmepump med eltillsats med nuvarande värmebehov.
4. Värmepump med fjärrvärmets tillsats med nuvarande värmebehov.
5. Elpanna efter tilläggsisolering m.m.
6. Fjärrvärme efter tilläggsisolering m.m.

För alternativen 5 och 6 ingår fastighetsägarens årskostnader för tilläggsisolering m.m.

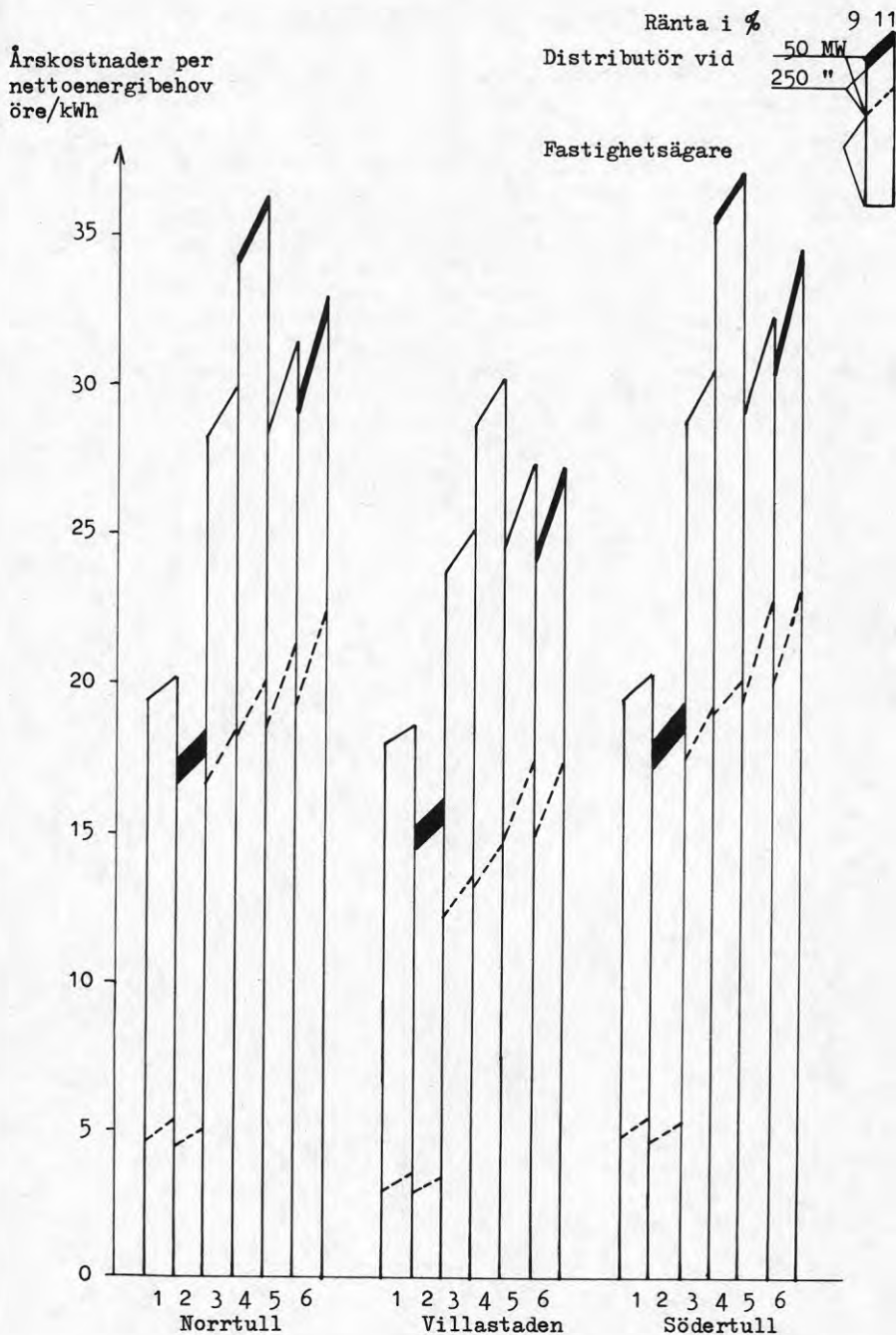


FIG 31 TOTALA ÅRSKOSTNADER FÖR FASTIGHETSÄGARE, DISTRIBUTÖR OCH TOTALT VID 9 OCH 11 % RÄNTA SAMT VID OLIKA EFFEKTNIVÅER PÅ FJÄRRVÄRME

Av figur 31 kan utläsas följande:

- Det är med nuvarande prisrelationer ej ekonomiskt lönsamt att tilläggsisolera eller installera värmepump i de undersökta husen.
- Med nuvarande energibehov och prisrelationer är anslutning till fjärrvärmenät billigaste alternativet.
- Om det ur energihushållningssynpunkt kan anses vara befogat att genomföra energibesparande åtgärder trots de ekonomiska förutsättningarna sker en förskjutning mellan el- och fjärrvärme. Av figuren framgår att om de i studien undersökta energibesparingsåtgärderna genomföres blir elvärme det billigaste alternativet i alla tre områdena. Vid förbättrad isolering m.m. i Villastaden erhålles samma kostnad för både el- och fjärrvärme. Anledningarna till att kostnaderna per energienhet stiger så snabbt vid fjärrvärme i de energisnåla alternativen är dels att kulvertinvesteringarna i stort är oförändrade jämfört med vid nuvarande förbrukning dels att kulvertförlusterna inom området blir stora.

8.1 Värmetäthet

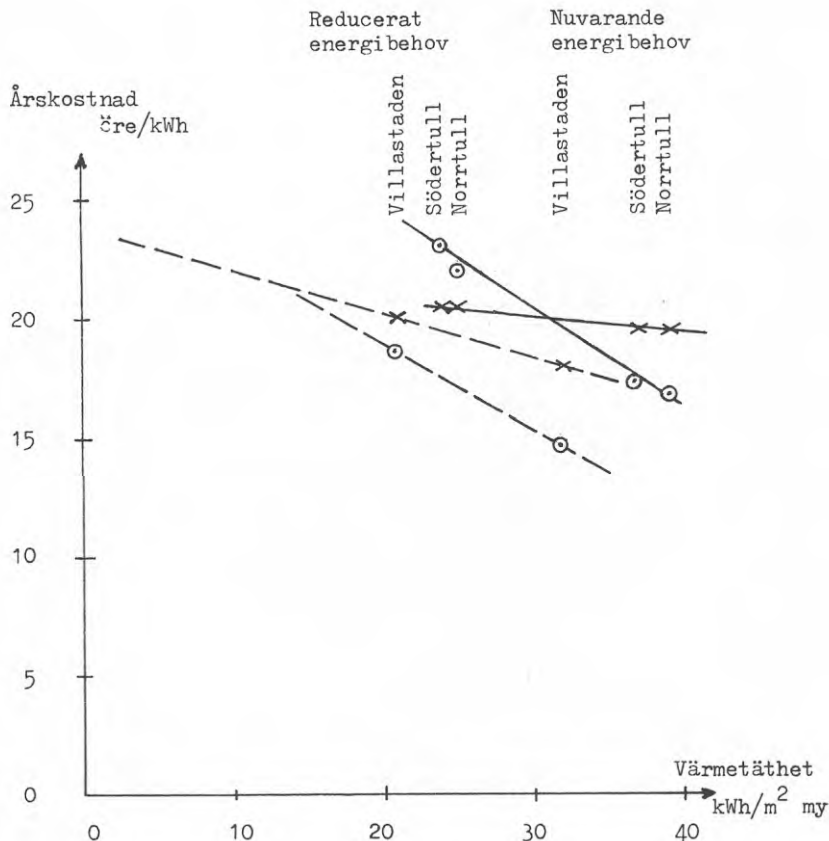
I kapitel 7 har redovisats kostnadsbilden för de tre undersökta grundalternativen. För att finna eventuella generella samband kommer i detta kapitel vissa kostnadsfaktorer att varieras. Faktorer som rimligen påverkar valet av uppvärmningsform är de enskilda husens värmebehov och bebyggelsetäthet. För att undersöka kostnadernas beroende av dessa faktorer redovisas i figur 32 sambandet mellan totala årskostnader per energienhet och områdets värmetäthet. Värmetäthet definieras i detta sammanhang som kvoten mellan ett områdes totala nettoenergibehov för uppvärmning och områdets totala markyta. De tre undersökta områdena ger sex olika punkter i diagrammet genom att två olika värmebehovsnivåer undersökts för varje område.

Värmetätheten för de tre områdena är:

	Nuvarande behov	Efter förbättr.isolering
Norrhull	39 kWh/m ² my	25 kWh/m ² my
Villastaden	32 - " -	32 - " -
Södertull	37 - " -	24 - " -

I årskostnaderna för de tre punkterna vid lägre värmetäthet har ej medtagits fastighetsägarens kostnad för förbättring av isolering m.m. Dessa tre punkter avser därför avbilda områden med redan befintliga energisnåla hus.

För fjärrvärme har vid beräkningarna i kapitel 8 valts effektstorleken 100 MW på totala fjärrvärmeanläggningen inom kommunen.



Förklaringar: × anger kostnad för elvärmearterativ
 ○ " " " fjärrvärmealternativ

FIG 32 TOTALA ÅRSKOSTNADEN VID 9% RÄNTA OCH OLJEPRISSET 50 KR/MWh SOM FUNKTION AV VÄRMETÄTHETEN FÖR DE TRE UNDERSÖKTA OMRÅDENA

Av figur 32 framgår att för områden liknande Norrtull och Södertull finns en ganska klar indikering att elvärme är gynnsammast upp till en värmetäthet av ca 31 kWh/m² my medan fjärrvärme är gynnsammare vid högre värmetätheter. Exploaterings-talen för Norrtull och Södertull är 0,175 respektive 0,180. Årskostnaderna för Villastaden avviker från de andra två områdena. En bidragande orsak här till kan vara att fastighetsägarens investeringar blir i stort sett lika i alla tre områdena trots att fastigheternas effektbehov varierar. Anledningen är att samma standardenheter för elpannor eller värmeväxlare kan användas i samtliga områden. En annan bidragande faktor kan vara att genomräknade distributionsnät är bättre utnyttjade i Villastaden. Med hänsyn till att endast ett område av Villastadens karaktär ingått i undersökningen kan inga slutsatser dras om sannolikt gränsvärde för värmetäthet vid

val av el- eller fjärrvärme. Vid den fortsatta utvärderingen av olika faktors inverkan studeras i huvudsak förhållandena för Norrtull och Södertull.

8.2 Räntenivå

För att undersöka räntenivåns inverkan på förhållandet el- eller fjärrvärme har i figur 33 uppritats årskostnaden som funktion av värmeförbrukningen vid 11 % ränta. Med undantag av räntenivån gäller samma förutsättningar som i figur 32.

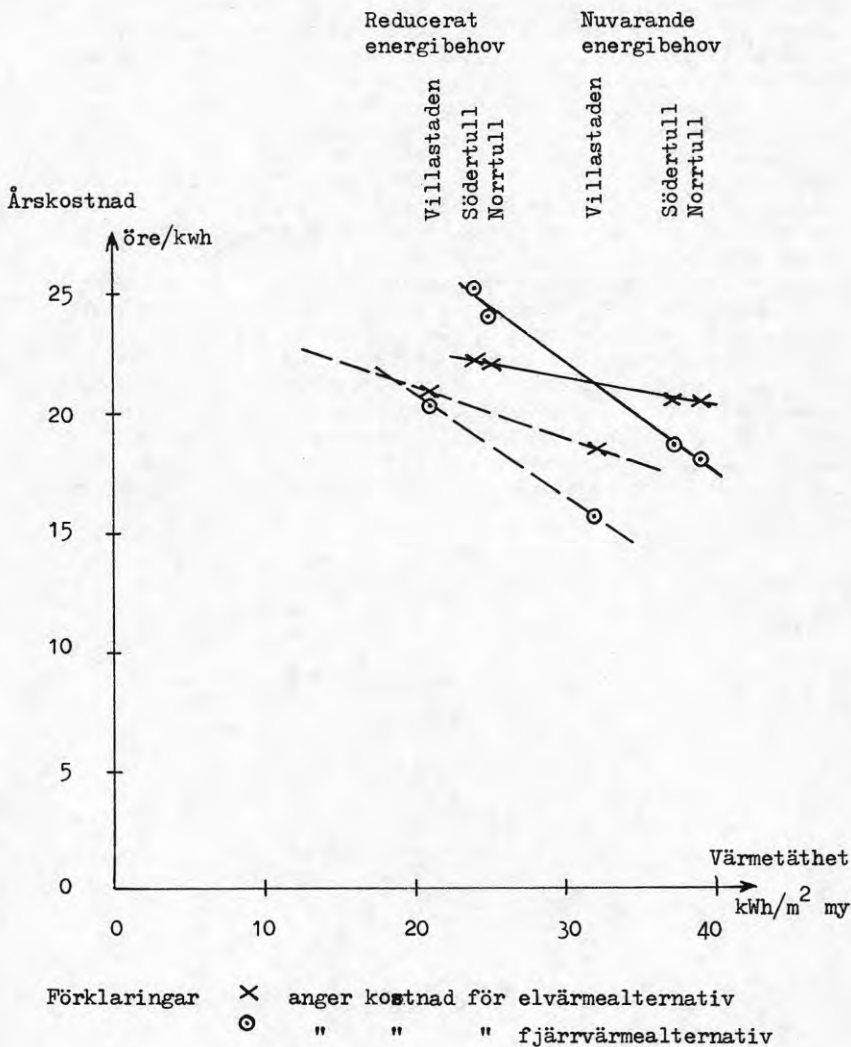


FIG 33 TOTALA ÅRSKOSTNADEN VID 11 % RÄNTA OCH OLJEPRISET 50 KR/MWh SOM FUNKTION AV VÄRMEFÖRBRUKNINGEN FÖR DE TRE UNDERSÖKTA OMRÅDEN

Vid en jämförelse mellan figurerna 32 och 33 framgår att gränsvärdet mellan el- och fjärrvärme vad gäller Södertull och Norrtull förskjutits mot ett högre värde. Ränteökningen från 9 % till 11 % medför en höjning av gränsvärdets värmethet från ca 31 kWh/m² my till ca 32 kWh/m² my. Underlaget är alltför begränsat för att kunna ange exakt förskjutning av gränsvärdet men tendensen framgår.

För Villastaden kan en kraftigare förskjutning av gränsvärdet noteras.

8.3 Energipriset

Jämförelserna mellan elvärme och fjärrvärme påverkas i hög grad av el- och oljepriserna. Några fasta samband finns inte mellan el- och oljepriserna. För att belysa energiprisernas inverkan beräknas förhållandena dels för två oljeprisnivåer som ligger högre än grundalternativets dels för två högre värden på elskatten. Vid högre oljepriser påverkas kostnaderna för fjärrvärme kraftigt. Även kostnaderna för elvärme påverkas genom den oljeklausul som ingår i Vattenfalls normaltaxa. I alternativen med höjd elskatt påverkas kostnaderna för elvärme kraftigt. Fjärrvärmekostnaderna däremot påverkas endast genom förhöjda pumpningskostnader.

Energiprisets inverkan har beräknats för oljepriser som ligger 25 % respektive 50 % högre än i grundalternativet. I grundalternativet har använts oljepriset 50 kr/MWh. De alternativ som här skall belysas innebär alltså oljepriserna 62,5 kr/MWh och 75 kr/MWh. Det förutsättes att de höjda oljepriserna inte förändrar sammansättningen av elproduktionsapparaten. Elpriset anpassas till det högre oljepriset genom eltaxans oljeprisklausul. Förhållandet vid oljepriset 62,5 kr/MWh framgår av figur 34. Räntan är 9 % och kostnaderna för fjärrvärme avser alternativet 100 MW.

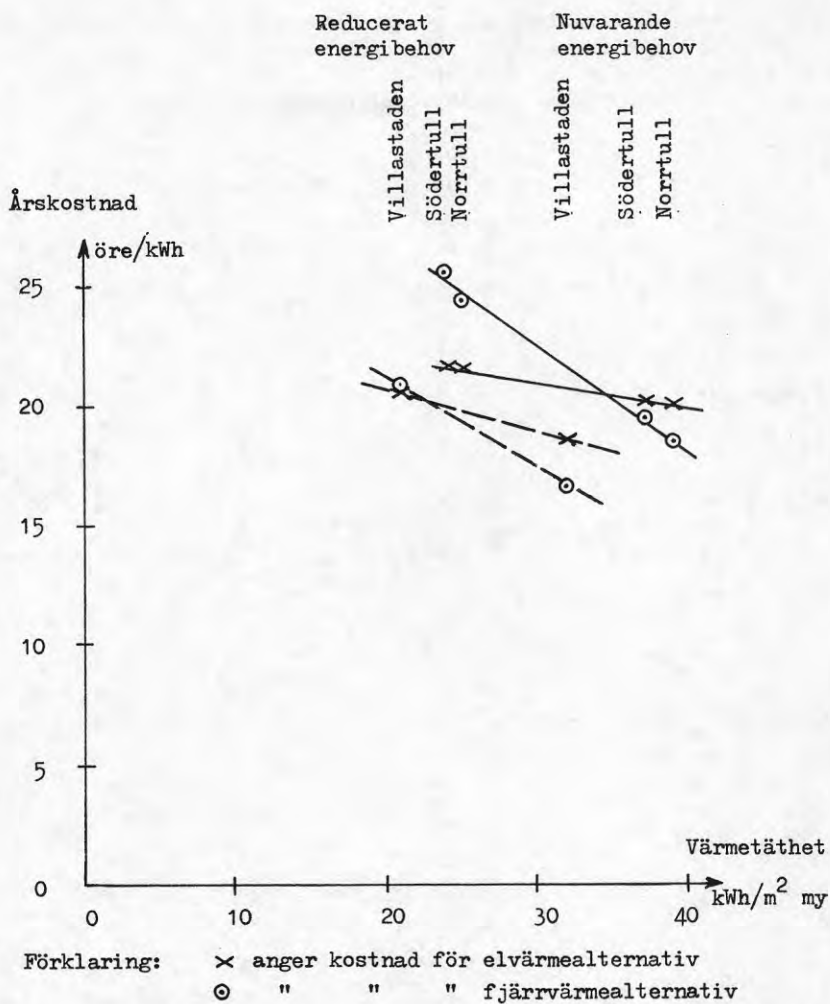


FIG 34 TOTALA ÅRSKOSTNADEN SOM FUNKTION AV VÄRMETÄTHETEN VID 9 % RÄNTA OCH OLJEPRISET 62,5 KR/MWh FÖR DE TRE UNDERSÖKTA OMRÅDEN

Jämfört med grundalternativet fig 32 har gränsvärdet mellan el- och fjärrvärme klart förskjutits mot högre värmeförbrukning. Samma tendens gäller för alla tre områdena. I figur 35 redovisas förhållandet vid oljepriset 75 kr/MWh.

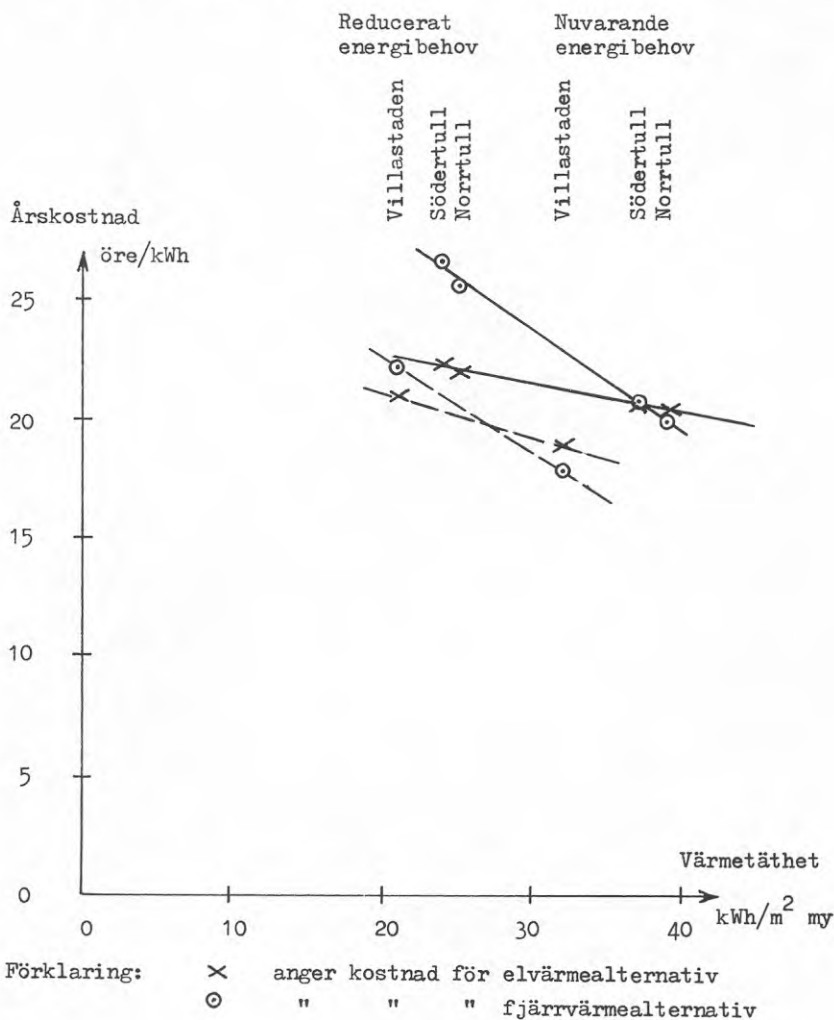


FIG 35 TOTALA ÅRSKOSTNADEN SOM FUNKTION AV VÄRMETÄTHETEN VID 9 % RÄNTA OCH OLJEPRISET 75 KR/MWh FÖR DE TRE UNDERSÖKTA OMRÅDEN

Som framgår sker en ytterligare förskjutning av gränsvärdet mot högre värmeförbrukning. Den procentuella förskjutningen i värmeförbrukningen är betydligt mindre än den procentuella ökningen av oljepriset. Vid jämförelse mellan figurerna 32 och 35 framgår att vid 50 % höjning av oljepriset förskjutes gränsvärdet från ca 31 till ca 37 kWh/m² my d.v.s. ca 20 %. Denna jämförelse gäller om-

rådena Norrtull och Södertull. Förskjutningen för Villastaden är större men värdena för detta område är osäkra. I samtliga elenergiberäkningar har använts energiskatten 2 öre/kWh. I figur 36 respektive 37 har förhållandena vid en höjning av energiskatten med 1 respektive 3 öre/kWh visats.

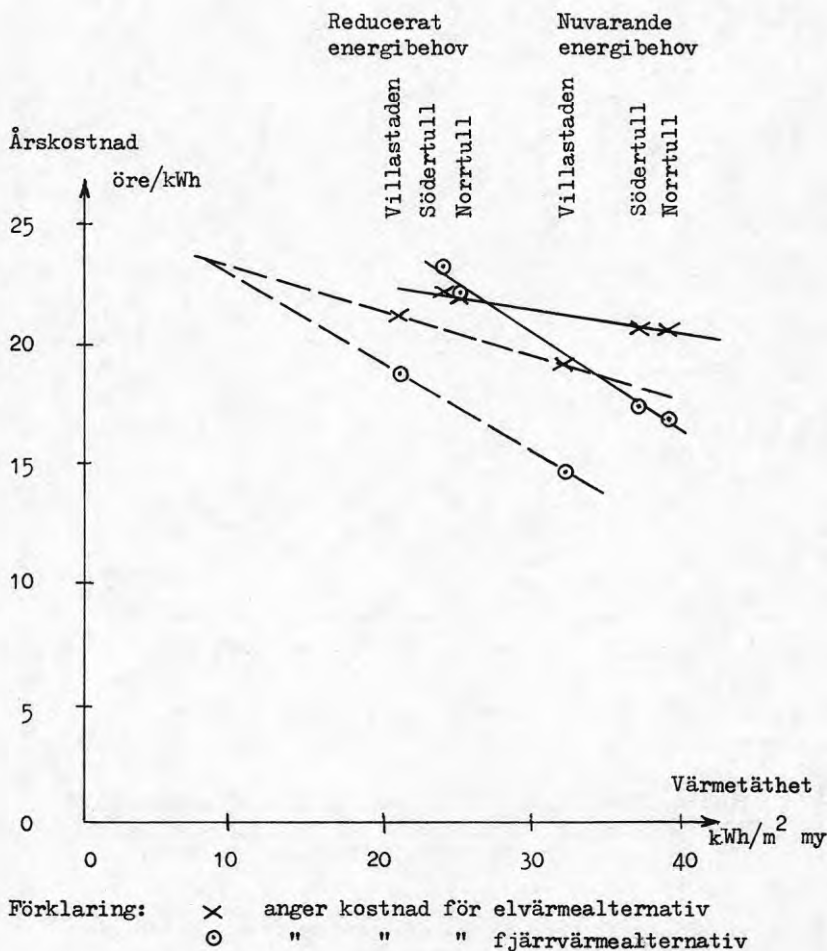
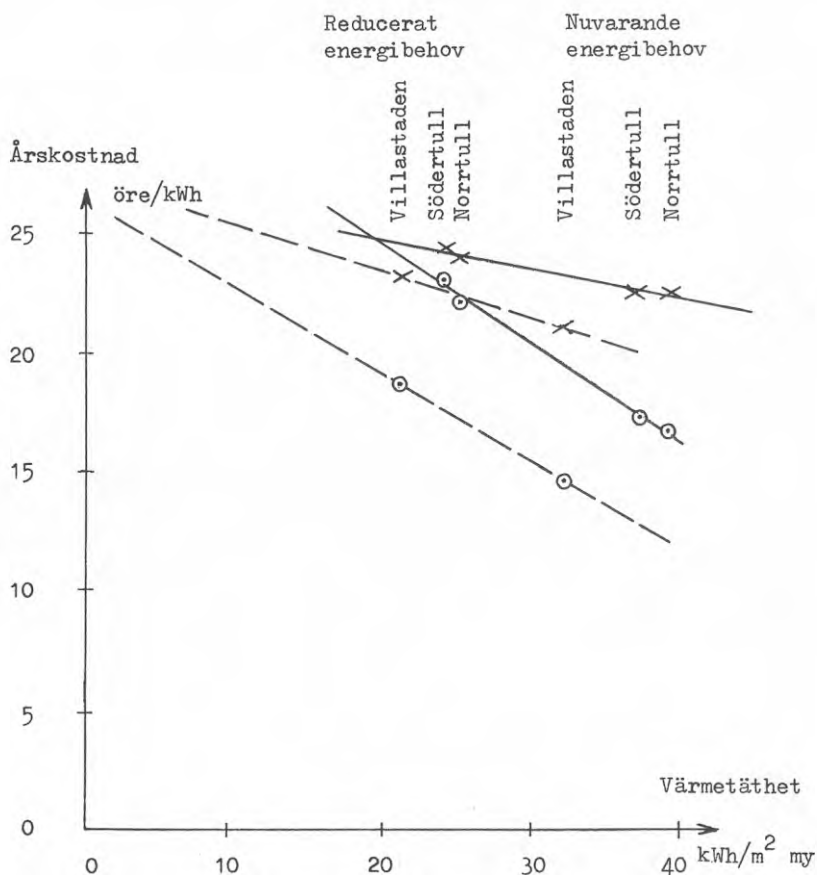


FIG 36 TOTALA ÅRSKOSTNADEN VID 1 ÖRES HÖJNING AV ENERGIPRISET SOM FUNKTION AV VÄRMETÄTHETEN VID 9 % RÄNTA OCH OLJEPRISSET 50 KR/MWh FÖR DE TRE UNDERSÖKTA OMRÅDEN



Förklaring: × anger kostnad för elvärmealternativ
 o " " " fjärrvärmealternativ

FIG 37 TOTALA ÅRSKOSTNADEN VID 3 ÖRES HÖJNING AV ENERGIPRISET SOM FUNKTION AV VÄRMETÄTHETEN VID 9 % RÄNTA OCH OLJEPRISSET 50 KR/MWh FÖR DE TRE UNDERSÖKTA OMRÅDEN

Av figurerna 36 och 37 framgår att en höjning av elskatten ger en kraftigare förskjutning mot lägre värmetätheter. En höjning av elskatten med 3 öre/kWh förskjuter gränsvärdet för Norrtull och Södertull från ca 31 kWh/m² my till ca 19 kWh/m² my. Av figurerna 34 till 37 framgår att en ändring av elpriset ger en kraftigare förskjutning av gränsvärdet mellan el- och fjärrvärme än en motsvarande ändring av oljepriset. En av anledningarna härtill är att höjningen av oljepriset återverkar på elpriset genom oljeprisklausulen.

8.4 Alternativa kulvertinvesteringar

Då omfattande försök pågår för att konstruera enklare och billigare kulvertnät i villaområden har nedan studerats tillgängliga intervaller för kulvertinvesteringar om paritet mellan el- och fjärrvärmealternativen skall erhållas. Skillnad i total årskostnad mellan el- och fjärrvärmealternativen vid båda energibehovsnivåerna har kapitaliserats vid 9 % kalkylränta och 30 år. Nedanstående värden gäller vid i övrigt oförändrade investeringsnivåer och förutsättningar i studien. Vid högre kostnader än i tabell 38 nedan ger elvärmealternativet totalt lägre kostnader.

Tabell 38

Maximala kulvertinvesteringar för att erhålla paritet mellan el- och fjärrvärme.

	Norrtull	Villastaden	Södertull
<u>Nuvarande energibehov</u>			
Kulvertkostnad			
medel kr/m	813	922	680
" kr/kW	1412	1508	1353
<u>Reducerat energibehov</u>			
Kulvertkostnad			
medel kr/m	312	617	189
" kr/kW	736	1351	510

Medelkostnaden i studien varierar mellan 423 och 453 kr/m. Vid nuvarande energibehov skulle således en betydligt högre investeringsnivå vara möjlig, nämligen för:

Norrtull +79 %
 Villastaden +106 %
 Södertull +61 %

Vid reducerat energibehov blir motsvarande värden:

Norrtull -30 %
 Villastaden +44 %
 Södertull -55 %

Villastaden som största system kan också bära högsta medelkostnaderna medan Södertull, som är det minsta systemet, kan bära betydligt lägre medelkostnader för distributionsnät.

9.1 Uppläggning

I detta projekt har undersökts förutsättningar och kostnader för el- och fjärrvärme i tre befintliga områden i Gävle. Ett grundalternativ har baserats på nuvarande förhållanden. Beräkningsmässigt har därefter vissa påverkande faktorer varierats. Målsättningen har varit att om möjligt få fram generella tillämpningsregler för val av el- eller fjärrvärme i områden där tveksamhet råder.

Uppgifter om bebyggelsestruktur, energiförbrukning och andra dimensionerade faktorer har hämtats från tre konkreta områden i Gävle. Ingående kostnadsberäkningar baseras däremot på i möjligaste mån allmänna kostnadsnivåer och hänsyn har inte tagits till lokala taxeförhållanden.

De slutsatser som dragits om lämpligaste uppvärmningsform baseras på kostnadsrelationerna mellan el- och fjärrvärme. Resultatet visar alltså den gynnsammaste uppvärmningsformen vid en taxestättning som är anpassad till självkostnaderna. För den enskilde fastighetsägaren kan förhållandena bli annorlunda t ex genom lokala taxor samt kommunala eller statliga bidrags- och lånemöjligheter.

9.2 Tillämpning av resultaten

Vid bedömning och utnyttjande av de resultat som erhållits i detta projekt måste beaktas det begränsade underlaget. Undersökningen omfattar endast befintlig äldre bebyggelse. De undersökta områdena ligger i samma kommun och befintliga elnät är av relativt god standard. Erhållna resultat är också baserade på vissa antagna förutsättningar för förhållandena utanför de undersökta områdena.

Framtagna värden för energiförbrukningen visar att en övergång från individuell oljeeldning i varje hus till el- eller fjärrvärme innebär en energibesparing. Framräknad besparing vid övergång till fjärrvärme uppgår till mellan 13 och 15 % i de olika områdena. Besparingen vid elvärme är beroende av elproduktionens sammansättning. De i studien beräknade värdena baseras på 1975 års elproduktion inom landet. Med dessa förutsättningar blir energibesparingen vid övergång från oljeeldning till elvärme ca 15-17 %. Investeringskalkylerna visar att de investeringar som krävs inom området blir ungefär dubbelt så stora per kWh för fjärrvärme som för el. Av resultatet framgår att också investeringsbehovet per årligt inbesparad kWh är lägst vid övergång från individuell oljeeldning till elvärme.

Ett områdes värmetetthet är beroende av dess exploateringsstal och husens genomsnittliga energiförbrukning för uppvärmning. Av de tre undersökta områdena har Norrtull och Södertull nära lika exploateringsstal ca 0,18 medan Villastaden har ca 0,12. Även när det gäller husens värmebehov per m² bostadsyta ligger Norrtull och Södertull nära lika medan Villastaden här har ett högre värde. Erhållna resultat visar att de undersökta områdena utgör för litet underlag för att kunna dra generella slutsatser baserade på värmetetthet.

Energibesparande åtgärder vid i övrigt oförändrade förutsättningar innebär en höjning av den värmetetthet ovanför vilken fjärrvärme ger lägre kostnader än elvärme. För att få bästa ekonomiska lösningen bör om möjligt ställningstagande till energibesparande åtgärder ske innan beslut fattas om uppvärmningsform. Om energibesparande åtgärder genomföres i stor omfattning kommer antalet hus som är ekonomiskt motiverade att ansluta till fjärrvärme att minska. Det är inte heller ur energihushållningssynpunkt lämpligt att leverera små energimängder via fjärrvärme på grund av de stora kulvertförluster som då erhålles.

Mindre ändringar av räntenivån har endast begränsad inverkan vid jämförelse mellan el- och fjärrvärme. Förändringar i prisrelationerna mellan el och olja ger direkta utslag i kostnadsjämförelsen mellan el- och fjärrvärme.

För att framräknade värden skall kunna utnyttjas vid bedömning av lämplig uppvärmningsform erfordras en kompletterande undersökning hur lokala taxor inverkar.

9.3 Riktlinjer

Erhållna resultat visar att för områden liknande Norrtull och Södertull ligger det ekonomiska gränsvärdet mellan el och fjärrvärme vid en värmetetthet av ca 30 kWh/m² my. Det begränsade underlaget och spridningen i erhållna värden gör att några riktvärden inte har erhållits för andra typer av områden. De variationer av ingående kostnadsfaktorer som gjorts har givit ett nedre gränsvärde mellan el- och fjärrvärme vid ca 19 kWh/m² my. Detta värde erhöles vid en höjning av elskatten med 3 öre/kWh till 5 öre/kWh. Det högsta framtagna gränsvärdet blev ca 37 kWh m² my vilket erhöles vid ett oljepris av 75 kr/MWh.

9.4 Breddning av underlaget

Strävan mot ett energisnålare samhälle och kraven på kommunal energiplanering gör att frågeställningen om lämpligaste uppvärmningsform för olika bebyggelseformer kommer att bli alltmer förekommande. Mot denna bakgrund kan det vara värdefullt att bredda de undersökningar som gjorts i detta projekt att omfatta ett större antal försöksområden. Vid val av ytterligare områden bör bl a beaktas exploateringstal, ålder för fastigheterna, standard på befintliga elnät och graddagtal.

Detta projekt har finansierats med medel från BFR:s EPD verksamhet och sorterat under EPD-kommittén vars sammansättning varit följande:

Överingenjör	Harry Bernhard	BFR ordförande
Arkitekt	Inge Frid	Bostadsstyrelsen
Avd.direktör	Allan Wallin	Statens Planverk
Direktör	Karl Erik Tengroth	Svenska Kommunförbundet
Civilingenjör	Arne Boysen	BFR
Arkitekt	Lars Engström	Uhlin & Malm Ark.kontor sekreterare

För samtliga EPD-projekt gällande kommunal energiplanering i Gävle har dessutom tillsatts en Gävle-kommitté med bl.a. lokala representanter:

Kommunalrådet	Sven Larsson	Gävle ordf.t.o.m. 761231
Kommunalrådet	Håkan Westlund	Gävle ordf.fr.o.m.770101
Direktör	Karl Erik Tengroth	Svenska Kommunförbundet
Professor	Nils Antoni	SIB
Generaldirektör	Sten Wickbom	Statens Lantmäteriverk
Energiv.direktör	Bengt Landquist	Gävle
Stadsarkitekt	Erik Larsson	Gävle
Arkitekt	Gunnar Grantinger	K-konsult
Civilingenjör	Sigvard Olsson	K-konsult sekreterare

Projektorganisationen för delprojektet "Olika uppvärmningsformer i befintlig bebyggelse" har varit:

Projektledare	Direktör Bengt Landquist Energiverken i Gävle
Bitr.projektledare	Civilingenjör Sven Inge Eriksson Rejlers Ingenjörbyrå AB, Gävle

För projektet har följande ledningsgrupp verkat:

Kommunalrådet	Torvald Carlsson	Gävle fr.o.m. 770101
Kommunalrådet	Ture Edbom	Gävle t.o.m. 761231
Kommunalrådet	Ing-Marie Hansson	Gävle
Kommunalrådet	Stig Källgren	Gävle fr.o.m. 770101
Kommunalrådet	Sven Larsson	Gävle t.o.m. 761231
Kommunalrådet	Håkan Westlund	Gävle
Energiv.styr.ordf	Birger Wallgren	Gävle

Detalj arbetet har utförts av personal från Rejlers Ingenjörbyrå AB, Gävlekontoret vad avser elvärmedelen och av Svenska Riksbyggens installations- och energisektion i Gävle vad avser fjärrvärmedelen. Medarbetare har varit:

Ingenjör	Urban Algotsson	RIAB
Civilingenjör	Torbjörn Fernström	RIAB
Ingenjör	Rolf Karlsson	SRb
Ingenjör	Torbjörn Lund	SRb
Ritare	Barbro Parck	RIAB
Ritare	Margareta Pettersson	RIAB
Ritare	Heikki Wirtanen	SRb

- 11 LITTERATURHÄNVISNINGAR
1. Byggeforskningens Rapport R58:1974
Energiförbrukningen i småhus
 2. Svensk Byggnorm 1975
Supplement 1
 3. VVS 2 1975
Värmepumpen intressant för alla slags hus
 4. VVS 5 1975
John Cederholm
Energisparande med värmepump
 5. VVS 10 1975
Torbjörn Thoresson
Erfarenheter av värmepumpar i småhus
 6. Elinstallatören 7 1975
Kjell Norbäck
Resultat från mätningar på värmepumpsinstallationer
i småhus
 7. Byggeforskningens Informationsblad 1962:39
 8. Byggeforskningens Informationsblad 1962:40
 9. John Rydberg KTH
Ekonomisk dimensionering av pumpvarmvattensystem för
värmearläggningar
 10. Svenska Elverksföreningens Kostnadskatalog
Reviderad 1975
Dimensionering av eldistributionssystem i tätorter.
 11. Byggeforskningens Rapport R9:1970
Byggnaders energiförsörjning. Data för jämförande
kostnadsberäkningar
 12. Vattenfalls högspänningstaxor av 1973
 13. SCB
1975:års statistik
Produktion och förbrukning av elenergi åren 1969-1975,
GWh

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760592-1 från
Statens råd för byggnadsforskning till Energiverken i Gävle**

R69: 1977

ISBN 91-540-2752-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6600669

**Abonnementsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirkapris: 28 kronor + moms