



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

R81:1988

R  
**Konvertering av direktelvärmada småhus till fjärrvärme**

R/T2

**Johnny Kellner  
Rolf Nilsson  
Gillis R Wikander**

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

ser

Bygghforskningsrådet

R81:1988

KONVERTERING AV DIREKTELVÄRMDA SMAHUS  
TILL FJÄRRVÄRME

Johnny Kellner  
Rolf Nilsson  
Gillis R Wikander

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 870148-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till STOSEB,  
Stockholm.

## REFERAT

En förprojektering har genomförts för att undersöka förutsättningarna att konvertera direktelvärmda grupphusområden till lågtemperaturfjärrvärme. Som tillämpningsexempel har studerats ett område med två-plans radhus i Upplands Väsby och ett område med enplans kedjehus i Nacka i Stockholms län.

Husen förutsätts som huvudalternativ få luftburen värme från ett i varje hus placerat luftvärmeaggregat. Värmen tillförs rummen genom bakkantsinblåsning. För kallrasskydd under årets kallaste timmar, och som en säkerhetsåtgärd behålls befintliga men kraftigt effektreducerade elradiatorer.

Systemet bedöms kunna bli samhällsekonomiskt intressant i ett läge när landet behöver ny kapacitet för basproduktion av el. För att tekniken ska bli privatekonomiskt intressant och få genomslagskraft krävs dock styrmedel t ex i form av bidrag och specialtaxa för fjärrvärme.

Tekniken bedöms för Stockholms län kunna ge en "elvinst" genom minskad elanvändning för uppvärmning och ökad potential för kraftvärmeproduktion på ca 1,2 TWh/år, vilket motsvarar ca 7 % av länets totala elanvändning.

För att i tid få praktisk erfarenhet av införandet av den studerade tekniken är det angeläget att ett demonstrationsprojekt i full skala genomförs.

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R81:1988

ISBN 91-540-4923-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

## INNEHÅLL

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	4
1 BAKGRUND OCH FÖRUTSÄTTNINGAR .....	5
1.1 Motiv och avgränsningar .....	5
1.2 Möjligheter och nuläge .....	5
1.3 Arbetets genomförande .....	7
2 SYSTEMUTVECKLING .....	8
2.1 Distributionssystem .....	8
2.2 Husinstallationer .....	13
3. PRAKTIKFALL SJUKYRKÖBERGET I UPPLANDS VÄSBY .....	21
3.1 Förutsättningar .....	21
3.2 Anläggningsutformning .....	21
3.3 Anläggningskostnader .....	21
4. PRAKTIKFALL KROKHÖJDEN I NACKA .....	25
4.1 Förutsättningar .....	25
4.2 Anläggningsutformning .....	25
4.3 Anläggningskostnader .....	25
5. LÖNSAMHETSBEDÖMNING .....	29
6. POTENTIAL FÖR TEKNIKEN I STOCKHOLMS LÄN .....	31
6.1 Bedömning för Upplands Väsby .....	31
6.2 Bedömning för länet som helhet .....	31
7. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER .....	34

## SAMMANFATTNING

En förprojektering har genomförts för att undersöka förutsättningarna att konvertera direktelvärmda grupphusområden till lågtemperaturfjärrvärme. Som tillämpningsexempel har studerats ett område med två-plans radhus i Upplands Väsby och ett område med enplans kedjehus i Nacka i Stockholms län.

Husen förutsätts som huvudalternativ få luftburen värme från ett i varje hus placerat luftvärmeaggregat. Värmen tillförs rummen genom bakkantsinblåsning. För kallrasskydd under årets kallaste timmar, och som en säkerhetsåtgärd behålls befintliga men kraftigt effektreducerade elradiatorer.

Systemet bedöms kunna bli samhällsekonomiskt intressant i ett läge när landet behöver ny kapacitet för basproduktion av el. För att tekniken ska bli privat-ekonomiskt intressant och få genomslagskraft krävs dock styrmedel t ex i form av bidrag och specialtaxa för fjärrvärme.

Tekniken bedöms för Stockholms län kunna ge en "el-vinst" genom minskad elanvändning för uppvärmning och ökad potential för kraftvärmeproduktion på ca 1,2 TWh/år, vilket motsvarar ca 7 % av länets totala elanvändning.

För att i tid få praktisk erfarenhet av införandet av den studerade tekniken är det angeläget att ett demonstrationsprojekt i full skala genomförs.



## 1. BAKGRUND OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

### 1.1 Motiv och avgränsningar

Uppvärmningsbehovet för småhus i storstockholmsområdet uppgår till ca 3,7 TWh/år. Andelen direktverkande el är ca 1,5 TWh/år och vattenburen el ca 1 TWh/år. Inför en situation med elbrist och kärnkraftavveckling är det intressant att finna en ersättning för elvärmens i småhus som för landet som helhet uppgår till ca 15-17 TWh/år. Fjärrvärmeanslutning är en möjlighet, som ur flera aspekter är intressant att pröva, nämligen för att det ger:

- ersättning av el för uppvärmning
- förbättring - på kort sikt - av utnyttjandet av befintliga fjärrvärmeanläggningar
- möjlighet - på längre sikt - till ökad elproduktion i kraftvärmeanläggningar.

Sammantaget skulle dessa effekter uppskattningsvis kunna ge en "elvinst" i Storstockholm på i storleken 3 TWh/år och för landet som helhet på i storleken 10 TWh/år.

Föreliggande studie är avgränsad till att omfatta klargörandet av möjligheterna att ersätta el för uppvärmning i befintliga direktelvärmda småhus genom konvertering till fjärrvärme med ny systemteknik. Fjärrvärmealternativet måste naturligtvis vid ett slutligt val av uppvärmningsform jämföras med andra tekniska lösningar.

Erfarenheterna från studien kan även ligga till grund för utformning av centraliserade uppvärmningssystem för grupphusområden med egen värmecentral utanför fjärrvärmeområdena, centraliserad närvärme. Sådana lösningar ökar ytterligare potentialen för den tilltänkta tekniken, vilket ger förutsättningar för större tillverkningsserier av komponenter och därigenom sänkta priser.

### 1.2 Möjligheter och utvecklingsläge

Förutsättningarna för att småhus i stor omfattning skall kunna fjärrvärmeanslutas med rimlig ekonomi är att en ny kulvertteknik utvecklas, som sänker kostnaderna väsentligt. Direktelvärmda hus måste också kunna konverteras till annan uppvärmning med i huvudsak bibehållen komfort och till rimliga kostnader.

En hypotes är att detta är möjligt genom vidareutveckling av lågtemperturteknik med fjärrvärmeledningar helt i plast och genom konvertering av hus med direktverkande el till luftburen värme eller någon form av vattenburet lågtempertursystem.

Med de prisutvecklingar på bränsle och el som STOSEB idag bedömer som troliga kommer det på sikt att finnas ett kostnadsgap mellan marginalkostnad för fjärrvärme producerad i kraftvärmeverk och långsiktig marginalkostnad för elproduktion på i storleken 30 öre/kWh. Denna kostnadsskillnad skulle delvis kunna utnyttjas för investeringar i distributionssystem och husinstallationer och därmed ge fastighetsägaren ett billigare uppvärmningsalternativ samtidigt som landets elbalans förbättras.

Utveckling av systemlösningar och distributionsteknik, s k GRUDIS-system med mediarör i plast har gjorts i Hammarstrand (Jämtland), Vedeväg (Västmanland) och Söderbärke (Dalarna).

Ny ventilationsteknik, inte minst för småhus, är f n under stark utveckling, delvis mot bakgrund av de krav på täthet i husens klimatskärm som föreligger idag av energi- och komfortskäl, delvis under trycket av dagens värmeåtervinningskrav. FT och FTX-system i småhus öppnar möjligheter att också utnyttja ventilationsluft som huvudsakligt värmebärande medium. Utvecklingen är främst inriktad på nyproduktion, men ingenting hindrar i princip att utnyttja tekniken också i befintliga småhus. ROT-verksamheten kan ge goda möjligheter till sådana nyinstallationer.

De kompletteringar av befintliga radonhotade småhus med F-system som skett under senare år ger också gott erfarenhetsunderlag för utveckling.

För att lösa problem med kallras och riktad operativ temperatur kan dels bibehållna men starkt effektreducerade elradiatorer, dels ny fönsterteknik, t ex med spänningsatta "elvärmda" ytbeläggningar på insidan av det innersta glaset tänkas kombinerade med luftburna värmesystem.

Detta senare ökar också möjligheten att nyinstallera centralt placerade vattenbaserade värmare. En sedan länge pågående utveckling av plaströrskonvektorer kan här tas till vara.

Även varma golv eller tak med cirkulerande värmevatten i plaströr är i princip en tänkbar möjlighet.

Det bör slutligen ännu en gång poängteras att den eventuella lönsamheten i projektiden ligger i den dubbla nyttan att dels ersätta behov av dyr ny elproduktion vid kärnkraftavvecklingen och dels skapa ett ökat underlag för elproduktion i kraftvärmeverk. Att konvertera ett direktelvärmst småhus till en annan individuell värmekälla ger ej samma möjligheter till lönsamhet, vilket även indikeras av pågående studier i Vattenfalls projekt "Uppdrag 2000".



### 1.3 Arbetets genomförande

Materialet till föreliggande studie har tagits fram av en arbetsgrupp bestående av Johnny Kellner, JM Byggnads- och Fastighets AB, (ansvarig för projekt-samordning och anläggningsfrågor), Rolf Nilsson, Arlanda VVS-konstruktioner AB, (ansvarig för husinstallationsfrågor) och Gillis R Wikander, Theorell och VBB Energikonsulter AB, (ansvarig för fjärrvärmedistributionsfrågor). Underlaget för praktikfallsstudien har tagits fram av Thomas Olausson (Energiverkschef i Upplands Väsby) och Torsten Forssén (ordförande i Nacka Energigrupp och ledamot av STOSEBs styrelse), vilka även bidragit med synpunkter på arbetets genomförande. Arbetet har följts av en referensgrupp bestående av representanter från Stockholm Energi, Vattenfall Uppdrag 2000 och Värmeverksföreningen. STOSEBs projektledare har varit Hans Hydén.

## 2. SYSTEMUTFORMNING

### 2.1 Distributionssystem

#### 2.1.1 Bakgrund

Under de senaste åren har studier i syfte att nedbringa anläggningskostnader för distribution av vattenburen värme till främst bostadsområden med låg exploateringsgrad och därmed låg värmeförbrukning genomförts.

Främst har systemlösningar för distribution och abonnentcentralteknik i villaområden studerats. Två projekt har genomförts, där sådan teknik har prövats.

I det första projektet, "Hammarstrand", färdigställt i februari 1986, har den så kallade "GRUDIS-principen" tillämpats.

De frågeställningar och hypoteser som formulerats har i många stycken besvarats i detta projekt, som delvis har finansierats med experimentbyggnadslån beviljade av BFR.

Framför allt finns en klar indikering på att den totala anläggningskostnaden för distributionsanläggningen kan reduceras väsentligt jämfört med konventionell fjärrvärme/kulvertteknik, storleken 30-50 % för befintlig resp ny bebyggelse.

Den detaljteknik som tagits fram kan anses vara till 90 % tillämplig och därmed kommersiellt tillgänglig. Bl a har mediarör av PEX använts samtidigt som hög prefabriceringsteknik har tillämpats.

I Lindesbergs kommun, Vedevägs samhälle, togs det andra projektet med GRUDIS-teknik i drift i december 1986.

#### 2.1.2 Principfrågor vid utformning av distributionssystemet

I ett vattenburet distributionssystem för låga temperaturer har det visat sig lämpligt att distribuera värme och tappvarmvatten i samma krets. Värmeenergin avväxlas mot energibärare (t ex luft) i resp fastighet medan tappvarmvatten tappas direkt från kulvertsystemet.

Några viktiga förhållanden som härvid måste beaktas är:

- \* trycket i matarvattenledningen från det kommunala vattenledningsnätet varierar.

- \* Eftersom systemet är både cirkulerande och förbrukande blir pumpinstallationen en kombination av cirkulations- och tryckstegringsanläggning.
- \* Begränsningar i tillåten temperatur och tryck gör att noggranna tryckfallsberäkningar måste göras.

I ett distributionssystem med förnätat polyeten (PEX) eller polybuten (PB) som mediarör finns vissa begränsningar för både temperatur och absolut tryck. Vid maxtemperaturerna 90 resp 70°C gäller således maxtrycken 6 resp 10 bar.

Man kan principiellt se två utvägar i fråga om temperaturnivåer för distributionen.

- \* Att hålla relativt hög framledningstemperatur (80-90°C), vilket utesluter möjligheten att enbart koppla systemet till befintligt fjärrvärmesystems returledningar. Det är däremot möjligt med ett dubbelsystem med inkoppling på returledningen på vintern och på framledningen på sommaren). Härigenom erhålls relativt små ledningsdimensioner på mediarör av PEX eller PB.
- \* Att hålla en relativt låg, konstant framledningstemperatur (ca 50-55°C) för att klara erforderlig temperaturnivå för tappvarmvattnet. Detta kan innebära stora dimensioner på installationerna samt stora mediarördimensioner. Dock kan inkoppling ske till retursidan i befintliga fjärrvärmesystem med de fördelar detta har bl a för mottrycksproduktion.

Lågtemperaturalternativet (50-55°C) ger således större dimensioner och därmed högre anläggningskostnader, men det kan ge stora systemfördelar.

Idag är många fjärrvärmesystem färdigutbyggda inom sitt ursprungligen planerade distributionsområde. Kulvertnätet kan därför redan vara fullt utnyttjat och inte tillåta ytterligare konventionell anslutning. En lågtemperaturinkoppling på fjärrvärmens returledning kan dock öka en befintlig kulverts distributionskapacitet genom att temperaturen på det fjärrvärmevattnet som är på väg tillbaka till produktionsanläggningen ytterligare sänks. Dock krävs tillgång till inkopplingspunkt med erforderligt flöde och temperatur. En spetsning från framledningen kan vara en lösning under den begränsade tid när enbart returledningen inte räcker till.

Lågtemperatursystemet underlättar också införande av ny teknik (t ex solenergi, värmelagring och värmepumpar) och utnyttjande av lågvärdig spillvärme i närvarmesystem.

Abonnentinstallationerna bör så långt möjligt standardiseras för att erhålla längre tillverkningsserier för en lägre kostnad per abonnentkoppling.

För att reducera momentana effekttoppar kan vattenackumulatorteknik med temperaturskiktning tillämpas. Härigenom utjämnas dygnsvariationer och därmed kan basproduktionsanläggningar i befintliga fjärrvärmesystem köras mer optimalt.

### 2.1.3 Förslag till utformning av distributionssystemet

Det föreslagna distributionssystemet, i denna rapport benämnt LOTS (LOW Temperature System) innebär i korthet följande.

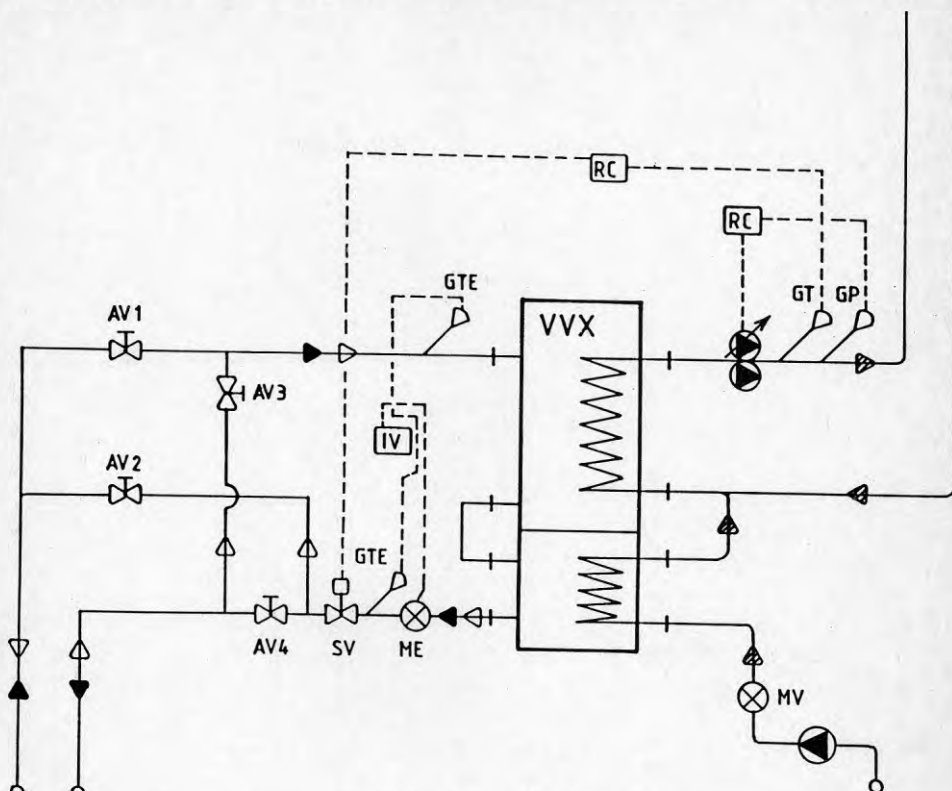
En abonnentcentral ansluts till ett befintligt fjärrvärmesystems returledning.

I abonnentcentralen överförs värme via värmeväxlare till ett lågtemperatursystem som arbetar vid konstant temperatur under hela året (50-55°C) för att klara erforderlig tappvarmvattentemperatur. Systemet matas med kallvatten från det kommunala nätet.

Varmvattnet distribueras i kulvert med mediarör i PEX eller PB med maximal diameter 110 mm. Med PB uppnås fördelen att rörmaterialet är svetsbart. Tillgängliga rördimensioner medger distribution till grupper av hus med ett sammanlagrat effektbehov på 1-1,5 MW (motsvarande ca 100 småhus).

För att klara erforderlig varmvattentemperatur sommartid då temperaturen i fjärrvärmenätets returledning kan vara alltför låg, kan en tillfällig överkoppling till framledningen göras eller en lokal eftervärmning ske i de befintliga elvarmvattenberedare i varje hus, se avsnittet 2.2, Husinstallationer, nedan. Principkopplingsschema och plan över abonnentcentraler visas i Figurerna 2.1 och 2.2.

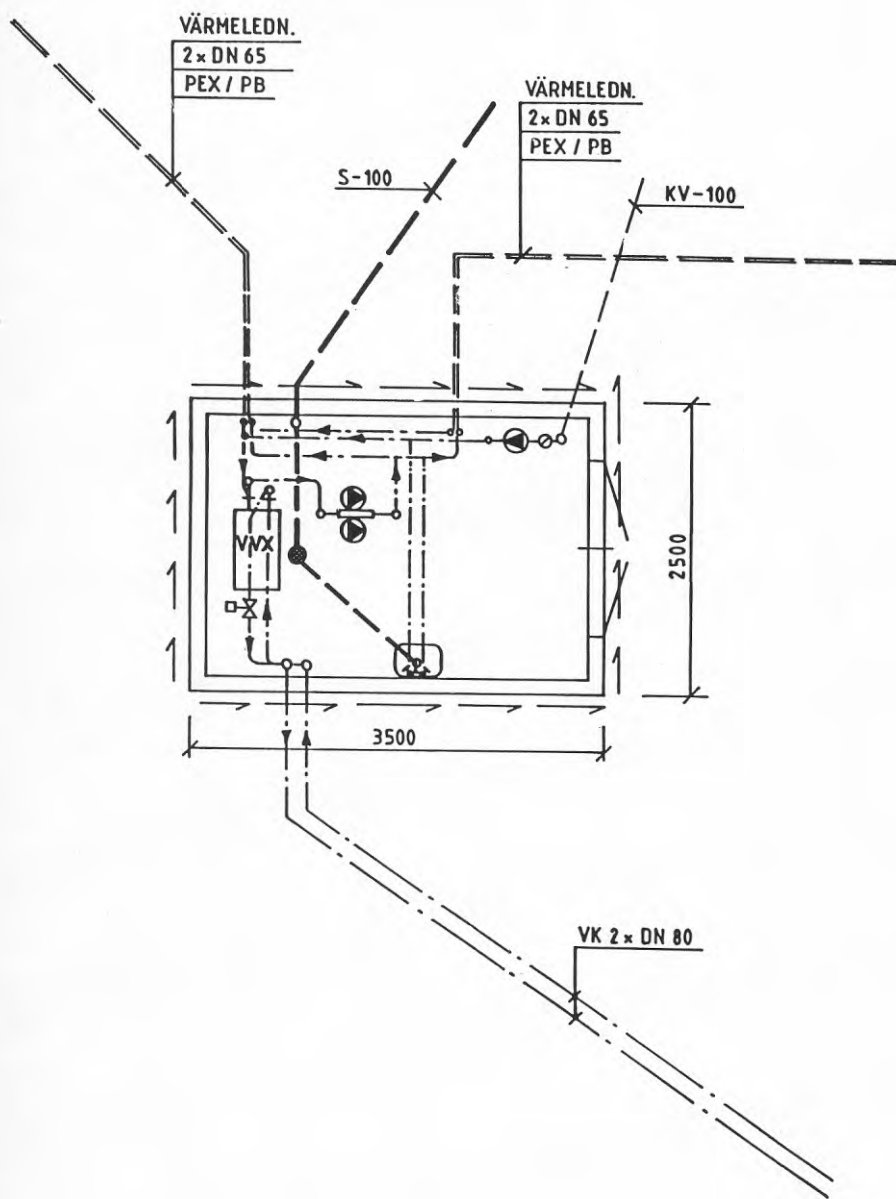
Vid byggandet skall så långt det är möjligt tillämpas schaktningsteknik som bygger på "snål" teknik, d v s smala schaktgravar med lätta maskiner.



AV1	SOMMAR VINTER	NORMALT -- --	ÖPPEN STÄNGD	(NÖ) (NS)
AV2	SOMMAR VINTER	NORMALT -- --	STÄNGD ÖPPEN	(NS) (NÖ)
AV3	SOMMAR VINTER	NORMALT -- --	STÄNGD ÖPPEN	(NS) (NÖ)
AV4	SOMMAR VINTER	NORMALT -- --	ÖPPEN STÄNGD	(NÖ) (NS)
▷	STRÖMNINGSRIKTNING		VINTERTID	
▶	-- --		SOMMARTID	
◀	-- --		LOTS.	

Figur 2.1 Principkopplingsschema abonentcentral





Figur 2.2 Principplan för abonntcentral

Denna teknik kan förfinas med stort inslag av t ex kedjegrävare för att korta ner den tid då schakter står öppna. Detta effektiviserar anläggningsarbetet både ur mark- och rörarbetssynpunkt.

Fogningsmetoder för mediarör bör studeras extra noga. Hög prefabriceringsgrad är att föredra för att minska väntetider och förenkla skarvningsteknik utan att göra avkall på säkerhet och kvalitet.

## 2.2 Husinstallationer

### 2.2.1 Bakgrund

Det är väl känt att konventionella vattenradiatorsystem är överdimensionerade, både totalt och i fråga om de enskilda värmarna. Den "reserv" detta ger, kan utnyttjas för generell sänkning av framledningstemperaturen, i princip större ju äldre installationen är. Orsakerna till överdimensioneringen är flera.

I äldre hus betraktades, med all rätt, fönstren som kritiska. Med tätningsslister av textilmaterial blev läckaget mellan båge och karm stort. Teoretiskt tog man hänsyn till detta dels genom att "belasta" fönstren med höga k-värden dels genom procentuella tillägg för hörnrum och nordliga väderstreck.

Procentuella tillägg till transmissionsförlusterna från hörnrum, rum under vindsbjälklag och rum i nordliga lägen gjordes också för väggar och bjälklag.

Även i fråga om ventilationsförluster gjordes "pessimistiska" antaganden.

Härtill kom rekommendationer om dimensionerande utetemperatur ännu lägre än dagens LUT1, d v s i princip helt utan hänsyn till byggnadens termiska massa.

Sammantaget innebar detta effektdimensionering av radiatorer 20-50 % högre än vad dagens beräkningar för samma byggnad skulle ge.

När direktverkande elradiatorer kom i bruk i stor skala kring 60-talets mitt, skedde dimensioneringen antingen på då gängse sätt eller med grova överslags-siffror av typen  $30 \text{ W/m}^3$  uppvärmd volym eller  $80 \text{ W/m}^2$  uppvärmd area. I båda fallen ledde detta väsentligen till överdimensioneringar, och vanligtvis större än för vattenradiatorer, eftersom effektstegen mellan elradiatorer är av storleksordningen 200-250 W.

I hus med vattenradiatorsystem kan byggnadstekniska åtgärder (fönsterförbättring, tilläggsisolering) och justering av ventilationen tillsammans med "inbyggd" överdimensionering i de flesta fall medge god komfort vid 55/45/20-system utan byte av radiatorer.

I hus med direktelvärmé står denna möjlighet inte till buds. Däremot kan effektspärning av elradia- torerna, individuellt eller centralt, i kombination med förbättringar enligt ovan och med ett följsamt reglersystem sänka de maximala effektbehoven högst väsentligt.

En viktig slutsats är att en konvertering från elvär- me till annan uppvärmningsform med lågtemperaturtek- nik bör föregås av beräkningar av de verkliga effekt- behoven efter åtgärder inklusive LUT-värden med hän- syn till den aktuella byggnadens termiska massa.

Enligt nu gällande byggnormer skall ventilationsflö- dena i bostadshus vara proportionella mot golvarean. Värmebehovet är däremot ej proportionellt mot volymen annat än i det fall att rum är lika djupa och bara har en yttervägg. För vanliga rum i småhus - t ex med två ytterväggar - får man stor avvikelse mellan ven- tilationsbehovet och värmebehovet i relation till vad man får för andra rum med en yttervägg och relativt litet värmebehov. Ventilationsbehovet däremot kan vara lika räknat per m<sup>2</sup> golvarea. I ett sådant fall måste man avpassa ventilationen på annat sätt än vad som anges i dagens byggnorm.

Vid införandet av luftvärmeanläggningar i befintlig bebyggelse måste således beräkningar och analyser av ventilations- och värmebehovet göras på ett väsent- ligt mindre slentrianmässigt sätt än vad som sker ge- nom att enbart följa minimikraven enligt SBN.

### 2.2.2 Principiella möjligheter till ersättning av direktverkande elradiatorer

#### Övergång till vattenradiatorer med konventionell pla- cering

Om elradiatorer ersätts med vattenradiatorer på samma platser, normalt under fönster, är det alltid möjligt att dimensionera systemet t ex för 55/45/20.

Det är emellertid självklart att man i en sådan situation måste undersöka den totalt gynnsammaste kombinationen av byggnadstekniska och installations- tekniska åtgärder. Sänkta temperaturkrav i systemet är gynnsamma, kanske nödvändiga, för att göra fjärr- värmeanslutning av ett småhusområde ekonomiskt rim- ligt. Sänkta effekt- och energibehov minskar däremot underlaget, "värmeförlusten", och därmed ekonomin i områdets distributionssystem.

Sambanden bör studeras i hela flödet från produk- tionsanläggningen till de enskilda husens egenskaper.

### Övergång till centralt placerade vattenbaserade värmare

Nya vattenradiatorer under alla fönster i ett småhus är ett stort ingrepp, och i hus byggda på platta på mark också ett tekniskt/praktiskt svårlöst problem.

En radiator vid fönsterbröstning har tre huvudfunktioner:

- att kompensera delar av byggnadens värmeförluster genom transmission, ventilation och läckage
- att motverka kallras från fönstret
- kompensera fönstrets kalla inneryta, genom en acceptabel, riktad operativ temperatur

Den första funktionen kräver värmarplacering vid fönster endast då uteluftsintag i ett S- eller F-system sker i fönsterbröstning, och då inte med hela den erforderliga effekten.

De två andra funktionerna gör det däremot, men inte heller då med hela den dimensionerande effekten. Med fönsterförbättringar minskar kraven på kallrasskydd och strålningskompensation. Som en intressant möjlighet bör spänningsatta ytbeläggningar på det innersta glasets insida nämnas. De möjliggör höga yttemperaturer med hjälp av mycket låga elektriska effekter. Denna teknik är idag kommersiellt använd i kontorshus. Radiatorer under fönster har då ej behövt installerats.

Äldre elradiatorer har normalt tre à fyra linjära effektsteg. Tekniskt är det relativt enkelt att spärra en sådan radiator till 33 à 25 % av max effekten. Genom central spänningssänkning är det möjligt att minska effekten ytterligare, ned till ett börvärde, som i första hand bestäms av fönstrets värmemotstånd/yttemperatur vid dimensionerande utetemperatur.

Om nya vattenbaserade värmare kan ställas fritt från yttervägg blir rördragningarna väsentligt enklare och billigare och 55/45/20 eller t o m lägre temperaturkrav är tänkbara.

### Övergång till vattenbaserad golv- eller takuppvärmning

Med tillgänglig teknik är det möjligt att förse en hel byggnad med golvvärme genom plaströr på befintligt golv under ett nytt övergolv inom en konstruktionshöjd på max 40 mm. Med bibehållna, effektsparrade elradiatorer under fönster kan ett sådant system ge god komfort med maximala framledningstemperaturer på ca 35°C.

Systemet lämpar sig bäst för enplansbyggnader, där trappanslutningar inte blir aktuella och där läckageproblemen kan bemästras. Huvudproblemen uppstår i samband med dörranslutningar och köksbänkar och annan inredning med sparsocklar.

Komfortmässigt är takvärme en utmärkt uppvärmningsform - det visar erfarenheter av elektriskt värmda undertak. Det maximala temperaturkravet kan begränsas till 35°C. Takets strålningsbidrag till den riktade operativa temperaturen är större än den från golv. Lokala komfortproblem kan emellertid uppstå i vissa lägen, t ex under bord, men torde vara mer besvärande i kontor än i bostäder.

Det är givetvis fullt möjligt att värma tak genom cirkulerande värmevatten i plaströr, men tekniken ligger fortfarande i ett alltför tidigt utvecklingsstadium för att kunna övervägas annat än som eventuellt experiment i någon enstaka byggnad inom ett försöksområde, där annan mer beprövad teknik används som generell lösning.

#### Övergång till luftburen värmedistribution

Beroende på befintligt ventilationssystem och teknisk "framkomlighet" för nya kanaldragningar kan ett antal systemlösningar övervägas i kombination med olika lösningar för kallrasskydd vid fönster.

Deplacerande inblåsningsdon (typ Floor-Master) vid golv i de enskilda bostadsrummens bakkant förefaller vara en praktiskt idealisk lösning för nyinstallation i befintliga småhus med källare eller kryppgrund.

Även från komfortsynpunkt förefaller systemet intressant men särskilt i små sovrum kan konflikter med möblerbarhet uppstå.

Bakkantinblåsning vid tak med utnyttjande av den så kallade Coanda-effekten förefaller också praktiskt väl genomförbar i befintliga hus. En viktig förutsättning är att berörda takytor är jämna och släta. Gipsskivor och bredspacklade betongytor fungerar, medan tegelpanel stör den inblåsta luftens laminära adhesion till taket så att den önskade "kastlängden" reduceras. Däremot påverkas inte möblerbarhet och övriga boendefunktioner som i det deplacerade systemets fall.

Framkantinblåsning vid golv/under fönster kan ge god komfort och torde vara väl möjlig i byggnader med källare eller kryppgrund. Systemet, som löser kallrass- och operativtemperaturproblemen, kan övervägas i såväl 1, 1/2- som 2-planshus, och är intressant där framkomlighetsproblemen kan lösas.



Framkantinblåsning vid tak förutsätter kompletterande komfortskydd av fönster men är praktiskt genomförbart i de flesta byggnader. Kanalisation kan ske antingen genom inklädda kanaler i vinkeln mellan vägg och tak eller på vind. Det senare torde vara särskilt lämpligt i 1 1/2-plansbyggnader, särskilt om tilläggsisolering av hanbjälklag och takfotsvind samtidigt övervägs.

#### Future Energy - teknik

En speciell form av luftburen värmeavgivning erbjuder det s k Future Energy-systemet som är under utveckling. Värmen distribueras vattenburen i husen medan värmeavgivningen sker via luft i speciellt utformade fönster- eller ytterväggselement.

Den vattenburna värmen växlas i varje värmeavgivningselement över till en luftström som leds fram på elementets insida med en temperatur något över rummets och leds tillbaka på elementets utsida under successiv avkylning mot ytterluften.

Systemet kräver en framledningstemperatur på maximalt ca 25°C och ger en returtemperatur som sjunker med sjunkande yttertemperatur och anges till + 7° vid dimensionerande yttertemperatur. De låga systemtemperaturerna kan i olika applikationer ge mycket intressanta möjligheter. Genom att fönster och ytterväggar har en hög temperatur mot insidan uppnås också en hög värmebeholdning. Systemet kan även ge möjlighet till komfortkyllning.

Systemet är för befintlig bebyggelse sannolikt ekonomiskt möjligt endast i samband med genomgripande förnyelse som företas även av andra skäl än energiskäl. Den bebyggelse som detta projekt i första hand beaktar, småhus från omkring 1965-75 har normalt ej uppnått sådan ålder att en genomgripande förnyelse är aktuell. Future Energy-systemet är ej heller ännu så utprovat att dess kommersiella kostnad säkert kan bedömas.

#### **2.2.3 Förslag till utformning av husinstallationerna**

Den systemlösning som i denna studie bedömts som mest generellt användbar och även ekonomiskt möjlig är luftburen värmeavgivning med bakkantsinblåsning vid tak i kombination med bibehållna men kraftigt effektreducerade elradiatorer för eventuellt kallrasskydd under årets kallaste dagar.

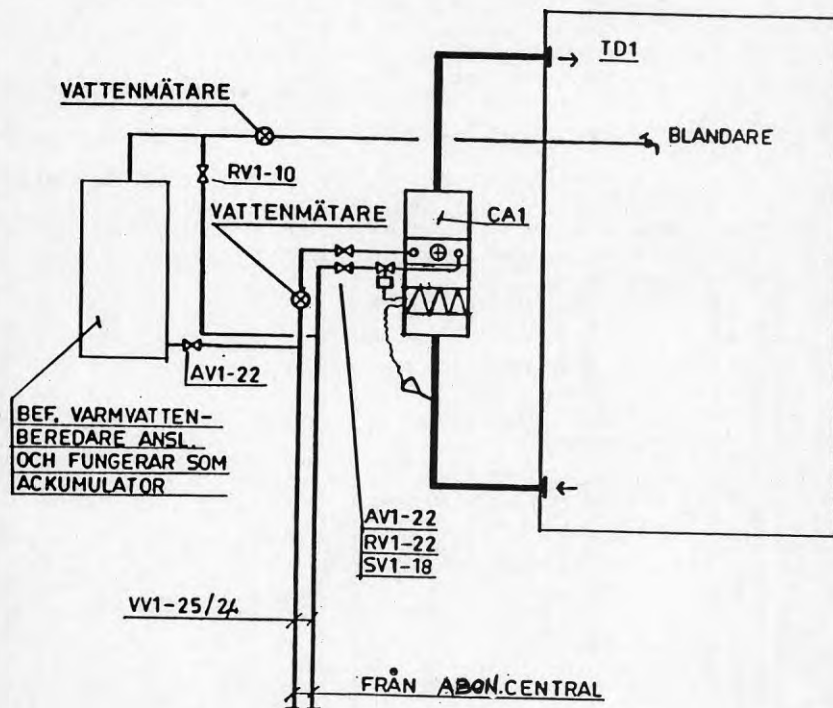
Det ca 55-gradiga vatten som via plaströrskulvertar från abonnentcentralen kommer till varje hus leds dels till ett i huset centralt placerat värmebatteri för uppvärmning av rumsluften och dels via det tidi-

gare kallvattenintaget till den befintliga eluppvärmda tappvarmvattenberedaren. Elpatronen i varmvattenberedaren kan användas för eftervärmning av varmvatten sommartid om fjärrvärmens returledning ej ger erforderlig temperatur. Ett principschema för husinstallationerna visas i Figur 2.3.

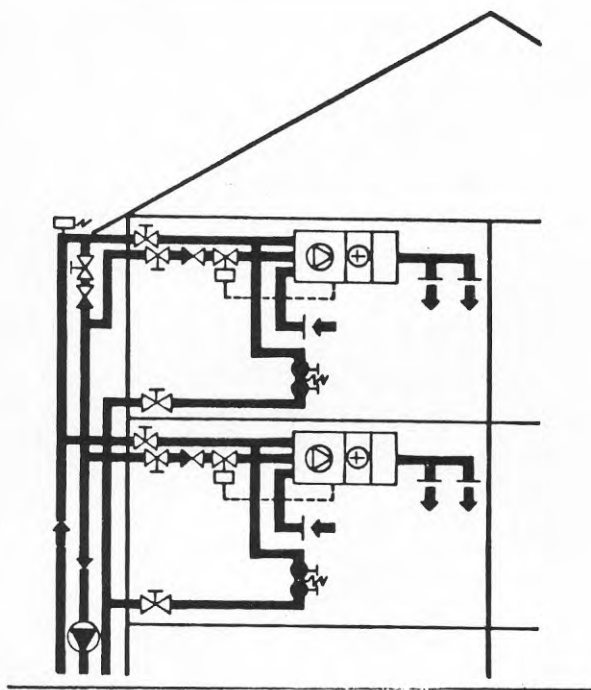
Från värmebatteriet leds uppvärmd rumsluft via luftkanaler till varje rum. Systemet innebär endast cirkulation av inomhusluften och påverkar i princip ej husens ventilationssystem. Ett principschema för husuppvärmningen visas i Figur 2.4.

Systemet medför ökad värmekomfort i husen genom bättre omblandning av luften, medger individuell reglering av temperaturen i olika rum och ger möjligheter att förbättra luftkvaliteten med hjälp av olika filter. Genom att t ex installera ett elektrofilter blir luften praktiskt taget dammfri vilket kan vara en stor fördel för personer som lider av allergi.

Systemet ställer vissa krav på husens täthet för att ej riskera drag och att energiförbrukningen ökar. Förhållandena i detta avseende skall kontrolleras innan installation av det föreslagna systemet slutligt övervägs.



Figur 2.3 Principschema husinstallationer



Figur 2.4 Principschema husuppvärmning

### 3. PRAKTIKFALL SJUKYRKÖBERGET I UPPLANDS VÄSBY

#### 3.1 Förutsättningar

I Upplands Väsby började fjärrvärmeutbyggnaden 1970 och har nu nått en utbyggnad som är större än den ursprungligen planerade. Befintlig produktionskapacitet medger viss ytterligare uppbyggnad. Under 1960- och 1970-talet expanderade bebyggelsen kraftigt med både flerbostadshus och småhus. Flerbostadshusen byggdes i huvudsak väster om E4:an och blev därmed fjärrvärmeanslutna. Småhusen byggdes i tätbebyggda grupper öster om E4:an och blev i de flesta fall utförda med direktelvärm.

Det småhusområde som studerats för konvertering till fjärrvärme är beläget på Sjukyrköberget och består av ca 250 st 2-plans souterräng radhus byggda omkring 1970, se Figur 3.1, med ett årligt energibehov för uppvärmning och varmvatten på ca 18.000 kWh vardera. Det delområde på 70 hus som studerats för ett tänkt demonstrationsprojekt är beläget i områdets nordvästra del och en abonnentcentral för delområdet kan på sikt anslutas till det konventionella fjärrvärmenätet via en ca 500 m lång servis. (Stora delar av resten av området kräver betydligt kortare serviser).

Genom att ansluta abonnentcentralen till det konventionella fjärrvärmenätets returledning krävs ingen ökad kapacitet på distributionsnätet och fjärrvärmen bör kunna köpas utan att bli belastad med kostnaden för distributionsnätet.

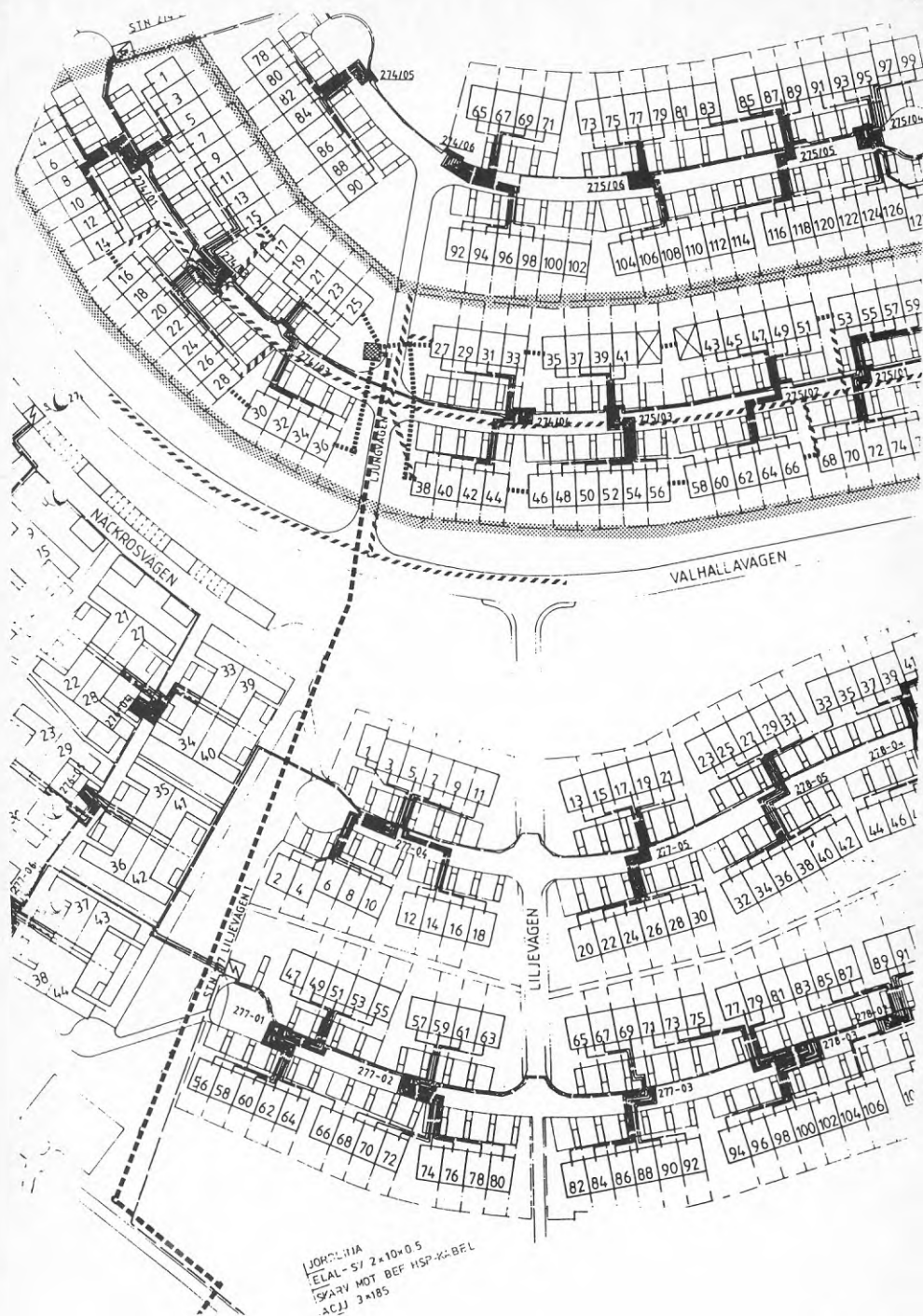
#### 3.2 Anläggningsutformning

Från abonnentcentralen som förläggs centralt i förhållande till de anslutna husen dras markförlagda ledningar till varje huslänga, se Figur 3.1. Inom längorna dras ledningarna i husens källarvåningar. Principlösning för ledningsdragningar och husinstallationer visas i Figur 3.2. Praktiskt taget husets hela uppvärmningsbehov bör kunna klaras med den föreslagna installationen men som reserv och kallrasskydd bibehålls befintliga elradiatorer dock effektreducerade till 25 % av ursprunglig effekt.

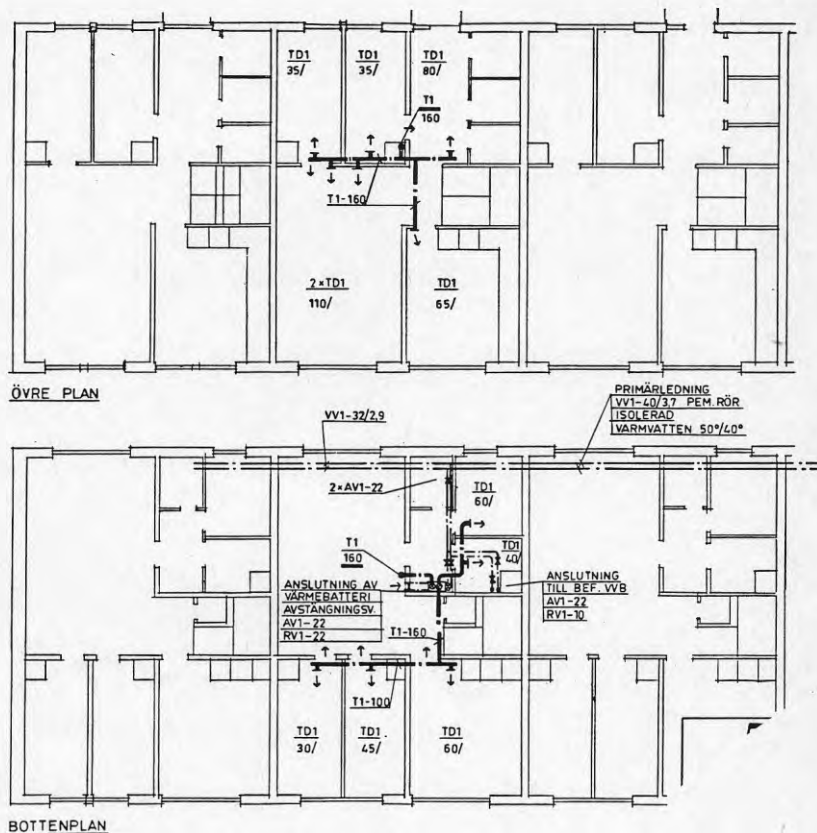
#### 3.3 Anläggningskostnader

Anläggningskostnaderna har bedömts utifrån en relativt noggrann genomgång av de praktiska förutsättningarna med hänsyn till markförhållanden och husutformning. En kostnadssammanställning redovisas i Tabell 3.1.





Figur 3.1 Översiktsplan Sjukyrkobergget



Figur 3.2 Principlösning för ledningsdragningar och installation i hus.

---

 Tabell 3.1 Anläggningskostnader Sjukyrkoberget, kkr
 

---

Primärkulvertar

Inkoppling befintlig ledning	50	
Ny DN80 kulvert till ny abonnentcentral		
350 m à 1.000 kr/m	<u>350</u>	
	400	400

Abonnentcentral

Byggnad, 10 m <sup>2</sup> , inkl va-anslutning	40	
VVS, styr, el	<u>210</u>	
	250	250

Distributionsledning

DN50 220 m à 700 kr/m	160	160
Totalt för lokalt distributionssystem		<u>810</u>

---

D:o, kostnad per hus	12	
VVS, el och bygg i hus, per hus	44	
Projektering och bygghuskostnader, per hus	6	
Totalt per hus (kkr)	<u>62</u>	

---

## 4. PRAKTIKFALL KROKHÖJDEN I NACKA

### 4.1 Förutsättningar

Inom Nacka kommun finns ingen fjärrvärme. Flerbo-stadshusen försörjs i stället ofta med värme från blockcentraler med pannor eldade med tjock eldningsolja. I några fall finns eller planeras, dessutom uteluftvärmepumpar. Om naturgas kommer till regionen kan denna bli ett alternativt bränsle i blockcentralerna, som även kan medge en ekonomisk och miljövänlig lokal elproduktion i små kraftvärmeverk.

Det småhusområde som studerats för konvertering till gemensam uppvärmning är Krokhöjden i Saltsjö-Boo. Området består av ca 300 st enplans kedjehus, se Figur 4.1 med platta på mark byggda åren 1969-72 med ett årligt energibehov för uppvärmning och varmvatten på ca 20.000 kWh vardera. Det delområde på 59 hus som studerats för ett tänkt demonstrationsprojekt är beläget i områdets centrala del. En abonnentcentral för delområdet kan anslutas till det konventionella värmekulvertnät, som försörjs från den befintliga oljeeldade blockcentralen i Orminge, via en ca 200 m lång servis. Ormingecentralen som ägs och drivs av Familjebostäder i Stockholm, har i dagsläget tillräcklig kapacitet och kan inom en tioårsperiod tänkas bli konverterad till ett småskaligt kraftvärmeverk varvid det är intressant att öka värmeunderlaget, t ex genom anslutning av närliggande småhusbebyggelse.

### 4.2 Anläggningsutformning

Från abonnentcentralen, som förläggs i områdets södra del, dras utvändiga ledningar till varje hus, se Figur 4.1. Servisledningen i husen dras genom ytterväggen (ej genom bottenplattan). Principlösning för husinstallationerna visas i Figur 4.2.

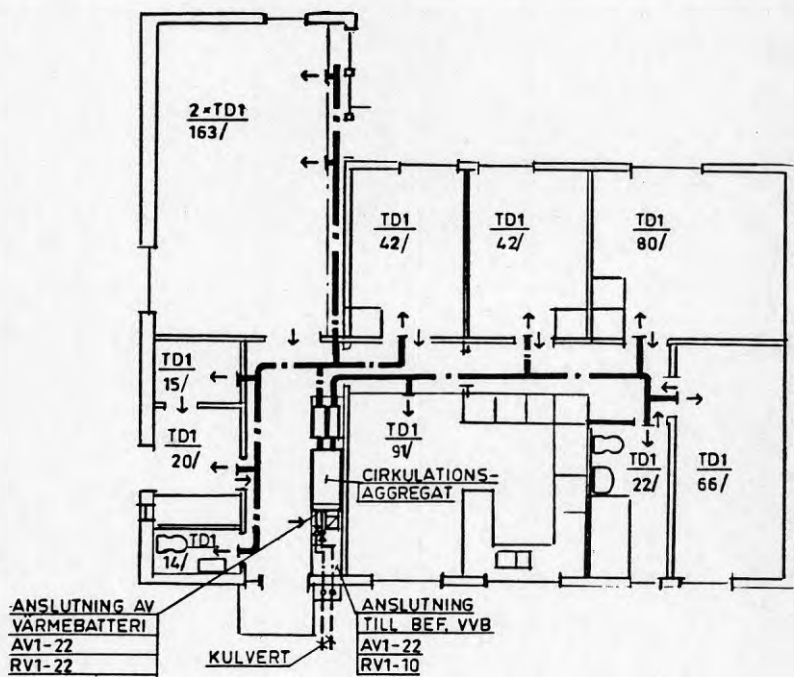
Liksom i föregående fall bör i princip hela energibehovet kunna klaras med den föreslagna installationen. Även här bibehålls de befintliga elradiatorerna, men effektreducerade.

### 4.3 Anläggningskostnaden

Anläggningskostnaderna har på samma sätt som i föregående fall beräknats enligt Tabell 4.1.







Figur 4.2 Principlösning för husinstallationer

---

 Tabell 4.1 Anläggningskostnader Krokhöjden, kkr
 

---

Primärkulvertar

Inkoppling befintlig ledning, DN80	20	
Ny DN80 kulvert till ny abonnentcentral 200 m à 1.000 kr/m	<u>200</u>	
	220	220

<u>Abonnentcentral</u>	250	250
------------------------	-----	-----

Distributionsledningar

59 servicer à 10 m DN25 à 500 kr/m	295	
DN40, 170 m à 600 kr/m	100	
DN63, 660 m à 800 kr/m	<u>530</u>	
	925	925

Totalt för lokalt distributionssystem		1395
---------------------------------------	--	------

---

D:o kostnad per hus	23	
VVS, el och bygg i hus, per hus	44	
Projektering och bygghuskostnader, per hus	<u>8</u>	

Totalt, per hus (kkr)	75	
-----------------------	----	--

---

## 5. LÖNSAMHETSBEDÖMNING

I dagens läge, med nuvarande energipriser, är konvertering från direktel till annan uppvärmningsform ej lönsam ur någon synvinkel. Det är ej heller sannolikt att konvertering, ur fastighetsägarens synpunkt, blir lönsam ens på sikt om kostnaden för el även fortsättningsvis tas ut som idag, d v s som en medelkostnad för all elproduktion.

Däremot är det sannolikt att konvertering blir lönsam ur samhällsekonomisk synpunkt vid den tidpunkt då ny kapacitet för basproduktion av el behöver byggas i landet, inte minst som ersättning för den avvecklade kärnkraften. I detta läge bör elen för husuppvärmning kunna värderas gentemot långsiktig marginalkostnad för produktion och överföring av el, d v s gentemot kapital-, drift- och bränslekostnader för nya elproduktionsanläggningar främst i form av kolkondensverk.

Med denna förutsättning kan lönsamheten bedömas enligt följande för konvertering av direktelvärmda småhus till fjärrvärme genom inkoppling på returledningen i ett nät, som försörjs från ett kraftvärmeverk.

Genom en investering på 75.000 kr, ersätts 20.000 kWh/år el. Kapitalkostnaden för denna investering vid 4 % realränta och 20 års amortering är 5.550 kr/år.

Kostnaden för 20.000 kWh el huvudsaken producerad med kolkondens kan uppskattas enligt följande

Kapital- och driftkostnader för produktion och överföring (ej lågspänningsdistr som redan finns)	ca	15 öre/kWh
Bränslekostnad vid kolpris 6 öre/kWh		15 "
(Do vid kolpris 10 öre/kWh)		(25) "
Skatt (Dagens elskatt)		7 "
<b>Totalt</b>		<b>37(47) "</b>

Den totala kostnaden för 20.000 kWh el uppgår vid dessa priser till 7.400-9.400 kr. Vid anslutning till fjärrvärmens returledning bör värme istället kunna köpas till en kostnad som motsvarar produktionskostnaden för värme i kraftvärmeverk efter kreditering för elförsäljning, d v s storleksordningen 10-15 öre/kWh eller 2.000-3.000 kr/år. Någon kostnad för distribution skulle ej behöva tas ut eftersom en anslutning på returledningen ej tar någon kapacitet i anspråk.

Enligt ovanstående kalkyl bör konverteringen således kunna bli samhällsekonomiskt lönsam när landet behöver ny kapacitet för basproduktion av el. För att konverteringen ska kunna genomföras krävs dock ekonomiska styrmedel genom skatter, bidrag och specialavtal för fjärrvärmeleveranser eftersom taxemässiga

skillnader mellan lågspänningselekt och fjärrvärme ej blir så stor att den ur privatekonomisk synpunkt direkt motiverar en övergång från el till fjärrvärme.

En viktig aspekt vid utformningen av styrmedel som också bör beaktas är den dåliga bränsleeffektiviteten vid uppvärmning med kondensel jämfört med kraftvärme. I dagens läge gäller närmast motsatsen genom att den spillvärme som ej tas tillvara i en kondensanläggning ej beskattas medan den nyttiggjorda värmen i en kraftvärmeanläggning däremot beskattas.

En likställdhet ur beskattningssynpunkt motiverar därför i lönsamhetsbedömningen ovan att kolkondenselen belastas med kolskatt för hela bränsleförbrukningen, vilket skulle motsvara 12-13 öre/kWh el. Den samhällsekonomiska nyttan av en effektiv användning av importbränslen borde även kunna motivera ytterligare premieringar till kraftvärmens förmån. Lönsamhetsmarginalen för den studerade tekniken skulle härigenom öka väsentligt.

## 6. POTENTIAL FÖR TEKNIKEN I STOCKHOLMS LÄN

### 6.1 Bedömning för Upplands Väsby

Upplands Väsby har ett konventionellt fjärrvärmenät som på sikt troligen kommer att kunna nå huvuddelen av tätortsbebyggelsen. Som utgångspunkt för bedömningen av den totala potentialen i länet för den här studerade tekniken har som exempel studerats hur stor andel av den totala småhusbebyggelsen i Upplands Väsby som på ett rimligt sätt kan nås med lågtemperatur-fjärrvärme

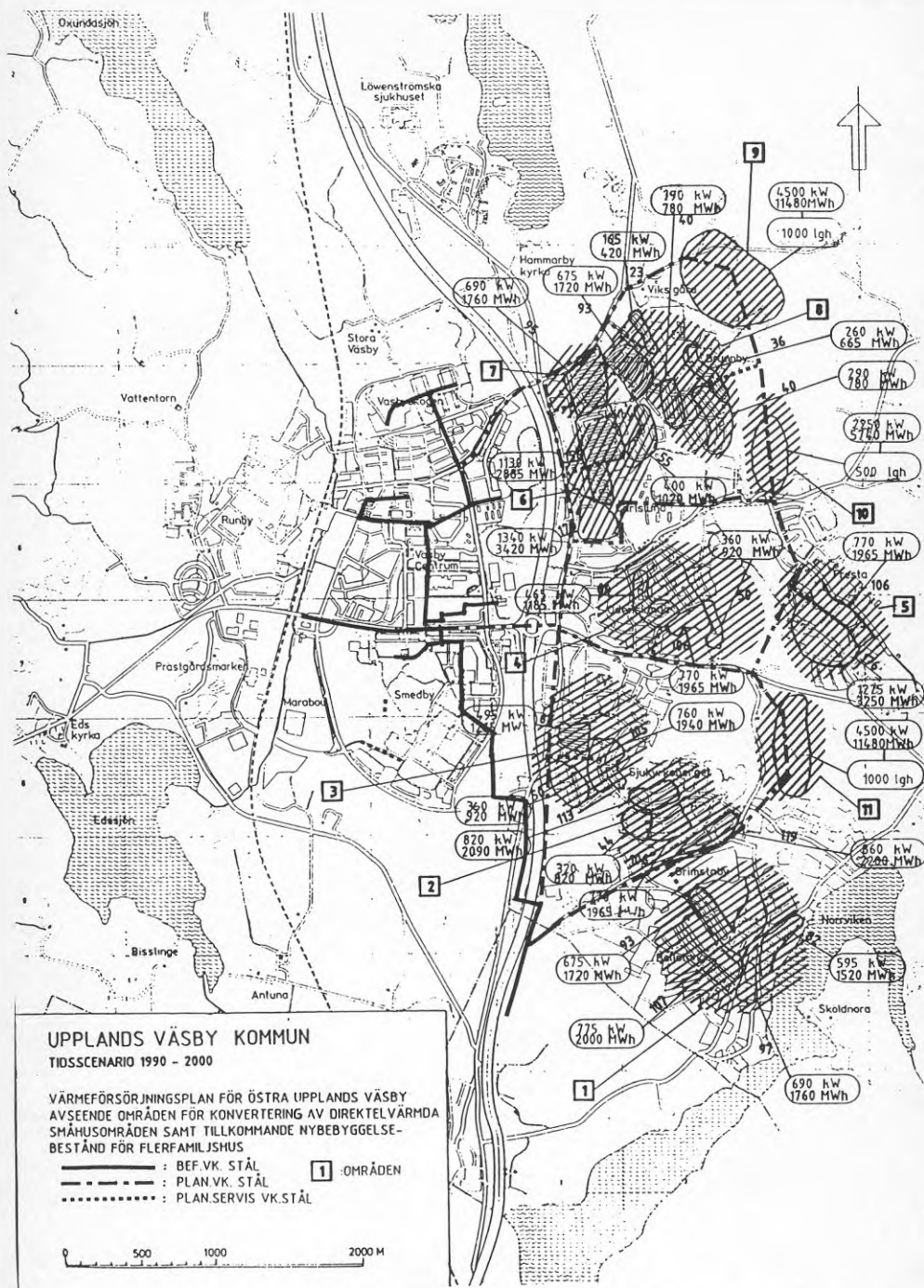
En genomgång av småhusbebyggelsen i Upplands Väsby har visat att det finns ca 2.000 hus med direktverkande eluppvärmning av en sådan karaktär och i ett sådant läge i förhållande till befintliga eller planerade fjärrvärmekulvertar att en konvertering till fjärrvärme på sikt bör vara möjlig. Det totala uppvärmningsbehovet i dessa hus uppgår till ca 40 GWh/år och det maximala effektbehovet till ca 16 MW. Husen är fördelade på åtta delområden med lägen enligt Figur 6.1.

Det totala uppvärmningsbehovet i de ca 2.600 direktelvärmade småhusen i Upplands Väsby med ett värmebehov per hus på minst 15.000 kWh/år uppgår enligt STOSEBs databas för energiplanering till ca 56 GWh/år varav ca 43 GWh/år används i hus med ett värmebehov större än 20.000 kWh/år.

I Upplands Väsby bör det enligt denna undersökning således vara möjligt att på sikt göra en samhällsekonomiskt lönsam konvertering från direktelvärme till fjärrvärme i ca 75 % av det aktuella husbeståndet och härigenom möjliggöra en total "elvinst" för landets elproduktionskapacitet på ca 65 GWh/år, dels genom minskad elkonsumtion och dels genom tillskapande av fjärrvärmeunderlag för kraftvärmeproduktion.

### 6.2 Bedömning för länet som helhet

Enligt STOSEBs databas för energiplanering är energibehovet för uppvärmning och varmvatten i direktelvärmade småhus i länets tätorter med ett energibehov på minst 15.000 kWh/år totalt ca 1 TWh/år. Av denna energimängd används ca 2/3 i hus med ett energibehov större än 20.000 kWh/år. Fördelningen mellan kommunerna i länet framgår av Tabell 6.1.



Figur 6.1 Småhusområden i Upplands Väsby som kan lämpa sig för fjärrvärmekonvertering.



Tabell 6.1  
Energibehov i direktelvärmda småhus i tätort, GWh/år

Kommun	Behov 15-20 MWh/år	>20 MWh/år	Totalt
Botkyrka/Salem	8	31	39
Danderyd	6	20	26
Ekerö	8	17	25
Haninge	23	33	56
Huddinge	22	36	58
Järfälla	29	51	80
Lidingö	10	21	31
Nacka	16	40	56
Norrtälje	11	18	29
Nynäshamn	6	16	22
Sigtuna	5	24	29
Sollentuna	17	27	44
Solna	0	1	1
Stockholm	48	87	135
Sundbyberg	0	2	2
Södertälje	14	37	51
Tyresö	18	27	45
Täby	37	44	81
Upplands Bro	9	15	24
Upplands Väsby	13	43	56
Vallentuna	7	19	26
Vaxholm/Österåker	25	42	67
Värmdö	6	12	18
<b>Totalt</b>	<b>338</b>	<b>663</b>	<b>1.001</b>

Om det på samma sätt som för Upplands Väsby antages att 75 % av den aktuella småhusbebyggelsen kan anslutas till fjärrvärmesystem, som utnyttjas för kraftvärmeproduktion, så innebär detta en "elvinst" för länet på ca 1,2 TWh/år genom minskad elanvändning för uppvärmning och ökat underlag för kraftvärmeproduktion. Denna elmängd motsvarar ca 7 % av länets totala elanvändning.

## 7. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Den genomförda förprojekteringen visar att det bör vara möjligt att på ett samhällsekonomiskt lönsamt sätt konvertera direktelvärmade grupphusområden till lågtemperaturfjärrvärme i ett läge när landets elproduktionskapacitet behöver byggas ut.

Lönsamheten ligger i den kombinerade vinsten av minskat elbehov för uppvärmning och ökat underlag för kraftvärmeproduktion i fjärrvärmesystem.

Den kartläggning som gjorts i Upplands Väsby visar att det bör vara möjligt att där konvertera ca 75 % av det direktelvärmade småhusbeståndet till fjärrvärme och härigenom uppnå en total elvinst på 65 GWh/år. En uppräknig till småhusbeståndet tätorterna i hela Stockholms län ger en motsvarande elvinst på ca 1,2 TWh/år, motsvarande ca 7 % av länets totala elbehov.

Med hänsyn till den betydande elhushållningspotential som ligger i den studerade tekniken är det önskvärt att den utprovas i praktiken. Förutsättningarna för lönsamhet ligger visserligen ett antal år framåt i tiden men för att hinna bygga upp den praktiska erfarenhet som krävs för att kunna införa tekniken den dag den är ekonomiskt intressant, krävs det försöksverksamhet redan idag. Med hänsyn härtill är det önskvärt att under år 1988 få genomfört en fullständig projektering med en genomgång av de tekniska, organisatoriska, ekonomiska och juridiska problem som är förknippade med tekniken, med sikte på en experimentbyggnation i full skala under år 1989.

Det är slutligen viktigt att observera att, för att tekniken ska få full genomslagskraft är det nödvändigt att den är kommersiellt etablerad innan behovet av ny elproduktionskapacitet blir akut.

