

**Rapport**

**R48:1982**

**Spillvärme från  
cellulosafabriker till  
fjärrvärmenät**

**Förstudie i Husum**

**Svante Möller  
Lars-Peter Johnsson**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Autor	
Plad	<i>See</i>

*K  
1982*

**Byggeforskningsrådet**

R48:1982

SPILLVÄRME FRÅN CELLULOSAFABRIKER  
TILL FJÄRRVÄRMENÄT

Förstudie i Husum

Svante Möller  
Lars-Peter Johnsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
810189-2 från Statens råd för byggnadsforskning  
till VBB AB, Sundsvall.

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

R48:1982

ISBN 91-540-3698-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1982 182410

## INNEHÅLL

	Sid
SAMMANFATTNING.....	5
1. INLEDNING.....	7
2. TÄTORTENS VÄRMEBEHOV.....	8
2.1 Bebyggelsekaraktär.....	8
2.2 Värmetäthet.....	8
2.3 Förekommande uppvärmningsformer....	8
3. SPILLVÄRMETILLGÅNG.....	11
4. GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	13
5. VÄRMEFÖRSÖRJNINGSSYSTEMETS UTFORMNING.....	14
5.1 Allmänt.....	14
5.2 Högtemperatursystem (alternativ 1).....	15
5.3 Lågtemperatursystem (alternativ 2).....	16
6. LÖNSAMHETSBEDÖMNING.....	18
6.1 Allmänt.....	18
6.2 Alternativ 1.....	19
6.3 Alternativ 2.....	19
6.4 Kostnadssammanställning.....	20
7. UTVÄRDERING.....	21

## BILAGOR

BILAGA 1	Zonindelning avseende värmeflödestäthet .....	23
BILAGA 2	Byggnadsgeologisk karta .....	24
BILAGA 3	Alternativ 1. Högtemperatursystem .....	25
BILAGA 4	Högtemperatursystemets principiella utformning .....	26
BILAGA 5	Alternativ 2. Lågtemperatursystem .....	27
BILAGA 6	Svenska Värmeverksföreningens normaltaxa .....	28
BILAGA 7	Anläggningskostnader för kulvert .....	29

## SAMMANFATTNING

Vid Husums Fabriker, MoDoCell ABs pappersbruk och sulfatfabrik i Husum, Örnsköldsviks kommun, finns spillvärme i form av kylvatten tillgängligt för externt nyttjande. Kommunen har tidigare beräknat att en konventionell oljebaserad fjärrvärmeanläggning för centrala Husum ej skulle bli lönsam.

Denna förstudie avser att belysa möjligheterna för att ekonomiskt tillvarata det outnyttjade spillvärmets som värmekälla i en extern fjärrvärmeanläggning. Av några möjliga utformningar av en sådan anläggning har de två ur ekonomisk synvinkel mest intressanta alternativen valts ut för ett mera ingående studium.

I ett högtemperatursystem (alternativ 1) placeras en värmepump-anläggning i direkt anslutning till spillvärmekällan och distributionsnätet utformas i princip som ett konventionellt fjärrvärmenät.

I ett lågtemperatursystem (alternativ 2) placeras värmepumpar ut vid de fyra största panncentralerna till vilka spillvärmets distribueras via ett enkelrörssystem, där de ingående kulvertledningarna utgörs av polypropylenrör. Efter värmeväxling avleds spillvattnet till Husåns vattensystem. Övriga panncentraler är anslutna till de med värmepumpar försedda centralerna genom konventionella tvårörskulvertar.

I bägge alternativen uppgår den totala anslutningseffekten till ca 5,9 MW. Energibidraget från värmepumparna har bedömts uppgå till ca 70 % av den totala årsenergien. Resterande 30 % kan i alternativ 1 produceras vid en i fabriken befintlig ångvärmväxlare medan det i alternativ 2 förutsätts att de befintliga panncentralerna nyttjas härför. Den totala årsenergimängden som skall produceras (årsenergibehovet inkl kulvertförluster) har beräknats uppgå till ca 13 GWh resp ca 12,3 GWh i de bägge alternativen. Av den redovisade lönsamhetskalkylen framgår att den totala anläggningskostnaden i alternativ 1 uppgår till 11,7 Mkr, varav 5,6 Mkr utgör kostnad för produktion och 6,1 Mkr kostnad för distribution. I alternativ 2 har den totala anläggningskostnaden beräknats bli något lägre eller 11,1 Mkr, uppdelad på 6,5 Mkr för produktion och 4,6 Mkr för distribution.

De årliga driftkostnaderna, innefattande kostnader för kapital, underhåll, försäkring, personal, energi (olja och el) m m, uppgår vid en real kalkylränta av 4 % till 2,5 Mkr i alternativ 1 och 2,7 Mkr i alternativ 2. Vid 10 % ränta blir motsvarande årskostnader 3,1 Mkr resp 3,2 Mkr. Alternativ 1 är således något gynnsammare än alternativ 2.

Då taxeintäkterna i både alternativen beräknats till 3,9 Mkr/år kommer lönsamhet i form av ett överskott av 1,4 Mkr/år resp 1,2 Mkr/år att kunna påräknas vid 4 % kalkylränta. Motsvarande överskott vid 10 % ränta blir 0,8 Mkr/år resp 0,7 Mkr/år.

Den spillvärmeenergi som levereras från värmepumparna kommer att vara värd upp till ca 15 öre/kWh i alternativ 1 och upp till ca 13 öre/kWh i alternativ 2.

Förstudien anger vissa möjligheter att ytterligare förbättra lönsamheten för lågtemperatursystemet, alternativ 2. För alternativ 1 torde däremot sådana möjligheter knappast finnas.

I en efterföljande huvudstudie föreslås utredningsarbetet bli inriktat mot ett ingående studium av lågtemperatursystemet med användande av moderna plaströr. På basis av de forskningsresultat avseende nya rörmaterial i distributionssystem som kommit fram på senare år kan huvudstudien förslagsvis omfatta en tillämpning på Husumprojektet.

## 1. INLEDNING

Örnsköldsviks kommun har tidigare låtit utreda de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för en konventionell oljebaserad fjärrvärmeanläggning inom Husums centrala delar. Utbyggnad av en sådan anläggning beräknades därvid ej kunna bli lönsam men sammantfattningsvis framhölls att en särskild undersökning borde utföras för att klarlägga om spillvärme från Husums Fabriker (MoDoCell AB) kan utnyttjas för fjärrvärmeproduktion. Vid fabriksanläggningen sker produktion av både papper och massa, varvid det omnämnda spillvärmets härrör från sodahus och blekerier.

Syftet med föreliggande förstudie är att finna ett sätt att ekonomiskt ta tillvara det idag outnyttjade spillvärmets. Vid förstudiens påbörjande förelåg uppgift om att det för närvarande ej skulle vara ekonomiskt intressant att tillvarata spillvärmets för externt bruk. Förstudiens huvudinriktning var därvid att utveckla ett enklare lågtemperatursystem med minskade krav på värmeisolering.

Under utredningsarbetets gång visade sig dock en fjärrvärmeanläggning med ledningsnät av konventionell typ och med tillgängligt spillvärme vid fabriken som värmekälla vara ekonomiskt intressant. Förstudien har därför kommit att belysa några möjliga utformningar av en fjärrvärmeanläggning för Husum. Av dessa har de två som ur ekonomisk synvinkel bedömts vara mest intressanta studerats mera ingående.

Projektet har till sin helhet finansierats genom anslag från BFR och utförts av VBB, Sundsvall, i samarbete med avdelningen för värmeteknik vid Stockholmskontoret.

För information om projektet och insamling av underlagsmaterial har underhandskontakter tagits med bl a Örnsköldsviks kommun och MoDoCell AB.



## 2. TÄTORTENS VÄRMEBEHOV

### 2.1 Bebyggelsekaraktär

Inom Husums statistikområde är för närvarande drygt 3000 personer bosatta, varav inom själva tätorten ca 2600 personer. Befolkningsökningen förväntas bli obetydlig under perioden fram till sekelskiftet. Den planerade tätortsutbyggnaden har närmare redovisats i områdesplan för Husum, upprättad av Stadsarkitektkontoret i november 1979. Inom Husums tätort utgörs bebyggelsen till närmare 70% av småhus. Av det totala småhusbeståndet är ca 2/3 byggt under perioden 1900-1960 och i huvudsak lokaliserat till de västra och norra delarna av tätorten. Övrig bebyggelse såsom flerfamiljshus, skolor, affärslokaler m m återfinns i huvudsak i tätortens centrala och södra delar.

### 2.2 Värmetäthet

En generell bedömning av om en fjärrvärmeanläggning är ekonomiskt motiverbar inom ett område kan baseras på områdets värmetäthet dvs dess minsta bebyggelsetäthet, uttryckt som ett årligt energibehov per ytenhet. Erfarenhetsmässigt har ett område goda förutsättningar för fjärrvärme eller annan centraliserad, vattenburen uppvärmningsform när värmetätheten överstiger ca 50 GWh/km<sup>2</sup>, år. Understiger värmetätheten ca 20 GWh/km<sup>2</sup>, år är normalt någon individuell uppvärmningsform (oljepanna, direktverkande el etc) lämpligast. Ligger värmetätheten inom ett område i intervallet 20-50 GWh/km<sup>2</sup>, år väljs aktuell uppvärmningsform utifrån de förutsättningar som gäller i varje enskilt fall, exempelvis närhet till värmetätt område eller värmeproduktionsanläggning.

Som framgår av avsnitt 2.1 utgörs Husums tätort till stor del av småhusbebyggelse, vilken kännetecknas av låg värmetäthet. De västra och norra delarna av tätorten torde därför ej vara aktuella för fjärrvärme. Hög värmetäthet återfinns lokalt inom tätortens centrala och södra delar. Småhusbebyggelse som ligger i direkt anslutning till områden med hög värmetäthet kan komma ifråga för fjärrvärme eftersom endast en marginell utökning av distributionsnätet då erfordras.

Värmetätheten inom Husums tätort, uppdelad i zoner enligt ovannämnda täthetsgränser, har närmare åskådliggjorts i bilaga 1.

### 2.3 Förekommande uppvärmningsformer

De uppvärmningsformer som för närvarande är representerade inom tätorten är i huvudsak oljeeldning och, i mindre omfattning, direktverkande el.

Pannanläggningar förekommer dels som individuella enheter i småhus, dels som panncentraler i flerfamiljs- hus och andra större fastigheter. Den senare kate- gori- en representerar normalt en hög värmetäthet och är därför intressant ur fjärrvärmesynpunkt.

Inom förstnämnda kategori har under senare tid instal- lation av elpatron i befintlig pannanläggning blivit allt vanligare. Vid årsskiftet 1981-82 hade ett 30- tal småhusfastigheter övergått till vattenburen el- värme och under 1982 kan elpatroninstallation förväntas bli utförd i ytterligare ett 25-tal småhus. Därutöver har ett 100-tal ansökningar om byte till elpatron tills vidare avslagits på grund av otillräcklig kapa- citet på elnätet. Enligt uppgift från eldistributören kan det redan stora intresset för vattenburen elvärme förväntas stiga avsevärt under de närmaste åren.

I tabellen nedan har gjorts en sammanställning av nuvarande oljeförbrukning och beräknad ansluten ef- fekt för de fastigheter i områden med hög värmetäthet som kan ingå i en fjärrvärmearläggning. Dessutom har medtagits några fastigheter med mindre pannanlägg- ningar som med anledning av att de är belägna i direkt anslutning till de ovannämnda områdena bör komma ifråga för fjärrvärmeanslutning.

De fastigheter som upptagits i tabellen har för närva- rande en oljeförbrukning av totalt ca 1630 m<sup>3</sup>/år, fördelat på 14 pannanläggningar, vilket enligt gäll- ande oljepris i oktober 1981 (se avsnitt 6.1) repre- senterar ett värde av drygt 3 Mkr/år.

Tabell 2.1 Oljeförbrukning och ansluten effekt för fastigheter aktuella för fjärrvärme

Fastighet	Oljeför- brukning	Beräknad ansluten effekt
1. Husum 1:143	147 m <sup>3</sup>	520 kW
2. Erik Larstorpet 1:75	297 m <sup>3</sup>	1110 kW
3. Önska 1:150, 1:151	84 m <sup>3</sup>	290 kW
4. Önska 1:179	157 m <sup>3</sup>	550 kW
5. Erik Larstorpet 1:60, 1:61	101 m <sup>3</sup>	350 kW
6. Erik Larstorpet 1:69, 1:70	92 m <sup>3</sup>	320 kW
7. Husum 1:45	75 m <sup>3</sup>	260 kW
8. Erik Larstorpet 1:39, 1:62 1:65 m fl	415 m <sup>3</sup>	1560 kW
9. Erik Larstorpet 1:1	65 m <sup>3</sup>	230 kW
10. Erik Larstorpet 1:1	40 m <sup>3</sup>	140 kW
11. Erik Larstorpet 1:1	35 m <sup>3</sup>	120 kW
12. Erik Larstorpet 1:1	10 m <sup>3</sup>	30 kW
13. Erik Larstorpet 1:1	18 m <sup>3</sup>	60 kW
14. Erik Larstorpet 1:1	90 m <sup>3</sup>	320 kW
Summa	1626 m <sup>3</sup>	5860 kW

Den i tabellen utförda fastighetsnumreringen 1-14 överensstämmer med redovisningen i bilagorna 3 och 5 avseende de alternativa värmeförsörjningssystemens utformning.

### 3. SPILLVÄRMETILLGÅNG

Tillgången till spillvärme inom cellulosaindustrin är som regel stor. Vid Husums Fabriker eftersträvas ett effektivt nyttjande av spillvärmets för lokal värmeåtervinning. Då allt spillvärme dock ej bedömts vara ekonomiskt att återvinna för internt bruk, finns spillvärmeflöden enligt följande tabell tillgängliga för externt utnyttjande:

Tabell 3.1 Tillgängliga spillvärmeflöden

	Flöde	Tempera- tur	Karaktäristik
<u>Från sodahus</u>	2.0 m <sup>3</sup> /min	55-60°C	surt, kloridhaltigt
<u>Från blekerier</u>	1.0 m <sup>3</sup> /min	70-75°C	alkaliskt, fiber- och kloridhaltigt
	4.0 m <sup>3</sup> /min	60-65°C	surt, fiber- och kloridhaltigt
	5.0 m <sup>3</sup> /min	50-55°C	alkaliskt, fiber- och kloridhaltigt
	7.0 m <sup>3</sup> /min	55-60°C	surt, fiber- och kloridhaltigt

Det tillgängliga spillvärmets från sodahuset enligt ovan finns i form av kylvatten från sodapannan. Den nuvarande utsläppspunkten är belägen vid Husåns utlopp nordväst om fabriken. Kylvattnet, vilket är tillgängligt med ett tryck av ca 80 m vp invid sodahuset, är fritt från fasta föroreningar men är korrosivt med ett kloridinnehåll av 1 à 2 g/l. Spillvärmeflödetets storlek 2,0 m<sup>3</sup>/min eller ca 33 l/s motsvarar en värmeeffekt av 140 kW per grad.

Från blekerierna finns enligt sammanställningen ovan spillvärme tillgängligt i form av fyra delflöden av varierande storlek och temperatur. Gemensamt för dessa flöden, vilka för närvarande släpps ut relativt samlat i Bottenhavet väster om fabriken, är ett högt fiberinnehåll, totalt uppskattat till ca 2500 ton per år.

För att blekeriernas spillvärmeflöden skall kunna nyttjas i en extern fjärrvärmeanläggning erfordras en effektiv fiberavskiljning, exempelvis genom filtrering. En fiberavskiljning kan även vara intressant med hänsyn till möjligheten till återvinning samt ur miljöskyddssynpunkt.

Flödena från blekerierna kommer att förändras i samband med att ett nytt blekeri byggs ut och därvid vissa enheter i de befintliga tas ur drift. Dessutom kan nämnas att förutsättningarna för utnyttjande av ovannämnda spillvärmeflöden kan komma att ändras med hänsyn till pågående koncessionsärende avseende spillvattenutsläppens mängd, sammansättning och läge.

Sammanfattningsvis kan sägas att av de ovan redovisade tillgängliga spillvärmeflödena är flödet från sodahuset mest intressant för en extern fjärrvärmeanläggning.

Blekeriflödena kan komma ifråga om vissa åtgärder först vidtas inom fabriken.

Det kan också förutses att, eftersom Husums Fabriker är en modern och internationellt sett konkurrenskraftig anläggning, fabriken kommer att vara livskraftig en lång tid framöver, och spillvärmeflöden därför ha lång varaktighet.

#### 4. GEOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

Investeringsmässigt utgör själva distributionsnätet som regel en stor delpost i en fjärrvärmeanläggning. En väsentlig del av lednings- och kulvertkostnaderna är härvid kostnaden för rörgravsschakten, vilken med hänsyn till bl a schaktbarheten kan variera högst betydligt.

För att finna lämpliga ledningsstråk har de geologiska förhållanden inom Husums tätort översiktligt undersökts med hjälp av flygbildstolkning och fältrekognosering. Resultatet härav har sammanställts i form av en byggnadsgeologisk karta, se bilaga 2, på vilken de geologiska bildningarna klassificerats i någon av de fyra grupperna berg i dagen eller nära markytan, friktionsjord (företrädesvis svallad morän), stor- och/eller rikblockig morän samt kohesionsjord (företrädesvis lera).

Som framgår av nämnda karta är förekomsten av berg i dagen eller nära markytan påtaglig inom stora delar av tätorten. Förekomst av lösa jordlager återfinns i huvudsak inom lågt belägna partier bl a längs Husåns och Bottenhavets stränder.

För de delar av tätorten som är aktuella för anslutning till fjärrvärmeanläggningen, se kapitel 5, kommer en icke oväsentlig del av det totala distributionsnätet att behöva utföras inom område med berg i dagen eller nära markytan.

Med anledning härav har det bedömts vara av intresse att värdera möjligheterna till samordning av ledningsstråken med de befintliga ledningsnäten för vatten och avlopp.

## 5. VÄRMEFÖRSÖRJNINGSSYSTEMETS UTFORMNING

### 5.1 Allmänt

För ett värmeförsörjningssystem med som i det aktuella fallet spillvärme som värmekälla är flera alternativ till teknisk utformning tänkbara. En väsentlig fråga är värmepumpinstalleringarnas placering i systemet.

Vid en placering av värmepumparna i direkt anslutning till spillvärmekällan kommer distributionsnätet att i princip utformas som ett konventionellt fjärrvärmenät. Det tillgängliga spillvärmets överföring till fjärrvärmenätet via värmeväxling för att minska risken för kemiska angrepp från det korrosiva spillvattnet på värmepumpar o d. I det här beskrivna högtemperatursystemet kan de befintliga panncentralerna tas ur drift eftersom hela värmebehovet vid toppbelastning, driftstopp o d kan täckas genom leverans från särskild reservanläggning inom Husums Fabriker.

Placeras värmepumparna ut vid abonnenternas panncentraler kan distributionsnätet i stället utformas för lågtemperaturöverföring med större tolerans vad gäller bl a värmeförluster. Överföringen kan ske antingen via ett ledningsnät med fram- och returledning (cirkulation) eller via ett enkelrörsnät. I det senare fallet avleds returvattnet från värmepumparna direkt till Husåns vattensystem. I ett lågtemperatursystem sätts värmepumpar in vid ett lämpligt antal befintliga panncentraler, till vilka de resterande panncentralerna ansluts genom konventionella kulvertledningar. Det vid toppbelastning, driftstopp o d ökade värmebehovet kan här lämpligen täckas med hjälp av de befintliga panncentralerna.

Med hänsyn till att lägre krav på bl a värmeisolering ställs på distributionsnätet i detta alternativ utförs nätet enklare med relativt ytligt förlagda ledningar i annat material än stål. Ur teknisk synvinkel kan härvid tänkas användas polypropylenrör, glasfiberarmade rör, polyvinylidenfluoridrör och teflonrör. De två sistnämnda är dock mindre attraktiva ur ekonomisk synvinkel.

I de följande två avsnitten ges en teknisk beskrivning av de två alternativ till värmeförsörjningssystem som överslagsmässigt bedömts vara mest fördelaktiga ur ekonomisk synvinkel.

## 5.2 Högtemperatursystem (alternativ 1)

I alternativ 1 förutsätts att värmepumparna placeras i direkt anslutning till spillvärmekällan (sodahuset), se bilaga 3, varvid fjärrvärmen således kommer att distribueras i konventionella värmekulvertar ut till de anslutna abonnenterna. Den totala anslutningseffekten för dessa har beräknats till ca 5,9 MW, jfr tabell 2.1 i avsnitt 2.3. Värmepumparna dimensioneras för att värma returvattnet i det tänkta fjärrvärmenätet till maximalt 80°C. Under de tidpunkter då ett behov av en högre framledningstemperatur än 80°C föreligger, eller då driftstopp inträffar, förses fjärrvärmenätet med erforderlig värme från en ångvärmväxlare på fabriken oljebaserade ångsystem. Den beräknade oljeförbrukningen vid denna anläggning uppgår till ca 410 m<sup>3</sup> Eo4LS per år.

Teoretiskt kan därmed spillvärmets bidra med ca 85% av årsenergibehovet under förutsättning att ca 45% av det totala effektbehovet installeras i värmepumparna. Om värmepumparna och spillvärmekällan antages vardera ha 90% årlig tillgänglighet erhålls ett energibidrag av ca 70% av den totala årsenergin. Restande 30% produceras vid ovannämnda ångvärmväxlare.

Som tidigare nämnts är det aktuella spillvattnet från sodahuset surt och kloridhaltigt. Produktionsanläggningen föreslås därför bli försedd med en mellan-krets med en plattvärmväxlare av ett beständigt material, exempelvis titan.

Vidare föreslås produktionsanläggningen omfatta två värmepumpar med en avgiven värmeeffekt av 1350 kW vardera, dvs en värmeeffekt av totalt 2,7 MW. Det tillförda eleffektbehovet uppgår totalt till ca 0,7 MW vilket medför att värmefaktorn blir 3,7 och kyl-effekten ca 2,0 MW.

Värmeförsörjningsanläggningens principiella utformning har illustrerats i bilaga 4. Om det totala spillvattenflödet från sodahuset utnyttjas (2.0 m<sup>3</sup>/min eller 33 l/s) erhålls en temperatursänkning av 15°C vid den aktuella kyleffekten.

Distributionsnätet avses bli utfört som direktappli-cerad polyuretanisolerad stålrörskulvert med ett lägningsförfarande enligt NO-COMP-systemet.

Ledningsdimensionerna inom fjärrvärmenätet varierar mellan DN 20 och DN 150. Den totala kulvertlängden (dubbelledning) uppgår till ca 3,4 km. Värmeförlus-terna i nätet har bedömts uppgå till ca 10% av års-energin.



Den totala årsenergimängden som skall produceras (årsenergibehovet inkl kulvertförluster) har beräknats uppgå till ca 13 GWh varför energibidraget från värmepumparna -enligt ovan bedömt till 70 % - beräknas bli ca 9,1 GWh.

### 5.3 Lågtemperatursystem (alternativ 2)

Alternativ 2 innebär att värmepumpar installeras i de fyra största av de anslutna panncentralerna, belägna på fastigheterna Erik Larstorpet 1:62 m fl (hotellet), Erik Larstorpet 1:75 (skolan), Önska 1:179 (ålderdomshemmet) och Husum 1:143 (Grundsundagårdarna). Spillvattnet distribueras till nämnda värmepumpcentraler via ett enrörssystem och avleds efter avkylning ca 15°C i separata ledningar till Husån eller förgrening därav, se bilaga 5. Vid respektive värmepumpcentral avtappas erforderligt flöde och värmeväxlas i en särskild mellankrets.

Från varje värmepumpcentral distribueras sedan värme i konventionell tvårörskulvert till kringliggande, övriga i anläggningen ingående panncentraler.

Liksom i alternativ 1 har den totala anslutningseffekten beräknats uppgå till ca 5,9 MW.

Värmepumparna dimensioneras på motsvarande sätt som i alternativ 1. Även i detta alternativ antas att det praktiskt uttagbara energibidraget uppgår till ca 70% av den totala årsenergimängden. Resterande 30% av årsenergin förutsätts kunna produceras i de befintliga panncentralerna, vilka även utnyttjas som reservanläggningar. Den totala oljeförbrukningen för dessa ändamål beräknas uppgå till ca 470 m<sup>3</sup> Eo1 per år.

I de ovannämnda fyra största panncentralerna föreslås att värmepumpar installeras med data enligt följande tabell:

Tabell 5.1 Dimensionerande data för föreslagna värmepumpar

	Värme- effekt	Värme- faktor	Spill- vatten- flöde
Hotellet	1200 kW	3,6	13,5 l/s
Skolan	530 kW	3,4	6,0 l/s
Ålderdomshemmet	530 kW	3,4	6,0 l/s
Grundsunda- gårdarna	350 kW	3,3	4,0 l/s

Ovanstående erforderliga spillvattenflöden är beräknade vid en temperatursänkning av 15°C.

Distributionsnätet avses bli utfört som enkelledningar av polypropylenrör varvid ledningar före värmepumparna förses med ca 30 mm utvändig isolering. Ledningsdimensionerna varierar mellan DN 65 och DN 150. Kulvertlängden uppgår till totalt ca 3,1 km, varav ca 2,2 km utgörs av framledning till värmepumpcentralerna och ca 0,9 km av avloppsledning till Husåns vattensystem. I detta alternativ har kulvertförlusterna bedömts uppgå till ca 5% av årsenergien. Dimensionerna för konventionell tvårörskulvert mellan värmepumpcentralerna och övriga panncentraler varierar mellan DN 20 och DN 80. Kulvertlängden uppgår i detta fall till totalt ca 1,6 km. Den sammanlagda längden kulvert i alternativ 2 uppgår därmed till ca 4,7 km.

Den totala årsenergimängden som skall produceras beräknas i detta alternativ bli ca 12,3 GWh. Energi- bidraget från värmepumparna beräknas därvid uppgå till ca 8,6 GWh.

## 6. LÖNSAMHETSBEDÖMNING

### 6.1 Allmänt

I syfte att närmare belysa de ekonomiska förutsättningarna för de i avsnitt 5.2-5.3 beskrivna alternativen 1 och 2 har utförts nedan redovisad lönsamhetskalkyl. Genom att jämföra de totala årliga kostnaderna med intäkterna, beräknade efter Svenska Värmeverksförbundets alternativtaxa, ger kalkylen även en uppfattning om det överhuvudtaget är motiverat att investera i ett spillvärmesystem.

Beräkningarna har utförts med en fast prisnivå (oktober 1981) och med en real kalkylränta av 4% för ett fullt utbyggt värmeförsörjningssystem. Denna reala kalkylränta motsvarar en nominell kalkylräntesats av 14,4% vid en inflation av 10% per år. Som jämförelse har även redovisats lönsamheten vid 10% real kalkylränta. Kapitalkostnaderna har beräknats med avskrivningstider för de olika anläggningsdelarna enligt följande:

Värmekulvert, stålrör	30 år
D:o , polypropylenrör	20 år
Värmepumpsystem	15 år
Övrig kringutrustning	30 år

Intäkterna av försäld värme har beräknats enligt Svenska Värmeverksförbundets (VVF) riktpriiser för leverans av värme från kommunalt värmeverk, jfr bilaga 6. Riktpriiserna baseras på en överenskommelse mellan Hyresgästernas Riksförbund, Sveriges Fastighetsägareförbund och VVF. Rikttaxorna har haft stor betydelse för prissättningen på fjärrvärme i Sverige. De definierar ett högsta pris för fjärrvärmens, varigenom abonnenterna garanteras att kostnaden för fjärrvärme inte är högre än kostnaden för egen panncentral i fastigheten.

Taxan är en bruttotaxa där det förutsätts att anslutningsavgift ej uttages. Tas anslutningsavgift ut berättigar detta till en ej tidsbegränsad återbetalning, bonus, i de fall bruttotaxa används. Vid nettotaxa, där det däremot förutsätts att anslutningsavgift uttages, erlägger i stället de abonnenter som ej betalat anslutningsavgift en särskild tilläggsavgift.

Följande referensbränslepriser har fastställts gälla för beräkning av intäkterna (beteckningarna  $B_1$ ,  $B_3$  och  $B_4$  hänför sig till VVFs normaltaxa, se bilaga<sup>3</sup>6):

$B_1$ för eldningsolja Eo1	1870 kr/m <sup>3</sup>
$B_3$ för eldningsolja Eo3LS	1730 kr/m <sup>3</sup>
$B_4$ för eldningsolja Eo4LS	1690 kr/m <sup>3</sup>

Konsumentprisindex = 657 (avser oktober 1981)

## 6.2 Alternativ 1

Anläggningskostnaden för kulvertnätet har i enlighet med i bilaga 7 redovisade å-priser beräknats till totalt 6,1 Mkr, vilket motsvarar ca 1030 kr/kW abonnerad effekt.

Produktionsanläggningen har kostnadsberäknats till 5,6 Mkr. Av denna kostnad utgör ca 2 Mkr kostnad för värmepumpar, 2 Mkr för övrig VVS-utrustning inklusive ångvärmväxlare och mellankrets, 0,7 Mkr för byggnad och elinstallationer samt 0,9 Mkr för projektering, kontroll och oförutsett.

För drift av värmepumparna beräknas totalt åtgå 2460 MWh el per år. Kostnaden för elenergi har antagits vara 200 kr/MWh varvid den årliga kostnaden kommer att uppgå till ca 0,5 Mkr.

För reserv- och topp effekt erfordras dessutom ca 410 m<sup>3</sup> Eo4LS per år vilket enligt i avsnitt 6.1 angivet bränslepris för oktober 1981 ger en bränslekostnad om ca 0,7 Mkr/år.

För drift och underhåll, försäkringar, elenergi för cirkulationspumpar m m samt övrig förbrukningsmateriel har upptagits en årlig kostnad av 2% av anläggningskostnaden samt 7 kr per producerad MWh för värmepumparna. För övriga anläggningsdelar är motsvarande kostnader 1,5% respektive 1,5 kr/MWh.

Kostnader för personal har upptagits som två heltidstjänster. Till de direkta lönekostnaderna har gjorts ett påslag med ca 40% för sociala förmåner och ca 15% för administrationskostnader. De årliga kostnaderna för personal kommer därmed att uppgå till ca 0,3 Mkr.

De totala intäkterna har enligt VVFs riktpriiser beräknats uppgå till 3,9 Mkr/år.

## 6.3 Alternativ 2

Anläggningskostnaden för kulvertnätet har i enlighet med i bilaga 7 angivna å-priser beräknats till totalt 4,6 Mkr, vilket motsvarar 780 kr/kW abonnerad effekt. Kostnaden fördelar sig på ca 1,8 Mkr för framledning till värmepumpcentralerna, 0,5 Mkr för avloppsledning till Husåns vattensystem samt 2,3 Mkr för konventionell tvårörskulvert.

Produktionsanläggningarna har kostnadsberäknats till totalt 6,5 Mkr i alternativ 2. Av denna kostnad utgör 2,4 Mkr kostnad för värmepumpar, 2,4 Mkr för övrig VVS-utrustning inklusive mellankretsar, 0,6 Mkr för ljudisolering och elinstallationer samt 1,1 Mkr för projektering, kontroll och oförutsett.

För drift av värmepumparna beräknas i detta alternativ totalt åtgå 2480 MWh el per år. Årskostnaden kommer då att uppgå till ca 0,5 Mkr.

För reserv- och topp effekt erfordras nu ca 470 m<sup>3</sup> Eo1 per år vilket enligt i avsnitt 6.1 angiven kostnad för lätt eldningsolja ger en årlig kostnad om ca 0,8 Mkr per år.

Kostnader för drift och underhåll, försäkringar, elenergi för cirkulationspumpar m m samt övrig förbrukningsmateriel har beräknats på samma sätt som för alternativ 1 ovan.

Kostnader för personal har antagits vara oförändrade i förhållande till alternativ 1. De totala intäkterna uppgår liksom i alternativ 1 till 3,9 Mkr/år.

#### 6.4 Kostnadssammanställning

De genomförda lönsamhetsberäkningarna för de båda ovan beskrivna alternativen har sammanställts i följande tabell (kalkylränta 4% resp 10%):

Tabell 6.1 Lönsamhetskalkyl för alternativ 1 och 2

		Alternativ 1		Alternativ 2	
		4 %	10 %	4 %	10 %
Anslutningseffekt	MW	5,9	5,9	5,9	5,9
Årsvärmeproduktion	GWh	13,0	13,0	12,3	12,3
Årsbränslebehov, el	GWh	2,5	2,5	2,5	2,5
Årsbränslebehov, Eo1	m <sup>3</sup>	-	-	470	470
Årsbränslebehov, Eo4	m <sup>3</sup>	410	410	-	-
Anläggningskostnad, produktion	Mkr	5,6	5,6	6,5	6,5
Anläggningskostnad, distribution	Mkr	6,1	6,1	4,6	4,6
Summa anläggningskostnad	Mkr	11,7	11,7	11,1	11,1
Driftkostnader					
Kapital, underhåll, försäkring					
Produktion	Mkr/år	0,52	0,77	0,60	0,89
Distribution	Mkr/år	0,45	0,74	0,33	0,56
Personal	Mkr/år	0,31	0,31	0,31	0,31
Förbrukningsmateriel	Mkr/år	0,07	0,07	0,07	0,07
Bränslekostnad, el	Mkr/år	0,49	0,49	0,50	0,50
Bränslekostnad, olja	Mkr/år	0,69	0,69	0,88	0,88
Summa driftkostnader	Mkr/år	2,5	3,1	2,7	3,2
motsvarande	öre/kWh	21,2	26,3	23,1	27,5
Intäkter	Mkr/år	3,9	3,9	3,9	3,9
Överskott	Mkr/år	1,4	0,8	1,2	0,7

Tabellen visar att lönsamhet, definierad som ett överskott mellan intäkter och driftkostnader, således kan påräknas i bägge alternativen, både vid 4% och 10% real kalkylränta. Alternativ 1 är dock något lönsammare (0,1 à 0,2 Mkr/år) än alternativ 2.

## 7. UTVÄRDERING

Enligt den i föregående kapitel redovisade lönsamhetskalkylen kommer överskott mellan taxeintäkter och driftkostnader att erhållas både i alternativ 1 och 2. Överskottets storlek kan härvid sägas vara ett mått på värdet av den spillvärmeenergi som värmepumparna levererar till abonnenterna.

Vid 4% real kalkylränta kommer denna spillvärmeenergi att vara värd ca 15 öre/kWh i alternativ 1 och ca 13 öre/kWh i alternativ 2. Motsvarande värde av energien vid 10% real kalkylränta är ca 9 öre/kWh resp ca 7 öre/kWh.

De båda alternativa lösningarna till värmeförsörjningssystem som behandlats i föreliggande förstudie har som framgår ovan beräknats bli ungefär lika lönsamma. Alternativ 1 är ett i princip färdigutvecklat system av konventionellt slag, vilket innebär att kostnaderna härför kan betraktas som relativt opåverkbara vid den aktuella anslutningsgraden.

I alternativ 2 torde däremot förutsättningar finnas att ytterligare förbättra lönsamheten. Bl a finns möjligheter till en minskning av den totala avloppsledningslängden genom avledning till närbelägna öppna diken eller befintliga dagvattenledningar. Den ökade risken för sanitära olägenheter, hydraulisk överbelastning av dagvattennätet, kemiska angrepp på befintliga ledningar etc måste dock först värderas.

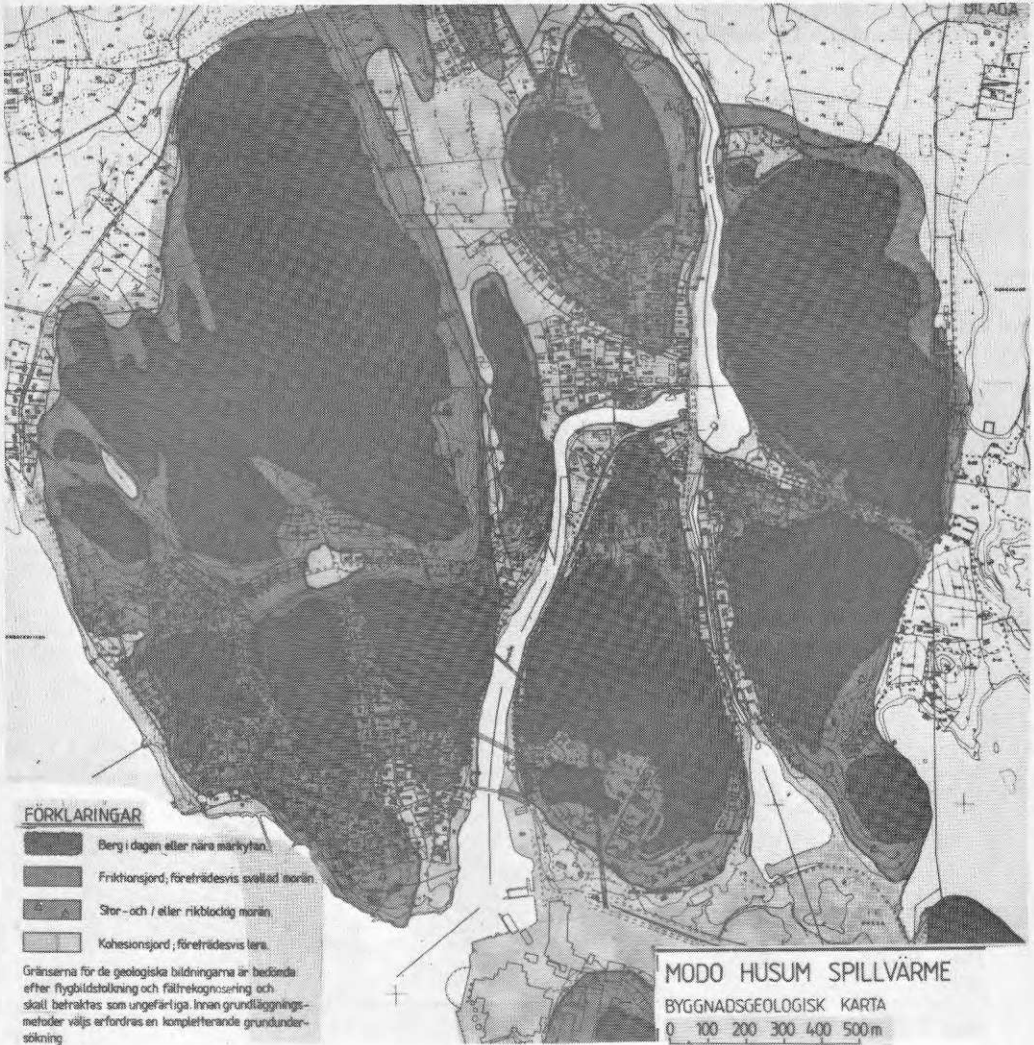
Vidare har i alternativ 2 bl a valts en 10 år kortare avskrivningstid för värmekulvert än i alternativ 1 (20 år resp 30 år) på grund av att större osäkerhet råder beträffande plaströrets funktion och livslängd i denna tillämpningsform.

Det fortsatta utredningsarbetet i en huvudstudie föreslås i första hand bli inriktat mot att ingående studera utformningen av ett lågtemperatursystem, alternativ 2. Studien kan härvid tänkas omfatta en tillämpning på det aktuella projektet av de forskningsresultat avseende nya rörmaterial i distributionssystem för varma vätskor som framtagits vid bl a Studsvik. Möjligheterna till en vidareutveckling av enkelrörskulvertens detaljutformning torde därefter bättre kunna bedömas.

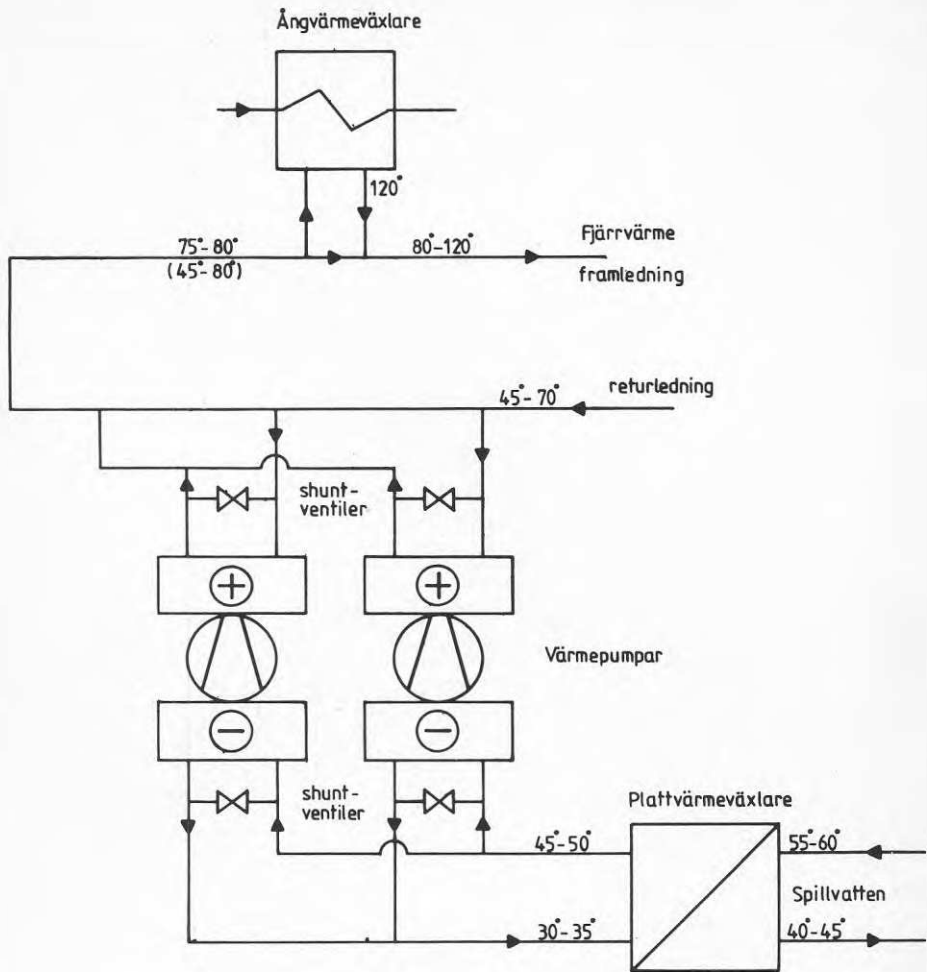












**MODO HUSUM SPILLVÄRME**  
 HÖGTEMPERATURSYSTEMETS PRINCIPIELLA  
 UTFORMNING



## FÖRKLARINGAR

— Plaströrskulvert (enkelledning) för distribution till värmepumpcentralerna

- - - Plaströrskulvert (enkelledning) för avledning till Husums vattensystem

2,13

Ansluten värmepumpcentral, gemensam för flera panncentraler (angivna nummer överensstämmer med tabell 2.1, avsnitt 2.3) Cirkelns storlek är proportionell mot den nuvarande oljeförbrukningen.

## MODO HUSUM SPILLVÄRME

ALTERNATIV 2. LÅGTEMPERATURSYSTEM

0 100 200 300 400 500m

Årsavgifter: (fast avgift + förbrukningsavgift)

$$\text{Alt 1: } \frac{I}{130} (300 + 14,6 E) + (4 + 0,12 W) B_1 \text{ kr}$$

$$\text{Alt 2: } \frac{I}{130} (2\ 000 + 12,9 E) + (15 + 0,12 W) B_3 \text{ kr}$$

$$\text{Alt 3: } \frac{I}{130} (10\ 000 + 10,3 E) + (75 + 0,116 W) B_4 \text{ kr}$$

Beteckningar:

E den anslutna byggnadens maximala värmebehov i kW

W den per år uttagna värmemängden i MWh

I konsumentprisindex (månadsvärdet vid varje aktuell tidpunkt)

$B_1$ ,  $B_3$  och  $B_4$  referensbränslepriser för eldningsolja Eo1, Eo3LS och Eo4LS.

ANLÄGGNINGSKOSTNADER FÖR KULVERT

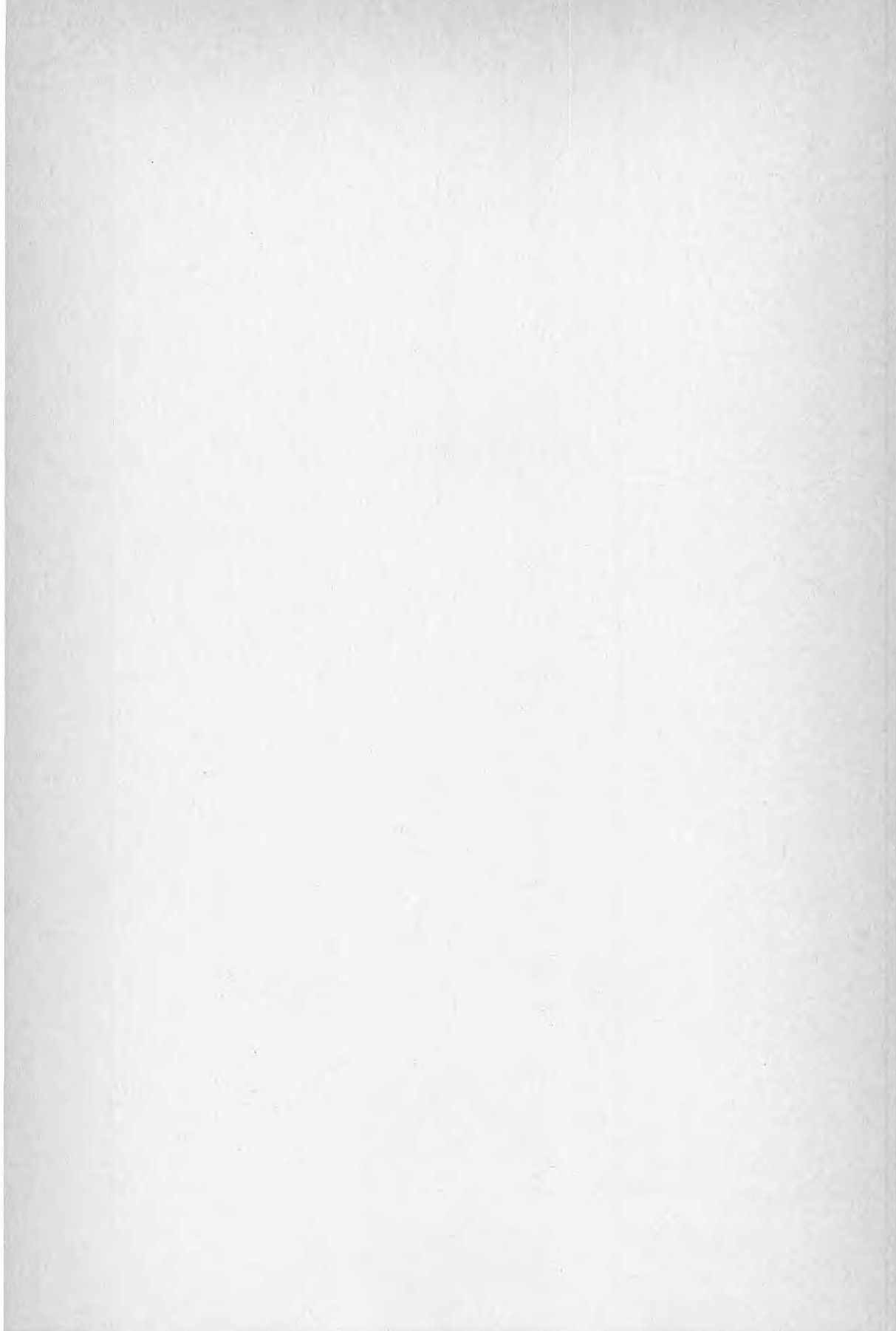
BILAGA 7

Lednings- dimension	Konventionell fjärrvärme- kulvert (tvårörssystem)	Plaströrskulvert (enrörssystem)
DN	kr/m	kr/m
20	1120	-
25	1160	-
32	1280	-
40	1310	-
50	1390	-
65	1540	- (530) <sup>1)</sup>
80	1680	710
100	1860	790 (650) <sup>1)</sup>
125	2100	875
150	2460	975

---

1) Inom parentes angivet värde avser kostnad för avloppsledning.









Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
810189-2 från Statens råd för byggnadsforskning  
till VBB AB, Sundsvall.

R48: 1982

ISBN 91-540-3698-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700548

Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer

Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm

Cirka pris: 20 kr exkl moms