



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

R87:1983

**Elmotordriven värmepump för
luft/vatten i Backatorp,
Göteborg**

**Ronald Löving
Bernt Bäckström**

*R
8/11*

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

Sc

Byggforskningsrådet

R87:1983

ELMOTORDRIVEN VÄRMEPUMP FÖR LUFT/VATTEN
I BACKATORP, GÖTEBORG

Ronald Löving
Bernt Bäckström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800429-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till Göteborgs stads bostadsaktiebolag, Göteborg.

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

R87:1983

ISBN 91-540-3988-6
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING.....	5
1 INLEDNING.....	6
2 ORIENTERING OM OBJEKTET.....	7
3 IDÉSKISSER OCH PRELIMINÄRA FÖRSÖRJNINGSSALTERNATIV.....	10
3.1 Allmänt om värmepumpar.....	10
3.2 Dimensioneringsexempel.....	11
3.3 Utredningsalternativ.....	14
3.3.1 Energiförbrukning.....	14
3.3.2 Drifkostnader.....	15
3.3.3 Anläggningskostnader.....	16
3.3.4 Diskussion.....	17
3.3.5 Kommunens handläggning.....	19
4 TEKNISKA PRINCIPLÖSNINGAR	
4.1 Lösning A..... Bivalent system. Panncentral för spetslast och reserv samt central luft/vattenvärmepump	20
4.2 Lösning B..... Bivalent system. Panncentral med kulvertnät och under- centraler för spetslast och reserv. Lokalt placerade värmepumpar.	22
4.3 Lösning C..... Bivalent system. "Villavärmepumpar" med el som tillsats och reserv för enbostadshusen.	22
4.4 Lösning D..... Bivalent system för flerbostadshusen. "Villavärmepumpar" för enbostadshusen.	25
4.5 Lösning E..... Bivalent system. Panncentral för spetslast och reserv. Speciell 2-stegs-värmepump för fler- bostadshusen och radiatorer för tapp- varmvatten.	25
4.6 Lösning F..... Bivalent system för flerbostadshusen. "Villavärmepumpar" för enbostadshusen.	28

4.7	Lösning G.....	28
	Monovalent system med 2-stegsvärme- pumpar för flerbostadshusen och separata villavärmepumpar för enbostadshusen.	
4.8	Lösning H.....	31
	Monovalent system. Lägenhetsvisa värmepumpar i flerbostads- husen och lågtemperatursteg för varje flerbostadshus. "Villavärmepumpar i enbostadshusen.	
4.9	Lösning J.....	31
	Monovalent system med el som tillsats och reserv.	
4.10	Lösning K.....	31
	Bivalent system. Värmepumpar i undercentralerna för flerbostadshusen. Värmetransport från de anslutna husen frånluft via kv- och vvc-ledningarna.	
5	TEKNISK LÖSNING - TVÅ HUVUDALTERNATIV.	35
5.1	Värmepumpar i panncentralen.....	38
5.2	Värmepumpar i undercentralen.....	41
5.3	Anläggningskostnader.....	45
5.3.1	Värmepumpar i panncentralen.....	45
5.3.2	Värmepumpar i undercentralen.....	46
5.4	Kostnadsjämförelser.....	47
6	PROJEKTLÄGE.....	48
6.1	Handlingsplan.....	48
6.2	Projektläge i juli 1981.....	48
6.3	Ändrade förutsättningar.....	49

BILAGOR

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport avser att beskriva och sammanfatta värme-pumpprojekt BACKATORP, Göteborg.

Den ursprungliga avsikten var att projektet skulle fullföljas som ett experimentbyggnadsprojekt omfattande oljeeldade panncentral i kombination med uteluftvärmepumpar, sk bivalent system.

Beslutet om byggande av bostadsområdet har emellertid uppskjutits på obestämd tid varför det ansetts lämpligt att avrapportera projektet i det läge det befann sig vid halvårsskiftet 1981.

Det planerade bostadsområdet omfattar ca 720 bostadslägenheter, som skall värmeförsörjas med vattenburen värme. Maxeffektbehovet är preliminärt beräknat till drygt 5 MW värme.

Idéskisser till försörjningsalternativ började diskuteras hösten 1979. Ett antal alternativ bl a med värmepumpar med kombinerad eldiesel drift utreddes tillsammans med eldistributören, men dessa är inte ekonomiskt acceptabla. Alternativa lösningar med värmepumpar presenterades för energipolitiska ledningsgruppen i Göteborg.

Under hösten 1980 fick Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag i uppdrag av kommunen att svara för värmeförsörjningen i Backatorp med hjälp av en oljeeldad panncentral i kombination med värmepumpar.

Ett 10-tal tekniska principlösningar har presenterats och utvärderats. Ansträngningar har gjorts att utnyttja frånluft från bostadslägenheterna som värmekälla för värmepumpar, men dessa förslag har av olika skäl förkastats.

Två huvudalternativ till teknisk lösning har vidarebearbetats nämligen:

- bivalent system med oljeeldad panncentral, distributionsnät och luft/vatten-värmepumpar i panncentralen
- bivalent system med oljeeldad panncentral, distributionsnät och luft/vatten-värmepumpar placerade i undercentralerna.

En teknisk-ekonomisk utvärdering visar att den förstnämnda lösningen är fördelaktigast för det aktuella objektet. Flera av de här förkastade lösningarna har ansetts vara av intresse för andra objekt exempelvis områden med befintliga flerbostadshus. Panncentralen med den centrala värmepumpanläggningen var då projektet stoppades under förberedande projektering.

Preliminära anbud på värmepumpaggregaten hade inkommit i januari 1981.

Förfrågningsunderlaget för värmepumpaggregaten inkluderar en systemlösning med indirekt kylning av uteluften med hjälp av köldbärarsystem. Sannolikt skulle denna lösning ha förlorat.

Av en föreslagen handlingsplan för projektets fullföljande fram till slutförd projektering kan avslutningsvis nämnas följande:

- efter val av systemlösning, dimensionering av aggregat och batterier samt lay-out-skisser görs en kostnadskontroll
- därefter sker bl a kontroll av bullerstörningar och kontakter tas med eldistributör och berörda myndigheter
- slutgiltig teknisk lösning fastställs efter ytterligare en kostnadskontroll och lönsamhetsbedömning
- efter beslut om bl a upphandlingsform och tidplan kan projekteringen.

1 INLEDNING

Panncentraler i bostadsområden kompletterade med el och/eller dieselmotordrivna värmepumpar har de senaste åren diskuterats. Avsikten är att nedbringa oljeförbrukningen respektive att på bästa sätt utnyttja tillgänglig eleffekt och energi.

Idén med kombinerad el- och dieseldrift nämndes på tidigt stadium för representanter för Statens råd för byggnadsforskning, BFR, som visade intresse för den presenterade projektskissen. Målet är att få till stånd s k pilotanläggningar av olika slag för att vinna erfarenhet av projektering, byggande och drift. Förutsättningarna skall vara så generella som möjligt för att i framtiden ge bredast möjliga tillämpning.

Det planerade området Backatorp i Göteborg ansågs vara lämpligt att delvis värmeförsörja med en pann/värmepumpcentral av nämnda slag och skulle bli ett s k pilotprojekt.

Bl a gäller

- att totala värmeeffektbehovet har rimlig storlek
- att området är helt nytt varför försörjningssätt, temperaturnivåer etc kan väljas utan hänsyn till befintliga installationer
- att en lämplig fördelning mellan oljeeldning, värmepumpdrift och elvärme kan planeras och prövas under realistiska förhållanden.

S k alternativ värmeförsörjning, i första hand med större värmepumpar, började diskuteras för Backatorp hösten 1979.

2 ORIENTERING OM OBJEKTET

Det planerade bostadsområdet Backatorp är indelat i 7 delområden, enligt planskiss.

Delområdena 3 och 4 omfattar sammanlagt 50 st friliggande enbostadshus, total lägenhetsyta ca 7500 m², effektbehov för uppvärmning och tappvarmvatten = 600 kW (12 kW per hus).

Områdena anses bära elvärmeförsörjas och eventuellt förses med uteluftvärmepumpar för energibesparing. Områdena 3 och 4 lämnas här utan avseende vid den fortsatta behandlingen.

Sammanfattningsvis gäller följande:

Område	Antal lgh	Effektbehov uppv. + vv MW	Årsenergibehov uppv. + vv MWh/år
1 + 2	425	3	7300
5+6+7	295	2,6	5300

I ovan angivna effekt- och energiuppgifter ingår behoven för butiker, barnstugor och en skola med ca 600 kW respektive ca 1400 MWh/år. Det må observeras att effektuppgifterna är summan av teoretiska maxeffektbehov vilket innebär att maxeffekten inte justeras med hänsyn till sammanlagring medan kurvan i övrigt i varaktighetsdiagrammet är ritat så att fulleffektdriftstiden blir ca 2300 h/år, d v s ett tämligen normalt värde.

Beräknade effektbehov m m har hämtats från preliminär kostnadsutredning utförd av Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag, jämför bilaga 1.

FRIDHEMS
KYRKOGRÅRD

LHAGENS
SJKHUS

GRÖNOMRÅDE

ÅKETORP

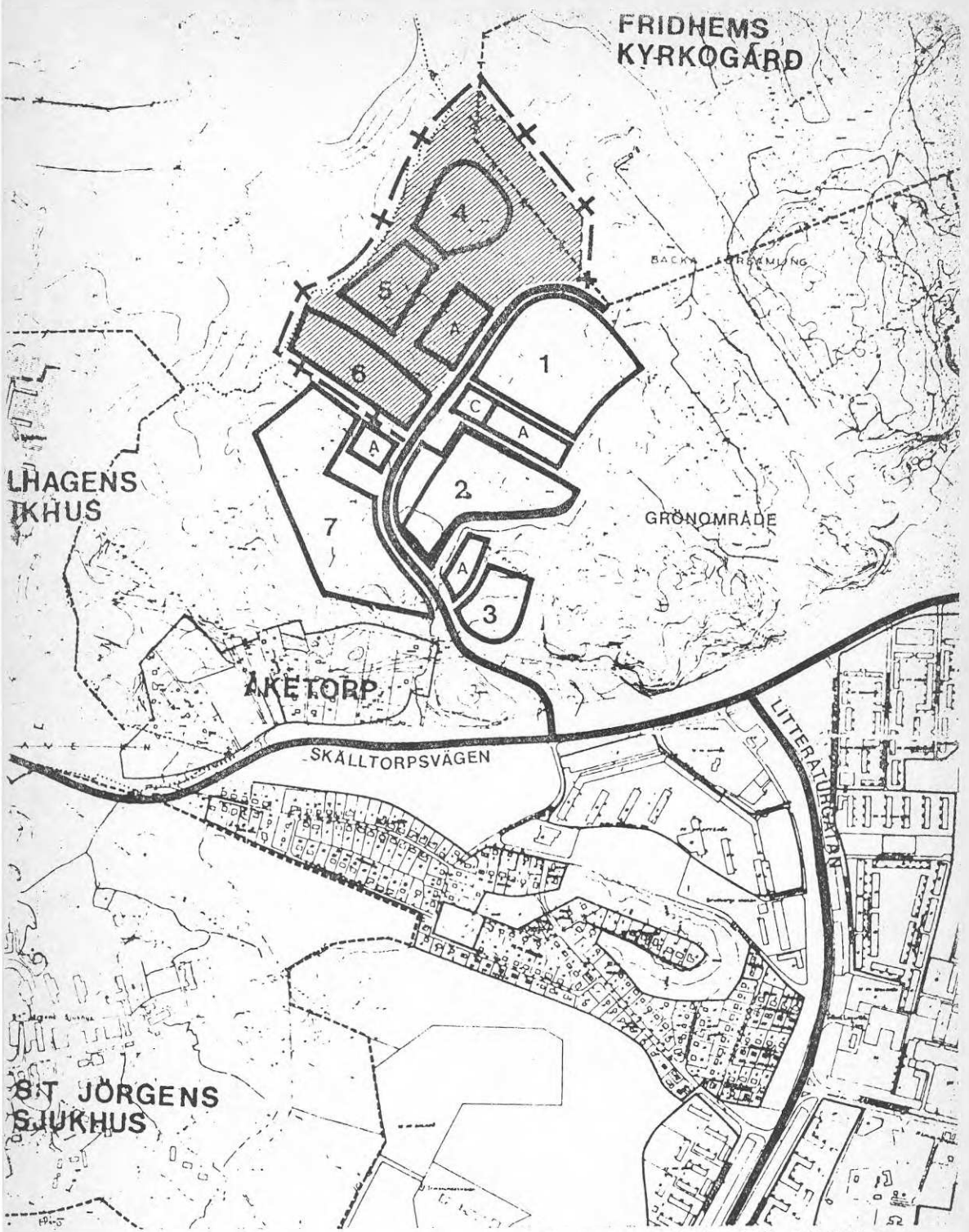
SKÅLLTORPSVÄGEN

LITERATURGATAN

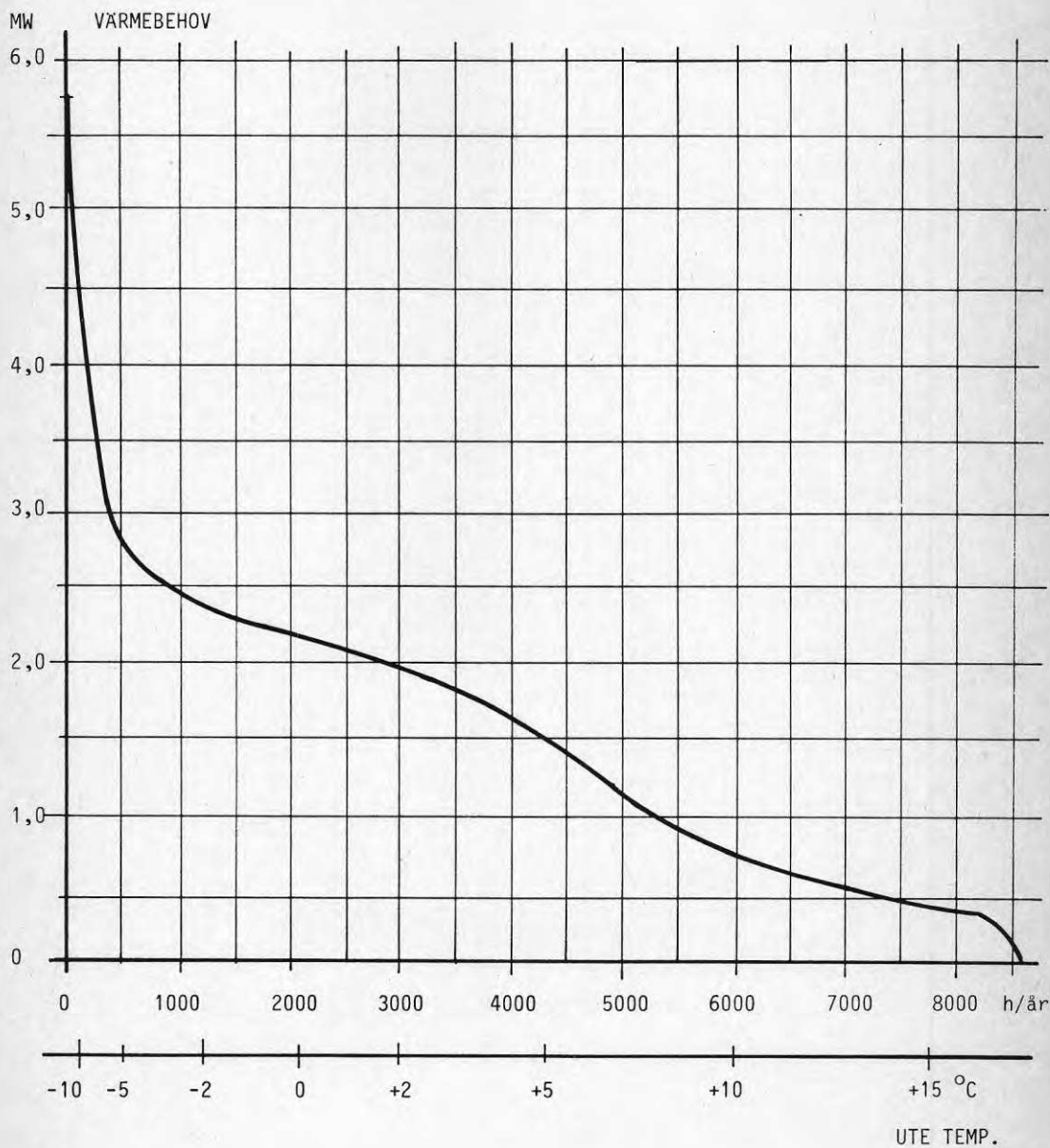
S:t JÖRGENS
SJKHUS

Göteborgs stads bostadsaktiebolag
Tekniska gruppen - Projektledningen
BACKATORP

- + - PLANOMRÅDESGRÄNS
- A TOMT FÖR ALLMÄNT ÄNDAMÅL
- C LÄGE FÖR BUTIK
- 1-7 BOSTADSKVARTER



PANNCENTRAL MED VÄRMEPUMP



EFFEKTBEHOVETS VARAKTIGHET

3 IDESSKISSER OCH PRELIMINÄRA FÖRSÖRJNINGSLTERNATIV

Under våren 1980 diskuterades och preliminärutreddes ett antal försörjningsalternativ varvid bl a möjligheterna till kombinationer av el- och dieseldrift belystes.

Materialet redovisas sammanfattningsvis nedan.

3.1 Allmänt om värmepumpar

Med hjälp av en s k värmepump kan värme som bekant pumpas upp från en lägre till en högre temperatur.

Värmefaktorn liksom en viss värmepumpanläggnings kapacitet - värmeeffekt - är starkt beroende av de temperaturnivåer mellan vilka värmepumpen arbetar.

Det är således viktigt

- att värmekällans temperatur är så hög som möjligt
- att avgiven värme kan distribueras och nyttiggöras vid så låg temperatur som möjligt.

Elenergi kan vara en lämplig energiform för drift av värmepumpar. För att detta skall vara rimligt förutsättes dock att elenergin kommer från vatten- eller kärnkraftverk eller möjligen från kraftvärmeverk.

Skulle elkraften komma från oljeeldade kondenskraftverk eller gasturbinkraftverk så kan värmepumpen energimässigt inte motiveras.

Som alternativ till elmotordrift finns förbränningsmotordrivna värmepumpar d v s med olja eller gas som primär drivenergi. Gasdrift är för närvarande inte aktuell i Sverige. Däremot kan dieselmotordrift vara ett alternativ och mycket ungefärligt kan sägas att 1,5 å 2 ggr så mycket värme per m³ olja kan erhållas med hjälp av en dieselvärmepump jämfört med om oljan bränns i en panna.

En kombination av el- och dieseldrift kan också ha flera fördelar. Detta innebär att värmepumpanläggningens kompressorer är elmotordrivna men elenergi till dessa framställs när så behövs med hjälp av diesel drivna elgeneratorer. Dessa dieselelverk ger också värme i rökgaser och kylvatten, som måste tillvaratas och detta gäller givetvis också fallet direkt diesel drivna värmepumpar.

Dieselelverket måste placeras så att dess värme kan distribueras som pumpvarmvatten och nyttiggöras.

Kombinationsdriften möjliggör:

- att värmepumparna vid tillgång på eleffekt drivs nätanslutna
- att el och värme från dieselelverket utnyttjas då den tillgängliga elnäteffekten inte längre är tillräcklig.

Med den ovan skisserade lösningen kan det också vara motiverat att ha vattenburen värme i den tätare bebyggelsen i ett visst område och direkt elvärme i den omkringliggande glesare bebyggelsen.

Av tekniskt-ekonomiska skäl kan en central värmepump inte dimensioneras för att klara det kortvariga maximala effektbehovet under de kallaste dygnen. Själva den sk spetslasten bör lämpligen täckas med en oljeeldad panna, som samtidigt utgör haverireserv och som således normalt är i drift endast en mycket kort period varje vinter.

Principen för fördelning av driften framgår också av ett exempel nedan.

3.2 Dimensioneringsexempel

I bifogade varaktighetsdiagram visas

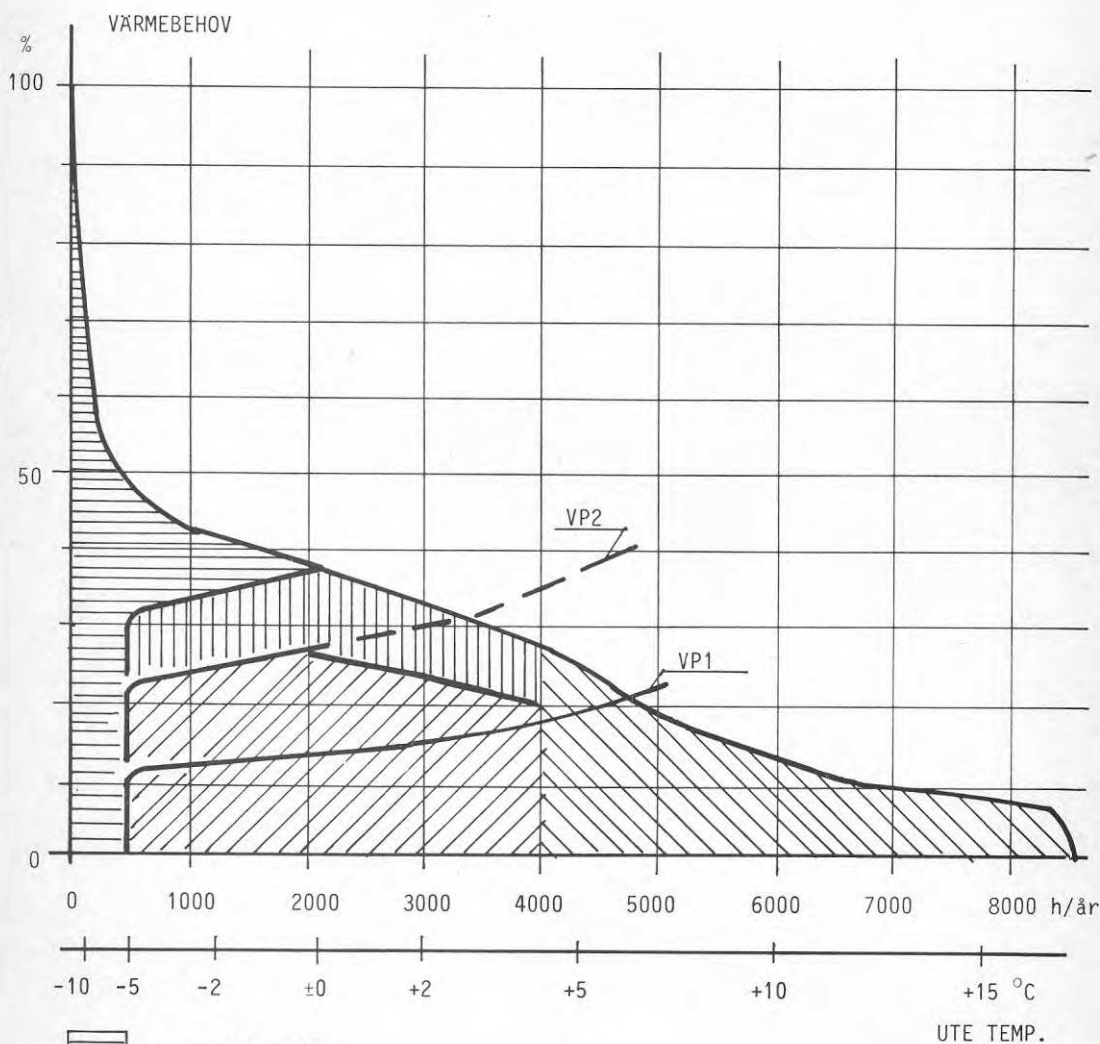
- dels en tänkbar dimensionering av två värmepumpaggregat med uteluft som värmekälla
- dels värme från dieselmotorer om dessa är i drift vid utetemperaturer lägre än ca $+4^{\circ}\text{C}$ och högre än ca -5°C .





Med de i diagrammet antagna förhållandena, som är ett exempel på dimensionering, erhålles följande:

- kondensorvärme från ett värmepumpaggregat (VP1) täcker ensamt behovet ner till utetemperaturen ca $+7^{\circ}\text{C}$
- med elmotordrift täckes värmebehovet vid utetemperaturer högre än ca $+3^{\circ}\text{C}$ med kondensorvärme från VP1 + VP2
- värme från dieselmotor (avgaser och kylvatten) + kondensorvärme från VP1 och VP2 täcker värmebehovet ner till utetemperaturer på ca $\pm 0^{\circ}\text{C}$
- tillsatsvärme från oljeeldad panna erfordras vid utetemperaturer lägre än ca $\pm 0^{\circ}\text{C}$ och vid utetemperaturer lägre än ca -5°C antas hela effektbehovet täckt av oljeeldade pannor som ger ca 20% av årsenergi behovet

PANNCENTRAL MED VÄRMEPUMP

EXEMPEL PÅ ENERGIFÖRDELNING MED DIESEL-EL-DRIFT



-  = OLJEELDNING
-  = VÄRMEPUMPAR, DIESELDRIFT
-  = VÄRME FRÅN DIESELMOTORER
-  = VÄRMEPUMPAR, ELDRIFT

- dieseldrivna värmepumpar i drift vid utetemperaturer över -5°C och under $+4^{\circ}\text{C}$ ger ca 50% av årsenergibehovet (oljeförbrukningen här för är ca 30% av den mängd olja som skulle ha förbrukats om totala årsvärmebehovet tillgodosattes med enbart oljeeldning)
- energibehovet vid utetemperaturer över $+4^{\circ}\text{C}$ är 30% av årsenergibehovet och tänkes i exemplet bli täckt med eldrivna värmepumpar (huvudsakligen av ett aggregat, VP1)
- den sammanlagda oljeförbrukningen för pannor och dieselmotorer är ca 50% av den oljekvantitet, som skulle ha förbrukats vid enbart oljeeldning.

Maximala effektbehovet för uppvärmning och varmvatten i områdena 1, 2, 5, 6 och 7 i Backatorp är preliminärt beräknat till ca 5,6 MW. Områdena 3 och 4 förutsättes elvärmda och effektbehovet för centrumbebyggelsen är inte medräknat.

Ett dimensioneringsalternativ kan också vara att endast områdena 1 och 2, de tätare delarna av områdena 6 och 7 samt eventuellt delar av centrumbebyggelsen förses med vattenburen värme d v s försörjs från pann/värmepump-centralen. Det maximala effektbehovet (ut från centralen) kan då uppskattas till ca 4 MW.

Det övriga värmeeffektbehovet, ca 2 MW, tillgodoses med direktel och eventuellt i viss utsträckning med lokala, mindre värmepumpar. Med maximala värmeeffektbehovet 4 MW och med de förutsättningar, som antagits i varaktighetsdiagrammet så erhålles sammanfattningsvis:

- totala värmebehovet ca 8.800 MWh/år
- 20% = 1.760 MWh/år genom oljeeldning som förbrukar ca 220 m³ olja per år
- 50% = 4.400 MWh/år genom dieseldrivna värmepumpar som förbrukar ca 330 m³ dieselolja per år
- 30% = 2.640 MWh/år genom eldrivna värmepumpar som förbrukar ca 1000 MWh/år elenergi från nätet
- värmepumparna skall vid utemperaturen $+6^{\circ}\text{C}$ ha en kapacitet på ca 2 x 0,8 MW värme. Maximala eleffektbehovet per värmepumpsaggregat är ca 350 kW. Maximala eleffektbehovet för värmepumpdriften kan uppskattas till ca 600 kW.

Den ovan uppskattade årsförbrukningen på ca 550 m³ olja och ca 1000 MWh elenergi kan jämföras med ca 1.100 m³ olja per år vid enbart oljeeldning alternativt ca 8.800 MWh elenergi vid direkt elvärme.

Oljeförbrukningen har således halverats och under mer än halva året förekommer i det här skisserade fallet ingen oljeförbrukning alls.

Om dieseldriften skulle utgå och värmepumpaggregaten drivas med elenergi från nätet så skulle vid i övrigt oförändrade förhållanden följande värden komma att gälla:

- 40% av energibehovet eller ca 3.500 MWh/år får täckas med oljeeldning (ca 440 m³/år)
- resterande 60% av årsenergibehovet (= 5.300 MWh/år) kräver för värmepumpdriften ca 2.500 MWh/år elenergi. Effektbehovet för värmepumparna är ca 650 kW och utnyttningstiden blir således ca 3.800 h/år.

3.3 Utredningsalternativ

Representanter för Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag och Energi-verken (Elverket) har tillsammans diskuterat och värderat följande värmeförsörjningsalternativ:

Alternativ 1

Oljeeldad panncentral för hela värmeförsörjningen.

Värmedistribution i s k 2-rörs kulvertnät till undercentraler med värmeväxlare.

Lokala beredare för tappvarmvatten med viss ackumulering.

Alternativ 2a

Lika alternativ 1, men panncentralen också försedd med elmotor-drivna värmepumpaggregat med uteluft som värmekälla.

Värmepumpaggregaten täcker totala effektbehovet vid utetemperaturer högre än ca -2°C , d v s har en värmeeffekt på ca 2,4 MW.

Alternativ 2b

Lika alternativ 2a, men anläggningen dessutom kompletterad med dieselaggregat för elförsörjning av värmepumpaggregaten.

Alternativ 3

Ett annat försörjningsalternativ är följande:

- områdena 1 + 2 (ca 3 MW) förses med vattenburen värme
- områdena 5+6+7 (ca 2,6 MW) förses med elvärme.

Värmecentralerna utrustas med:

- dieselaggregat för 2,6 MW som samtidigt ger ca 3 MW värme i vatten vid fullast
- elmotordrivna värmepumpaggregat, ca 1,3 MW värme vid utetemperatur ca -2°C
- oljepanna som reserv, ca 3 MW
- elnätet som reserv för diesel-el-effekten (2,6 MW).

3.3.1 Energiförbrukning

Energiförbrukningen under ett normalår blir för de olika alternativen beräkningsmässigt följande:

Alternativ 1

Ärsenergi ca 12.600 MWh/år motsvarande ca 1.600 m³ Eo1/år.

Alternativ 2a

ca 450 m³ Eo1/år

ca 3.900 MWh el/år från elnätet

Effektbehov ca 1,1 MW vid utetemperatur -2°C .

Alternativ 2b

ca 450 m³ Eo1/år för pannor

ca 500 m³ Eo1/år för dieselmotor

ca 1.425 MWh/år från elnätet

Det har förutsatts att värmepumparna drivs helt nätanslutna vid utetemperaturer högre än ca +5°C, d v s vid ett värmeeffektbehov av ca 1,5 MW och ett eleffektbehov för värmepumpar av ca 0,65 MW från nätet.

Alternativ 3

Antas att diesel-el-aggregatet ensamt klarar energiförsörjningen vid utetemperaturer lägre än ca -2°C så blir oljeförbrukningen för att täcka ca 1.700 MWh el och 1.900 MWh värme ca 550 m³ Eo1.

Resterande energibehov under året utgörs av 4.200 MWh el för elvärme och 4.800 MWh värme. Antas den sistnämnda energimängden genererad med nätanslutna värmepumpar så åtgår för dessa ca 2.200 MWh el.

Totalt förbrukas således:

- ca 550 m³ Eo1/år
- ca 6.400 MWh el/år

3.3.2 Driftkostnader

Med de ovan beräknade energimängderna och priserna

- 1.300:- kr/m³ för Eo1
- 190:- kr/MWh för el

blir de rena energikostnaderna för de olika alternativen följande:

Alternativ 1

$$1.600 \text{ m}^3 \text{ Eo1} \text{ \AA } 1.300\text{:} = 2.08 \text{ Mkr/\AA}$$

Alternativ 2a

$$450 \text{ m}^3 \text{ Eo1} \text{ \AA } 1.300\text{:} = 0,585$$

$$3.900 \text{ MWh} \text{ \AA } 190\text{:} = \underline{0,471}$$

$$\text{S:a } 1.326 \text{ Mkr/\AA}$$

Alternativ 2b

$$950 \text{ m}^3 \text{ \AA } 1.300\text{:} = 1,235$$

$$1.425 \text{ MWh} \text{ \AA } 190\text{:} = \underline{0,271}$$

$$\text{S:a } 1.506 \text{ Mkr/\AA}$$

Alternativ 3

$$550 \text{ m}^3 \text{ Eo1} \text{ \AA } 1.300\text{:} = 0,715$$

$$6.400 \text{ MWh} \text{ \AA } 190\text{:} = \underline{1,216}$$

$$\text{S:a } 1.931 \text{ Mkr/\AA}$$

3.3.3 Anläggningskostnader

Anläggningskostnaderna har inte i detalj kunnat beräknas för samtliga alternativ men vissa kostnader av särskild betydelse för jämförelser av alternativen har framtagits med den noggrannhet som det preliminära underlaget tillåter.

Alternativ 1

Anläggningskostnaden för panncentral, primärdistributionsnät och undercentraler har av Bostadsbolaget tidigare (nov -79) beräknats till ca 5,3 Mkr.

Häri ingår således inte kostnaderna för sekundärledningar, varmvattenberedare och övriga installationer i husen.

Med tanke på det konventionella försörjningssättet finns ingen anledning att dimensionera för annat än helt vanliga temperaturer.

Alternativ 2a

Alternativet omfattar panncentral, enligt alternativ 1, samt el-motordrivna värmepumpar för drift vid utetemperaturer över ca -2°C .

Med hänsyn till dimensionering av värmeväxlare i undercentraler och vv-beredare (tapp vv-temp ca $+50^{\circ}\text{C}$ har antagits) har temperaturerna $+70/+40^{\circ}\text{C}$ vid utetemperaturen -2°C ansetts erforderliga.

Dessa data kan hållas utan s k lågtemperaturdimensionering eftersom oljepannan tar över lasten vid lägre utetemperatur, d v s högre effektbehov.

De nämnda vattentemperaturerna är inte de allra lämpligaste för värmepumpdrift men med tanke på behovet av undercentraler och tappvarmvattentemperaturen så kan inte nämnvärt bättre värden påräknas i praktiken.

Med hänsyn till ovannämnda driftdata och uteluft som värmekälla krävs en relativt komplicerad värmepumpanläggning. En 2-stegsanläggning med viss värmeackumulering har i detta fall antagits. Trots detta blir den beräknade totala värmefaktorn inte högre än 2,2 vid -2°C utetemperatur och ca 2,4 vid utetemperatur $+15^{\circ}\text{C}$.

Anläggningskostnaden för driftsfärdig sådan värmepumpanläggning inklusive del i byggnad har beräknats till ca 5,8 Mkr. Värmepumpkapaciteten är då ca 2,4 MW värme, d v s motsvarar behovet vid -2°C ute.

Effeektbehovet är ca 1,1 MW från nätet.

Anläggningen är så utformad att verkningsgraden någorlunda kan bibehållas inom hela effektområdet. Hänsyn har som sagts tagits till behovet av viss intern värmeackumulering, avfrostning m m.

Sammanlagda anläggningskostnaden blir således $5,3 + 5,8 = 11,1$ Mkr. För transformatorstation tillkommer 0,4 Mkr varför slutsumman blir 11,5 Mkr.

Alternativ 2b

För detta alternativ tillkommer kostnaderna för diesel-el-anläggningen med kringutrustning och byggnad. För en anläggning med en effekt på ca 1 MW el är den beräknade totalkostnaden ca 3,0 Mkr.

Totala anläggningskostnaden för värmecentralen i detta utförande är således $5,3 + 5,8 + 3,0 = 14,1$ Mkr.

Eleffektbehovet från nätet är i det antagna driftfallet ca 0,65 MW.

Alternativ 3

Totala anläggningskostnaden för ett dieselaggregat för 2,6 MW el kan uppskattas till ca 6,0 Mkr.

Pannan är enbart reservpanna med en effekt av ca 3 MW varför anläggningskostnaden för den konventionella delen kan antas sjunka till ca 4,4 Mkr.

Anläggningskostnaden för värmepumpen, 1,3 MW värme, är ca 4,6 Mkr varför totalsumman blir $4,4 + 4,6 + 6,0 = 15,0$ Mkr.

I sammanhanget bör observeras att elvärme användes i områdena 5 och 7 varigenom installationskostnaden i dessa blir lägre jämfört med vattenburen värme.

Minskningen kan uppskattas till ca 3,4 Mkr varför den jämförbara totalkostnaden för alternativet minskar till $15,0 - 3,4 = 11,6$ Mkr.

Max eleffektbehovet från nätet är ca 1,1 MW för elvärme och 0,6 MW för värmepumpdriften vilket ger totalt ca 1,7 MW.

3.3.4 Diskussion

En värdering av de olika försörjningsalternativen med hjälp av bl a de ovan angivna drift- och anläggningskostnaderna ger sammanfattningsvis följande resultat.

Inget av alternativen med dieselmotor, d v s alternativ 2b och 3, kan försvaras ekonomiskt.

Alternativ 2b ger visserligen den lägsta elnätbelastningen, i det beräknade driftfallet max 0,65 MW eller ca 0,45 MW lägre än i alternativ 2a.

Anläggningskostnaden är dock ca 2 Mkr högre och driftskostnaden (energi) ca 0,2 Mkr/år högre för alternativ 2b än för alternativ 2a. Skillnaderna kan inte kompenseras med en lägre effektavgift för det minskade eleffektbehovet på ca 450 kW.

Kvar står alternativen 1 och 2a, d v s enbart oljepannor eller oljepannor och eldriven värmepump.

Genom 2a kan beräkningsmässigt oljeförbrukningen minskas med 1.150 m^3 per år eller mer än 70%. Eleffektbehovet på max ca 1,1 MW bortfaller under den kallaste delen av året, vid utetemperaturer lägre än ca -2°C , och värmepumpanläggningen är således ett ur leverantörens synpunkt fördelaktigt belastningsobjekt. Någon speciellt förmånlig eltaxa med anledning härav har dock inte erbjudits.

De beräknade driftskostnaderna gäller som nämnts ren energi - olja och el - och skillnaden mellan alternativ 1 och 2a är:

$$2,080 - 1,326 = 0,754 \text{ Mkr/år.}$$

Om anläggningen enligt alternativ 2a anses kräva något högre underhåll så må driftskostnadsskillnaden minskas till 0,65 Mkr/år,

vilket alltså skall jämföras med den ökade anläggningskostnaden på 5,8 Mkr.

Antas att extrainvesteringen genom bidrag kan minskas med exempelvis 35% till ca 3,8 Mkr blir återbetalningstiden mindre än 6 år, vilket får anses acceptabelt under förutsättning att den kvarvarande extrainvesteringen kan finansieras på ett tillfredsställande sätt. Hänsyn bör också tas till att energipriserna, särskilt när det gäller olja, kan förväntas stiga relativt snabbt vilket förbättrar värmepumpalternativets lönsamhet.

Energiförsörjningsalternativ, Backatorp översikt

Alt	Olja m ³ /år	E1 MWh/år	E1 max MW	Anl Kostn. Mkr	Energi Kostn. Mkr/år	Anm
1	1600	-	-	PC 5,3	2,080	
2a	450	3900	1,1	PC 5,3 VP <u>5,8</u> 11,1	Olja 0,585 E1 <u>0,741</u> 1,326	Transf station 0,4 Mkr
2b	950	1425	0,65	PC 5,3 VP 5,8 DG <u>3,0</u> 14,1	Olja 1,235 E1 <u>0,271</u> 1,506	
3	550	6400	1,7	PC 4,4 VP 4,6 DG <u>6,0</u> 15,0 <u>- 3,4</u> 11,6	Olja 0,715 E1 <u>1,216</u> 1,931	

3.3.5 Kommunens handläggning

Ovan redovisade utredningsmaterial har i huvudsak föredragits för energipolitiska ledningsgruppen i Göteborg.

I sammanhanget har Göteborgs Stadskontor, Planeringsavdelningen, utarbetat två PM daterade 1980-01-30 och 1980-04-25 (bilaga nr 2 och 3).

Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag erhöll hösten 1980 i uppdrag att svara för värmeförsörjningen i Backatorp med hjälp av oljeeldad panncentral i kombination med eldrivna värmepumpar - s k bivalent system.

Anledningen till att fastbränsleeldning inte övervägs i denna central är att denna hör till de mindre som Bostadsbolaget driver och att fastbränsleeldning av tekniska och ekonomiska skäl bör ifrågakomma i de större centralerna. Genom kombination med värmepumpar är oljeförbrukningen per år här också mycket låg i förhållande till den installerade effekten i Backatorp.

4 TEKNISKA PRINCIPLÖSNINGAR

Ett antal förslag till olika tekniska lösningar av värmeförsörjningssystem har upprättats för att belysa i första hand de tekniska möjligheterna att utnyttja värmepumpar.

Förslagen, som har diskuterats och utvärderats med företrädare för Bostadsbolagets tekniska grupp, framgår av principfigurer och kortfattade beskrivningar nedan.

Synpunkter, som framkommit vid ovannämnda diskussion, redovisas sammanfattningsvis i kommentarer till de olika tekniska lösningarna.

4.1 Lösning A

Bivalent system.

Panncentral för spetslast och reserv samt central luft/vattenvärmepump.

Värmedistributionen sker med pumpvarmvatten till undercentraler för 30-80 lägenheter i flerbostadshusen (typ radhus) respektive för 40-50 enbostadshus.

I undercentralerna för flerbostadshusen sker värmeväxling till radiatorvatten och tappvarmvatten. S k 4-rörssystem används här för distribution till lägenheterna.

För enbostadshusen finns 2-rörssystem mellan undercentralen och husen.

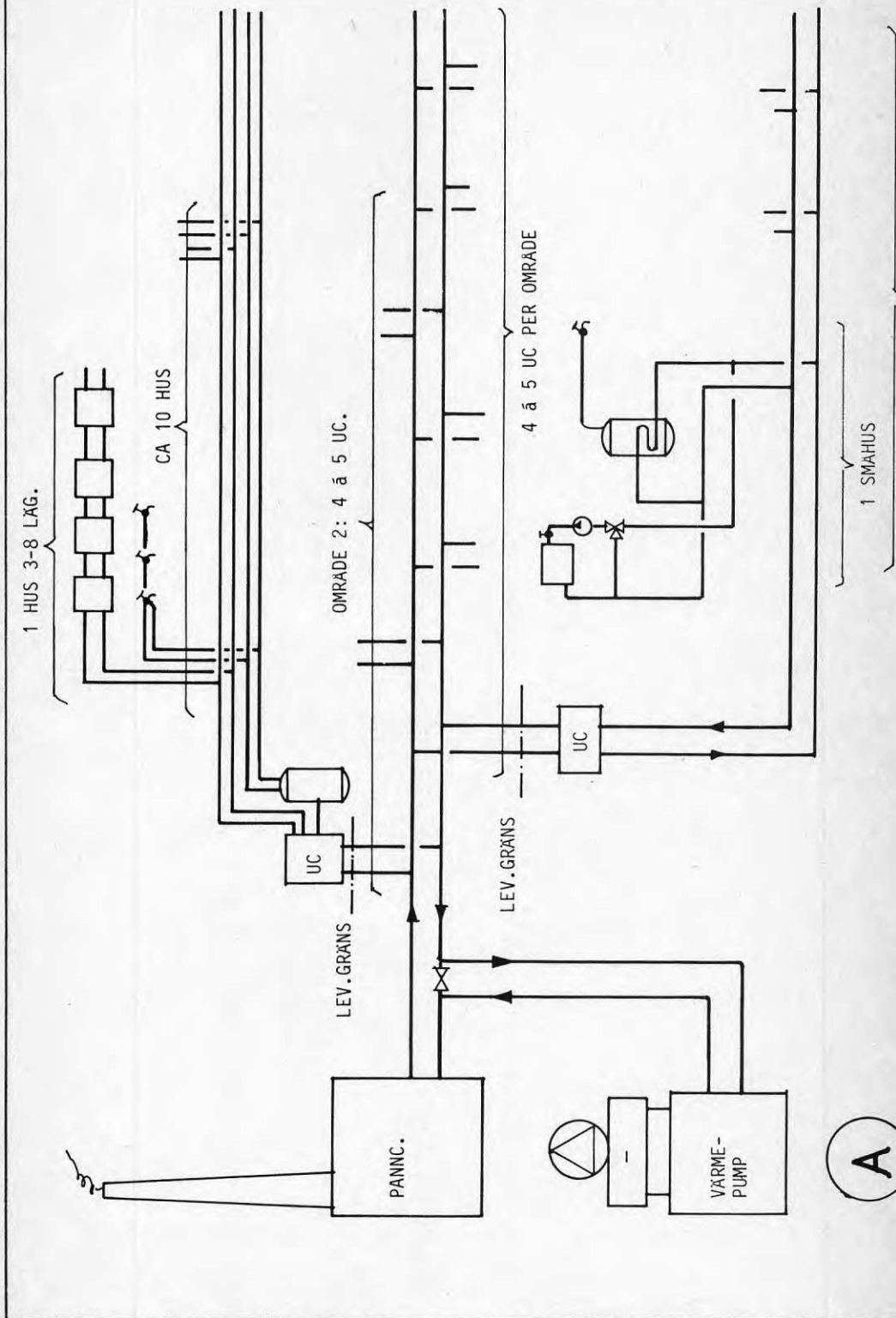
I varje hus finns ackumulerande beredare för tappvarmvatten och shunt för radiatorvatten.

Kommentarer

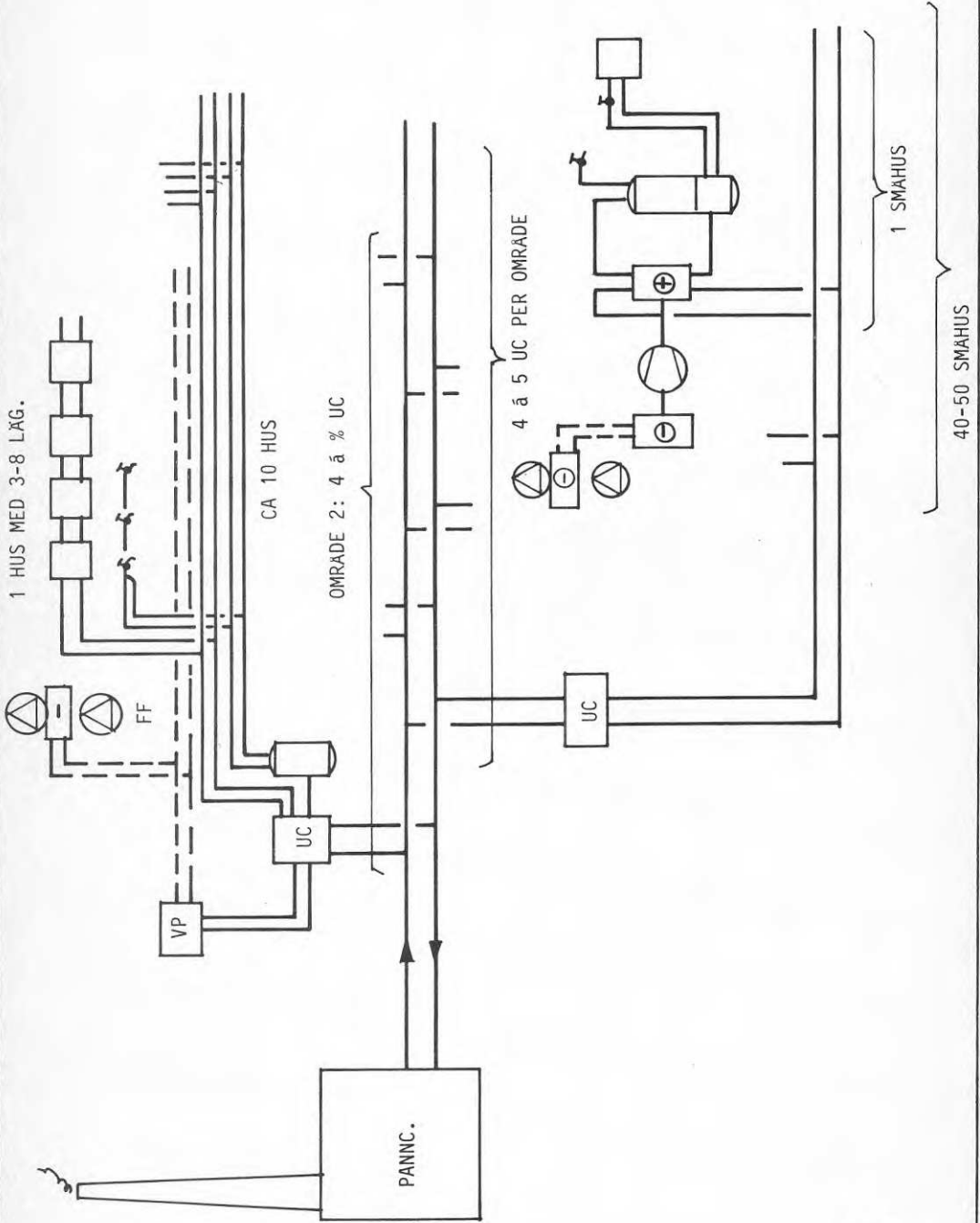
Värmepumparna är koncentrerade till panncentralen, vilket anses fördelaktigt ur skötselsynpunkt.

Lägsta framledningstemperatur bestäms av enbostadshusen och blir lägst +60°C. Speciella krav ställs på dimensioneringen av värmeväxlarna på ovannämnda punkter, men dessa har ansetts kunna uppfyllas utan alltför höga extrakostnader.

Lösningen rekommenderades som ett huvudalternativ för det fortsatta arbetet.



1 HUS MED 3-8 LÄG.



B

4.2 Lösning B

Bivalent system.

Panncentral med kulvertnät och undercentraler för spetslast och reserv. Lokalt placerade värmepumpar.

Varje undercentral för flerbostadshuset förses med värmepumpaggregat av typen köldbärare/vatten.

För värmetillförsel på förångarsidan anordnas ett köldbärarsystem parallellt med 4-rörssystemet. Köldbäraren värms i huvudsak i batterier i anslutning till frånluftsfläktar på varje huskropp om 3-8 lägenheter.

Varje enbostadshus förses med en "villavärmepump" så utrustad att "hetvatten" från det centrala distributionsnätet kan utnyttjas för tillsats och reserv.

Kommentarer

Systemet har nackdelar ur skötselsynpunkt. Det kan vara svårt att finna lämplig uppställningsplats för värmepumpaggregatet i flerbostadshuset.

Totala anläggningskostnaden kan förväntas bli hög genom de många värmepumpenheterna. Standardiserad utrustning bör dock kunna användas vilket kan förväntas hålla nere kostnaderna.

Svårigheter kan uppstå för byggherrarna inom de olika delområdena att acceptera lösningen.

Panncentralen och det centrala distributionsnätet är normalt i drift endast under höglastperioden, vilket ger lägre kulvertförluster.

Lösningen bearbetas inte vidare i detta projekt.

4.3 Lösning C

Bivalent system för flerbostadshuset.

"Villavärmepumpar" med el som tillsats och reserv för enbostadshuset.

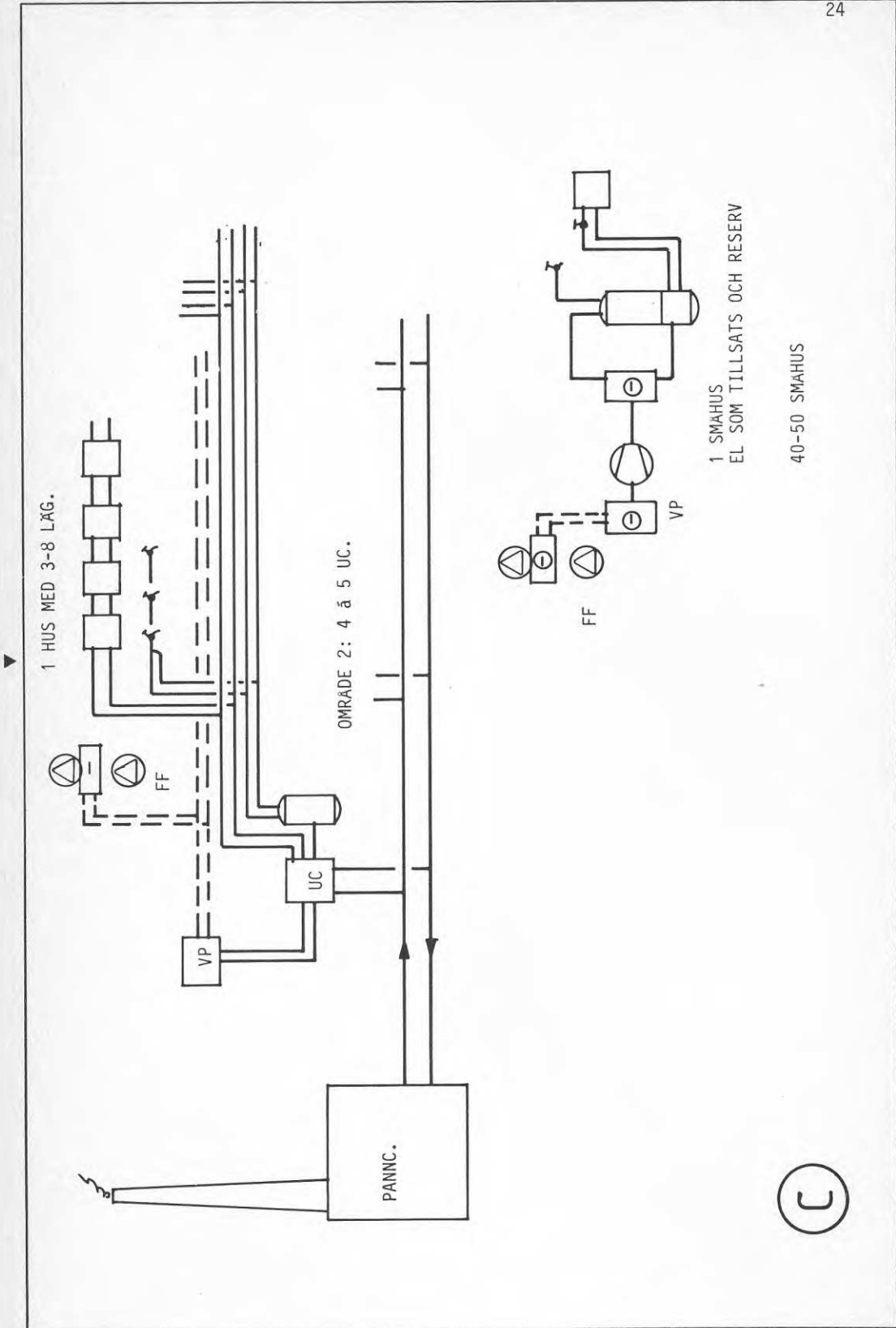
Lösningen överensstämmer med lösning B med den skillnaden att "hetvattendistributionen" till enbostadshuset utgår och ersätts av el för tillsats och reserv.

Kommentarer

Kommentarerna är desamma som för lösning B med följande tillägg:

Förslaget att utesluta distributionssystemet för enbostadshuset har fördelar genom lägre anläggningskostnader och lägre värmeförluster. Enbostadshuset blir dock i princip helt elberoende vilket kan anses bryta mot direktiven för värmeförsörjningen av den här aktuella delen av Backatrop.

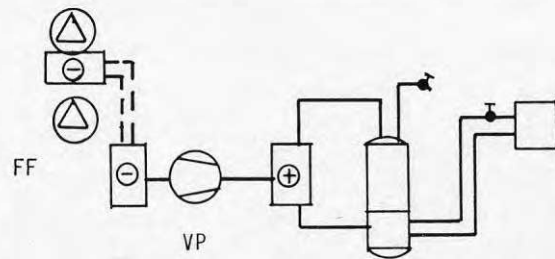
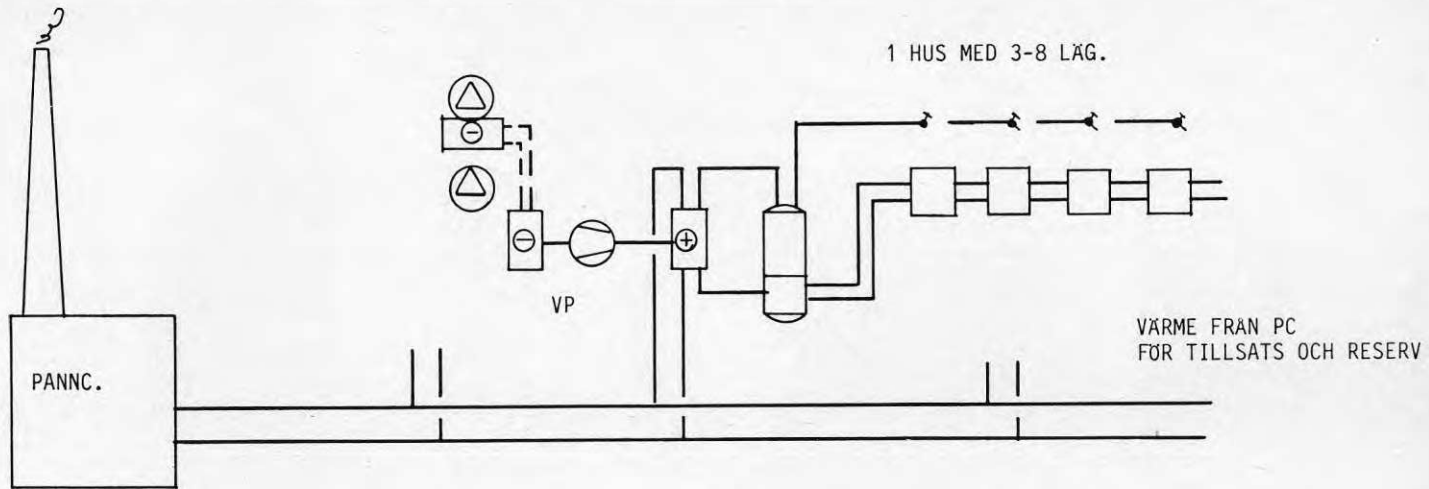
Lösningen bearbetas inte vidare i detta projekt.



1 SMAHUS
EL SOM TILLSATS OCH RESERV

40-50 SMAHUS





1 SMAHUS
EL SOM TILLSATS OCH RESERV

D

4.4 Lösning D

Bivalent system för flerbostadshusen.

"Villavärmepumpar" för enbostadshusen.

Förslaget påminner om lösning C men undercentralerna med tillhörande 4-rörssystem har utgått och ersatts av frånluftvärmepump, värmeväxlare och tappvarmvattenberedare i varje hus om 3-8 lägenheter.

Kommentarer

Kommentarerna är i stort sett desamma som till lösningarna B och C ovan.

Lösningen har ansetts vara av intresse för andra objekt men bearbetas inte vidare för projektet Backatorp.

Ett ytterligare skäl härför är att även flerbostadshusen här eventuellt kan komma att förses med självdragsventilation, kombinerad med köksfläktar.

4.5 Lösning E

Bivalent system.

Panncentral för spetslast och reserv.

Speciell 2-stegsvärmepump för flerbostadshusen och radiatorer för tappvarmvatten.

Separata värmepumpar i enbostadshusen.

En form av 2-stegsvärmepump har här föreslagits för flerbostadshusen.

Värme i frånluften tillvaratas med ett luft/vattenaggregat i varje hus. I dessa värms förbrukningskallvatten till ca +25°C och återcirkuleras till undercentralen via vvc-ledningen. I undercentralen finns det andra värmepumpsteget som kyler en del av vvc-flödet åter till ca +10°C och värmer resten av detta flöde till ca +55°C vilket vatten pumpas till lägenheterna, där det används både för radiatorvärmning och som tappvarmvatten.

Kommentarer

Lösningen för flerbostadshusen har ansetts tekniskt intressant.

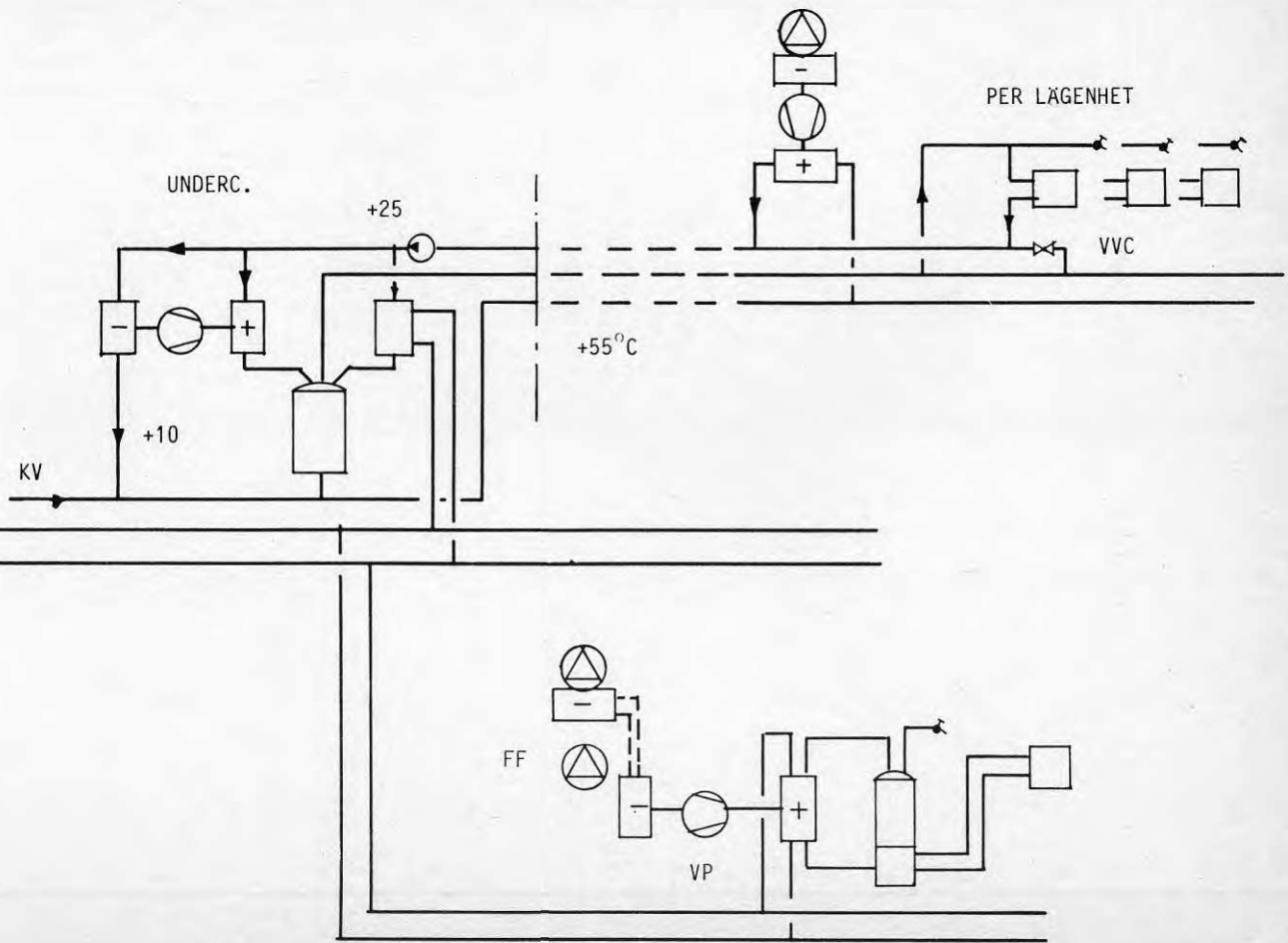
Radiatorerna värmda med tappvatten ansågs dock vara en avgörande nackdel.

Vidare bearbetning av lösningen rekommenderades för kommande projekt men inte för Backatorp.



PANNC.

E



1 SMAHUS

4.6 Lösning F

Bivalent system för flerbostadshusen.

"Villavärmepumpar" för enbostadshusen.

Varje flerbostadshus förses enligt detta förslag med en värmepump-anläggning i varje hus om 3-8 lägenheter.

Tekniken med tappvarmvattenvärmda radiatorer används här liksom i utförande E.

Värmepumpen är här i 1-stegsutförande men delad på två aggregat.

Köldbärare används för värmetransporten från kylare för frånluft/uteluft till förångarna.

Kommentarer

Se lösning E.

4.7 Lösning G

Monovalent system med 2-stegsvärmepumpar för flerbostadshusen och separata villavärmepumpar för enbostadshusen.

Panncentral och distributionsnät har här utgått.

För flerbostadshusen utnyttjas lösningen F, som dock bör kompletteras med ett lågtemperatursteg som är i drift vid låga utetemperaturer.

E1 används som haverisererv.

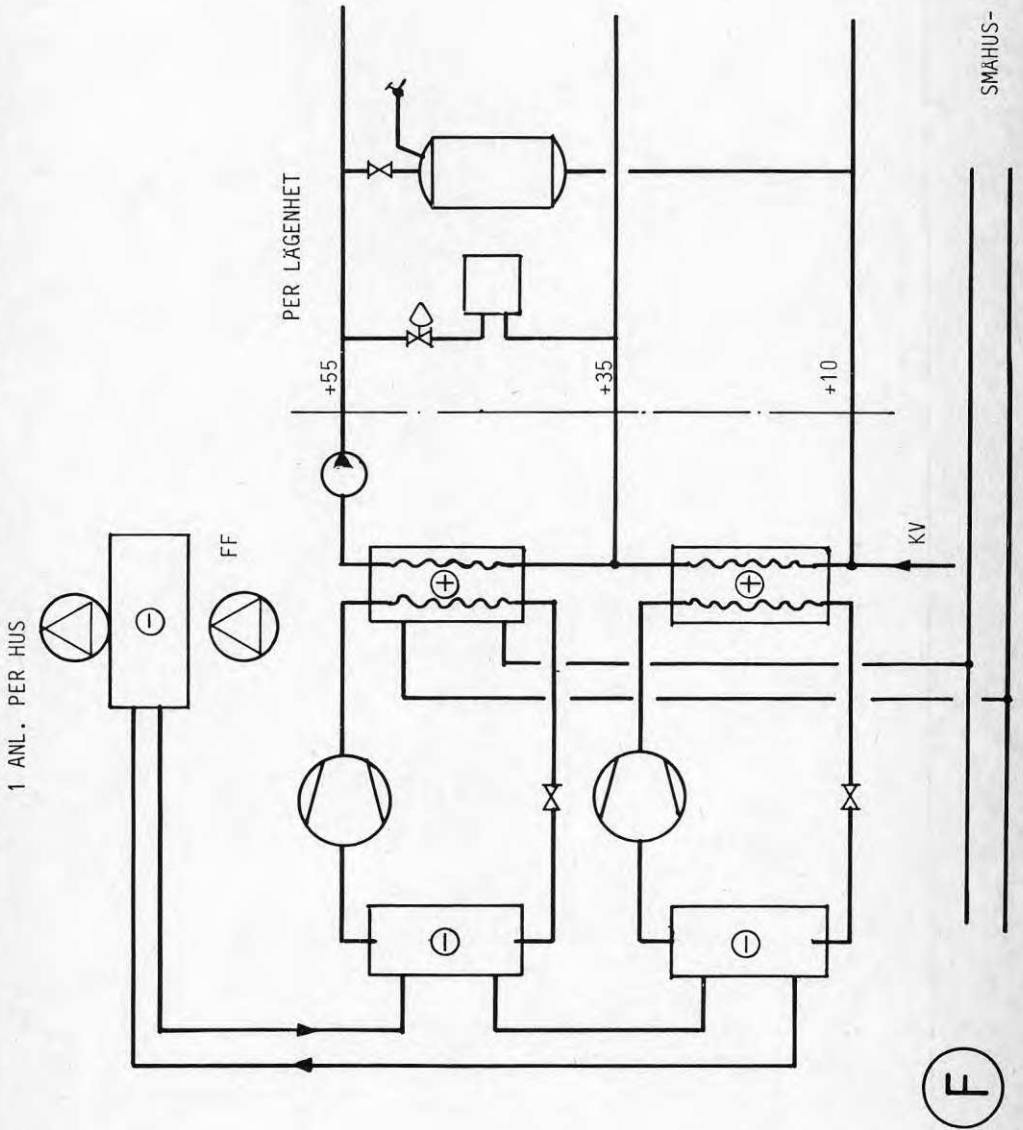
För småhusen är lösningen identisk med lösning C m fl.

Kommentarer

Lösningens fördel är att panncentral och huvuddistributionsnät kan utgå helt vilket givetvis sänker anläggningskostnaden och tomgångsförlusterna.

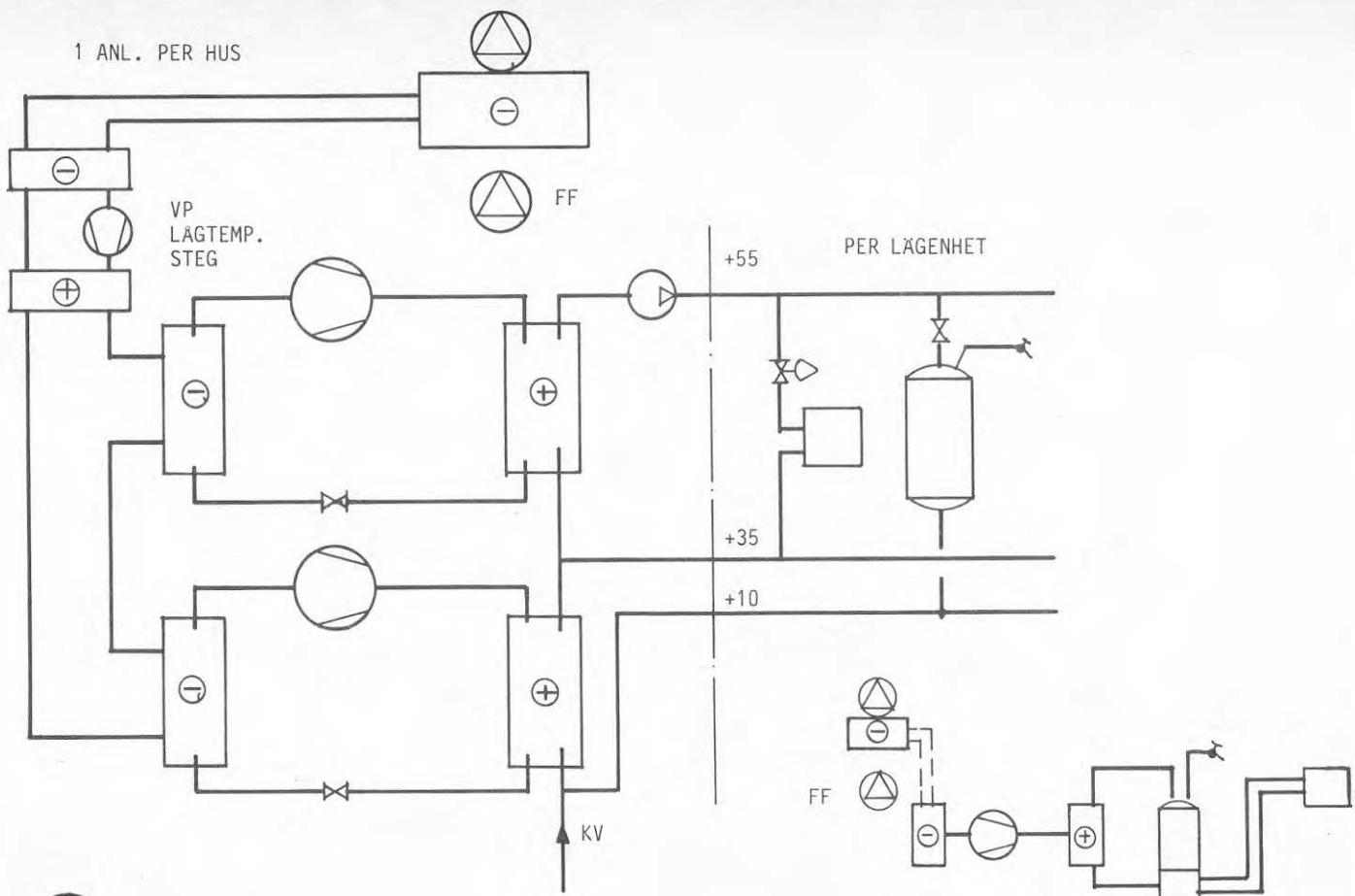
Nackdelarna är desamma som nämnts för motsvarande anläggningsdelar i de tidigare presenterade lösningarna.

Lösningen har också här ansetts vara alltför okonventionell och avviker från försörjningsdirektiven för Backatorp varför ingen vidare bearbetning rekommenderas.



F

SMAHUS - D



G

LUFT/VATTEN VP MED EL SOM TILLSATS OCH RESERV

4.8 Lösning H

Monovalent system.

Lägenhetsvisa värmepumpar i flerbostadshusen och ett lågtemperatursteg för varje flerbostadshus.

"Villavärmepumpar" i enbostadshusen.

Panncentral och distributionsnät erfordras inte.

Genom centralt lågtemperatursteg av typen luft/vatten (köldbärare) för varje flerbostadshus är värmepumpdrift möjlig och försvarbar även vid lägsta utetemperaturer.

används här som reserv för varje lägenhetsaggregat medan särskild tillsatseffekt inte erfordras.

Kommentarer

Se lösning G.

4.9 Lösning J

Monovalent system med el som tillsats och reserv.

Denna lösning skiljer sig från lösning H genom att lågtemperatursteget gemensamt för varje flerbostadshus utgått och ersatts med el för maxeffektbehovet och som haverireserv.

Kommentarer

Lösningen är den minst fördelaktiga ur eldistributörens synpunkt.

I övrigt gäller kommentarerna till lösning G.

4.10 Lösning K

Bivalent system.

Värmepumpar i undercentralerna för flerbostadshusen.

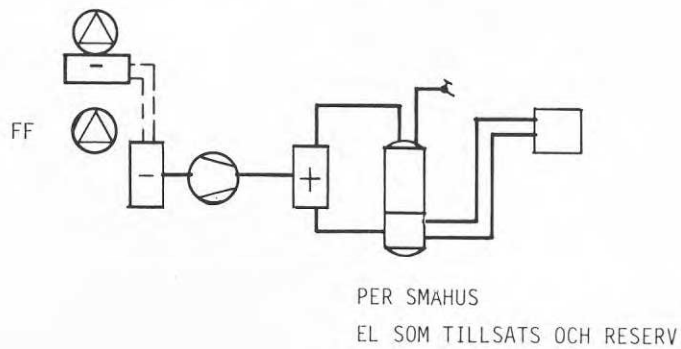
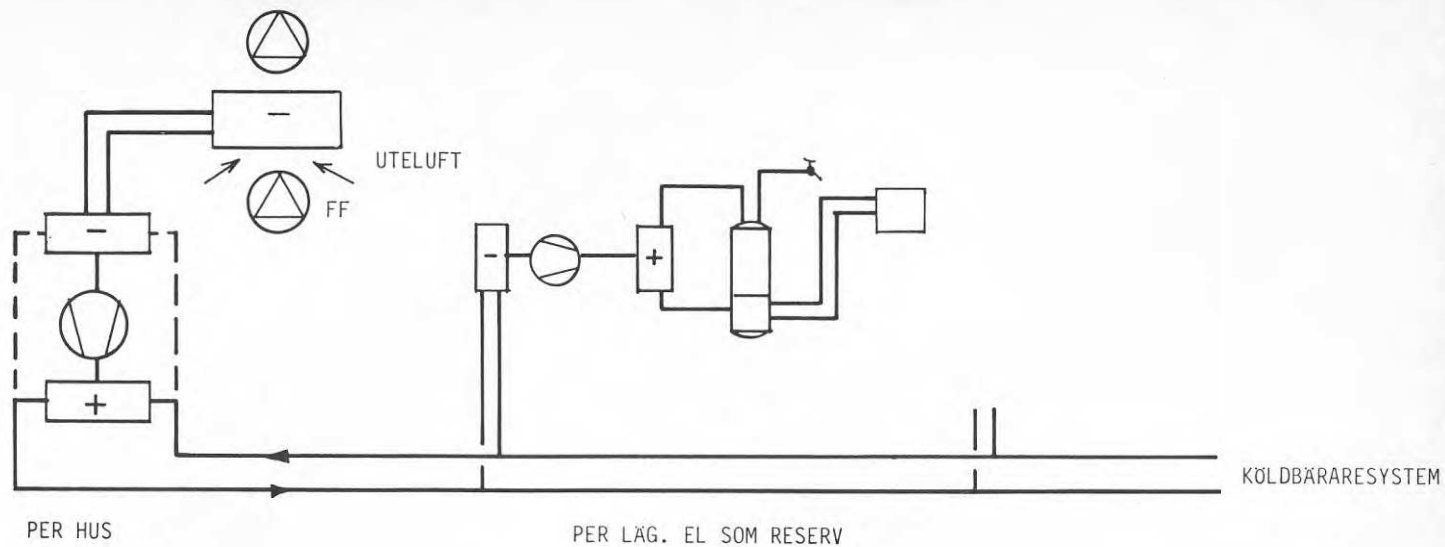
Värmetransport från de anslutna husens frånluft via kv- och vvc-ledningarna.

Det specifika med denna lösning är att de lokalt placerade frånluftutsläppen kan utnyttjas som värmekälla för värmepumpaggregaten placerade i undercentralerna utan att extra ledningssystem behöver tillgripas.

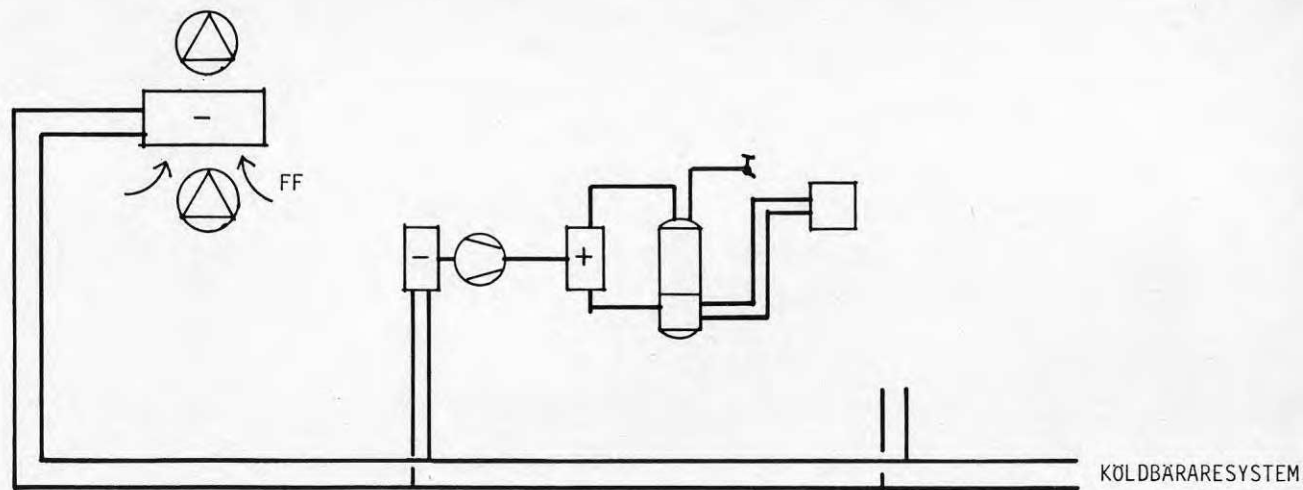
Uteluft kan emellertid inte utnyttjas vilket är en avgjord nackdel.

Kommentarer

Se lösning G.

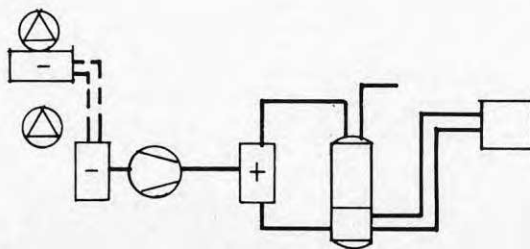


(H)



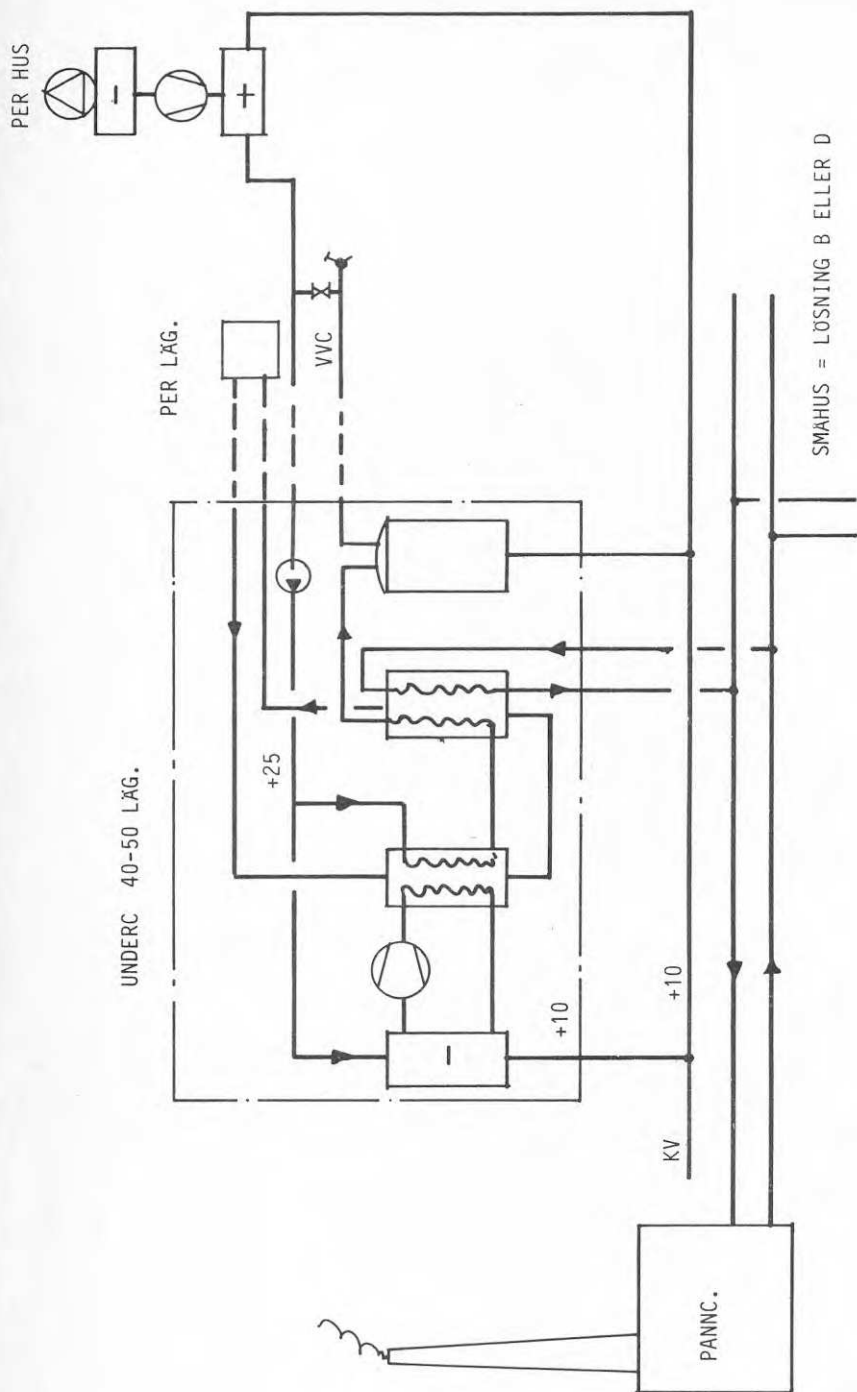
GEMENSAM FÖR
1 HUS (3-8 LÄG.)

1 VP PER LÄG. EL SOM TILLSATS OCH RESERV



1 PER SMAHUS
EL SOM TILLSATS OCH RESERV

J



5 TEKNISK LÖSNING - TVÅ HUVUDALTERNATIV

Genom diskussion och utvärdering av bl a de i kapitel 4 redovisade tekniska principlösningarna har följande två huvudalternativ framkommit och lagts till grund för det fortsatta arbetet.

De två huvudalternativen är:

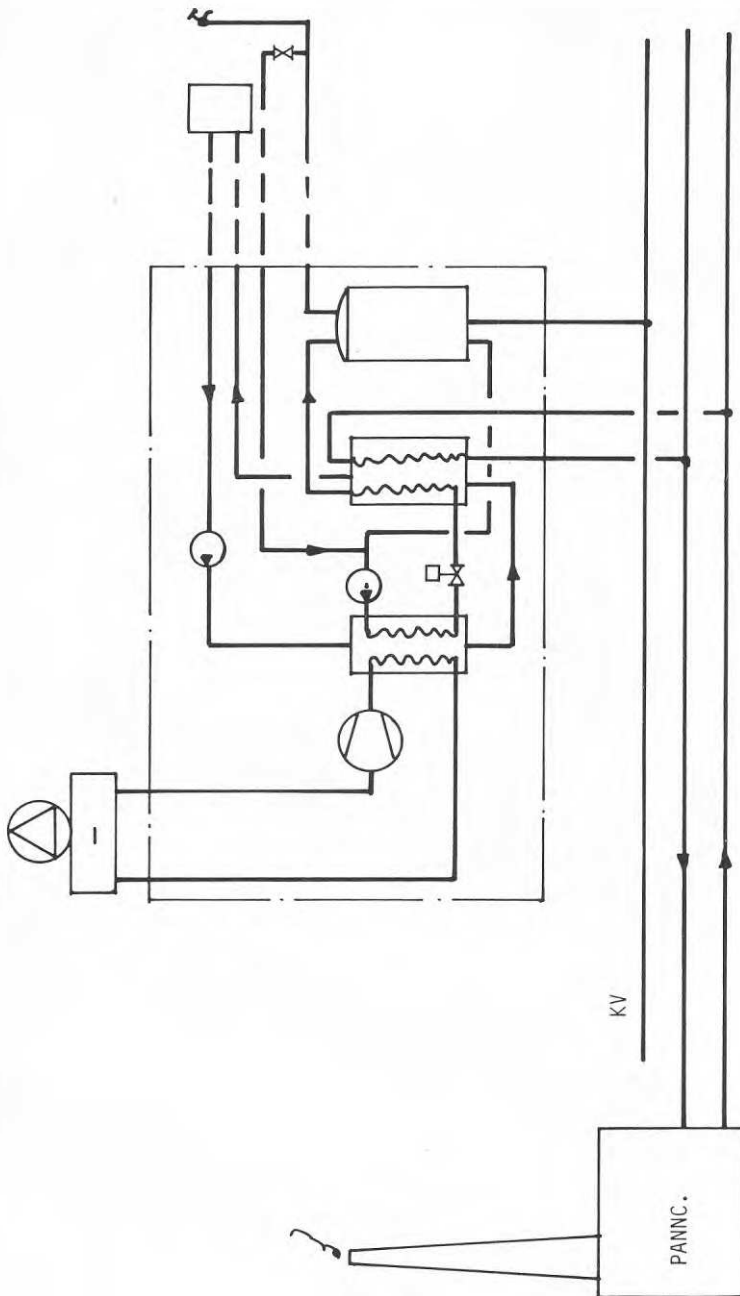
- bivalent system med oljeeldad panncentral, distributionsnät och luft/vatten-värmepumpar i panncentralen
(I princip enligt teknisk principlösning A)
- bivalent system med oljeeldad panncentral, distributionsnät och luft/vatten-värmepumpar placerade i undercentralerna.

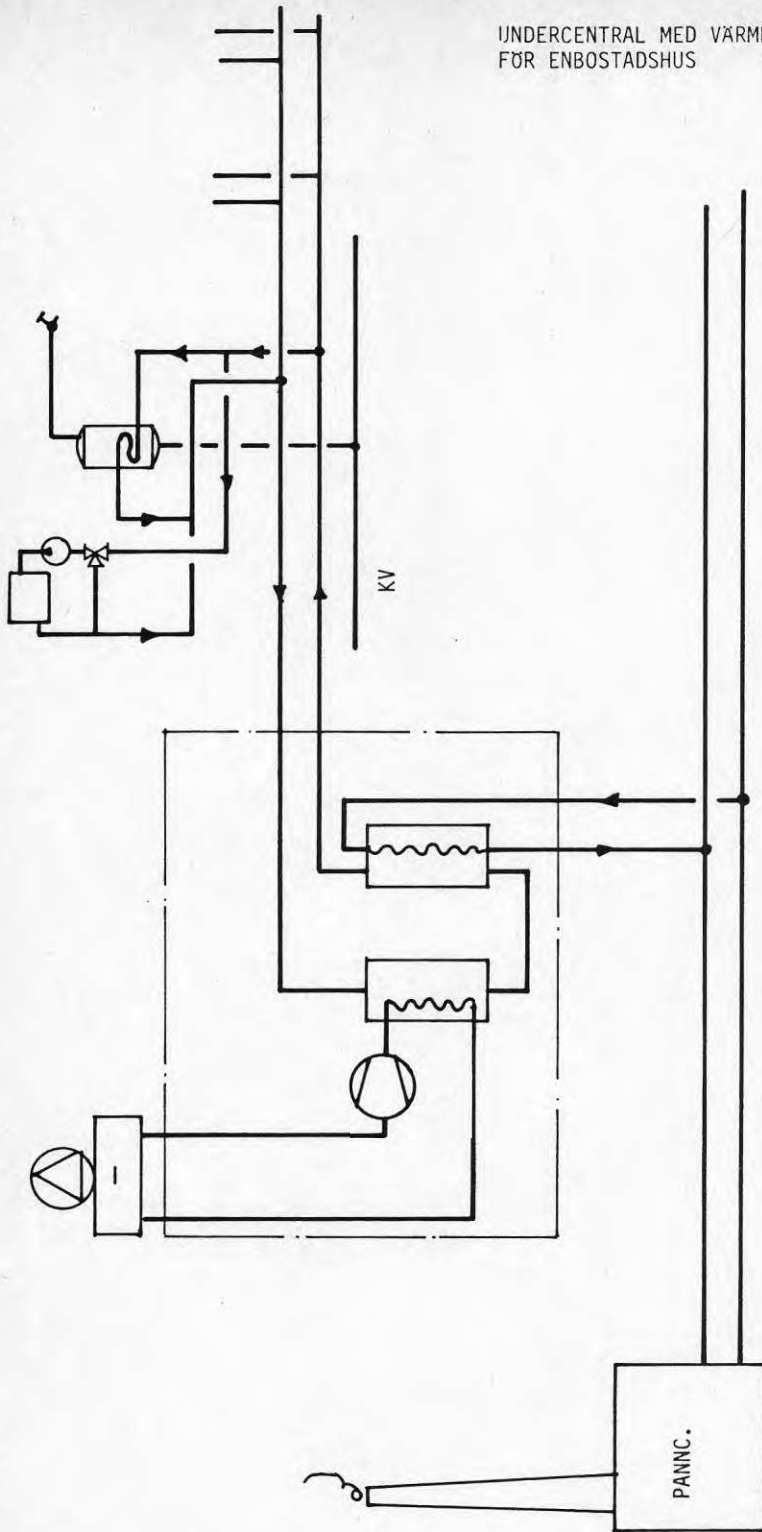
Fördelen med det förstnämnda huvudalternativet är att "tekniken" koncentreras till en plats och att aggregaten härigenom blir billigare per effektenhet. Till nackdelarna hör att något högre kondenserings temperaturer krävs och att huvuddistributionsnätet måste vara i drift hela året.

Anledningen till att alternativet med värmepumparna placerade i undercentralerna övervägs är att något lägre kondenserings temperatur kan påräknas än i det första utförandealternativet och att nätförlusterna blir mindre genom att distributionsnätet mellan panncentral och undercentraler behöver vara i drift endast under den kallaste delen av året. Anpassningen till en etappvis utbyggnad underlättas också.

Ett ytterligare skäl för att närmare pröva detta utförandealternativ är att aggregatstorleken medger en eventuell lösning med luftkylbatterier utan fläkt - s k vindkonvektorer - som under arbetet med detta projekt blivit aktuella för ifrågasvarande anläggningstyp. För den större anläggningen, d v s värmepumpar i panncentralen, blir utrymmesbehovet så stort att endast batterier med fläktar torde vara aktuella.

Principlösningar för de bägge huvudalternativen framgår av figurerna på sidan 36 och 37. Om undercentralerna genomgående varit utförda för tappvattenvärmning, d v s med 4-rörs sekundärnät, hade alternativet med värmepumparna i undercentralerna blivit något mer konkurrenskraftigt.

UNDERCENTRAL MED VÄRMEPUMP
FÖR FLERBOSTADSHUS

UNDERCENTRAL MED VÄRMEPUMP
FÖR ENBOSTADSHUS

5.1 Värmepumpar i panncentralen

En principlösning för alternativet med värmepumpaggregat placerade i panncentralen har utarbetats och framgår av figur på sidan 39.

Utöver de oljeeldade pannorna på ca 1,0 +2,5 +2,5 MW har centralen försetts med en eventuell elpanna på ca 1,0 MW. Den senare är avsedd för de driftstillfällena då små och kortvariga effekttillskott krävs och då eleffekt finns tillgänglig.

Lösningen omfattar två värmepumpaggregat av typen köldbärare/vatten. Köldbäraren tar upp värme i fläktförsedda uteluftbatterier och anläggningen kan därför betraktas som en anläggning av typen luft/vatten.

För avfrostning av uteluftbatterierna finns en varmvattenvärmd behållare för köldbärare som med hjälp av ventiler kan kopplas till önskad grupp av uteluftbatterier.

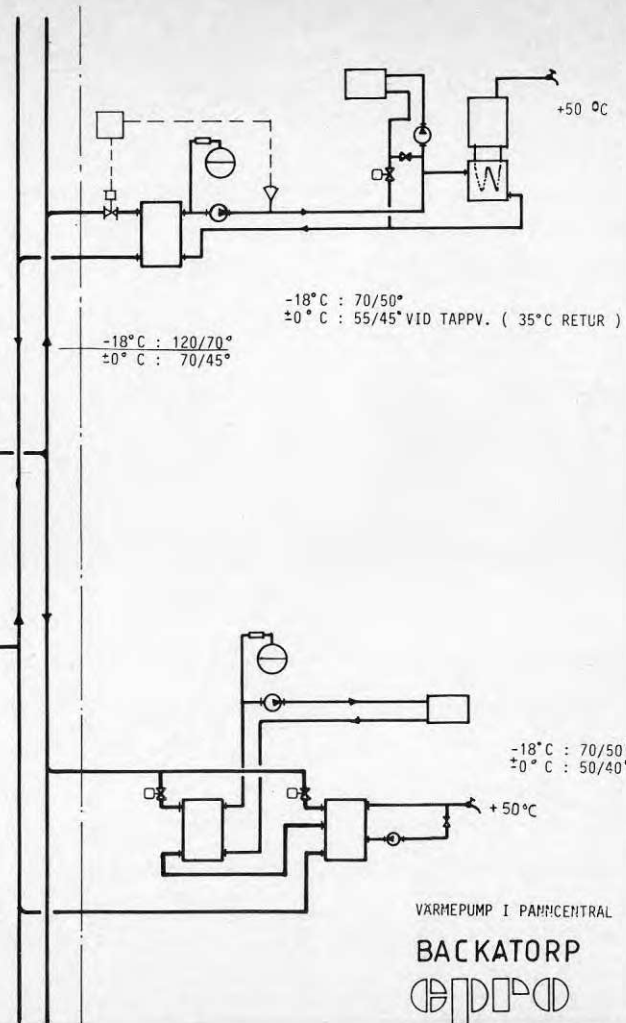
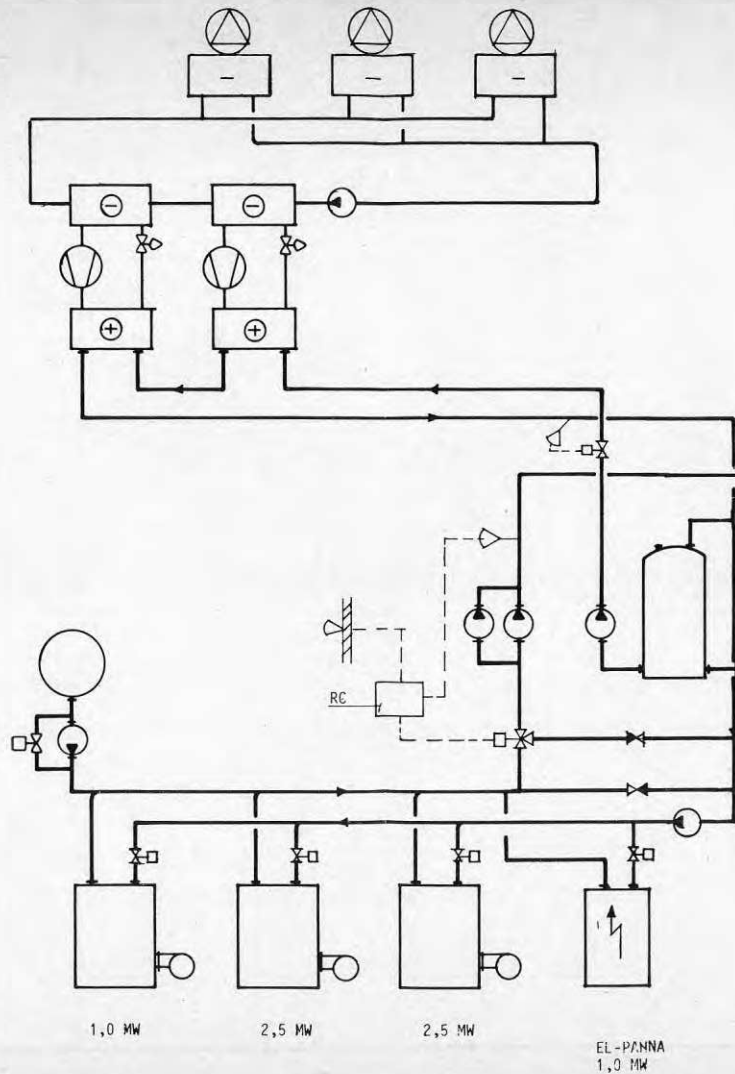
Lösningen i undercentralerna är konventionell men hänsyn skall vid dimensioneringen tas till de speciella temperaturkrav som gäller med hänsyn till värmepumpdriften.

Genom beräkningar och överväganden har temperatur m m enligt principschema sidan 39 och varaktighetsdiagram sidan 40 preliminärt fastlagts.

Det har bl a visat sig att primärdistributionsnätet kan dimensioneras för 120/70°C kallaste dagen utan påtaglig olägenhet för värmepumpens driftförhållanden. Framledningstemperaturen blir under den helt övervägande delen av året bestämd av temperaturbehovet för tappvarmvattenvärmningen i undercentralerna. Vid sjunkande utetemperatur stiger totala effektbehovet och värmepumpaggregatens del därav sjunker varför vattentemperaturen efter kondensatorerna ändå kan hållas på en acceptabel nivå.

Vid de allra lägsta utetemperaturerna, som ju har kort varaktighet, måste värmepumpaggregaten kopplas ur till följd av för låg temperatur på den kalla sidan och det spelar då ingen roll att högre temperaturer samtidigt krävs på den varma sidan.

Av varaktighetsdiagrammet framgår bl a också att aggregat 2 måste stängas av först och att aggregat 1 ger det helt dimensionerande energitillskottet. Aggregat 2 är delvis motiverat som haverireserv på aggregat 1.



VARMEPUMP I PANNICENTRAL

BACKATORP



ENERGIPROJEKT AB

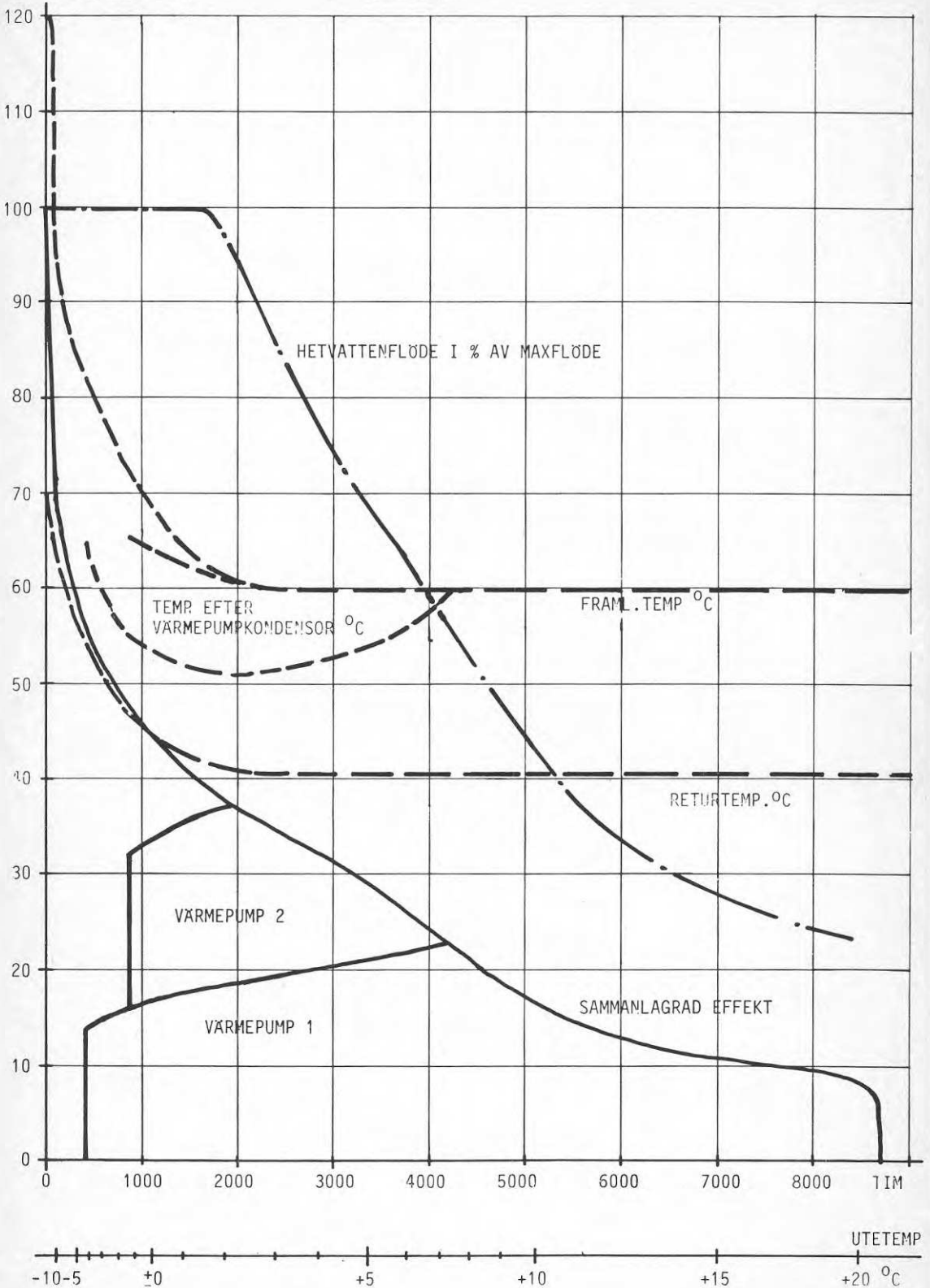
SKÅNEGATAN 37 S-412 51 GÖTEBORG Tel. 031-20 04 55

1981-02-11

V1:4

VARAKTIGHETSDIAGRAM
 VÄRMEPUMP I PANNCENTRALEN
 BACKATORP

°C
 TEMP
 %
 EFFEKT, FLÖDE



5.2 Värmepumpar i undercentralerna

Undercentralerna är som tidigare nämnts av två olika principutföranden

dels med tappvarmvattenvärmning för flerbostadshus

dels utan tappvarmvattenvärmning för enbostadshus.

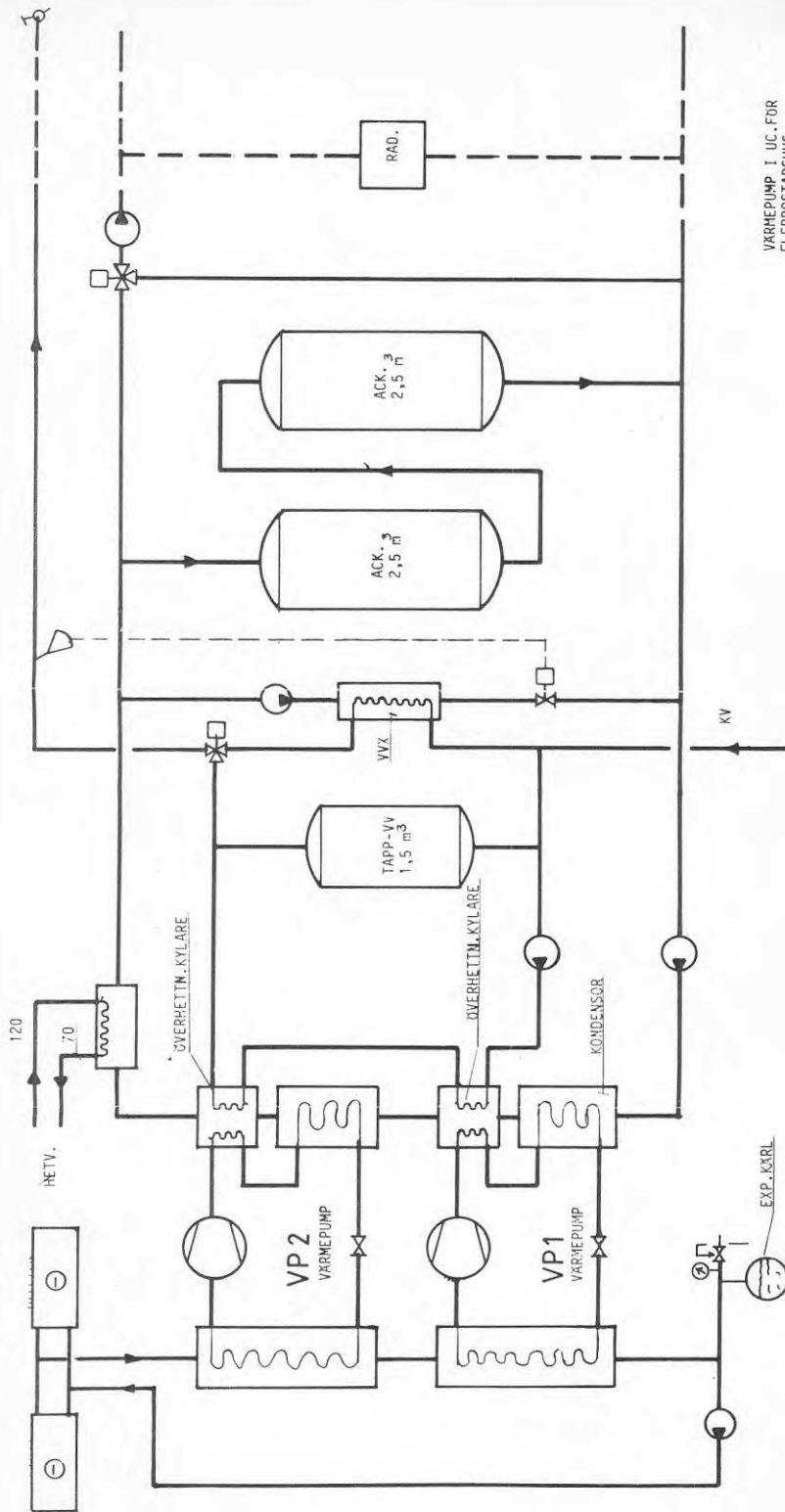
Principlösningar framgår av scheman på sidorna 42 och 43.

Valda och beräknade temperaturer framgår av diagram sidan 44.

Skillnaderna jämfört med det första huvudalternativet, d v s med värmepumpaggregaten placerade i panncentralen, är sammanfattningsvis följande:

- totala antalet aggregat är betydligt större och kapaciteten per aggregat således mindre
- erforderliga kondenseringstemperaturer blir lägre
- primärdistributionsnätet är i drift endast under ca 2000 h/år
- uteluftbatterier utan fläktar - s k vindkonvektorer - kan eventuellt användas
- elkraft för värmepumparnas drift måste distribuerat till undercentralerna.

VARMEKOLLEKTORER



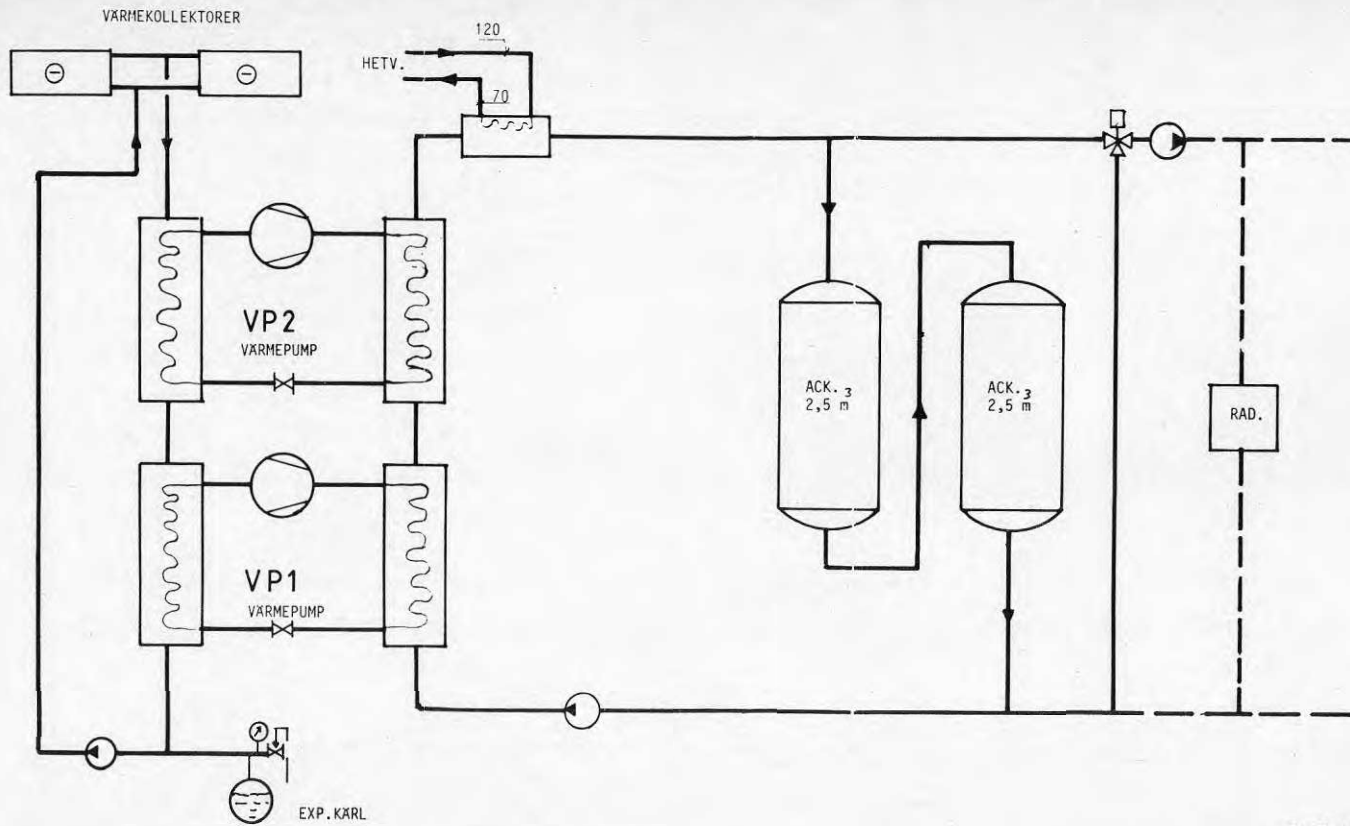
VARMEPUMP I UC.FÖR
FLERBOSTADSHUS

BACKATORP



ENERGIPROJEKT AB
SKÅNEGATAN 37 S-412 81 GOTEBORG TW 031 70 04 15

1981-02-11



VÄRMEPUMP I UC.FÖR SMAHUS

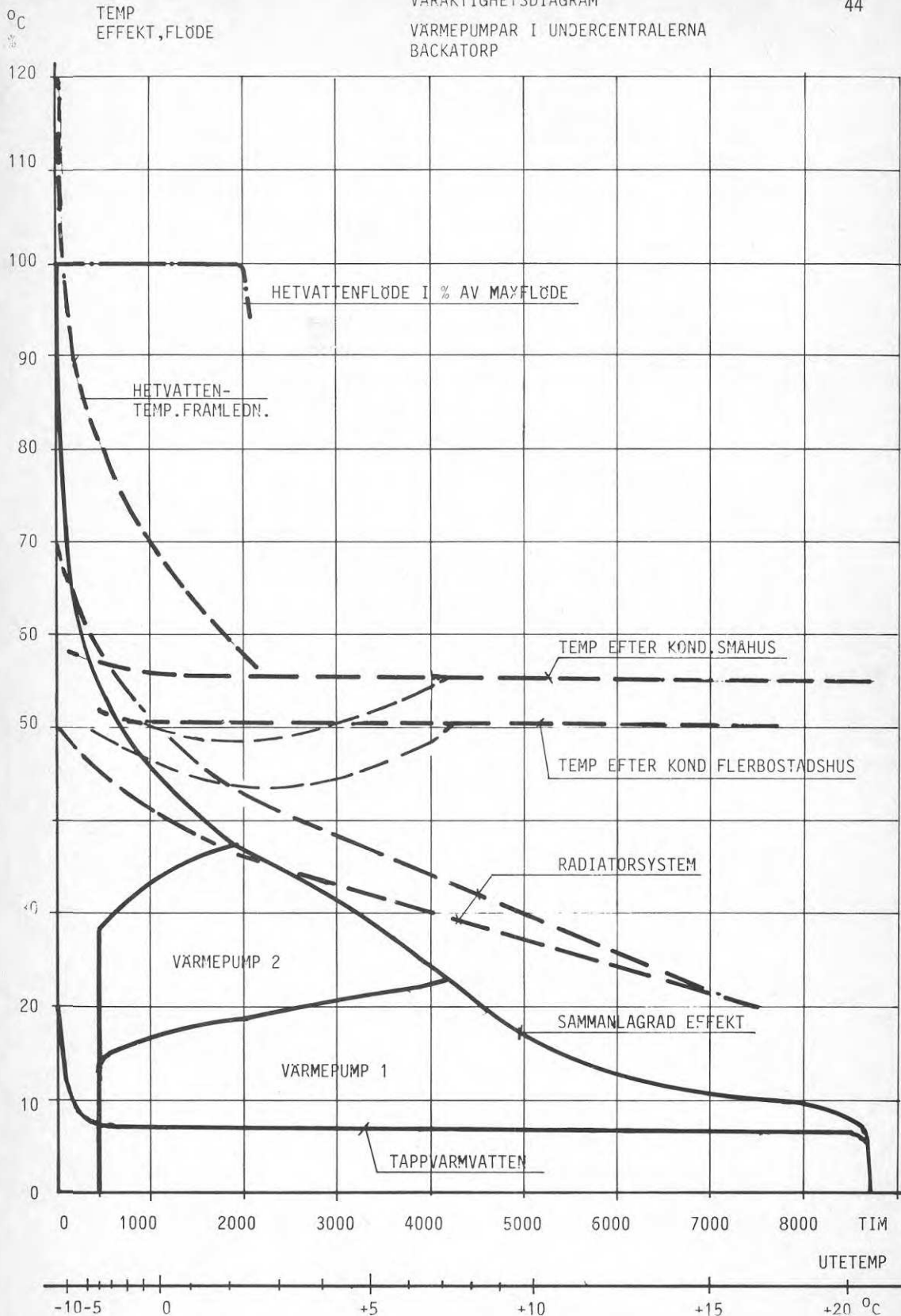
BACKATORP



ENERGIPROJEKT AB

SKÅNEGATAN 37 S-412 51 GÖTEBORG Tel. 031-20 04 55

1981-02-11



5.3 Anläggningskostnader

Med syftet att få en bättre grund för slutgiltigt val av teknisk lösning har nedan redovisade kostnadsbedömningar gjorts.

Det må understrykas att de angivna anläggningskostnaderna inte bör användas i annat sammanhang än just för att visa om det finns en påtaglig ekonomisk skillnad mellan de här behandlade huvudalternativen.

5.3.1 Värmepumpar i panncentralen

Följande anläggningskostnader har bedömts för detta utförande:

	Anläggningskostnad i kkr
Skruvkompressoraggregat, 2 st, med en total värmeeffekt av ca 2,2 MW	1.700
Uteluftbatterier med fläktar	700
Behållare, pumpar och armatur	400
Rörledningsarbeten inkl materiel	800
Elarbeten inkl materiel	250
Styrutrustning	50
Byggnad	1.100
Diverse ospecificerat och oförutsett	500
Projektering och kontroll	<u>300</u>
Total anläggningskostnad för värmepumpanläggningen i panncentralen	5.800

som kan avrundas till ca 6 Mkr och motsvarar då ca 2.750 kr/kW.

5.3.2 Värmepumpar i undercentraler

	Anläggningskostnader i kkr	
	<u>UC Flerbostadshus</u>	<u>UC Enbostadshus</u>
Kolvkompressoraggregat		
2 st à 75 kW värme	230	---
3 st à 100 kW värme	---	450
Uteluftbatterier (vindkonvektorer)		
kylyta 2500 m ²	50	---
kylyta 5000 m ²	---	100
Behållare, pumpar och armatur	55	50
Rörledningsarbeten inkl materiel	65	90
Elarbeten inkl materiel	15	25
Styrutrustning	20	30
Byggnad	50	75
Diverse ospecificerat och oförutsett	50	---
	<hr/>	<hr/>
Anläggningskostnad per UC	535 kkr	820 kkr

Den sammanlagda anläggningskostnaden för värmepumpar i undercentralerna blir således:

9 st UC för flerbostadshus	4.815 kkr
3 st UC för enbostadshus	2.460 kkr
Projektering och kontroll	<u>400 kkr</u>
Total anläggningskostnad	<u>7.675 kkr</u>

vilken här kan avrundas till ca 8 Mkr eller ca 3.500 kr/kW värme.

5.4 Kostnadsjämförelser

Enligt de ovan redovisade kostnadsbedömningarna blir de totala anläggningskostnaderna ca 2 Mkr högre för alternativ med värmepumparna placerade i undercentralerna än för alternativet med en central värmepumpanläggning i panncentralen.

Hänsyn har inte tagits till skillnader i exempelvis anslutningsavgifter och effektagifter för el, med detta påverkar inte slutresultatet.

Hänsyn har heller inte tagits till eventuella fördelar med decentraliserad anläggning vid etappvis utbyggnad av bostäderna.

Anledningen till den relativt stora skillnaden i anläggningskostnad mellan de två huvudalternativen är i huvudsak att den specifika kostnaden per effektenhet stiger vid uppdelning av samma totaleffekt på ett antal mindre enheter. Det som möjligen kan kompensera skillnaden i anläggningskostnader är en eventuell lägre driftskostnad för den decentraliserade anläggningen.

Framledningstemperaturen under större delen av året har uppskattats till vid panncentralen ca +60°C och vid undercentralerna ca +55°C. Skillnaden i årsvärmefaktor till följd härav kan uppskattas till 6 å 7% om anläggningarna vore av jämförbar storlek och konstruktion. De mindre anläggningarna kan emellertid antas få något lägre värmefaktor än den större vid samma driftsförhållanden och den verkliga skillnaden blir således mindre än 6 å 7% och är antagligen helt försumbar.

Om skillnaden i årsvärmefaktorn antas till 5%, totala årsenergin från värmepumparna till 8000 MWh/år, årsvärmefaktorn till 2,5 och elenergi priset till 250 kr/MWh (rörlig del) så blir skillnaden i elkostnad:

$$0,05 \cdot 8000 \cdot 250/2,5 = 40 \text{ kkr/år.}$$

Denna skillnad, om den nu skulle finnas, är i sammanhanget försumbar och kompenseras också mer än väl av den ökade underhållskostnaden för de decentraliserade anläggningarna.

En annan skillnad i driftskostnad mellan de två alternativet är att primärkulvertnätet inte behöver vara i drift mer än ca 25% av året vid decentraliserat utförande. Härigenom kan pumpdriftkostnader och värmeförluster minskas. Om dessa tillsammans antas vara så höga som 10% av totalt levererad värmeenergi under året, som kan uppskattas till 11000 MWh/år, så blir årskostnadsskillnaden vid ett energipris av 200 kr/MWh:

$$0,75 \cdot 11000 \cdot 0,1 \cdot 200 = 165 \text{ kkr/år.}$$

Det är alltså en betydligt större skillnad än den ovannämnda driftkostnadsskillnaden, men även om den här är högt räknad så motiverar den inte skillnaden i anläggningskostnad mellan de två alternativen.

Slutsatsen härav är således att en central värmepumpanläggning i panncentralen är ekonomiskt fördelaktigare än flera små värmepumpar utspridda i undercentralerna. Då bl a också skötsel- och underhållsynpunkter talar för det förstnämnda utförandet så bör detta väljas för Backatorp.

6 PROJEKTLÄGE

Med stöd av vad som här tidigare redogjorts för bör projektet inriktas mot en oljeeldad panncentral kompletterad med en eldriven värmepumpänläggning av typen luft/vatten.

Utformningen skall grundas på förprojektering av de olika huvuddelarna med inlägg av kostnadsbedömningar och tekniska överväganden vid lämpliga tillfällen. Den slutgiltiga upphandlingsformen kan tillsvidare hållas öppen.

För det fortsatta arbetet gällde våren 1981 följande handlingsplan.

6.1 Handlingsplan

- Utarbetande av förfrågningsunderlag för värmepumpaggregat.
- Infordran av preliminära anbud på värmepumpaggregat.
- Granskning och komplettering av anbud.
- Val av systemlösning. (Direkt eller indirekt kylsystem.)
- Dimensionering av värmepumpaggregat, kylbatterier och fläktar.
- Lay-out skisser.
- Kostnadskontroll.
- Kontroll av bullerstörningsrisker och övriga driftsfaktorer.
- Preliminära myndighetskontakter.
- Samråd med eldistributören, Energiverken i Göteborg.
- Kostnadskontroll och lönsamhetsbedömning.
- Fastställande av riktlinjer för slutgiltig teknisk lösning.
- Beslut om upphandlingsform.
- Fastställande av tidplan för hela projektet.
- Projektering
 - Byggnadslovhandlingar
 - Förfrågningsunderlag för övriga anläggningsdelar (exkl värmepumpaggregat).

6.2 Projektläge i juli 1981

Projektets läge var i juli -81 i korthet följande:

Förfrågningsunderlag för värmepumpaggregaten hade utarbetats och i detta hade en systemlösning med indirekt värmetransport från uteluft till förångare, d v s köldbärarsystem, föreslagits.

Förfrågningsunderlaget omfattar följande handlingar:

- Flödesschema - ritning (Bilaga 1)
- Planritning över panncentral med förslag till uppställning av bl a utluftbatterier. (Bilaga 2)

- Rambeskrivning kyla,
daterad 1981-05-22 (Bilaga 3)
- Administrativa föreskrifter,
daterad 1981-05-22 (Bilaga 4)

På basis av ovan förtecknade förfrågningsunderlag inbjöds 4 kylföretag att inkomma med anbud till 1981-06-16, och 4 anbud inkom också till denna tidpunkt.

Avsikten med denna preliminära anbudsinfördran är i huvudsak:

- att få tillförlitliga uppgifter om aktuella priser och leveranstider
- att få aktuella tekniska uppgifter om tillgänglig utrustning som underlag för ett slutgiltigt systemval och för fortsatt projektering av byggnad och kringutrustning.

Anbudsgivarna gavs full frihet att komma med egna förslag till tekniska lösningar och det påpekades särskilt att exempelvis system med direktförångning av köldmedium i kylbatterierna mycket väl kunde övervägas även om ett indirekt system skisserats i förfrågningsunderlaget. Möjlighet gavs också att eventuellt senare inkomma med egna förslag.

Ingen av de 4 tillfrågade entreprenörerna har emellertid kommit med några egna förslag till teknisk lösning och ingen har heller anmält intresse för att senare presentera något sådant förslag.

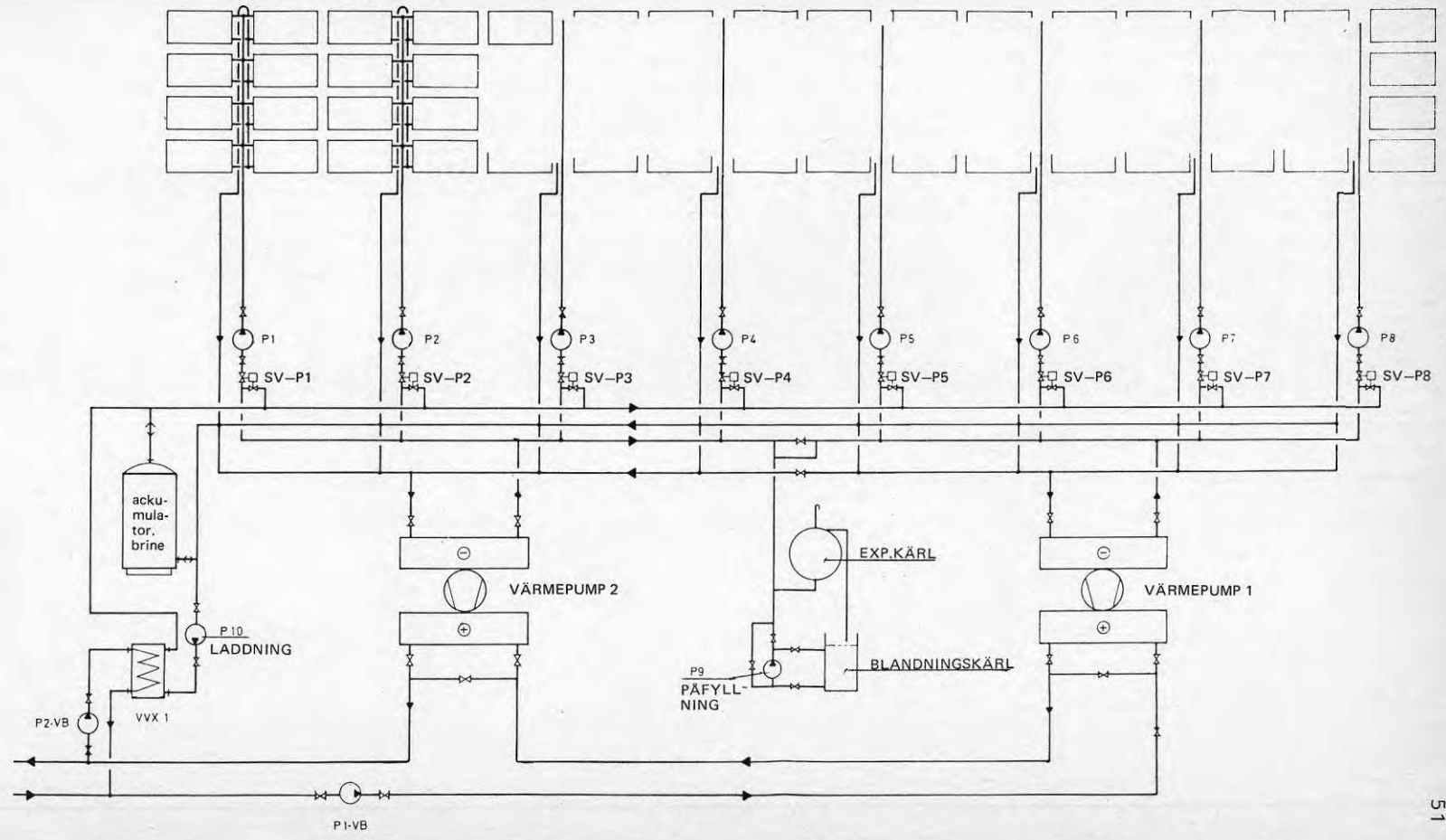
De kan här nämnas att ovannämnda förfrågan gällde i första hand enbart själva värmepumpaggregaten, d v s de köldmediefyllda delarna. Kylbatterier och köldbärarsystem ingick inte för att inte onödigtvis öka offertarbetet för kylföretagen. För batterier, köldmediesystem, fläkar m m finns andra väl så lämpade leverantörer och/eller entreprenörer.

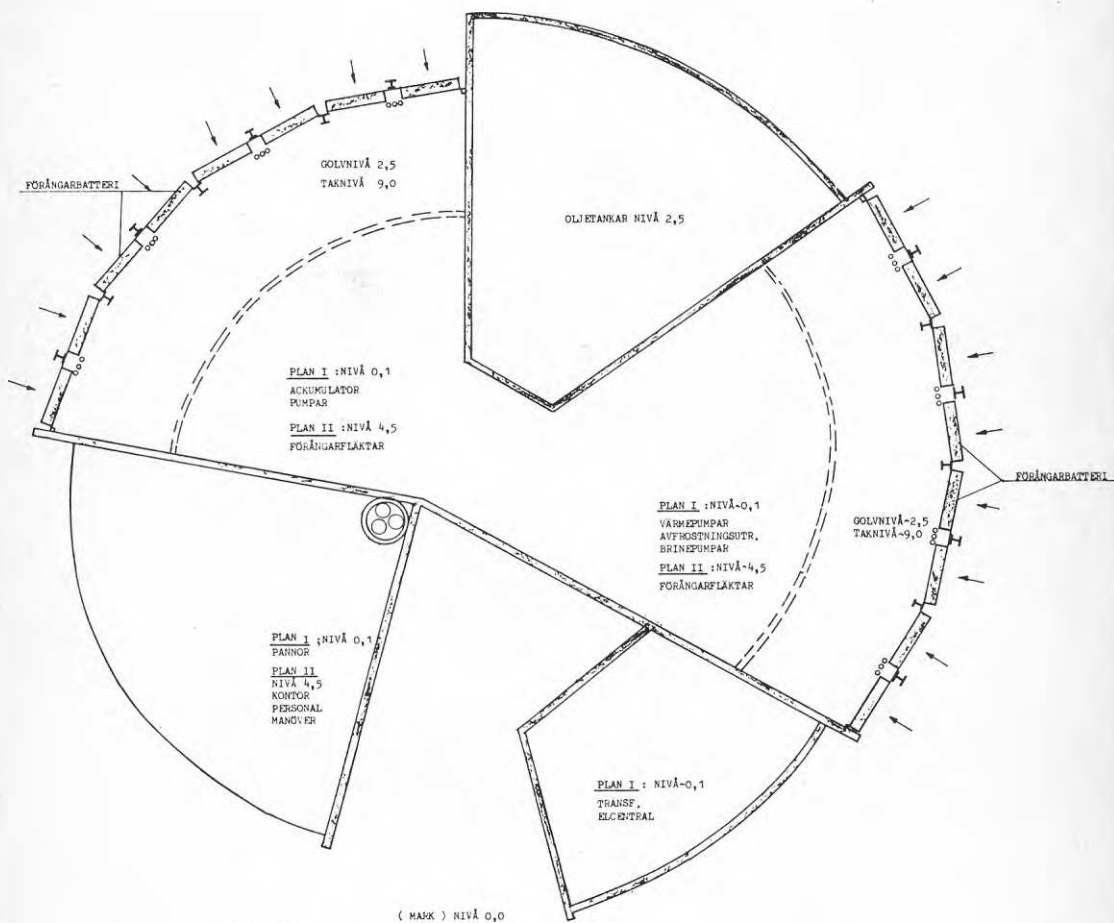
Vid en fortsatt teknisk granskning av anbuderna på värmepumpaggregaten kan en rad tekniska detaljfrågor diskuteras med respektive anbudsgivare och smärre tekniska ändringar kan bli följden härav. Det är också möjligt att den preliminärt angivna värmeeffekten på ca 2,2 MW från värmepumpaggregaten justeras för att nå en bättre teknisk/ekonomisk optimering.

6.3 Ändrade förutsättningar

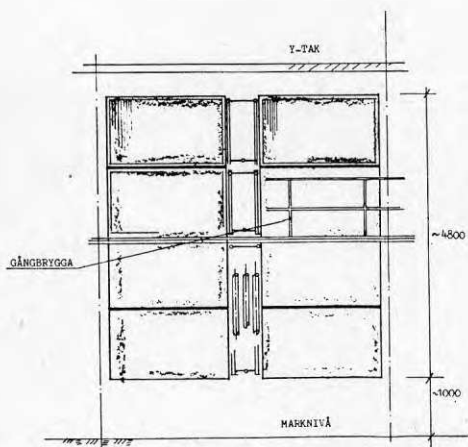
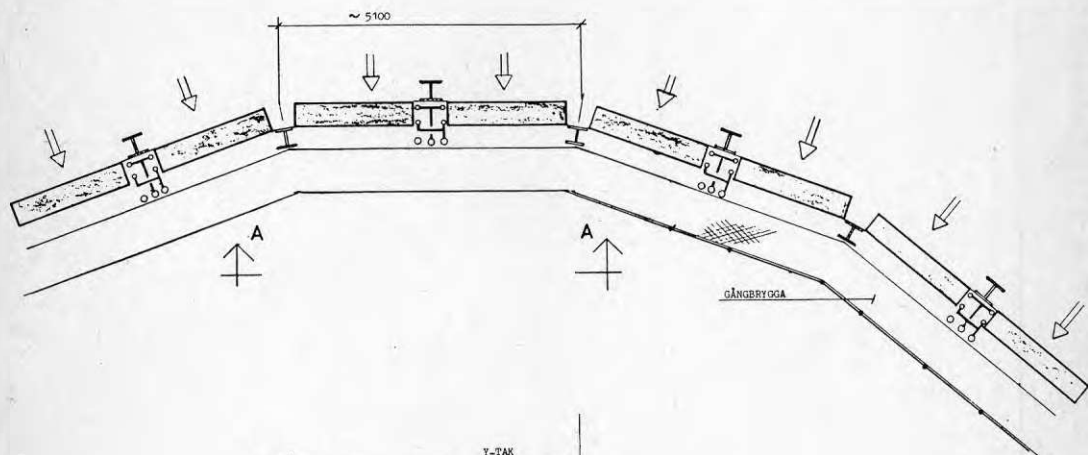
Beslut om byggstart för området Backatorp togs inte vid den tidpunkt, som ursprungligen sagts och under våren 1982 stod det klart att det inte längre var meningsfullt att avvakta ett förverkligande. Det har därför ansetts lämpligt avbryta det arbete som utförts t.o.m. halvårsskiftet 1981.

FÖRÄNGARBATTERIER 64 ST





PLAN



VY A - A



ENERGI PROJEKT AB

SKÅNEGATAN 37 S-412 51 GÖTEBORG Tel 031-20 04 55

Bernt Bäckström

Projekt
Backatorp

Proj nr

Sida - Page

Datum - Date

1981-05-22

BILAGA NR 3

BACKATORP, GÖTEBORG

VÄRMEPUMPANLÄGGNING

RAMBESKRIVNING KYLA

1981-05-22

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
55		<p><u>KYLA</u></p> <p>Denna rambeskrivning ansluter till AMA-72 och gäller de kyltekniska (köldmediefyllda) delarna av anläggningen.</p> <p>För rör-, el- och byggarbeten m m gäller särskilda beskrivningar.</p> <p><u>UTFÖRANDE- OCH FUNKTIONSKRAV</u></p> <p><u>ALLMÄNT</u></p> <p><u>Ritningsförteckning</u></p> <p>V1:1 Flödesschema värmepumpanläggning V1:2 Plan panncentral V1:3 Fasad panncentral V1:4 Flödesschema värmeanläggning Varaktighetsdiagram</p> <p><u>Orientering - Funktionsöversikt</u></p> <p>Det planerade bostadsområdet Backatorp, Göteborg, skall värmeförsörjas från en central sk hetvattenanläggning bestående av oljeeldade pannor och värmepumpaggregat med uteluft som värmekälla.</p> <p>Värmepumpaggregaten skall i första hand utformas som köldbärare/vattenaggregat d v s köldbärare skall cirkuleras genom aggregatens förångare och ett antal kylbatterier i uteluften. Vid detta utförande avser denna förfrågan enbart värmepumpaggregaten.</p> <p>Anbudsgivare må som alternativ erbjuda en anläggning för direktförångning av köldmediet i kylbatterierna. I så fall skall en komplett anläggning erbjudas d v s <u>kylbatterier och hela det köldmediefyllda systemet skall ingå i anbudet.</u></p>		

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
		<p><u>Grundläggande förutsättningar</u></p> <p>Eldata: kraft 3-fas 380 V, 50 Hz, 5-ledarsystem 1-fas 220 V, 50 Hz</p> <p> manöver 1-fas 220 V, 50 Hz</p> <p>Värmebärare: vatten, NT 10</p> <p>Köldbärare: kalciumkloridlösning, 30 vikts-%, med korrosionshämmande medel</p> <p><u>Leveransgränser</u></p> <p>Följande ingår i EL:</p> <ul style="list-style-type: none">- huvudmatning typ AKKJ till apparatskåp att anslutas på plint- ledningar och ledningsförläggning mellan centralt elskåp och kylaggregat (motorer) samt till externa givare och styrutrustning- externa ledningar för kollektivt larm att anslutas på plint. <p>Följande ingår i RÖR:</p> <ul style="list-style-type: none">- anslutning av köld- och värmebärareledningar till värmepumpaggregat- montering av eventuella temp- och flödesgivare i dessa ledningar. <p>Följande ingår i VENT:</p> <ul style="list-style-type: none">- nödventilationsfläkt. <p>Följande ingår i BYGG:</p> <ul style="list-style-type: none">- håltagning, efterlagning, fundament och eventuellt övriga byggnadsarbeten.		

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
	1	<p><u>VÄRMEPUMPAGGREGAT</u></p> <p>av typen köldbärare/vatten med elmotordriven kompressor i komplett driftsfärdigt skick.</p> <p>Aggregatet skall vara utrustat med:</p> <ul style="list-style-type: none"> - manometer för driftkontroll - säkerhetsutrustning enligt gällande föreskrifter och fabrikantens standard - isolering av kalla och varma delar med cellgummi eller likvärdigt material. <p>De 2 aggregaten skall tillsammans ge en kondenseffekt på ca 2,2 MW vid följande förhållanden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - temp inkommande köldbärare -4°C - temp utgående köldbärare -7°C - temp inkommande värmebärare till aggregat 1 +40°C - temp utgående värmebärare från aggregat 2 +60°C <p>Köld- och värmebärareflödena är konstanta.</p> <p>Startutrustning för drivmotorn skall ingå i aggregatet som vid leveransen skall vara internt elektriskt kopplat.</p>	2	st
	2	<p><u>STYRUTRUSTNING</u></p> <p>för de två värmepumpaggregaten så utformad att den för tillfället erforderliga kompressorkapaciteten automatiskt anpassas till behovet d v s så att framledningstemperaturen hålls konstant +60 - ±2°C.</p> <p>Erforderlig utrustning för att förhindra alltför tätt återkommande kompressorstarter skall ingå.</p>	1	st
	3	<p><u>Teknisk dokumentation</u></p> <p>Bindande tekniska uppgifter för i kylentreprenaden ingående utrustning eller funktioner som erfordras för projektering och utförande av övriga arbeten såsom bygg-, rör-, el- etc</p>	Erf	

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
	4	<p><u>Skylltar enligt Kylnormer</u></p> <p>Skylltar enligt Kylnormer och reviderat schema i maskinrum.</p>	Erf	
	5	<p><u>Instruktioner för drift och underhåll</u></p> <p>Genomgång med maskinpersonal på platsen under en dag.</p> <p>Underlag för drift- och underhållsinstruktioner överlämnas i 2 exemplar i samband med anmälan till slutbesiktning.</p> <p>Allt material skall vara på svenska.</p> <p>Underlaget skall innehålla uppgifter om drift och underhåll för samtliga i entreprenaden ingående komponenter samt följande:</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionsbeskrivning - principschema över kylanläggningen - förbindnings- och kretsschema - instruktioner för start och stopp, drifttillsyn och skötsel - felsökningsschema - instruktioner för läcksökning, oljebyte etc. 	Erf	
	6	<p><u>Injustering</u></p> <p>Leveransprovning utförs respektive bekostas av entreprenören före slutbesiktning och skall omfatta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - funktionskontroll av hela leveransen - första besiktning enligt Kylnormer. 	Erf	
	7	<p><u>Köldmedium m m</u></p> <p>Driftsfyllning av köldmedium och olja samt komplettering under garantitiden i den mån förbrukningen är en följd av fel och brist som ligger inom entreprenörens ansvarsområde.</p>	Erf	

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
		<p><u>UPPGIFTER I ANBUD</u></p> <p>I anbud är följande uppgifter obligatoriska:</p> <p><u>Aggregat och huvuddelar</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. Fabrikat och typ2. Huvudmått och vikter3. Effekter vid angivna driftsförhållanden4. Typ av kapacitetsreglering samt reglerområde5. Startström/Märkström/Starttid6. Max tillåten startfrekvens7. Effektbehov per kompressor (aggregat) vid full- och delbelast8. Max och min flöden genom förångare och kondensor9. Tryckfall i förångare respektive kondensor10. Max tillåten kondenseringstemperatur11. Max tillåten maskinrumstemperatur12. Ljudeffektnivå vid olika frekvensband13. Köldmediefyllning, mängd och typ14. El- och styrutrustning, fabrikat och typ <p>Göteborg 1981-05-22</p> <p>ENERGIPROJEKT AB</p>		



ENERGIPROJEKT AB

SKÅNEGATAN 37 S-412 51 GÖTEBORG Tel: 031-20 04 55

Projekt
Backatorp
Proj. nr

Sida - Page

Datum - Date
1981-05-22

Bernt Bäckström

BILAGA NR 4

BACKATORP, GÖTEBORG

VÄRMEPUMPANLÄGGNING

ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER

1981-05-22

ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER

Sida
1

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
A		<u>ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER</u> Dessa föreskrifter är upprättade i anslutning till AF-AMA-72 och AB72.		
A0		<u>ALLMÄN ORIENTERING</u>		
<u>A0.1</u>		<u>Personuppgifter</u>		
<u>A0.12</u>		<u>Beställare</u> Göteborgs Stads Bostadsaktiebolag Box 5044 402 21 Göteborg Besöksadress: Engelbrektskatan 71		
<u>A0.121</u>		<u>Beställarens ombud under anbudstiden</u> Ronald Löving Tel: 031 - 20 05 20		
<u>A0.123</u>		<u>Projektledare</u> Utses senare av beställaren.		
<u>A0.13</u>		<u>Projektör</u> ENERGIPROJEKT AB Skånegatan 37 412 51 Göteborg Handläggare: Bernt Bäckström och Torbjörn Samuelsson Tel: 031 - 20 04 55		

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
A0.2		<u>Orientering av objektet</u>		
A0.21		<u>Objektets art</u> Entreprenaden omfattar leverans av värmepump an läggning.		
A0.22		<u>Objektets läge</u> Backatorp, Göteborg		
A1		<u>UPPHANDLINGSFÖRESKRIFTER</u>		
A1.1		<u>Entreprenadform och ersättningsform</u> Entreprenadform: Delad entreprenad Entreprenader: Bygg, El, Rör, Kyl Ersättningsform: Fast pris med indexreglering		
A1.21		<u>Tillhandahållande av förfrågningsunderlag</u> Beställaren tillhandahåller utan avgift en omgång handlingar enligt A1.22 samt en extra omgång av beskrivningar om så önskas. Mot rekvisition kan ytterligare omgångar av separata ritningar eller beskrivningar erhållas mot självkostnad.		

ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER				Sida
				3
Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
<u>A1.22</u>		<p><u>Förteckning över förfrågningsunderlag</u></p> <p>Förfrågningsunderlaget består av följande handlingar:</p> <p>10 Administrativa föreskrifter</p> <p> .1 Administrativa föreskrifter</p> <p>13 Beskrivningar</p> <p> .1 Ramprogram för respektive entreprenad</p> <p>14 Ritningar</p> <p> .1 Ritningar enligt förteckning</p> <p>17 Övriga handlingar</p> <p> .1 Svenska Teknologföreningens entreprenadkontrakt formulär 18/72 (bifogas ej)</p> <p> .2 Allmänna Bestämmelser STF formulär 20/72 (AB72) (bifogas ej)</p>		
<u>A1.23</u>		<p><u>Kompletterande förfrågningsunderlag</u></p> <p>Finner anbudsgivaren att förfrågningsunderlaget i något avseende är oklart, skall förfrågan framställas till beställarens ombud eller projektören under anbuds-tiden.</p> <p>Endast skriftligt kompletterande uppgifter i form av PM till samtliga anbudsgivare är bindande för både beställare och anbudsgivare.</p>		
A1.24		<p><u>Återställande av förfrågningsunderlag</u></p> <p>Förfrågningsunderlaget behöver inte återlämnas.</p>		
A1.3		<p><u>Anbudsgivning</u></p>		
<u>A1.31</u>		<p><u>Anbuds form och innehåll</u></p> <p>I anbud anges separata priser för de alternativ som eventuellt angivits i den tekniska beskrivningen.</p>		

ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER

Sida

4

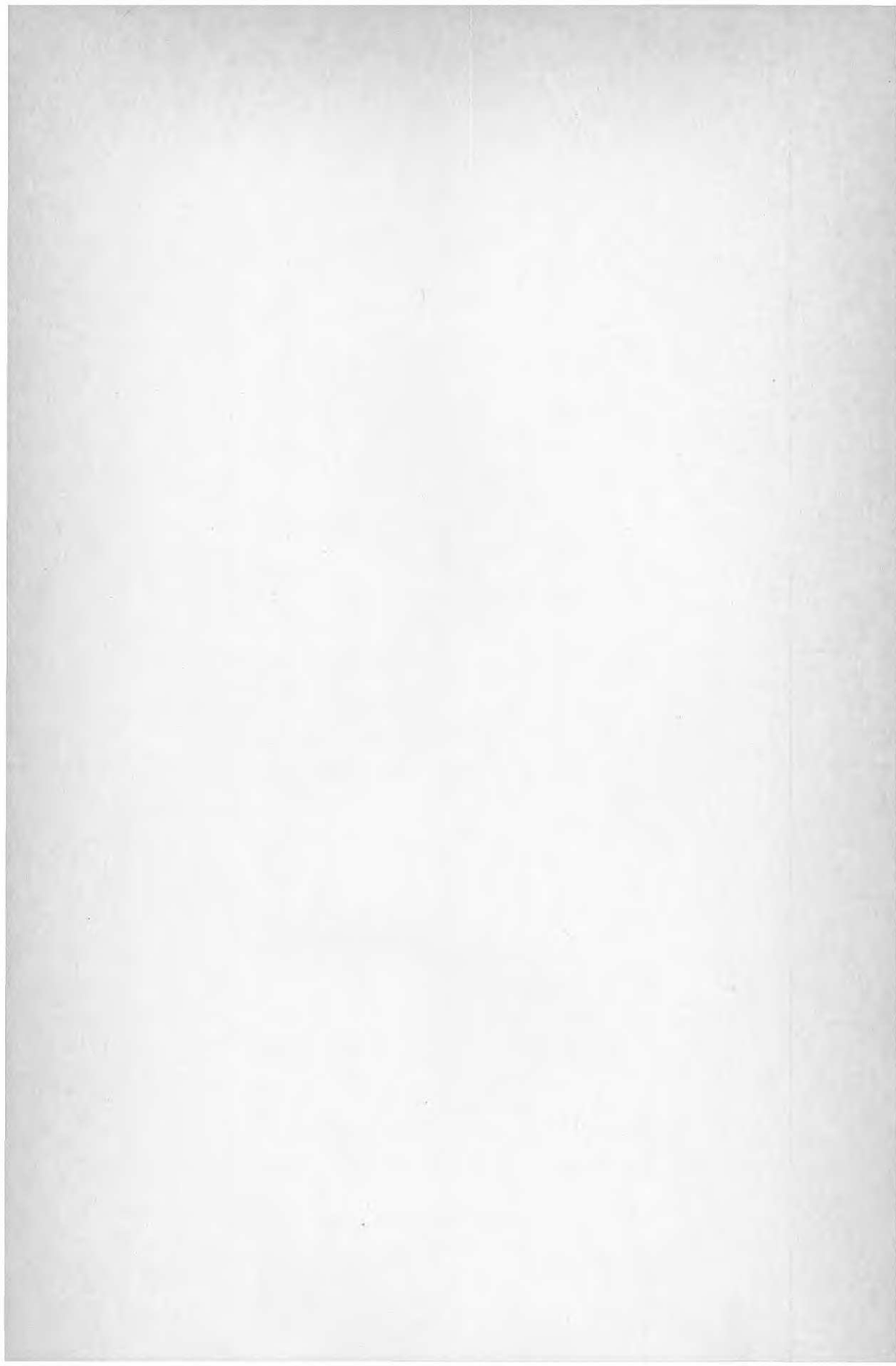
Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
<u>A1.312</u>		<u>Sidoanbud</u> Anbudsgivare skall i första hand avge anbud på basis av givna förutsättningar. Därutöver må egna förslag - sidoanbud - lämnas.		
<u>A1.32</u>		<u>Anbudstiden utgång</u> 3 arbetsveckor efter erhållen förfrågan.		
<u>A1.33</u>		<u>Anbuds giltighetstid</u> 3 månader.		
<u>A1.34</u>		<u>Adressering</u> Anbud adresseras och sänds till beställaren i 2 kompletta exemplar.		
<u>A1.5</u>		<u>Anbudsprövning</u>		
<u>A1.51</u>		<u>Värderingsgrunder vid anbudsprövning</u> Anbud förkastas: - om det inkommit efter anbudstiden utgång, såvida icke beställaren finner det uppenbart att förseningen skett utan anbudsgivarens förvållande och anbudet inkommit före anbudsöppningen. - om anbudet avviker väsentligt från anbudsförutsättningarna eller visar ett oacceptabelt pris eller leveranstid. - om det av det begärda priset framgår, att felskrivning eller felräkning av betydelse föreligger. - om grundad anledning finns till antagande att tävlan förhindrats genom kartellbildning eller annan överenskommelse mellan anbudsgivare.		

ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER			Sida	
			5	
Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
		<p>Av de anbud som kan komma ifråga för antagande antas det som beställaren med beaktande av samtliga omständigheter anses förmånligast. Den omständighet att ett anbud innefattar det lägsta priset behöver sålunda i och för sig inte vara avgörande för anbudets antagande.</p> <p>Beställarens underrättar samtliga anbudsgivare om sitt ställningstagande till anbudet.</p> <p><u>Upphävande av anbudsinfordran</u></p> <p>Beställaren förkastar samtliga anbud och upphäver anbudsinfordran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - om de innefattar uppenbarligen för högt pris eller eljest prövas vara ofördelaktiga. - om grundvalen för anbudsinfordran under anbudstiden väsentligen förändrats. <p>Förkastas samtliga anbud meddelar beställaren samtliga anbudsgivare att anbudsinfordran är upphävd samt skälen härtill. Först därefter sker eventuellt förnyad anbudsinfordran.</p>		
A2		<u>ENTREPRENADFÖRESKRIFTER</u>		
A2.1		<p><u>Omfattning</u></p> <p>Entreprenadens omfattning enligt handlingar under <u>A1.22.</u></p> <p><u>Byggnadsområdet</u></p> <p>Omfattar nybyggd panncentral jämte erforderliga utvändiga ytor för arbetets bedrivande.</p>		

Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
A2.12		<p><u>Tillhandahållande av handlingar och uppgifter från beställaren under entreprenadtiden</u></p> <p>Under entreprenadtiden tillhandahåller beställaren högst 3 omgångar kopior av ritningar och beskrivningar.</p> <p>Alla ritningar till eventuella underentreprenörer och leverantörer etc skall distribueras av entreprenören.</p>		
A2.13		<p><u>Tillhandahållande av handlingar och uppgifter från entreprenören under entreprenadtiden</u></p> <p>Entreprenören skall under byggnadstiden till beställaren översända 3 exemplar av de ritningar, beskrivningar och specifikationer som utföres av entreprenören eller dennes underentreprenör eller leverantör.</p>		
A2.133		<p><u>Relationshandlingar till beställaren</u></p> <p>Relationshandlingar levereras i samband med anmälan om slutbesiktning.</p> <p>Relationshandlingarna skall vara kopierbara.</p>		
A2.135		<p><u>Uppgifter till sidoentreprenör</u></p> <p>Entreprenören skall överlämna erforderliga mått, tekniska inkopplingsanvisningar och scheman till berörda sidoentreprenörer.</p>		
A2.14		<p><u>Ansvar för uppgifter</u></p> <p>Entreprenör är skyldig att på platsen göra sig noga underrättad om var övriga installationer skall anbringas så att hinder i arbete och kostnad för beställaren förorsakade av olämplig placering av rör, don m m i förhållande till övriga installationer icke uppkommer.</p>		

ADMINISTRATIVA FÖRESKRIFTER				Sida
				7
Kod	Pos	Text	Mängd	Enhet
<u>A2.34</u>		<p><u>Kontroll</u></p> <p>Handräckning till kontrollant tillhandahålls av entreprenören utan ersättning.</p> <p>Entreprenören skall i god tid uderrätta kontrollanten, då avvikelser eller ändringar av arbeten, som berör sidoentreprenörer, skall företas eller planeras.</p> <p>Lagenlig kontroll ombesörjs och bekostas av beställaren varvid entreprenören tillhandahåller och bekostar erforderliga ritningar, intyg och övriga uppgifter.</p>		
<u>A2.4</u>		<p><u>Tider</u></p>		
<u>A2.41</u>		<p><u>Tidplan</u></p> <p>Entreprenör skall tillhandahålla underlag för samordnad tidplan.</p>		
<u>A2.42</u>		<p><u>Igångsättningstider</u></p> <p>Snarast möjligt efter beställning.</p>		
<u>A2.44</u>		<p><u>Färdigställandetider</u></p> <p>Erforderlig tid för färdigställande anges i anbudet.</p>		
<u>A2.461</u>		<p><u>Garantitid för entreprenad</u></p> <p>Garantitiden skall vara 2 år för samtliga i entreprenaden ingående arbeten.</p>		
A2.5		<p><u>Ansvar</u></p> <p>Göteborg 1981-05-22</p> <p>ENERGIPROJEKT AB</p>		





Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800429-7 från Statens råd för byggnadsforskning
till Göteborgs stads bostadsaktiebolag, Göteborg.

R87: 1983

ISBN 91-540-3988-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700787

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirkapris: 30 kr exkl moms