



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

R13:1983

Alternativa värmepumpsystem för stadsdelen Kyrkbyn i Göteborg

Förprojektering

Jarl Ljungqvist

K
1983

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	Plac Ser

Byggforskningsrådet

R13:1983

ALTERNATIVA VÄRMEPUMPSYSTEM FÖR
STADSDELEN KYRKBYN I GÖTEBORG

Förprojektering

Jarl Ljungqvist

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 810313-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Totalinstallation
AB, Göteborg.

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

R13:1983

ISBN 91-540-3874-X
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING		5
1	INLEDNING	9
2	BESKRIVNING AV OBJEKTET	11
2.1	Allmänt	11
2.2	Bostads- och affärsfastigheterna	11
2.3	Panncentral	18
2.4	Undercentral	18
3	UTREDNINGSLTERNATIV	21
3.1	Allmänt	21
3.2	Utförande 1 - Central värmepumpsanläggning i anslutning till panncentralen med uteluft som värmekälla	22
3.3	Utförande 2 - Decentraliserade värmepumpar - en värmepumpsanläggning per undercentral med uteluft och i förekommande fall frånluft som värmekälla	23
3.4	Utförande 3 - Lokalt placerade värmepumpar endast i hus med mekanisk frånluft (4 punkt-hus + vissa centrumbyggnader)	24
3.5	Utförande 4 - Kombination av lösningarna 1 och 3 dvs en central luft/vattenvärmepump och lokala frånluftsvärmepumpar i vissa hus	25
3.6	Utförande 5 - Kombination av lösningarna 1 och 2 dvs en central anläggning och lågtemperaturdistribution till lokala vatten/vattenvärmepumpar i undercentralerna. Lösningen innebär ett kaskadkopplat 2-stegsutförande	26
3.7	Utförande 6 - Central värmepumpsanläggning i panncentralen, framledningstemperaturen anpassad till radiatorsystemens behov och lokala värmepumpar i undercentralerna för värmning av tappvarmvatten	27
3.8	Utförande 7 - Central luft/vattenvärmepump och lager för värmebehovet under ca +4°C utetemperatur	28
3.9	Sammanfattning och slutsats samt varaktighetsdiagram	30
4	EFFEKTBEHOV OCH REVIDERAD BERÄKNING	35
4.1	Maximalt effektbehov	35
4.2	Distributionsförluster	35
4.3	Reviderad energiberäkning	36
5	FÖRPROJEKTERING	39
5.1	Allmänt	39
5.2	Ritningar	39
6	KOSTNADER	45
6.1	Anläggningskostnader	45
6.2	Lönsamhetsbedömning	46

SAMMANFATTNING

Avsikten med detta projekt har varit att belysa de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för att med hjälp av el-drivna värmepumpar minska oljeförbrukningen i ett typiskt svenskt flerbostadshusområde värmeförsörjt från en gemensam oljeeldad panncentral.

Som objekt har valts ett bostadsområde i stadsdelen Kyrkbyn på Hisingen i Göteborg som förvaltas av Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag. Området är byggt åren 1951-1957 och omfattar i huvudsak

- stadsdelscentrum med butiker och kontor, ca 8.200 m² ly med F-system
- 4 st punkthus om vardera 30 lägenheter och totalt ca 6000 m² ly med F-system
- 13 st 3-våningshus med tillsammans 566 lägenheter och totalt ca 26.700 m² med S-system
- barnstuga
- fd tvättinrättning (planerad vårdcentral).

Området försörjs från en panncentral med en installerad panneffekt på 3,5 + 3,5 + 1,2 MW och en total anslutnings-effekt på ca 4,5 MW. Oljeförbrukningen är ca 1.200 m³ WRD/år dvs ca 28 l/m² ly år för åren 1980 och 1981. Normala energibesparingsåtgärder har vidtagits i området.

I ett av punkthusen i området, Äringsgatan 4, finns sedan hösten 1980 installerad en frånluftsvärmepump för tappvarmvatten, som är en av de av BFR finansierade experimentanläggningarna för detta ändamål.

Det här redovisade projektet omfattar

- inventering, bearbetning och sammanställning av tekniska förutsättningar
- preliminär teknisk-ekonomisk bedömning av sju olika utförandealternativ
- förprojektering, kalkyl och lönsamhetsbedömning för det förmånligaste utförandealternativet.

Följande utförandealternativ har skisserats och bedömts:

1. Central värmepumpsanläggning i anslutning till panncentralen med uteluft som värmekälla.
2. Decentraliserade värmepumpar - en värmepumpsanläggning per undercentral med uteluft och i förekommande fall frånluft som värmekälla.
3. Lokalt placerade värmepumpar endast i hus med mekanisk frånluft (4 punkthus + vissa centrumbyggnader).
4. Kombination av lösningarna 1 och 3 dvs en central luft/vattenvärmepump och lokala frånluftsvärmepumpar i vissa hus.

5. Kombination av lösningarna 1 och 2 dvs en central anläggning och lågtemperaturdistribution till lokala vatten/vattenvärmepumpar i undercentralerna. Lösningen innebär ett kaskadkopplat 2-stegsutförande.
6. Central värmepumpsanläggning i panncentralen, framledningstemperaturen anpassad till radiatorsystemens behov och lokala värmepumpar i undercentralerna för värmning av tappvarmvatten.
7. Central luft/vattenvärmepump och lager för värmebehovet under ca +4°C utetemperatur.

Inventeringen av de tekniska förutsättningarna gav sammanfattningsvis följande resultat:

- radiatorsystemen kan betecknas som lågtemperatursystem eftersom det bl.a. genom mätningar vid låg utetemperatur konstaterats att högst ca 55°C krävs som sekundär framledningstemperatur
- radiatorsystemen är direktkopplade till primärnätet dvs genom shuntning
- huvuddelen av bostäderna (ca 65% av lägenhetsytan) är försedd med självdragsventilation, s k S-system
- förutsättningarna är goda för inbyggnad av utrustning mm i panncentralen och undercentralerna
- en central värmepumpsanläggning och decentraliserade värmepumpar kräver nya elmatningar
- lokala tappvattenvärmepumpar kan försörjas från befintligt elnät inom området.

Utförandet enligt alternativ 6 ovan har ansetts vara för-
månligast och har därför lagts till grund för förprojektering
och kalkyl.

För det valda alternativet, dvs med en central luft/vatten-
värmepump i panncentralen, med framledningstemperaturen an-
passad till radiatorsystemens behov och lokala värmepumpar i
undercentralerna för värmning av tappvarmvatten gäller
sammanfattningsvis följande resultat:

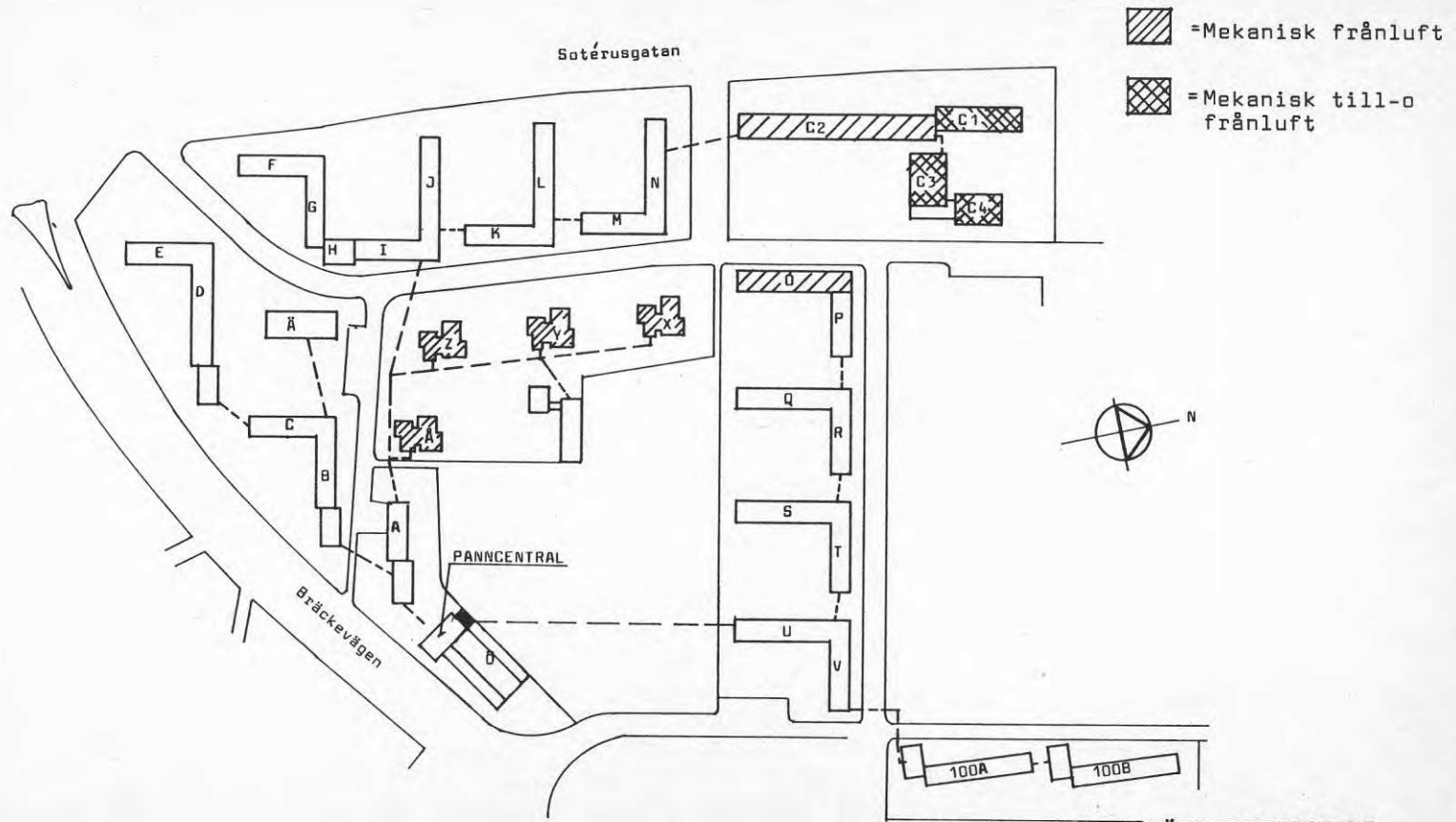
- oljeförbrukningen per normalår minskar med ca 75% eller 830 m³/år och elenergiförbrukningen för värmepumparna blir ca 1850 MWh/år
- totala årsvärmefaktorn för värmepumpsanläggningen har beräknats till ca 3,1
- den sänkta distributionsnättemperaturen ger väsentliga fördelar i form av minskade nätförluster och bättre driftsförhållanden för den centrala värmepumpen
- driftkostnadsminskningen blir ca 900 kkr/år eller ca 850 kkr/år om skötsel och underhåll antas kosta ca 50 kkr/år
- totala investeringsbehovet inkl. konsultkostnader men exkl. mervärdeskatt har kalkylerats till 6,0 MKr

- pay-off-tiden blir ca 7 år om hänsyn också tas till ökade underhållskostnader
- investeringen är totalt ca 7200 kr per m³/år minskad oljeförbrukning.

1 INLEDNING

Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag äger och förvaltar ett bostadsområde i stadsdelen Kyrkbyn på Hisingen i Göteborg. Området omfattar centrumbebyggelse och totalt 686 bostadslägenheter med en lägenhetsyta av ca 32700 m² ly. Värme-försörjningen sker från en oljeeldad panncentral som f n förbrukar ca 1100 m³ olja (WRD) per normalår. Hela området är byggt under åren 1951-1957 och kan betecknas som ett typiskt svenskt flerbostadshusområde från denna tidsperiod.

Det nedan beskrivna projektet har genomförts med avsikt att belysa de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för att med hjälp av eldrivna värmepumpar minska oljeförbrukningen. Projektet omfattar inventering, bearbetning och sammanställning av i sammanhanget relevanta tekniska data, förprojektering och investeringskalkyl samt driftskostnadsberäkning och lönsamhetsbedömning.



VÄRMEPUMPPROJEKT
KYRKBYN

2 BESKRIVNING AV OBJEKTET

2.1 Allmänt

En inventering av samtliga fastigheter med tillhörande utrymmen såsom vindar, källare, undercentraler, fläktrum mm har utförts. För att åskådliggöra de olika byggnadernas data mm har en kortfattad beskrivning av dessa medtagits. Byggnadernas läge mm framgår av bifogad situationsplan.

2.2 Bostads- och affärsfastigheterna

Stadsdelen Kyrkbyn på Hisingen i Göteborg är ett bostadsområde byggt åren 1951-1957 och omfattar

- stadsdelscentrum med butiker och kontor, ca 8.200 m² med F-system
- bostadsfastigheter med 686 lägenheter fördelade enligt nedan
- 4 st punkthus om vardera 30 lägenheter och totalt ca 6.000 m² ly med F-system
- 13 st 3-våningshus med tillsammans 566 lägenheter och totalt ca 26.700 m² ly med S-system
- 1 st 1-plans barndaghem ca 400 m² ly med F-system
- 1 st fd tvättinrättning.

Den fastighet som har inrymt tvättinrättningen står idag till största delen outnyttjad och skall ev byggas om till vårdcentral. Fastigheten har ej medtagits i denna studie.

I ett av punkthusen i området, Äringsgatan 4, finns installerad en frånluftsvärmepump för tappvarmvatten, som är en av de fem av BFR finansierade experimentanläggningarna. Denna har varit i kontinuerlig drift sedan oktober 1980.

I varje byggnad finns en tvättstuga försedd med tvättmaskin typ Wascator Wascomat 73. Torkning sker med torktumlare.

Nedan redovisas resultatet från inventering av byggnaderna.

Hus A

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	3 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	20 st
Butiker etc	Bilskola belägen i bottenplan
Ventilationssystem	Självdrag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Producers via plattvärmeväxlare och 3-vägs blandningsventil

Hus B, C

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	45 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdrag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral. Ackumulator
Tappvarmvatten	Producers via varmvattenberedare och fast blandningsventil.

Hus D, E

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	7 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	48 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdrag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Producers via varmvattenberedare och fast blandningsventil.

Hus F, G

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	5 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	33 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdtag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmväxlare och 3-vägs blandningsventil

Hus K, L

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	39 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdtag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via varmvattenberedare och fast blandningsventil

Hus M, N

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	39 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdtag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmväxlare och fast blandningsventil

Hus O, P

Typ av byggnad	Bostadshus med butiker i botten- våning
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	40 st
Butiker etc	Barnavårdscentral, apotek, blommor frukt mm
Ventilationssystem	Självdreg + frånluftsfläkt på tak för butiker
Vindsutrymme	Åtkomlig vind
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmväxlare och 3-vägs blandningsventil

Hus Q, R

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	39 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdreg. Antal huvar 13 st
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmväxlare och 3-vägs blandningsventil

Hus S, T

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	39 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdreg. Antal huvar 13 st
Vindsutrymme	Vindsutrymmet åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmväxlare och 3-vägs blandningsventil

Hus U, V

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	6 st
Antal våningar	3 st
Antal lägenheter	39 st
Butiker etc	Damfrisering (liten) i källare
Ventilationssystem	Självdrag. Antal huvar 13 st
Vindsutrymme	Vindsutrymme åtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmeväxlare och fast blandningsventil

Hus X, Y, Z, Å

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	1 st/fastighet
Antal våningar	7 st/fastighet
Antal lägenheter	30 st/fastighet = 130 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Mekanisk frånluft, frånluftsfläkt i frånluftskammare
Vindsutrymme	Vind lätt åtkomlig och utgör fastigheternas lägenhetsförråd
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via varmvattenberedare med fast blandningsventil i hus X och Y. Hus Z och Å är försedda med värmeväxlare och fast blandningsventil samt i hus Å finns även en tappvarmvattenvärmepump installerad

Hus 100 A och B

Typ av byggnad	Bostadshus
Antal trappuppgångar	8 st
Antal våningar	4 st
Antal lägenheter	64 st
Butiker etc	---
Ventilationssystem	Självdrag
Vindsutrymme	Vindsutrymmet svåråtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via plattvärmeväxlare och 3-vägs blandningsventil

Hus C1

Typ av byggnad	Kontors- och industrifastighet
Antal trappuppgångar	1 st
Antal våningar	2 st
Antal lägenheter	---
Butiker etc	Bageri, tryckeri, bilservice och kontor
Ventilationssystem	Mekanisk frånluft. Centralt fläktrum med lite plats
Vindsutrymme	Vindsutrymmet svåråtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via varmvattenberedare i hus C2

Hus C2

Typ av byggnad	Bostadshus med butiker i bottenvåning
Antal trappuppgångar	3 st
Antal våningar	3 st varav bottenvåningen är butiksplan
Antal lägenheter	43 st
Butiker etc	Livsmedel, post, kontor och konditori
Ventilationssystem	Självdrag i bostadsdelen. Mekanisk frånluft i butiksdel samt dessutom viss mekanisk tilluft i denna del
Vindsutrymme	Vindsutrymmet svåråtkomligt
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral
Tappvarmvatten	Produceras via varmvattenberedare och fast blandningsventil. Denna undercentral förser även hus C1 med varmvatten.

Hus C3

Typ av byggnad	Samlingslokaler för fritidsverksamhet samt bibliotek
Antal trappuppgångar	1 st
Antal våningar	2 st
Antal lägenheter	---
Butiker etc	BV - bibliotek, 1 tr - fritidslokaler
Ventilationssystem	Mekanisk till- och frånluft
Vindsutrymmet	Vindsutrymmet svåråtkomligt. Saknas delvis
Värmesystem	Direktshuntat primärvatten från panncentral. Även byggnad C4 förses med värme från denna undercentral
Tappvarmvatten	Produceras via varmvattenberedare med fast blandningsventil

Hus C4

Typ av byggnad	Tandvård
Antal trappuppgångar	1 st
Antal våningar	2 st
Antal lägenheter	---
Butiker etc	Tandregleringspoliklinik
Ventilationssystem	Mekanisk till- och frånluft samt kyla
Vindsutrymme	Saknas
Värmesystem	Värme erhålles från undercentral i hus C3
Tappvarmvatten	Produceras via 2 st seriekopplade varmvattenberedare (el) på tillsammans 9,75 kW med fast blandningsventil

Hus Ä

Denna byggnad kommer enligt nuvarande planer att byggas om till vårdcentral 1985, varvid även värmeförsörjningen kommer att ses över.

Byggnaden hyres tillsvidare ut i befintligt skick till Göteborgs Kommun. I detta projekt har tillsvidare denna byggnad undantagits.

Barnstuga

Enplans vinkelbyggnad byggd 1976.

Ventilationen består av 3 st frånluftsfläktar placerade på yttertak. Tilluft sker via spaltventiler. Värmeförsörjningen sker via kulvert från hus Y.

Pga utrymmesbrist i barnstugans apparatrum har även i detta fall antagits att barnstugan skall försörjas via värmepumpen i hus Y kombinerat med en elberedare.

2.3 Panncentral

Allmänt

Panncentralen är belägen i en separat byggnad kombinerad med två garagelängor intill Bräckevägen. Centralens läge i förhållande till bostadsfastigheterna är pga det relativt stora avståndet till dessa utmärkt med tanke på placeringsmöjligheten för luftkylare.

Tekniska data

Befintliga pannor

2 st typ Bassöe 300 HVT 0	1976	effekt 3,5 MW
1 st typ Bassöe 100-6-075	1977	effekt 1,2 MW

Oljan är av typ WRD som förvärmes.

Disponibla utrymmen

Bredvid övre pannplan finns ett utrymme på 3,6 x 10,0 m med ca 4 m takhöjd. Dessutom finns möjlighet att disponera några av garagen.

Övrigt

Bostadsbolaget kommer att bygga om distributionsnätet och förse pannorna med shuntanordning oavsett om ev värmepumpar monteras.

2.4 Undercentraler

Undercentralerna, 22 st till antalet, är i huvudsak belägna på så sätt i fastigheterna att utrymmen i närheten finns disponibla för tappvarmvattenvärmepump med tillhörande ackumulatorer. Några av undercentralerna kräver dock ingrepp på byggsidan och detta har medtagits i kostnadsbedömningen.

I undercentralerna finns idag en kombinerad varmvattenberedare och ackumulator på ca 4000 l, blandningsventil för varmvatten, vvc-pump, shuntgrupp för värme samt erforderliga rördragningar.

Under undersökningens gång har konstaterats att Bostadsbolaget i takt med att varmvattenberedare och blandningsventil går sönder bygger om undercentralerna och förser dem med plattvärmeväxlare och 3-vägs motorstyrd blandningsventil. För att man skall få en uppfattning om hur ombyggnadsläget är för dagen har en tabell över undercentralernas nuvarande utförande upprättats. Bostadsbolaget avser dock att bygga om samtliga undercentraler, varför i denna utredning förutsatts att detta ägt rum när ev värmepumpar blir aktuella att montera. Dessutom redovisas de befintliga kopplingsalternativen på principritningar (bilaga 1, 2, 3 och 4).

Av de 22 st undercentralerna så finns det några som eventuellt ej är aktuella att förses med värmepump:

- hus A, tappvarmvattenvärmepump finns installerad
- barnstuga, bör förses med elberedare
- hus C1, förses idag med varmvatten från hus C2
- hus C4, har idag elektrisk varmvattenberedare
- hus Ä, då denna fastighet skall byggas om skall ej någon värmepump medtagas i detta skede.

Vid inventeringen har konstaterats att alla undercentraler har samma styrning av den befintliga utrustningen. Vid t ex $\pm 0^{\circ}\text{C}$ utetemperatur så har man ca 40°C respektive 35°C på fram- och återledning.

Sammanställning av uppvärmnings- och varmvattenberedningsprinciper

Hus	Direktshuntad värme + ackumulator	VVB + fast blandn.-ventil	VVX + fast blandn.-ventil	VVX + 3-vägs motorventil	Ansl.dim.
1. A	x	-	-	x	Värme 40, ack. 32
2. B,C	x	x	-	-	Värme 50, ack. 40
3. D,E	x	x	-	-	Värme 50, ack. 40
4. F,G	x	-	-	x	Värme 40, ack. 25
5. H,I,J	x	x	-	-	Värme 50, ack. 40
6. K,L	x	x	-	-	Värme 50, ack. 40
7. M,N	x	-	x	-	Värme 50, ack. 40
8. O,P	x	-	-	x	Värme 65, ack. 40
9. Q,R	x	-	-	x	Värme 50, ack. 40
10. S,T	x	-	-	x	Värme 50, ack. 40
11. U,V	x	-	x	-	Värme 50, ack. 40
12.100 A,B	x	-	-	x	Värme 70, ack. 50
13. C1	x	-	-	-	Värme 40, --
14. C2	x	x	-	-	Värme 50, ack. 50
15. C3	x	x	-	-	Värme 32, --
16. C4	-	x	-	-	-- --
17. X	x	x	-	-	Värme 40, ack. 40
18. Y	x	x	-	-	Värme 40, ack. 40
19. Z	x	-	-	x	Värme 40, ack. 40
20. Å	x	-	x	-	Värme 40, ack. 40
21. Ä	x	x	-	-	-- --
22. Barnstuga	Direkt via hus Y	x	-	-	

3 UTREDNINGSLTERNATIV

3.1 Allmänt

Följande alternativa värmepumplösningar har studerats:

1. Central värmepumpanläggning i anslutning till panncentralen med uteluft som värmekälla.
2. Decentraliserade värmepumpar - en värmepumpanläggning per undercentral med uteluft och i förekommande fall frånluft som värmekälla.
3. Lokalt placerade värmepumpar endast i hus med mekanisk frånluft (4 punkthus + vissa centrumbyggnader).
4. Kombination av lösningarna 1 och 3 dvs en central luft/vattenvärmepump och lokala frånluftvärmepumpar i vissa hus.
5. Kombination av lösningarna 1 och 2 dvs en central anläggning och lågtemperaturdistribution till lokala vatten/vattenvärmepumpar i undercentralerna. Lösningen innebär ett kaskadkopplat 2-stegsutförande.
6. Central värmepumpanläggning i panncentralen, framledningstemperaturen anpassad till radiatorsystemens behov och lokala värmepumpar i undercentralerna för värmning av tappvarmvatten.
7. Central luft/vattenvärmepump och lager för värmebehovet under ca $+4^{\circ}\text{C}$ utetemperatur.

I samtliga fall erfordras mer eller mindre omfattande ombyggnader i panncentral och undercentraler för att i möjligaste mån anpassa distributionstemperaturerna till den ändrade driften.

I det följande redovisas de olika lösningarna översiktligt.

3.2 Utförande 1 - Central värmepumpsanläggning i anslutning till panncentralen med uteluft som värmekälla

Anläggningen kan lämpligen utföras med minst 2 kompressoraggregat. Preliminärt kan antas att värmepumpen täcker ca $1/3$ av maxeffektbehovet dvs ca $0,33 \times 3750 = 1240$ kW.

Enligt varaktighetsdiagrammet täcker värmepumpen effektbehovet helt ner till en utetemperatur på ca $+4^{\circ}\text{C}$. Energibehovet över $+4^{\circ}\text{C}$ är 41% av det totala eller ca 3700 MWh/år.

Följande kan uppskattas för olika driftintervall:

Utetemp. $^{\circ}\text{C}$	Driftförh $^{\circ}\text{C}$	Värme- faktor	Alstrad energi MWh/år	Elbehov MWh/år	
$> +10$	+3 / +60	3,0	1760	} 3710	590
+4,3 - +10	-3 / +65	2,5	1950		780
+2,3 - +4,3	-7 / +65	2,3	$1200 \times 0,9 = 1080$		470
-1,0 - +2,3	-10 / +65	2,2	$1000 \times 0,8 = 800$		365
-5,0 - -1,0	-12 / +65	2,1	$640 \times 0,7 = 450$		215

Med enbart stoppavfrostning:

+2,3 - +4,3	-7 / +65	2,3	$1200 \times 0,7 = 840$	365
-------------	----------	-----	-------------------------	-----

Med forcerad avfrostning erhålles enligt ovan gjorda uppskattningar följande:

Värme från värmepump	6040 MWh/år = 67% av 9000 MWh/år
Förbrukad elenergi	2420 MWh/år
Årsvärmefaktor	ca 2,5

Med stoppavfrostning erhålles istället:

Värme från värmepump	4550 MWh/år = ca 50% av 9000 MWh/år
Förbrukad elenergi	1735 MWh/år
Årsvärmefaktor	ca 2,6

Såsom framgår av tabellen ovan har den möjliga energimängden från värmepumpen under $+4^{\circ}\text{C}$ reducerats till 90-70% vid forcerad avfrostning och till 70% vid stoppavfrostning. I det senare fallet har drift antagits ner till lägst ca $+2^{\circ}\text{C}$.

Om drift med stoppavfrostning antas möjlig också i temperaturintervallet $+2$ till -1°C och utnyttjningstiden där är 50% så erhålls ytterligare ca 500 MWh/år värme och förbrukas 250 MWh el/år.

Med stoppavfrostning erhålls då:

Värme från värmepump	5050 MWh/år = 56% av 9000
Förbrukad elenergi	1985 MWh/år
Årsvärmefaktor	ca 2,5

Den kyltekniska utrustningen kan för en anläggning på ca 1,2 MW värme vid utetemperatur $+4^{\circ}\text{C}$ antas kosta ca 1500 kr/kW i enklaste utförande dvs med sk stoppavfrostning.

Antas ökningen i anläggningskostnad för forcerad avfrostning vara 15% därav erhålls totalt $0,15 \times 1500 \times 1200 = 270.000$ kr eller säg ca 300 kkr.

Genom övergång från stoppavfrostning till forcerad avfrostning ökar utvunnen värmemängd minst från ca 5050 till ca 6040 MWh/år dvs med ca 1000 MWh/år.

Elenenergiförbrukningen ökar från ca 1985 till ca 2420 MWh/år dvs med ca 435 MWh/år.

Med oljepriset 1600 kr/m³ är MWh-priset ca 200 kr/MWh värme. Om den ökade oljeförbrukningen infaller under en period med relativt högt elpris, säg 350 kr/MWh, så blir skillnaden i driftkostnadsminskning

$$1000 \times 200 - 435 \times 350 = 200.000 - 152.000 = 48.000 \text{ kkr/år.}$$

Pay-off-tiden för den antagna ökningen i anläggningskostnad, ca 300 kkr, är således $300/48 = 5$ år vilket innebär att anläggningen bör utföras med sk forcerad avfrostning.

Antas den totala anläggningskostnaden för detta utförande vara totalt 3000 kr/kW värme blir totalinvesteringen inklusive kringkostnader ca $3000 \times 1200 = 3600$ kkr.

Med priserna 200 kr/MWh oljevärme och 250 kr/MWh elenergi erhålles en minskning av driftkostnaden enligt följande:

$$6040 \times 200 - 2420 \times 250 = 1208 - 605 = 603 \text{ kkr/år.}$$

Pay-off-tiden utan hänsyn till övriga drift- och underhållskostnader blir således $3600/603 = \text{ca } 6$ år.

3.3 Utförande 2 - Decentraliserade värmepumpar - en värmepumpsanläggning per undercentral med uteluft och i förekommande fall frånluft som värmekälla

Antas att luft/vatten-värmepumpar i undercentralerna skall ha samma täckningsgrad som den centrala anläggningen dvs ca 1/3 av maxeffektbehovet eller ca 1200 kW värme så blir det för de ca 20 undercentralerna fråga om anläggningar på genomsnittligt $1200/20 = \text{ca } 60$ kW värme. Denna effekt måste kapacitetsregleras i minst 3 steg för att få en acceptabel anpassning till variationerna i effektbehovet.

De decentraliserade relativt små kompressorerna kan vid samma driftsförhållanden antas ha något lägre värmefaktor men å andra sidan kan anläggningarna utformas för något lägre genomsnittlig kondenseringstemperatur särskilt med hänsyn till att tappvatten kan värmas delvis med hjälp av underkylnings- och överhettningvärme.

Den totala årsvärmefaktorn kan därför antas bli ungefär densamma för de två anläggningstyperna. Detta innebär att oljesparing och elenergiförbrukning blir av samma storleksordning.

En fördel med det decentraliserade utförandet skulle kunna vara att värmedistributionsnätet mellan panncentral och undercentraler skulle kunna hållas helt avstängt under halva året men det är oviss om nätet tillåtes gå helt ner i temperatur.

Det kan dessutom bli nödvändigt att ta nätet i drift vid eventuella driftavbrott på någon av de decentraliserade anläggningarna. Underhåll och skötsel blir också väsentligt mer omfattande för dessa än för den centrala anläggningen.

De decentraliserade anläggningarna kräver en betydande förstärkning av eldistributionsnätet inom området vilket givetvis medför vissa extra anläggningskostnader.

Med detta utförande kan frånluft utnyttjas som kompletterande värmekälla vilket bör vara en fördel. Mekanisk frånluft finns emellertid endast i ca 6 av de 21 fastigheterna varför totala energibesparingen och ekonomin inte kan antas bli påverkad i avgörande grad.

Den specifika anläggningskostnaden för decentraliserat utförande bör rimligtvis bli högre än för en central anläggning särskilt som bl.a. elinstallationen blir betydligt mer omfattande.

Om den totala investeringen antas stiga till 5000 kr/kW värme och den totala installerade effekten och årliga driftkostnadsminskningen blir ungefär oförändrade så ökar pay-off-tiden i direkt proportion till investeringen dvs från

ca 6 till ca $\frac{5000}{3600} \times 6 = 8,3$ år.

Utförandet kan således inte förordas.

3.4 Utförande 3 - Lokalt placerade värmepumpar i endast hus med mekanisk frånluft (4 punkthus + vissa centrumbyggnader)

Med ledning av erfarenheter från en befintlig experimentanläggning för tappvattenvärmning i ett av punkthusen i området kan följande bedömningar göras.

Som ovan nämnts förekommer sk F-system endast i en begränsad del av husen, volymmässigt ca 25%. Frånluften som värmekälla ges också en begränsad effekt.

Bortsett från den befintliga experimentanläggningen skulle totalt ca 120 kW värme kunna installeras i området. Om värme från dessa kan överföras till radiatorsystemen så kan en utnyttjningstid på högst 7500 h/år påräknas och energimängden blir då "teoretiskt" $7000 \times 120 = 900$ MWh.

Fördelat på 6 st anläggningar kan totala anläggningskostnaden uppskattas till 500 kkr.

Med värmefaktor 4, oljeenergipris 200 kr/MWh och elenergipris 250 kr/MWh erhålles följande driftkostnadsminskning

$$200 \times 900 - \frac{250}{4} \times 900 = 180 - 55 = 125 \text{ kkr/år.}$$

Pay-off-tiden blir således ca $500/125 = 4$ år, vilket visar att lönsamheten i och för sig är bättre än för en stor anläggning men den totala oljekonsumtionsminskningen blir endast ca 10% av den nuvarande totala förbrukningen eller ca 15% av vad som kan åstadkommas med utförande 1 eller 2.

Frånluft från de hus som nu har självdragningsventilation skulle kunna utnyttjas om S-systemen försågs med fläktar. Byggnads- och installationsarbetena blir dock så höga att acceptabel lönsamhet inte kan uppnås.

3.5 Utförande 4 - Kombination av lösningarna 1 och 3 dvs en central luft/vattenvärmepump och lokala frånluftsvärmepumpar i vissa hus

Den centrala värmepumpens effekt kan antas minska med ca 120 kW från ca 1200 kW till ca 1100 kW.

Totala energimängden från värmepumparna blir praktiskt taget densamma som vid utförande 1 medan årsvärmefaktorn kan antas bli en aning förbättrad.

Elenergiförbrukningen blir i detta fall

$$\frac{900}{4} + \frac{6040 - 900}{2,5} = 225 + 2020 = 2245 \text{ säg ca } 2250 \text{ MWh/år.}$$

$$\text{Årsvärmefaktorn blir } \frac{6040}{2250} = 2,7.$$

Den ökade anläggningskostnaden jämfört med utförande 1 kan antas bli följande:

Anläggningskostnaden för utförande 1 har tidigare antagits till 3000 kr/kW eller totalt 3600 kkr.

Effekten minskas nu med ca 10% och om anläggningskostnaden för "maskindelen" antas sjunka i proportion härtill så blir minskningen i anläggningkostnad $0,1 \times 1200 \times (1750) = 210.000$ kr där 1750 är anläggningskostnaden i kr/kW värme.

Kostnaden för de lokala frånluftsvärmepumparna har ovan uppskattats till totalt 500 kkr och totala skillnaden mellan utförandena 1 och 4 blir således $500 - 210 = \text{ca } 300$ kkr.

Denna skillnad skall motiveras av minskningen i kostnaden för elenergi. Denna är $(2420 - 2245) \times 250 = \text{ca } 44$ kkr/år.

Pay-off-tiden för denna tilläggs-kostnad blir således $300/44 = 6,8$ år.

Utförandet kan inte konkurrera med utförande 1 och bör följaktligen inte komma till utförande.

- 3.6 Utförande 5 - Kombination av lösningarna 1 och 2 dvs en central anläggning och lågtemperaturdistribution till lokala vatten/vattenvärmepumpar i undercentralerna. Lösningen innebär ett kaskadkopplat 2-stegsutförande.

En målsättning för detta utförande är att åstadkomma största möjliga oljebesparing. Samtidigt erhålls betydligt mindre värmeförluster från distributionsnätet om nu dess temperatur kan sänkas utan praktiska olägenheter.

Det kan här antas att 50% av maxeffektbehovet täcks av de lokala värmepumparna dvs sammanlagt ca $0,5 \times 3750 = \text{ca } 1900 \text{ kW}$ som motsvarar effektbehovet vid omkring -1°C utetemperatur.

Antas driftsförhållandet $+15/+65$ för de lokala värmepumparna blir värmefaktorn totalt ca 3,5 och nättemperaturen blir då ca $+30/+20$ dvs den centrala värmepumpen kan i sämsta driftsläget antas arbeta vid $-15/+35$ och med värmefaktorn ca 3,5.

Effekten 1900 kW värme från de lokala värmepumparna innebär i dimensioneringspunkten ett elbehov på 550 kW och ca 1400 kW skall via distributionsnätet tillföras från den centrala värmepumpen.

Totala värmefaktorn blir i sämsta driftsläget $\frac{1900}{(550 + \frac{1400}{3,5})} = 2$

och stiger sedan med stigande utetemperatur.

Årsvärmefaktorn kan uppskattas till 2,5 à 3 något beroende på hur frånluft och andra lokala energikällor såsom lokal- och butiksskyla kan utnyttjas i systemet.

Ca 90% av årsenergibehovet kan tillgodoses med värmepumpen vilket innebär en driftkostnadsminskning enligt följande:

Minskad oljeförbrukning $0,9 \times 9000 \times 200 = 1620 \text{ kkr/år}$

Elenergi $\frac{0,9 \times 9000}{2,7} \times 250 = 750 \text{ kkr/år}$

Minskning 870 kkr/år.

Den centrala värmepumpen blir i detta fall av samma storleksordning som i utförande 1 och anläggningskostnaden blir också ungefär densamma dvs 3600 kkr.

Antas att vatten/vatten-värmepumparna i de ca 20 undercentralerna kan installeras för totalt 2500 kr/kW, vilket säkerligen inte kan underskridas, så erhålles följande totala anläggningskostnader:

Central värmepump	3600 kkr
Lokala värmepumpar $2,5 \times 1900$	<u>4750 kkr</u>
S:a	8350 kkr

Enligt ovan var driftkostnadsminskningen 870 kkr/år och pay-off-tiden blir alltså $8350/870 = \text{ca } 10 \text{ år}$ dvs betydligt

sämlre än för utförande 1.

Oljebesparingen blir dock den största eller ca $1000 \text{ m}^3/\text{år}$ av de totalt ca $1100 \text{ m}^3/\text{år}$.

För utförande 1 är besparingen som tidigare nämnts $750 \text{ m}^3/\text{år}$ med forcerad avfrostning och ca $630 \text{ m}^3/\text{år}$ vid sk stoppavfrostning.

Hänsyn har här inte tagits till tidigare redovisade kulvertförluster.

3.7 Utförande 6 - Central värmepumpsanläggning i panncentralen, framledningstemperaturen anpassad till radiatorsystemens behov och lokala värmepumpar i undercentralerna för värmning av tappvarmvatten

I följande beräkningar har antagits att den centrala värmepumpen täcker ca 40% av maxeffektbehovet dvs vid utetemperaturen ca $+2^\circ\text{C}$ och kan hållas i drift ner till ca -5°C utetemperatur (se varaktighetsdiagram).

Följande värden erhålls om hänsyn tas till bl a tappvattenvärmepumparna:

Utetemp. $^\circ\text{C}$	Driftförh $^\circ\text{C}$	Värme- faktor	Värme från värmepumpar MWh/år	Elbehov MWh/år
> +15	+5 / +35	5,3	580	110
+15 - +10	+1 / +40	4,8	1000	210
+10 - +4,3	-4 / +42	4,1	1870	460
+4,3 - +2,3	-7 / +44	3,7	$1330 \times 0,9 = 1200$	325
+2,3 - -1,0	-10 / +45	3,0	$1370 \times 0,8 = 1100$	365
-1,0 - -5,0	-12 / +45	2,9	$840 \times 0,7 = 590$	200

S:a 6340 1670

För tappvarmvatten har antagits 20% av totala värmebehovet dvs $0,2 \times 9000 = 1800 \text{ MWh/år}$.

Elbehovet för tappvattenvärmepumparna med värmefaktor 4 = $1800/4 = 450 \text{ MWh/år}$ och totala elbehovet alltså $1670 + 450 = 2120 \text{ MWh/år}$.

Totala årsvärmefaktorn blir således $6340/2120 = 3,0$.

$6340/9000 = 0,7$ dvs ca 70% av oljan eller ca $0,7 \times 1100 = 770 \text{ m}^3/\text{normalår}$ sparas.

Driftskostnadsminskningen blir beräknad på samma sätt som tidigare $6340 \times 200 - 2120 \times 250 = 1268 - 530 = 738 \text{ kkr/år}$.

Den centrala värmepumpsanläggningen är i stort sett densamma som tidigare. Effekten har ökats något jämfört med utförande 1 men kondenseringstemperaturen är lägre.

Anläggningen kan med forcerad avfrostning, som beräkningen ovan gäller, antas kosta ca 3600 kkr.

För de ca 20 undercentralerna erfordras tappvattenvärmepumpar inkl. ackumulatorer mm à ca 15 kW värme som kan antas kosta 3000 kr/kW och totalkostnaden för dessa blir således uppskattningsvis $20 \times 15 \times 3 = 900$ kkr.

Den totala anläggningskostnaden blir således ca $3600 + 900 = 4500$ kkr.

Pay-off-tiden blir således $\frac{4500}{738} = 6,1$ år.

Den avgörande fördelen med detta utförande är att den centrala värmepumpens kondenseringstemperatur och distributionsnätets temperatur kan sänkas betydligt genom att hänsyn endast behöver tas till radiatorsystemens temperaturbehov, som här är påtagligt låga. Därmed förbättras kompresordriftsförhållandena och värmefaktorn. Genom den låga kondenseringstemperaturen kan den centrala värmepumpen dimensioneras för en större effektandel.

Tappvattenvärmepumparna vilka tar värme från nätets återledning arbetar med mycket goda förhållanden. Eleffektbehoven för dessa blir också så små att de utan vidare kan tas från det befintliga elnätet. För en normal undercentral för ca 30 lägenheter är det fråga om endast ca 4 kW el.

Genom den sänkta nättertemperaturen sänks också de sk kulvertförlusterna betydligt.

3.8 Utförande 7 - Central luft/vattenvärmepump och lager för värmebehovet under ca +4°C utetemperatur

Följande antas:

Luft/vatten-värmepump som utan avfrostning täcker behovet ner till utetemperaturen ca +4°C. Värmefaktor = 2,7 genomsnittligt under denna period.

Värme lagras i mark eller motsvarande så att 50% av maxeffektbehovet täcks av värmepumpen. Lagret bör ha sådan temperatur att värmepumpen kan arbeta med förångningstemperatur ca +10°C vid fullt effektuttag från värmepumpen. Från lagret skall kunna tas ca 3500 MWh/år som med värmefaktor 3 ger 4800 MWh/år till nätet.

Följande erhålls:

Utetemp °C	Värmefaktor	Värme från värmepump MWh/år	Elbehov MWh/år
< +4,3°C	2,7	3700	1370
> +4,3°C	3,0	4800	1600

Oljesparingen är $8500/9000 = \text{ca } 94\%$.

Med energipriserna 200 respektive 250 kr/MWh blir driftkostnadsminskningen $8500 \times 200 - 2970 \times 250 = 1700 - 750 = 950$ kkr/år.

Med en pay-off-tid på 10 år får värmepump, lager och solvärmeanläggning totalt kosta ca 9500 kkr.

För att kunna hämta 3500 MWh från ett lager krävs sannolikt en inlagrad energimängd på ca 5000 MWh.

Med lågtemperatursolfångare, som kan antas ge $0,5 \text{ MWh/m}^2 \times \text{år}$ krävs således ca 10000 m^2 solfångareyta. Kostnaden för enbart solfångare och värmepumpar torde gå betydligt över de ovan antagna 9500 kkr. Lösningen kan alltså inte antas få en acceptabel lönsamhet.

En annan variant är att utnyttja luft/vatten-värmepumpens överskottskapacitet under sommaren dvs vid utetemperatur högre än ca $+10^\circ\text{C}$ för att ladda ett lågtemperaturlager.

För att på detta sätt lagra in 5000 MWh med värmefaktor 4 åtgår ca 1250 MWh el under sommaren. Om dessa kan köpas för ett lägre pris, säg 200 kr/MWh, så blir den tillkommande elkostnaden $200 \times 1250 = 250$ kkr/år och driftkostnadsminskningen enligt ovan minskad med samma belopp till $950 - 250 = 700$ kkr/år.

Pay-off-tiden 10 år ger då en tillåten investering på ca 7000 kkr.

Luft/vatten-värmepumpen antogs tidigare kosta 3600 kkr. Om den pga anpassningen till samdrift med lagret antas stiga i pris till ca 4000 kkr så får lageranläggningen således kosta $7000 - 4000 = 3000$ kkr.

För att kunna ta ut 3500 MWh vid en temperaturändring på ca 30°C krävs en lagervolym i exempelvis vattenfyllt berg-rum på ca 100.000 m^3 eller något mer om det gäller marklager i lera.

Kostnaden 3000 kkr innebär att berggrumslagret komplett med installationer skulle få kosta 30 kr/m^3 vilket torde vara helt omöjligt.

Utförandet kan alltså inte förordas idag.

Möjligen kommer en utvecklad lagringsteknik och kraftigt ändrade relationer mellan energipriser och anläggningskostnader i framtiden göra det intressant att senare komplettera anläggningen med ett värmelager.

3.9 Sammanfattning och slutsats

Följande beräkningsresultat har sammanfattningsvis erhållits:

Utförande nr	Oljebesparing m ³ /år	Årsvärmefaktor	Investeringsbehov kkr	Pay-off-tid år ca
1	750	2,5	3600	6
2	750	2,5	6000	8
3	110	4,0	500	4
4	750	2,65	3900	6
5	1000	2,7	8350	10
6	770	3,0	4500	6
7	1050	2,85	9500	10

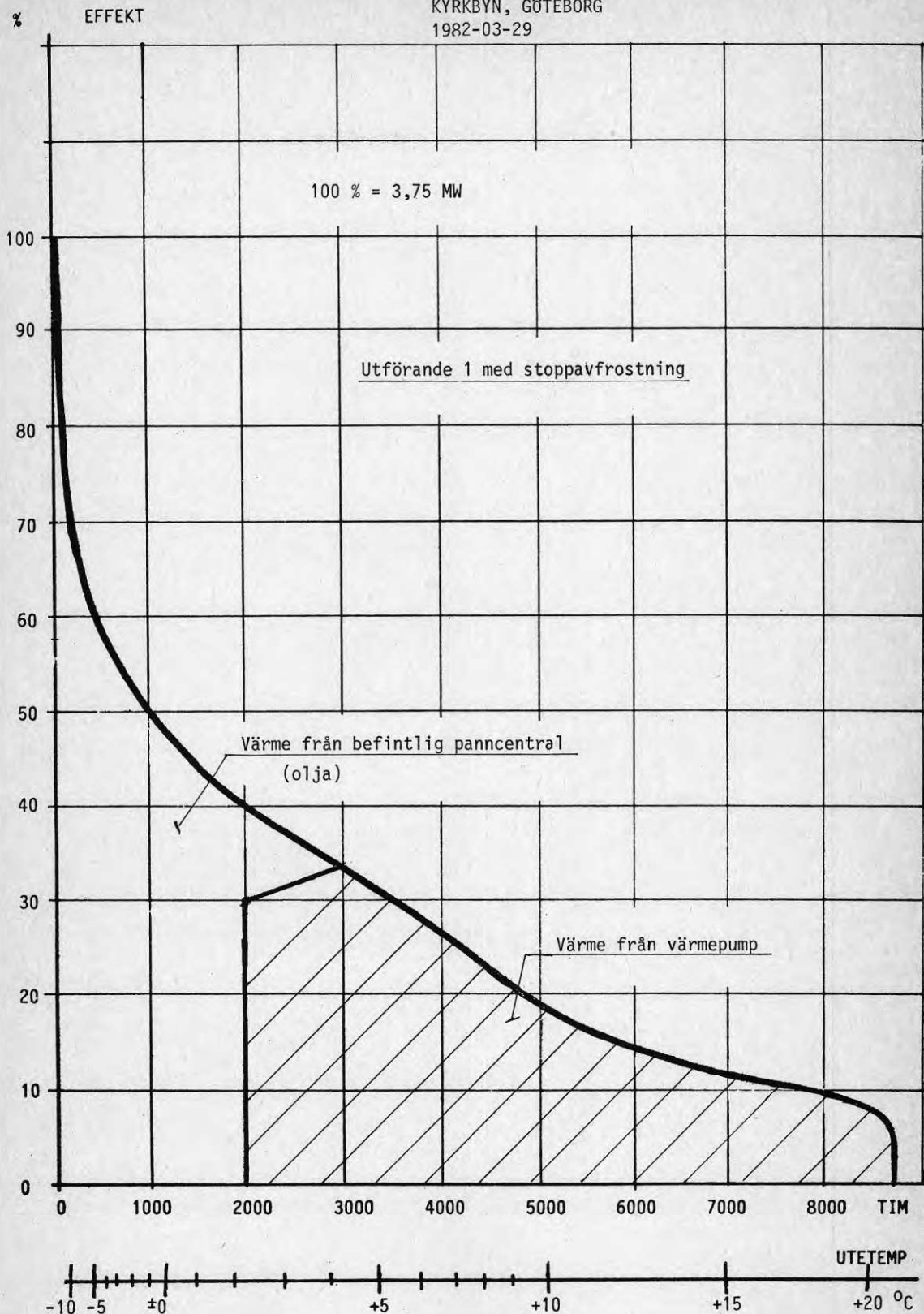
Största oljebesparingen erhålls med utförandena 5 och 7. Investeringsbehoven är dock också höga och lönsamheten kan inte anses acceptabel.

Hänsyn har vid de preliminära beräkningarna ovan inte tagits till de sänkta distributionsförlusterna till följd av sänkta distributionstemperaturer.

Oljebesparingen är ungefär densamma för utförandena 1, 2, 4 och 6. Av dessa har utförande 2 den sämsta lönsamheten medan de tre övriga har i stort sett samma pay-off-tid, ca 6 år. Utförande 4, som är en kombination av utförandena 1 och 3 ger ingen enhetlig lösning eftersom mekanisk frånluft endast finns i en mindre del av husen.

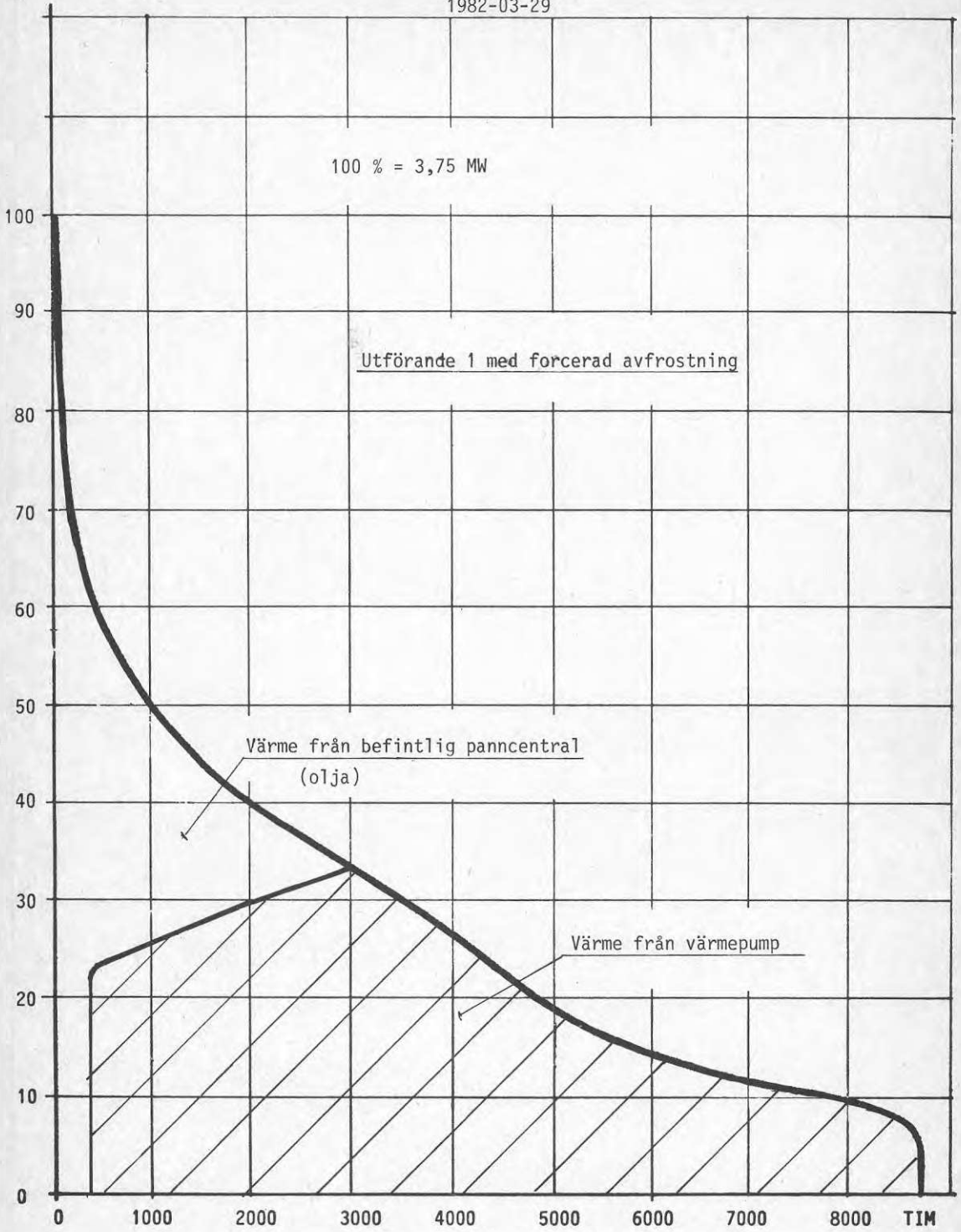
Vid utförandena 1-4 kan framledningstemperaturen i distributionsnätet sänkas jämfört med den nuvarande men inte längre än till ca +60°C med hänsyn till värmningen av tappvarmvatten. I utförande 6 kan framledningstemperaturen sänkas mer och under större delen av året följa radiatorsystemens framledningstemperaturer. Nätförlusterna kan alltså minskas mer vid utförande 6 än vid utförande 1, 3 och 4. Med utförande 5 skulle visserligen mycket låga nättemperaturer kunna användas men den dåliga lönsamheten för detta utförande, pay-off-tid ca 10 år, kan inte kompenseras av enbart minskade distributionsförluster.

Pay-off-tiden för utförande 1 och 6 är ungefär densamma men oljebesparing och årsvärmefaktor är något bättre vid utförande 6. Detta torde också ur utvecklingssynpunkt vara det mest intressanta eftersom det innebär en systemteknik, som hittills inte prövats praktiskt. Utförande 6 föreslås således till fortsatt behandling.

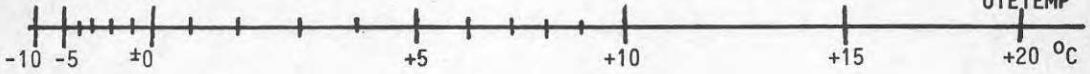


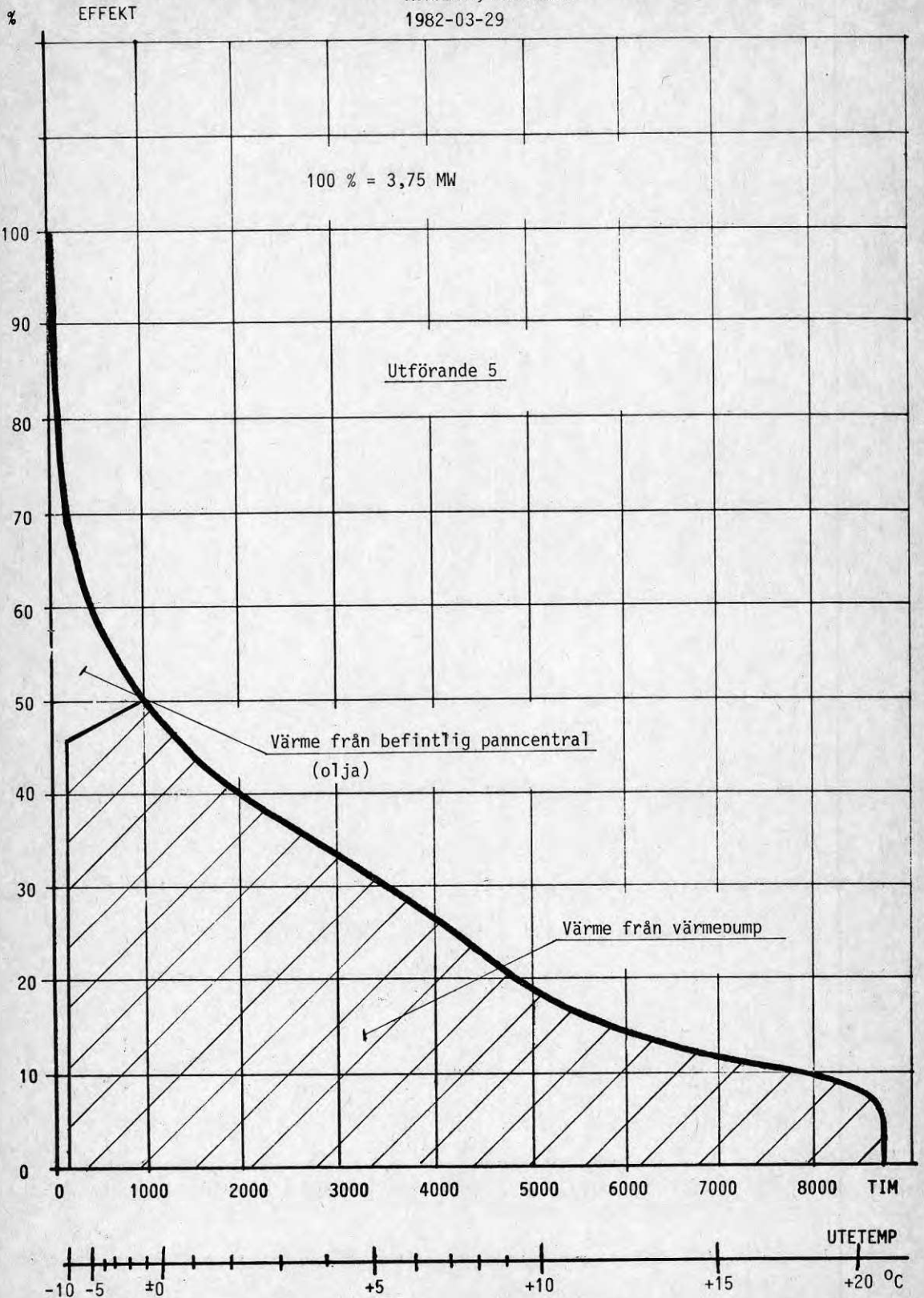
1982-03-29

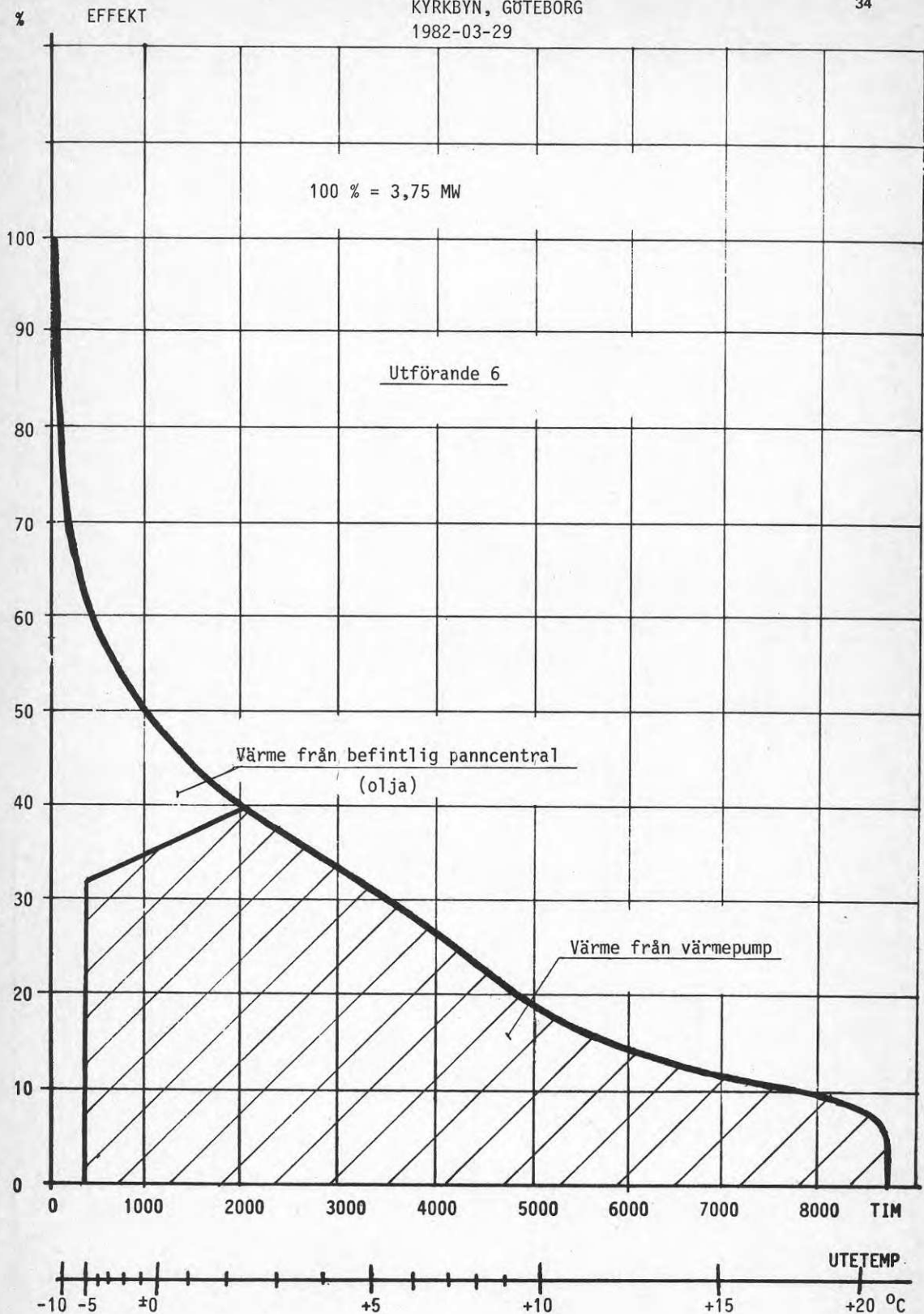
% EFFEKT



UTETEMP







4 EFFEKTBEHOV OCH REVIDERAD BERÄKNING

4.1 Maximalt effektbehov

Enligt förbrukningsstatistiken var oljeförbrukningen år 1980 1211 m³/år och år 1981 1220 m³/år olja (WRD). Om uppvärmningsbehovet då var ca 10% högre än för normalåret och 20% antas åtgå för tappvarmvattenvärmning så erhålls:

$$\left(\frac{0,8}{1,1} + 0,2\right) \times 1215 = 0,927 \times 1215 = 1125 \text{ m}^3/\text{år motsvarande}$$

ca 30 l/m² ly år. Oljemängden 1125 m³/år motsvarar ca 9000 MWh/år om 1 m³ antas ge ca 8 MWh.

Med en fulleffektdriftstid på 2400 h/år blir maxeffektbehovet 9000/2400 = 3,75 MW.

Den installerade panneffekten är

- 2 pannor à 3,5 MW

- 1 panna à 1,2 MW

dvs totalt 8,2 MW.

4.2 Distributionsförluster

Värme distribueras till 22 undercentraler via ett konventionellt kulvertnät från panncentralen. Temperaturen i tillloppsledningen varierar mellan 90 och 110°C beroende på årstid. Systemet är utfört för konstant flöde och radiatorkretsarna är direktkopplade till primärnätet via sk shuntgrupper.

Värmedistributionsnätet är uppbyggt av mineralullsisolerade stålrör förlagda dels i sk kistkulvert av betong dels i husens källare. Isolertjockleken på kulvertledningarna är enligt uppgift 100 mm.

I en av de anslutna fastigheterna finns en frånluftsvärmepump för tappvattenvärmning installerad. Här har energiförbrukningen för tappvarmvattenuppvärmning dokumenterats under ett år. Under de tre sommarmånaderna juni, juli och augusti vad denna ca 340 kWh värme/lägenhet.

Om man antar att ovannämnda värden är genomsnittsvärden för hela området och ev förbrukning i övriga lokaler försummas så erhålls följande energiförbrukning för tappvarmvattenuppvärmning under de tre sommarmånaderna:

686 lägenheter x 340 kWh/lägenhet och 3 mån. = 235 MWh/3 mån.

Under motsvarande period förbrukades totalt 109 m³ eldningsolja, vilket motsvarar 872 MWh om 1 m³ antas ge 8 MWh.

Detta innebär alltså att endast $235/872 = 0,27 = 27\%$ av från panncentralen levererad värme nyttiggjorts för tappvattenvärmning vilket är anmärkningsvärt. Om detta är riktigt så skulle distributionsförlusterna vara över 600 MWh under de tre sommarmånaderna eller ca 200 MWh/månad. Antas förlusterna konstanta under hela året så blir dessa $200 \times 12/9000 = 27\% = \text{ca } 300 \text{ m}^3$ olja per år. Antas att en del av dessa förluster tillförs husen i form av nyttig värme så kan de verkliga förlusterna möjligen antas vara lägst 20% dvs $0,2 \times 9000 = 1800 \text{ MWh/år}$ med nuvarande distributionstemperaturer.

Antas primärnätet idag ha en genomsnittlig temperatur på $+85^\circ\text{C}$ och ledningarnas genomsnittliga omgivningstemperatur vara $+15^\circ\text{C}$ så bör nätförlusterna vara proportionella mot differensen $85 - 15 = 70^\circ\text{C}$. Om primärnätets temperaturer huvudsakligen bestämdes av radiatorernas temperaturkrav så skulle primärnätets genomsnittstemperatur under året istället kunna bli ca 40°C . Med samma resonemang som tidigare skulle distributionsförlusterna då bli proportionella mot differensen $40 - 15 = 25^\circ\text{C}$ och förlusterna bli $25/70 \times 1800 = 650 \text{ MWh/år}$ dvs minska med $1800 - 650 = 1150 \text{ MWh/år} = \text{ca } 145 \text{ m}^3/\text{år} = \text{ca } 13\%$ av det nuvarande totala årsenergi-behovet.

4.3 Reviderad energiberäkning

Enligt de i avsnitt 3 redovisade beräkningarna är utförande 6 fördelaktigast. Vid de preliminära beräkningarna togs ingen egentlig hänsyn till minskningen av distributionsförlusterna genom sänkt nättemperatur. Om så sker erhålls följande värden (se även följande diagram):

Om förlusterna enligt ovan minskar med ca 1150 MWh/år så blir totala årsenergi-behovet $9000 - 1150 = 7850 \text{ MWh/år}$.

Ur varaktighetsdiagram erhålles:

Utetemp. $^\circ\text{C}$	Driftförh $^\circ\text{C}$	Värme- faktor	Värme från vp MWh/år	Elbehov MWh/år
> +15	+5 / +35	5,3	315	59
+15 - +10	+1 / +40	4,8	740	154
+10 - +4,3	-4 / +42	4,1	1580	385
+4,3 - +2,3	-7 / +44	3,7	$0,9 \times 1180 = 1060$	286
+2,3 - -1,0	-10 / +45	3,0	$0,8 \times 1275 = 1020$	340
-1,0 - -5,0	-12 / +45	2,9	$0,7 \times 730 = 510$	176
S:a			5225	1400

Inom temperaturområdena från +4,3 till $-5,0^\circ\text{C}$ har värmemängden från värmepumpar reducerats med faktorerna 0,9, 0,8 och 0,7 varigenom hänsyn har tagits till avfrostning.

Energibehovet för tappvarmvatten antas även nu vara 1800 MWh/år. Med värmefaktorn ca 4 för tappvarmvatten-
värmepumparna så blir elenergibehovet för dessa ca 450 MWh/år
och totala elenergibehovet således $1400 + 450 = 1850$ MWh/år.
Totala energin från värmepumpar blir $5225 + 450 = 5675$ MWh/år
(jämför diagram) och genomsnittsvärmefaktorn för hela an-
läggningen $5675/1850 = 3,1$.

Sammanfattningsvis ger beräkningen:

Totalt årsenergibehov	7850 MWh/år
Därav från värmepumpar	5675 MWh/år = 72%
Därav från olja	2175 MWh/år = 28%
El för värmepumpar totalt	1850 MWh/år

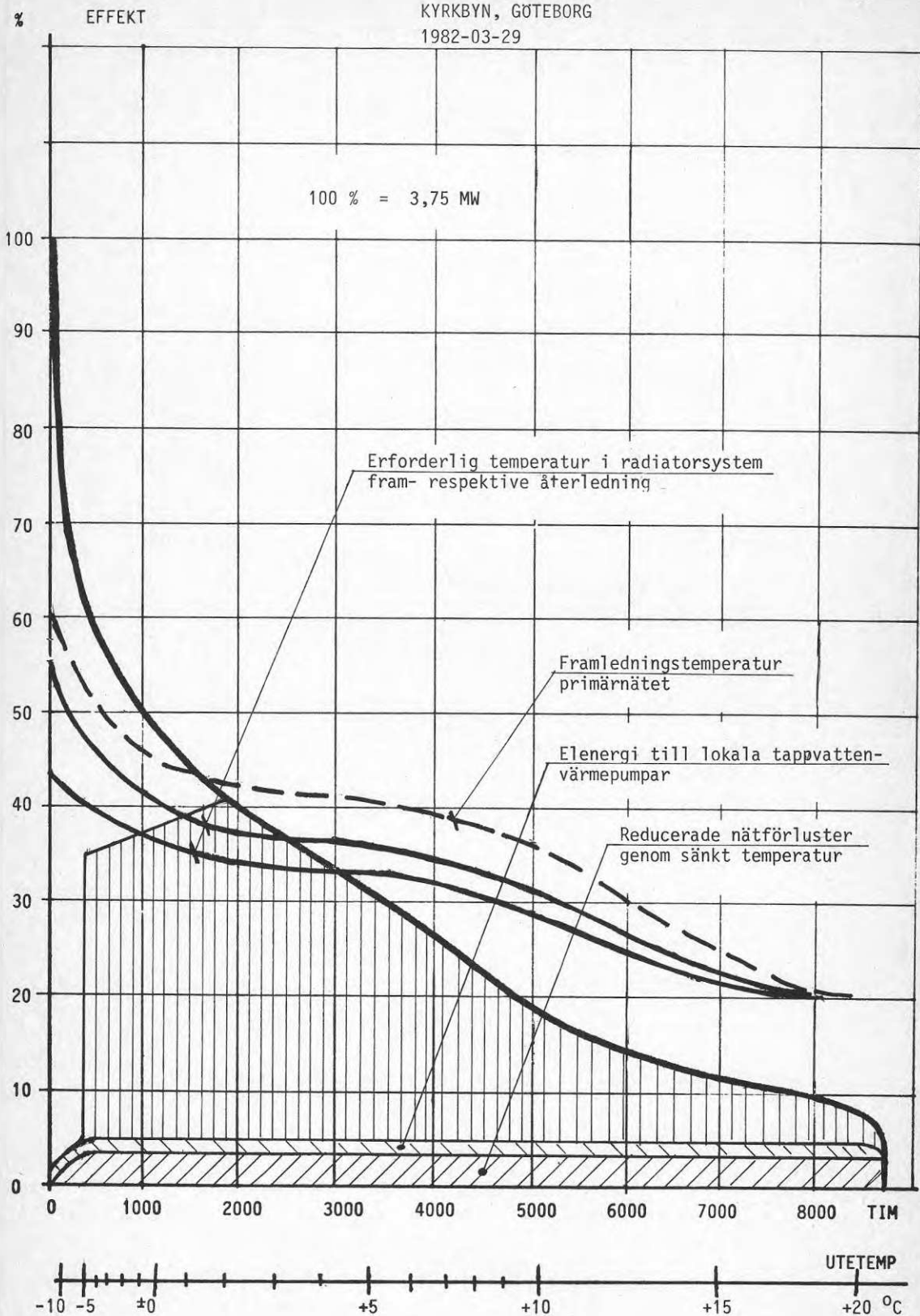
Oljeförbrukningen minskar genom värmepumpar och sänkta
nätförluster från nuvarande 1100 till 270 m³/normalår
dvs med ca 830 m³/år eller ca 75% av den nuvarande för-
brukningen. Härav har de minskade nätförlusterna beräknats
bidra med ca 145 m³/år och resten, ca 685 m³/år, beror
på den "direkta" värmepumpdriften.

Om de rörliga energipriserna för oljevärme och el antas till
200 kr respektive 250 kr/MWh erhålls följande driftkostnads-
minskningar:

Nuvarande oljekostnad	$9000 \times 200 = 1800$ kkr/år.
El för vp-drift	$1850 \times 250 = 460$ kkr/år
Olja	$2175 \times 200 = \underline{435}$ kkr/år
S:a	895 kkr/år

Driftkostnadsminskning $1800 - 895 = 905$ kkr/år.

Antas kostnaderna för skötsel och underhåll öka med 55 kkr/år
så blir den resulterande driftkostnadsminskningen med ovan
antagna energipriser således $905 - 55 = 850$ kkr/år.



5 FÖRPROJEKTERING

5.1 Allmänt

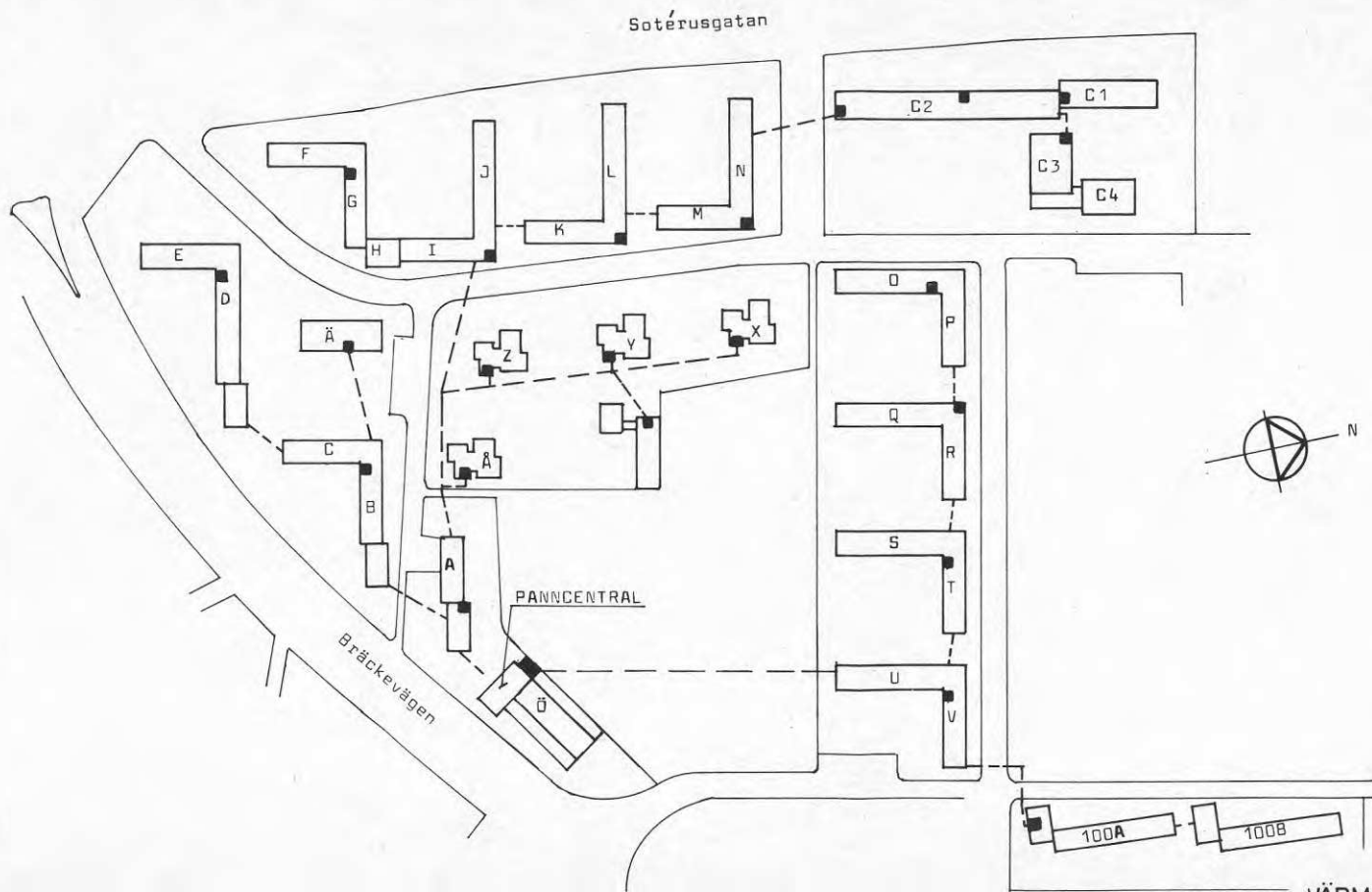
Under förprojekteringen har följande handlingar framtagits:

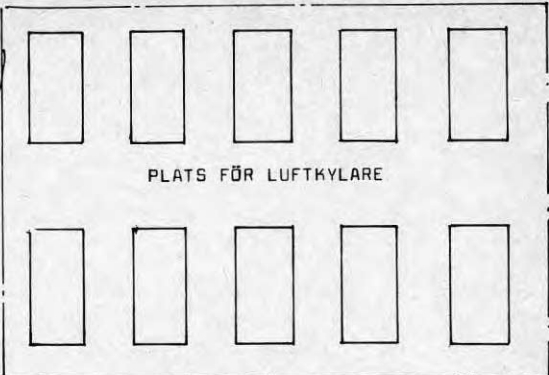
- situationsplan (hela området) av vilken det framgår de olika fastigheternas och undercentralernas placering, kulvertarnas dragningar mm
- principschema utvisande de tekniska lösningarna i panncentral och i undercentralerna
- planritningar - panncentral (2 st), vilka redovisar ingreppen i panncentralen samt placering av värmepumpar och luftkylare med tillhörande rördragningar och utrustning
- planritning och sektioner - undercentral (2 st ritningar), vilka redovisar placering av tappvarmvattenvärmepump med ackumulatorer samt erforderliga ingrepp i befintlig anläggning för en typisk undercentral i detta fall centralen i hus I, J.

5.2 Ritningar

- Ritning nr 2 Situationsplan
- Ritning nr 3 Panncentral, situationsplan
- Ritning nr 4 Panncentral, planritning
- Ritning nr 5 Undercentral - Hus I, J, planritning och sektioner
- Ritning nr 6 Principschema - utredningsalternativ nr 6.

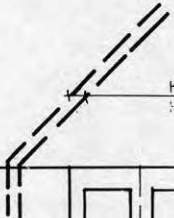
■ = Undercentral



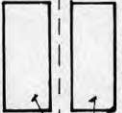


PLATS FÖR LUFTKYLARE

KULVERT
HV-125



GARAGE 13 ST

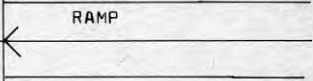


PLATS FÖR VÄRMEPUMPAR

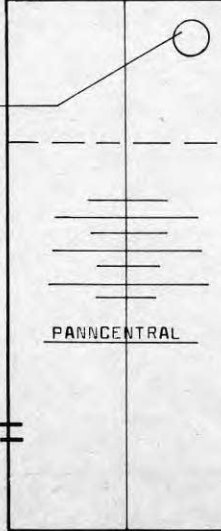
**VÄRMEPUMPPROJEKT
KYRKBYN**

PLAN PANNCENTRAL OCH GARAGE
PLACERING AV VÄRMEPUMPAR
OCH LUFTKYLARE

RAMP



SKORSTEN



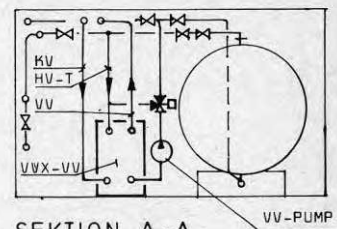
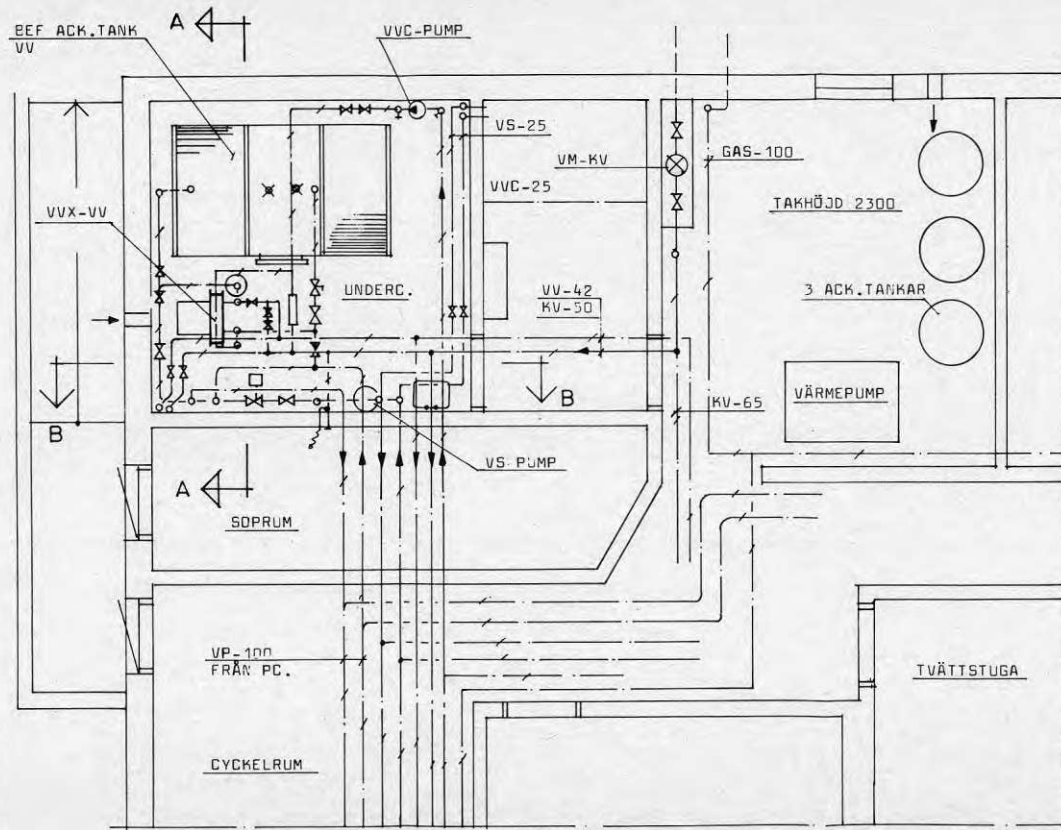
PANNCENTRAL

GARAGE 13 ST

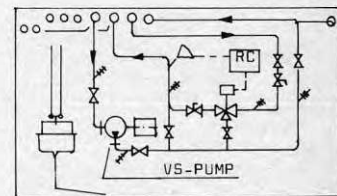
KULVERT
HV-150



BRÄCKEVÄGEN



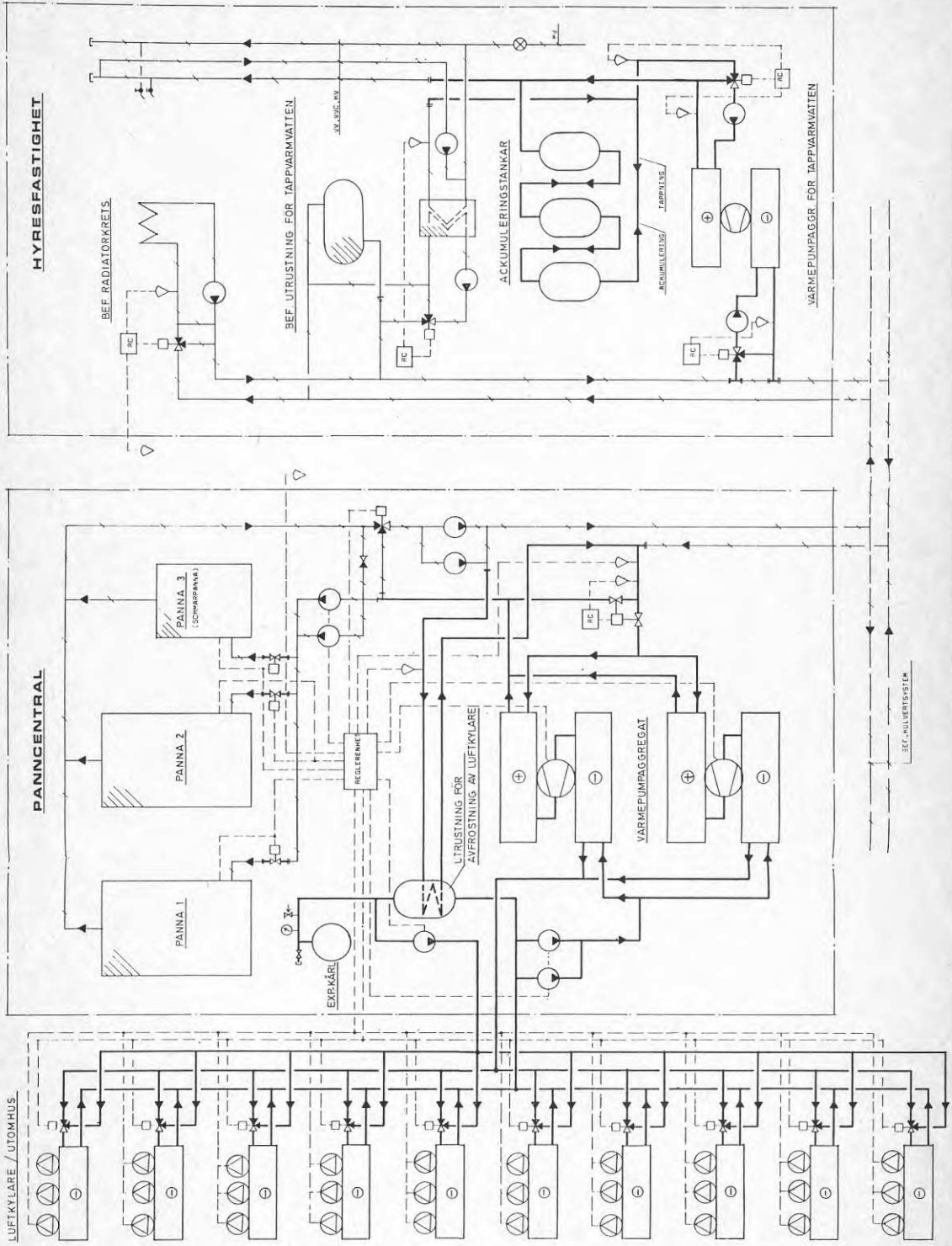
SEKTION A-A



SEKTION B-B

PLAN AV BEF. UNDERCENTRAL HUS I, J

PROJEKT KYRKBYN I GÖTEBORG



6 KOSTNADER

6.1 Anläggningskostnader

Med ledning av förprojekteringen, som redovisas i avsnitt 5 så har följande anläggningskostnader kalkylerats fram. Kostnaderna redovisas nedan i sammandrag.

Kalkylsammandrag

A. Panncentral

Värmepumpsaggregat	1.200.000:--
Luftkylare	650.000:--
Rörarbeten utomhus	180.000:--
Rörarbeten inkl. utrustning inomhus	190.000:--
Styranläggning	200.000:--
Elarbeten	550.000:--
Elverket	250.000:--
Byggnadsarbeten	<u>125.000:--</u>
	3.345.000:--

B. Undercentraler

Värmepumpsaggregat inkl. styr (22 st)	880.000:--
Akkumulatorer (3 st/uc)	300.000:--
Rörarbeten	290.000:--
Elarbeten	70.000:--
Byggnadsarbeten	<u>140.000:--</u>
	1.680.000:--

C. Övriga anläggningar

Komplettering av befintliga tilluftsaggregat	60.000:--
Flyttning av befintliga lägenhetsförråd etc	<u>40.000:--</u>
	100.000:--

D. Oförutsett

	<u>300.000:--</u>
--	-------------------

Summa anläggningskostnader

	<u><u>5.425.000:--</u></u>
--	----------------------------

E. Konsultkostnader

VVS-konsult	
El-konsult	
Samordning, administration	<u>500.000:--</u>
Summa totalt	<u><u>5.925.000:--</u></u>

6.2 Lönsamhetsbedömning

Enligt kalkylsammandraget ovan har de egentliga anläggningskostnaderna kalkylerats till totalt 5,2 Mkr. I kalkylen har inkluderats normalt påslag för sk oförutsedda kostnader med 300 kkr. De olika anläggningsdelarna har under förprojekteringen specificerats i materiel och arbeten som prissatts enligt "entreprenörmodell". Kostnadsläget är juli 1982.

Kostnaderna för konsultarbeten dvs detaljprojektering, samordning, administration och byggledning fram tom driftfärdig anläggning har uppskattats till ca 500 kkr.

Kostnader för speciell driftuppföljning och utvärdering av anläggningen som ev experimentbyggnadsprojekt har inte medtagits.

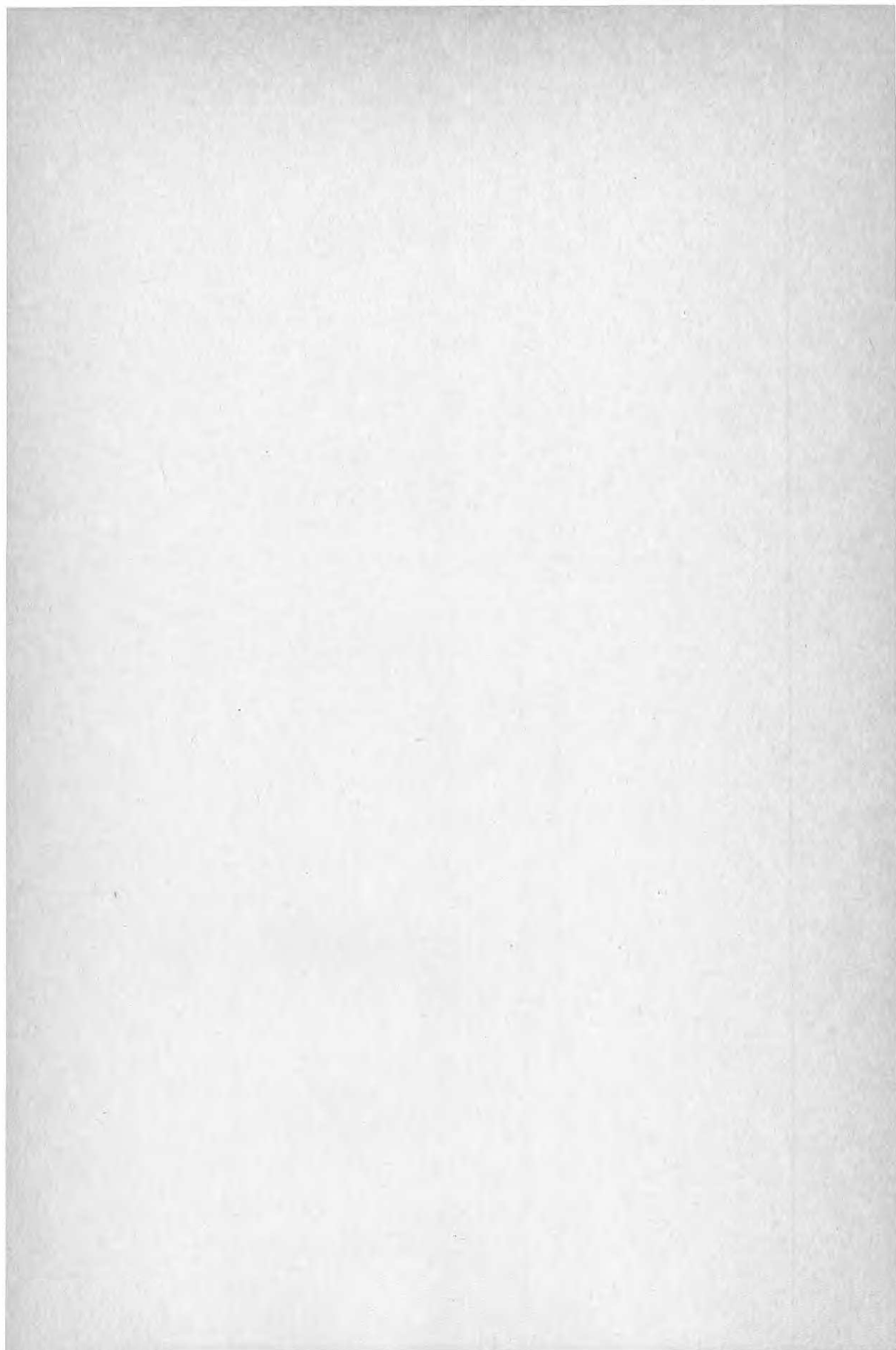
I kostnaderna ingår inte mervärdeskatt.

Investeringen för fullt färdig anläggning dvs anläggnings- och konsultkostnader blir enligt ovan sammanlagt 5,7 Mkr exkl. mervärdeskatt.

Driftskostnadsminskningen har enligt avsnitt 4.3 beräknats till 850 kkr/år.

Med investeringen 6,0 Mkr och driftkostnadsminskningen ca 850 kkr/år blir återbetalningstiden $6000/850 = 7,0$ år. Investeringen blir $6000/830 = 7,2$ kkr per m^3 /år minskad oljeförbrukning.

Lönsamheten kan betecknas som rimlig särskilt med tanke på att anläggningstypen representerar en hittills oprövad systemteknik inom ett intressant område dvs flerbostadshus med gemensam oljeeldad panncentral sk gruppcentral.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
810313-6 från Statens råd för byggnadsforskning
till Totalinstallation AB, Göteborg.**

R13: 1983

ISBN 91-540-3874-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700713

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 25 kr exkl moms